



**ENDÜSTRİ 4.0'DAN ENDÜSTRİ 5.0'A GEÇİŞ SÜRECİNDE SATINALMA
DEPARTMANININ DEĞİŞEN ROLÜ: TEORİK BİR İNCELEME**

Yüksek Lisans Tezi

Recep Serdar KESKİN

Eskişehir 2024

**ENDÜSTRİ 4.0'DAN ENDÜSTRİ 5.0'A GEÇİŞ SÜRECİNDE SATINALMA
DEPARTMANININ DEĞİŞEN ROLÜ: TEORİK BİR İNCELEME**

Recep Serdar KESKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erol KUTLU

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Mayıs 2024

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Recep Serdar Keskin'in "Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecinde Satınalma Departmanının Değişen Rolü: Teorik Bir İnceleme" başlıklı tezi .../.../20.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, İşletme Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0'DAN ENDÜSTRİ 5.0'A GEÇİŞ SÜRECİNDE SATINALMA DEPARTMANININ DEĞİŞEN ROLÜ: TEORİK BİR İNCELEME

Recep Serdar KESKİN

İşletme Anabilim Dalı
Uluslararası İşletmecilik

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mayıs 2024

Danışman: Prof. Dr. Erol KUTLU

Bu tez, Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0'e geçiş sürecinde değişen iş dinamiklerinin, satınalma departmanının rolü üzerindeki etkilerini anlamayı ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu tezde literatür taraması ile Endüstri 4.0, Endüstri 5.0 ve satınalma fonksiyonu kavramları işlenerek, endüstrinin dönüşümü ve etkileri ile birlikte satınalma departmanının dijital dönüşüme nasıl adapte olacakları, hangi yeni sorumlulukları ve becerileri edineceği teorik bir çerçevede incelenecektir. Çalışma kapsamında işlenen konular, satın alma süreçlerinde kullanılan dijital dönüşüm teknolojileri ile birlikte yaşanan dijitalleşmenin düzeyini ve kullanılma seviyesini anlamak için yapılmış araştırma örnekleri ile desteklenecektir. Son olarak teknolojik ve insan odaklı dönüşüm sürecinde satınalma departmanının yeni gereksinimlere uyum sağlaması için stratejik önerilere yer verilecektir.

Anahtar Sözcükler: Endüstri 4.0, Endüstri 5.0, Satınalma, Dijital Dönüşüm, Teknoloji

ABSTRACT

THE CHANGING ROLE OF THE PROCUREMENT DEPARTMENT IN THE TRANSITION FROM INDUSTRY 4.0 TO INDUSTRY 5.0: A THEORETICAL REVIEW

Recep Serdar KESKIN

Department of Business Administration
International Business
Anadolu University, Graduate School, Mayıs 2024

Supervisor: Prof. Dr. Erol KUTLU

The aim of this thesis is to understand and analyze the influences of shifting business dynamics on purchasing department's role in the process of transition to Industry 4.0 and Industry 5.0. Through a literature review, the concepts of Industry 4.0, Industry 5.0 and the purchasing function will be studied, and the transformation of the industry and its effects, as well as how the purchasing department will adapt to the digital transformation and acquire new responsibilities and capabilities will be investigated in a theoretical framework within this thesis. The subjects discussed within the scope of the study will be supported by the research samples conducted to understand the level of digitalization and the level of use of digital transformation technologies that are used in purchasing processes. At the end, the study will provide some strategic recommendations for the purchasing department to adapt to the new demands in the process of technologically and human-oriented transformation.

Keywords: Industry 4.0, Industry 5.0, Purchasing, Digital Transformation, Technology

ÖNSÖZ

Teknolojik gelişmelerin ve dijital dönüşümün etkisi satınalma süreçlerinde değişikliklere yol açmış ve satınalma departmanının rolünü yeniden tanımlamıştır. Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinde satınalma departmanının değişen rolünü teorik bir bakış açısıyla incelemektir.

Öncelikle bu çalışma sürecinde beni destekleyen ve yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Erol KUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca buraya gelmemde büyük emeği olan aileme ve çalışma sürecinde desteklerini esirgemedikleri için ekip arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2024

Recep Serdar KESKİN

....../....../20....

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

(İmza)

Recep Serdar KESKİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GÖRSELLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	2
1. ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 5.0 (TOPLUM 5.0): TEMEL KAVRAMLAR VE FARKLILIKLAR.....	2
1.1. Endüstri'nin Tarihsel Gelişimi.....	2
1.1.1. Endüstri devrimi 1.0	3
1.1.2. Endüstri devrimi 2.0	6
1.1.3. Endüstri devrimi 3.0	8
1.1.4. Endüstri devrimi 4.0	11
1.1.5. Endüstri devrimi 5.0 (Toplum 5.0)	13
1.2. Endüstri 4.0 Temel Kavramları	15
1.2.1. Endüstri 4.0 özellikleri ve yenilikleri.....	15
1.2.2. Endüstri 4.0'da kullanılan teknolojiler	19
1.2.2.1. Nesnelerin İnterneti (Internet Of Things).....	19
1.2.2.2. Siber Fiziksel Sistemler	21
1.2.2.3. Bulut Bilişim.....	22
1.2.2.4. Büyük Veri	23
1.2.2.5. Yapay zeka (AI)	24
1.2.2.6. Siber güvenlik	25
1.2.2.7. Sanal ve Artırılmış gerçeklik	26
1.2.2.8. Otonom Robotlar	27
1.2.2.9. 3D Yazıcılar	27
1.2.2.10. Simülasyon	28

1.2.2.11.	Akıllı fabrikalar.....	28
1.2.2.12.	Dikey, Yatay ve Uçtan Uca Entegrasyon Seviyeleri	29
1.2.2.13.	Akıllı Sensörler.....	30
1.2.2.14.	Makine Öğrenmesi	31
1.2.2.15.	Geniş Bant Sistemleri	31
1.2.2.16.	BlockChain Teknolojisi.....	31
1.2.2.17.	Sınır Bilişim	32
1.2.2.18.	Dijital İkizler	33
1.2.	Endüstri 5.0 (Toplum 5.0) Temel Kavramları	34
1.2.1.	Endüstri 4.0'dan endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'a geçiş süreci.....	34
1.2.2.	Endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'ın özellikleri ve yenilikleri	35
1.2.3.	Endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'da kullanılan teknolojiler	41
1.2.4.	Endüstri 5.0 (toplum 5.0)'ın hedefleri.....	43
1.2.5.	Endüstri 4.0 ile endüstri 5.0 (toplum 5.0)'ın karşılaştırılması	48
İKİNCİ BÖLÜM		50
2.	SATIN ALMA DEPARTMANI VE ÖNEMİ.....	50
2.1.	Satın almanın Temel Kavramları	50
2.1.1.	Satın almanın tanımı	50
2.1.2.	Satın alma fonksiyonunun tarihsel gelişimi.....	51
2.1.3.	Satın alma fonksiyonunun özellikleri	54
2.1.4.	Satın alma süreci'nin temel aşamaları	57
2.1.5.	Satın alma fonksiyonunun amacı	62
2.1.6.	Satın alma fonksiyonunun önemi.....	63
2.1.7.	Satın alma departmanının diğer departmanlar ile ilişkisi	65
2.1.7.1.	Genel müdürlük ile ilişkiler.....	65
2.1.7.2.	Üretim planlama departmanı ile ilişkiler.....	65
2.1.7.3.	Kalite departmanı ile ilişkiler.....	65
2.1.7.4.	Muhasebe departmanı ile ilişkiler.....	66
2.1.7.5.	Finans departmanı ile ilişkiler	66
2.1.7.6.	Satış ve pazarlama departmanı ile ilişkiler	67
2.1.7.7.	Araştırma – geliştirme departmanı ile ilişkiler	67
2.1.7.8.	Lojistik departmanı ile ilişkiler.....	67
2.1.7.9.	Malzeme deposu departmanı ile ilişkiler	68
2.1.7.10.	Hukuk departmanı ile ilişkiler.....	68
2.1.8.	Satın alma sürecindeki darboğazlar ve sorunlar	69
2.1.9.	Satın alma departmanı performans göstergeleri.....	70
2.1.10.	Tedarikçi ilişkileri ve tedarikçi değerlendirme	71

2.1.11. Satın alma ve tedarik zinciri yönetimi	75
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	77
3. ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 5.0 DÖNEMİNDE SATINALMA DEPARTMANININ ROLÜ	77
3.1. Dijital Dönüşüm ve Satınalma Süreçleri	77
3.2. Endüstri 4.0 ve Satınalma 4.0.....	78
3.2.1. Endüstri 4.0 döneminde satınalma departmanının değişen rolü	78
3.2.2. Bilişsel satınalma yaklaşımı	81
3.2.3. Satınalma 4.0’da kullanılan teknolojiler	82
3.2.4. Satınalma süreçleri’nde dijitalleşme düzeyi araştırmaları	85
3.3. Endüstri 5.0 (Toplum 5.0) ve Satınalma 5.0	89
3.3.1. Endüstri 5.0 (toplum 5.0) döneminde satınalma departmanının değişen rolü.....	89
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKÇA.....	97

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a Evrim.....	3
Tablo 1.2. Endüstri 4.0'ın Hedefleri	17
Tablo 1.3. Endüstri 4.0'ın İşletmelere Faydaları	19
Tablo 1.4. Toplum 4.0'dan 5.0'a Değişiklikler	37



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Sanayi Devrimi'nin 19. yüzyılda Avrupa'ya yayılmasını gösteren bir harita	6
Şekil 1.2. Toplamların Evrimi	15
Şekil 1.3. Endüstri 4.0 Yapısı	18
Şekil 1.4. Siber-fiziksel üretim sistemleri (Cyber-physical production systems-CPPS)	22
Şekil 1.5. Bulut Bilişim, Büyük Veri ve Endüstri 4.0	23
Şekil 1.6. İnsandan Makineye Kayan Alanlar	25
Şekil 1.7. Dijital İkiz ve Gerçek Dünya Veri Alışverişi	33
Şekil 1.8. Endüstri 4.0 Teknolojileri.....	34
Şekil 1.9. Toplum 5.0 – Endüstri 4.0 Gelişim İlişkisi	35
Şekil 1.10. Endüstri 5.0'ı Oluşturan Üç Temel Konu Başlığı	36
Şekil 1.11. Toplum 5.0'ın Doğası	39
Şekil 1.12. Beş Duvar'ın Atılımı	41
Şekil 1.13. BM 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.....	45
Şekil 1.14. Toplum 5.0 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri	47
Şekil 2.1. Satın Alma Parametreleri	57
Şekil 2.2. Satınalma Yönetiminde İş Akışları	61
Şekil 2.3. Tedarik Zinciri Prosesi Örneği	75
Şekil 2.4. İş değeri zinciri ve ilgili öğeler	76
Şekil 3.1. Endüstri 4.0'dan Satınalma 4.0'a.....	78
Şekil 3.2. Lavergne Satınalma Matrisi / Satınalmacı 4.0	80
Şekil 3.3. Satınalma birimlerinin stratejik önceliklerinin sıralaması	86
Şekil 3.4. Satın Almada Dijital Etkinleştiriciler	87
Şekil 3.5. Dijitalleşme Motivasyonları.....	88
Şekil 3.6. Dijital Tedarik Zinciri Değerlendirmesi	88
Şekil 3.7. Dijital Tedarik Zinciri Uygulamalarının Önündeki Engeller	89
Şekil 3.8. Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim (ESG) Öncelikleri.....	92
Şekil 3.9. Tedarikçilerin karbon ayak izini ölçmek için bir çözümün uygulanması.....	93

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 1.1. Watt & Boulton Buhar Motoru, 1877.....	5
Görsel 1.2. Dr. Edmund Cartwright, “mekanik dokuma tezgâhı” 1785	5
Görsel 1.3. Bessemer Konverteri, Sheffield.....	7
Görsel 1.4. Ford Highland Park Fabrikası’nda Montaj Hattı, 1913	8
Görsel 1.5. General Motors firması tarafından üretilen ilk PLC 1968.....	10
Görsel 1.6. İlk elektronik bilgisayar ENIAC (Elektronik sayısal entegreli hesaplayıcı), 1947	10
Görsel 1.7. IoT Teknolojileri Uygulama Örnekleri.....	21
Görsel 1.8. GPS ile çalışan AR yazılım örneği, Google Glass	26



KISALTMALAR DİZİNİ

3D	: Three Dimensional (Üç Boyutlu)
AI	: Artificial Intelligence (Yapay Zeka)
AR	: Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)
AQL	: Acceptable Quality Limit (Kabul Edilebilir Kalite Limiti)
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
CEBIT	: Centrum für Büroautomation, Informationstechnologie und Telekommunikation (Ofis Otomasyonu, Bilgi Teknolojisi ve Telekomünikasyon Merkezi)
CPS	: Cyber-Physical Systems (Siber-Fiziksel Sistemler)
CSR	: Corporate Social Responsibility (Kurumsal Sosyal Sorumluluk)
DÖF	: Düzeltici ve Önleyici Faaliyet
ENIAC	: Electronic Numerical Integrator And Computer (Elektronik Sayısal Entegreli Hesaplayıcı)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
FSC	: Forest Stewardship Council (Orman Yönetim Konseyi)
ESG	: Environmental, Social, and Governance (Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim)
GHG	: Greenhouse Gas (Sera Gazı Emisyonu)
GSM	: Global System for Mobile Communications (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem)
IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
JIT	: Just-In-Time (Tam Zamanında Üretim)
JST	: Japan Science and Technology Agency (Japonya Bilim ve Teknoloji Ajansı)
Keidanren	: Japan Business Federation (Japonya İş Federasyonu)
ML	: Machine Learning (Makine öğrenmesi)

NASA	: National Aeronautics and Space Administration (ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
NLP	: Natural Language Processing (Doğal Dil İşleme)
PLC	: Programmable Logic Controller (Programlanabilir Lojik Kontrolörler)
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
RISTEX	: Research Institute of Science and Technology for Society (Toplum için Bilim ve Teknoloji Araştırma Enstitüsü)
RPA	: Robotic Process Automation (Robotik Süreç Otomasyon)
RFP	: Request for Proposal (Teklif Talebi)
SDG	: Sustainable Development Goals (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri)
SWOT	: Strengths (Güçlü Yönler), Weaknesses (Zayıf Yönler), Opportunities (Fırsatlar), Threats (Tehditler)
WEF	: World Economic Forum (Dünya Ekonomik Forumu)
Wi-Fi	: Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı Alanı)
VR	: Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi ve dijital dönüşümün etkisi ile işletmeler geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek iş yapma şekillerini ve operasyonlarını önemli ölçüde dönüştürmektedirler. Endüstri 4.0, dijitalleşme ve otomasyonun yaygınlaşmasıyla birlikte işletmeler için yeni bir dönemi temsil ederken, Endüstri 5.0'in gelişimi, bu değişimde insan merkezli yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Bu dönüşüm, işletmelerin tüm departmanlarını etkilemektedir ve bu dönüşümün merkezinde yer alan birimlerden biri de satın alma departmanıdır. Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojik yenilikler ile birlikte, satınalma departmanı artık sadece maliyet merkezi olmak yerine stratejik bir departman olarak kar merkezi haline geçmesi beklenmektedir. Ancak, Endüstri 5.0 ile birlikte, satınalma profesyonellerinin rollerinde daha da derinlemesine değişiklikler yaşanması beklenmektedir. Bu çalışma, Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinde satınalma departmanının değişen rolünü teorik bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde endüstrinin dönüşümü, tarihsel gelişimi ve etkileri ile birlikte detaylandırılmıştır. Sonrasında Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0'a ait temel kavramlar, yenilikler ve farklılıklar incelenmektedir. Aynı zamanda Endüstri 4.0 ve Endüstri 5.0 dönemlerinde kullanılan teknolojiler ve sağladıkları katkılara yer verilmektedir.

İkinci bölümde satın alma departmanı ve önemi başlığı altında satın alma fonksiyonu kavramı, tarihsel gelişimi ve özelliklerine yer verilmektedir. Yine bu bölümde satın alma departmanının diğer departmanlar ile ilişkisi ve süreçte yaşanan sorunlara yer verilmektedir. Bölümün sonunda tedarikçi ilişkileri yönetimine ve tedarik zinciri yönetiminde satın alma fonksiyonunun önemine yer verilmektedir.

Üçüncü bölümde satın alma süreçlerinde yaşanan dijital dönüşüme ve Endüstri 4.0 ile Endüstri 5.0 döneminde satınalma departmanının yeniden tanımlanan rollerine yer verilmektedir. Ayrıca bu bölümde satın alma süreçlerinde kullanılan teknolojiler ile birlikte yaşanan dijitalleşmenin düzeyini ve kullanılma seviyesini anlamak için yapılan araştırmalara yer verilmektedir.

Sonrasında satınalma departmanının teknolojik ve insan odaklı yaklaşım ile gelecekteki süreçlerinin nasıl şekillenebileceğine dair yapılan bu çalışmaya ait sonuçlara, değerlendirmelere ve önerilere yer verilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 5.0 (TOPLUM 5.0): TEMEL KAVRAMLAR VE FARKLILIKLAR

1.1. Endüstri'nin Tarihsel Gelişimi

Köklü ve nitelikli değişiklikler veya dönüşümler anlamı taşıyan devrimin tanımına uygun olarak endüstriyel devrimin gelişimi, ekonomik, toplumsal ve teknolojik alanlarda büyük ve köklü değişimlerin yaşandığı dönemleri ifade eder.

Ekonomi tarihi, toplumların dönüşümünde önemli bir rol oynayan, yapılarını radikal bir şekilde değiştiren ve ekonomik büyümeyi mümkün kılan iki döneme atıfta bulunur. İlk dönem tarım devrimi, ikinci dönem ise sanayi devrimidir (Özsoylu, 2017).

Neolitik Devrim olarak da adlandırılan tarımsal devrim, M.Ö 10.000 avcılık, balıkçılık, meyve ve yabani bitkileri toplayarak geçimlerini sağlayan avcı-toplayıcı toplumların tarıma ve yerleşik hayata geçişini ifade eder. Yerleşik hayata geçişle birlikte toprağın işlenmesi ve hayvan gücünden yararlanılması için alet ve makinaların yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Böylelikle üretimde meydana gelen artışlar ürün fazlasını da beraberinde getirmişti. Köleler ya da serfler toprağı işlemiş, ürünler mülkiyet sahiplerinin eline geçmişti (Orhan, 2022).

Tarım toplumu, el işçiliğı ve zanaatkarlık temelli üretim sistemleri 18. yüzyıl'da su ve buhar gücünün üretime girişı ile yerini makineleşme ve fabrikalaşmaya bırakmıştır. Endüstriyel gelişim sürecinde yer alan faktörleri incelediğimizde dokuma tezgahları, buhar gücü, makineleşme, demiryolu gibi teknolojik ilerlemelerin yanında artan nüfus, işgücü arzının artması, sermaye birikimi gibi ekonomik faktörler ve İngiltere'de feodalizmin zayıflaması gibi toplumsal ve siyasal faktörlerin bir araya geldiğini görebiliriz. Endüstriyel gelişim sürecinin, büyük ölçekli fabrikaların kurulması, kentleşme sürecinin hızlanması, iş bölümü ve uzmanlaşma gibi sonuçları beraberinde getirdiğini görebiliriz.

Sonuç olarak, endüstriyel gelişim insanlığın tarihinde önemli bir dönemeç oluşturur. Bu değişimler ekonomik olduğu kadar toplumsal ve kültürel yaşamı da etkileyerek modern dünyanın temellerini atmıştır. Bu süreçte insan ve hayvan gücü yerini buhar gücüne, ardından elektrik ve petrol gücüne bırakmıştır. Bunları dijitalleşme ve otomasyonla birlikte insan-merkezli yaklaşımlar takip etmiştir.

Tablo 1.1. *Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a Evrim* (Aslam vd., 2020'den aktaran Sadic, 2022)

Dönem	Zaman Dilimi	Ana Tema	Açıklama
Endüstri 1.0	1780	Mekanikleşme	Su ve buharla çalışan makinelerle dayalı endüstriyel üretim.
Endüstri 2.0	1870	Elektrikleşme	Montaj hatları kullanılarak seri üretim
Endüstri 3.0	1970	Otomasyon	Elektronik ve bilgisayar kullanarak otomasyon
Endüstri 4.0	2011	Dijitalleşme	Bağlantılı aygıtlar, veri analitiği ve yapay zeka teknolojilerin ortaya çıkmasıyla süreçlerin daha da otomatize edilmesi
Endüstri 5.0	2017	Kişiselleşme	İnsan ve makine arasındaki işbirliğine odaklanarak, insan zekasının bilişsel hesaplama ile uyum içinde çalışması sonrası insan/kullanıcı odaklı ürün ve hizmetlerin üretilmesi

Tarihsel bakış açılarıyla sanayi devrimlerini inceleyelim:

1.1.1. Endüstri devrimi 1.0

Tarım ve el sanatları ekonomisinden, endüstriyel bir topluma geçişi ifade eden Sanayi Devrimi, 18. yüzyılda İngiltere'de başladı ve oradan dünyada diğer bölgelere yayıldı.

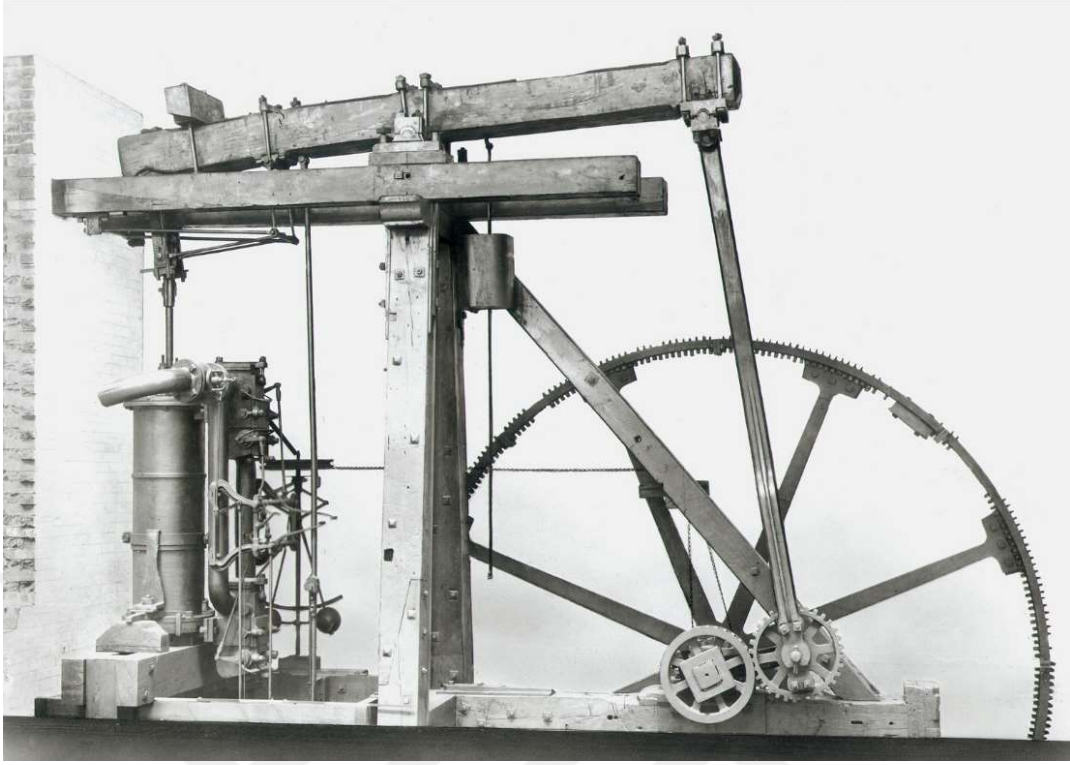
Sanayi Devrimi terimi ilk kez İngiliz ekonomi tarihçisi Arnold Toynbee (1852-83) tarafından Britanya'nın 1760'tan 1840'a kadar olan ekonomik gelişimini tanımlamak için kullanılmıştır (http-1). Sanayi Devrimi, teknolojik yaratıcılığın harekete geçirdiği, hızla değişen üretim teknolojisi çağıydı. (Mokyr, 1998). Bir metaforla da Sanayi Devrimi " Britanya'yı kasıp kavuran bir alet dalgası." olarak tanımlanır (Ashton, 1964).

Sanayi ve makine imalatı ile gerçekleşen teknolojik değişiklikler yeni çalışma ve yaşama biçimlerini ortaya çıkardı ve toplumu temelden dönüştürdü. Mekanizasyon olarak da tanımlanan birinci sanayi devrimi James Watt'ın buhar makinesini icadı ve Edmund Cartwright'ın ilk dokuma tezgahını kurması ile gerçekleşmiştir. Böylece insan gücü yerine makineler kullanılmaya başlanmış mekanik üretim tesislerine geçiş yapılarak üretim artışı sağlanmıştır.

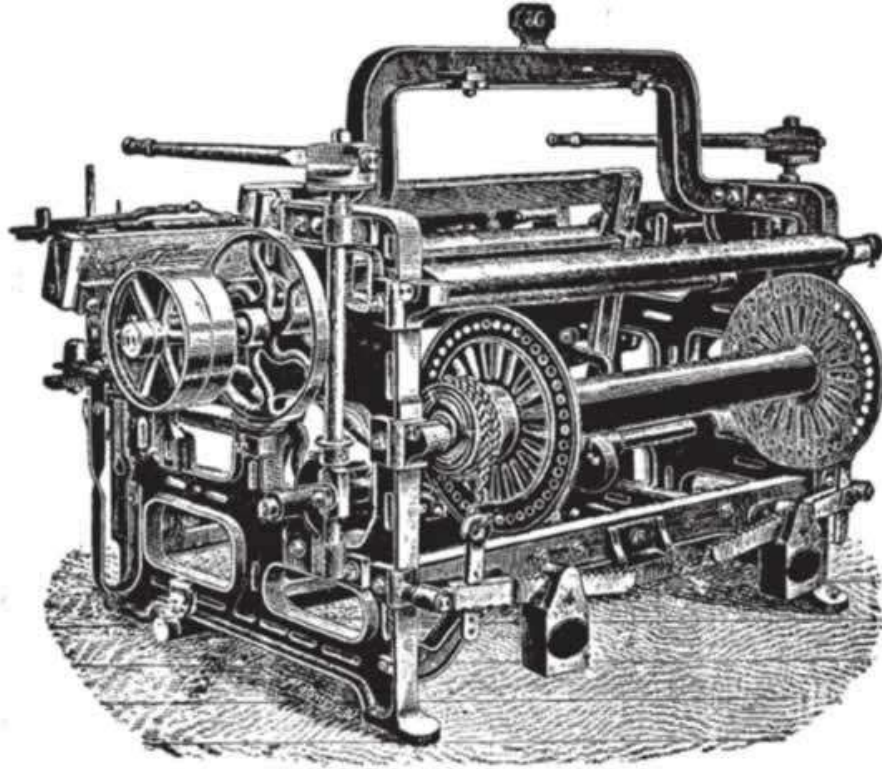
Endüstri Devrimi 1.0, insanlık tarihindeki önemli dönüm noktalarından biridir. Beraberinde ekonomik, sosyal ve kültürel yapılarda bazı temel değişiklikleri de getirdi. Bu değişiklikler içinde makine gücü ile artan üretim verimliliği, sanayileşme ile kırsaldan kente yaşanan göç, demiryolu, buharlı gemiler ve telegraf gibi ulaşım ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeleri, toplumsal sınıfların oluşması ile sendikal hareketlerin doğmasını görebiliriz.

Endüstri 1.0 devrimi ile birlikte birçok önemli yenilik ve teknolojik gelişme yaşandı (<http-2>):

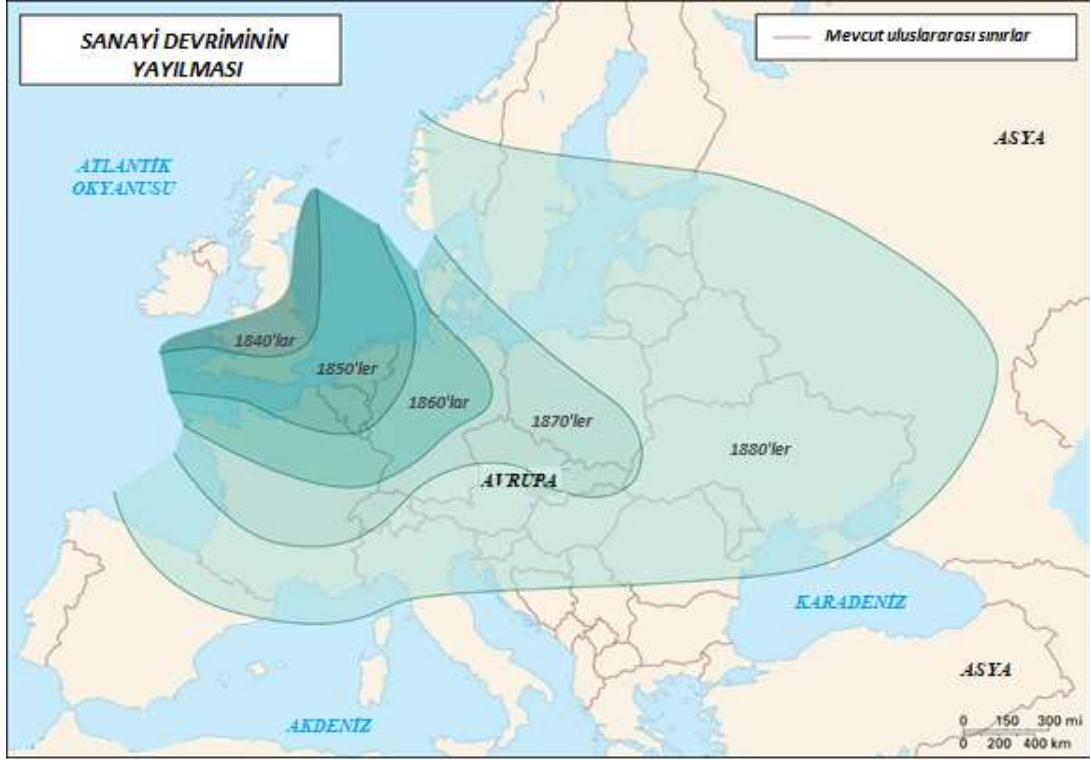
- 1763 - Buharlı makine buluşu ve icadı. Sanayi devriminin en önemli gelişmesi budur aslında. 1763 yılında James Watt, İskoçya'da buhar gücüyle çalışan bir makine icat etti. Tabiki bu da bir devrimin başlangıcıydı. Makine çağı başlıyor.
- 1807 – Robert Fulton, bir Amerikalı. Buhar gücünü gemilerde kullanmayı başardı.
- 1812 – Buhar gücü lokomotiflerde kullanılmaya başlandı.
- 1840 – Düzenli olarak okyanus ötesi buharlı gemi seferleri başladı.
- 1844 – Samuel Morse, Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk ticaret amaçlı telgraf servisini hizmete soktu.
- 1876'da Alexander Graham Bell telefonu buldu.
- Tarım da gelişiyor. Almanlar pancardan şeker çıkarma tekniğini buldu. Bir başka Alman kimyager suni gübreyi yaptı. 1834'te bir Amerikalı mühendis bir biçerdöver icat etmişti. 1870'lerden sonra konserve yiyecek imalatı hızlı bir biçimde arttı.
- 1830–1860 arasında İngiltere'de daha etkili maden tasfiye yöntemleri geliştirildi. Böylece kömür üretimi hızla arttı.



Görsel 1.1. *Watt & Boulton Buhar Motoru, 1877 (London, S. M., 2023)*



Görsel 1.2. *Dr. Edmund Cartwright, “mekanik dokuma tezgâhı” 1785 (<http-3>)*



Şekil 1.1. Sanayi Devrimi'nin 19. yüzyılda Avrupa'ya yayılmasını gösteren bir harita (<http-1>)

1.1.2. Endüstri devrimi 2.0

İkinci sanayi devrimi, Almanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkmıştır (Öcal ve Altıntaş, 2018).

19. yy sonları ve 20. yy'ın başlarında, teknoloji devrimi olarak da nitelendirilen bu devrim İngiliz Mucit Bessemer tarafından ucuz çelik üretim yöntemi ile başlamıştır. İkinci sanayi devrimi, elektrik enerjisinin üretimde kullanılması ve seri üretime geçiş ile gerçekleşmiştir (Marangoz ve Özkoç, 2022). H. Bessemer'in ucuz çelik üretim yönteminin kullanılışı, çelik üretiminde artışı sağlamış ve böylece tren rayları, petrol, elektrik ve kimyasal birçok ürünün Avrupa, ABD ve Japonya'da üretilmesi ve ihraç edilmesine imkan sağlamıştır (Bağcı, 2022). Elektrik motorları, içten yanmalı motor, elektrik ampulleri, telefon, telsiz ve telgraf gibi icatlar ile birlikte teknik gelişmeler 19. yüzyılın ikinci yarısında hız kazanarak dünya ekonomisinde dönüşüme yol açmıştır (Günay, 2002).



Görsel 1.3. *Bessemer Konverteri, Sheffield (LHOON, 2023)*

Kesintisiz ve seri üretime başlanılan bu dönemin kitle üretimi olarak da adlandırıldığını görebiliriz. İkinci sanayi devriminde elektrik enerjisinin kullanımı üretimde seri üretime imkan sağlamış ve süreçleri hızlandırmıştır. Seri üretim ve montaj hattı gibi yenilikçi yöntemleri benimseyen Henry Ford'un Ford Motor Company şirketi bunun önemli örneklerindendir. Bu etki ile Ford dönemi olarak da geçmektedir. (Marangoz ve Özkoç, 2022).

Kimya, otomotiv, elektronik gibi yeni endüstriyel sektörlerin yükselişi, Endüstri Devrimi 2.0'un önemli bir özelliğidir. Bununla birlikte daha uzun mesafelere mal taşıma ve iletişim gelişmeleri ile dünya genelinde üretim ve tüketim ağlarının oluşturulmasına olanak sağladı. Bu özellikleri Endüstri Devrimi özetle elektrifikasyon, seri üretim, otomasyon ve küreselleşme gibi önemli faktörlerle tanımlanır. Böylece Endüstri 2.0, modern endüstriyel çağın temellerini atmış ve sanayi toplumlarının oluşumunda kritik bir dönem olmuştur.



Görsel 1.4. Ford Highland Park Fabrikası'nda Montaj Hattı, 1913 (<http-4>)

1.1.3. Endüstri devrimi 3.0

Üçüncü sanayi devriminde, gelişen elektronik ve iletişim teknolojileri ile üretimin otomasyonu sağlandı. Bu nedenle 1960'lı yıllara dayanan Endüstri Devrimi 3.0 otomasyon dönemi olarak da geçmektedir.

Üçüncü sanayi devrimi 1960'lı yıllarda başlamıştır. Yarı iletkenlerin, ana bilgisayarların (1960'lı yıllar), kişisel bilgisayarların (1970 ve 80'li yıllar) ve internetin (1990'lı yıllar) katalizörlüğünde geliştiğinden dolayı genellikle bilgisayar devrimi ya da dijital devrim olarak adlandırılmıştır (Schwab, 2016).

Programlanabilir makinelerin 1968'de geliştirilmesi ile 3. Sanayi Devrimi'nin yolu açılmış oldu. Post-Fordizm bu dönemde Fordizm'in yerini aldı ve programlanabilir makinelerin endüstriyel robotlara dönüşümü gerçekleşti. Tüketici tercihlerindeki değişikliğe yenilikçi üretim yöntemleri ile esnek bir şekilde yanıt verebilen firma ve

lkeler bu dönemde başarılı olarak öne çıkmıştır. Bu durum küresel ekonomide de önemli bir etki oluşturmuştur (Alçın, 2016).

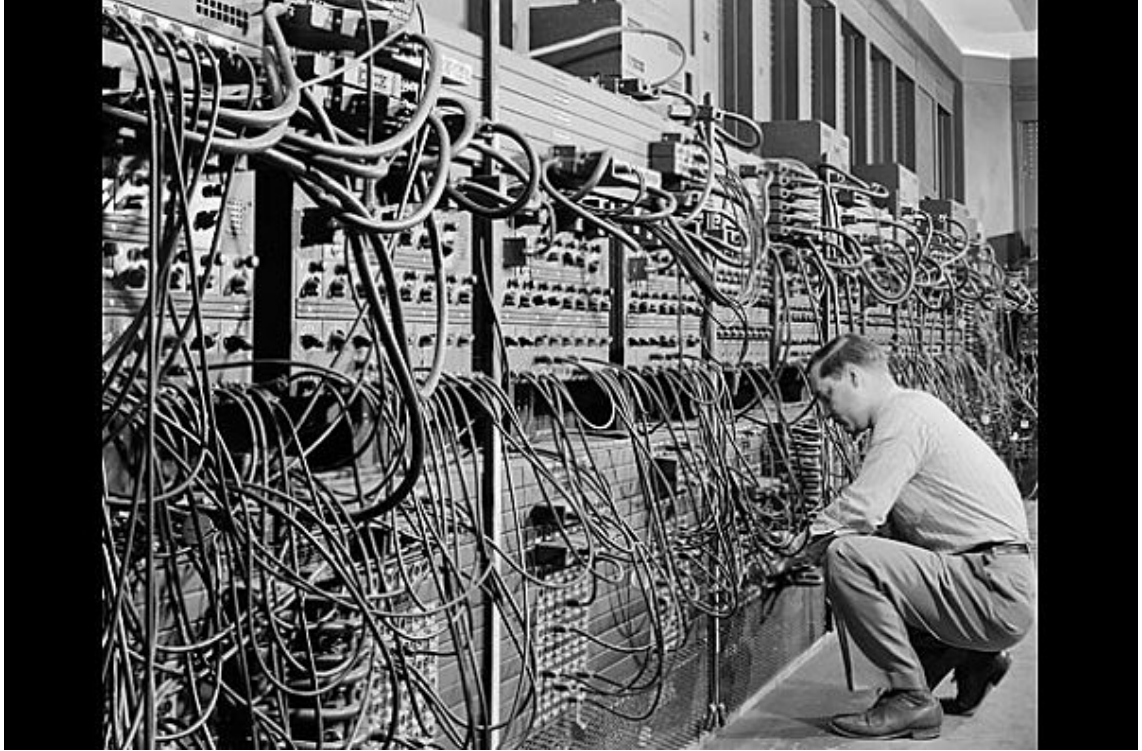
Temel olarak, bilgisayarlar, internet ve dijital iletişim teknolojilerinin hızlı gelişimi ve benimsenmesini ifade eder. Bir mikrobilgisayar sistemi olan PLC (Programmable Logic Controller), nc endüstriyel devrimde önemli bir bileşenidir. Bilgisayarların güçlenmesi ve internetin yaygınlaşmasıyla büyük dönüşümlere yol açtığı için enformatik devrim de denilebilir (Günday, 2021). Bilişim teknolojisi dönemi olan Endüstri 3.0'ın unsurları arasında sentetik mallar, bilgisayar teknolojisi, fiber optikler, telekominikasyon, biyogenetikler, lazer teknolojisi, biyotarım önemli yer tutar (Davutoğlu, 2020).

Bilgi ve bilgi teknolojileri, Endüstri 3.0 döneminde üretim süreçlerinin ve ekonomik faaliyetlerin merkezine yerleşerek ne çıkmış, buradaki gelişmeler ile birlikte tüketim, kitleselleşerek daha geniş kitlelere ulaşmıştır. Küreselleşme ile birlikte çokuluslu şirketler gündeme gelmiş ve etikisi artmıştır (şenol ve Kemeç, 2018). Bu dönemde bilişim teknolojileri sayesinde küresel ağlar artmış ve uzak mesafelerdeki işbirlikleri kolay hale gelmiştir. Doğu Bloğunun yıkılması (1989) ve Soğuk Savaş'ın sona ermesi (1991) ile birlikte küreselleşme hız kazanmış, tek bir pazar haline gelen dünyada küresel tedarik zincirleri oluşarak esnek üretim modelleri çıkmış, pazarlama ve satış stratejileri yaklaşımları değişmiş, tüketici odaklılık ne çıkmıştır. İşletmeler, bilişim teknolojileri ve internet aracılığı ile süreçlerini optimize etmiş ve maliyetlerini dşrebilmiş, ucuz ve kaliteli ürünler sunabilmiştir (zsoylu, 2017).

Özetle Endüstri 3.0 dönemi için endüstrinin bilgisayarlaştırılmasını, otomasyon sistemlerinin ve endüstriyel robotların kullanımını ve bunlar ile iş süreçlerinin daha verimli hale geldiğini söyleyebiliriz. İş süreçlerinde dijital dönüşümü temsil eden temsil eden Endüstri 3.0 ile internetin ve dijital teknolojilerin yaygınlaştığını ve sonucunda elektronik ticaretin (e-ticaret) ortaya çıktığını, 2000 yılının başlarından itibaren bulut bilişim teknolojilerinin yaygınlaştığını, mobil teknolojinin kullanımının arttığını görebiliriz. Bu yaşanılan teknolojik ve ticari gelişmeler, işletmelerde üretim, pazarlama, yönetim vb süreçleri değiştirmiş ve günümüz dijital ekonomisinin de temellerini atmıştır.



Görsel 1.5. General Motors firması tarafından üretilen ilk PLC 1968 (<http-5>)



Görsel 1.6. İlk elektronik bilgisayar ENIAC (Elektronik sayısal entegreli hesaplayıcı), 1947 (<http-6>)

1.1.4. Endüstri devrimi 4.0

Endüstri 3.0'ten Endüstri 4.0'a doğru giden sürece baktığımızda, sanayileşmiş ülkelerde imalat sektörünün payının azalarak gelişmekte olan ülkelere taşındığı bir değişim süreci görülmektedir. "Sanayisizleşme" tartışmalarının yaşandığı bu dönemde özellikle finans sektörü gibi hizmet alanlarının önemi artmıştır. Almanya ise imalat sektöründe farklı stratejiler izleyerek bir istisna oluşturmuş ve üretimde öne çıkmıştır. Özellikle Çin gibi rekabetçi ülkelere kaybettiği rekabet gücünü yeniden kazanmak için çeşitli önlemler almıştır. (Özsoylu, 2017).

Avrupa ülkeleri sanayileri yaşlanan nüfus ve gelişmekte olan ülkeler ile rekabet gibi sorunlarla karşı karşıyaydı. Bu sorunlar, işgücünün azaltılması, ürün geliştirme süresinin kısaltılması, kaynakların verimli kullanılması vb. için endüstriyel teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Bu teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, 4. sanayi devriminin başlangıcını simgeleyen yeni bir kavram olan Endüstri 4.0, 2011 yılında Hannover Fuarı'nda Almanlar tarafından tanıtıldı. (Qin, Liu ve Grosvenor, 2016).

Uzmanların burada kendilerine sordukları soru esasında çok basitti: "Hemen hemen tüm bilgisayarların birbirine bağlı olduğu günümüzde, üretim sırasında ve sonrasında özellikle fabrikalar gibi büyük üretim tesislerindeki makineler ile diğer üretim araç ve gereçlerinin hem birbirleriyle hem de ürettikleri ürünler ile bağlantıda olması neden mümkün olmasın? (Börteçin, 2014).

Endüstri 4.0 Platformu resmi web sayfası, Endüstri 4.0'ı bilgi ve iletişim teknolojileri entegrasyonu ile endüstrideki makine ve süreçlerin akıllı bir şekilde birbirleriyle iletişim kurduğu bir dönem olarak tanımlar (<http://7>). Endüstri 4.0, "Akıllı fabrikalar" ile sanal ve fiziksel imalat sistemlerinin işbirliğini sağlayarak müşteriye özel ürünlere ve yeni operasyon modellerine imkan vermektedir. Akıllı makine ve sistemlerin yanında genetik, nanoteknoloji, yenilenebilir enerji, bilgi işlem teknolojileri gibi alanlarda eş zamanlı ilerleme sağlayacaktır. Fiziksel, dijital ve biyolojik alanlarda bulunan teknolojilerin birbirine entegre olması ve karşılıklı etkileşimleri önceki sanayi devrimlerinden farklı kılan etmenlerdir (Schwab, 2016).

WEF (World Economic Forum) Kurucusu ve Başkanı Klaus Schwab, bu devrimi üçüncü sanayi devriminin bir parçası olarak görmeyip dördüncü sanayi devrimini açıklarken üç temel nedene odaklanır (Schwab, 2016):

- **Hız:** Schwab, bu devrimin önceki sanayi devrimlerinden farklı olarak doğrusal değil, üstel bir hızla geliştiğini belirtir. Teknolojik yenilikler etkileşim içinde olarak birbirini besler ve sürekli daha yetenekli teknolojilerin ortaya çıkmasına yol açar.
- **Genişlik ve Derinlik:** Bu devrim dijital devrimin üzerine inşa edilir ve birçok farklı teknolojiyi içerir. Bu devrimin, iş dünyası, toplum ve bireyler üzerinde benzeri görülmemiş paradigma değişimlerine neden olduğunu ve bununla birlikte “biz kimiz” sorusunun da değişmekte olduğunu belirtmektedir.
- **Sistem etkisi:** Endüstri 4.0'ın bütünsel bir değişimi temsil ettiği ve bu değişimin tüm paydaşları olan ülkeleri, şirketleri ve sektörleri kapsadığı ifade edilir.

Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan unsurlardan biri de bilişim alt yapısıdır. Bilişim alt yapısı ile akıllı üretim gerçekleşmesi mümkün olacaktır. Aynı zamanda Endüstri 4.0'ın güvenli ve sürdürülebilir olarak ilerlemesi için de süreç hukuki altyapı ile desteklenecektir. Endüstri 4.0 yeni iş modellerini ortaya çıkarmaya devam edecektir. Endüstri 4.0'ın gelişmesi ve başarılı şekilde uygulanması için bu yapıların bir araya gelmesi gereklidir (Özsoylu, 2017).

Endüstri 4.0'ın hedeflerinden biri, akıllı siber-fiziksel sistemlerle inşa edilmiş akıllı fabrikaların vizyonunu gerçekleştirmektir. Endüstri 4.0, akıllı sistemler tarafından yönlendirilen üretim ekosistemlerini mümkün kılacak ve bu sistemler, kendi kendini yapılandırma, izleme ve iyileştirme gibi özelliklere sahip olacaktır. Akıllı sistemlerin kullanımıyla birlikte, daha önce görülmemiş düzeyde operasyonel üretkenlik ve verimlilikte hızlandırılmış büyüme sağlayacaktır (Thames ve Schaefer, 2016). Endüstri 4.0, akıllı üretim ile otonom hareket edebilen makineler ve üretim sistemleri üzerine odaklanır. Bu odaklanma insan gücünü minimize eder ve verimli üretim süreçleri sağlar. Bu sayede de maliyetlerin düşeceğini ve üretim miktarının artacağını öngörülür. Endüstri 4.0 ile işgücüne olan gereksinim azalacağı ve verimli bir üretim olacağı için gelişmekte olan ülkeler açısından ucuz işgücü maliyetleri ile elde edilen rekabet avantajı azalabilir (Özsoylu, 2017).

Endüstri 4.0'da yaşanan dijital dönüşüm yapay zeka, nesnelerin interneti, otonom robotlar, siber fiziksel sistemler büyük veri, akıllı sensörler gibi teknolojilerin etkisi ile yaşanmaktadır. Bu teknolojiler etkisi bir çok sektörde kendisini göstermektedir. Sanayi, tarım, sağlık, bankacılık ve finans, ulaşım, kamu hizmetleri gibi geniş yelpazede insan hayatını dönüştürmektedir (Günday, 2021).

1.1.5. Endüstri devrimi 5.0 (Toplum 5.0)

Endüstri 5.0, karşımıza Toplum 5.0 olarak da çıkmaktadır. Bu çalışmada da Toplum 5.0 olarak adlandırılacaktır.

İkinci Dünya Savaşı sonrası Japonya, Tam Zamanında Üretim (JIT), Kaizen (Sürekli İyileştirme), ve Toplam Kalite Yönetimi gibi yaklaşımlar ile iş gücünün tam katılımını sağlamış, kaizen felsefesini şirketlerinde başarılı şekilde uygulayarak sanayi ve ekonomisini güçlendirmiştir (Arı, 2021).

Almanya'nın liderliğinde ortaya çıkan Endüstri 4.0'ın avantajları ve dezavantajları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında tartışılırken, yüksek düzeyde robotik ve dijital teknolojilerin kullanıldığı bir ülke olmasına rağmen Japonya, Endüstri 4.0 ile anılmamıştır. Japonya, ülkesindeki ve dünya genelindeki gelişim sürecine daha farklı bir bakış açısıyla yaklaşmış, teknolojinin toplum refahını artırmak için bir araç oluşu yaklaşımı ile Toplum 5.0'ı bir felsefe olarak görmüştür (Develi, 2017).

Japonya Hükümeti, 2015 yılı Aralık ayında 5. Bilim ve Teknoloji Temel Planı raporunda, gelecekteki endüstriyel ve toplumsal dönüşüm için atılacak adımları ve yeni değerlerin oluşturulması için harekete geçmenin önemini belirtmiştir. Rapor'da ekonomik, sosyal ve endüstriyel yapıların hızla değiştiği ve bu değişimlerin oyunun kurallarını sürekli olarak değiştirdiği devrimci bir çağda bulunduğumuz ifade edilmiştir. Bu eğilimin itici gücü olarak da bilgi ve iletişim teknolojisinin gelişimine eşlik eden ağ bağlantısının ve siber uzayın hızlı gelişimi gösterilmektedir.

Japonya'nın yalnızca oyunun kurallarını değiştiren yeni bilgi ve fikirler yaratarak çağın ilerisine geçebileceği ve bu hedef için cesurca yenilikler üreten girişimlerin teşvik edileceği bildirilmiştir. Böylece Japonya Hükümeti, ağ bağlantısı ve siber uzay kullanımlarında yaşanan hızlı gelişimler doğrultusunda gelecekteki toplum için ideal bir yapısal düzen, sürekli olarak yeni değer ve hizmetlerin sağlanması ile insanların yaşamını zenginleştirecek ve refahını artıracak "süper akıllı toplum" önermektedir (Government of Japan, 2015).

Japonya Başbakanı Shinzo Abe'nin 2017 yılında CEBIT fuarında tanıttığı Toplum 5.0, "süper akıllı toplum" olarak da adlandırılmıştır. Tanıtımda teknolojinin insanlık için bir tehdit unsuru değil, aksine bir yardımcı olduğunu vurgulayan Shinzo Abe'ye göre Toplum 5.0, bilim ve teknolojinin liderliğinde endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin sağladığı fırsatlara dönüşen bir toplum anlayışını ifade etmektedir (Akın, Akyol ve Dalkılıç, 2021).

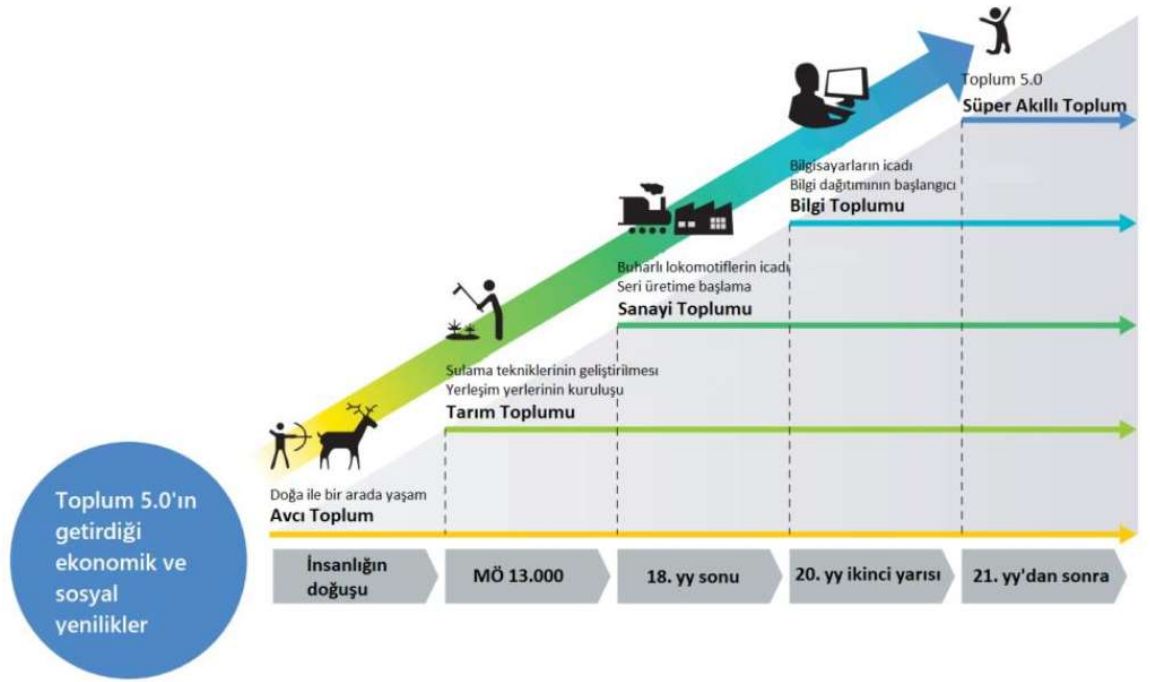
Toplum 5.0 nedir sorusuna Japon hükümetince “siber ile fiziksel uzayı yüksek oranda entegre eden bir sistem aracılığıyla ekonomik ilerlemeyi sosyal sorunların çözümüyle dengeleyen insan merkezli bir toplum” olarak yanıt verilmektedir. Yine sonrasında Toplum 5.0, tehditlere karşı sürdürülebilir, dayanıklı, insanların emniyetini, güvenliğini ve refahını sağlayan bir toplum olarak tanımlanmaktadır (http-8).

Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Konseyi İcra Kurulu Üyesi Yuko Harayama süper akıllı bir toplum için dijitalleşmenin önemli bir rol oynamakla beraber sadece bir araç olarak görüldüğünü, merkezi aktör olarak insan odak olduğunu belirtmektedir. Önceleri teknolojiye dayalı inovasyon sosyal kalkınmanın yolu olarak görülürken, gelecekte düşünce tarzının, mutluluğu ve değer duygusunu sağlayan bir toplumu oluşturmaya odaklı olarak değişeceğini belirtmektedir. Yuko Harayama, Toplum 5.0'ı şu şekilde tanımlamaktadır:

Peki Toplum 5.0 nedir? Tarihe uzun bir bakışla, Toplum 1.0'ı doğayla uyum içinde bir arada yaşayan avcı ve toplayıcı insan grupları olarak tanımlayabiliriz diye düşünüyorum. Toplum 2.0'ı tarımsal ekime dayalı gruplar oluşturma, örgütlenmeyi ve ulus inşasını artırma, Toplum 3.0'ı ise; Sanayi Devrimi yoluyla sanayileşmeyi, seri üretimi mümkün kılan ve Toplum 4.0 bilgi ağları olarak soyut varlıkları birbirine bağlayarak artan katma değer elde eden bir bilgi toplumu olarak teşvik eden bir toplumdur. Toplum 5.0, insan merkezli ve refahlı bir toplumun hedefi olan Toplum 4.0 üzerine kurulmuş bir bilgi toplumdur (Harayama, 2017).

Keidanren (Japonya İş Federasyonu) Toplum 5.0 bir “Hayal Toplumu” olarak tanımlarken, insanların dünyayı değiştirmek için hayal gücüne, fikirlerini hayata geçirmek için de yaratıcılığa ihtiyaç duyacaklarını belirtmektedir. Farklı yaşam tarzlarının ve mutluluk arayışlarının olduğu bir toplum için dijital teknoloji ve verilerden yararlanılmalıdır. Toplum 5.0 yaklaşımı bu altyapıyı sağlayacaktır (Keidanren, 2018).

Toplum 5.0, toplum ve teknoloji arasında iş birliğini vurgulayan bir dönemdir. İnsansız hava araçları, yapay zeka, otonom robotlar gibi teknolojik ilerlemeler süper akıllı toplumun oluşumunda önemli rol oynamaktadır (http-9).



Şekil 1.2. Toplamların Evrimi (Keidanren, 2018'den aktaran Arı, 2021)

1.2. Endüstri 4.0 Temel Kavramları

1.2.1. Endüstri 4.0 özellikleri ve yenilikleri

Üretim süreçlerinde verimliliği artırmada dijitalleşme ve robotik teknolojilerin kullanıldığı Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkışında yüksek rekabet gücü, esnek üretim, özel üretim, yenilikçi iş modelleri, yeni çalışma şekli ve süresi başlıkları beş önemli neden olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenlerle maliyet iyileştirmeleri ile rekabetçi fiyatlar sunulması, üretim hatlarının hızlı bir şekilde değiştirilebilirliği ve farklı ürün üretiminin kolaylaşması, müşteri tercihleri doğrultusunda ürün tasarımı ve üretimi, uzaktan çalışma ve esnek çalışma saatleri gibi yeni çalışma modelleri Endüstri 4.0 sürecinin sağladığı yeniliklerdir (Önder, 2019).

Endüstri 4.0'ın gerçekleşmesinde dört temel unsur olarak yerinde kararlar, birlikte çalışabilme ve otomasyon, bilgi şeffaflığı ve sanallaştırma, teknik destek başlıkları kritik öneme sahiptir:

- **Kararların yerinde verilmesi:**

Siber-fiziksel sistemlerin karar verebilme yeteneği ile kararlar merkezden yerel düzeye dağıtılırken, insanlar ve araçların yapay zeka (AI) kullanarak özerk bir şekilde görevlerini yerine getirebilmesine imkan tanınır.

Derin öğrenme ve makine öğrenmesi teknolojileri, büyük veri miktarlarının işlenmesine imkan sağlayan yapılar ile birlikte öğrenme kavramının da yeniden ele alınmasını gerekli kılmıştır.

- **Birlikte çalışabilme ve otomasyon:**

Endüstri 4.0 ile birlikte fabrikalar makinelerin, cihazların, sensörlerin ve insanların entegre halde ve birlikte çalışabildiği yerler olmuştur. Üretim süreçlerinde insan müdahalesinin minimum seviyede olduğu, makineler ve robot sistemleri ile üretim süreçlerinin büyük kısmının gerçekleştirildiği "karanlık fabrikalar", nesnelerin interneti (IoT) ve insanların interneti üzerinden iletişim ile sağlanan otomasyonlaşmanın iyi bir örneğidir.

- **Bilgi şeffaflığı ve sanallaştırma:**

Fiziksel süreçlerin dijital ortamda modellenmesi mevcut bilgi sistemleri ile mümkündür. Çeşitli sensörler ve araçlar ile toplanan ham veriler analiz ile işlenerek insanlar ve makineler için değerli bilgiler sağlanır. Endüstri 4.0 temelinde bilginin etkili ve serbest bir şekilde dolaşımı ve paylaşımı yatar.

- **Teknik destek:**

Teknolojik sistemler insanlar için işleri kolaylaştırıcı rol oynarlar. Siber-fiziksel sistemler insanlara fiziksel yardımı mümkün kılarken, robotlar zorlu, yorucu, tehlikeli işlerin bir kısmını yapar. Teknik destek, bilgilerin toplanması ve işlenmesini içererek karar alınmasına ve sorunlara çözüm bulmasına yardımcı olur (Salgues, 2018'den aktaran Eren, 2020).

Üretim ve lojistik süreçlerini dinamik hale getirmeyi hedefleyen Endüstri 4.0, şirketlerin müşteri odaklı olma ve değer oluşturmadaki performans düzeylerini ve süreçlerini etkilemektedir. Bununla birlikte bilgi birikimi, yetenek, şirket kültürü, organizasyon yapısı ve stratejik hedefler gibi başlıkları da etkilemektedir. Buna istinaden Endüstri 4.0'ın hedefleri strateji, organizasyon ve süreçler olarak üç kategoriye ayrılabilir:

Tablo 1.2. Endüstri 4.0'ın Hedefleri (Hochmuth, Bartodziej ve Schwägler, 2017)

Strateji	• Dijitalleştirilmiş ürün aracılığı ile yeni iş modelleri ve hizmetler • Yeni müşteri taleplerine daha hızlı tepki verebilmek için daha kısa pazara çıkış süresi • Değişken müşteri talebine karşı daha yüksek dayanıklılık
Organizasyon	• İyileştirilmiş iş-yaşam dengesi yoluyla artan iş kalitesi • Rutin işlerin otomasyonu yoluyla çeşitlendirilmiş görevler • Yenilikçi insan-makine etkileşimi ile kullanıcı merkezli çalışma ortamı
Süreçler	• Daha verimli ve daha şeffaf üretim süreçleri sayesinde zamandan tasarruf sağlanması • Dinamik planlama, kontrol ve yürütme yoluyla daha yüksek esneklik sağlanması • Bireyselleştirilmiş ürünler için daha yüksek üretkenlik ve kaynak verimliliği sağlanması • Akıllı analizlerin uygulanmasıyla daha kısa teslim süreleri • Mobil süreç kontrolü ve yürütme yoluyla farklı iş organizasyonu sağlanması • Tahmine dayalı hatalardan kaçınma yoluyla artan kalite

Endüstri 4.0, mevcut teknoloji potansiyelinden en iyi şekilde faydalanmak ve dijital dönüşümü desteklemek için 6 ilkeye dayanmaktadır (http-10):

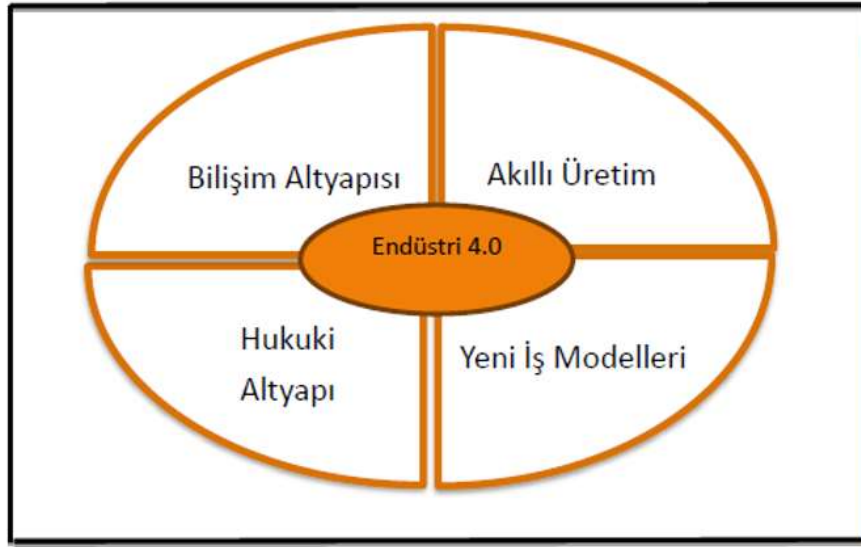
- 1) Karşılıklı Çalışabilirlik:** Siber-fiziksel sistemlerin, nesnelerin interneti ve hizmetlerin interneti üzerinden insanlar ve akıllı fabrikalar ile iletişim kurmasıdır.
- 2) Sanallaştırma:** Akıllı fabrikaların sanal bir kopyasını oluşturan bu yapı, sensör verilerinin sanal tesis ve simülasyon modelleri ile entegrasyonudur.
- 3) Özerk Yönetim:** Akıllı fabrikalarda siber-fiziksel sistemlerin kendi kararlarını alabilmesidir.
- 4) Gerçek-Zamanlı Yetenek:** Hızlı karar alma ve işlem gerçekleştirme imkanı sağlayan bu yapı verilerin anlık olarak toplanması ve analiz edilmesi yeteneğidir.
- 5) Hizmet Oryantasyonu:** Siber-fiziksel sistemlerin, insanlar ve akıllı fabrika servislerinin hizmetlerin interneti üzerinden sunulması ve entegrasyonudur.
- 6) Modülerlik:** Değişen gereksinimlere uyum sağlayabilen adaptasyon sistemi ile akıllı fabrikalara esneklik kazandırmak.

Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte yetki, görev ve sorumluluklar ve tekrarlanan süreçlerde önemli değişiklikler gözlemlenmektedir. Akıllı fabrikalar ve robot teknolojisinin kullanımı ile sağlanacak dönüşümde iş gücü niteliğinde önemli değişikliklerin gerçekleşmesi ve yeni mesleklerin ortaya çıkması öngörülmektedir (Koca, 2024)

Teknolojik ilerleme ve değer zinciri organizasyonlarının birleşimi olan Endüstri 4.0, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti ve hizmetlerin interneti gibi yapılar

üzerine şekillenir. Akıllı fabrikaların gerçekleştirilmesi ile fiziksel işlemlerin siber-fiziksel sistemler aracılığı ile izlenmesi, fiziksel dünyanın sanal kopyasının oluşturulması ve kararların merkezi olmayan bir şekilde verilmesi amaç edinilmektedir. Siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti, gerçek zamanlı olarak birbirleri ve insanlar ile etkileşimde olacaktır. İç ve dış örgütsel hizmetlerin sunulması hizmetlerin interneti ile ve kullanıcılar tarafından değerlendirilebilecektir (http-11).

Endüstri 4.0'ın yapısına baktığımızda gerçekleşmesini sağlayan önemli unsur bilişim altyapısıdır. Bu altyapı ile akıllı üretim de mümkün olacaktır. Aynı zamanda, süreç güvenliği için hukuki bir altyapı da gerekmektedir. Bu üç yapı ile birlikte Endüstri 4.0 için yeni iş modellerinin geliştirilmesi de önemli yer tutmaktadır.



Şekil 1.3. Endüstri 4.0 Yapısı (Özsoylu, 2017)

Endüstri 4.0, iş dünyasının gelişimini etkilemekte ve işletmeler ürünlerini istedikleri zaman, istedikleri yerde satabilmektedirler. Ürünler, mekan ve zaman sınırlaması olmadan 'büyük veri' teknolojilerinden yararlanılarak pazarlanabilmektedir. Endüstri 4.0'ın faydaları, 15-17 Mayıs 2019 tarihlerinde Piran-Slovenya'da düzenlenen Endüstri 5.0 “Sonraki Sanayi Devriminin Beklenen Etkisi” başlığı ile düzenlenen uluslararası konferansta tartışılmıştır. Endüstri 4.0'ın işletmelere sağladığı faydalar şu şekilde yer almaktadır:

Tablo 1.3. Endüstri 4.0'ın İşletmelere Faydaları (Kurniawan, vd., 2019)

Faydalar	Açıklama
Verimlilik	Daha hızlı karar alma süreçlerini teşvik eden ve yüksek verimlilik sağlayan otomasyon daha fazla kullandığı için ekonomik faaliyetlere daha az insan katılmaktadır. Otomasyon aynı zamanda yüksek kaliteyi koruma ve üretim sorunlarını azaltma eğilimindedir.
Çeviklik	Yüksek standardizasyon ve az miktarda üretime odaklanan Endüstri 4.0, üretim sürecinde yüksek esneklik sağlamaktadır.
İnovasyon	Endüstriyel 4.0 üretim hattı, karışık malzemeli ve düşük hacimli üretime uyumludur. Bu durum yeni ürün tanıtımı ve tasarım denemeleri için uygundur.
Müşteri servisi	Ürün ve hizmetlerin müşterilere zamanında ulaştırılabilmeleri için müşteri ihtiyaçlarına ilişkin hassas ve ulaşılabilir bilgiler mevcuttur.
Maliyet azaltma	Dönüşüm için ilk yatırımın ardından maliyetler düşmektedir. Daha az kalite sorunu, daha az malzeme israfına, daha düşük personel ve işletme maliyetlerini getirir.
Avantaj	Daha iyi kalite, düşük maliyetler ve müşterilere iyi hizmet sunma yeteneği ile Endüstri 4.0, üreticileri günümüz müşterileri için tercih edilen tedarikçi haline getirmektedir. Bu aynı zamanda daha büyük bir pazara hizmet etmenin, müşteriler için kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunma imkanı sağlar.

1.2.2. Endüstri 4.0'da kullanılan teknolojiler

Endüstri 4.0, aynı zamanda bir dijital dönüşüm olarak bir dizi yenilikçi teknolojiyi içerir. Bu teknolojilerin etkin kullanılması ile üretim süreçlerinin daha esnek, verimli ve rekabetçi hale getirilmesi amaçlanır. Bu dijital dönüşümü mümkün kılan ve endüstri 4.0'ın temelini oluşturan bazı teknolojiler aşağıdaki gibidir:

1.2.2.1. Nesnelerin İnterneti (Internet Of Things)

Nesnelerin İnterneti; insan müdahalesine ve herhangi bir verinin elle girişine gerek olmadan cihazların veya makinelerin kendi aralarında veri iletişimi yaptığı, bilgi topladığı ve toplanan bilgiler ile karar verdiği bir ağ yapısı olarak tanımlanmaktadır (Soba ve Akar, 2021).

Nesnelerin interneti uygulaması olan uzaktan izleme ile paketlerin, palet veya konteynerlerin konumu ve durumu gerçek zamanlı olarak izlenmektedir. Şirketler ve müşteriler, RFID etiketi ve sensörler ile ürünün rotasını ve teslimat performansını gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedir. Yakın gelecekte insanların hareketlerini izlemek için de benzer uygulamalar kullanılacaktır (Schwab, 2016).

Nesnelerin interneti uygulamaları otomasyon, endüstri, lojistik, sağlık, tarım, ev, güvenlik, çevre vb bir çok birçok alanda faaliyet göstermektedir. Giderek yaygın hale gelen nesnelerin interneti uygulama örneklerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

- **Hapifork:** Kişiyi hızlı veya fazla yemek yediğinde uyararak, düzenli beslenme alışkanlığı sağlayan akıllı bir çataldır.
- **Smart Things:** Akıllı ev içindeki ev aletlerini ve ses, ısı, müzik vb sistemlerinin uzaktan kontrolünü mümkün kılan bir IoT cihazıdır.
- **August Smart Lock:** Mobil cihazlar ile entegre olarak eve giriş çıkışları güvenli ve kolay kılan, kapıda kalma durumunu ortadan kaldıran akıllı kilit teknolojisidir.
- **Edyn:** Toprak koşullarını izleyerek ekim ve sulama işlemleri için kullanıcıya öneride bulunan akıllı bahçe uygulama sistemidir.
- **Air Quality Egg:** Hava kirletici maddelerin seviyelerindeki değişiklikleri kaydetmek için sensörler kullanan, hassas hava kalitesi ölçümü yapan Wi-Fi özellikli bir cihazdır.
- **Mimo Baby:** Bebeklerin vücut değerlerini ve hareketlerini sensörler ile takip eden, verileri ebeveynler için analiz eden giyilebilir teknolojidir.

Nesnelerin interneti , enerji tüketimini izlenir ve kontrol edilebilir hale getirmesi ile enerji tasarrufu, rutin işleri uzaktan kontrol ile zaman tasarrufu sağlar. Enerji ve zaman tasarrufu beraberinde maddi tasarrufu da getirecektir. Günlük yaşamı daha kolay ve konforlu kılarak da hayat standartlarının iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır (Bıçakçı, 2019).

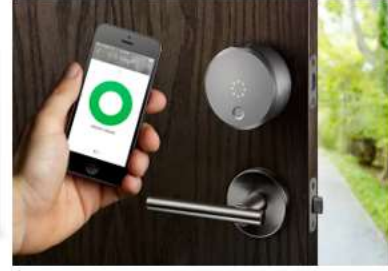
Air Quality Egg



HAPIFork



August Smart Lock



Mimo Baby



Edyn



Smart Things



Görsel 1.7. IoT Teknolojileri Uygulama Örnekleri

1.2.2.2. Siber Fiziksel Sistemler

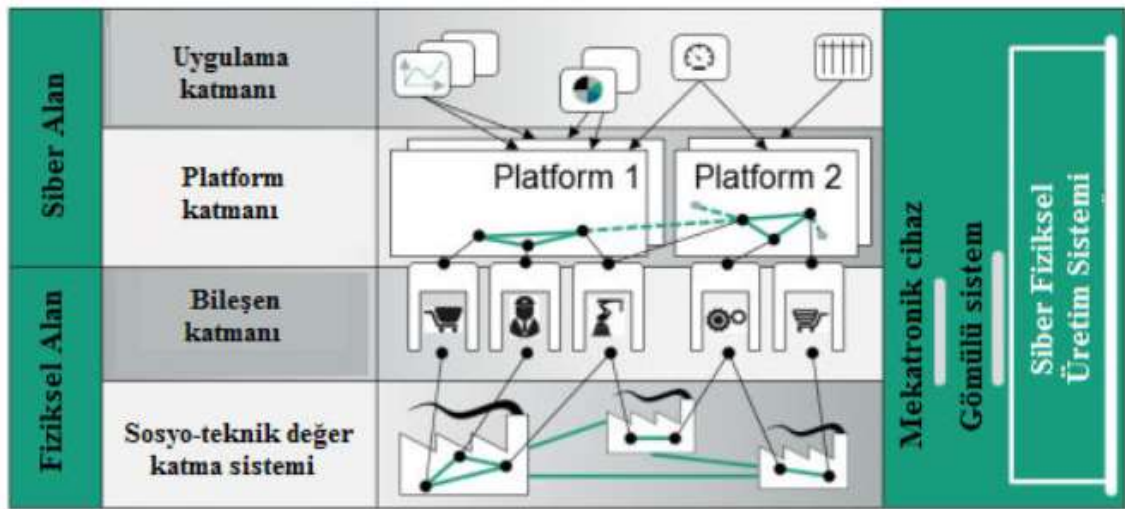
Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), fiziksel dünya ile bilgi teknolojisi dünyasını birbirine bağlayan sistemlerdir (Geisberger ve Broy, 2015).

Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), üretim süreçlerinin, lojistik operasyonlarının ve değer oluşturma sürecinde gerçekleştirilen operasyonların etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar. Sensörler ve aktüatörler aracılığı ile fiziksel dünya ve sanal bilgi işlem dünyası birbirine bağlanır. Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), genellikle gömülü sistemler, yazılım sistemleri, iletişim teknolojileri, sensörler ve aktüatörler gibi farklı kurucu bileşenlerden oluşur. Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), nesnelerin interneti (IoT) ve sanal ortam gibi iki önemli unsurdan oluşur. Nesnelerin interneti ile nesneler, atanan internet adresi aracılığı ile haberleşir ve bu sayede veri alışverişi yaparlar. Ve bu nesnelerin davranışları, bilgisayar ortamında simüle edilerek sanal ortamda ortaya çıkar (http-11).

Akıllı üretim sistemlerinin temel bileşenlerinden olan siber-fiziksel sistemler, otomasyon ve sürecin sistemli akışında rol oynar (Özsoylu, 2017). Siber fiziksel sistemlerin nihai amaçlarından biria "akıllı izleme" ve "akıllı kontrol" gerçekleştirmektir.

Bunlar gerçek zamanlı bilgi çıkarımı, veri analizi, karar verme ve veri iletimi gibi süreçleri gerçekleştirmesini gerektirir (Yue vd., 2015).

Siber fiziksel sistemleri, akıllı fabrikalardaki ekipmanların daha akıllı hale getirilmesinde önemli rol oynamakta ve üretim süreçlerinin verimli olmasını sağlamaktadır. Özellikle motorlu taşıt üretimi, makine ve ağır sanayi, demir çelik sanayi, enerji ve lojistik gibi sektörler için gelecekte önemli rol oynaması beklenilmektedir (Zhou vd., 2015'den aktaran Çağlıyan ve Acar, 2020).



Şekil 1.4. Siber-fiziksel üretim sistemleri (Cyber-physical production systems-CPPS) (Landherr, Schneider ve Bauernhansl, 2016'dan aktaran Yıldız, 2018)

1.2.2.3. Bulut Bilişim

Bulut bilişim, internet üzerinden işlemci gücü, depolama ve diğer kaynaklara erişimi sağlayan bir bilişim türüdür. Talep edilen anda ve hızlı bir şekilde kaynakların ihtiyaç duyulduğu kadar kullanımını sağlar (Özdaş, 2014). Yazılım ve ilgili veriler genellikle bilgisayar kullanımında sabit disk vb yerel depolama birimlerinde saklanır. İnternetin sağladığı ilerlemeler ile bu yaklaşım değişmiş, yazılım ve ilgili verilerin internet üzerindeki sunucu bilgisayarlarda depolanması sağlanmaktadır. İşletmeler, bulut bilişim hizmeti sağlayan kuruluşlar üzerinden kiralama ya da abonelik seçenekleri ile bilişim kaynaklarına erişim sağlarlar. Aynı zamanda bu kuruluşlar güvenlik, bakım, yedekleme vb hizmetleri sağlamaktadır (Banger, 2018).

Büyük veri depolama ve veri işleme sağlayan bulut bilişim hizmetleri, herhangi bir cihazdan, yer ve zamandan bağımsız olarak veri erişimini kolaylaştırmaktadır.

Kullanılan kaynaklara dayalı olduğu için de işletmelere verimlilik sağlamak ve altyapı yatırım maliyetlerini azaltmada avantaj sunmaktadır.



Şekil 1.5. Bulut Bilişim, Büyük Veri ve Endüstri 4.0 (Velásquez, Estevez ve Pesado, 2018'den aktaran Karaer vd., 2023)

1.2.2.4. Büyük Veri

Her ziyaret edilen web sitelerindeki tıklama, arama vb yapılan tüm işlemler veri olarak işlenmektedir. Bu verilerin tümü, geleneksel veri tabanları ve raporlama sistemleri tarafından işlenemediği için bilgi çöplüğü olarak adlandırılır (Özsoylu, 2017).

İnternetin hızlı gelişimi ile birlikte bir çok kaynaktan günlük olarak üretilen ve toplanılan verilerin işlenmesi ve analizi, geleneksel veri işleme araçlarının kapasitesinin üstündedir. Büyük veri teknolojisi, bu sürekli büyüyen veri tabanını hızlı ve verimli bir şekilde yönetilmesi ve kullanmasını sağlar (Witkowski, 2017).

Büyük Veri, "4 V" olarak da adlandırılan bu dört temel özellik ile tanımlanır:

- Hacim (Volume),
- Çeşitlilik (Variety),
- Güvenilirlik (Veracity)
- Hız (Velocity)

Büyük Veri'nin geleneksel 4 V'sine, büyük veri teknolojisinde de temel olan üç özellik daha eklenebilir. Bu özellikler, Veri Değeri (The Value of Data), Veri Görselleştirme (Data visualization) ve Veri Fizibilitesi (Data Feasibility) olarak adlandırılır (http-12).

Sağlık, sanayi, eğitim, bankacılık ve finans, perakende ve kamu sektörleri için büyük verilerin değerlendirilmesi büyük bir öneme sahiptir. Bu durum şirketleri veri analizi ve veri madenciliği konusunda harekete geçirmiştir (Özsoylu, 2017).

Büyük veri analizleri, maliyet ve üretim süreçlerinde iyileştirmeye, verimliliği artırmaya, müşteri memnuniyetinin artırılmasına ve karar alma süreçlerinde iyileştirmeye olanak sağlar.

1.2.2.5. Yapay zeka (AI)

Zeka, bireyin düşünme, öğrenme, karar verme, anlama, algılama, yargılayabilme, sonuç çıkarabilme, soyutlama, yeni durumlara uyum sağlayabilme gibi çeşitli yetenekleri içerir. Yapay zeka ise, organik olmayan sistemlerdeki bu tür zeka özelliklerini taklit eden sistemdir (Nabiyev, 2005'den aktaran Yalçiner 2020).

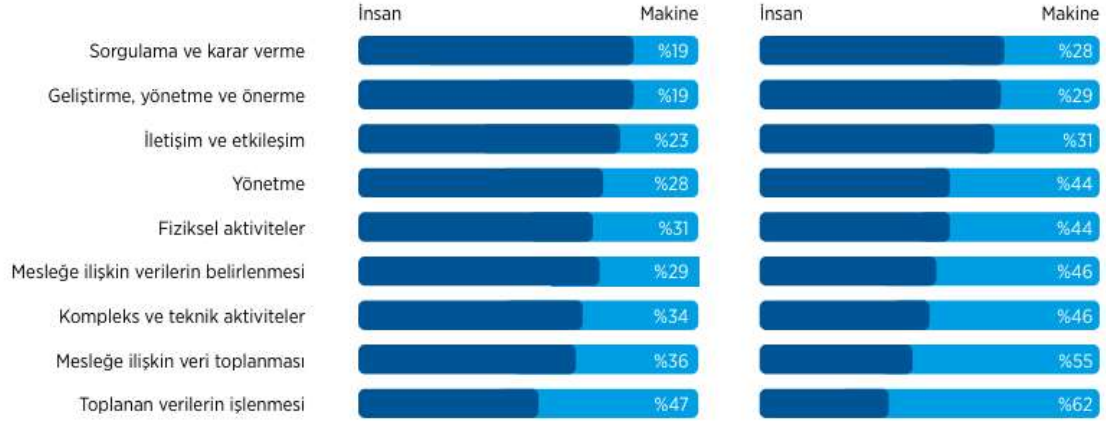
Dijital dönüşümü yönlendiren önemli teknolojilerden olan yapay zeka (AI), insan zekâsının öğrenme ve problem çözme gibi yeteneklerini taklit etmek için geliştirilen akıllı makine ve bilgisayar programlarının bilimi ve mühendisliğidir.

Doğal dil işleme ve çeviri, görüntü ve örüntü tanıma, ve karar alma desteği yapay zeka uygulamalarının değindiği temel sorun türleri arasında yer alırlar. Bu süreçler birçok endüstri ve sektörde farklı uygulamalara sahiptir. Farklı endüstrilerde çeşitli sorunları çözmek için kullanılmakta olan yapay zeka uygulamalarının sayısı ve karmaşıklığı hızla artmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde envanter optimizasyonu, üretim kaynakları verimliliği optimizasyonu, lojistik ve taşımacılık sektörü sorunları ve sağlık sektörü sorunları bu duruma örnek olarak verilebilir (Siebel, 2020).

Rasyonel ve veriye dayalı kararlar alınması, geçmişte kalmış bürokratik yapıların yeniden yapılanması, enerji bağımsızlığı, inovasyon ve tıp alanında tedavi süreçlerinde önemli ilerlemelerin sağlanması yapay zekanın olumlu yanları içerisinde yer alır. Hesap verebilirlik açısından sorumlu taraf belirsizliği, işsizlik riski, sosyal adaletsizliklerin artması, hackleme ve siber suçlar gibi kötü amaçlı faaliyetler ve güvenlik zorlukları, insanlığın geleceğini tehdit edebilme riski ise yapay zekanın olumsuz olumsuz yanları içerisinde yer alır (Schwab, 2016).

Teknolojideki hızlı gelişmeler ile iş gücü yapısının etkilenmesi sonucu insanlar tarafından yapılan bazı işler yapay zeka ve robot gibi sistemlere devredilebilir. Aşağıdaki şekilde insandan makineye doğru kaymanın olduğu alanlar görülmektedir. Şekil'e göre toplanan verilerin toplanması ve işlenmesi, mesleğe ilişkin verilerin belirlenmesi ve

yönetme gibi alanlar insan makineye kaymanın daha çok yaşandığı alanlardır (Özdemir, 2019).



Şekil 1.6. İnsandan Makineye Kayan Alanlar (Özdemir, 2019)

1.2.2.6. Siber güvenlik

Siber güvenlik, bilgisayar ve elektronik sistemleri, verileri, yazılımları, ağları kötü niyetli saldırı ve tehditlerden koruma teknolojisidir. Alışveriş, iletişim, eğitim, finansal işlemler vb alanlarda kullanımı hızla artan internet teknolojisinin hayatı kolaylaştıran imkanları ile birlikte çeşitli riskler ve güvenlik açıkları da ortaya çıkmaktadır. Burada bireylerin yanında ülkenin savunma, sağlık, enerji, ulaşım vb kritik altyapıları ve özel sektörün ticari sırları da hedef haline gelmektedir (Akçalı ve Önaçan 2019).

Endüstri 4.0 ile elde edilen dijitalleşme ve ağ bağlantılı sistemler, işletmeler için fırsatlar sunarken diğer taraftan bilgi ve siber güvenlik açısından yeni zorlukları ve tehditleri beraberinde getirmektedir. Endüstriyel casusluk faaliyetleri, veri hırsızlığı, rakip firma sabotajları, kritik altyapıların teröristlerin hedefi olması bu tehditlerden bazılarıdır. Standartlaştırılmış teknik güvenlik çözümleri, modern saldırılara karşı yeterli değildir. Sadece altyapı ortamlarının ilgili riskleri üzerinde hedeflenen etkiye sahip bir güvenlik stratejisi koruma sağlayabilir. Aynı zamanda siber güvenlik maliyetlerini de uygun bir dengede tutabilir. Ağa bağlı üretim tesislerinin güvenliğini sağlamak, Endüstri 4.0'ın başarılı şekilde uygulanması için kritik öneme sahiptir. Bu uygun savunma mekanizmalarının seçimi ve koordinasyonu ile sağlanır (Heynitz vd., 2016).

1.2.2.7.Sanal ve Artırılmış gerçeklik

İnsanların bulundukları dünyanın kısıtlamalarından çıkıp farklı ve orijinal boyutlarda deneyim arayışı faktörü sanal gerçekliği ortaya çıkarmıştır. İnsanların bu deneyim arzusu, teknoloji gelişimini ve yeni araçların geliştirilmesini ve benimsenmesini tetikleyen bir unsur olmuştur (Kapucu ve Yıldırım, 2019).

Sanal gerçeklik (VR), VR gözlükleri veya başlıkları ile kullanıcıyı gerçek dünyadan tamamen ayırarak, farklı bir sanal dünya içine taşıyan bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik (AR) ise kullanıcı içinde bulunduğu gerçek dünya ile etkileşimini devam ettirirken telefon, AR gözlükleri gibi araçlar ile görüntü içerisine sanal eklentilerin eklendiği bir teknolojidir. Buna göre sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) arasındaki farkın kullanıcının deneyimlediği ortamdan geldiğini belirtebiliriz. Kullanıcı Birinde tamamen gerçek ortamdan koparken, diğerinde ise kullanıcı gerçek ortam ile etkileşim halinde iken ek olarak sanal nesneler ile de etkileşimde olabilir (Anar, 2019). Diğer bir bakış açısı ile birinde gerçekliğin tamamıyla sanal dünyaya taşınması amaç edinilirken, diğerinde gerçekliğin sanal bilgilerle zenginleştirilmesine odaklanılmaktadır (Somyürek, 2014).



Görsel 1.8. GPS ile çalışan AR yazılım örneği, Google Glass (Somyürek, 2014)

1.2.2.8.Otonom Robotlar

Uluslararası standart ISO 8373: 2012, “Robotlar ve robotik aygıtlar – Sözlüğü”, Endüstri 4.0 kapsamında sanayide kullanılan endüstriyel robotları şu şekilde tanımlamaktadır: Endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere yerine sabitlenmiş veya mobil olarak sabitlenebilen üç veya daha fazla eksenle programlanabilen otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı bir manipülatör (Kurt ve Bozoklu, 2019).

Teknolojik gelişmeler ile birlikte endüstriyel ve hizmet sektörlerinde robotik sistemlerin insanlara desteği ve işbirliği etkili bir şekilde artmaktadır. Bu robotik sistemler algılayıcı ve eyleyici mekanizmalardaki gelişmeler ile birlikte, işbirliği içinde insanın yaptığı işi onunla paylaşarak yapan bir sisteme ilerlemektedir. Bir operatöre göre üretim faaliyetlerini daha hızlı ve kaliteli olarak yerine getiren endüstriyel robotlar verimliliği artırarak üretkenliği artırmaktadır. Uzun süreli ve az bakım gerektirerek çalışan robotlar işçilik maliyetini de düşürmektedir. Bir işletme robotik teknoloji ile verimlilik artışı ve maliyetleri tasarrufu sağlayabilir. Bu da robotik sistemleri üretimde rekabet gücü ve kaliteyi artırmak için vazgeçilmez bir araç kılar (Dilibal ve Şahin, 2018).

Endüstri 4.0’da hedeflenen üretimde otomasyon ve dijitalleşme süreci , akıllı fabrikalarda robotik teknolojilerin entegrasyonunu da içermektedir. Böylece robotlar ile müşteri ve tedarikçilere ait verilerin analizleri yapılarak, üretim daha verimli hale getirilmek istenilmektedir. Akıllı robot ve sensör teknolojileri, ürünler için geleneksel üretim hatlarında hatasız üretim ve takip imkanı sağlamaktadır. Sonraki süreçte, üretim hattında bulunan makineler ve sensörler aracılığıyla üretilen ürünlerin kalite kontrolü gerçekleştirilebilir ve hatalar hızlıca belirlenebilir (Soylu, 2018). Sonuç olarak, akıllı robotlar kullanılarak daha verimli ve hatasız üretim süreçlerinden geçerek maliyet iyileştirmeleri sağlanabilir ve ürün kalitesini artırabilir.

1.2.2.9.3D Yazıcılar

Eklemeli imalat olarak da ifade edilen 3D yazıcı teknolojisi, dijital olarak tasarlanan 3D modellerinin katman katman fiziksel nesnelere dönüştürülmesini sağlayan bir tekniktir. Bu teknik, endüstride prototip ve nihai parça üretim süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Özsoy ve Duman, 2017).

3D yazıcı teknolojisi ile üretilen parçalar ihtiyaç halinde ve istenilen miktarda üretilir. Böylece endüstrilerin sıfır stok yaklaşımı doğrultusunda tedarik ve stok maliyetleri azaltılacaktır (Görçün, 2020).

3D yazıcı teknolojisi, bireylerin kendi veya başkasına ait dijital tasarımlar ile çeşitli nesneleri üretmelerine imkan sağlar. Böylece tüketiciler ihtiyaçlarını doğrudan kendileri sağlayacağı için üretici durumuna geçecektir (Özsoylu, 2017).

1.2.2.10. Simülasyon

Simülasyon, gerçek zamanlı verilerden yararlanarak gerçek sistem veya sürece ait özelliklerin sanal ortamda taklit edilmesidir. Sistem nesneleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sanal modelde fiziksel dünya için sanal gerçeklik oluşturulur. Gerçek koşullar iyi şekilde taklit edilerek ürün veya sürecin performansı test edilmiş olunur. Erken hata tespitine yardımcı olur (Davutoğlu, Akgül ve Yıldız 2017).

1.2.2.11. Akıllı fabrikalar

Üretim faktörleri arasında etkili bir iletişim ağı bulunması ile üretim süreçlerinin daha verimli ve sorunsuz olduğu, ileri teknoloji kullanımıyla otonom robotların üretimi gerçekleştirdiği fabrikalardır. İletişim halindeki makineler karşılaşılabilecek problemlerde üretim sürecini durdurarak çözüm oluşturabilmekte ve siber güvenlik çerçevesinde sistemler dış tehditlere karşı korunabilmektedir. Akıllı fabrikalar sistemlerinde yalın üretim anlayışı benimsenerek tam zamanında üretim (JIT) hedeflenir. Makineler, kendi üretim kaynaklarını planlayarak sistemi etkin bir şekilde yönetir (Davutoğlu, Akgül ve Yıldız 2017).

İletişim ve veri analizi yapabilme becerisi, akıllı fabrikaları "akıllı" kılan şeydir. nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, yapay zeka (AI), bulut bilişim, robotik ve otomasyon gibi Endüstri 4.0 teknolojileri bir araya gelerek akıllı fabrikaları mümkün kılar. Nihayetinde, fabrika düzeyinde zekanın uygulanması, dinamik bir üretim ortamı ve istenen sonuçları elde etmeyi sağlar. Bu da kalite ve güvenilirliği artırırken eş zamanlı olarak maliyetleri de düşürür. Akıllı ekipmanlar, ürün çeşitliliğine ve daha küçük boyutlu üretim süreçlerine uyum sağlamak için gerekenleri otomotikleştirmeyi mümkün kılar. Üretimin geleceği daha fazla kişiselleştirmeden geçmesinden dolayı üreticilerin esnek kalıp verimli bir şekilde çalışabilmeleri ekipmanın yeniden ayarlanması ve ayarlarına geri dönmesi için duruş süresini en aza indirerek mümkündür. Akıllı fabrikaların istihdam üzerine etkisi ile insanların üretimdeki rolleri şu anki rollerinden farklı olacaktır.

İnsanların daha karmaşık ve stratejik roller üstlenmesine karşın, otomasyonlar tekrarlanabilir, sıradan veya işgücü eksikliğinden etkilenen görevleri alarak bu işlerin daha verimli bir şekilde gerçekleştirmesi hedeflenecektir. Rekabetçi ve dinamik bir pazarda üstünlük sağlama hedefinde üreticiler için doğrudan bir yol olacaktır (http-13).

Akıllı fabrikalar faydaları ile işletmelere rekabet gücü, sürdürülebilir ve verimli üretim süreçleri sağlar. Girişimcilik ve risk oranını en aza indirmesi, üretim öncesi süreçlerin hesaplanabilmesi, üretim alanının ve tasarlanacak ürünlerin önceden holografik olarak görüntülenebilmesi, makineler arasında iş bölümü ve koordinasyonun sağlanması, gereksiz makineleşmenin önlenmesi, risklerin önceden analiz edilebilmesi, eldeki kaynaklar ile yeni ürün tasarlayabilmek ve zamandan tasarruf edilmesi akıllı fabrikalar faydaları arasındadır (http-14).

1.2.2.12. Dikey, Yatay ve Uçtan Uca Entegrasyon Seviyeleri

Endüstri 4.0 için doğru verilere dayalı olarak doğru bir büyüme gerçekleştirmek son derece önem arz etmektedir. Bu doğrultuda büyümek için bütünleşme oldukça kritik bir etkidir. yatay bütünleşme ve dikey bütünleşme olarak İki önemli bütünleşme şekli vardır (http-15).

Bir işletmenin bünyesindeki iç paydaşları ile dikey olarak, dış paydaşlar ile paydaşlarla yatay olarak entegrasyonu sistem entegrasyonu teknolojisi olarak ifade edilmektedir. Dikey entegrasyon ile farklı departmanları arasındaki kopukluğu iletişim sayesinde kaldırarak süreçteki verimlilik artırılırken, yatay entegrasyon ile tedarik zincirinden müşterilere kadar diğer paydaşlara ait ilişkilerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar. Tedarik zincirinden diğer tüm faaliyet alanlarına kadar unsurların birbirine bütünleşmesi uçtan uca entegrasyon ile sağlanır (Banger, 2018).

Dikey entegrasyon, işletme sistemi içindeki tüm bölüm ve bileşenlerin birbiriyle bağlantısı ve haberleşme yeteneğidir. Üretim süreçleri için sahip olunan alt sistemler, araç ekipmanları ve nesnelerden bazıları fiziksel akışı desteklemek için, bazıları ise bilgi ve veri akışını sağlamak amacı ile kullanılır. Bu bileşenler arasında sensörler, motorlar ve vanaları gösterebiliriz. Bu nesnelerin dikey entegrasyonu esnek ve yeniden düzenlenebilir bir üretim sisteminin oluşumuna katkıda bulunur. Sensör ve motor verileri kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemine aktarılabilir ve böylece sistemin oluşumuna ve işleyişine katkıda bulunurlar. Bu entegrasyonda akıllı makineler kendini düzenleyebilen sistemler oluşacak, süreçlerin optimize edilmesi ile sistem farklı ürün tipleri üretmek için

yeniden düzenlenebilecektir. Yatay entegrasyon ise, bir işletmenin kendi dışındaki ekosistemle olan etkileşimidir. Bunlar yan sanayi, tedarik zinciri içerisinde yer alan firmalar, lojistik firmaları, finans ve sigorta şirketleri, dağıtıcılar gibi dış paydaşlardır. Bu entegrasyon ile işletmeler arası etkileşimi artırılarak değer ağları üzerinden işletmeler arasındaki işbirliği güçlendirilir. Böylece aynı değer zincirindeki işletmeler işbirliği sayesinde kaynakları daha etkili bir şekilde kullanabilirler. Bu doğrultuda aralarında hammadde, hizmet, finans, bilgi ve veri vb akışlar gerçekleşir (http-16).

Dikey ve yatay entegrasyonlar iç ve dış paydaşlar arasında işbirliğini artırırken, teknolojinin getirdiği imkanlar ile uzaktan takım çalışmasını da kolaylaştırır. Bu sayede ekipler bir araya gelerek tasarım ve imalat için yeni platformlarda ortak projeler üretirler. Böylece iş birliği artacak ve iş süreçlerinde verimlilik artacaktır. Bulut bilişim teknolojisi, üretime dair verilerin paylaşılmasını sağlayacak ve önemli bir rolü oynayacaktır.

Uçtan uca entegrasyon ile ürünün tasarımından satış sonrası destek süreçlerine kadar ürün yaşam döngüsüne ait tüm aşamalarda değer sağlamaya odaklanılır. Bu iç ve dış katılımcıların aralarında sürekli iletişim ve işbirliğini mümkün kılacak gerçek zamanlı verilere erişimi sağlayacaktır. Ürün yaşam döngüsü aşamalarının dijital olarak entegrasi ürün, süreç ve maliyet iyileştirmesi, verimlilik artışı gibi fırsatlar getirecektir (Banger, 2018).

1.2.2.13. Akıllı Sensörler

Akıllı fabrikaların merkezinde akıllı sensörler, motorlar ve robotlar veri toplamayı mümkün kılan teknolojiler arasında alır. Sensörlerden sağlanan veriler ile süreçlerin daha iyi izlenmesi ve analiz edilmesi sağlanır. Böylece olup bitenler hakkında farkındalık artar. Örneğin titreşim algılama sensörleri motorlar ve diğer ekipmanlar için bakım yapılmasına dair bir uyarı sağlayabilir. Bu tür önleyici bakım uyarısı ile üretimde büyük sorunların önüne geçilir (http-13).

Akıllı sensörler, Endüstri 4.0 sürecinde dijital ve fiziksel dünyalar arasında arayüz görevi gören akıllı fabrikaların temel yapı taşlarından. Bu da akıllı sensörleri Endüstri 4.0'ın itici gücü haline getiriyor. Akıllı sensör, bir sensör, mikroişlemci ve iletişim teknolojisinin birleşimi olarak tanımlanabilir. Bu üç bileşen ile akıllı sensörler, çevresel girdileri okunabilir verilere dönüştürür ve bunları merkezi bir depoya iletir. Geleneksel sensörlerde girdilerin işlenmesi genellikle üretici sunucularında gerçekleştirilirken , akıllı sensörlerde girdi işlenmesi kaynağa yakın olarak gerçekleştirilir. Böylece bilgilerin daha az hatayla iletilmesi sağlanmış olur (EY Studie, 2022).

1.2.2.14. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi (ML), yapay zeka (AI) teknolojisinin bir alt dalıdır. Tükettiği veriler doğrultusunda öğrenen veya performans iyileştiren sistemler oluşturur. Makine öğrenimi, yapay zekanın yaygın yöntemlerinden olduğu için birlikte değerlendirilir fakat aynı şeyi ifade etmezler (http-17).

Makine öğrenmesi, bilgisayarların büyük veri kümeleri üzerinde çalışarak kalıpları ve ilişkileri tanımasına ve bu verilere dayanarak öngöründe bulunmasına imkan sağlayan bir araçtır. Örnek olarak, Go oyunu gibi bir stratejik oyunu makine öğrenimi ile bir bilgisayar öğrenebilir. Büyük veri kümeleri kullanılarak farklı seçimlerin sonuçları değerlendirilebilir, uygun kararlar seçilebilir. Böylece bilgisayar sınırsız sayıda hamleye uyum sağlayabilir ve karşılık verebilir (http-18).

1.2.2.15. Geniş Bant Sistemleri

İnternet iletişim, haberleşme ve bilgi alışverişi için kritik bir öneme sahiptir. Hızla gelişen teknoloji ile birlikte internet kapasite ve hızlarını tanımlayan darbant ve genişbant kavramları önem kazanmıştır. Genişbant altyapısı teknolojilerin etkin bir şekilde çalışması için kritik rol oynar. Akıllı cihazlar, yüksek çözünürlüklü video, tv gibi teknolojik hizmet ve uygulamalar genişbant altyapısı gerektirir. İlerleyen teknoloji ile genişbantın ölçümleri de değişmekte ve daha yüksek hızlarla ölçüm yapılmaktadır. Analog sistem olan 1G yerini yerini dijital iletişim teknolojisi almış, 2G ve onun temsilcisi GSM (Global System for Mobile Communications) ile ses iletişimi kalitesi artmış ve veri transferi sağlanmıştır. Sonrasında 3G teknolojisi, cep telefonlarında genişbant internet erişimini hizmete sunmuş, daha yüksek hızda veri aktarımı sağlanmıştır. 3G'nin yaygınlaşması tamamlanmadan önce, 4G ve 4.5G devreye girmiş ve kullanıcılara daha üstün deneyimler sunmuştur. Bilgi teknolojileri ve bilişim sistemlerinin yanı sıra farklı alanlarda da etkisini gösteren *Genişbant teknoloji*, ekonomik kalkınma ve büyüme, iş fırsatları, alt yapının verimli hale getirilmesi ile tasarruf sağlanmasında etkin rol oynamaktadır (Özsoylu, 2017).

1.2.2.16. BlockChain Teknolojisi

2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından yayınlanan Bitcoin başlıklı makalede, Bitcoin'in altında yatan teknoloji yapısını birbirine zincirlenmiş veri blokları olarak tanımlamaktadır (Nakamoto, 2008).

Blockchain, adından da anlaşılacağı gibi, birbiriyle bağlantılı bloklar şeklinde düzenlenmiş verileri saklayan bir yapıdır. Her blok, bir önceki bloğun kriptografik bir özetini (hash değerini) bulunduran ve bir dizi işlemi temsil eden verileri içerir. Bu veriler, önceki bloktaki verilerle matematiksel olarak bağlantılıdır, bu nedenle bir bloktaki bilgiler değiştirildiğinde, tüm zincir etkilenir. Bu veri yapısı, merkezi olmayan ve şeffaf bir şekilde veri saklamak, transfer etmek veya işlemek için kullanılır. Blockchain'in temel avantajlarından biri, veri manipülasyonunu engelleyerek güvenilir bir ortam sunmasıdır (http-19).

Blockchain teknolojisinin en büyük özelliği merkezi olmayan bir doğrulama sistemine sahip olmasıdır. Bu açıdan blockchain dijital dönüşümde etkili bir rol oynamaktadır (Dilek, 2018). Merkezi olmayan doğrulama sistemi ve güvenli veri saklama özellikleri ile Blockchain teknolojisi dijital dönüşümü desteklemektedir. Blockchain teknolojisinde, merkezi olmayan sistemi ile finansal işlemlerde üçüncü tarafa ihtiyaç duyulmadan işlem sağlanması, kripto para transferlerinin anonim ve düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilmesi önemli bir alternatif olarak finansal sistemde dönüşümü ve yıkıcı etkiyi gündeme getiriyor (http-20).

1.2.2.17. Sınır Bilişim

Nesnelerin interneti (IoT) ile bağlantılı cihazların sayısının artması ile birlikte günlük veri miktarı da büyük ölçüde artış göstermiştir. Bulut bilişim, bu büyük veri akışını yönetmekte ve veri analizini gerçekleştirmede yetersiz kalabilir. Burada sınır bilişim çözüm için devreye girer ve bağlı cihazlar ile üretilen verileri kaynakta işleyip depolayarak destek sağlar (Yalçiner, 2020).

Bir bilgi teknolojileri sistemi olan "sınır bilişim", bilgi işlem ve uygulamaların, ona ihtiyaç duyan kullanıcılara veya nesnelere yakın bir konumda gerçekleştirilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Sınır bilişim ve bulut bilişim hibrit IT ortamlarında birlikte çalışırlar. Bulut bilişimden farkı veri merkezi bir sunucuda değil, veri kaynaklarına daha yakın bir konumda çalışır (Özdemir, 2019).

Bulut bilişimde kullanıcılar kullandıkları hizmetin süresine göre ödeme yaparlar. Bu esnekliğin yanında IoT sistemler için dezavantaj doğurmaktadır. IoT sistemlerinin sürekli olarak veri iletmesi ve verilerin sadece bulutta işlenmesi ağ trafiğini ve bilgi işlem gücünü arttırdığı için sürekli olarak artan maliyet çıkabilir. Bu sorunları çözmek için sınır bilişiminden yararlanılır. Sınır bilişim, verilerin IoT cihazlarının yakınında işlenmesini sağlar ve böylece buluta duyulan ihtiyaç azalmış olur. Bu sistem ile sadece önemli veriler buluta iletilir ve ağ trafiğini azaltılır, veri işleme maliyetleri azaltılır (http-21).

1.2.2.18. Dijital İkizler

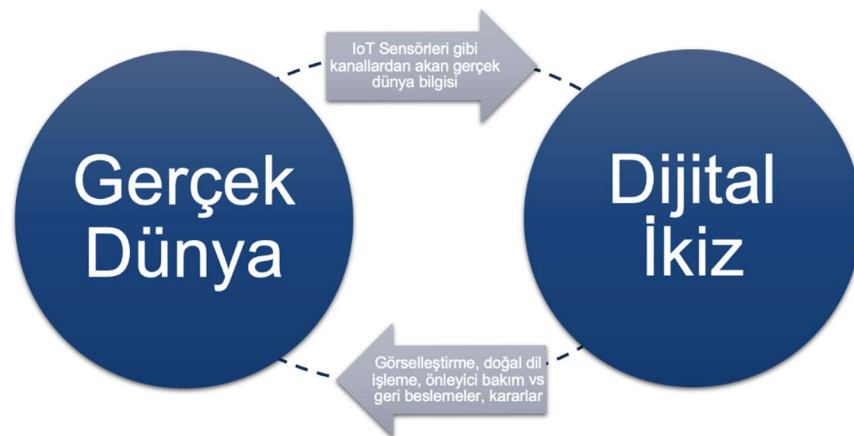
Dijital ikizler, gerçek dünyadaki nesne ve sistemlerin sanal bir kopyasını oluşturmaktadır. Kopyalanan nesne veya sistemin fiziksel özellikleri ve işlevselliği sanal ortamda yansıtılır. Dijital ikizler sanal kopyalama için simülasyon, nesnelerin interneti (IoT), tasarım, veri analitiği, sensörler, veri madenciliği, derin öğrenme, makine öğrenmesi gibi teknolojileri kullanmaktadır (http-22).

Dijital ikizler, farklı endüstrilerde kullanılsa da ilk örneğini uzay araştırmalarında NASA'nın Apollo 13 görevinde görebiliriz. NASA, görevler sırasında karşılaşılabilecek sorunları sorunları önceden tanımlamak ve çözümlemek, olası riskler için stratejiler geliştirmek, astronotların eğitim ve güvenliğini artırmak amacı ile uzay aracının tamamen aynı fiziksel modelini oluşturmuştur (Öztürk, 2023).

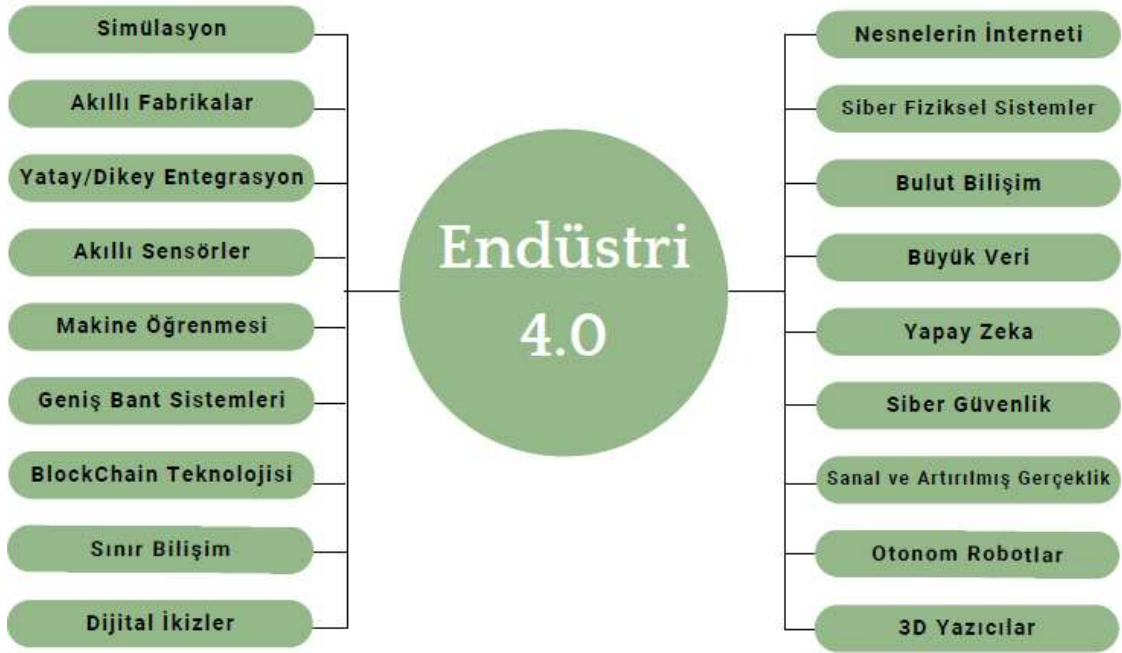
Dijital ikizler, uzay endüstrisi yanında Endüstriyel üretim, enerji, otomotiv, sağlık vb sektörlerde kullanımı giderek artmaktadır. Dijital ikizler, oluşturdukları dijital kopya ile simülasyon, tasarım, analiz ve tahmin yapmayı sağlayarak maliyet iyileştirmesine, verimliliği artırmaya, hata tespitine ve riskleri azaltmaya yardımcı olur.

Dijital İkizlerin temel kullanım amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Çelik, 2022):

- (1) Sistemlerin izlenmesi ve gerçek zamanlı olarak analiz edilmesi,
- (2) Gerçek hayatta oluşma ihtimali düşük olan veya tehlikeli olan olayların simülasyon ortamında oluşturularak problemlerin oluşmadan önlenmesi
- (3) İnsan ve makinelerin çalışmaları analiz edilerek süreçlerdeki etkin olmayan adımların tespit edilmesi ve iyileştirme için geri besleme sağlanması
- (4) Gelişmiş Dijital İkizlerde, gerçek sistemin otomatik olarak iyileştirilmesi.



Şekil 1.7. Dijital İkiz ve Gerçek Dünya Veri Alışverişi (Çelik, 2022).



Şekil 1.8. Endüstri 4.0 Teknolojileri

1.2. Endüstri 5.0 (Toplum 5.0) Temel Kavramları

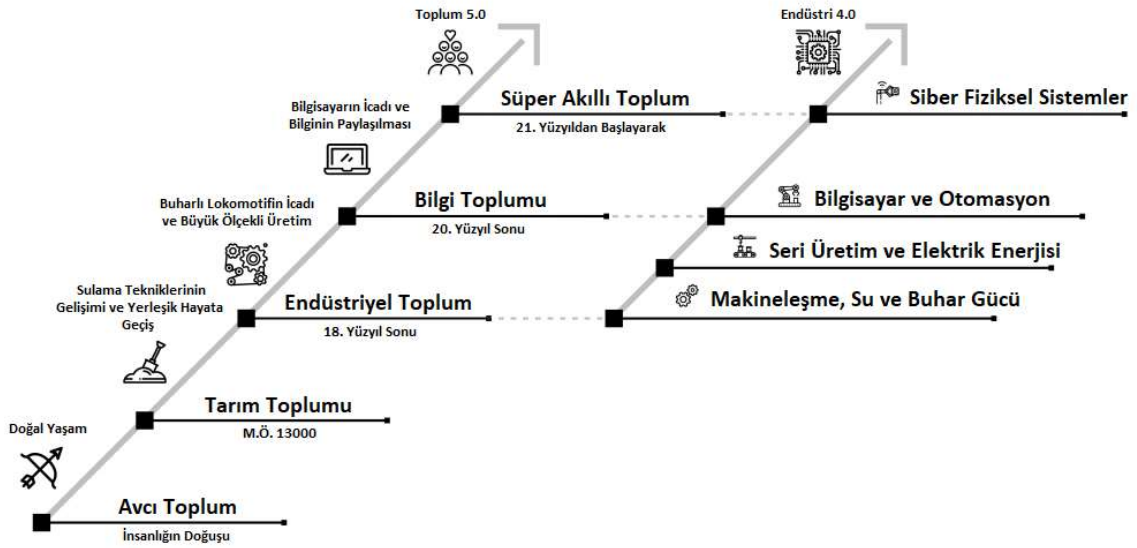
1.2.1. Endüstri 4.0'dan endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'a geçiş süreci

Toplum 5.0'ı kaçınılmaz ve bir fırsat olarak nitelendiren Keidanren (Japon İş Adamları Federasyonu), Toplum 5.0'a götüren değişimleri “teknolojik değişim, ekonomik ve jeopolitik değişim ve zihniyet değişimi” olmak üzere üç başlıkta ele almakta ve bu üç büyük değişimin gelecekte daha da belirginleşeceğini ve hızlanacağını ifade etmektedir.

İlk gerekçe olarak Teknolojik değişim öne çıkmaktadır. Dünya, inovasyon zemininde büyük bir değişim dalgasıyla karşı karşıya durumdadır. Bu değişim, yapay zeka (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT), robotik ve blok zincirlerin yanı sıra biyoteknolojiyi de içermektedir. Teknolojik yeniliklerin yanında, endüstri ve toplumların yapılarında da yeniliklere yol açacaktır. Google, Amazon, Facebook ve Apple (GAFA) gibi şirketlerin yanında Almanya'nın "Industrie 4.0" ve Çin'in "Made in China 2025" gibi strateji örneklerinden hareketle ülkeler de bu değişimin öncüsü ve destekçisi durumundadır.

İkinci gerekçe olarak ekonomik ve jeopolitik değişim gündemdedir. Çin'in yükselişi ile birlikte Hindistan ve Asya'daki diğer ülkelerin hızlı bir büyüme beklentisi dünya ekonomisinin ağırlık merkezini Batı'dan Asya'ya kaydırmaktadır. Bazı ülkelerin aşırı düşük doğum oranı ile yaşanan nüfuslarına karşın küresel nüfus hızla artmaktadır. Nüfus dinamiklerindeki bu değişim ekonomi ile birlikte jeopolitik durumu da etkilemektedir.

Üçüncü gerekçe olarak zihniyet değişimi öne çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler 2015'te sosyal eşitsizlik ve çevre sorunlarının giderek derinleşmesi üzerine bu sorunları ele almak amacı ile 17 başlıktan oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni (SDG'ler) kabul etmiştir. Bunun yanında finans sektöründe de çevreyi, toplumu ve yönetişimi dikakte alan (ESG) yatırımları giderek artmaktadır. Bu yaklaşım önemli bir zihniyet değişikliğine işaret ederek, siyasi ve ekonomik istikrarın sağlamasının yanında dışsal ekonomik zorluklarla mücadele etmenin de insanlık için kritik oluşunun kabul edildiğini gösteriyor (Keidanren, 2018).



Şekil 1.9. Toplum 5.0 – Endüstri 4.0 Gelişim İlişkisi (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu)

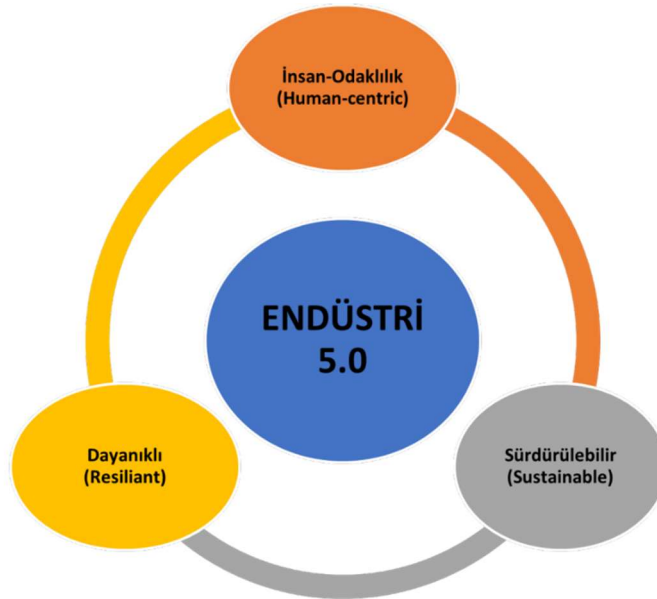
1.2.2. Endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'ın özellikleri ve yenilikleri

Toplumların gelişim evreleri incelendiğinde avcı toplum, tarım toplumu ve endüstri toplumları arasında geçişin uzun yıllar aldığı görülmektedir. İnternet ve dijitalleşmeyle birlikte, toplumların gelişim süreçleri önceki süreçlere göre daha hızlı bir değişim ve gelişim göstermiş, on yılda bir dijital devrim gerçekleşir olmuştur (Saracel ve Aksoy, 2020).

Avcı toplayıcı toplumdan bilgi toplumuna kadar gelişim süreçlerini birleştiren Toplum 5.0 kavramı, enerji ve gıda ihtiyacı, karmaşıklıklaştıran eşitlik ve adalet gibi olguların bırakılması ile ortaya çıkmıştır. Toplum 5.0 entegre olarak en üst düzeyde verimlilik, etkinlik ve mobiliteye ulaşmak için alternatif bir çözüm olarak görülmektedir (Mashur vd., 2019).

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki (BİT) gelişmeler, toplum ve endüstriler üzerinde köklü değişiklikler sağlamış, bilgisayarın icadı ve bilgi paylaşımı ile Endüstri 4.0 oluşmuştur. Nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka(AI), robot teknolojisi, otonom araçlar, 3D yazıcılar, nanoteknoloji, biyoteknoloji, artırılmış gerçeklik, enerji depolama ve kuantum bilgi işlem gibi teknolojideki ilerlemeler ile toplumsal ve ekonomik alanda bir dönüşüm başlamıştır. "Toplum 5.0" veya "Süper Akıllı Toplum" bu dönüşümün bir sonraki adımı olarak daha insan merkezli bir yaklaşım olarak Endüstri 4.0 üzerine kurulmuştur (Harayama, 2017).

Avrupa Komisyonu, Endüstri 5.0'ı tanımlarken kar amacı güderek ürün ve hizmet üretmekten fazlasını ifade ettiğini belirterek, Endüstri 5.0'da odak noktasının hissedar değil paydaşların değeri ve sanayinin topluma katkısı olduğunu ifade etmektedir. Aynı zamanda Toplum 5.0'ın çalışan refahını merkeze alırken, yeni teknolojileri ise sürdürülebilirlik ve refahı artırmak için kullandığını belirtir. İnsan odaklılık, dayanıklılık ve sürdürülebilirlik kavramları Endüstri 5.0'ı oluşturan ve yol gösterici ilkelerdir.



Şekil 1.10. Endüstri 5.0'ı Oluşturan Üç Temel Konu Başlığı (<http-23>)

Tablo 1.4. *Toplum 4.0'dan 5.0'a Değişiklikler (Eren, 2020)*

Kriterler	Toplum 4.0'ın Sorun Algısı	Toplum 5.0
Ekonomik yaklaşımı	Verimlilik, ekonomik değer yaratma baskısından kurtulma	<i>Problem çözme ve değer yaratma</i> Değer yaratan toplum
Hedef kitlesi	Bireysellik baskısından kurtulma	<i>Çeşitlilik</i> Herkesin farklı yetenekler kullanabileceği bir toplum
İlgi odağı	Eşitsizlikten kurtulma	<i>Yerelleşme</i> Herkesin istediği zaman, istediği yerde fırsat bulabileceği bir toplum
Güvenliğe yaklaşımı	Kaygıdan kurtulma	<i>Esneklik</i> Herkesin yaşayabileceği ve gönül rahatlığıyla zorlukların üstesinden gelebileceği bir toplum
Çevre algısı	Kaynak ve çevresel kısıtlamalardan kurtulma	<i>Sürdürülebilirlik ile Çevre Uyumu</i> İnsanların doğa ile uyum içinde yaşayabileceği bir toplum

Toplum 5.0'ın özelliklerine baktığımızda problem çözme ve değer yaratma, çeşitlilik, merkezi olmayan yönetim, esneklik, sürdürülebilirlik ve çevresel uyum ile karakterize edilir.

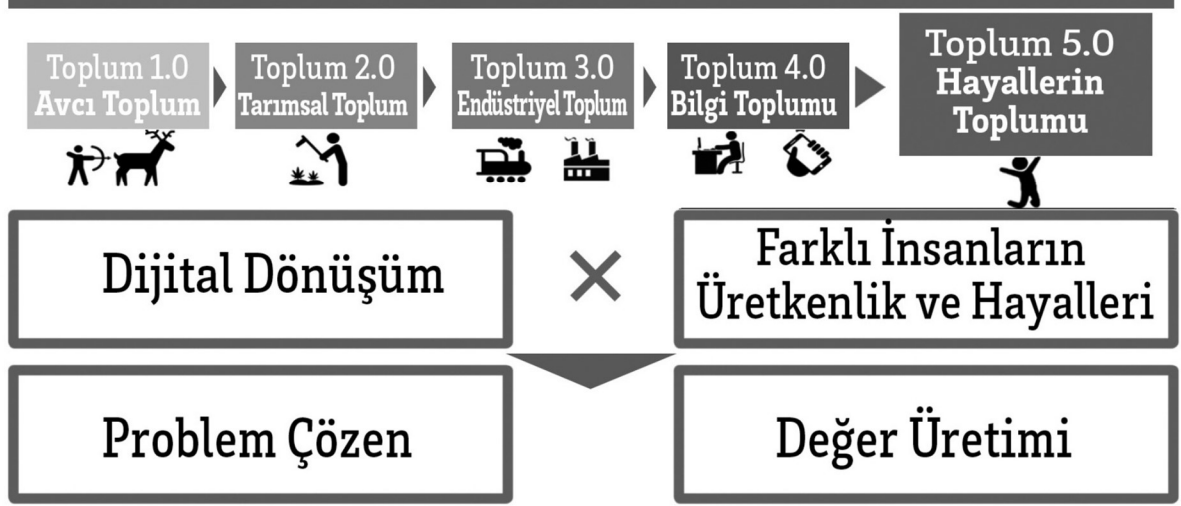
Toplum 4.0'dan 5.0'a gerçekleşen yenilikleri aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Toplum 3.0 ve 4.0, seri üretim ve tüketim odaklı bir yaklaşımın benimsendiği, standart süreçler ile tekdüze ürünler ile verimliliğin hedeflendiği bir dönem iken Toplum 5.0, dijital teknolojilerin çeşitlenen ihtiyaçları karşıladığı, insanların verimliliğe odaklanmaktan kurtulup, bireysel ihtiyaçların karşılanmasına, sorunları çözmeye ve değer yaratmaya odaklandıkları bir dönemdir.
- Toplum 3.0 ve 4.0'da standart süreç çerçevesinde tek tip hayatlar yaşamak gerekiyordu. Ancak Toplum 5.0'ta ise, insanlar farklı ihtiyaç ve zorlukları tanıyarak bunları çözüme kavuşturmak için hayal gücüne ihtiyaç duyacaktır. Herkes değerleri doğrultusunda farklı yetenekler kullanarak toplum içinde çeşitliliği sağlayacak. Toplum 5.0'da insanlar, bireysellikten kaynaklanan baskıdan ve yabancılaşmadan özgürce yaşayıp, öğrenebilecek ve çalışabilecektir.
- Zenginlik ve bilginin genel olarak sınırlı birkaç elde yoğunlaşarak eşitsizliğin arttığı Toplum 4.0'a karşın Toplum 5.0'da, oluşan eşitsizliği azaltmak için toplum genelinde daha adil bir dağılım ve merkezi olmayan bir sistem ortaya koyulmaktadır. Bu adil dağıtımın yanında sosyoekonomik roller de yatay olarak

paylaşılacaktır. Veriler ve fırsatlar herkesle paylaşılacak ve belirli şirketlerin kontrolünde yoğunlaşmayacak. Eğitim ve iş fırsatları, her bireyin her yerde rol oynaması için adil bir şekilde garanti edilecek, her zaman fırsatlara erişilebilen bir toplum ortaya çıkması sağlanacaktır.

- Toplum 4.0 döneminde hızla gelişen altyapının bozulması, doğal afetlerin neden olduğu hasarlar, artan eşitsizliklere bağlı olarak bozulan kamu güvenliği, terörizm ve diğer krizler ile artan toplumsal kaygı ve ve siber saldırılar sonucu hasar artışları gibi kırılganlıklar belirginleşmiştir. Ancak Toplum 5.0'da, yeni ve çeşitlendirilmiş bir sosyal altyapı oluşturularak esneklik ve toparlanma yeteneği artırılacak ve sürdürülebilir kalkınma mümkün olacaktır. Bu insanları kaygıdan kurtaracak ve güven içinde yaşayabilmelerini sağlayacaktır. Fiziksel ve dijital terörizm, afetler ve siber saldırılara karşı dayanıklılık artırılacak, işsizlik ve yoksullukla mücadeleye yönelik güvenlik ağları güçlendirilecektir. İnsanlar konumdan bağımsız olarak yüksek düzeyde bir tıbbi bakıma erişebilir olacaktır. Herkesin gönül rahatlığıyla yaşayabileceği ve zorlukların üstesinden gelebileceği bir toplum oluşturulacaktır.
- İnsanlar Toplum 3.0 ve Toplum 4.0'da, çevresel etkiye ve kitlesel kaynak tüketimine dayanan modellere bağlıydılar. Ancak Toplum 5.0 ile birlikte veri kullanımı enerji verimliliğini ve merkezi olmayan yönetimi destekledikçe, şebekeden ayrılabilme ve geleneksel enerji ağlarına bağımlı olmaktan kurtulma seçenekleri ortaya çıkıyor. Su temini ve atık yönetimi de teknolojik ve sistemsel açıdan gelişerek, insanların sürdürülebilir bir yaşam sürmelerine olanak tanıyacak. Bu ilerlemeler büyük şehirler ile sınırlı kalmayıp, doğaya uyumlu yaşam seçeneklerini farklı bölgelere taşıyor. Ek olarak, paylaşım ekonomisinin yaygınlaşması ve izlenebilirlik ile çevre ve sağlık açısından daha iyi olan gıdalara gösterilecek talep, gıda israfının belirgin olarak azalmasına katkıda bulunacaktır (Keidanren, 2018).

Toplum 5.0



Şekil 1.11. Toplum 5.0'in Doğası (Keidanren, 2018'den aktaran Büyükbingöl ve Işıklı, 2020)

Toplum 5.0'in ayırt edici özelliği teknolojinin insan ve doğa için kullanılmasıdır. Toplum 5.0 ile toplumun çıkarları ve doğanın sürdürülebilirliği üzerinde odaklanılır (Bölükbaşı, 2021).

Toplum 5.0'da Endüstri 4.0 ile gelen teknolojik dönüşüme uyum sağlarken diğer taraftan teknolojik yeniliklerin insanlık yararına nasıl kullanılacağına dair yeni modeller geliştirmeli ve proaktif bir yaklaşım sergilenmelidir (Akın, Akyol ve Dalkılıç, 2021).

Bireyler günümüzde internet aracılığı ile eriştiği veri tabanlarında bilgi arayıp bu bilgileri analiz ederken Toplum 5.0 ile birlikte yapay zeka bu verileri hızlı bir şekilde analiz edip fiziksel alana geri bildirim olarak ileterek çözüm sunacaktır. Toplum 5.0 dönüşümü ile insan merkezli dünya, teknoloji merkezli dünyanın yerini alacak ve toplumsal sorunlara insan odaklı ve yenilikçi çözümler sunulacaktır (http-24).

Toplum 5.0'da nesneler çevrimiçi etkileşimde bulunarak günlük yaşamı kolaylaştıracak işlevleri yerine getirebilirler. Örnek olarak nesnelerin interneti (IoT) ile entegre edilmiş bir buzdolabı tükenen ürünleri tedarik ihtiyacında markete sipariş verebilir. Başka bir örnekte kişi aracına bindiğinde eve varış süresinin hesaplanması ile evdeki akıllı nesneler ile iletişim kurularak ortam ısıtması veya soğutması ayarlanabilir, kahve makinesi veya mikrodalga fırın gibi cihazlar çalıştırılabilir. Böylece bireyler farklı bir deneyim ile zamanlarını etkin bir şekilde yönetebilir (Okan Gökten, 2018).

Toplum 5.0 bazı diğer alanlarda da önemli kazanımlar sağlayabilir. Eğitim alanında dijital araçların ve sanal gerçeklik teknolojisinin entegrasi eğitim deneyimlerini geliştirebilirken, Tarım sektöründe tarım verimliliği ve sürdürülebilir uygulamalar ileri tarım robotları, akıllı sensörler, veri analitiği entegrasyonu ile gerçekleştirilebilir. Akıllı şehir teknolojileri entegrasyonu ile şehir planlaması ve ulaşımında trafik akışı ve enerji tüketiminde iyileştirme sağlanabilir. Kişiselleştirilmiş alışveriş ve yapay zeka destekli müşteri hizmetleri teknolojisi ile şirketler müşteri memnuniyetini artıralabilir ve sadık müşteri profili oluşturabilirler (http-25)

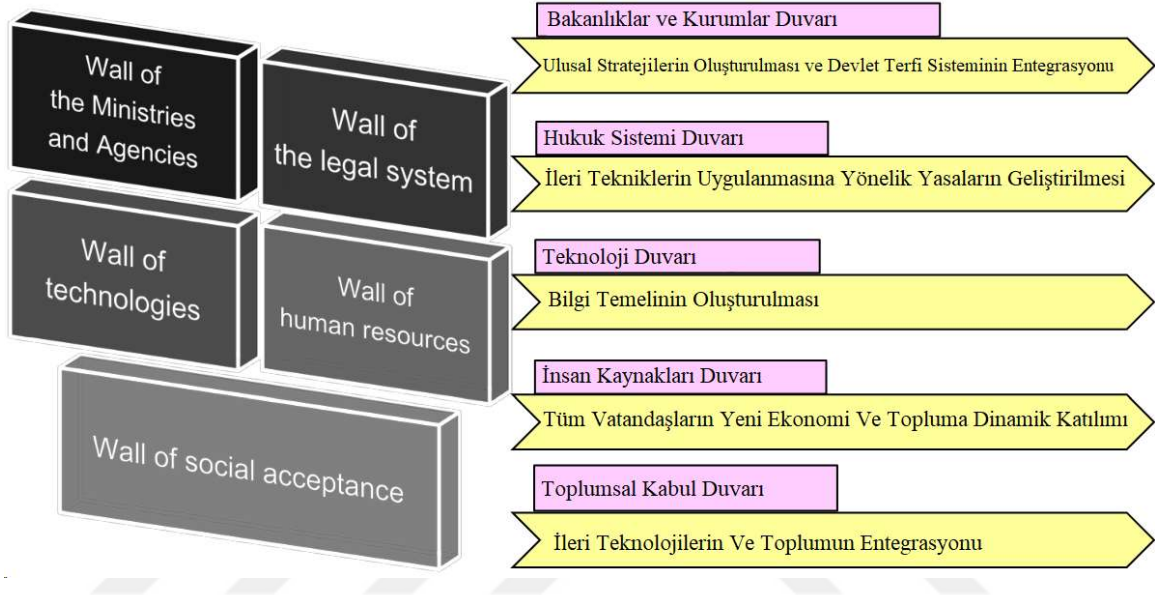
Dijital teknolojilerin insan yaşamının tüm yönlerine etkisine dayanan bir dönüşüm stratejisi olan Toplum 5.0 için teknolojik yenilikler toplum yararına yönlendirilmelidir. Aksi takdirde ekonomik ve sosyal bozulmaları beraberinde getirecektir. Toplum 5.0 için başarı sistem gelişiminin sinerjisine, iş dünyası, kamu yöneticileri, üniversite ve sosyal enstitüleri gibi paydaşların sosyal ve ekonomik sorunlara dair çözüm getirilmesindeki işbirliği ve koordinasyonlarına bağlıdır (Bryndin, 2018).

Dijital dönüşüm destekli olarak insanlar ve robotlar arasında gelişen işbirliği ile fiziksel güç gerektiren işlerde robotlar öne çıkarken insanlar yönetim, kontrol, takip fonksiyonlarında yer bulmaktadır. Böylece iş ve zaman yönetiminin daha verimli hale gelmesi beklentisi vardır. Bu durum yeni iş fırsatları, yeni istihdam alanlarının açılmasının yanında bazı sektörlerde istihdam kayıpları endişesini de getirmektedir. Lojistik sektörü çalışanları, üretim firmalarında mavi yakalı çalışanlarının bu durumdan en fazla etkilenebilecek kesim olduğu öngörülmüştür. Ayrıca Dünya Ekonomi Forumu (World Economic Forum) tarafından bazı sektörlerde uzaktan veya esnek çalışma modeline geçişin artabileceği bildirilmektedir (Okan Gökten, 2018).

Dijital dönüşümün beraberinde getirdiği zorluklar arasında veri gizliliği ile ilgili endişeler, büyük verinin kullanım şekli, yapay zekâ ile ilgili etik sorunlar, iş kayıpları ve otonom silahların oluşturabilecekleri riskler bulunmaktadır. Toplum 5.0 ise teknolojinin bu zararlı etkilerinin arındırılmış veya minimize edilmiş halde toplum faydasına sunulduğu, merkeze insanı alan toplumsal dönüşüm vaat etmektedir. Bu entegrasyon yaklaşımı ile üretim ve sanayi sektörlerinin yanında toplumsal kalkınma gözetilerek sosyal politikaları için de yeni bir yol haritası sunulacaktır (Yacan, 2021).

Japonya İş Federasyonu Keidanren, Japonya'nın yaşlanan nüfus, doğal afetler ve çevre kirliliği gibi karşılaştığı zorluklar ile mücadele etmesi ve başa çıkabilmesi için

dijital teknolojilerden destek alarak bakanlıklar ve kurumlar duvarı, hukuk sistemi duvarı, teknoloji duvarı, insan kaynakları duvarı ve toplumsal kabul duvarının yıkılmasını gerektiğini raporunda belirtmektedir. Keidanren, Toplum 5.0'a geçişte aşılması gereken 5 duvar tanımlaması ile Toplum 5.0'ın sadece endüstriyi değil vatandaşlar, hükümetler, akademi vb. dahil olmak üzere tüm paydaşları ilgilendirdiğini belirtmektedir (http-26).



Şekil 1.12. Beş Duvar'ın Atılımı (Keidanren, 2016)

1.2.3. Endüstri 5.0 (toplum 5.0) 'da kullanılan teknolojiler

Toplum 5.0'da insanlar, Endüstri 4.0 döneminin aksine işlemleri gerçekleştiren değil, teknolojik sistemler ile elde edilen verileri analiz ederek öneri ve çözüm sunan konumundadır. Merkeze insanı koyan yaklaşımı ile Toplum 5.0 sanal ve fiziksel dünyalar arasında gelişmiş bir bağlantı sağlar. Kullandığı teknolojileri insanların hizmetine sunarak insanların yaşamlarını daha verimli, daha kaliteli hale getirmeyi, iş süreçlerine entegre olmalarını ve toplum refahını iyileştirmeyi hedefler.

Endüstri 5.0'ı tanımlayan ve biçimlendiren teknolojiler şunlardır:

- **Nesnelerin İnterneti (IoT)**

Fiziksel makine ve cihazların internet aracılığı ile iletişim kurmasını ve veri paylaşmasını sağlayan teknolojidir. IoT cihazlarının gömülü sensörler ile çevreden verileri IoT ağına veya buluta gönderilerek analiz edilebilir veya paylaşılabilir. Bu verilerden karar almak için Büyük Veri kullanılır. Endüstride ve günlük yaşamda bir çok alanda

kullanılan IoT, üretim süreç analizleri, kişiselleştirilmiş ürünler, sağlık sektörü, enerji yönetimi, akıllı ev teknolojileri ve şehir planlaması gibi çeşitli alanlarda uygulama alanlarına sahiptir. Ayrıca malzeme ve ürünlerin tedarik zinciri sürecinde izlenilmesini ve yönetilmesini sağlayarak stok yönetimine yardımcı olabilir.

- **Büyük Veri (Big Data)**

Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi teknolojilerin ürettiği ve topladığı büyük miktardaki veriyi ifade eder. Toplum 5.0 yaklaşımında büyük verilerin analizi sonucu elde edilen anlamlı bilgiler ile trendlerin belirlenmesi, insan davranışlarını anlamak, hataların önceden tespit edilmesi mümkündür. İnsanların yaşam kalitesini artıracak uygulamaların ortaya çıkmasına, müşteri memnuniyetinin artmasına, işletmelerin daha rekabetçi olmasına katkı sağlanır.

- **Yapay Zeka (AI)**

Yapay Zeka (AI), Toplum 5.0 için önemli bir rol oynamaktadır. İnsan zekasını taklit eden, kendini iyileştirebilen ve karmaşık görevleri yerine getirmek için tasarlanmış bir teknolojidir. Toplum 5.0'da sağlık sektöründe teşhis ve hasta izleme, ulaşımda trafik sistemleri ve sürücüsüz araçlarda, eğitimde performans izleme ve güvenlik alanında kullanılan önemli bir araçtır.

- **Robotik**

Robotik teknolojisi, tasarlanmış akıllı makine geliştirilmesi ile insan yaşamını kolaylaştırmak ve iş süreçlerini optimize etmeyi hedefler. Böylece insanların iş yükünü azaltıp, tekrarlayıcı görevleri veya tehlikeli görevleri üstlenebilir. Ürün montaj, taşıma, kaynak yapma, cerrahi operasyonlar, sulama vb birçok alanda kullanılabilir. İnsanlar için daha güvenli ve sürdürülebilir bir çalışma ortamı sağlanabilir.

- **Kablosuz Sensör Ağı**

Çevrenin çeşitli fiziksel özelliklerini izlemek ve kaydetmek için kullanılan dağıtılmış bir sensör grubu olan kablosuz sensör ağı sıcaklık, ses seviyesi, hava kirliliği seviyesi, nem, rüzgar hızı vb ölçülmesini sağlar. Gerçek zamanlı veri alınmasını sağlayarak çevreye dair daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olur ve sürdürülebilirliği destekler (http-27).

1.2.4. Endüstri 5.0 (toplum 5.0)'ın hedefleri

Toplum 5.0'da amaç, her bireyin her zaman ve her yerde, güven içerisinde doğayla uyum içinde yaşayarak, kısıtlama olmaksızın değer sağlayabileceği toplumu oluşturmaktır. Bu şekilde, toplumun refahı artacak ve bireylerin yaşam kalitesi iyileşecektir (Keidanren, 2018).

Toplum 5.0'ın hedefinde siber dünya ve gerçek dünya arasında entegrasyon sağlayarak insan merkezli toplum ortaya çıkarmak vardır. Bu entegrasyon ile ekonomik kalkınma ve toplumsal bir takım zorluklara çözüm sağlanır (Harayama, 2017).

İnsan ve akıllı sistemler arasında iş birliğini hedefleyen Toplum 5.0, dijital dönüşüm döneminde yol gösterici konumundadır. Toplum 5.0, akıllı teknolojiyi öne çıkaran Endüstri 4.0'dan farklı olarak bu dönüşümü insan faktörü ile birleştirerek verimli üretim süreçleri, insan odaklı ve sürdürülebilir çözümler hedeflenir (Samsun, 2019).

Bireyler ileri yeteneklere ulaştıkça, Toplum 4.0 döneminde aşılamayan çeşitli kısıtlamalardan Toplum 5.0'da kurtulacak ve farklı yaşam tarzları ile topluma katkı sağlama özgürlüğü elde edecekler (Keidanren, 2018).

Japonya tarafından büyüme ve kalkınma stratejisi olarak ortaya koyulan Toplum 5.0'ın hayata geçirilmesi ve büyümenin sağlanması için özellikle yapay zeka(AI), nesnelerin interneti (IoT), büyük veri (Big Data) ve robotik gibi Endüstri 4.0'ın bileşenlerinin endüstriyel ve sosyal alanlarda entegrasyonu önem arz etmektedir. Bu kapsamda Japonya aşağıdaki beş stratejik alanı odak noktası olarak belirlenmiştir:

1. Sağlıklı yaşam süresinin uzatılması
2. Hareketlilik (mobility) devriminin gerçekleştirilmesi
3. Yeni nesil tedarik zincirinin oluşturulması
4. Altyapının geliştirilmesi
5. Finansal teknolojinin (FinTech) geliştirilmesi (Japonya Başbakanlık Ofisi, 2017).

Teknolojinin insan ve doğa için kullanılması anlayışı ile Toplum 5.0'ın getireceği değişimden etkilenecek bazı sektörler arasında şunlar bulunmaktadır:

Sağlık Sektörü

Japonya'nın hızla yaşlanan nüfusu sağlık harcamalarının artmasına ve taleplerin karşılanmasının zorlaşmasına yol açmaktadır. Toplum 5.0 sağlık sektörü için bazı dönüşümleri beraberinde getirecek, sağlık hizmetlerini erişilebilir ve sürdürülebilir

kılacaktır. Check-up, tedavi geçmişi verileri ve bakım kayıtları arasındaki bağlantı ile bilgi paylaşımı sağlanarak hasta bakımını koordineli hale getirilir. Hastaların durumlarının uzaktan izlemesi yaşlılar için önemli bir destek sağlayıp ve hastane ziyaret sıklığını azaltır. Yine bakım tesislerinde yapay zeka ve robot kullanımı bireylerin aktiviteleri, sosyal etkileşimleri ve sağlık durumlarının izlenmesinde destekleyici rol oynayacaktır.

Mobilite

Nüfustaki düşüş ile çoğalan kırsal alanlardaki toplu ulaşım erişiminin sınırlı olması ulaşım zorluklarını beraberinde getirmektedir. Bu ulaşım sorunları kırsal alanda yaşayanların temel ihtiyaçlarını karşılamasını da zorlaştırmaktadır. E-ticaret ve kargo şirketleri de sürücü yetersizliği ile bundan etkilenmektedir. Bu problemlere yönelik olarak sürücüsüz araçlar kırsal alan sakinleri için seyahatı kolaylaştırırken, dağıtım ve lojistik için drone kullanımı teslimatı kolaylaştırarak dağıtım elemanlarının az oluşunu sorun olmaktan çıkarır. Bu modeller ile kırsal alandaki yaşam kalitesi artacak, mobilite sürdürülebilir ve erişilebilir hale gelecektir.

Altyapı

Japonya’da gerçekleşen hızlı ekonomik büyüme sürecinde alt yapı bozulmaları ve nitelikli işgücü sorunları bakım maliyetlerinde artışa yol açtı. Bu sorunlarda sensörler ve yapay zeka teknolojileri kullanılarak altyapıdaki arızaların erken tespiti ile hızlı müdahale sağlanabilir. Beklenmeyen arızaların önüne geçilmesi ve düzenli denetimler ile kesintiye uğramayan bir süreçte onarım için harcanan süre azalacak ve uzun vadede maliyet iyileştirmesi sağlanacaktır.

Finansal Teknoloji

Parasal işlemlerin hala nakit olarak gerçekleştirilmesi, banka işlemlerinin zaman alıcı ve zahmetli oluşu, finans kurumları bilgi teknolojisinin yavaş gelişimi ve kısıtlı oluşu beraberinde finansal işlemlerin hızını azaltmakta, güvenlik açıklarına yol açmakta, ek maliyetler doğurmaktadır. Nakit kullanımını azaltarak elektronik ödemeye teşvik etmek ve blockchain teknolojisinin kullanımı ile güvenli bir biçimde zaman ve maliyet tasarrufu bu sorunların çözümüne katkı sağlayabilir (http-24).

Japonya Bilim ve Teknoloji Ajansı’nın (JST) Toplum için Bilim ve Teknoloji Araştırma Enstitüsü (RISTEX) direktörlüğü olan Prof. Dr. Tateo Arimoto, Endüstri

4.0'ın endüstriyel rekabet ve etkinliklere dayanmasına karşın, Toplum 5.0 daha geniş bir yaklaşımla odağına insanı alarak sosyal refah ve bireylerin mutluluğunu hedeflediğini belirtmektedir. Bununla beraber Birleşmiş Milletler'e ait sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin toplumu merkeze alan yaklaşımları ortaya çıkardığını belirterek Japonya'da endüstrileşme ve insan doğası arasında denge sağlanması gerekliliğine rehberlik ettiğini belirtir (Baykal, 2018).

Toplum 5.0 için önemli bir rehberlik sağlayan, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri olarak tanımlanan 17 hedef bulunmaktadır. Bunlar arasında açlık ve yoksulluk ile mücadele, nitelikli eğitim, sağlıklı yaşam, erişilebilir ve temiz enerji, temiz içme suyunun sağlanması ve eşitsizliklerin giderilmesi gibi geleceğin inşasına yönelik başlıklar bulunur. Birleşmiş Milletler, toplum genelinde sorunlara bölgesel olarak odaklanarak ardından küresel çapta yaklaşım benimsemektedir. Japonya 'da Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında geleceğin şehirleri olarak bu hedeflerin uygulanacağı 29 şehir belirlenmiştir (Öztürk ve Ateş, 2021).



Şekil 1.13. BM 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (<http-28>)

Sürdürülebilirlik ve Endüstri 4.0, endüstriyel dönüşümü oluşturan ve etkileşim içinde olan kavramlardır. Sürdürülebilirlik, her geçen gün daha fazla önem ifade eden, acil eylem planları gerektiren bir başlıktır. Sürdürülebilirlik kavramı üzerine odaklanmak ve adımlar atmak gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek için önem arz etmektedir.

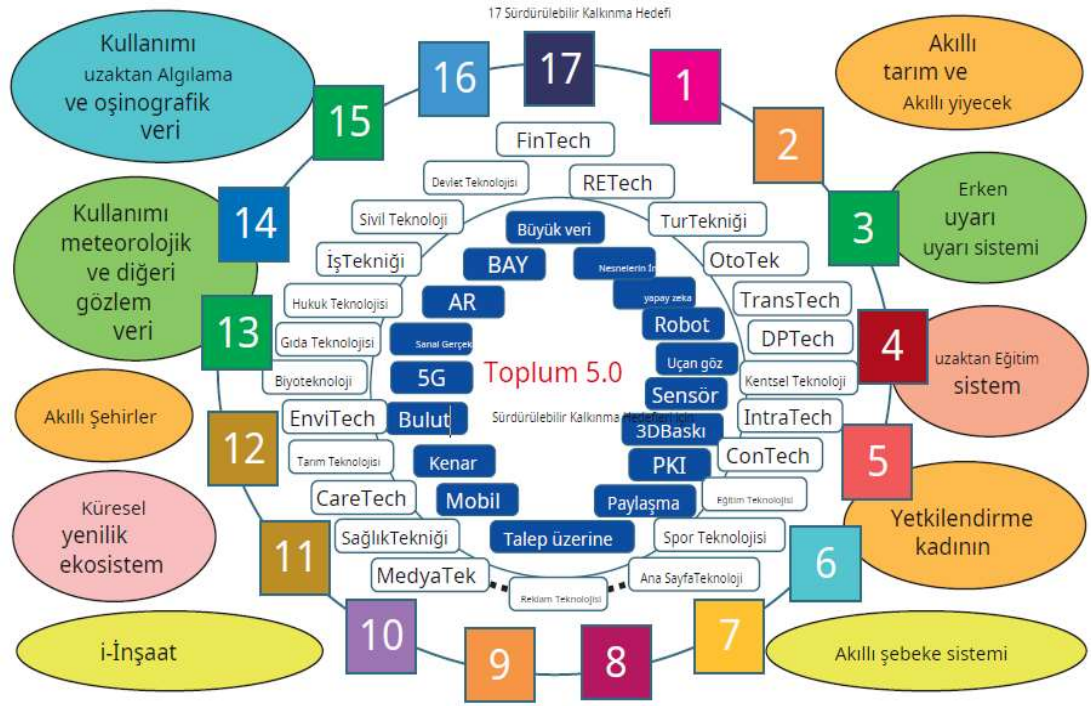
Sürdürülebilirlik anlayışı sadece çevresel sürdürülebilirlik ile sınırlı tutulmamalı, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik ile desteklenerek bütüncül bir yapı olarak ele alınmalıdır. Bunlardan birinin eksikliği diğer alanlarda dengesizliklere sebep olabilir.

Avrupa endüstrisinin büyük ölçekte rekabet, küreselleşme, hızlı teknolojik değişimler ve çevresel kaygılar gibi karşılaştığı sorunlar bulunmaktadır.

Üretim ve ilgili endüstrilerin dijital dönüşümünü ifade eden Endüstri 4.0, nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka, akıllı fabrikalar, sanal ve artırılmış gerçeklik vb. teknolojik bileşenleri ile fabrikaların esnek çalışmasını ve üretim süreçlerinin verimliliğini sağlar. Endüstri 4.0, daha az insan gücüyle daha fazla otomasyon ile süreçlerin verimli hale gelmesini, yapay zeka ve veri analizi ile daha hızlı karar alınmasını, sensör teknolojisi kullanarak erken hata tespiti ile kaliteyi hedefler.

Endüstri 4.0 için verimlilik ile birlikte üretim artışı ve maliyet azaltmaya yönelirken, toplumsal değerler, sürdürülebilirlik ve çevre gibi başlıklara odaklanmaması eleştirileri mevcuttur. Bu eleştirilere istinaden örnek olarak Endüstri 4.0 bileşenlerinden olan artırılmış ve sanal gerçeklik ve işi insanlarla birlikte paylaşan robot teknolojilerinin sağladığı deneyimler ile daha insan ve değer odaklı işler yapılarak Endüstri 5.0'in uygulanabileceği belirtilmiştir (http-23).

Akıllı bir toplumu ifade eden Toplum 5.0 yaklaşımında sosyal, ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik için çalışan dijital ve bilgi temelli bir toplum oluşturmak amaçlanır. Akıllı şehirler ve toplumlarda merkezinde insan ve sosyal sermayenin yer almasında hedef akıllı şehir alt sistemlerinde gerçek zamanlı etkileşim halinde dijital altyapı ile birlikte bilgi temelli bir ekonomi oluşturmaktır (Harayama, 2017).



Şekil 1.14. Toplum 5.0 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Fukuyama, 2018)

Avrupa Birliği tarafından, Avrupa teknoloji liderleri ile gerçekleştirilen çalıştayda raporlanan Endüstri 5.0 hedeflerine ait bazı maddeler aşağıdaki gibidir (http-23):

- İnsan, çevre ve toplum odaklı bir kavram olan Endüstri 5.0’da teknolojiler toplumu yönlendiren değil toplumsal ve ekolojik değerleri desteklemek için tasarlanmış unsurlardır.
- Endüstri 5.0’da kullanılan teknolojilerin amacı işçileri değiştirmek değil, işçiler ile iş birliği yapmak, onlara destek olmak ve daha güvenli bir çalışma ortamları sağlamak olmalıdır.
- Teknoloji seçiminin sadece teknik veya ekonomik açıdan değil, insana dair değerleri ve ihtiyaçları destekleyen etik bir mantıkla seçilmesi Endüstri 5.0’ın ana fikrini ortaya koyar.
- Ürün ve hizmet üretiminde kullanılan insan-makine arayüzü, yapay zeka ve insan beyni kapasitelerinin birleştirilmesi ve robotik teknolojiler ile müşteri için özelleştirilmiş üretimler sağlanabilir, ekolojik etkiler azaltılabilir, enerji yeterliliği ve döngüsel ekonomi gibi kavramlara imkan tanınarak sürdürülebilirlik sağlanabilir.

- Teknolojiyi yönetme yetenekleri bireyin yeni teknolojilere olan güvenini artıracığı için tedarik zincirlerinde eğitim ve beceri geliştirme önemlidir.

1.2.5. Endüstri 4.0 ile endüstri 5.0 (toplum 5.0)'ın karşılaştırılması

Aralarındaki farklara baktığımızda belirgin olarak Endüstri 4.0'ın fabrika üretkenliği ve verimliliği artırmak için teknoloji odaklı, Toplum 5.0, Endüstri 4.0'dan daha geniş bir bakış açısı ile insan, çevre ve toplum gibi faktörlere odaklı bir yaklaşım ortaya koyduğunu görmekteyiz. Ayrıca insan merkezli, çevresel odaklı, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (ESG) odaklı ve COVID-19 Pandemi sonrası değişim ana hatları ile de Endüstri 4.0'dan önemli ölçüde farklılık göstermektedir (http-23).

Dijital dönüşümü ifade eden Endüstri 4.0 ve insan merkezli süper akıllı toplumu ifade eden Toplum 5.0'ı birbirinden ayıran özelliklere baktığımızda;

- Endüstri 4.0 süreçte dijital teknolojileri kullanarak üretim sürecinde işin nasıl yapılacağına odaklanırken, Endüstri 5.0'da ise insan merkezli bir yaklaşım ile yapılmakta olan işin verimli hale getirilmesi insan – saat ilişkisi bağlamında ön plandadır.
- Endüstri 4.0 insan müdahalesine ihtiyaç duyulmaksızın otomasyona odaklanırken, Endüstri 5.0'da sahip olunan insan kaynaklarına ait yetenek ve deneyimlerin akıllı makineler ve diğer teknolojiler ile entegre edilerek sürecin optimize edilmesine odaklanılır.
- Endüstri 4.0'da otomasyon ve dijitalleşme kapsamında veriler bilgisayar sistemlerine aktarılırken buna karşın Endüstri 5.0'da akıllı makineler ile iş yapılması insan avantajına olacak şekilde organize edilir (http-10).

Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 farklı endüstriyel dönüşümü aşamalarını temsil ederken temelde önemli farklılıklar göstermektedir. Dijitalleşme ve otomasyonun öne çıktığı Endüstri 4.0, kendisini oluşturan bileşenler ile makine üretkenliği artışını ön planda tutup insan faktörü iş gücü olarak ele alır. Buna karşın Toplum 5.0 ise insan yaratıcılığı ve duygusal zekasının teknoloji ile iş birliğine, bu iş birliği ile sürdürülebilir olarak üretkenliği artırmayı hedefler.

Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 arasındaki farklara baktığımızda insan-robot işbirliği, esneklik ve üretimdeki değişim, iş süreçlerindeki entegrasyon gibi başlıklar öne çıkmaktadır. İnsan-Robot işbirliğinde otomasyon ve robotlar Endüstri 4.0'da bağımsız çalışırken, Endüstri 5.0'de insan-robot işbirliği öne çıkmaktadır. Örnek olarak tekrar eden

görevleri robotlar üstlenirken, insan karar alma sürecinde rol oynayabilmektedir. Böylece insanlar ve robotlar bu işbirliği ile birbirlerini güçlendirmiş olurlar.

Esneklik ve adaptasyon yeteneğinde Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 farklı iki yaklaşım sergilemektedir. Endüstri 4.0'ın süreçte belirlenmiş işlemlere odaklanmasına karşın Toplum 5.0 daha esnek ve adapte olabilir bir model sunmaktadır. Bu sayede insan yetenekleri ve teknoloji bir araya gelerek işletmeler için süreç içerisinde değişen koşullara hızlı bir şekilde adapte olmayı kolaylaştırır.

Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 arasında öne çıkan farklardan biri de üretimdeki değişimdir. Endüstri 4.0'da genellikle büyük ölçekli ve seri üretim vurgusu yapılırken, Endüstri 5.0'da daha esnek ve kişiselleştirilmiş üretim yaklaşımı vurgulanır . Bu yaklaşım ile üretim verimliliği artırılabilir ve talep değişikliğine hızlıca yanıt verilebilir.

İş süreçlerindeki entegrasyon farkına baktığımızda Endüstri 4.0'ı oluşturan bileşen ve dijital teknolojiler üretkenlik ve verimliliği artıran, iş süreçlerini destekleyen bir araçtır. Ve insanlar ile etkileşimi azdır. Toplum 5.0'da ise farklı olarak bu teknolojiler insanlarla entegredir. İnsan ve teknolojinin iş birliği söz konusudur ve daha sürdürülebilir bir yaklaşımdır (http-25).

İKİNCİ BÖLÜM

2. SATIN ALMA DEPARTMANI VE ÖNEMİ

2.1.Satın almanın Temel Kavramları

2.1.1. Satın almanın tanımı

İşletmelerin rekabet avantajı elde etmeleri, doğru bir satın alma stratejisi işletmelerin rekabet avantajı elde etmeleri ve başarılarının sürdürülebilir olması için kritik bir rol oynamaktadır. Etkin bir tedarik zincirinin önemli bir bileşeni olarak, maliyetlerin azaltılmasında ve operasyonel etkinliklerin artırılmasında yardımcı olan, katma değer iş yaratan satın alma fonksiyonunun işletmeler için önemi her geçen gün giderek artmaktadır.

Satın alma, çeşitli disiplinlerde farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. Bu tanımlar, satın alma sürecinin önemini vurgulayan farklı yönleri öne çıkarabilmektedir.

Literatürde, farklı kaynaklarda bulunan satın alma tanımlarından bazıları:

“Satın almanın gerçek amaç ve hedefini yansıtan tanım ise; satın alma, bir ürün veya hizmetin optimum parametrelerle ticari şartlarının belirlenme sürecidir (Beker, 2019)”.

Satın alma süreci, tedarik zincirinin bir bileşeni, örgütsel bir fonksiyon olarak gerçekleştirilen bir süreçtir. Gereksinimlerin uygun şekilde, doğru zaman, doğru kalite, doğru miktar ve doğru maliyetle temin edilmesini sağlar. Bununla beraber tedarikçilerin etkin bir şekilde yönetilmesinden de sorumludur. Böylece satın alma fonksiyonu işletmenin genel stratejisine katkıda bulunarak, rekabet avantajını güçlendirebilir (Lysons ve Farrington, 2006’dan aktaran Erdal, 2014).

Satın alma, kiralama veya diğer kanuni yollarla tekrar satma ya da üretimde kullanma amacıyla araç gereçler, esas parçalar, tedarikçiler ve hizmetlerin elde edilmesi fonksiyonudur. Standartlarla tarif edilebilen, alımı sürekli yapılabilen, maliyeti hesaplanabilen; işletmelerin günlük devamlılığını sağlayan mal ve hizmetlerin, işletmenin akışı kesilmeden, olası en iyi kalitede, olası en iyi fiyat ve ödeme şekliyle en uygun zaman ve miktarlarda temin edilmesi “satın alma” faaliyetidir (M.E.B, 2011).

Satın alma fonksiyonu, gereksinim duyulan mal ve hizmetlerin belirlenmesi sürecinden başlayarak, bu satın alma sürecinin takibi ve değerlendirilmesine kadar uzanan bir dizi faaliyetleri içerir. Bu aşamada tedarikçi seçimi, müzakereler ve sözleşmeler,

sipariş oluşturma ve takibi, tedarikçi performans değerlendirilmesi gibi fonksiyonlar satın alma sürecinin önemli parçalarını oluşturmaktadır (şahin, 2004).

Bir organizasyonun faaliyetlerini sürdürmek için neyin, ne zaman ve ne kadar satın alınacağına karar veren ve gerekli olanın zamanında, belirtilen miktar ve kalitede alınmasını sağlayan sistematik bir süreçtir. Satın alma yönetimi sürecinde optimum malzeme akışını elde etmek için gerekli olan yönetsel kararlar, tedarikçi yönetimi, geliştirme ve entegrasyon ile firma satın alma performansının optimizasyonunu içermektedir (Gundlach vd., 2006).

Malzeme yönetiminin önemli bir işlevi olarak satınalma, herhangi bir endüstride için gerekli ekipman ve malzemelerin, aletlerin, parçaların, hizmetlerin vb. temin edilmesini ifade eder.

Satın alma fonksiyonunun önemi küçük ve büyük işletmeler arasında değişmektedir. Küçük işletmelerde, satın alma genellikle işletme müdürü tarafından gerçekleştirilir. sınırlı finansal kaynaklara sahip olunması nedeni ile de bu sürecinin doğru yönetilmesi ve planlanması önemlidir. Büyük işletmelerinde ise daha karmaşık tedarik zincirlerine sahip olunması nedeni ile bu süreç genellikle ayrı bir departman tarafından yönetilir. Bu departman ile uzmanlık gerektiren satın alma süreçleri etkin bir şekilde yönetilmektedir. Satın alma departmanı, sipariş vererek süreci başlatması ile şirketin finansmanının önemli kısmını üstlenerek işletmenin nakit akışı pozisyonunu etkileyen önemli bir rol üstlenir. Bununla beraber, satın alma departmanı şirketin bir temsilcisidir ve tedarikçileri ile olan ilişkileri şirketin halka ilişkileri çalışmalarında şirketin imajını güçlendirebilir ve itibarını zedeleyebilir (Kumar ve Suresh, 2008).

2.1.2. Satın alma fonksiyonunun tarihsel gelişimi

Tarihsel bir geçmişe sahip olan satın alma fonksiyonunun modern biçimini almaya başlaması büyük ölçüde 1850'li yıllara dayanır. Endüstriyel büyümeler ile birlikte satın alma fonksiyonu da belirgin hale gelmeye başlamıştır. Satınalmanın tarihsel gelişimini yedi dönemde analiz edilebilir (Beker, 2019).

Birinci Dönem: İlk Yıllar (1850–1900)

Satın alma tarihinin ilk yılları 1850'den sonra tanımlanmaktadır. Satın alma fonksiyonuna kavram olarak bu tarihten önce de değinilmiştir. 1832'de Charles Babbage'ın makine ve imalatçı ekonomisi konusunda yazdığı kitabında satın alma

fonksiyonunun önemine değindi. Babbage madenlerin işletilmesinden sorumlu bir memur için 'gerekli malzemeleri satın alan bir malzeme adamı' ifadesinde bulundu (Lysons ve Farrington 2016).

1850 yılı Amerika Birleşik Devletleri'ndeki demiryolu sistemleri gelişimi satın alma fonksiyonu için başlangıç bir dönem olarak kabul edilir. Demiryolları ürünlerinin taşınması için bu dönem önemlidir. Özellikle 1866'da Pensilvanya Demiryolu tarafından "tedarik" için bir birim oluşturulmuş ve yöneticisi şirket yönetimine doğrudan rapor vermekeydi. Aynı zamanda "The Handling of Railway Supplies - Their Purchase and Disposition" isimli kitap bu dönem Chicago ve Kuzeybatı Demiryolu muhasebecisi tarafından yazılmıştır (Beker, 2019).

İkinci Dönem: Satın Alma Temellerinin Geliştirilmesi (1900–1939)

Satın alma gelişimi ikinci dönemi yirminci yüzyılın başlarında başlayıp İkinci Dünya Savaşı'nın başlangıcına kadar sürdü. Demiryolu ile birlikte satınalma sürecine dair bilgiler dergilerde paylaşılmış ve mühendislik dergilerinde nitelikli satınalma personeline olan gereksinim işlenmiştir. "The Book on Buying" adlı kitap satın alma ile ilgili ikinci kaynak olarak 1905 yılında yayımlanmıştır. Satın alma fonksiyonu, Birinci Dünya Savaşı sırasında savaş malzemelerine olan talep nedeniyle önem kazanmıştır (Beker, 2019).

Üçüncü Dönem: Savaş Yılları (1940–1946)

İkinci Dünya Savaşı ile birlikte tedarik süreci gelişiminde yeni bir dönem başladı. Savaşın başlamasıyla birlikte ortaya çıkan kıtlık nedeni ile birlikte birçok ülkede gıda, yakıt, ilaç vb gibi temel ihtiyaç maddelerine ulaşabilmek zorlaştı. Bu süreçte satın alma fonksiyonu stratejik bir önem kazandı. Bu önem kazanmanın yansıması olarak 1933 yılında sadece dokuz kolejde verilen satın alma dersleri, 1945 yılında kırk dokuz kolejde verilmeye başlanmıştır. Yine bu dönem Ulusal Satınalma Temsilcileri Derneği üyelerinin sayısı 1934'te 3400 iken bu sayı 1945'te 9400'e yükselmiştir (Beker, 2019).

Dördüncü Dönem: Sessiz Yıllar (1947 – 1960'ların ortası)

İkinci Dünya Savaşı sırasında artan tedarik bilinci, savaş sonrası döneme aktarılmadı. Satın alma uzmanı John A. Hill bu durumu ifade ederken firmalar açısından satın alma faaliyetlerinin kaçınılmaz bir maliyet olarak görüldüğünü ve Amerikan endüstrisinin büyüklüğüne karşın satın alma fonksiyonunun hak ettiği değeri görmediğini belirtmiştir. Bu dönemde çeşitli şirketlerin satın alma kararlarına ait veri analizi için personel görevlendirdiği uygulamalarına ait makaleler yayınlanmaya başladı. Ford Motor

Company, kısa vadeli ürün bilgilerini sağlamak amacı ile ürün araştırma departmanı kurarak öncü şirketlerden biri olmuştur. Ayrıca, bir satın alma analizi departmanı kurarak alıcılara ürün ve fiyat analizi konusunda yardımcı olmayı amaçlamıştır (Lysons ve Farrington 2016).

Beşinci Dönem: Malzeme Yönetiminin Olgunlaşması (1960'ların ortası - 1970'lerin sonu)

Malzeme yönetimi kavramının tarihsel kökenleri 1800'lere kadar uzanmasına karşın 1960'ların ortalarında büyük bir ivme kazanmıştır. 19. yüzyılın ikinci yarısında, ABD demiryollarında malzeme yönetimi yaklaşımı altında örgütlenme oldukça yaygındı. Tedarik, stok kontrolü, teslim alma, depolama gibi ilişkili işlevler genellikle tek bir kişinin yetkisi altındaydı.

Satın alma davranışı bu dönemde önemli ölçüde dikkat çekiciydi. Tedarik yöneticileri, rekabetçi teklif fiyatlandırması ile çoklu kaynak kullanımı üzerinde durmuştur. Ve tedarikçilerini nadiren katma değerli bir ortak olarak görerek onlarla işbirliği içinde bulundular. Alıcılar, tedarikçilerle mesafeli ilişkiler sürdürürken fiyat rekabeti tedarikçi sözleşmelerini belirleyen en önemli faktör oldu. Son yarım yüzyılda gelişen satın alma stratejileri ve davranışları, 1980'lerin başındaki ekonomik durgunluk ve uluslararası artan rekabetin etkisiyle yetersiz kaldı (Lysons ve Farrington 2016).

Altıncı Dönem: Küresel Dönem (1970'lerin sonu – 1999)

Satın alma fonksiyonunun yapısı ve önemi üzerindeki etkisi ile küresel dönem önceki tarihsel dönemlerden farklı olarak kendini göstermektedir. Bu dönemdeki öne çıkan farklılık rekabetin önceki dönemlere kıyasla daha hızlı ve yoğun yaşanmış olmasıdır. Küresel firmalar, dünya pazarındaki paylarını artırarak Amerikalı şirketlere kıyasla farklı strateji ve yönetim tekniklerine yönelmişlerdir. Yine bu dönemde teknoloji değişimi ve yayılma hızı önceki dönemlere kıyasla üst düzeyde yaşanmış ve ürün yaşam döngüleri kısalmıştır. İnternet ağlarının gelişmesi ile dünya çapındaki satın alma faaliyetlerini koordine edebilme yeteneği edinilmiştir.

Yoğun yaşanan rekabet dönemi ile birlikte tedarik zinciri yönetimi de büyümüştür. Firmalar bu süreçte malzeme, hizmet, fon ve bilgi akışlarını tedarikçilerden son müşterilere kadar koordineli bir şekilde yönetmeye odaklanmıştır. Yöneticiler, tedarik zinciri yönetimini maliyet düşürme ve diğer iyileştirme baskılarını karşılamanın bir yolu olarak değerlendirmeye başladılar (Lysons ve Farrington 2016).

Yedinci Dönem: Entegre Tedarik Zinciri Yönetimi (2000 Yılı Sonrası)

2000 yılı sonrası olarak tanımlanan bu dönemde Tümüleşik Tedarik Zinciri Yönetimi yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşımın öne çıkan özelliği, tedarikçiler ile üreticiler arasındaki ilişkilerin entegre ve daha işbirlikçi hale gelmeye başlamasıdır. Böylece malzeme ve bilginin etkin bir şekilde akması ile iş süreçleri daha verimli hale gelmiştir (Beker, 2019).

Bu yeni döneme ilişkin üç sonuca ulaşmak mümkündür. İlk olarak, modern ekonomik sistemde satın alma fonksiyonunun dünya çapındaki rekabetin, hızla değişen teknoloji ve müşteri beklentilerine göre yeniden şekillendirilmesidir. İkinci olarak, özellikle dünya çapında rekabet ve hızlı değişim ortamında rekabet eden firmalar için satın alma fonksiyonunun genel etkisi artmaktadır. Son olarak, satın alma, müşteri gereksinimleri ile birlikte operasyonlar, lojistik, insan kaynakları, finans, muhasebe, pazarlama ve bilgi sistemleri ile birlikte daha duyarlı ve entegre bir şekilde olmaya devam etmelidir. Bu değişim süreci zaman alacak olsa da artık kaçınılmaz olduğu kabul edilmektedir (Lysons ve Farrington 2016).

Satın almanın sekizinci dönemi ise son yıllarda başlayan dijital dönüşümü içerecektir. Bu yeni dönem, satın alma fonksiyonu dijitalleşmenin de etkisiyle dönüşerek Toplum 5.0 ve Satın almacı 5.0 kavramlarına kadar ilerleyecektir (Beker, 2019).

2.1.3. Satın alma fonksiyonunun özellikleri

Satın alma süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilerek üretim faaliyetlerinde başarılı sonuçlar elde edilmesi doğru kalite ve miktarda, doğru kaynaktan, doğru zamanda ve doğru fiyattan hammadde tedarik edilişine bağlıdır. Bu parametreler satın almanın temel ilkeleri olarak tanımlanmaktadır. Doğru sözleşme şartları, doğru malzeme, doğru yer, doğru taşıma şekli ve doğru tutum gibi diğer önemli parametreler de satın alma süreçleri için dikkate alınır.

Satın almanın on doğrusu olarak da bilinen parametreler şu şekilde sıralanabilir (Kumar ve Suresh, 2008):

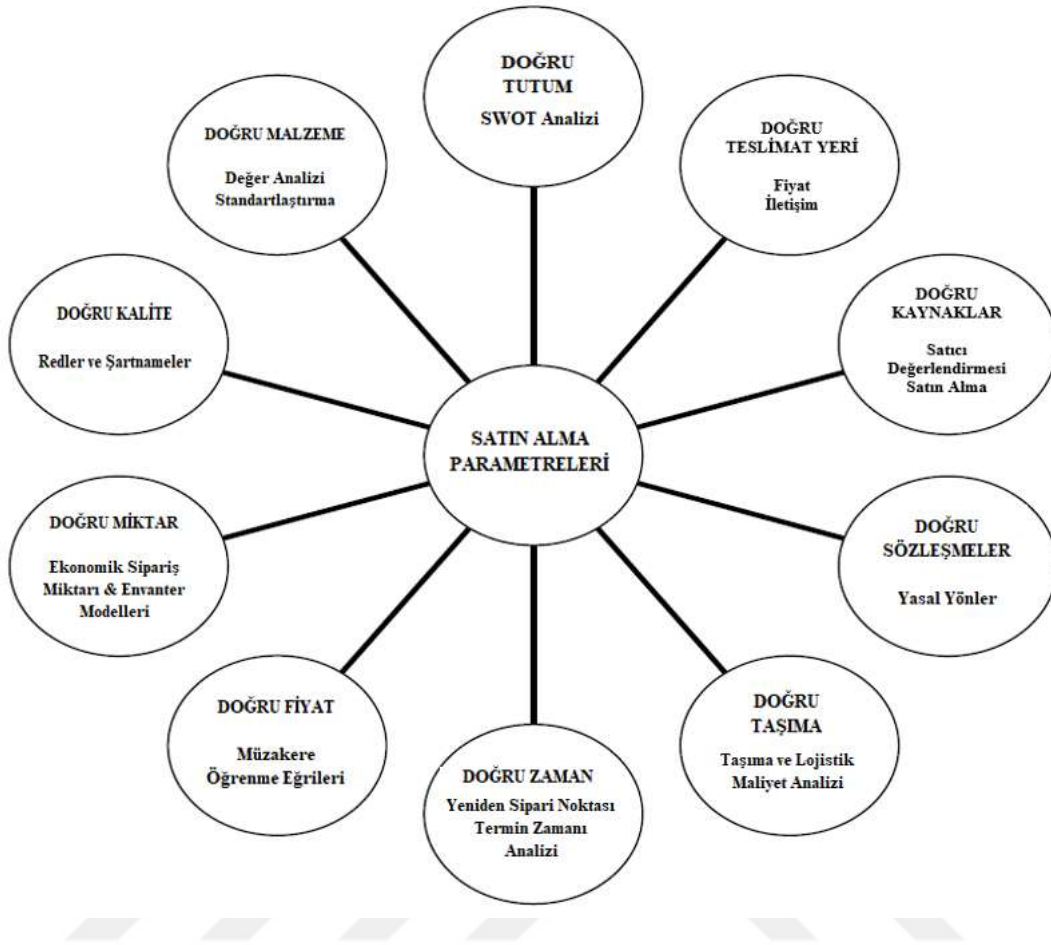
- **Doğru Fiyat:** Bir ürün için doğru fiyatı belirlemek işletmelerin temel kaygısıdır ve genel olarak ürünün maliyet yapısı dikkate alarak yapılır. Bununla birlikte doğru fiyat en düşük fiyat demek değildir. Fiyatın acele satın alma ile değil uygun

planlama ile düşük tutulması önemlidir. Fiyat pazarlığı da doğru fiyatların belirlenmesinde yardımcı olabilir.

- **Doğru Kalite:** Bir kalitenin mümkün olduğunca mevcut, ölçülebilir ve anlaşılabilir bir şekilde belirlenmesini ifade eder. Kalite doğru olarak, malzeme maliyeti ve özel gereksinimlere uygun teknik özelliklerle belirlenir. Bu özellikler standartlardan elde edilir. Satın almada amaç ilgili birimlere malzeme tedarik sürekliliğini sağlamaktır bu yüzden malzemenin ilgili birime ulaştığı zaman büyük önem taşımaktadır.
- **Doğru Zaman:** Satın alma sürecinde doğru zamanı belirlemek için satın alma departmanı alınacak ürünler için teslim süresi bilgisine hakim olmalı ve bu süreyi azaltmak için bileşenleri analiz etmelidir. Temin süresi, bir ürüne ihtiyaç duyulmasından ürünün kullanım için sunulmasına kadar geçen toplam süredir. Bu süre, sözleşme öncesi idari teslim süresi, üretim ve nakliye teslim süresi ve denetim teslim süresi gibi malzeme döngüsünün tüm aşamalarını kapsamaktadır. Envanter tedarik süresi uzadıkça bu süre de uzar. Bu yüzden kontrol edilebilir olan idari teslim ve denetim süreleri gibi bileşenlerin azaltılması için tedarik süresi bileşenleri detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Ayrıca alıcı firma, beklenmedik durumları da göz önünde bulundurmalıdır. Malzemenin temin edilememesi riski taşıyan sel, deprem vb. mücbir sebepler devreye girdiğinde 'beklenmedik durum planları' olmalıdır. Bu üretim sürekliliğini sağlamak için gereklidir.
- **Doğru Kaynak:** Tedarikçinin güvenilirliği ve tek tip kalitede ürün tedarik edebilme satın alma süreci için oldukça önemlidir. Satın alma, hangi ürünün doğrudan üreticiden temin edilmesi gerektiğine karar vermelidir. Tedarikçi seçimi, tedarikçi geliştirme ve tedarikçi değerlendirmesi alıcı-tedarikçi ilişkilerinde kritik bir rol oynar. Potansiyel tedarikçiler, alıcı tarafından dikkatlice değerlendirilmeli ve uygun seçimler yapılmalıdır.
- **Doğru Miktar:** Satın alma sürecindeki önemli parametrelerden biridir. Ekonomik sipariş miktarı, ekonomik satın alma miktarı, sabit dönem ve sabit miktar sistemleri doğru miktarın belirlenmesine yardımcı olabilir. Alıcılar ayrıca fiyat yapıları, indirimler, ürünün bulunabilirliği, karşılıklı ilişkiler gibi faktörleri göz önünde bulundururken bilgi ve deneyimini de kullanmalıdır.
- **Doğru Tutum:** Satın alma departmanının doğru tutumu geliştirmesi önemlidir. Sık ifade edildiği gibi, satın alma sadece fiyatı değil, aynı zamanda ürünün

değerini de bilmelidir. Satın alma yöneticileri yenilikçi olmalıdır. Uzun vadedeki hedef nihai ürün maliyetini en aza etmek olmalıdır. Bu hedefe ulaşmak için SWOT analizi, değer analizi, satın alma bütçesi, malzeme istihbaratı ve teslim süresi analizi gibi çeşitli teknik ve araçları kullanmalıdır.

- **Doğru Sözleşmeler:** Doğru sözleşmelerin sağlanması tedarik sürecinde oluşabilecek farklı riskler ve gereksinimler için önemlidir. Bu nedenle sermaye ve tüketim kalemleri için ayrı politika ve prosedürler geliştirilmeli ve benimsenmelidir. Satın alma prosedürleri arasındaki farklar yerel ve uluslararası bağlamda uygun şekilde yönetmelidirler. Uluslararası satın alma süreçleri farklı yasal gereklilikleri içerebileceği için bu hususların farkında olunmalı ve bu konuda uzmanlaşmış olunmalıdır. Bu riskleri azaltacaktır.
- **Doğru Malzeme:** Üretim için gerekli olan doğru malzeme türü satın almada önemli bir parametredir. Bu önemli parametre üretim süreçlerinin verimliliğini ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Yanlış malzeme seçimi üretim duruşlarına, kalite sorunlarına ve maliyet artışlarına neden olabilir. Değer analizi gibi teknikler, doğru malzemenin bulunmasına ve bu süreçte bilgiye dayalı karar alınmasına yardımcı olabilir.
- **Doğru Taşıma:** Nakliye şeklinin belirlenmesi, bir ürünün maliyet bileşenlerinde önemli bir kalemdir. Ağır ve hacimli ürünlerin nakliye maliyetleri ürünün kendi maliyetinden daha fazla olmaktadır. Ürünün gereksinimlerini göz önünde bulundurarak, maliyet, nakliye hızı, teslim güvenilirliği gibi faktörler dikkate alınarak nakliye seçimi yapılmalı ve planlanmalıdır.
- **Doğru Teslim Yeri:** Ürünlerin nakliyesinde doğru teslim yerinin seçilmesi maliyet açısından kritiktir. Teslimat süreleri iyileşebilir, lojistik süreçlerinin verimliliği artabilir. Doğru teslim yerinin belirlenmesi ile işletmenin nakliye maliyetleri azaltılabilir.



Şekil 2.1. Satın Alma Parametreleri (Kumar ve Suresh, 2008)

2.1.4. Satınalma süreci'nin temel aşamaları

Satın alma sürecinde aşamalar satın alma ihtiyacının belirlenmesi ile başlayarak satın alma sonrası dönemde tedarikçi değerlendirme ve geri bildirim ile son bulmaktadır.

Satın alma faaliyetleri, belirlenen satın alma politikası ve prosedürleri doğrultusunda gerçekleştirilir. Prosedür, işin nasıl ve kimler tarafından yapılacağını açıklayan, sisteme ait takip eden aşamaların tanımlanmasıdır. Satın almanın temel kılavuzu olarak kabul edilen prosedür ile satın alınması gerçekleştirilen malzeme ve hizmetlerin belirlenmiş kalite, fiyat ve termin koşullarının karşılanması amaçlanır (Erdal, 2014).

Satın alma ve tedarik süreçlerindeki ardışık aşamalar birbiriyle yakından bağlantılıdır. İş akışındaki her bir adımdaki çıktısının kalitesi, sonraki adımların çıktısının kalitesini ve başarısını belirlemektedir. Önceki adımda oluşan eksiklik veya aksaklık sonraki adımlarda sorunlara yol açacaktır (Van Weele ve Rozemeijer, 2022).

Satınalma süreci için temel aşamalar aşağıdaki adımlardan oluşur:

- **Satınalma İhtiyacının Belirlenmesi ve Kabul Edilmesi**

Süreçte faaliyetin başlatılması, ihtiyacın ihtiyaç sahibi bölüm tarafından fark edilmesi ile başlar. Talep, öngörülen satınalma talep formu veya ekranı aracılığı ile satın alma departmanına iletilir.

İletilen talepte malzemelerin özellikleri, istenilen kalite, miktar gibi ayrıntılar açık ve eksiksiz olarak tanımlanır (Kumar ve Suresh, 2008). Talep sahibi departman tarafından iletilen talep sonrasında mevcut depo stokları kontrol edilir ve talebin karşılanıp karşılanamayacağı belirlenir. Karşılıyor ise elde görme yoluna gidilir. (Erdal, 2014). Karşılanmıyor ise düşük değerli çeşitli malzeme ve ortak kullanım malzemeleri stok için satın alınırken, daha pahalı ve özel ürünler için üretim programlarına göre satın alınma yoluna gidilebilir. (Kumar ve Suresh, 2008).

- **Tedarikçi Seçimi**

İhtiyaç duyulan satın alma siparişinin eksiksiz olarak tanımlanması sonrasında sipariş emrinin açılması için tedarikçi belirleme yoluna gidilir. Bu mevcut tedarikçiler arasında seçim olabileceği gibi yeni tedarikçi arayışı ile de olabilir. Doğru tedarikçi seçimi ve araştırması maliyet ve zaman kaybı yaşamamak için önemlidir.

Tedarikçi belirlemede kalite, fiyat, termin kriterlerinin yanında tedarikçinin üretim kapasitesi, teknolojik alt yapısı, finansal durumu, tedarikçi kültürü, etik gibi kriterler de etkin rol oynamaktadır. Alıcı kayıtlarında bulunan mevcut tedarikçi portföyü ile veya potansiyel tedarikçi seçimi ile süreci başlatabilir. Yeni tedarikçi araştırma ve geliştirmesi zaman ve performans gerektiren bir süreçtir. Bu yüzden mevcuttaki tedarikçilerin değerlendirilmesi daha kolaydır (Erdal, 2014).

Teklif alırken sadece fiyatı dikkate almamak, en düşük teklifi veren tedarikçinin en iyi seçenek olmadığını unutmamak önemlidir. Yukarıda belirtilen tedarikçiye ait üretim kapasitesi, istenilen kaliteyi karşılama yeteneği, mali durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Ek olarak tekrarlayan veya küçük partili siparişlerde, daha önce başarılı hizmet sunmuş ve iyi bir sicile sahip tedarikçilerin tekrar tercih edilmesi de yaygın bir süreçtir. Bu tür seçimler zaman ve kaynak tasarrufu sağlayarak tedarik zincirinin istikrarını artırabilir (Kumar ve Suresh, 2008).

- **Satın Alma Siparişinin Verilmesi**

Satın alma siparişi sorgulamasına ait tekliflerin analizi ve tedarikçi seçiminden sonraki adım satın alma siparişini vermektir. Satınalma siparişi, malzemelerin tedarik edilmesi için tedarikçiye gönderilen bir sipariş föyüdür. Satınalma departmanı tarafından hazırlanan bu föylere ait nüshalar satın alma görevlileri tarafından imzalanır ve tedarikçi ile birlikte varsa ilgili departmanlara iletilir. Bu sipariş föyü ile birlikte satınalma sürecinin takibi ve kaydı sağlanır (Kumar ve Suresh, 2008).

- **Satın Alma Siparişinin Takibi**

Sipariş takip prosedürü, oluşturulan satın alma siparişinin tedarikçi tarafından onaylanması ve süreç sonunda teslimatın yapıldığını doğrulamak için kullanılır. Siparişin gecikmeli teslimatı nedeniyle ortaya çıkan maliyet ve riskler, takip prosedürünün maliyetinden daha fazla olabileceği için takip prosedürü kullanılmalıdır. Ayrıca, siparişi izleme sürecinde verilen siparişler düzenli aralıklarla gözden geçirilmeli ve tedarikçi ile iletişim halinde olunmalıdır. Siparişin tamamlandığı bilgisi ile sevkiyatın anlaşmaya göre yapılması için tedarikçi ile teyitleşilmelidir (Kumar ve Suresh, 2008).

Bu takip ve izleme süreci, ilgili siparişlerin doğru ve zamanında teslim edilmesini sağlamada ve tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetilmesinde katkıda bulunur.

- **Satın Alma Siparişinin Teslim Alınması ve Kontrolü**

Tedarikçi tarafından sevk edilen malzemeler teslim alınarak üretim sürecine hazırlanmak üzere depo birimine teslim edilir. Gelen teslimat ile siparişe ait miktarlar, fiziki kontrol ve irsaliye, çekli listesi gibi belgelerin kontrolü üzerinden doğrulanır. Doğrulananan teslimat teslim alma sistemleri, fişleri veya formları vb. kullanılarak kaydedilir. Malzemelerin teslim alındığı bilgisi satın alma departmanına iletilir (Kumar ve Suresh, 2008).

Teslim alınan malzemeler kalite departmanı veya depo birimi tarafından belirlenen kriterlere istinaden kontrol edilir. Girdi muayenesindeki numune miktarı, kontrol edilecek ürün gruplarına bağlı olarak belirlenir. Genel muayene seviyesi, Kabul Edilebilir Kalite Limiti (AQL) ve muayene türü, gelen ürün gruplarına göre belirlenir. Kontrol sonucu uygun olanlar depo stoklarına alınırken, uygun olmayanlar için tedarikçiye iade süreci başlatılır. Tespit edilen uygunsuzlukların giderilmesi ve tekrarlanmasının önüne geçilmek için ise Düzeltici ve Önleyici Faaliyet (DÖF) işlemleri başlatılmaktadır (Erdal, 2014).

- **Satın Alma Siparişine Ait Faturanın Kontrolü ve Ödemesi**

Teslim alınan malzemelerin stoklara kabulü ile birlikte tedarikçi faturası kontrol edilir. Faturanın, belirlenen şartlara uygun olarak düzenlenip düzenlenmediği, irsaliye ile eşleşerek doğru miktar, anlaşılan doğru fiyat üzerinden kesilip kesilmediği incelenir. Fatura kontrolünden sonra satın alma ile birlikte ilgili departmanlar tarafından fatura onaylanır ve kayıtlara alınır (Kumar ve Suresh, 2008).

Tedarikçilerin onaylı teslimat sonrası beklentisi anlaşılan ödeme koşullarına uygun olarak ödemenin gerçekleştirilmesidir. Doğru olarak ve zamanında ödeme yapılması, işletmenin tedarikçileri ile olan ilişkileri ve tedarik zincirinin sürekliliği için önemlidir. Bununla birlikte ödemenin yapılabilmesi için sipariş sözleşmesindeki koşulların tedarikçi tarafından sağlanmış olması da gereklidir. Terminde gecikmeler, kalite hataları, parti reddi gibi sorunlar neticesinde tedarikçiye reklamasyon faturası gibi cezai yaptırımlar uygulanabilir (Erdal, 2014).

- **Satın Alma Siparişine Ait Kayıtların Tutulması**

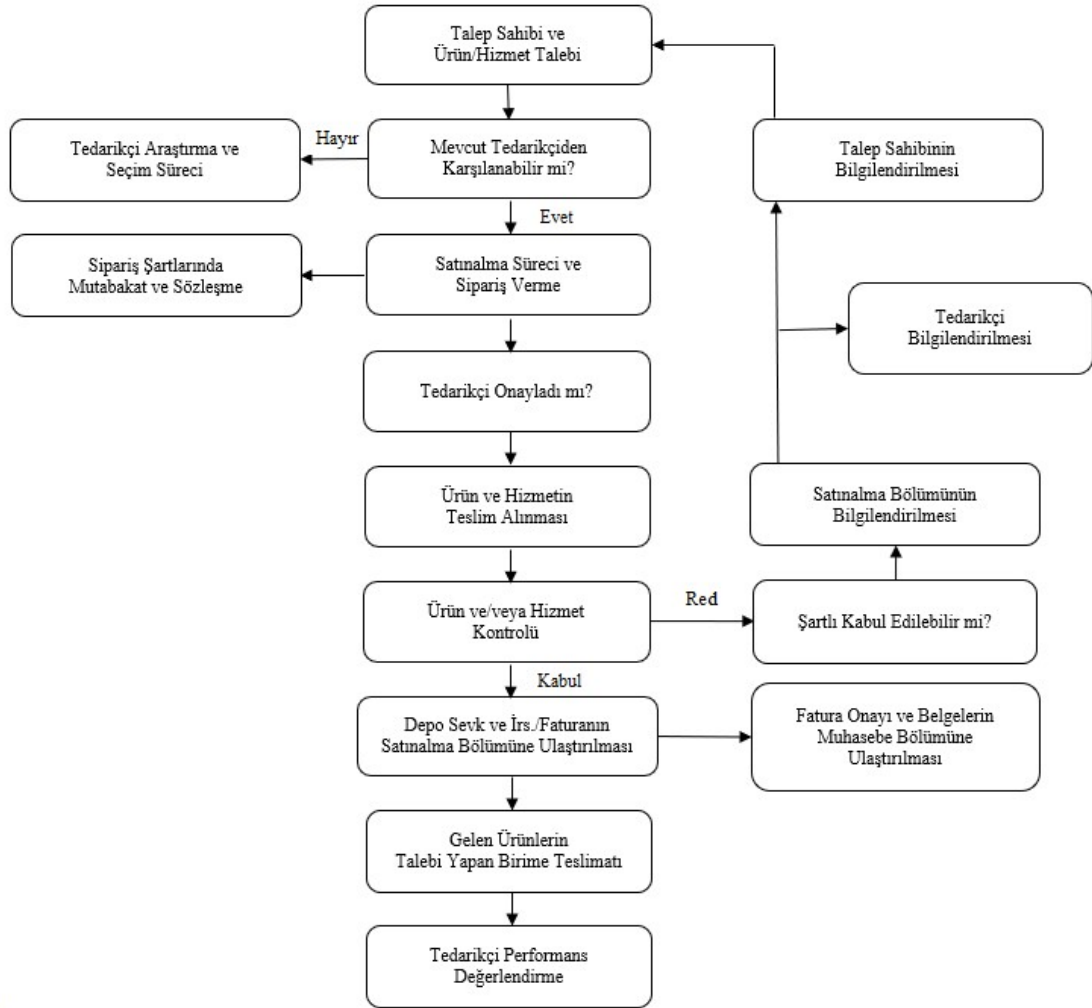
Endüstriyel firmalarda satın alma faaliyetlerinin çoğu tekrarlanan siparişler olduğu için geçmiş sipariş kayıtları büyük önem taşımaktadır. Bu geçmiş sipariş kayıtları gelecekteki satın alma kararlarına rehberlik ederek gelecekteki satın alma zamanlamasına ve planlamasına ve hangi tedarikçilerin en iyi hizmeti sağladığını değerlendirmek için yardımcı olur. Bununla birlikte gelecekteki bütçe tahminleri ve maliyet kontrolü için de yardımcı olacaktır (Kumar ve Suresh, 2008).

- **Tedarikçi Değerlendirme ve İlişkilerin Sürdürülmesi**

Tedarikçiler ile yapılan satın alma işlemlerinin miktarı ve sıklığı, satın alma departmanının bu tedarikçilerle iyi ilişkiler kurması ve sürdürmesinde önemli bir rol oynar. İyi ilişkiler ile zamanla karşılıklı güven gelişir ve bu da her iki tarafın yararına olur. Satın alma departmanının tedarikçileriyle olan iyi ilişkileri, departman verimliliğini artırabilir ve tedarik zincirinin sağlamlığına da katkıda bulunur (Kumar ve Suresh, 2008).

Tedarikçinin performansı, kalite, maliyet, teslimat süreleri, verilen hizmet gibi performans kriterlerine dayalı olarak değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme süreçleri işbirliğinin devamlılığı için kritiktir ve hem de alıcı hem tedarikçi açısından iyileştirme alanlarının belirlenmesine yardımcı olur. Tedarikçilere düzenli olarak geri bildirimde bulunmak tedarikçiden beklentileri netleştirir ve tedarikçi performansını iyileştirir.

Ayrıca bu bildirimler sözleşme yenilenmesi, anlaşılan koşulların güncellenmesi veya sona erdirilmesi üzerinde de etkilidir (Erdal, 2014).



Şekil 2.2. Satınalma Yönetiminde İş Akışları (Erdal, 2014).

2.1.5. Satın alma fonksiyonunun amacı

Satın alma fonksiyonunun temel amacı, hammadde, fason ürün ve yedek parça tedarik ederek işletmenin operasyonlarının sürdürülebilmesini sağlamak ve nihai mamul maliyetini azaltmaktır. Yani satın alma departmanı için amaç sadece hammaddeyi en düşük fiyattan temin etmek değil, nihai ürün maliyetlerini de azaltmaktır. Satın alma departmanının hedeflerini özetlemek gerekir ise (Kumar ve Suresh, 2008):

- Malzemeler, tedarikçiler ve ekipmanlar üretim operasyonlarındaki girdilerdir ve bu girdilerden mümkün olan en düşük maliyet ile yararlanmak hedefi, verimliliği ve dolayısıyla operasyonların karlılığını artırmada önemlidir.
- Tamir ve bakım hizmeti ile sürekli hammadde, bileşen, alet vb. temini ile üretimin kesintisiz akışını sağlamak.
- Satış hacmine göre stoklara yapılan yatırımı minimum düzeyde tutarak varlık cirosunu ve şirketin karlılığını artırmak.
- Alternatif malzeme tedarik kaynaklarının araştırarak pazarlık kabiliyetini ve acil durumları karşılama kabiliyetini artırmak, malzeme maliyetini en aza indirmek.
- Tedarikçilerle iyi ilişkiler kurarak iş çevrelerinde olumlu bir imaj oluşturmak. Bu ilişkiler, makul fiyatın iyileştirilmesi ve malzeme kıtlığı durumunda malzemeye öncelikli erişim sağlayabilmesi açısından alıcıya fayda sağlamaktadır.
- İşletmenin diğer departmanları ile maksimum entegrasyonu sağlamak. Böylece süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlanır. Üretim departmanı ile malzeme özellikleri ve akışı için, mühendislik departmanı ile ekipman ve makineler için, pazarlama departmanı ile satış tahminleri için, finans departmanı ile sermaye tahmini ve malzeme bütçe yönetimi için, , personel departmanı ile satın alma departmanı personelinin yönetmek ve geliştirmek için işbirliği yapar.
- Eğitim programları ile satın alma departmanı personelinin niteliklerini artırmak ve geliştirmek, sürekli öğrenme ortamı sağlamak.
- Satın alma departmanının faaliyetleri ve performansı hakkında etkin olarak kayıt tutmak ve yönetime raporlama yapmak.

Satın alma departmanının amaçlarından biri de malzemeleri ve hizmetleri, gereksinimi ve standartları karşılayacak kalitede temin etmektir. Uygun kalitenin seçilmesi ile birlikte işletmenin ihtiyaçlarına uygun hizmet kalitesi sağlayabilen tedarikçinin seçilmesi de önem arz etmektedir. İyi bir maliyet teklifine karşın tedarikçi

tarafından sunulan hizmetin kalitesi düşük ise teklif reddedilebilir. Bu durum maliyet artışı ve müşteri memnuniyetsizliği getirecektir. Satın alma süreçlerinde maliyet dengesi göz önünde bulundurularak uygun maliyet, uygun kalite ve uygun hizmet yaklaşımı hedeflenmelidir (Şahin, 2004).

Küreselleşme ile birlikte rekabetçi iş dünyası, satın alma süreçlerinin yeniden değerlendirilerek satın alma performansının ölçülmesini gerekli kılmaktadır. Satınalma artık sadece malzeme alımları ile sınırlı değil, hizmetlere ve endirekt malzemelere ait alımlara da odaklanmaktadır. Tedarik zincirinin önemli bir bileşeni olarak satın alma, toplam maliyette iyileştirmeyi, satın alma operasyonlarının temel doğrularını gerçekleştirmeyi ve İşletme için rekabetçi pozisyonunun korunmasını hedeflemektedir (Erdal, 2014).

2.1.6. Satın alma fonksiyonunun önemi

Satın alma operasyonları, tedarik zincirinin işleyişinde önemli bir bileşen olmakla beraber bir işletmenin varlığını sürdürürebilmesi ve büyümesi için önemli rol oynayan faaliyetlerden biridir. Doğru tedarikçi seçimleri ile maliyetlerde yaşanacak olan iyileştirmeler ve artan kalite ile gerçekleşecek müşteri memnuniyeti getirisi sonucu bir işletme rekabet avantajı elde edecektir. Teknolojik gelişmeler ve küreselleşme ile birlikte tedarik zinciri daha karmaşık hale gelmiş, yeni riskleri ve trendleri beraberinde getirmiştir. Bu değişimler karşısında satınalma kararları ve fonksiyonlarının hızlı ve esnek bir şekilde tepki verebilmesi, satın alma faaliyetlerinin stratejik bir şekilde yönetilmesi son derece önem arz etmektedir. Bu etkin yönetim işletmenin devamlılığı ve büyüme potansiyeli için destekleyicidir. Aksi durumda, tedarikçi yönetimi, stok yönetimi ve maliyet süreçlerinde optimizasyonların sağlanamaması ile istenmeyen maliyetler, yetersiz planlama, üretimde duruşlar, verimsizlik ve rekabet gücünün zayıflaması ile karşı karşıya kalınacaktır (Mirasçı ve Aksoy, 2023).

Günümüz küreselleşme koşulları sonucu artan rekabetçi ortamlarda satın alma stratejileri, tedarikçi süreçleri ve yönetimi, maliyet ve kalite iyileştirmeleri, risk yönetimi gibi unsurları ile işletme için başarıya giden yolda önemli bir rol oynarak bu pazarlarda avantaj elde etme fırsatı sunar. Yaşanılan savaşırlara ve ekonomik krizlere bağlı istikrarsızlıklar, doğal afetler, pandemi süreci gibi olağanüstü faktörler küresel ve yerel piyasada işletmeler için tedarik zinciri risklerini beraberinde getirmektedir. Örnek olarak yakın zamanda yaşanan pandemi sürecinde hem yerel hem küresel tedarik

zincirlerindeki kesintiler nedeni ile lojistik sorunları, stok sorunları ve üretim duruşları yaşanmıştır. Bu kriz süreci işletmeler için tedarik zincirlerini daha esnek ve dirençli hale getirmeleri gerektiğini ortaya koymuş, çevik ve etkin bir satınalma yönetiminin stratejik önemini göstermiştir. Geniş tedarikçi ilişkileri ve çeşitliliği ile üretim sürekliliğini sağlayan, esnek hareket edebilen, yetkin personellerden oluşan satın alma yapılarına sahip işletmeler sürdürülebilir başarı ve karlılık elde ederken, rakiplerine karşı rekabet avantajı da sağlamışlardır (Turan ve Uzkesici, 2022).

Tedarikçi ilişkileri, mal ve hizmetlerin rekabetçi fiyatlar ile satın alınması, kalite standartlaştırılması, zamanında teslimat, yeni ürün geliştirmeleri ve yenilikçi çözümler üzerinden satın alma süreci üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu kazanımlar bir işletmenin rekabet edebilme gücünü doğrudan etkileyerek varlığını sürdürebilmesi için stratejik bir unsurdur. İşletme ve tedarikçi arasında karşılıklı güvene dayalı ilişkiler, potansiyel problemlerin önceden belirlenmesi, risklerin ve aksaklıkların azaltılması, satınalma süreçlerinin ve maliyetlerinin iyileştirilmesi ve uzun vadeli işbirlikleri imkanı sağlar (Turan ve Uzkesici, 2023).

Bir işletme rekabet avantajı sağlayabilmek ve bunu sürdürülebilir kılmak için işletme içi süreçlerini optimize etmenin yanında tedarik zinciri stratejisini geniş bir bakış açısı ile yönetmek durumundadır. Bunun nedeni firmalar arasında gerçekleşen rekabet mücadelesi aynı zamanda tedarik zincirleri arasında yaşanmaya başlamıştır. Doğru tedarikçi ve tedarik zinciri stratejisi seçimi işletme üretim süreçlerinin başarısını doğrudan etkileyecektir. Uygun tedarik zinciri stratejisinin seçiminde, potansiyel etkilerin ve alternatiflerin önceden dikkatlice değerlendirerek analiz edilmesi karar verme süreci için önem arz etmektedir. Doğru seçim yapılmaz ise tedarik zincirindeki aksamalar, maliyet artışı, verim düşüşü gibi olumsuz sonuçlara neden olabilir. Bu durum bir işletmenin kendi iç süreçlerinin yanında tedarik zincirlerinde de stratejik ortaklık ve işbirliği içinde çalışmasının gerekliliğini belirtir çünkü işletmenin gücü ile birlikte tedarik zincirinin gücü de rekabet avantajı sağlamak için kritik öneme sahiptir (Paksoy ve Özceylan, 2010'dan aktaran Görener, 2013).

Özetle doğru tasarlanmış satınalma politikaları ile maliyetler azaltılabilirken, karlılık ve satış marjı artırılabilir. Kalite artışı, lojistik düzenlemeleri şirketin sermaye dönüşüm oranına katkıda bulunabilirken, tedarik zincirindeki iyileştirmeler ile şirketin yatırım getirisi önemli ölçüde artırılabilir. Bu politikalar ile rekabet ve organizasyon performansında bir dizi avantaj sağlanabilir (Şahin, 2004).

2.1.7. Satın alma departmanının diğer departmanlar ile ilişkisi

İşletme için diğer departmanlardan gelen ürün ve hizmet talepleri satın alma departmanında toplanır ve objektif kriterlere dayalı olarak satın alma tarafından değerlendirilir. Bu yüzden satın alma departmanının diğer departmanlar ile ilişkisi önem arz etmektedir. Gerçek ihtiyaçlardan uzak ve uygun olmayan talepler için satınalma bölümü sorgulayıcı, erteleyici ve engelleyici bir rol oynayabilir (Erdal, 2014).

2.1.7.1. Genel müdürlük ile ilişkiler

Satın alma departmanı gerçekleştirmiş olduğu satın alma stratejileri, tedarik yönetimi, maliyet ve kalite iyileştirmeleri gibi unsurlar ile işletme genel maliyet ve karları üzerinde doğrudan etkili olur. Ayrıca, üretim planlarına istinaden yapılacak malzeme ve hizmet alımlarını yönetmek ve görebilmek yönetim muhasebesi açısından önemlidir. Bu yüzden, üst yönetim satın alma faaliyetlerini yakından izlemekte ve satın alma departmanının yetkinlik ve deneyimlerini geliştirmeye odaklanmaktadır (Karakış, 2007).

2.1.7.2. Üretim planlama departmanı ile ilişkiler

Bir işletmede üretim operasyonları belirli bir plan ve müşteri termini dahilinde hareket etmektedir. Üretim sürecinde üretim ağacı içerisinde yer almakta olan kalemlerin temin edilmesi için satın alma departmanı ve üretim planlama departmanının iş birliği yükleme termininin yakalanabilmesi için kritiktir. Üretim işletmelerinde üretim bantı devamlılığının sağlanabilmesi için talep edilen ürünler satın alma departmanı tarafından doğru zaman, doğru miktar ve doğru kalite ile karşılanmalıdır. Bu parametrelerde yaşanacak aksamalar üretim duruşlarına ve maliyet artışlarına neden olacaktır. Böylece müşteri terminine uygun bir sevkiyat tarihi yakalanamayacaktır (Erdal, 2014). Tedarikçi ve ürün araştırma, vade, fiyat ve teslimat müzakereleri yapma, kalite kontrolü aşamaları için satın alma departmanına gerekli olan zamanı sağlayabilmek için planlama departmanı ilgili talepleri zamanında, düzenli ve eksiksiz bilgi ile oluşturması üretimin aksamaması için önemlidir (Karakış, 2007).

2.1.7.3. Kalite departmanı ile ilişkiler

Satın alma ve kalite departmanları, kalite standartlarının sağlanması hususunda tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi, tedarikçi üretim alanının denetlenmesi ile ilgili olarak işbirliği içinde olmalıdır (Karakış, 2007). İşletmelerde kalite departmanı ürün ve hizmet kalitesini belirleyen unsurlar için rehberlik etmektedir. Kalite sistem sertifikaları,

spesifikasyonlar, prosesler bu unsurlar arasında yer alır. Ürün kabul, tedarikçi seçimi, onaylanması veya denetimi gibi konularda satın alma ile kalite departmanının işbirliği satınalma kökenli yaşanabilecek kalite problemlerine önüne geçecektir.

Satın alma departmanı üretim veya müşteri tarafından talep edilen kalite şartlarını temin edeceği ürün veya hizmet için sağlamalıdır. Örnek olarak Güvenlik Bilgi Formu, Üretimde Kullanımı Kısıtlı Maddeler Listesi, Fiziksel Testler vb. ihtiyaç duyulan belgeleri üretim aşamasında tedarikçilerden edinmelidir. Ve aynı zamanda satın alınan ürünün doğrulanmasını sağlanmalıdır. Kalite ile ilgili tedarikçilere talep edilen şartlar bildirilmelidir. Tedarikçi değerlendirmelerinde kayıtlar tutulmalı ve gerekli aksiyonlar alınmalıdır (Erdal, 2014).

2.1.7.4. Muhasebe departmanı ile ilişkiler

Satın alma tarafından alınan ürün veya hizmetlerin fatura bilgilerinin miktar ve fiyat açısından doğrulanması büyük önem taşır. Muhasebe departmanı bu noktada kayıt ve kontrol noktasıdır. Kayıtları yapılan tedarikçi faturalarına ait ödemelerin anlaşılmış vade ve ödeme şekli üzerinden gerçekleşebilmesi için satın alma ve muhasebe departmanı arasında mutabakata ve iyi bir iletişime ihtiyaç vardır. Anlaşılmış vade ve ödeme şekline uygun yapılmayan ödemeler satın alma departmanının tedarikçi karşısında elini zayıflatmaktadır ve şirket imajını olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı satın alma ve muhasebe departmanı arasında gerçekleşen mutabakat doğrultusunda hareket edilmelidir (Erdal, 2014).

2.1.7.5. Finans departmanı ile ilişkiler

Satın alma departmanına ait faaliyetler işletmenin maliyetlerine ve karlılığına son derece etki eden unsurlar oldukları için satın alma departmanı ile finans departmanı arasındaki ilişki önemlidir (Karakış, 2007).

Finans departmanı, işletmenin bütçe yönetimi, mali kaynakların planlanması ve harcama konularında büyük bir öneme sahiptir. İşletme operasyonlarının kesintiye uğramaması için alınacak malzeme veya hizmet satın alımlarında finans departmanı ile işbirliği içinde hareket edilmelidir. Satın alma ve finans departmanları arasındaki bu işbirliği işletmenin mali sağlamlığını ve operasyonel verimliliğini artırmaya yardımcı olur. Büyük mali kaynak gerektiren proje satın almaları veya makine yatırımları gibi harcamalarda doğru finansal kaynak kullanımı önemlidir. Piyasa riskleri, nakit akışları,

döviz kur değışkenlikleri vb gibi kriterler göz önünde bulundurularak her iki departman açısından doğru adımların atılabılmesinde bu işbirliği önem kazanır (Erdal, 2014).

2.1.7.6. Satış ve pazarlama departmanı ile ilişkiler

Satın alma departmanı, işletmenin rekabetçi konumunu sürdürmesinde düşük maliyetli malzeme tedariki sağlayarak satış ve pazarlama departmanına destek olmaktadır. Satış departmanı ise satış tahminleri ve talepleri ile malzeme ihtiyaçlarının belirlenmesi için satın alma departmanına bilgi sağlamaktadır (Karakış, 2007).

Satış tahminleri, üretim planlama ve programlarının temelini oluşturarak üretim sürecine yön vermekte ve satın alma kararlarını belirlemektedir. Üretim aşamasında kullanılacak malzemelerin miktar ve terminlerinin belirlenmesi bu tahminlerden yola çıkılarak yapılır. Pazarlama tutundurma faaliyetleri için gerçekleştirilen promosyon, fuar katılımları gibi etkinliklerde sunulan malzeme kalitesi ve estetiği şirket imajı ve marka algısı üzerinde olumlu etkiye sahip olup, satın alma faaliyetlerinin başarısı ve bu faaliyetler için tahsis edilen kaynak ile de yakından ilişkilidir (Erdal, 2014).

2.1.7.7. Araştırma – geliştirme departmanı ile ilişkiler

Yeni ürün geliştirmelerinin pazarda karşılanabilirliğinin sağlanması, ürünün üretilebilirliği ve maliyeti gibi konularda sağlıklı değerlendirmeler için araştırma-geliştirme, pazarlama ve üretim bölümleri arasında iletişim ve işbirliğine ihtiyaç vardır. Bu taleplerin karşılanmasında satınalma departmanının önemli rol oynar. Satın alma departmanı bu ürünlerin üretilebilirliğinin araştırılması, alternatif malzeme, yeni kataloglar veya tedarikçi araştırmaları ile sürece destek olmaktadır (Erdal, 2014).

2.1.7.8. Lojistik departmanı ile ilişkiler

Satın alma ve lojistik departmanları, ilgili ürünlerin doğru zaman ve yerde minimum maliyet ile bulunması ile ürün akışının sürekliliğini sağlamak için bir araya gelmektedir (Şahin, 2004).

Lojistik departmanı, ürünlerin belirlenen teslim noktasından teslim alınmasından başlayarak tüketiciye ulaştırılacağı süreçlerde sorumluluk üstlenir. Taşıma, depolama, gümrükleme, dağıtım aşamalarında satınalma departmanı ile bilgi ve sorumluluk paylaşımı sağlar. Uluslararası teslim şeklinin karar verilerek maliyetlerin üstlenme tarafının belirlenmesi ve gerekli taşıma belgelerinin edinilmesi önemlidir. Gönderici ve alıcının korunduğu yasal haklar iyi bir şekilde tahlil edilmelidir. Gerçekleşebilecek olumsuzluklarda işletme operasyonlarının aksaması ile birlikte müşteri

memnuniyetsizliği veya kayıpları ile karşı kaşıya kalınabilir, hukuki süreçler ortaya çıkabilir. Sigorta ve lojistik sözleşmeleri burada başvurulacak kaynaklar olacaktır.

Satın alınacak hammadde, yarı mamül, yardımcı malzeme gibi ürünlerin depolanmasına kadar araçların izlenmesi, boşaltma, ürün kabul ve kayıt işlemlerine ait adımlar ile birlikte üretimi tamamlanmış ürünlerin hedef pazarlara güvenli bir şekilde sevkiyatı da lojistik departmana ait sorumluluklar arasındadır. Bu hizmetler, işletme organizasyonu içerisinde lojistik departmanı ile sağlanması ile birlikte dış kaynaktan lojistik firması ile de sağlanabilmektedir. Dış kaynaktan tedarikçi pozisyonunda lojistik hizmet sağlayıcılarının araştırılması ve seçiminde satın alma departmanı önemli bir rol oynamaktadır (Erdal, 2014).

2.1.7.9. Malzeme deposu departmanı ile ilişkiler

Depo, malzeme sayımı, korunması ve kullanılacak üretim yeri için hazırlanması gibi fonksiyonları yürüterek üretim departmanı ve satınalma departmanını destekler (Erdal, 2014).

Satın alma departmanı ve depo arasındaki iş birliği tedarik edilen ürünlerin depolanması, dağıtımı, envanter ve stok yönetimi gibi süreçlerde önemlidir.

Satın alınan malzemenin depolanması ve stok sayımları depo tarafından gerçekleştirilir. İlgili stok kayıtlarının doğruluğu stok miktarına göre satın alma gerçekleştirileceği için son derece önemlidir. Satın alma departmanı da bu malzemelerin tedarikleri konusunda depoya gerekli bilgilendirmeyi sağlamalıdır. İki departman arasındaki işbirliği, malzeme akışını düzenleyerek, depolamadan dağıtıma kadar operasyonel süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunur

2.1.7.10. Hukuk departmanı ile ilişkiler

Sözleşmeler, satın alan taraf ve tedarikçi arasındaki yükümlölüklerin yasal çerçevede belirlenmesi için önemlidir. Bu nedenle, satınalma departmanı, tedarikçiler ile arasında doğacak yükümlölükler için sözleşmelerin hazırlanmasında işletme organizasyonunda yer alan hukuk bölümünden veya dış kaynak olarak bir hukuk bürosu veya uzmandan destek alır.

Sözleşmelerin içeriği işletme faaliyet alanı, malzeme, makine türleri, yurtiçi veya uluslararası tedarikçi / satıcı tür ve özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle sözleşmeler tek tip şablonlar halinde değil zaman içerisinde sürekli olarak pazar şartları çerçevesinde yeniden düzenlenmektedir. İlgili sözleşmeler süreç içerisinde pazar

koşullarına göre düzenlenerek, işlem türü, yerel ya da uluslararası satın alma işlemi oluşuna ve faaliyet alanlarına bağlı olarak değişebilmektedir (Erdal, 2014).

2.1.8. Satın alma sürecindeki darboğazlar ve sorunlar

Satın alma süreçleri gözlemlenen şirket ve kuruluşlardaki karşılaşılan darboğazlar ve sorunlar aşağıdaki gibidir (Van Weele ve Rozemeijer, 2022):

- **Tedarikçi Veya Marka Spesifikasyonları:** Kullanıcı tarafından hazırlanan spesifikasyonlar belirli bir tedarikçi için yazılmaktadır. Belirli bir markanın veya tedarikçi spesifikasyonunun kullanılması, alıcıyı tedarikçi seçimindeki esnekliği ve müzakereler açısından kısıtlayabilir. Bir tedarikçinin tanımlı olması, alıcı firmanın genel kapasite ve lojistik ihtiyaçlarını tam olarak karşılayıp karşılayamayacağına dair riskler oluşturabilir.
- **Yeterli Olmayan Tedarikçi Seçimi:** Tedarikçi seçimi, satın alma sürecindeki en kritik kararlardan biridir. Özellikle uzun vadeli bakım ve servis gerektiren yatırım malları gibi ürünler için önem arz etmektedir. Tedarikçi seçiminde, tedarikçinin finansal durumu, üretim kapasitesi, referansları ve tedarik kalitesi gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması iflas, kalite ve kapasite sorunları gibi beklenmedik durumların önlenmesine yardımcı olabilir.
- **Kişisel ilişkiler:** Tedarikçiler ile kurulan dostane ilişkiler veya uzun vadeli işbirlikler firmalar arası güven ve verimlilik açısından faydalı olmasının yanında istenilen rekabeti azaltabilir. Aynı zamanda tedarikçi seçiminde objektif bir değerlendirme için engel oluşturabilir.
- **Yetersiz düzenlenmiş sözleşmeler:** Ürün veya tedarikçi gereksinimlerine ilişkin açıklamaların eksik olduğu, detaylandırılmamış ve yasal incelemeden geçmemiş sözleşmeler, taraflar arasında belirsizliklere ve anlaşmazlıklara neden olacaktır. Ek olarak, ilgili sözleşmenin tedarikçi tarafından kendi yasal şart ve koşullarına bağlı olarak hazırlanması da sorun teşkil edecek ve anlaşmazlıkların çözümünü zorlaştıracaktır. Bu nedenle, sözleşmeler her iki taraf açısından detaylı, adil ve dengeli olarak hazırlanmalıdır.
- **Fiyata çok fazla vurgu yapılıyor olması:** Sermaye ekipmanı satın alma süreçlerinde, fiyatın yanı sıra toplam sahip olma maliyeti de dikkate alınmalıdır. Bunun göz ardı edilmesi ile farklı giderler ile karşılaşılabilir. Örnek olarak ekipman üreticileri pazarda düşük fiyatlarla ürün sunabilir, ancak garanti ve servis

şartları, yedek parça ve bakım hizmetlerinin ait satın alma işlemleri için alıcıyı orijinal üreticiye bağlayabilir. Bu durumda, alıcı firma toplam sahip olma maliyeti modellerine dayanarak satın alma kararı vermelidir.

- **Kötü idari süreçler:** Tedarikçi ürünleri teslim etmiş olabilir ancak ödemenin yapılabilmesi için satın alma departmanından satın alma siparişi numarası alması gerekmektedir. Bunun zamanında sağlanmamış olması işlem aksamalarına ve gecikmelere neden olabilir. Bir diğer idari sorun da faturaların orijinal satın alma siparişi ve teslimat belgesiyle eşleşmeden ödenmesidir. İyi kurgulanmış bir idari sürecin uygulanması, önemli tasarruflar sağlayacaktır.
- **Teslimat problemleri:** Teslimat aşamasında termine uymayan veya eksik miktarda teslimatlar, kaliteye uygun olmayan veya hasarlı ürünler, sorunlu ambalajlar ve okunamayan bilgi etiketleri gibi sorunlar ile karşılaşabiliriz. Teslimat aşamasında yaşanan problem ve aksamalar genellikle belirsiz spesifikasyonlara veya uygun olmayan tedarikçi seçimi kaynaklı olabilir. Ayrıca, tedarikçi performanslarının düzenli olarak değerlendirilmemesi de sorunlu tedarikçiler ile çalışılmaya devam edilmesine ve tekrarlayan teslimat sorunlarına neden olabilir.

Yukarıda yer alan ve benzeri sorunları önlemek için satın alma yönetimine ilişkin kuralların ve yönergelerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu kurallar ve yönergeler tedarikçilere iletilmeli ve karşılıklı mutabık kalınmalıdır.

2.1.9. Satınalma departmanı performans göstergeleri

Satın alma performans göstergeleri, süreçlerin etkinliğini ve verimliliğini değerlendirebilmek ve izleyebilmek için büyük bir öneme sahiptir. Satınalma departmanının takip edebileceği bir çok performans göstergesi bulunmaktadır. Satın alma departmanının izlemek istediği doğru ölçütleri seçip, bunlara odaklanması önemlidir.

Satın alma faaliyetlerinde kullanılan bazı performans göstergeleri aşağıdaki gibidir (http-29):

- **Yıllık Maliyet Avantajları:** Satın alma sürecinde elde edilen maliyet tasarrufları şirket karlılığını ve rekabet gücünü artıran, şirketin finansal başarısına önemli katkıda bulunan bir unsurdur.
- **Tedarikçi Zamanında Teslimat Oranı:** Tedarikçilerin belirtilen termin süreleri içinde malları veya hizmetleri ne kadar zamanında teslim ettiğini

gösteren bir ölçüttür. Tedarik ve stok yönetiminin etkin şekilde gerçekleştirilebilmesi ve üretim sürecindeki duruşlardan kaçınmak için düzenli olarak izlenmesi önemlidir.

- **Tedarikçi Hata Oranı:** Satın alma süreçlerinde sevk edilen hatalı ürünlerin partisel bazda veya parça bazında oranını belirtir. Yüksek hata oranları üretim maliyet artışlarına neden olabilir. Bu ölçüm, tedarikçi seçim sürecinin doğru yönetip yönetilmediğini ve tedarikçi iyileştirme çabalarını göstermektedir.

Hatalı Parti Oranı = Hatalı Parti (Sevkiyat/Hizmet) Sayısı / Toplam Parti (Sevkiyat/Hizmet) Sayısı

Hatalı Parça Oranı = Hatalı Parça Sayısı / Toplam Parça Sayısı

- **İç Müşteri Memnuniyet Derecesi:** Satın alma departmanının etkinliğini ve iç müşterileri olan diğer departman veya birimlerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini yansıtan bir ölçümlemedir. İç müşteriler için zamanında geri bildirim yapılması, kriz anında çözüm adına yeterli ilginin gösterilmesi ve alternatif çözümler/tedarik kaynakları sağlanması memnuniyeti artırıcı yaklaşımlar olacaktır.
- **Satın Alma Çevrim Süresi:** Bir işletmenin satın alma sürecinin başlangıcı ve bitişi arasında geçen ortalama zamandır. Bu performans göstergesi satın alma süreçlerinin verimliliğini ve etkinliğini gösterir.

Bu örnekler ile birlikte Alternatif Malzeme Çalışmaları, Alternatif Tedarikçi Çalışmaları, Fatura sayısı, Harcamaların %80'ini temsil eden tedarikçi sayısını düşürme gibi kriterler de Satın Alma Performans Göstergelerine örnek verilebilir.

2.1.10. Tedarikçi ilişkileri ve tedarikçi değerlendirme

İşletmelerin, nihai tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli firmalar ile iş birliği yapması dış kaynak kullanımının artmasına neden olmuştur. Dış kaynak kullanımı gerçekleştirilen faaliyetlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin önem kazanması ile birlikte Tedarikçi İlişkileri Yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır (Ünal, 2013).

Tedarikçi İlişkileri Yönetimi, bir işletmenin mal ve hizmetlerini sağlayan tedarikçileri ile olan etkileşimlerini yönetmek için kullanılan bir yaklaşımdır. Burada hedef, alıcı ile tedarikçi arasındaki tedarik süreçlerini kolaylaştırmak ve verimli hale getirmektir. İşletmeler, tedarikçileri ile arasındaki bilgi paylaşımı ile kalite ve işbirliğini

artırmayı, pazarlık süreçlerini etkin şekilde yönetmeyi ve birbirlerini teknoloji ve yenilikler konusunda geliştirmeyi amaçlar (Gedikli, 2013).

Bazı pazar segmentlerinde, gelirin büyük bir kısmının doğrudan tedarikçilere aktarılması tedarikçi ilişkilerinin önemini vurgulamaktadır. Satın alma departmanının iyi tedarikçiler ile güçlü ilişkiler kurması rekabetçi pazarlarda tutunabilmek ve başarılı olmak için önem arz etmektedir (W.C. Benton, 2018). Bir organizasyon, tedarikçiler olmadan faaliyetlerini sürdüremeyecektir. Bir işletme tedarikçiler ve müşteriler arasında bulunmaktadır bu yüzden tedarikçiler, işletmeler için müşteriler kadar önem ifade etmektedir. Tedarikçilerin iç ve dış müşteri memnuniyetine katkısı giderek önem kazanmaktadır (Erdal, 2014).

Satın alma departmanı maliyet ve kalitede sürekli iyileştirme, yeni ürün geliştirme taleplerinden dolayı müşteri ve rakip baskısı altındadır. Bu taleplerin karşılanması için nitelikli tedarikçi kabiliyeti ve malzeme kaynağına ihtiyaç vardır. Bu nedenle satın alma departmanları güçlü tedarikçi ilişkileri sürdürmek amacı ile tedarikçi sayısında azaltmaya gitmektedir. Bu yaklaşım ile her bir tedarikçi ile ilişkiyi yönetmenin maliyeti azaltılabilir ve daha etkin bir tedarikçi yönetimi sağlanabilir (W.C. Benton, 2018).

Satın alma sürecinde ilişki yönetimi, etkin olarak yönetilmesi gereken bir unsurdur. Bu konu, sürecin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir ve sürecin etkin bir şekilde tasarlanmasını ve yönetilmesini sağlar (Sarı, 2021). Tedarikçiler ile ilişki yönetimi temelde işletmeler arası ilişkiye dayanmaktadır. İşletmelerin yönetim, politika, insan kaynakları gibi pek çok alanda farklılıklar taşıyacağı aradaki ilişkilerde göz önünde bulundurulmalıdır. Sahip olunan bu niteliklerin bilinmesi, uzun vadeli çalışmalarda büyük avantaj sağlayarak alıcı ve tedarikçi arasındaki iletişim hatalarını ve anlaşmazlıkları en aza indirir (Erdal, 2014).

Tedarik zinciri ilişkileri yönetiminde dört davranışsal boyut; ters etkili (kaybet-kaybet), rekabetçi (kazan-kaybet), iş birliği (kazan-kazan) ve birlikte çalışma (kazan-kazan) ilişkilerini içermektedir (Trent, 2005'den aktaran W.C. Benton, 2018):

- **Ters etkili ilişkiler (kaybet-kaybet):** Alıcı ve tedarikçinin kendi çıkarlarına odaklandığı ve karşı tarafı dezavantajlı hale getirme eğiliminde olduğu ilişkilerdir. Bu tür ilişkiler, iş birliği ve uzun vadeli ilişkiler yerine gelecekteki ilişkilerin önünü keser ve istikrarsızlık oluşturur. Ters etkili alıcı-tedarikçi ilişkileri önerilmemektedir.

- **Rekabetçi ilişkiler (kazan-kaybet):** Alıcı ve tedarikçi firma bu ilişkilerde kendileri için mümkün olan en iyi anlaşmayı yapmak için çaba gösterir ve diğer tarafın iyiliğini umursamaz. Bu rekabetçi ortamda genellikle kazanan taraf daha fazla güce sahip olandır ve gelecek için uzun vadeli müzakereler yerine şimdiki zamana odaklanabilir. Bu tür ilişkiler, her iki örgütün de zarar görmesini engeller. Rekabetçi ilişkiler genellikle üçüncül tedarikçilerle sınırlıdır ve alıcı firmanın piyasada rekabet üstünlüğünü sürdürmek için fiyatları düşürmesini sağlar. İlişkinin uzun soluklu olması önemli değildir, çünkü işlemsel tedarikçiler genel olarak kolayca değiştirilebilir.
- **İş birliği ilişkiler (kazan-kazan):** Hem alıcı hem tedarikçi tarafın istediği değerleri elde edilmesine odaklanılır ve uzun vadeli bir ortaklık geliştirme potansiyeline sahip olunur. Ancak bu ilişkinin eksik olduğu yer, satın alma ve tedarikçi firmaları arasında gereken takım çalışmasıdır. Bu işbirliği, satın alma tarafının tercih edilen veya ikincil hizmet sağlayıcıları ve tedarikçileri listesinde yer almaktadır.
- **Birlikte çalışma ilişkileri (kazan-kazan):** Satın alma firmasının stratejik veya birincil tedarikçileriyle kurulan, satın alma ve tedarikçi firmaları arasında gereken takım çalışmasını içeren ilişkidir. Satın alan ve tedarikçi tarafı işbirliğinin faydalarını anlayarak sonuçları iyileştirmek için bir araya gelmektedir. İki taraf, belirlenen termin ve bütçe kapsamında kaliteli ürün veya hizmetlerin sunumu için stratejiler geliştirir. Bu ilişkide kaynaklar ve bilgiler etkin bir şekilde paylaşılır. Bu süreçte alım yapan firmalar, fiyat sabitleme veya ihalede danışıklı hareket gibi işbirliği ve uzun vadeli ilişkileri zayıflatabilecek etik dışı davranıştan kaçınmak için dikkatli olmalıdır.

Satın alma departmanının, talep edilen malzemenin niteliklerine göre doğru fiyatı ve doğru kaliteyi belirlemesinin yanında doğru tedarikçi seçimi en önemli satın alma faaliyetidir. Yanlış tedarikçi seçimi, satın alma faaliyeti öncesi yapılan planlamayı anlamsız kılacaktır. Satın alma departmanı, doğru tedarikçi seçimi ile kalite, teslimat ve fiyat beklentilerini de karşılayabilmektedir. Bununla birlikte sürdürülebilir bir performans için düzenli tedarikçi değerlendirmeleri de yapılmalıdır (W.C. Benton, 2018). Bir işletme için tedarikçi performansının izlenerek değerlendirme sisteminin kurulması maliyetlerin azaltılması, kalite ve teslimat başta olmak üzere bir çok yönden katkı sağlayacaktır (Erdal, 2014).

Tedarikçi değerlendirmesi, tedarikçinin seçimi ve performansının takip edildiği, alınan ürün veya hizmetin kalite kontrolünü ve tedarikçi ile ilişki yönetimini içeren bir performans ölçme ve değerlendirme sürecidir. Tedarikçi değerlendirmesi, sürdürülebilirlik hedefleri ve tedarik zincirinin etkin bir yönetimi için önemlidir (Sayın, 2024).

Bir işletmenin tedarikçi performansının ölçülmesinde kullanacağı kriterler, alım konusu, şirket kültürü, coğrafya ve iklim gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilir ve özel değerlendirmeler yapılabilir. Genel olarak kullanılan tedarikçi değerlendirme kriterleri aşağıdaki gibidir (Gündüz, 2013):

- **Teknik Yeterlilik:** Bir tedarikçinin işi doğru olarak ve zamanında yapma kabiliyeti işletmenin operasyonlarını etkileyebilir. Bu yüzden tedarikçilerin teknik yeterliliği, verilecek işi başarıyla gerçekleştirebilme kabiliyeti açısından satın alma departmanı için önemli bir karar kriteridir. İşletmeler yeni bir tedarikçi ile çalışma konusunda endişeye sahip olabilmektedir. Bu nedenle stratejik satın alma gereken konularda yüksek fiyat veren olmasına rağmen teknik olarak güvenilir olan tedarikçiler ile çalışabilirler. Bir tedarikçi teknik yeterliliği ile öne çıkarak, kendini sürekli olarak geliştirerek pazardaki rekabette başarılı bir yerini alacaktır.
- **Fiyatlandırma:** Fiyatlandırma, tedarikçi değerlendirmesinde genellikle müşterilerin ilk olarak dikkate aldığı kriterdir. Bulundukları rekabetçi ortam gereği uygun maliyet ile ürün ve hizmetlerin müşterilere sunulması önemlidir. Fakat fiyatın yanı sıra termin, kalite standartları, performans gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurularak dengeli bir şekilde tedarikçi değerlendirmesi yapılmalıdır.
- **Teslimat:** Bir işletme için hammaddenin son ürüne ulaşması sürecinde talep edilen ihtiyaçların hızlı ve üretim duruşlarına sebebiyet vermeyecek bir şekilde temin edilmesi kritiktir. Tedarik zinciri süreci kesintisiz olarak ilerlemelidir. Tedarik sürecinde teslimat sorgulamaları dahi ek işi gücü ve operasyon gerektirmektedir. Bu nedenle bir tedarikçinin teslimat hızı ve kalitesi dikkatlice değerlendirilmelidir.
- **Kalite ve Hizmet:** Bir işletme, müşterisine talep ettiği kaliteyi sunmak üzere tedarikçilerinden kaliteli ürün ve hizmetleri de sağlamak ister. Tedarik zincirindeki her bir bileşen son ürünün kalitesini etkilediği için tedarik kalitesi, üretim planlaması, ürün dayanıklılığı ve müşteri memnuniyeti gibi hedeflere

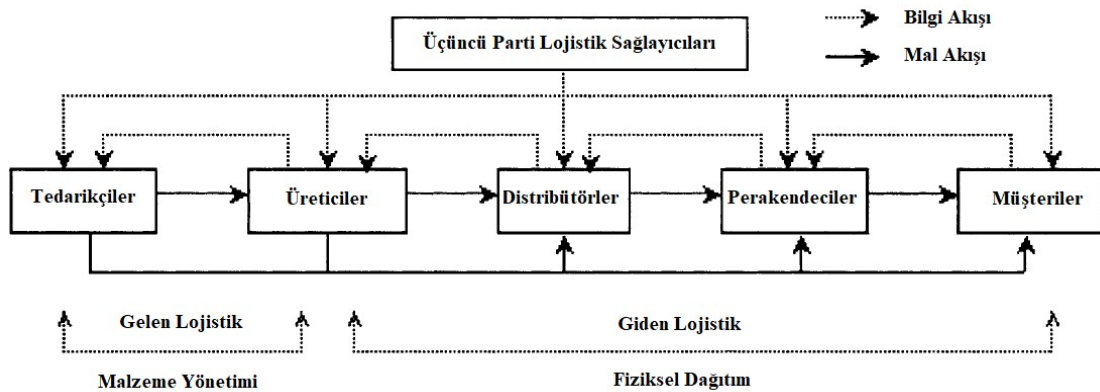
ulaşmada önemli bir rol oynar. Dünya çapındaki üretici firmalar, tedarikçi firmalarından belirledikleri kalite standartlarına uymalarını talep ederek tedarik zincirinde kalite faktörünü güçlendirmeyi amaçlarlar.

- **Esneklik ve Yenilikçilik:** Tedarikçiler, rekabet güçlerini kaybetmemek ve tedarik zincirlerinin dışında kalmamak için kendilerini sürekli yenileyerek teknolojik değişimlere ve piyasa dinamiklerine uyum sağlamalıdır. Bu uyum, tedarikçilerin esneklik düzeyiyle doğru orantılıdır. Bununla birlikte müşteri kaynaklı ürün gamı ve özelliklerindeki değişikliklere de hızlı ve esnek bir şekilde adapte olabilmesi önemlidir.

2.1.11. Satın alma ve tedarik zinciri yönetimi

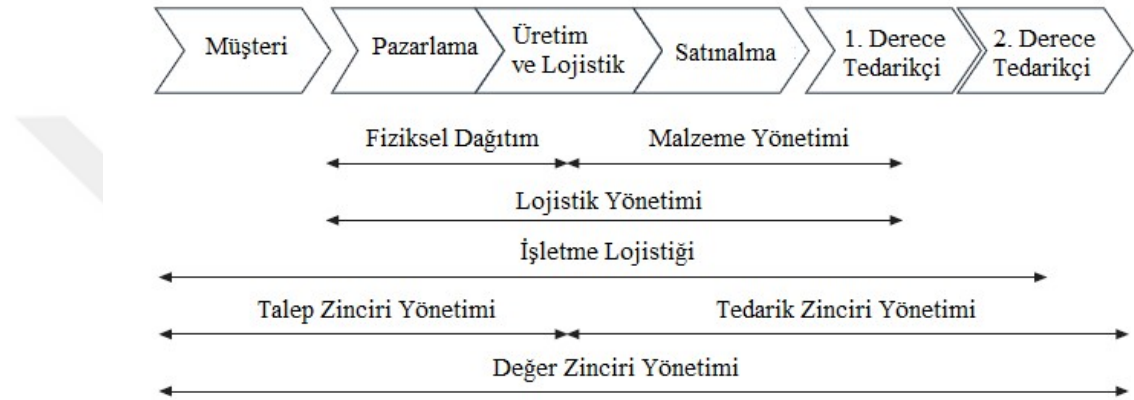
Tedarik zinciri yönetiminin, fonksiyonları açısından literatürde farklı tanımları bulunabilmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, üretim için gerekli hammaddenin sağlanmasından başlayarak, müşterinin ürünü kullanım sonrasına kadar her aşamayı kapsayan süreçlerin bütünüdür (Okumuşoğlu, 2022).

Tedarik zinciri, malzemelerin tedarik edilmesi sürecinden başlayarak, bu malzemelerin ara ve nihai ürünlere dönüőtürölerek müşterilere dağıtılmasını kapsayan bir ağdır. Hedef, tedarik zincirinde yer alan firmaların operasyonel verimliliğini, karlılığını ve rekabetçi konumunu artırmaktır. Malzeme Yönetimi (Gelen Lojistik) ve Fiziksel Dağıtım (Giden Lojistik) olmak üzere iki ana süreçten oluşan bir tedarik zinciri aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi malların ileri akışı ve bilginin geriye doğru akışı ile karakterize edilir. Aşağıda şekilde, tek bir ürün için, tedarikçilerden alınan ham maddenin bitmiő ürüne dönüőtürölerek dağıtım merkezlerine ve müşterilere sevk edildiği basit bir tedarik zinciri örneği verilmiştir (Min ve Zhou, 2002).



Şekil 2.3. Tedarik Zinciri Prosesi Örneği (Min ve Zhou, 2002).

Tedarik zinciri yönetiminin amaçları arasında müşteri memnuniyetini artırmak, stok maliyetini azaltmak, taşıma süreçlerini optimize etmek, ürün hatalarını azaltmak ve birim zamanda yapılan iş miktarını artırmak bulunur (Karadelioglu, 2006). Tedarik zinciri yönetimi, süreçlere odaklanarak fonksiyonel organizasyonun eksikliklerini dengelemeyi hedefler. Süreçler, müşteri ihtiyaçlarına göre düzenlenir. Müşteri hizmetleri, müşteri siparişlerine uygun planlama ve müşteri odaklı ürün geliştirme tedarik zinciri yönetiminin önemli bileşenleridir. Tedarik zinciri yönetimi, şekildeki gibi tüm işlevler arasında yakın işbirliği ile geniş bir faaliyet alanına uygulanır (Van Weele ve Rozemeijer, 2022).



Şekil 2.4. İş değer zinciri ve ilgili öğeler (Van Weele ve Rozemeijer, 2022).

Belirli stratejilere dayalı olarak planlanan ve hedefleri belirlenen Tedarik Zinciri Yönetimi'nde satın alma işlevinin önemi giderek artmaktadır. Tedarik zincirinin merkezi fonksiyonlarından biri haline gelmiş satın alma departmanlarının hedefleri arasında envanter maliyetlerini ve kayıpları en aza indirmek, kalite – maliyet dengesini kurmak, satın alınan malzeme ve hizmetleri standart hale getirmek, kesintisiz olarak malzeme, servis ve bilgi akışını sağlamak yer almaktadır (Yıldıztekin, 2017). Satın alma fonksiyonunda maliyetleri düşürmeyi amaçlarken bununla birlikte stok kontrolü, tedarikçi yönetimi, lojistik planlama ve satın alma süreçlerinin de etkili bir şekilde planlanması ve yönetilmesi önem arz etmektedir. Tedarikçi faaliyetleri, maliyetler ve ara/hammadde stok seviyeleri düzenli bir şekilde izlenmelidir (Nur, 2005'den aktaran Sevinç, 2008).

Gelecek için satın alma yönetiminin tedarik zinciri yönetimindeki rolünün ve öneminin artacağı ve bununla beraber satın alma fonksiyonunun değişimi teşvik eden bir faaliyet olarak öne çıkacağı öngörülmektedir (Van Weele, 2002'den aktaran Koçoğlu ve Avcı (2014).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 5.0 DÖNEMİNDE SATINALMA DEPARTMANININ ROLÜ

3.1.Dijital Dönüşüm ve Satınalma Süreçleri

Dijitalleşme; iş gücü, bilgi ve teknoloji kaynaklarının entegre edilerek, farklı müşteri deneyimleri ve yeni iş modelleri sağlamak, yeniliği teşvik etmek ve organizasyonun kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmak için teknolojiyi kullanmaktır. Dijital dönüşüm, organizasyonların yapılarını ve süreçlerini yenileyerek, müşterilere ve ekosisteme değer katarak, iş süreçlerini geliştirmeyi ve yenilikçi düşünce yapısına geçişini kolaylaştırır (Mert, 2020).

Dijitalleşme, satın alma süreçlerini de dönüştürerek operasyonel verimlilik ve karlılık için satın alma yazılımlarının kullanımında artış sağlamıştır. Tedarikçiden müşteriye uzanan süreçte değer katan bu yazılımlar, fiyat rekabeti, şeffaflık, veri saklama, analitik karar verebilme, maliyet avantajı, onay sürelerinin kısalması, e-ihale ile optimum fiyat edinme, sözleşme yönetimi ve gelişmiş raporlama ile satınalma departmanına katkı sunmaktadır (Sağız, 2023).

İşletmeler, stratejik satın alma süreçlerini merkezi bir yönetim anlayışı ile dijital platformlarda yürüterek verimliliklerini artırmaktadır. İşletmeler, tedarikçilerini yönetmek, onaylı kaliteyi sürdürmek, maliyet avantajı yakalamak, tedarik süreçlerini yönetmek, hukuki süreçleri takip etmek ve stratejik satın alma yapabilmek amacı ile dijital satın alma süreçlerine yönelmektedir (Karaca, 2022). Satınalma süreçlerinde dijitalleşmede önemli ilerlemelerden biri kağıt tabanlı işlemlerden e-faturaya geçiş ve süreçlerde otomatik sistemlerin kullanılmasıdır. Bu sayede işlem maliyetleri düşer ve önemli tasarruf sağlanılmıştır. Bu gelişmeye ek olarak belirli bir bütçeyi aşmayan satın alma taleplerinin otomatik olarak onaylanması, sürekli alınan işletme malzemeleri için stok seviyeleri belirlenerek otomasyon sistemi üzerinden otomatik siparişler verilebilmesi, tedarikçi portalları kurularak tedarikçi listelerinin güncel tutulması ile satın alma departmanı değer sağlamayan faaliyetlere odaklanmak yerine stratejik konulara odaklanabilir (Ünal, 2019).

3.2. Endüstri 4.0 ve Satınalma 4.0

3.2.1. Endüstri 4.0 döneminde satınalma departmanının değişen rolü

Üretim ile ilişkili Endüstri 4.0 modelini finans, pazarlama, strateji gibi alanlar ile entegre edilerek Dijital Dönüşüm'e, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Satınalma Disiplini'ne uyguladığında ise Satınalma 4.0'a ulaşılmaktadır (Arıkan, 2020).



Şekil 3.1. Endüstri 4.0'dan Satınalma 4.0'a (Arıkan, 2020).

Endüstri 4.0 ile birlikte Satınalma 4.0 kavramı da gelişmeye başlamıştır. Satınalma 4.0'a giden süreçte satınalmada yönetim metodları ve satınalma departmanlarının organizasyon içindeki rolü ve önemi de değişikliğe uğramıştır. Geleneksel Satınalma yaklaşımı olarak adlandırılan 1990'lı yıllar ve öncesi dönemde satın alma departmanı sadece ihtiyacı karşılamaya odaklanmakta ve satın alma operasyonlarını fiyat odaklı olarak ilerletmektedir. 2000'lerde ise Operasyonel Satınalma Yaklaşımı ile "Satınalmacı" dönem başlamış, al getir anlayışı yerine kapıya teslim anlaşmalar tercih edilmiştir. Bu dönemde kalite kavramı önem kazanmış ve tedarikçi değerlendirmeleri yapılmaya başlanılmıştır. 2010'ların sonrasında ise Stratejik Satın Alma yaklaşımı ile "Uzmanlaşmış Satınalmacılar" dönemi geldi. Bu dönemde süreç ve maliyet analizleri öne çıktı. Ayrıca, hedefler ile yönetim ve kategori bazlı satın alma uzmanları da belirleyici oldu. Günümüzde ise Endüstri 4.0 ile birlikte Satınalma 4.0 kavramı da gelişmeye başladı. Satınalma 4.0 ile birlikte dijitalleşme ön plana çıkmakta, müşteri için değer oluşturma giderek daha önemli hale gelmektedir. Değer anlayışı ile birlikte Yalın Satınalma kavramı

da önem kazanarak katma değersiz operasyonların kaldırılması ve tekrarlayan adımların azaltılması öne çıkmıştır.

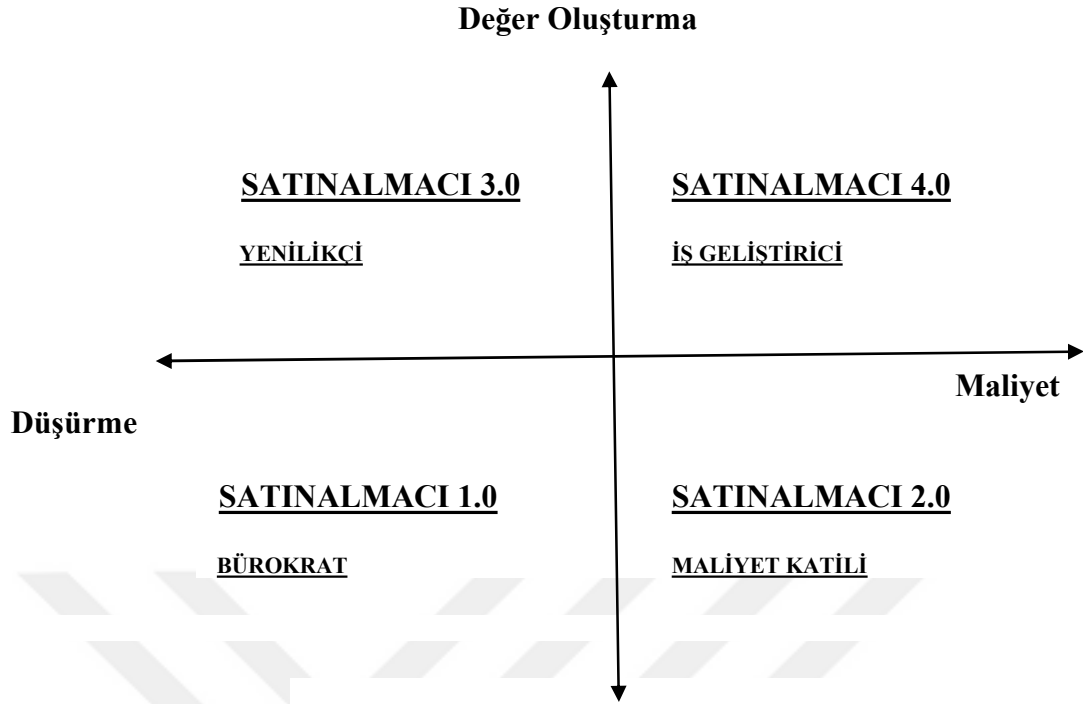
Bu yeni dönemde dijitalleşme, otomasyon, yapay zeka, veri analitiği gibi teknolojiler satın alma süreçlerini dönüştürmekte önemli rol oynamaktadır (Hun, 2020).

Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 ile birlikte satın almacılar için modern sınıflandırmalar yapılmıştır. Lavergne Matrix, satın almacıların geçmişten bugüne maliyet düşürme ve değer yaratma konularında dört gruba ayrıldığı bir sınıflandırmadır (Beker, 2019):

- **1.0 Bürokrat (The Bureaucrat):** Kuralcı, bireysel ve statik. Tedarik edici. (Maliyet azaltma yok, müşteriler için değer oluşturma yok.)
- **2.0 Maliyet Katili (The Cost Killer):** Pazarlıkçı, pazara ve tedarikçilere hakim, Toplam Sahip Olma Maliyeti odaklı. (Müşteriler için değer oluşturmaya özen göstermeden maliyetleri düşürür.)
- **3.0 Yenilikçi (The Innovator):** Satışçı, kreatif, lider, diplomatik, sosyal, iş birlikçi. (Maliyetleri düşürmeye çalışmadan yeniliğe değer verir.)
- **4.0 İş geliştirici (The Business Developer):** Vizyoner, duygusal zekâsı gelişmiş, proaktif, iletişimci. (Yeniliklere değer verir ve aynı zamanda maliyeti düşürür.)

Lavergne Matrix'e göre, Satın Almacı 4.0'ı iş geliştirmeci olarak konumlandırılmaktadır. Satın alma rolü sadece almak değil, aynı zamanda iş geliştirmektir. Buna göre satın alma profesyonellerinin rolü sadece mal ve hizmet satın almakla sınırlı kalmayıp, iş geliştirmeyi de içerir. Müşteriler için değer oluşturmak adına yenilik yapar ve maliyet azaltırlar.

İş geliştirmeci olarak Satın Almacı 4.0 aynı zamanda hızlı hareket eder ve hızlı karar verir. Sıkça sahada yer alır ve iyi bir iletişim kurucudur. Aynı zamanda çok iyi bir iş ağı geliştirici olarak, proaktif ve işbirlikçi bir yaklaşıma sahiptir (http-30).



Şekil 3.2. Lavergne Satınalma Matrisi / Satınalmacı 4.0 (<http-30>)

Endüstri 4.0, sadece üretim alanında değil, tedarik zincirinin her evresinde dönüşüme işaret eder. Endüstri 4.0'daki değişikliklere kıyasla henüz daha belirsiz ve net olmasa da dönüşümün önemli bir parçası olarak Satınalma 4.0'ın bileşenleri şunlar olabilir (<http-31>):

- **Katma Değer Yaratma:** Satın alma yöneticileri, Satınalma 4.0 döneminde maliyet azaltma hedefinden öteye geçerek risk yönetimi ve marka yönetimi gibi katma değer odaklı alanlara daha fazla odaklanmalıdır.
- **Dijital Kategori Yönetimi:** Endüstri 4.0, gelen verilerin işlenmesi ve makineler arasında iletişim ile operasyonel faaliyetleri yönlendirdiğinden veri toplama, analiz etme gibi yeteneklerin geliştirilmesini gerektirir. Satınalmanın süreçteki rolü veriyi kullanarak yüksek katma değer sağlayarak hareket etmektir. Satınalma departmanı, uygun maliyet ile malzeme temin etmenin yanında, dijital süreç analizi ile gelecek için öngörülerde bulunur ve elindeki ürün gruplarını yönetir.
- **Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi:** Endüstri 4.0, müşteri, dağıtıcı, tüketici ve sürecin diğer paydaşlarından alınan verilerin üretime entegresini sağlarken, siber-fiziksel sistemler de tedarik süreçlerinin optimizasyonunda kullanılmaktadır. Gelecek zaman içinde Satınalma 4.0, tüketiciye talep ettikleri ürünleri istedikleri anda ulaşma imkanını sağlayacak siber-fiziksel sistemlerin entegrasyonunda kritik bir rol oynayabilir.

- **Inovatif Data Yönetimi:** Satınalma 4.0'da, data yönetiminde geçmişe dönük analiz ile birlikte, geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilecek şekilde inovatif bir yöne doğru evrilmektedir. Bu yaklaşım dijital kategori yönetimine doğru bir ilerleme sağlamaktadır.

3.2.2. Bilişsel satınalma yaklaşımı

Kavramsal satınalma veya bilişsel satınalma (cognitive procurement), satın alma süreçlerini otomatikleştirmek ve geliştirmek için yapay zekanın (AI), özellikle de makine öğreniminin uygulanmasını ifade etmektedir. Rutin görevleri otomatikleştirmenin yanında aynı zamanda verileri anlama, mantık yürütme, öğrenme ve etkileşime girme yeteneklerini de içermektedir. Makine öğrenimi algoritmaları, büyük miktarda veriyi analiz ederek kalıpları öğrenir ve tahminlerde bulunur, böylece daha bilinçli kararlar alınmasını sağlar (http-32).

Bilişsel satın alma, bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte tarihsel bir süreçtir. İlk dönemlerde satın alma manuel bir süreç olarak işliyor ve kağıt tabanlı kayıtlar kullanılıyordu. Barkodların kullanımı ile hala manuel girdilere dayanıyor ise de otomatikleşme başladı. 1990'larda kurumsal kaynak planlama (ERP) sistemleri ile gerçek zamanlı görünürlük sağlanarak tedarik süreçleri daha verimli hale geldi. Günümüzde ise yapay zeka, makine öğrenimi ve doğal dil işleme gibi bilişsel teknolojiler, satın alma süreçlerini daha da otomatikleştiriyor ve işletmelere kolaylık sağlamaktadır (http-33).

Bilişsel satınalmanın sağladığı bazı faydalar aşağıdaki gibidir (http-33):

- Rutin görevleri otomatikleştirerek stratejik görevlere daha fazla zaman ayrılmasına imkan sağlar. Ayrıca harcama görünürlüğünü artırır ve maliyetleri düşürmeye yardımcı olur.
- Tekrarlanan tekrarlanan görevleri otomatikleştirerek ve kalıpları belirlemek için yapay zekayı kullanarak zamandan ve paradan tasarruf edilmesini sağlar.
- Bilişsel satın almada, veri analitiği ile tedarikçi fiyatlandırma eğilimleri anlaşılır ve tasarruf fırsatları belirlenerek tedarikçiler ile müzakerede avantaj sağlanır.
- Teklif talebi (RFP) sürecini otomatikleştirerek ve doğal dil işleme (NLP) ile hızlıca analiz ederek işletmelere zaman kazandırır.

Avantajlarının yanında bilişsel satın almanın bazı dezavantajları da vardır, bunlar arasında artan siber risk potansiyeli ve yüksek ön yatırım maliyeti bulunur.

3.2.3. Satınalma 4.0'da kullanılan teknolojiler

Satın alma süreçlerindeki dijital dönüşümün hedeflerinde, süreçlerin otomasyonu, maliyet iyileştirmeleri, veri kalitesinin artırılması, risk azaltımı ve inovasyonlarının artırılması yer almaktadır. Bu hedefler doğrultusunda satın alma departmanı tarafından kullanılan dijital dönüşüm araçları şunlardır (Hüryılmaz, 2019):

- **Yapay Zeka (AI) :** Yapay zeka destekli karar destek sistemleri, doğru veri analizleri ile satınalma ve tedarik yönetiminde geleceğe dönük strateji önerileri sunarak dijitalleşme ile veri kalitesini artırmaktadır. Satın alma yönetimlerinin doğru ve etkili kararlar almasını sağlamaktadır. Yapay zeka, satınalma ve tedarik yöneticilerine şirket içi ve buluttan alınan verileri yorumlayarak yol haritası sunmaktadır.
- **Tahmine Dayalı Analitik (Predictive Analytics):** Satınalma departmanlarınca gelecek dönemlere ait fiyat tahminlemesinde ve risklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Tahmine dayalı analitik ile mevcut duruma ait verilerin analizinden çok gelecekteki durumların tahmin edilmesine odaklanılmaktadır.
- **Normatif Analitik (Prescriptive Analytics):** Tahmin edilen durum gerçekleştiğinde hangi adımların gerçekleştirilmesi gerektiğini belirlemek için kullanılan Normatif Analitik, tahmine dayalı analitiğin ileri bir aşamasını temsil etmektedir. Normatif analitik, karmaşık karar faktörleri ve sınırlamaları dikkate alarak en uygun çözümü bulmayı hedefler. Satınalma departmanı, geleceğe yönelik risk odaklı satın alma stratejileri ve eylem planlarını oluşturmak için normatif analitikten yararlanmaktadır.
- **Makine Öğrenimi (Machine Learning):** Yapay zekanın, doğru veri kümeleriyle tahmin modellerinin doğruluğunu artırmak için kullanılan biçimi olan Makine Öğrenimi, doğru algoritmalar, veri setleri ve modellerin seçilmesi ile istenen başarıya ulaşır. Makine öğrenimi, satın alma departmanı tarafından tedarikçi performansı değerlendirmelerinin daha doğru şekilde yapılması, akıllı sözleşmelerin oluşturulması, müzakere gücünün artırılması amacı ile kullanılmaktadır.
- **Sohbet Robotu (Chatbot):** Genellikle mesaj veya telefon aracılığıyla kullanılan, rutin işlemlerin otomatik olarak gerçekleştirilmesini sağlayarak,

karşılıklı etkileşim ile kullanıcıyla iletişim kuran bir yapay zeka biçimidir. Satınalma departmanları tedarikçi toplantılarının düzenlenmesi, standart verilerin toplanılmasında kullanılmaktadır. Sohbet robotunun geleceğine örnek olarak, e-ihale çözümleri, gelecek zamanda tedarikçiler ile mesaj veya konuşma aracılığı ile pazarlık yapabilecekleri bir yöne doğru evrilebilir.

- **Robotik Süreç Otomasyonu (RPA):** Yapay zeka, makine öğrenimi, iş akışı otomasyonu ve ekran kazıma gibi yaklaşımlar, tekrar eden ve belirli sonuçlar bekleyen manuel aşamaların otomatikleştirilmesini hedefler. Robotik süreç otomasyonu, gelen sipariş e-postalarını otomatik şekilde taleplere dönüştürerek sisteme entegre etmek, sipariş işlemleri ve fatura girişlerini otomatikleştirerek rutin faaliyetlerde insan müdahalesini kaldırmayı hedeflemektedir.
- **Dijital İkiz (Digital Twin):** Akıllı sensörler ve IoT aracılığı ile fiziksel durumu sanal ortamda doğru bir şekilde oluşturur ve izlenmesini sağlar. Sağlık, havacılık, savunma, otomotiv, taşımacılık, üretim, enerji ve kamu hizmetlerinde artan bir kullanım göstermektedir. Dijital ikiz teknolojisi, ilgili tedarik risklerinin değerlendirilmesi, satın alma süreçlerinin otomatikleştirilmesi ve satın almadan ödemeye gibi uygulamalarda risklerin öngörülebilirliğini artırmaktadır.
- **Akıllı Sözleşmeler (Smart Contracts):** Akıllı sözleşmeler, programlanabilir protokoller olarak belirli gereklilikleri programlar ve sözleşmelerin otomatik gerçekleşmesini hedefler. Blok zinciri teknolojisi ile birlikte, satın alma departmanı tarafından tedarikçi ve satın alma sözleşmelerinin doğru ve hızlı olması, sözleşme kontrol noktalarının belirlenmesi, sözleşme cezalarının otomatik uygulanması ve onay süreçlerinin hızlandırılması sağlanır.
- **Blok Zinciri (Blockchain):** Blok zinciri teknolojisi, satın alma ve tedarik süreçlerine ait adımların dijitalleştirilmesini sağlayarak ve dijital blok şeklinde kodlamaktadır. Bu blokları şifrelenmiş algoritmalar ile dağıtık defter olarak paylaşarak çoklu otokontrol sağlayan teknolojidir. Blok zincirleri, hız, güvenilirlik ve izlenebilirlik sunarak, akıllı sözleşmelerin yapılması, tedarik

zinciri süreçlerinin izlenebilirliği ve gerçek zamanlı anlaşmaların gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır.

- **3D Yazıcılar – Katmanlı Üretim (3D Printing – Additive Manufacturing):** Katmanlar halinde malzemelerin üst üste eklenmesi ile karmaşık parçaların kalıpsız üretimine imkan sağlayan teknolojidir. Üç boyutlu yazıcılar, kalıp ve makine maliyetleri ile birlikte tasarım süreçleri giderlerini ortadan kaldırarak satın alma departmanının maliyet azaltımı hedeflerine hizmet etmektedir. Bu getirisinin yanında, üretilen prototip parçaların seri üretimdeki üretilebilirlikleri de satın alma departmanı tarafından kontrol edilmelidir.

Yukarıda belirtilen araçlara ek olarak, firmaların geleneksel satın alma uygulamalarını değiştirmek için kullanabileceği diğer dijital araçlar da mevcuttur (Seyedghorban ve Samson, 2019):

- **Nesnelerin İnterneti (IoT):** Sensörler tarafından desteklenen ve insan müdahalesi olmadan veri aktarımı sağlayan bir sistem olarak fiziksel dünyanın bilgisayarlar ile iletişim kurmasını sağlar ve gerçek zamanlı yanıtlar için analitik süreci merkezi olmayan hale getirir. Maliyetlerden tasarruf etmek amacıyla satın alma ve tedarik zinciri süreçlerini otomatikleştirir. Otomotiv endüstrisi, olası çarpışmaları algılayan ve önleyen IoT kullanan gömülü sistemler ile önemli miktarda tasarruf sağlayabilir.
- **RFID:** Depolanan bilgileri okumak ve yakalamak için radyo dalgalarını kullanan dokunmatik olmayan bir teknoloji olan RFID, düşük maliyetle daha doğru ve gerçek zamanlı envanter takibi sağlayarak, talep planlama yeteneklerini güçlendirir ve stok fazlalığı veya eksiliği yönündeki aksaklıkları azaltır.
- **Sensör Teknolojisi:** Çevredeki olayları tespit ederek bilgileri diğer cihazlara ileten teknolojilerdir. Tedarik zinciri yönetiminde, taşınan ürünlerin konumunu ve durumunu izler, gerçek zamanlı envanter takibi sağlayarak ve satın alma faaliyetlerini optimize etmeye yardımcı olur. Örneğin, envanter seviyeleri düşük olduğunda sensörler talebi algılar ve otomatik olarak malzemelerin yenilenmesi için sipariş verebilir.
- **Artırılmış gerçeklik:** Fiziksel gerçekliğin üzerine bilgisayarda üretilen bilgi katmanlarının eklenmesini sağlayan bu teknoloji, metin, grafik, video, ses ve GPS verileri gibi çeşitli bilgileri içerebilir. Petrol ve gaz endüstrisinde eğitim

uygulamaları ve satın alma sürecinde ürün spesifikasyonlarını sunmak ve daha fazla bilgi eklemek amacı ile görselleştirmek için kullanılmaktadır.

- **Büyük veri:** Farklı kaynaklardan toplanan ve değerlendirilen verilerin gerçek zamanlı karar almayı desteklemek için kullanılmasıdır. Sözleşme, giderler ve performans ölçümlerine ait verilerin analizini destekler ve tedarik zinciri operasyonlarının yönetimini optimize eder. Büyük veri, sorguların hızlı yürütülmesini, doğru talep tahminlerini ve operasyonel maliyetlerin azaltılmasını destekler.
- **Bulut Bilişim:** Hızlı veri paylaşımını kolaylaştırarak satın alma ve tedarik zinciri operasyonlarını basitleştiren güvenilir ve düşük maliyetli bir teknolojidir. Karmaşık ERP araçlarının yerine yeni uygulama odaklı arayüzler ve bulut tabanlı analitik platformlar sunmaktadır. Küresel kaynak bulma ve tedarik zinciri kararlarını hızlandırır ve tedarik zinciri kesintilerine karşı dayanıklılık sağlar.

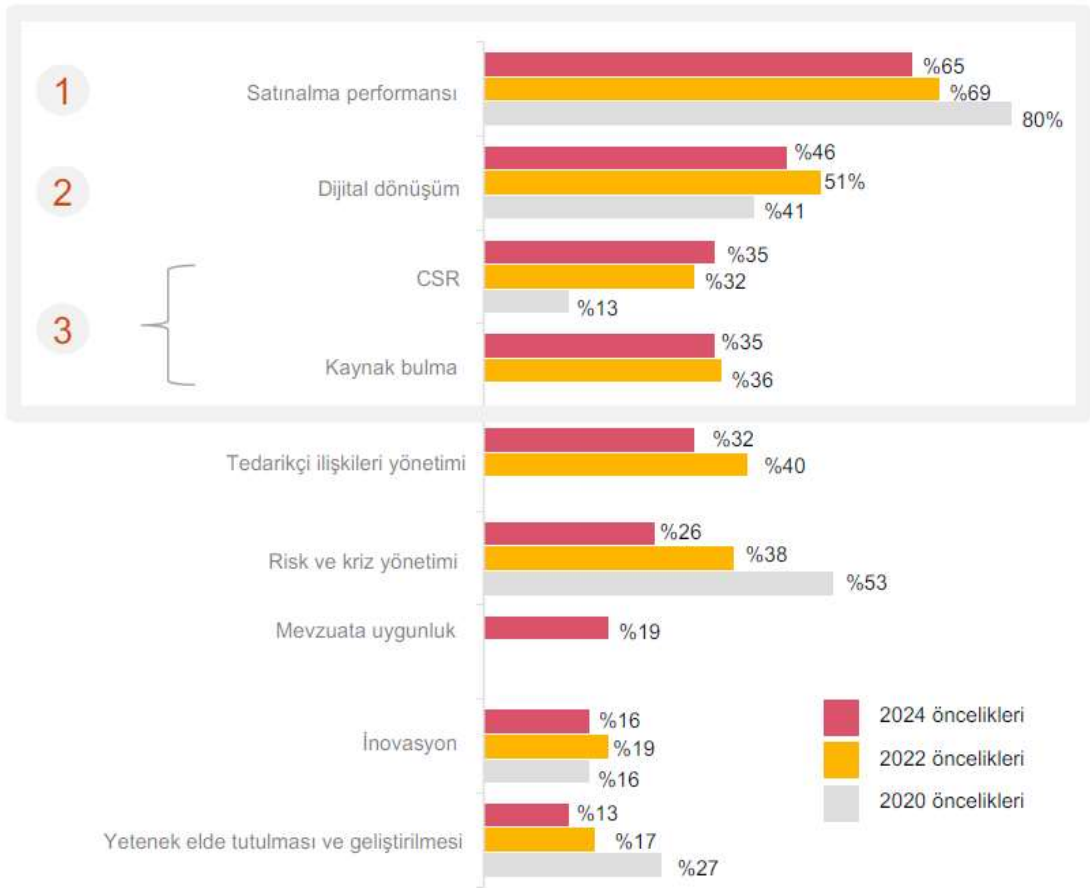
3.2.4. Satınalma süreçleri'nde dijitalleşme düzeyi araştırmaları

Dijital uygulamalar satın alma ve tedarik yönetiminde önemli bir rol oynayarak süreçleri etkilemektedir. Araştırma şirketleri satın alma süreçlerinde yaşanan dijitalleşmenin düzeyini ve kullanıma seviyesini anlamak için araştırmalar yapmaktadır. PricewaterhouseCoopers (PwC) ve Chartered Institute of Procurement & Supply (CIPS) 'e ait araştırmalar bu kapsamda incelenecektir.

PwC, 60 ülkede 1000 katılımcı ile dijital teknolojilerin kullanım seviyelerini daha iyi anlayabilmek adına küresel ölçekte Dijital Satınalma Araştırması gerçekleştirdi. İlgili araştırmada “Gelecek yıl için Satınalma biriminizin en önemli 3 stratejik önceliği nedir?” sorusunda satın alma birimlerince verilen yanıtlara göre %65'i Satın Alma Performansı birinci stratejik öncelik olurken, Dijital Dönüşüm ikinci stratejik öncelik, Kurumsal Sosyal Sorumluluk (CSR) sorunları ve Kaynak Bulma ise üçüncü stratejik öncelik olarak yerini almıştır.

Bu sonuçlar, COVID-19 sonrası dönemde, artan enflasyon ve Ukrayna savaşı nedeni ile satın alma birimlerince maliyet kontrolüne daha fazla odaklanıldığını göstermektedir. Satın alma birimleri, diğer önemli bir öncelik olan dijital dönüşümden raporlama, mevzuat takibi ve operasyonel verimlilik açısından somut sonuçlar beklemektedir (PwC, 2024).

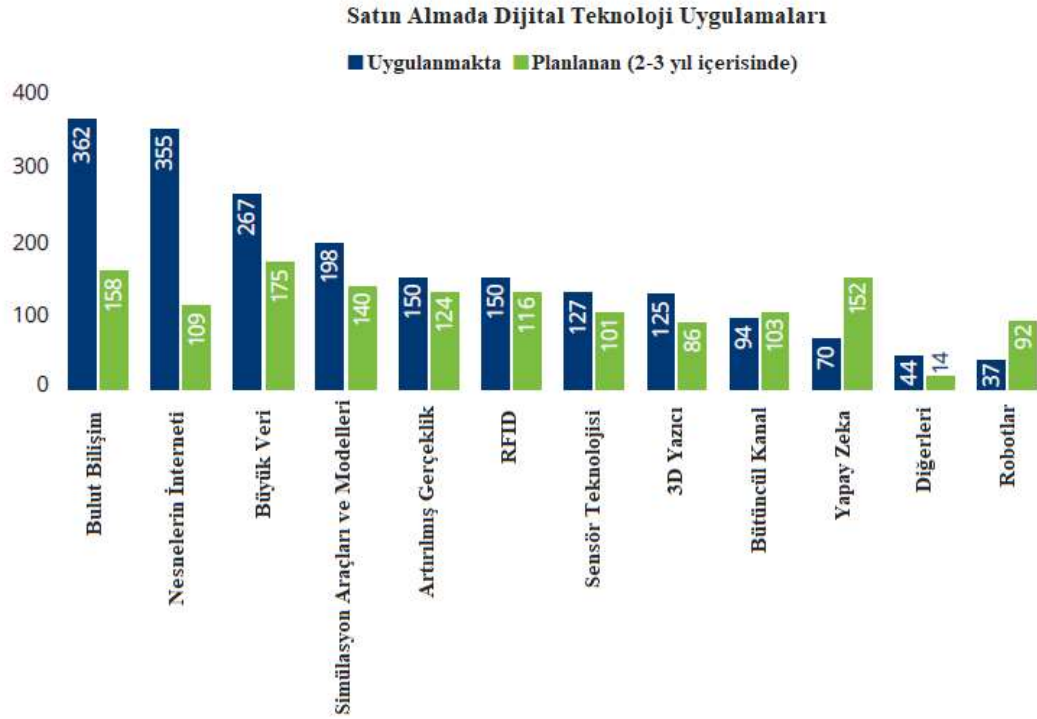
COVID-19 pandemi öncesinde dijital dönüşüm, satın alma departmanının stratejik önceliklerinde artan bir öneme sahipti. Pandemi etkisi ile birlikte, mikro tedarik zincirlerinin oluşturularak, tedarik zincirlerinin kısalması hedeflenmiştir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için alternatif tedarikçi seçeneklerinin artırılması ve yakın bölgelerden tedarik sağlanması gerekmektedir. Satın alma departmanı için bu beklentileri karşılayabilmek adına dijital tedarik zincirlerinden, makine öğrenmesi gibi teknolojilerden tedarikçi risk değerlendirmelerinde yararlanmaları mümkün hale gelmiştir (Demircioğlu, 2021).



Şekil 3.3. Satınalma birimlerinin stratejik önceliklerinin sıralaması (PwC, 2024)

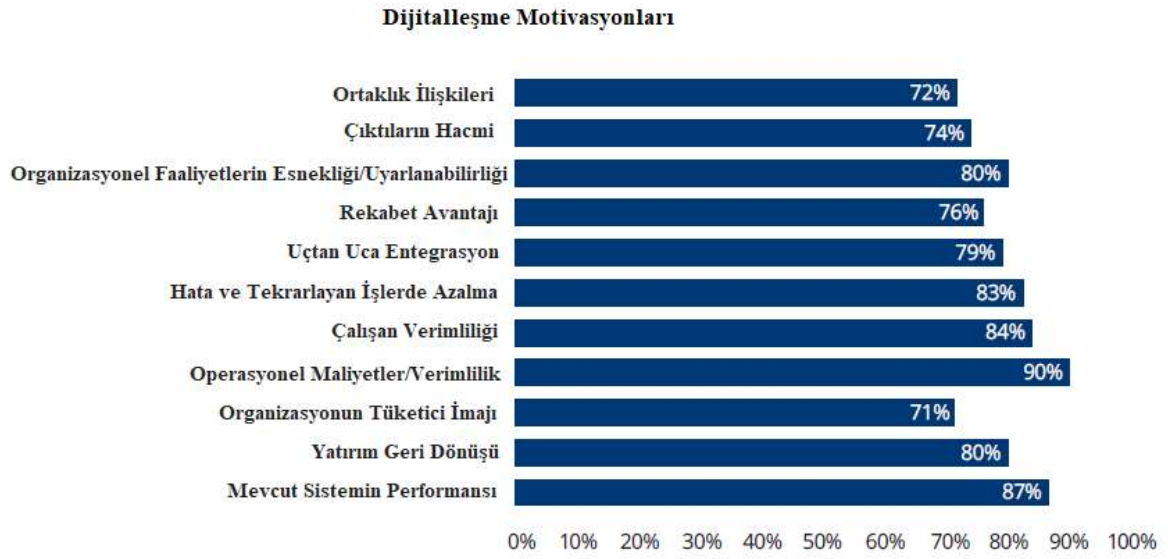
Melbourne Üniversitesi ve CIPS (Chartered Institute of Procurement & Supply), 2018 yılında, tedarik zinciri dijitalleşmesinin düzeyini ve bu değişimin satın alma ile iş dünyası için ne ifade ettiğini araştırdılar. 55 farklı ülkeden 20'den fazla farklı sektörden 700'ün üzerinde yöneticinin katılımı ile küresel bir araştırmaya gerçekleştirilmiş oldu.

Satın Almada Dijital Etkinleştiriciler ile ilgili araştırmada katılan firmaların %97'si belirtilen dijital teknolojilerden en az birini kullanmaktadır. Kolaylık ile kurulabilmeleri nedeni ile Bulut Bilişim, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Büyük Veri en çok kullanılan teknolojiler olmasına karşın, Robot teknolojisi en az kullanılan teknoloji durumundadır (Seyedghorban ve Samson, 2019).



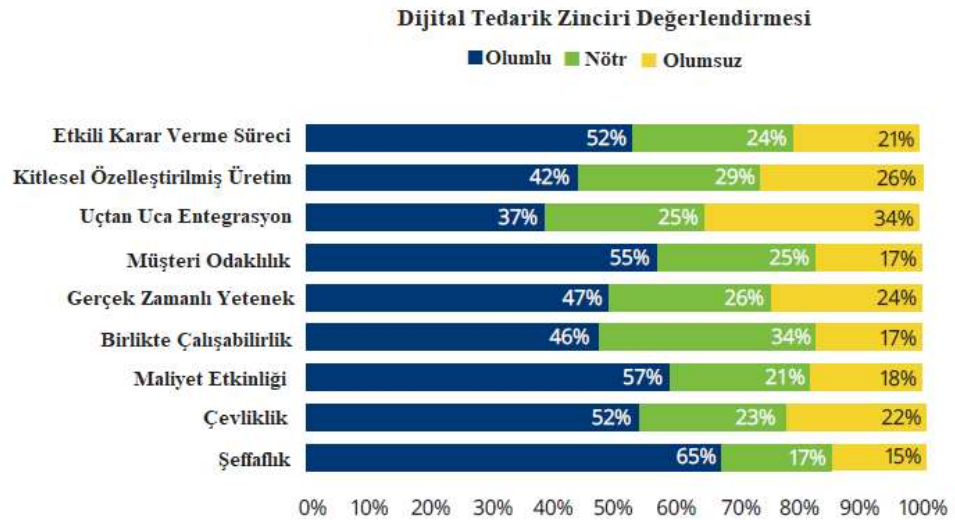
Şekil 3.4. Satın Almada Dijital Etkinleştiriciler (Seyedghorban ve Samson, 2019).

Araştırmaya göre operasyonel maliyetler ve verimlilik, sistemin performansı ve çalışan verimliliği firmaların dijital teknolojileri kullanma motivasyonları arasında ön sıralarda yer alıyor. Diğer bir yönden firmalar tüketici imajı, ortak ilişkileri ve çıktı hacimleriyle daha az motive olmaktadır. Firmalar, aşağıda belirtilen unsurları, satın alma süreçlerini dijitalleştirmek için önemli faktörler olarak değerlendirmektedir. (Seyedghorban ve Samson, 2019).



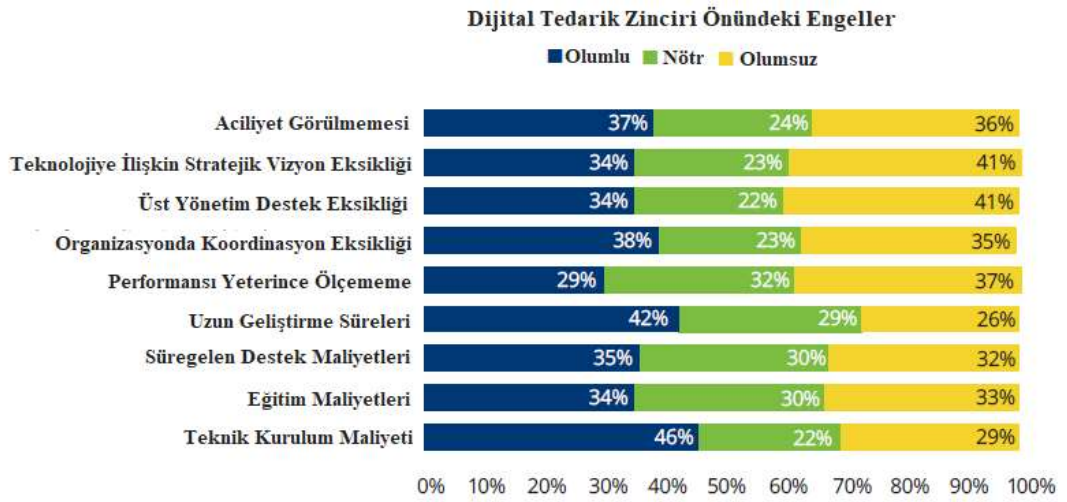
Şekil 3.5. Dijitalleşme Motivasyonları (Seyedghorban ve Samson, 2019).

Firmaların %65'i şeffaflık, %57'si maliyet etkinliği, %55'i müşteri odaklı olma, %52'si çeviklik ve etkili karar verme gibi dijital teknoloji avantajlarından yararlanıyor ve başarı sağlıyor. %37'lik oran ile Uçtan Uca Entegrasyon en az başarı sağlanan alan olmuştur.



Şekil 3.6. Dijital Tedarik Zinciri Değerlendirmesi (Seyedghorban ve Samson, 2019).

Satın alma ve tedarik süreçlerinde dijitalleşmeye artan ilgiye rağmen, firmalar kendi süreçlerinde uygulamakta zorluk yaşamaktadır. Şekilde gösterildiği üzere firmaların %46'sı teknik kurulum maliyetleri ve %42'si uzun geliştirme sürelerini dijital satın alma ve tedarik uygulamasının önündeki en büyük engel olarak görmektedir. Organizasyondaki koordinasyon eksikliği ve aciliyet eksikliği de dijitalleşmenin uygulanmasının önündeki diğer önemli engellerdendir. Dijital teknolojiler otonom performans ölçüm sistemleri ile donatıldığı için performans ölçümü ise %29 oranı ile dijitalleşmede en az karşılaşılan engel olmuştur. (Seyedghorban ve Samson, 2019).



Şekil 3.7. Dijital Tedarik Zinciri Uygulamalarının Önündeki Engeller (Seyedghorban ve Samson, 2019).

3.3. Endüstri 5.0 (Toplum 5.0) ve Satınalma 5.0

3.3.1. Endüstri 5.0 (toplum 5.0) döneminde satınalma departmanının değişen rolü

Satınalma 4.0'ın henüz tamamlanmamış bir süreç olması ile birlikte Satınalma 5.0 için de henüz net bir model oluşturulmamıştır. Bu nedenle farklı şekillerde yorumlama veya tanımlanamalar olacaktır.

Şu aşamada gelecekteki satın alma süreçlerini tanımlamak için kullanılan Satınalma 5.0, Endüstri 5.0'dan hareketle önceki süreçlerde görülen dijitalleşme, otomasyon ve yapay zeka vb. teknolojik gelişmelerin daha etkin kullanım alanı bulduğu, insan-makine işbirliğinin arttığı, daha akıllı ve esnek, sürdürülebilir, öngörülebilir ve müşteri odaklı değer oluşturan bir satın alma süreci olarak ifade edebiliriz.

Dijitalleşme ve Endüstri 4.0 sonrası hızlı bir değişim ile Toplum 5.0 dönemine geçiş yapılmaktadır. Bu süreçte Satın Almacı 5.0, süper akıllı topluma uyum sağlayan, varılması gereken bir hedef, bir önerme olarak öne çıkmaktadır. Satın Almacı 5.0'in sahip olacağı beş rol ve özelliklerine dair önerme ise aşağıdaki gibidir (Beker,2019):

- **Dijitalleşme:** Satınalma profesyonellerinin dijitalleşmesinin kaçınılmaz olduğu bu süreçte dijital araçları kullanma ve işbirliği yeteneği Satın Almacı 5.0 için aranan bir özellik olacaktır. Dijitalleşme, süreçleri hızlı, pratik hale getirirken Satın Almacı 5.0 için bu avantajları iyi anlamak ve kullanmak önemlidir. Ayrıca dijital satın alımın gelişmesi ile birlikte, satın alma profesyonellerinin yapay zeka ile uyumlu çalışabilmesi ve 3D yazıcı, Nesnelerin İnterneti(IoT), artırılmış gerçeklik gibi teknolojilere hakim olma gerekliliği ortaya çıkmıştır.
- **Blockchain ve Dijital Finans Kullanımı:** Son dönemde, kripto para kullanımında büyük bir artış yaşanmış ve bankalar ile işletmeler dijital para birimlerini ticarete daha fazla benimsemişlerdir. Bu gelişmeye paralel olarak yakın gelecekte, kripto paralar ve dijital ödeme sistemlerine hakim satınalma profesyonellerinin yaygınlaşması kaçınılmazdır. Akıllı sözleşmeler, dış ticaret işlemleri, sigorta, resmi evraklar gibi süreçlerin dönüşümü, satın alma süreçlerini hızlandırır ve güvenilirliği artırır. Blockchain teknolojisinin bu avantajlarından yararlanarak çalışması Satın Almacı 5.0'in özellikleri arasında yer alır.
- **Yüksek Doğrulukta Tahmin:** Değişken piyasa koşullarını doğru tahmin edebilen, analitik yetenekleri gelişmiş, büyük veri ile yapay zeka teknolojilerini kullanabilen, aksiyon alabilen profesyonel olmaları Satın Almacı 5.0'in diğer özelliklerindendir. Bu yetenekleri ile çeşitli finansal araçlar ve kontratlar kullanarak piyasa trendlerini öngörerek şirkete ek gelir sağlayabilir ve rekabet gücünü artırabilirler.
- **Güven:** Satın Almacı 5.0 için, güvenilirliği esas alması ve ilişkilerinde güven hızıyla hareket etmesi önemli özelliklerindendir. Franklin Covey'e ait araştırmaya göre, dolandırıcılık, sahtekarlık, mobbing vb. güvensizlik oluşturan sorunlar dünya ekonomisine 2.5 Trilyon\$ maliyet getirmektedir. Tedarikçiler ile karşılıklı olarak kazanılan güvenin korunması ve devam ettirilmesi, ilişkileri sağlam bir zeminde güçlendirecek ve uzun vadeli başarıya kapı açacaktır. Araştırmalara göre inovatif önerilerin %60'ının satınalma ve tedarikçilerden geliyor oluşu, tedarikçilere güvenilerek süreçlere dâhil edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Ayrıca dijitalleşme ile birlikte Startup/Influencer gibi ortaya çıkan yeni tedarikçi grupları mevcut kalifikasyon süreçlerini geçemeyebilir durumda olsalar da bazı işlerde vazgeçilmezdir. Satınalmacılar, bu yeni tedarikçiler ile uyum içinde çalışarak güven ortamı oluşturacaktır.

- **Risk Yönetimi:** Şirketler için hayati önem ifade eden risk yönetimini, Satınalmacı 5.0, işinin temel bir parçası olarak benimseyerek hem şirketin korunmasını sağlayacak hem de rekabet avantajı elde etmek için riski kullanacaktır. Proaktif bir şekilde hareket ederek doğru riskleri, doğru miktarda alarak doğru bir yönetim yaklaşımı gösterecektir. Satınalmacı 5.0, yenilikçi adımlar atabilmek ve riskleri bütünsel olarak yönetmek adına Startup/Influencer gibi tedarikçi gruplarını da doğru bir şekilde yönetecektir.

Endüstri 5.0'ın odak noktalarından biri olan Sürdürülebilirlik yaklaşımı, Satınalma 5.0 faaliyetleri için de ihtiyaç halini almıştır. İşletmeler, ekonomik çıkarlara ve performansa odaklanmanın yanında çevresel ve sosyal değerlere de odaklanarak sürdürülebilir tedarik zincirleri oluşturmak istemektedir. Tedarik zincirindeki sürdürülebilirlik yaklaşımı, satın alma süreçlerinde de kendisini göstermekte ve sürdürülebilir olarak büyümenin hedeflendiği süreçlerde önemli bir araç olarak kendini göstermektedir. Şirket yönetimleri genel olarak şirket için maksimum fayda sağlayacak en ekonomik satın alma yöntemlerinin belirlenmesini talep etmektedir. Bu yüzden en uygun fiyat ve performans şartlarını sağlayan tedarikçiler ile işbirliğini ve tedarik zincirinin de en uygun lojistik stratejileri ile oluşturulmasını istemektedir. Şirketin bu çıkarlarının gözetilmesine karşın sürdürülebilir satın alma belirtildiği gibi ihtiyaç halini almıştır. Satın alma süreçlerinde sürdürülebilir uygulamalar uygulamalarından bazıları aşağıdaki gibidir (Aşan, 2022):

- Çevresel etkilerin en aza indirilmesini amacı ile çevresel mevzuat ve hedeflere uyum sağlamak,
- Düşük karbon emisyonuna, su kullanımına ve ekolojik ayak izine sahip ürün ve süreçlerin tercih edilmesi,
- Tedarik zincirinde tehlikeli maddelerin kontrolü ve sıfır atık politikasının benimsenmesi,
- Adil ve etik iş uygulamalarını benimseyen tedarikçiler ile işbirliği yapmak.

Özetle sürdürülebilirlik, Satınalma 5.0'ın temel unsurlarından biridir ve Satınalma 5.0, satın alma faaliyetlerini optimize etmenin yanında çevresel ve sosyal etkileri de dikkate alır. Tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirerek bu yönde onlarla iş birliği yapar.

PwC Küresel Dijital Satınalma Araştırması'nda satınalma birimlerinin stratejik önceliklerinin sıralamasında Kurumsal Sosyal Sorumluluk (CSR) sorunları üçüncü stratejik öncelik olarak yer almıştı. Bu durum satın alma süreçlerinin artan bir şekilde sürdürülebilirlik perspektifinden de ele alındığına işaret etmektedir.

PwC Küresel Dijital Satınalma Araştırması, 5. Sayısında 1000 katılımcıya yönlendirilen “ Kurumsal Sosyal Sorumluluk (CSR) konularını önümüzdeki üç sene için nasıl önceliklendirmeyi düşünüyorsunuz?” sorusuna satın alma birimleri öncelik olarak %59 ile Çevresel Risk yönetimini belirtmektedir. Çevresel risk yönetiminde sıralanan alanlar genel olarak “Sera gazı emisyonu (GHG)”, “Biyçeşitlilik”, “Su tüketimi”, “Su, hava ve toprak kirliliği” ve Doğal kaynakların kullanımınıdır (PWC, 2024).



Şekil 3.8. Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim (ESG) Öncelikleri (PWC, 2024).

Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim (ESG) ilkelerinin satın alma birimlerinde uygulanması, finansal, regülasyonel ve sosyal risklerin yönetilmesine katkıda bulunabilir ve aşağıdaki etkilere maruz kalma riski sınırlanabilir (PWC,2024):

Finansal:

- Tedarik maliyetleri
- Uyumluluk maliyetleri
- Çevre vergileri
- Varlık satılması

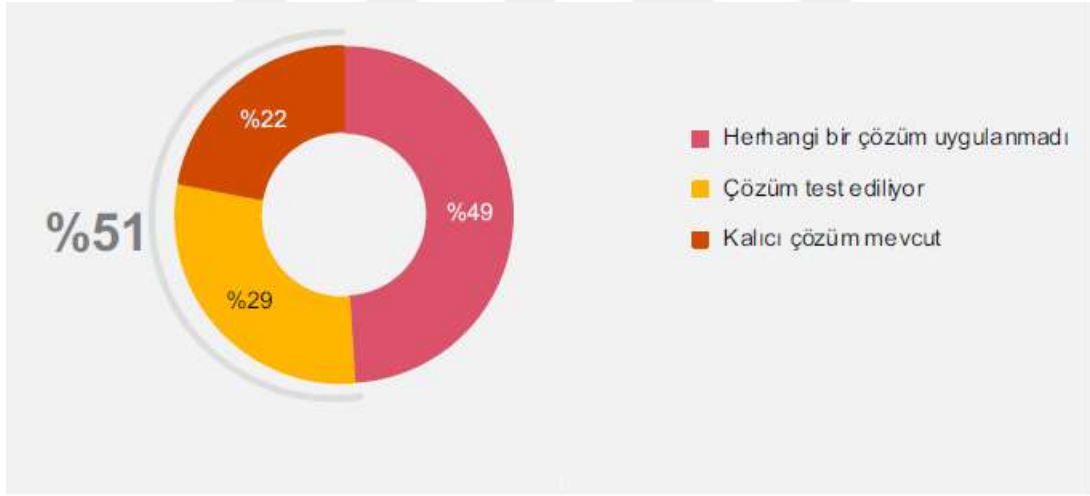
Regülasyon:

- Cezalar ve yaptırımlar
- Uyum ve risk önleme Sistemleri
- Dış kaynak risk yönetimi

Sosyal:

- İtibar riski
- Yetenekleri çekmek ve elde tutmak
- Siyasi ve sosyoekonomik istikrar

PwC Küresel Dijital Satınalma Araştırması'nda "Tedarikçilerinizin karbon ayak izinin ölçülmesine ilişkin görüşünüz nedir?" sorusuna ise %51 oranında bir CO2 emisyon takibi aracının kullanılmakta veya test edilmekte olduğu yanıtı verilmiştir. PwC bu oranın 2022 yılında % 27 olduğunu belirterek karbon ayak izi takibi çözümlerindeki artışa dikkat çekmiştir (PwC, 2024)



Şekil 3.9. Tedarikçilerin karbon ayak izini ölçmek için bir çözümün uygulanması (PwC, 2024).

Tedarikçiler, bir şirketin en büyük karbon ayak izi kaynaklarından biri olabilmektedir. Satınalma birimleri tarafından tedarikçi karbon izi takibinin yapılması, şirketlerin karbon ayak izini azaltma ve stratejileri geliştirmesinde ve de sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirme çabalarında önemli bir rol oynar.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dijitalleşme, iş modellerini ve süreçlerini teknoloji ile güçlendirirken, dijital iş ortamı oluşturarak kazançları artırmayı, maliyetleri ve riskleri minimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu dönüşüm, firmalara şeffaflık, işbirliği, maliyet tasarrufu ve müşteri memnuniyeti vb avantajlar sunmaktadır.

Dijital çağda daha bilinçli hale gelen müşteriler, teslimat süresi ve hizmeti, ürün bulunabilirliği ve güvenilirliği gibi faktörlere önem vermektedir. Bu nedenle dijital teknolojileri benimseyen firmalar, geleneksel iş modellerinin yetersizliğini fark ederek yeni iş modellerini teşvik etmektedirler. Düşük işgücü oranları ve tekrarlanan seri üretim, rekabet avantajı ve sürdürülebilir başarı için tek başına yeterli olmamaktadır. Bunun yerine, dijital teknolojiler ile birlikte daha esnek, yenilikçi ve müşteri odaklı iş modellerini benimsemeye yönelmektedirler.

Satınalma 4.0 için, Endüstri 4.0 ile birlikte gelen dijitalleşme ve otomasyonun, satın alma süreçlerinde, rollerinde ve değer sağlama biçiminde nasıl bir değişim sağlayacağı üzerine odaklanılmaktadır. Bu değişim, satın alma fonksiyonlarının teknolojik gelişmelere adapte olma sürecinin bir parçası olarak değerlendirilebilir. Satınalma departmanları, dijital satın alma uygulamalarını öncelikli bir konu olarak görmekte ve süreçlerine dahil etmek istemektedirler. Ancak, satın alma fonksiyonundaki dönüşüm, Endüstri 4.0'ın birçok alandaki etkilerine kıyasla daha yavaş bir hızda gerçekleşebilir. Bunun nedenleri arasında, satın alma süreçlerinin karmaşıklığı, tedarik zincirindeki farklılıklar, teknik kurulum maliyetleri ve uzun geliştirme süreleri bulunabilir. Bu yüzden, Endüstri 4.0'ın değişim izlerini daha net bir şekilde görmeye başlamış olsak da, Satınalma 4.0 için bu zaman alıcı olabilir. Bu bariyerler aşıldığında, Satınalma 4.0 uygulamaları hızla büyüyerek önemli bir yer edinecektir.

Dijitalleşme, veri analitiği ve otomasyon ile desteklenen tedarik zinciri yönetimi, satın alma profesyonellerine de daha geniş bir görünürlük, daha hızlı ve verimli karar alma yeteneği sağlayacaktır. Veri analitiği sayesinde tedarikçi performansını daha iyi izlenebilirken, anlık veri akışı ile stok seviyeleri ve riskleri yönetilebilir. Binlerce kalem ürün içerisinde bulunan siparişlerini kolay bir şekilde yöneterek işlem maliyetlerini en aza düşürebilir. Makine öğrenimi ve bulut bilişim teknolojilerinin yaygınlaşması süreçlerde daha düşük maliyetler sağlarken, big data, artırılmış gerçeklik ve nesnelerin

interneti gibi teknolojiler detaylı veri analizi ile daha iyi bir risk yönetimi sağlar. Örnek olarak makine öğrenimi, geçmiş veriler ile gelecekteki talep ve stok seviyelerini tahminleyerek stok fazlalığı veya stok eksikliği risklerini azaltabilir. Artırılmış gerçeklik, fiziksel süreçleri görselleştirerek optimize etmeye yardımcı olabilir. Nesnelerin interneti ise gerçek zamanlı olarak tedarik zinciri verilerini izleyebilir ve hızlı kararlar almayı mümkün kılabilir. RFID ve sensörler ile çeşitli parametreler izlenerek tedarik zinciri boyunca daha fazla görünürlük ve stokların gerçek zamanlı olarak bilinmesi sağlanırken, veri analitiği ile tedarikçi performansını değerlendirebilir ve belirlenen riskler doğrultusunda sözleşme yönetimi iyileştirilebilir. 3D baskı kritik ve pahalı bileşenlerin prototipinin oluşturulması için kullanılabilir. Robotik süreç otomasyonu ile satın alma talep ve sipariş onayları, satandart raporların oluşturulması sağlanabilir.

Satınalma 4.0 ile birlikte, satın alma profesyonellerinin ve yöneticilerinin de rolleri değişmektedir. Tekrarlayan veya rutin işlemler otomasyon ve yazılım çözümleri ile gerçekleştirilebilirken, satın alma profesyonelleri daha çok bilgi ve veriyi analiz ederek stratejik kararlar almaya odaklanacaklardır. Dolayısıyla, satın alma departmanları da matematikçi ve veri bilimcisi Clive Humby'in kendisini "yeni petrol" olarak tanımladığı "veri" odaklı stratejik bir rol üstleneceklerdir.

Satın alma süreçlerinde yaşanan bu dönüşüm ile satın alma profesyonellerinin yetkinliklerinde de değişiklikler olacak, teknoloji kullanımı ve veri analizi gibi beceriler daha önemli hale gelecektir. Bunun yanında satın alma profesyonelleri diğer birimler ile daha yakın entegre olacağı için işbirliği ve iletişim becerileri de önem kazanacaktır. Satın alma profesyonellerinin, Satınalma 4.0 dönüşümüne adapte olabilmeleri için sürekli öğrenme ve kendilerini geliştirme yeteneklerine odaklanmaları önemlidir. Satın alma liderleri ve profesyonelleri dijital dönüşüme ait stratejik vizyonlara dahil edilmeli ve değişimi yönetebilmeleri için sürekli olarak desteklenmelidirler.

Satın alma profesyonelleri için Satınalma 4.0 yaklaşımı, sadece maliyet düşürme hedefine değil, aynı zamanda katma değer oluşturma odaklı bir perspektife de sahip olmayı gerektirir. Geleneksel satın alma yönetimi yaklaşımlarının yanında, satın alma yönetimi artık risk yönetimi, marka yönetimi yaklaşımlarına sahip olmalıdır. Satınalma 4.0, müşteri için değer sağlamayan zamanı azaltarak iş süreçlerini optimize ederken aynı zamanda müşteri değeri odaklı bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım beraberinde yalın satın alma prensiplerini de beraberinde getirmiştir. Bu prensipler içerisinde her tedarikçiye özgü bir yaklaşım ve strateji belirlemek, her tedarikçiye aynı yaklaşmamak da yer almaktadır. Bazı

tedarikçiler operasyonel işlemler için kullanılabilirken, bazı tedarikçiler stratejik ortaklar olarak görülebilir ve uzun vadeli ilişkiler kurulması gerekebilir. Bu farklı tedarikçi sınıfları, farklı satınalma stratejilerini gerektirmektedir. Satınalma 4.0 yaklaşımında tedarikçilerin uzun vadeli bir işbirliğine istekli olacakları bir çevre oluşturmak önceliklerden biri haline gelir. Tedarikçiler ile olan ilişkilerin stratejik bir yaklaşımla ele alınarak, tedarikçiler için cazip gelmek ve kazan-kazan ilişkileri oluşturmak önemli bir strateji haline gelmektedir. Bu stratejik ortaklıklar Satınalma 4.0'ın önemli bir bileşenidir ve her iki taraf için de birlikte büyüme fırsatları getirebilir.

Endüstri 4.0'ın otomasyon ve dijitalleşme odaklı yaklaşımından, Endüstri 5.0'in insan-robot işbirliği, esnek üretim sistemleri ve sürdürülebilirlik gibi yeni yaklaşımları vurguladığı geçiş sürecinde satın alma departmanının rolü de tekrar dönüşüm geçirecektir. Satınalma 4.0'dan Satınalma 5.0'a geçişte satın alma süreçleri, dijitalleşme, otomasyon ve yapay zeka gibi teknolojik gelişmelerin ötesine geçerek daha da akıllı, esnek, sürdürülebilir ve öngörülebilir hale gelecektir. Yapay zeka, büyük veri analitiği, blockchain gibi teknolojiler satın alma kararlarının daha hızlı alınmasını sağlayacaktır. Tedarikçiler ile daha yakın işbirliği ve entegrasyon, sürdürülebilirlik ilkelerine daha fazla odaklanması, piyasa koşullarına hızlı uyum sağlanması, değişen taleplere kolayca adaptasyon, değer sağlamaya odaklanmak ve proaktif yaklaşım Satınalma 5.0 için anahtar özelliklerden olacaktır.

Günümüzde satınalma departmanları faaliyetlerini çevresel, sosyal ve ekonomik açılardan daha sürdürülebilir hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle satın alma departmanlarının dijitalleşme çalışmaları tedarik zinciri ve CO2 emisyonlarının izlenebilirliği, sürdürülebilirlik standartlarına uygunluk, risk değerlendirmesi vb. sürdürülebilirlik projelerini de içermektedir. Bunların yanında satınalmanın işlemlerinin azaltılması, FSC sertifikalı ve geri dönüşümlü malzemenin kullanılması, etik tedarik zinciri yönetimi, tedarikçilerden sosyal sorumluluk standartları kapsamında adil çalışma koşullarını sağlaması ve çocuk işçiliğinin önlenmesi talebi ve takibi vb sürdürülebilirlik çalışmaları oldukça geniş bir yelpazede olabilir. Bu projeler aynı zamanda satın alma profesyonelleri için çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerin nasıl değerlendirileceğini ve yönetileceğini anlamayı içerirken Satınalma 5.0 kapsamında yeni yetkinliklere de sahip olmayı gerektirmektedir.

Satınalma 4.0 sürecinde olduğu gibi Satınalma 5.0'a geçiş sürecinde de satın alma profesyonellerinin rolleri ve beceri setlerinde önemli değişiklikler olacaktır. Geleneksel

satınalma rollerinin ötesine geçerek daha stratejik bir odak gerektiren yeni beceriler ön plana çıkacaktır.

Satınalma 5.0'da satın alma profesyonelleri, güncel piyasaları takip eden ve analiz edebilen, geçmişte yer alan verilerin ışığında mevcut verileri analiz edebilen ve tahmin yeteneklerini güçlendiren, dijital teknolojiler ile özellikle büyük veri, yapay zeka, 3D ve blockchain ile çalışabilen, satın alma performans göstergeleri hedeflerini belirleyen, risk yönetiminde başarılı olmak, tedarikçi ilişkileri yönetimini güven ve etik temelli ilişkiler üzerine kuran bir role ve yetkinliğe sahip olmalıdır.

Bu teorik inceleme, Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinde satın alma departmanı ve profesyonellerinin değişen rolünü ele almıştır. Bulgular, bu dönüşümün olacağını ve satın alma fonksiyonunun giderek daha stratejik bir konuma doğru ilerlediğini göstermektedir. Değer oluşturmayı üst düzeye çıkarmak için satın alma departmanına yeterli ilgi, kaynak, teknoloji ve yetenek sağlanmalıdır. Satınalma departmanlarının piyasa bilgilerine hakim olması ve inovasyonlara ait uzmanlıklarını geliştirmesi ile satın alma departmanları sadece bir maliyet merkezi olmaktan çıkarak işletmeler için bir kar merkezi haline gelebilir. Geleceğin stratejik projelerine katılmayan ve kendilerini geleneksel satınalma süreçleri ile sınırlandıran satınalma organizasyonları, bu oluşumun dışında kalma yolunda büyük risk taşımaktadırlar. Satınalma 4.0 için tamamlanmanın zaman alacağını söyleyebiliriz. Satınalma 5.0 ise bugün için satın alma profesyonellerinin nihai olarak varması gereken noktayı göstermektedir. Bu öneriler, satın alma departmanlarının Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçiş sürecinde başarılı olmalarını desteklemek ve rekabet avantajı elde etmelerini sağlamak için kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Akçalı, S. ve Önaçan, M. B. K. (2019). Türkiye’de Siber Saldırı Olayları ve Siber Savunma Yeteneklerinin Gelişimi. *Jass Studies- The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 78, Winter, p. 21-37.
- Akın, N., Mayatürk Akyol, E. ve Sürgevil Dalkılıç, O. (2021), Akademik Yayınlar Işığında Toplum 5.0 Kavramına İlişkin Bir Değerlendirme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(2), 577-593,
- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, 3(2), 19-30.
- Anar, Ö. (2019). Fütürist Açidan Karma Gerçeklik Üzerine Bir İnceleme. *Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi 6. Uluslararası İletişim Günleri*, İstanbul: Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi, s.51.
- Arı, E. S. (2021). Süper Akıllı Toplum: Toplum 5.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), (455-479).
- Arıkan, I. (2020). Satınalma 4.0! Neden, Nasıl, Ne Zaman?. *Satınalma*, (88). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Ashton, T.S. (1964). *The Industrial Revolution, 1760-1830*. Oxford: Oxford University Press.
- Aslam, F., Aimin, W., Li, M., Ur Rehman, K. (2020). Innovation in the Era of IoT and Industry 5.0: Absolute Innovation Management (AIM) Framework. *Information* 11, 124’den aktaran Sadic, S. (2022). Endüstri 5.0 ve Sürdürülebilirlik. <https://www.researchgate.net/publication/361506170> (Erişim tarihi: 11/04/2024)
- Aşan, D. (2022). Sürdürülebilir Satınalma. *Satınalma*, (109). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Bağcı, E. (2022). Endüstri 4.0 ile Yeni Üretim Tarzının Gelişimi. E. Bağcı ve H. Uzun (Editörler), *Endüstri 4.0’dan Toplum 5.0’a: Yeni Üretim Tarzının Gelişimi Ve Yansımaları* içinde (s. 1-16). Ankara: Gazi Kitabevi
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. (1) Ankara: Dorlion Yayınları.
- Baykal N. (2018). Endüstri 4.0’dan Toplum 5.0’a: Japonya’da Değişimin Mimarı Tateo Arimoto ile Söyleşi, *Tubitak Bilim ve Teknik Dergisi*, Kasım 2018, 52(612): 48-53.
- Beker, H.H. (2019). *Satınalmada Kurulum Gelişim ve Dijital Dönüşüm*. (2). İstanbul:Papatya Yayıncılık Eğitim
- Bıçakçı, S. N. (2019). Nesnelerin İnterneti. *Takvim-I Vekayi*, 7(1), 24-36.
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, (tarihsiz). Toplum 5.0. *Sektörel Araştırma Ve Strateji Geliştirme Dairesi Yayını*, Syf:1-35
- Bölükbaşı, F. (2021). Revolution and Society 5.0: Japanese Human Centric Approach and Sectoral Changes. *Toplumsal Politika Dergisi*, 2(2), 1-28.
- Börteçin, E. (2014). 4. Endüstri Devrimi Kapıda mı? *Bilim ve Teknik*, 558 (27-29).
- Bryndin, E. (2018). System Synergetic Formation of Society 5.0 for Development of Vital Spaces on Basis of Ecological Economic and Social Programs. *Annals of Ecology and Environmental Science* 1(4), pp.13-19

- Çelik, T. (2022). Dijital ikizlere giriş ve savunma sanayii projelerinde dijital ikizlerin kullanımı. *10. Savunma Teknolojileri Kongresi SAVTEK 2022*, ODTÜ, Ankara
- Develi, H. (2017). Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a. *Dünya Gazetesi*, 2 Kasım 2017. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/endustri-40dan-toplum-50a/389146> (Erişim Tarihi: 28.03.2024).
- Davutoğlu, N. A. (2020). Üçüncü Ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel Ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi. *Management and Political Sciences Review*, 2(1), 176-194.
- Davutoğlu, N. A., Akgül, B., ve Yıldız, E., (2017). İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak. *ASOSJOURNAL Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi The Journal of Academic Social Science*, vol.5, 544-567.
- Demircioğlu, G. (2021). Satınalma Liderlerinin Zorlu Görevi; Maliyetleri düşürürken Mikro Tedarik Zincirlerini Geliştirebilmek. *Satınalma*, (99). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Dilek, Ş. (2018). "Blockchain teknolojisi ve Bitcoin", *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı(SETA) Dergisi*, 4(231).
- Dilibal, S., & Şahin, H. (2018). İşbirlikçi Endüstriyel Robotlar Ve Dijital Endüstri. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 2(1), 86-96.
- Erdal, M. (2014). *Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. (3). İstanbul: Beta Basım
- Eren, Z. (2020). Toplum 5.0 Ve Dijital Dünyada Toplumsal Dönüşüm Ve Eğitim 5.0. Dijital Dönüşüm Ve İnovasyon: 4. Uluslararası Yeni Medya Konferansı Kitap Bölüm (S. 169-206). İstanbul:GelişimÜniversitesi.
- EY, (2022). Executive summary: Sensors as drivers of Industry 4.0: A study on Germany, Switzerland and Austria, *Oxford Analytica*, s.14, https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de_de/topics/industrial-products/ey-study-sensors-as-drivers-of-industry-4-0.pdf (Erişim tarihi: 12.03.2024)
- Fukuyama, M. (2018) Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. *Japan Spotlight*, 1, 47-50.
- Cabinet Office, Government of Japan. (2015). Report on The 5th Science and Technology Basic Plan. *Council for Science, Technology and Innovation, Cabinet Office, Government of Japan*, (1-18) https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5basicplan_en.pdf (Erişim tarihi: 28.03.2024)
- Gedikli, U. (2013). Tedarikçi İlişkileri Yönetimi ve Teknolojik Yaklaşım. *Satınalma*, (3). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 23.04.2024)
- Geisberger, E. & Broy, M. (2015). Living in a networked world. Integrated research agenda Cyber-Physical Systems (agendaCPS). *National Academy Of Science And Engineering*. Munich: Herbert Utz Verlag.
- Görçün. Ö.F. (2020). *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.

- Gundlach, G. T., Bolumole, Y. A., Eltantawy, R. A., & Frankel, R. (2006). The changing landscape of supply chain management, marketing channels of distribution, logistics and purchasing. *Journal of business & industrial marketing*, 21(7), 428-438
- Günay, D. (2002). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Günday, Ö. (2021). Toplum 5.0 Üzerine Yazılar. İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları
- Gündüz, O. (2013). Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Kullanılan Kriterler. *Satınalma*, (7). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 23.04.2024)
- Harayama, Y. (2017). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. *Collaborative Creation through Global R&D Open Innovation for Creating the Future*, Hitachi Review, 66(6), 8-13.
- Heynitz, H., Bremicker, M., Amadori, D. M. ve Reschke, K. (2016). The Factory of the Future -Industry 4.0 The Solutions For Tomorrow, Cyber Security. *KPMG AG*, Germany, 57-58
- Hochmuth, A.C., Bartodziej, C. And Schwägler, C. (2017), *Industry 4.0-Is your ERP system ready for the digital era?*. Deloitte University Press (5-48).
https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology/Deloitte_ERP_Industrie-4-0_Whitepaper.pdf (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- Hun, D. (2020). Satın Alma'nın Değişen Rol Ve Önemi, Yalın Ve Stratejik Satın Alma. Yalın Enstitü <https://www.lean.org.tr/satinalmanin-degisen-rol-onemi-yalin-stratejik-satinalma/> (Erişim Tarihi: 19.04.2024)
- Hüryılmaz, G. (2019). Satınalmada Teknoloji Trendleri. <https://satinalmadergisi.com/satinalmada-teknoloji-trendleri/> (Erişim tarihi: 29.04.2024)
- Japonya Başbakanlık Ofisi, (2017). Investment for the Future Strategy 2017. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_summary.pdf (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- Karaca, T. (2022). Dijitalleşmenin Satın Alma Süreçlerine Etkisi. <https://fieldz.co/satinalma/tolgahan-karaca-dijitallesmenin-satin-alma-sureclerine-etkisi> (Erişim Tarihi: 29.04.2024)
- Karadelioglu, Hakan. (2006). *Tedarikçi Değerlendirmede Temel Ölçütlerin Arastırılması ve Analizi*, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- Karakış, İ. (2007). *Tedarikçi İlişkileri Yönetimi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- Keidanren (Japan Business Federation). (2016). Toward realization of the new economy and society. Reform of the economy and society by the deepening of “Society 5.0”. *Keidanren Policy & Action*. https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf (Erişim tarihi: 12.03.2024).

- Keidanren (2018). Society 5.0: Co-creating the future. (Excerpt1) *Keidanren Policy & Action*. https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_proposal.pdf (Erişim tarihi: 13.03.2024).
- Keidanren (2018). Society 5.0 - CoCreating the Future. *Keidanren Policy & Action*.‘den aktaran Arı, E. S. (2021). Süper Akıllı Toplum: Toplum 5.0. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23(1), 455-479.
- Keidanren (2018). Society 5.0 - CoCreating the Future. (Excerpt) *Keidanren Policy & Action*.‘den aktaran Büyükbingöl, A. & Ş. Işıklı (2020). Toplum 5.0: Olanaklar ve Handikaplar. *ISophos: Uluslararası Bilişim, Teknoloji ve Felsefe Dergisi*, Cilt 3, Sayı 5, ss: 29-47.
- Koca, D. (2020). Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(31), 4531-4558.
- Kumar, S. A., Suresh, N. (2008). *Production and Operations Management: (with Skill Development, Caselets and Cases)* (2). New Delhi: New Age International (P) Limited
- Kurniawan, A., Komara, B.D. & Setiawan, H.C.B. (2019). Preparation and Challenges of Industry 5.0 for Small and Medium Enterprises in Indonesia. *Economics and Business*, 2(2): 155-160.
- Kurt, D., & Bozoklu, Ü. (2019). Robot Ekonomisinin Yükselişi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2019(1), 25-47.
- Landherr, M., Schneider, U., & Bauernhansl, T. (2016). The Application Center Industrie 4.0-Industry-Driven Manufacturing, Research and Development. *Procedia CIRP*, 57, 26-31.‘dan aktaran Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 546-556.
- LHOON, . (2023, March 20). Bessemer Converter, Sheffield. *World History Encyclopedia*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/image/17210/bessemer-converter-sheffield> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- London, S. M. (2023, March 20). Watt & Boulton Steam Engine. *World History Encyclopedia*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/image/17206/watt--boulton-steam-engine> (Erişim tarihi: 11.04.2024).
- Lysons, K. and Farrington, B. (2016). *Procurement and Supply Chain Management*. (9) New York: Pearson Education Limited.
- Lysons, K. and Farrington, B. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management*. (7). London: Prentice Hall‘dan aktaran Erdal, M. (2014). *Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. (3). İstanbul: Beta Basım
- Marangoz, M., Kara, E., Yılmaz, H., Demirağ, F. (2022). Sanayinin Dönüşümü Ve Evreleri. M. Marangoz ve H.H. Özkoç (Editörler), *Endüstri 4.0 Ve İşletme Yönetimi* içinde (s. 3-28). İstanbul: Beta Yayıncılık
- Mashur, R., Gunawan, B. I., Fitriany, F., Ashoer, M., Hidayat, M. & Aditya, H. P. K. P. (2019). Moving from traditional to society 5.0: Case study by online transportation business. *The Journal of Distribution Science*, 17(9), 93-102.

- Mert, G. (2020). Dijital Dönüşüm Devrinde E-Ticaretin Hızlı Yükselişi. *Satınalma*, (93). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Min, H. ve Zhou, G. (2002). Supply Chain Modeling: Past, Present and Future. *Computers and Industrial Engineering*, 43 (1-2), 231-249.
- Mirasçı, S., & Aksoy, A. (2023). Çelik Malzeme Satın Alma Süreçlerinde Veri Madenciliği Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 11(3), 1174-1189. <https://doi.org/10.21923/jesd.1221635>
- Mokyr, J. (1998). *The British Industrial Revolution: An economic perspective*, Routledge, Second edition
- Nabiyev, V.V. (2005). Yapay Zeka Problemler, Yöntemler, Algoritma. Ankara: Seçkin Yayıncılık'dan aktaran Yalçiner, Y.A. (2020). Endüstri 4.'dan Toplum 5.0'a: Kavramsal Çerçeve. S. Çiğdem ve A. Boztaş (Editörler), Endüstri 4.'dan Toplum 5.0'a Güncel Yaklaşımlar içinde (s.1-28). Ankara: Nobel Akademik Yayınları
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Erişim tarihi: 12.03.2024)
- Nur, T. (2005): Tedarik Zincirlerinde Başarının Sırrı – 2:Sinerji. Lojistik&Tedarik Zinciri Yönetimi Dergisi. <http://www.dergil.com/makale.asp?id=40> 'den aktaran Sevinç, Naim. (2008). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanılması ve Önemi*, Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Okan Gökten, P. (2018). Karanlıkta Üretim: Yeniçağda Maliyetin Kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897.
- Okumuşoğlu, N.T. (2022). Tedarik Zinciri Yönetiminde Dijitalleşmenin Kalite Performansı Üzerindeki Etkisi: Üretim Sektörü Çalışanları Üzerinde Bir Uygulama. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 17-27.
- Orhan, K. (2022). Eski Köy Yeni Sistem: Değişimin Uzlaşan Yüzü. Ö. Çakır, Z. Karaman (Editörler) ve Y. Özkaya (Editör yard.), *Gelecek Ne Getirecek? Tüm Yönleriyle Toplum 5:0* içinde (s. 41-62). Ankara: Nobel Akademik Yayınları
- Öcal, F. M. ve Altıntaş, K. (2018). Dördüncü sanayi devriminin emek piyasaları üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi ve çözüm önerileri. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 2066-2092.
- Önder, M. (2019). Endüstri 4.0 Devrimi ve Haritacılık Mesleğine Yansımaları. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, s.1-9
- Özdaş, M. R. (2014). Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı, Dünya Örnekleri ve Türkiye İçin Öneriler. *Uzmanlık Tezi, TC Kalkınma Bakanlığı Yayınları*.
- Özdemir, N. (2019). Yakın geleceğin trendi: Edge Computing (Sınır Bilişim) nedir?. *Ogünhaber*. <https://www.ogunhaber.com/yazarlar/necmi-ozdemir/yakin-gelecegin-trendi-edge-computing-sinir-bilisim-nedir-100289m.html> (Erişim tarihi: 10.03.2024)
- Özdemir, Ş. (2019). Yapay Zeka ve Meslekler Üzerine Etkisi, *YÖK Geleceğin meslekleri çalışmaları*, Ankara: Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, s.1-76

- Özsoy, K., ve Duman, B. (2017). Eklemeli İmalat (3 Boyutlu Baskı) Teknolojilerinin Eğitimde Kullanılabilirliği. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1), 36-48.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Öztürk, F. (2023). Dijital ikizler: Geleceğin teknolojisi ve uygulamaları. *haber.aero* <https://haber.aero/yazarlar/fahrettin-ozturk/dijital-ikizler-gelecegin-teknolojisi-ve-uygulamaları> (Erişim tarihi: 04.03.2024)
- Öztürk, F. ve Ateş, E. (2021). İnsanlık Yararına Teknolojik Dönüşüm: Toplum: 5.0. *Tubitak Bilim Teknik*, (640) 31-39
- Paksoy, T. ve Özceylan, E. (2010). *Temel İşletme: Girişimcilik, İş Kurma ve Yönetim*, Ankara, Editör: H. Bahadır Akın, Adres Yayınları'ndan aktaran Görener, A. (2013). *Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama*. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 5(3), 47-62.
- PwC, (2024). PwC Küresel Dijital Satınalma Araştırması 2024, CPO İzlenimleri: Performans, CSR ve Teknoloji. *PricewaterhouseCoopers*. (5) <https://www.pwc.com.tr/dijital-satinalma-arastirmasi-2024> (Erişim Tarihi: 29.04.2024)
- Qin, J., Liu, Y. and Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, vol. 52, pp. 173-178.
- Sadic, S. (2022). Endüstri 5.0 ve Sürdürülebilirlik. 1-25 <https://www.researchgate.net/publication/361506170> (Erişim tarihi: 11.04.2024).
- Sağız, A. (2023). Satınalma Operasyonlarında Dijitalleşme. <https://satinalmadergisi.com/satinalma-operasyonlarında-dijitalleşme/> (Erişim tarihi: 29.04.2024)
- Samsun, P. (2019). Endüstri 6.0'a 5 Kala. *Satınalma*. (80). s.34-36. www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 23.04.2024)
- Salgues, B. (2018). *Society 5.0: Industry of the future, technologies, Methods*. (First Edition). New York: ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc.'den aktaran Eren, Z. (2020). Toplum 5.0 Ve Dijital Dünyada Toplumsal Dönüşüm Ve Eğitim 5.0. Dijital Dönüşüm Ve İnovasyon: 4. Uluslararası Yeni Medya Konferansı Kitap Bölüm (S. 169-206).
- Saracel, N. ve Aksoy, I. (2020). Toplum 5.0: Süper Akıllı Toplum. *Social Sciences Research Journal*, 9 (2), 26-34.
- Sarı, O. (2021). Satınalma Sürecinde İlişki Yönetimi Ve Başarıya Etkisi. *Satınalma*, (105). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Sayın, Ö. (2024). Satınalma ve Tedarik Yönetimi. *Satınalma*, (133). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revaluation, World Economic Forum. Dördüncü Sanayi Devrimi. (Çev: Z. Dicleli). İstanbul: Optimist Yayın

- Seçkin Kapucu, M., & Yıldırım, İ. (2019). Türkiye’de Sanal Ve Artırılmış Gerçeklik Üzerine Eğitimde Yapılan Çalışmalara İlişkin Metodolojik Bir İnceleme. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi* (73), 26-46.
- Seyedghorban, Z. & Samson, D. (2019). CIPS:Digitalisation in Procurement and Supply 2019. Chartered Institute of Procurement & Supply (CIPS). <https://supplychaindigital.com/procurement/cips-digitalisation-procurement-and-supply-2019> (Erişim Tarihi: 30.04.2024)
- Siebel, T.M. (2020). Dijital Dönüşüm - *Kitlesel Yok Oluş Çağında Hayatta Kalmak ve Başarılı Olmak*. (Çev: B. Bayındır, D. Yengin ve T. Bayrak). Ankara: Paloma Yayınevi.
- Soba, M., ve Akar, E. (2021). Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*(8), 116-129.)
- Somyürek, S. (2014). Öğretim Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: Artırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve Girişimcilikte Yeni Yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(32), 43-57.
- Şahin, S. A. (2004). *Satınalma Ve Risk Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Yeri* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Şenol, P., & Kemeç, A. (2018). Enformasyon Çağı – Zaman – Mekân İlişkisi Bağlamında Bölgesel Kalkınma Kuram Ve Süreçleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 108-124.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2011). Satın Alma Yönetimi. Ankara. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sat%C4%B1n%20Alma%20Y%C3%B6netimi.pdf (Erişim 17.04.2024)
- Thames, L. and Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. *Procedia cirp*, 52, (12-17).
- Trent, R. J. (2005). Why Relationships Matter, *Supply Chain Management Review*, 53-59. ’dan aktaran W.C. Benton, Jr (2018). *Satın Alma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. (Çev: A.T. Savaş ve M. Düzgün). Ankara:Nobel Akademik Yayıncılık
- Turan, M. G., & Uzkesici, D. (2022). Satın Alma Yönetiminin Sanayi Üretiminde Yerli Ve Milli Üretime Etkisi. *Anadolu Üniversitesi Mesleki Eğitim Ve Uygulama Dergisi*, 1(2), 1-12.
- Turan, M. G., & Uzkesici, D. (2023). Satınalma Yönetiminde İşletme Tedarikçi İlişkilerinin Tekrar Satın Almadaki Rolü: İmalat Sanayiinde Nitel Bir Çalışma. *Anadolu Üniversitesi Mesleki Eğitim Ve Uygulama Dergisi*, 2(1), 59-76.
- Ünal, A. (2013). Tedarikçi İlişkileri Yönetimi. Satınalma, (9). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 23.04.2024)
- Ünal, A. (2019). Hangi Satınalma Süreçlerinde Otomasyona Geçilmeli ?. <https://satinalmadergisi.com/hangi-satinalma-sureclerinde-otomasyona-gecilmeli/> (Erişim Tarihi: 29.04.2024)

- Van Weele, A.J. (2002). *Purchasing and Supply Chain Management, Analysis, Planning and Practice*. London: Thomson Learning. 'den aktaran Koçoğlu, C. M., ve Avcı, M. (2014). Satın Alma Yönetimi: Teorik Bir Çalışma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 33-47.
- Van Weele, A.J. and Rozemeijer, F. (2022). *Procurement and Supply Chain Management*. (8). United Kingdom: Ashford Colour Press Ltd
- Velásquez N., Estevez E. and Pesado P. (2018). Cloud Computing, Big Data and the Industry 4.0 Reference Architectures. *Journal of Computer Science & Technology*, 18(3), 258-266'den aktaran Karaer, A., Atlay, A., Türer, A., Bozkurt, İ., İnoğlu İ.A., Ergin, M. (2023). *Endüstri 4.0: Kavramsal Çerçeve Ve Ülke Uygulamaları*. Ankara: TBMM Basımevi.
- W.C. Benton, Jr (2018). *Satın Alma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*. (Çev: A.T. Savaş ve M. Düzgün). Ankara:Nobel Akademik Yayıncılık
- Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 - Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, 182, 763-769.
- Yacan, İ. (2021). Endüstri 4.0 Teknolojileri ve Toplum 5.0 Kavramı. *Yeni Fikir Dergisi*, 13(27), 31-39.
- Yalçiner, Y.A. (2020). Endüstri 4.'dan Toplum 5.0'a: Kavramsal Çerçeve. S. Çiğdem ve A. Boztaş (Editörler), *Endüstri 4.'dan Toplum 5.0'a Güncel Yaklaşımlar içinde* (s.1-28). Ankara: Nobel Akademik Yayınları
- Yıldıztekin, A. (2017). Tedarik Zinciri İçinde Satınalma Yönetimi. *Satınalma*, (56). www.satinalmadergisi.com (Erişim Tarihi: 24.04.2024)
- Yue, X., Cai H., Yan H., Zou C., Zhou K. (2015). Cloud-assisted industrial cyber-physical systems:An insight. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8):1262–1270.
- Zhou, K., Liu, T. & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *In 2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)* (pp. 2147-2152)'den aktaran Çağlayan, V. ve Acar, Ö.E. (2020). Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0: Kavramsal Açından Bir İnceleme. N. Yılmaz ve M.N. Salur (Editörler), *Endüstri 4.0 Perspektifinden İşletme Fonksiyonları ve Dijital Dönüşüm içinde* (s. 3-22)
- http-1: <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution> (Erişim tarihi: 25.02.2024)
- http-2: <https://www.endustrisanayi.com/1-0/1-0-sanayi-devriminde-teknolojik-gelismeler> (Erişim tarihi: 25.02.2024)
- http-3: <https://www.makinaegitimi.com/dokumacilik-tarihi> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-4: <https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/artifact/31264/#slide=gs-243428> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-5: <https://uslusmart.com/plcnin-tarihcesi> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-6: <https://www.timetoast.com/timelines/gecmisten-gunumuze-bilgisayarlar> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-7: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/EN/Home/home.html> (Erişim tarihi: 02.04.2024)

- http-8: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0 (Erişim tarihi: 02.04.2024)
- http-9: <https://turk.net/blog/endustri-5-0-nedir/#:~:text=Toplum%205.0%20olarak%20kar%C5%9F%C4%B1m%C4%B1za%20s%C4%B1k%C3%A7a,ile%20bir%20i%C5%9F%20birli%C4%9Fi%20sa%C4%9Flamas%C4%B1d%C4%B1r> (Erişim tarihi: 13.03.2024)
- http-10: <http://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-11: <https://www.endustri40.com/siber-fiziksel-sistemler> (Erişim tarihi: 06.03.2024)
- http-12: <https://opensistemas.com/en/the-four-vs-of-big-data> (Erişim tarihi: 07.03.2024)
- http-13: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/01/what-is-the-smart-factory-and-its-impact-on-manufacturing/9043> (Erişim tarihi: 10.03.2024)
- http-14: <https://proente.com/akilli-cihazlar-akilli-fabrikalar> (Erişim tarihi: 10.03.2024)
- http-15: <https://cormind.com.tr/endustri-4-0da-yatay-dikey-entegrasyon> (Erişim tarihi: 10.03.2024)
- http-16: https://www.akillifabrika.org/Endustri_4.0_ve_Sistem_Entegrasyonlari,cnt-6 (Erişim tarihi: 10.03.2024)
- http-17: <https://www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning> (Erişim tarihi: 11.03.2024)
- http-18: <https://bulutistan.com/blog/machine-learning> (Erişim tarihi: 11.03.2024)
- http-19: <https://medium.com/@caglayanedanur23/blockchai%CC%87n-1081dbb5d8ed> (Erişim tarihi: 12.03.2024)
- http-20: <https://sarkac.org/2018/01/bilisim-devrimi-isiginda-kripto-para-2-mehmet-inhan> (Erişim tarihi: 12.03.2024)
- http-21: <https://medium.com/t%C3%BCrk-telekom-bulut-teknolojileri/gelece%C4%9Fi%CC%87n-teknoloji%CC%87si%CC%87sinir-bi%CC%87li%CC%87%C5%9Fi%CC%87m-nedi%CC%87r-670f7bb1662a> (Erişim tarihi: 11.03.2024)
- http-22: Teknolojinin Yeni Trendi:Dijital İkizler
<https://www.savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Teknolojinin-yeni-trendi-Dijital-ikizler> (Erişim Tarihi: 04.03.2024)
- http-23: <https://www.linkedin.com/pulse/end%C3%BCstri-50in-%C3%A7iki%C5%9F-hikayesi-alper-ger%C3%A7ek/?originalSubdomain=tr> (Erişim tarihi: 17.02.2024)
- http-24: <https://www.endustri40.com/endustri-4-0dan-toplum-5-0a> (Erişim tarihi: 13.03.2024)
- http-25: <https://www.ent.es.com.tr/endustri-5-0-nedir-nasil-ortaya-cikmistir> (Erişim tarihi: 13.03.2024)
- http-26: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/society-5-0> (Erişim tarihi: 27.03.2024)
- http-27: <https://miesofficial.com/blog/endustri-5-0-ve-toplum-5-0-nedir> (Erişim tarihi: 13.03.2024)

- http-28: UNDP Türkiye, <https://www.undp.org/tr/turkiye/projects/surdurulebilir-kalkinma-amaclari-yatirim-inisiyatifi> (Erişim tarihi: 11.04.2024)
- http-29: https://kobitek.com/en_cok_kullanilan_10_satinalma_performans_kriteri (Erişim tarihi: 25.04.2024)
- http-30: <https://www.linkedin.com/pulse/value-making-cost-reduction-choose-both-laverne-matrix-robert-freeman/?trackingId=PHIciJXLRdSVIcsl710M4g%3D%3D> (Erişim tarihi: 29.04.2024)
- http-31: https://www.fiyatimbu.com/blog/endustri-4-0-dan-satinalma-4-0-a_346 (Erişim tarihi: 22.04.2024)
- http-32: <https://thinkingmachine.co/infohub/cognitive-procurement-leveraging-machine-learning-for-smarter-purchasing>
- http-33: [https://oboloo.com/blog/what-is-cognitive-procurement/#:~:text=Cognitive%20procurement%20is%20the%20use%20of%20artificial%20intelligence%20\(AI\)%20to,improve%20compliance%20with%20purchasing%20policies](https://oboloo.com/blog/what-is-cognitive-procurement/#:~:text=Cognitive%20procurement%20is%20the%20use%20of%20artificial%20intelligence%20(AI)%20to,improve%20compliance%20with%20purchasing%20policies)