DİJİTALLEŞME İLE YENİ OLUŞAN KAVRAMLAR: ENDÜSTRİ 4.0, IOT VE BLOCKCHAİN UYGULAMALARI

Soner Sayar

171122224

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak Küçük

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Eylül, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

SONER SAYAR'ın "Dijitalleşme İle Yeni Oluşan Kavramlar: Endüstri 4.0, IOT ve Blockchain Uygulamaları" başlıklı tezi 24.09.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans/~~Doktora tezi~~ oy birliğiyle/ ~~oy çokluğuyla~~, başarılı/~~başarısız~~ olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Dr.Öğr.Üyesi Burak KÜÇÜK Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Prof.Dr. Mehmet TANYAŞ Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Prof.Dr. Umut R. TUZKAYA Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Prof. Dr. Ahu TUNÇEL ÖNKAL
Enstitü Müdürü

maltepe üniversitesi	ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI	Doküman No	FR-178
		İlk Yayın Tarihi	01.03.2018
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa	1/1

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

24/09/2019

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Soner Sayar

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

(Dokuman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

TEŞEKKÜR

“Dijitalleşme ile Yeni Oluşan Kavramlar: Endüstri 4.0, IOT ve Blockchain Uygulamaları” başlıklı tez konumda başta benden desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sn. Dr. Öğr. Üyesi Burak Küçük ve Sn. Prof. Dr. Mehmet Tanyaş olmak üzere, değerli hocalarım ve aileme teşekkür ederim.

Soner Sayar

Eylül, 2019

ÖZ

DİJİTALLEŞME İLE YENİ OLUŞAN KAVRAMLAR: ENDÜSTRİ 4.0, IOT VE BLOCKCHAİN UYGULAMALARI

Soner Sayar
Yüksek Lisans Tezi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Burak Küçük
Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2019

Bu tez çalışması ile Endüstri 4.0, IOT (Internet of Things) ve Blok Zincir teknolojilerinin mevcut tedarik zinciri uygulamalarına nasıl etki etmekte olduğu incelenmiştir.

Tezimiz üç ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda lojistik uygulamalarının mevcut durumu, ikinci kısımda tedarik zincirinin mevcut uygulamaları ve içeriğindeki bilgi sistemleri incelenirken; üçüncü kısımda ise yeni teknolojiler, Endüstri 4.0, IOT ve Blockchain ele alınmıştır.

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmelerin büyük çaplı yansımalarını yakalayabilmek ve yansıtabilmek amacıyla hazırlanan bu tezde, tüm konuları detayları ile ele almaya çalışacağız.

Anahtar Sözcükler: Lojistik, Tedarik Zinciri Yönetimi, Endüstri 4.0, Internet of Things, Blockchain.

ABSTRACT

NEW CONCEPTS EMERGED WITH DIGITALISM: INDUSTRY 4.0, IOT AND BLOCKCHAIN PRACTICES

Soner Sayar
Master Thesis
Department of International Trade and Logistics Management
Logistics and Supply Chain Management Programme
Advisor: Asst. Prof. Burak Küçük
Maltepe University Graduate School of Social Sciences, 2019

In this thesis, the effects of Industry 4.0, IOT (Internet of Things) and Block Chain technologies on the existing supply chain applications are scrutinized.

This thesis has been established in three main parts. In the first part logistics and the current logistics practises, in second part current supply chain practices and the information technologies which are being used widely and in the third part Industry 4.0, IOT and block chain had been discussed.

In order to catch and reflect the results of the fast paced development in technology, all issues had been discussed in details.

Keywords: Logistics, Supply Chain Management, Industry4.0, Internet of Things, Blockchain.

İÇİNDEKİLER

ÖZ iii
ABSTRACT iv
ŞEKİLLER LİSTESİ v
TABLOLAR LİSTESİ vi
KISALTMALAR vii
ÖZGEÇMİŞ xi
1. LOJİSTİK KAVRAMI 1
1.1. Kavram ve Uygulama Alanı Olarak Lojistik 1
1.2. Temel Lojistik Faaliyetler 2
1.2.1. Taşıma 2
1.2.2. Depolama 3
1.2.3. Paketleme ve Katma Değerli İşler 4
1.2.4. Muayene ve Gözetim 4
1.2.5. Müşteri Hizmetleri 5
1.2.6. Stok ve Envanter Yönetimi 5
1.2.7. Sigorta 6
1.2.8. Gümrük 6
1.3. Lojistiğin Önemi 7
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ 8
2.1. Tanım ve Kavram Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi 8
2.2. Tedarik Zincirinin Amacı 10
2.3. Tedarik Zinciri Stratejileri 13
2.4. Tedarik Zincirinde Üretim Türleri 18
2.5. Tedarik Zinciri Uygulamaları 19
2.6. Bilişim Sistemleri 21
2.7. Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) 27
3. DİJİTALLEŞME İLE YENİ OLUŞAN KAVRAMLAR 33
3.1. Endüstri 4.0 33
3.1.1. Tanım 35
3.2. IOT (Internet of Things) Nesnelerin İnterneti 44
3.3. Blok Zinciri (Blockchain) 53
3.4. Örnek Olarak Lastik Sektörü 64
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 69
5. KAYNAKÇA 74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Lojistik Faaliyetler	2
Şekil 2.1	Tedarik Zinciri Yapısı	10
Şekil 2.2	Tedarik Zincirinde Bilgi-Ürün- Para Akışı	11
Şekil 2.3	Kamçı Etkisi	12
Şekil 2.4	Kamçı Etkisi	12
Şekil 2.5	Tedarik Zinciri Yönetiminde 12 Temel İlke	14
Şekil 2.6	Çevik ve Yalın Tedarik Zinciri	16
Şekil 2.7	TZ'de Bilgi Bozulması ve Kamçı Etkisi	21
Şekil 2.8	Entgegre Teknoloji Altyapısı	22
Şekil 2.9	ERP Sistemi	24
Şekil 2.10	Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR)	29
Şekil 2.11	Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) İş Akış Şematiği	30
Şekil 2.12	Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) İş Akış Şematiği	31
Şekil 3.1	Endüstri Devrimlerinin Kronolojisi	32
Şekil 3.2	Endüstri 4.0 Basit Yapısı	36
Şekil 3.3	Endüstri 4.0 ile Yeni Bir Çağ Başlıyor	38
Şekil 3.4	Endüstri 4.0'ın Firmalara Sağlayacağı Kazanç Beklentileri	39
Şekil 3.5	Nesnelerin İnterneti	43
Şekil 3.6	Nesnelerin İnterneti	45
Şekil 3.7	Nesnelerin İnterneti Gelecek Beklentileri	49
Şekil 3.8	Nesnelerin İnterneti Potansiyel Uygulama Alanları	50
Şekil 3.9	Nesnelerin İnternetinin Gelişmekte Olan Teknolojiler Arasındaki Konumu	51
Şekil 3.10	Blok Zinciri Veri Yapısı	54
Şekil 3.11	Blok Zinciri Ağ Çeşitleri	56
Şekil 3.12	Blok Zincirinin Gelişmekte Olan Teknolojiler Arasındaki Konumu	57
Şekil 3.13	Blok Zinciri Gelecek Beklentisi	58
Şekil 3.14	Blok Zinciri Teknolojisinden Etkilenmesi Beklenen Alanlar	59
Şekil 3.15	Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanlarının Gelişimi	61
Şekil 3.16	ABC Lastikler A.Ş. Mevcut İş Akış Şeması	65
Şekil 4.1	Önerilen Modelde İş Akış Şeması	71
Şekil 4.2	Önerilen Uygulamaların İmplementasyon Takvimi	72

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1	Çevik ve Yalın Tedarik Zinciri Kriterleri	17
Tablo 2.2	2018 Yılı en iyi 25 Tedarik Zinciri	20
Tablo 3.1	Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları	46
Tablo 3.2	ABC Lastikleri A.Ş Lojistik Masrafları	65
Tablo 3.3	ABC Lastikleri A.Ş Öngörülen Lojistik Masrafları	66
Tablo 4.1	Öngörülen Model İmplementasyon Masrafları	72

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ARGE	Araştırma Geliştirme
BaaS	Blockchain as a Service
BS	Bilişim Sistemleri
EDI	Elektronik Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
GHYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IEEE	The Institute of Electrical and Electonics Engineers
IOT	Internet Of Things/Nesnelerin İnterneti
ISO	International Organization for Standardization
KDS	Karar Destek Sistemleri
NATO	North Athlantic Treaty Organisation
OECD	Organisation for Co-operation and Development
P2P	Peer to Peer
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSiAD	Türkiye Sanayici ve İş Adamları Derneği
TZ	Tedarik Zinciri
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
USD	United States Dollar
WEF	World Economic Forum

ÖZGEÇMİŞ

Soner Sayar

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı*
Y.Ls.	2019	Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Ls.	2007	Uludağ Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı
Lise	2001	Burdur Anadolu Lisesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2016 -	İthalat İhracat Sorumlusu – Michelin Lastikleri Tic. A.Ş.
2013- 16	İthalat Sorumlusu – Baymak Makina San. Tic. A.Ş.

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : Aydın, 1983 Cinsiyet: E
Yabancı diller : İngilizce (çok iyi); Fransızca (İyi)
GSM / e-posta : 05363614582 / sayarsoner@gmail.com

1. LOJİSTİK KAVRAMI

1.1. Kavram ve Uygulama Alanı Olarak Lojistik

Kavram olarak lojistik, askeri bir terim olarak ortaya ilk kez 1905 yılında ortaya çıkmış ve "ordulara ait malzeme ve personelin tedarik, taşınma, bakım ve yenilenmesi" şeklinde kullanılmıştır. Esas önemi ise II. Dünya Savaşı sırasında anlaşılmış ve sonrasında lojistiğe bilimsel bir konu gözüyle bakılmaya başlanılmıştır (Küçük B. 2018).

Sözlük anlamı açısından bakıldığında, "Lojistik, Yunanca Logistikos kelimesinden gelmekte olup, hesap kitap yapma bilimi anlamına gelmektedir." Lojistik sözcüğü, çok çeşitli alanlarda kullanılıyor olsa da, ilk kullanım şekli ve köken itibariyle askeri bir terimdir (Küçük B. 2018).

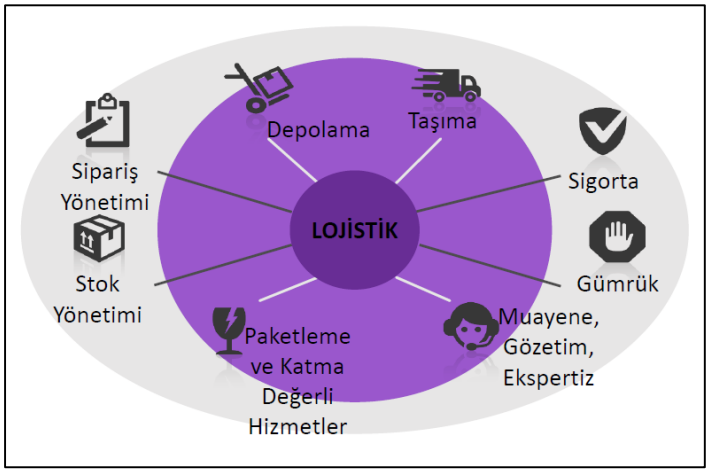
Lojistik alanında hizmetler dünya üzerinde tarih öncesi çağlardan beri yapılmaktadır. Başlangıçta askeri operasyonlarda kullanılan ve askeri bir kavram olarak zihinlerde yer eden lojistik kavramı, daha sonra iş dünyasına girerek asıl etkisini üretim, dağıtım ve tüketim fonksiyonları üzerinde göstermiştir. (Küçük B. 2018).

Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP) eski adıyla Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management – CLM) tarafından yapılan tanım "müşteri gereksinimlerini karşılamak amacıyla malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin, üretim noktasından tüketim noktasına etkin, verimli akışı ve depolanmasını planlayan, yürüten ve kontrol eden, tedarik zinciri sürecinin bir aşaması" şeklindedir (Long, D. Çeviri Tanyaş, M. Düzgün, M 2012).

Lojistiğin malzemeleri ihtiyaç duyuldukları yer(ler)e ulaştırma işi olarak görülebilir, ancak taşımacılık ile aynı anlamda değildir. Taşımacılık, önemli bir fonksiyondur ama lojistik çok daha geniş kapsamlıdır (Long, D. Çeviri Tanyaş, M. Düzgün, M 2012).

1.2. Temel Lojistik Faaliyetler

Lojistiğin içerisinde sekiz adet temel faaliyet bulunmaktadır.



Şekil 1.1: Lojistik Faaliyetler

1.2.1. Taşıma

Ürünlerin üretildikleri yerden ihtiyaç duyuldukları yere olan fiziksel hareketidir. Hem tedarikçiden fabrikaya, fabrikadan depoya, depodan depoya taşımayı hem de depodan müşteriye teslimatı içerir (Küçük Burak, 2018).

Taşımacılık yöntem olarak olarak Karayolu, Denizyolu, Demiryolu, Havayolu, Boru Hattı ve İç Su Hattı taşımacılığı olarak ayrılırken; unimodal, multimodal, intermodal ve kombine olmak üzere temelde dört türde fraksiyondan oluşmaktadır.

Unimodal taşımacılık, herhangi bir taşımacılık yönteminin herhangi birinin kullanılması ile gerçekleştirilen; taşımacılık türüdür.

Multimodal taşımacılık, iki veya daha fazla taşımacılık modu kullanılarak yapılan, mod değişimlerinde doğrudan yüklerin elleçlendiği taşımacılık sistemidir (Küçük Burak, 2018).

İntermodal taşımacılık, aynı taşıma aracı veya kabı ile iki veya daha fazla taşımacılık modu kullanılarak yapılan, mod değişimlerinde yüklerin içine konulduğu araç

veya kapların elleçlendiği, yüklerin elleçlenmediği taşımacılık sistemidir (Küçük Burak, 2018).

Kombine taşımacılık, taşımanın başlangıç ve bitiş aşamalarında kara yolunun kullanıldığı ve aradaki uzun mesafeli taşımanın demir, nehir, kanal, veya deniz yolu ile yapıldığı taşımacılık sistemidir (Küçük Burak, 2018).

1.2.2. Depolama

Belirli bir noktadan veya noktalardan gelen ürünlerin veya yüklerin teslim alınıp, belirli bir süre korunup, belirli bir noktaya veya noktalara gönderilmek üzere hazırlanmasıdır (Küçük Burak, 2018). Sıfır hareketli lojistik faaliyeti olarak adlandırılabilir. Kullanım amaçlarına göre depo çeşitleri;

Klasik Depo: Üretim veya satış noktası içinde ya da yanında bulunan, ürünlerin genelde uzun süre kaldığı depolardır (Küçük Burak, 2018).

Dağıtım Merkezi: Müşterilere daha yakın noktalarda müşterilere karma, az miktarda ve hızlı ürün teslimatını, göndericiden ise büyük hacimli sevkiyatı sağlamaya yönelik depolardır (Küçük Burak, 2018).

Toplama Merkezi: Tedarikçilere daha yakın noktalarda, üretim yerlerine, hammadde çeşidi bazında az ama karma ve büyük hacimli sevkiyat sağlamaya yönelik depolardır (Küçük Burak, 2018).

Aktarma Merkezi: Genelde farklı taşıma modları veya aynı taşıma modunda farklı taşıma araçları arasında ürünlerin aktarıldığı, ürünlerin çok kısa süreli kaldığı depolardır (Küçük Burak, 2018).

Sipariş İşleme Merkezi: Genelde internet üzerinden adet bazında satış yapılan sistemlerde siparişlerin alındığı ve sevk edilmek üzere hazırlandığı depolardır (Küçük Burak, 2018).

1.2.3. Paketleme ve Katma Değerli İşler

Araç kapasitesinden en iyi şekilde yararlanmak ve kullanılan araç sayısını azaltmak ve bir seferde daha çok ürünü sevk etmek için, paketlerin en iyiye yakın bir şekilde yüklenmesi gerekir. Birçok çeşidi olan bu problem literatürde üç boyutlu yerleştirme, paketleme, araç veya konteyner yükleme problemleri gibi isimlerle anılmaktadır (Küçük Burak, 2018).

Paket, ürünü ilk çevreleyen (koruyan), genellikle alıcıya ürünle beraber iletilen ve bu sebeple de en son müşterinin ürünü satın almasını etkileyen bir unsurdur (Küçük Burak, 2018).

Ambalaj ise, paketlenmiş ürün veya ürünlerin toplu sevkini sağlayıcı ve sevk sırasında meydana gelecek dış etkilerden koruyan ikinci bir unsurdur (Küçük Burak, 2018).

Paketleme, iş hayatında pazarlama, güvenlik, taşıma ve başka nedenlerden dolayı önemlidir. Lojistik açısından da paketlemenin iki önemli görevi vardır:

Ambalaj, ürünün taşınması veya depolanması sırasında oluşabilecek hasarlardan koruyucu bir yapıda olmalıdır (Küçük Burak, 2018).

Uygun paketleme ile kolay taşınabilirlik ve depolanabilirlik sağlanıp, malzeme işleme maliyetleri minimize edilebilir. Elleçleme, kısa mesafeli malzeme taşıma işleminin gerçekleştirilmesi olup malzemenin depoya veya antrepolara vinç, konteyner, forkliftler ile taşınması, istiflenmesi, oradan nakliye araçlarına taşınarak yüklemenin yapılması gibi işlemlerdir. Ürünün değerinde değişiklik yaratmayan, katma değer sağlayan ancak doğru yapılmadığında ürünün değerinde kayba neden olabilecek işlemlerdir (Küçük Burak, 2018).

1.2.4. Muayene ve Gözetim

Uluslararası ticarette riskleri ve sonradan çıkabilecek ek masrafları en aza indirip güvenli ticaretin sağlanması, malın kalitesini ve sözleşme koşullarına uygunluğunu garanti edilip teslim sonrasında ortaya çıkabilecek ihtilaflarda geçerli raporlar ile hakların

tazmininin sağlanması için muayene ve gözetim işlemleri yapılmaktadır (Küçük Burak, 2018).

Muayene hizmetleri özellikle ihracatçı ülkelerde yükleme öncesinde yapılarak kontratta belirtilen kalite standartlarına ve teknik spesifikasyonlara ürünlerin uyduğunu, ihraç edilen miktarların doğru olduğunu ithalatçı açısından garanti altına alır (Küçük Burak, 2018).

Gözetim, ticarete konu olan bir malın alıcıya tesliminin, satış sözleşmesinde öngörülen; miktar, kalite, ambalajlama, etiketleme, yükleme, taşıma, teslim zamanı gibi koşullarına ne ölçüde uygun olarak gerçekleştirildiğinin alıcı veya satıcı tarafından tespit ettirilmesidir (Küçük Burak, 2018).

1.2.5. Müşteri Hizmetleri

Servis desteği, yerleşim, geri dönen malların değerlendirilmesi, mal kurtarma ve müşteri şikayetleri ile birlikte taleplerinin de değerlendirilmesi lojistik iş akışında destek hizmetler arasında yer almaktadır (Küçük Burak, 2018).

Müşteri hizmet kararları firmanın müşterileri ve çalışanları üzerinde doğrudan etkilidir ve lojistik karmasının nasıl yapılandırılacağını belirlerler. Müşteri hizmetleri herhangi bir lojistik sistemin en önemli bileşenidir. Müşteri ilişkilerinin düzeyi ve kalitesi şirketin pazar payını ve maliyetlerini dolayısıyla karlılığını doğrudan etkilemektedir. Müşteri hizmetleri; satış öncesi, satış sırasında ve satış sonrası hizmetleri kapsayan bir bütündür (Küçük Burak, 2018).

Müşteri hizmetlerinin lojistik yönetimindeki amacı ilk seferde her şeyin doğru yapılmasıdır. Böylece müşteri, pazarlama felsefesi, süreç ve malzemelerin çok iyi tanımlanmasıyla varsayılan tüm sistemde toplam kalite anlayışı kapsamında lojistik performansın arttırılması yer almaktadır (Küçük Burak, 2018).

1.2.6. Stok ve Envanter Yönetimi

Stok ve Envanter yönetimi önemli ve temel lojistik faaliyetlerden biri olup, çoğu zaman envanter ve stok kavramları karıştırılmaktadır (Küçük Burak, 2018).

Stok kavramı ile mal ve hizmet üretimi ve satısı için gerekli olan malzemeler (fiziksel varlık) kastedilmektedir (Küçük Burak, 2018).

Envanterin anlamı ise daha geniş olup, stokların yanı sıra makine vb. demirbaş malzemeleri de içerir ve genellikle parasal olarak ifade edilir (Küçük Burak, 2018).

Stok yönetiminin hedefi, arzu edilen müşteri hizmet düzeyini sağlayacak ve bunu yaparken diğer lojistik hizmetlerin (taşıma, depolama, malzeme aktarımı vb.) maliyetini dengeleyecek bir stok düzeyini belirlemektir (Küçük Burak, 2018).

Envanter yönetimi, yüksek müşteri hizmet seviyesine sahip olmak için gerekli envanter seviyesi ile, envanter tutma maliyeti arasındaki ilişkiyi içine alır (Küçük Burak, 2018).

1.2.7. Sigorta

Malların alıcılardan satıcılara taşıması sırasında doğabilecek kazalara karşı korunması amacıyla sigorta işlemine tabi tutulur. Bu sayede gelecekte karşılaşılacak olan risklere karşı bir önlem alınmış olur (Küçük Burak, 2018).

Lojistik yönetimi kapsamı içine girebilecek sigortacılık ürünleri ise depo işleten sorumluluğu sigortası, nakliye tasıma sigortası, uluslar arası nakliyeci sorumluluk sigortası ve yurtiçi nakliyeci sorumluluk sigortası olarak sıralanabilir (Küçük Burak, 2018).

1.2.8. Gümrük

Malın uluslararası hareketinde, ithalatçı ülke sınırlarına girdiğinde ilgili malın o ülke standartlarına uygunluğunun denetlendiği, beyan edilen ile fiziki malın ayniyetinin kontrol edildiği operasyonların tamamına gümrük operasyonları denir. Uygulamalar ülkeden ülkeye değişkenlik göstermekle beraber, gümrük faaliyetinin günümüzde ki ana amacı, yasalara uygun olmayan, halk sağlığını tehdit edebilecek malların ülke içerisinde serbest dolaşıma girmesini engellemek ve toplumu bu yolla korumaktır (Küçük Burak, 2018).

Ülkemizde gerek mamül, yarı mamül ve yedek parça ile bileşen ve/veya tamamlayıcı parça ithalatının çok olması sebebiyle yukarıda belirttiğimiz tüm lojistik faaliyetlerin tamamlayıcısı konumundadır. Gümrük işlemleri ülkemizde A karneli gümrük müşavirleri aracılığı ile yürütülmekte olup, firmalar ya kendi bünyelerinde ya da dış kaynak kullanmak suretiyle gümrük faaliyetlerini sürdürmektedir (Küçük Burak, 2018).

1.3. Lojistiğin Önemi

Genel olarak lojistik faaliyetleri ele aldığımızda, ilgili faaliyetlerin tamamının müşteri memnuniyetine ve satılan malın maliyetine direk etki ettiğini görmekteyiz. Verimli bir lojistik operasyon olmadan, gerek müşteri memnuniyetinin sağlanması gerekse piyasa şartlarında yeterince rekabetçi olunamayacağının ifade edilmesi gerekir. Dolayısıyla temel lojistik faaliyetler belli bir hizmet seviyesinde ve maliyet odaklı olarak yönetilmelidir. Aksi takdirde tam rekabet piyasa ortamında firmanın rakipleriyle rekabet edebilmesi zorlaşacaktır.

Ayrıca, müşteri merkezli yaklaşım ile beraber, ürünlerin zamanında üretilip pazara gönderilmesi kadar; müşteri memnuyetinin sağlanabilmesi için ayıplı mal kapsamında değerlendirilen, müşteri beklentilerini karşılamayan, bozulan ürünlerin de aynı hız ve keskinlikte tersine akışının sağlanması gerekmektedir.

Müşteri odaklı bu yaklaşımın ihtiyaç duyduğu esnek ve atik yapı, Tedarik Zinciri Yönetimi'nin ve uygulamalarının önemini de bir kat arttırmıştır.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

2.1. Tanım ve Kavram Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi

Bu kısımda Tedarik Zinciri Yönetimi'ni (TZY) genel hatları ile inceleyeceğiz.

Tedarik Zinciri Yönetimi birden fazla şekilde tanımlanmakla beraber Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP) tarafından "tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlere ait işletme fonksiyonları ve fonksiyonlara ait faaliyet planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde stratejik ve sistematik koordinasyonudur" şeklinde tanımlanmaktadır (Tanyaş Mehmet, 2017).

TZY, daha yüksek karmaşıklığa sahip bir lojistik olarak düşünülebilir. TZY, malların sadece bir yerden bir başka yere taşınması değil, asıl kaynağından (maddenin topraktan çıkarıldığı yerden) tüketildiği yere kadar olan hareketidir. (Long, Douglas Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat, 2012)

Her ürün doğası itibariyle değişik lojistik özelliklere, sezona, raf ömrüne, moda kurgusuna tabii olmaktadır. Bu değişik etmenler ürün yaşam eğrisine direk olarak etki etmektedir. Bir otomobilin yaşam eğrisi ile bir ceketin ya da bir akıllı telefonun yaşam eğrisi bir değildir.

Verimli bir zincirde hedef, ürünün yaşam eğrisi içerisinde hızlı, ekonomik, hasarsız bir biçimde müşteriye ulaşmasını sağlayarak maliyetleri en azlamak ve karlılığı en çoklamaktır. Dolayısıyla TZY, servis edilen üründen ürüne, hizmetten hizmete değişiklik göstermeketir. Örneğin, soğuk zincir ile taşınması ve saklanması gereken bir gıda ürününün tedarik zinciri uygulaması ile soğuk zincire ihtiyaç duymayan bir konserve ürününün ya da teknolojisi altı ay sonra eskiyecek bir bilgisayar ya da akıllı telefonun tedarik zincirleri birbilerinden tabiatları itibariyle farklılık arz edecektir. Bileşenler bazında da yine bir gıda ürünü ile akıllı telefon ya da otomobile ait bileşenlerin tedarik

sürelerinin de aynı olması ve dolayısıyla aynı TZ kurgusu ile yönetilmesi mümkün değildir.

Bu kapsamda inceleyecek olursak, TZY'de mutlak ve her kurgu için geçerli olabilecek tek bir doğru yoktur. Sektörel standart ve ölçütlerini geliştiren bir organizasyon olan Tedarik Zinciri Konseyi, tedarik zinciri kavramını 5 kelimeyle özetlemiştir: plan, tedarik, üretim, sevkiyat ve iade. Bırakın birçok farklı disiplinin kesiştiği bir alanı, herhangi bir alanda mutabakat bulmak zorken bu beş kelimelik tanım, tedarik zincirinin temel tanımı ve temel işlevleri olarak kabul edilmiştir (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

Başka bir konsey olan Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP) tanımlamalarında biraz daha betimleyicidir: "Tedarik zinciri yönetimi, tüm satın alma, tedarik, dönüştürme ile tüm lojistik yönetim faatliyetlerinin plan ve yönetimini kapsamaktadır". Bu; satıcılar, aracılar, üçüncü şahıslar ve müşteriler de dahil olmak üzere kanal iş ortakları ile eş güdüm ve işbirliğini içerir. Kısaca: "Tedarik zinicir yönetimi şirketler içinde ve arasında arz ve talep yönetimini birleştirir" (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

TZY'nin amacını anlamak ve anlatabilmek için zincir kavramını incelememiz gereklidir. Kuşkusuz ki zincir kelimesi rassal bir seçim değildir. Zincir, TDK'da "Birbirine geçmiş bir sıra metal halkadan oluşan bağ" olarak tanımlanmıştır. Ve bir zincir ancak en zayıf halkası kadar güçlü olabilir. Bir zinciri itemezsiniz, zincir ancak çekilebilir. TZY ismi kurgulanırken zincir kelimesinin seçiminin rassal olarak yapılmadığı aşikardır ve amacı açıkça ortaya koymaktadır. TZY, tedarikçiler arası entegrasyon seviyesini arttırmayı, itme değil çekme stratejisini benimsemeyi ve tedarikçilerin sadece bir mal ve/veya hizmet sağlayıcısı olarak değil, birlikte gelişimin hedeflendiği paydaşlığı amaçlar.

2.2. Tedarik Zincirinin Amacı

Tedarik Zinciri yönetiminin amaçları;

Şirketin tedarik zincirinin neye benzediği ve kapsamının ne olduğunu tam olarak açık bir şekilde ifade etmek (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

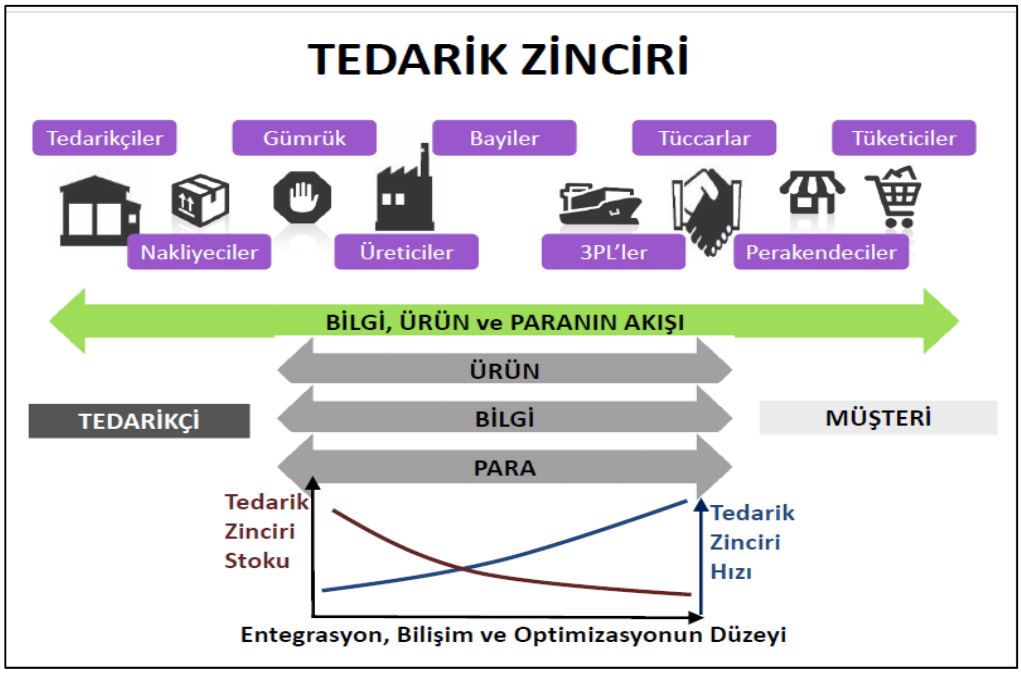
Bilgi, mal ve hizmetlerin hareketini yavaşlatan çıkmazları tanımlamak (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

Doğru ürünün zamanında doğru yere teslimi için işlemleri gerçekleştirmek (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

Yukarıdakilerin sayılanları başarıyla sonuçlandırmaları için doğru insanları yetkilendirmek (Blanchard, David Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat 2017).

2.2.1. Tedarik Zinciri Temel Akışları

Tedarik zinciri yukarıda görüldüğü gibi temel 3 akıştan oluşan bir yapıyken hedefi nedir sorusu sorulduğunda, entegrasyon ile bilgi akışını hızlandırmak, artan bilgi hızıyla müşteri taleplerini daha sağlıklı karşılamak, yine bilgi akışı sayesinde geleceği tüm zincir için daha görünür hale getirmek böylelikle zincirin toplam maliyetini en azlarken, zincirin her halkası için karlılığı ve bittiği noktada müşteri memnuniyetini en fazlalamaktır. Böylelikle zincirin sürüdürülebilirliği de sağlanabilir olacaktır.



Şekil 2.1: Tedarik Zinciri Yapısı

Bu noktada ilgi şirket için iki büyük risk vardır. Stok maliyeti ve yok satma maliyeti. Dolayısıyla tüm bilgi akışının, ilk çıktığı nokta da talep tahmin noktasında çok sağlıklı olması gerekir. İşte bu noktada TZY'de verimlilik ön plana çıkmaktadır. Zincirin verimli olabilmesi için sadece bilgi akışının sağlıklı olması tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda entegrasyon seviyesinin yüksek olması, zincir üzerindeki gereksiz fazlalık ve israfların da bertaraf edilmesi gereklidir.

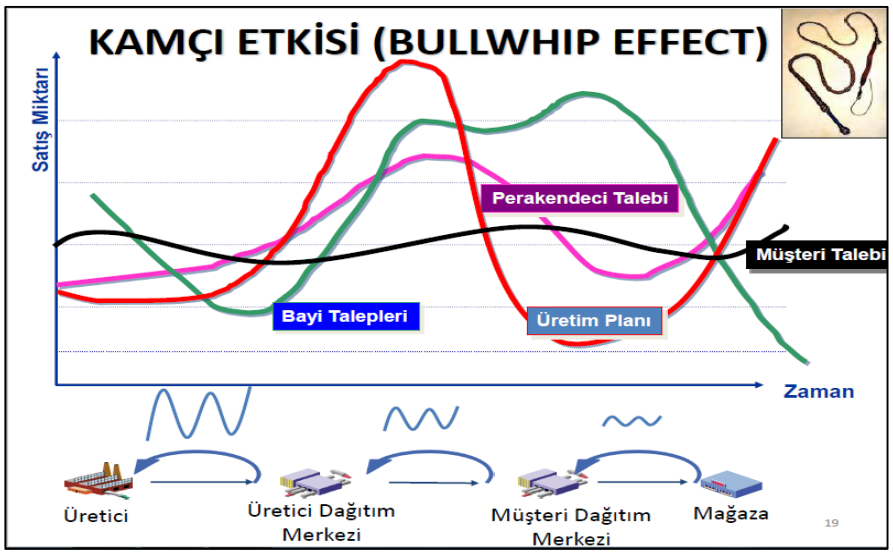


Şekil 2.2: Tedarik Zincirinde Bilgi-Ürün- Para Akışı

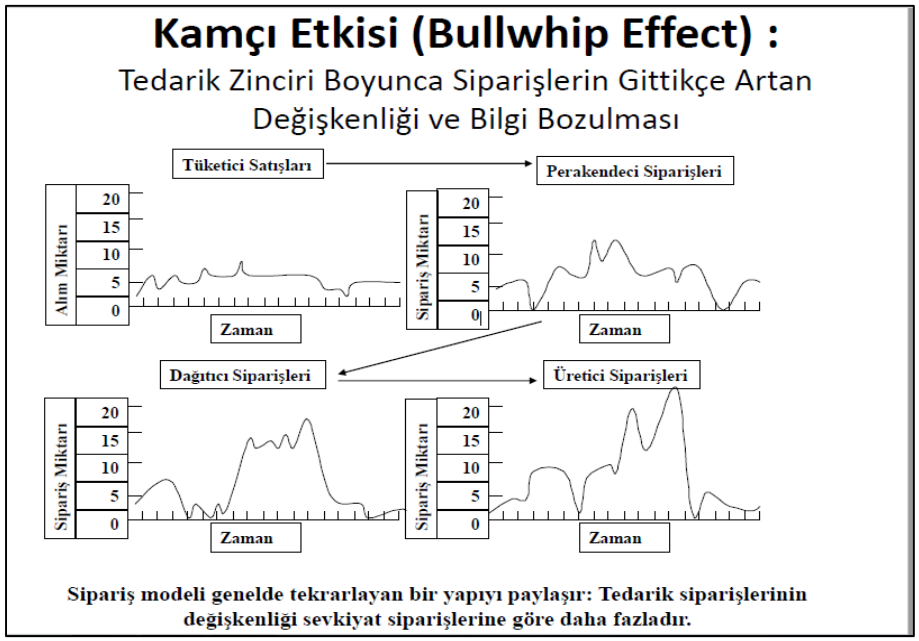
Söz konusu fazlalık ve israfları daha açık bir şekilde ifade edebilmek için bir örnekten yararlanalım; otomobil parçaları satın alan bir otomobil üreticisini düşünelim. Eğer şirketin bazı parçaları stokta bulundurmamamasının maliyeti çok fazla ise, pahalı olsa da bir miktar stokla çalışacaktır. Otomobil parçası tedarikçisi de benzer şekilde, herhangi bir problemle karşılaşmamak için stok tutacaktır. Bu mantıkla, tedarik zincirindeki bütün firmalar tedarikçilerine güvenemediklerinden dolayı stok tutacaklardır. Bu örnekte sadece stok kavramını inceledik. Bunun yanında daha başka birçok risk, israf ve fazlalıklar vardır. (Long, Douglas, Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat, 2012)

2.2.2. Kamçı Etkisi

Söz konusu israfı arttıran diğer bir olgu da kamçı etkisidir. Talebin oluştuğu satış noktasından, üreticiye kadar geldiği süreçte talebin varyansının giderek artması durumudur.



Şekil 2.3: Kamçı Etkisi (Tanyaş Mehmet, 2017)



Şekil 2.4: Kamçı Etkisi (Tanyaş Mehmet, 2017)

Efektif bir tedarik zinciri, şirketin ticari başarısının da anahtarıdır. TZY temelini oluşturan üç temel seviyede yaklaşım vardır.

Stratejik seviyede, üretimin nerede yapılacağı ve en iyi kaynak bulma stratejisinin ne olacağı; Taktik seviyede, tahmin, planlama, tedarik ve üretim faaliyetlerinin nasıl karşılanacağı; Operasyonel seviyede ise, stok dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman bir siparişin ne yapılacağı konuları ele alınır (Tanyaş Mehmet, 2017).

2.3. Tedarik Zinciri Stratejileri

Şirket stratejileri yine yukarıda belirtilen ürün, hizmet çeşitliliği ile aşağıda belirtilen temel stratejiler kullanılarak biçimlendirilir.

Outsourcing: Özyetkinlik dışı faaliyetlerin dış kaynaklardan alınması (Tanyaş Mehmet, 2017).

Globalization: Ulusal pazarlardan uluslararası pazarlara yönelinmesi (Tanyaş Mehmet, 2017).

*Off-shoring:*Üretim faaliyetlerinin düşük maliyet için dış ülkelerdeki şirketlere yaptırılması (Tanyaş Mehmet, 2017).

Near-shoring/back-shoring: Üretim faaliyetlerinin düşük maliyet, yüksek kalite ve hızlı temin için ülkedeki şirketlere yaptırılması (Tanyaş Mehmet, 2017).

Sustainability: Faaliyetlerin ekonomik, çevre ve toplumsal sorumluluk ilkelerine uygun yürütülmesi (Tanyaş Mehmet, 2017).

Information technology: Bilgi ve İletişim teknolojilerinin daha yoğun kullanılması (Tanyaş Mehmet, 2017).

Rısk free: Risklerden kaçınılması (Tanyaş Mehmet, 2017).

3A Tedarik Zinciri: Bunların yanı sıra 3A Tedarik Zinciri Modeli ile her üç temel seviye Agility (Çeviklik), Adaptability (Uyumluluk), Alignment (İşbirliği) çerçevesinde şekillendirilir.

- *Agility –Çeviklik:* Talep ve tedarikteki ani değişimlere hızla yanıt verebilmek; beklenmeyen dış kaynaklı olumsuz şok gelişmelerle rahatlıkla başa çıkabilmek (Tanyaş Mehmet, 2017).

- *Adaptability-Uyumluluk*: Pazarı yeniden şekillendiren sosyo-ekonomik, demografik, politik, teknolojik, vd. yapısal değişimlere uyum sağlayabilmek üzere tedarik zinciri tasarımını değiştirebilmek; strateji, ürün ve teknolojilere göre tedarik ağını yenileyebilmek (Tanyaş Mehmet, 2017).

- *Alignment-İşbirliği:* Tedarik zincirindeki tüm tarafları, daha iyi zincir performansı için teşvik edebilmek, cesaretlendirmek, ve özendirmek (Tanyaş Mehmet, 2017)



Şekil 2.5: Tedarik Zinciri Yönetiminde 12 Temel İlke (Tanyaş Mehmet, 2017)

Tedarik zinciri yönetimi bu bağlamda temel 12 ilke etrafında şekillenmektedir. Yukarıda ki diagramda da görüleceği üzere tüm süreçler birbirlerini destekleyen ve aynı hedefe doğru birlikte ilerlemeyi amaçlayan ilkelerdir. Hedef, müşteri memnuniyetini ilke edinen, sürdürülebilir ürün tedariğini en az maliyetle, talebe en hızlı şekilde yanıt verebilmektir.

Bu bağlamda tedarik zinciri yönetimini iki temel paradigma eksininde incelenir. Kullanılacak paradigma ürüne ve pazara göre değişkenlik göstermektedir.

Yalın Tedarik Zinciri: Tedarik zincirindeki değer katmayan faaliyetlerin ve israfın yokedilmesi için sürekli gelişimdedir. Hazırlık sürelerinin kısaltılması ile küçük patilerde ekonomik üretim ile desteklenirken bu yolla, maliyetlerin azaltılması, esneklik ve içsel yanıt verme sağlanmıştır. Kişiye özelleştirilebilme ve gelecekteki pazar ihtiyaçlarına kolayca uyum sağlama yeteneği yoktur (Tanyaş Mehmet, 2017).

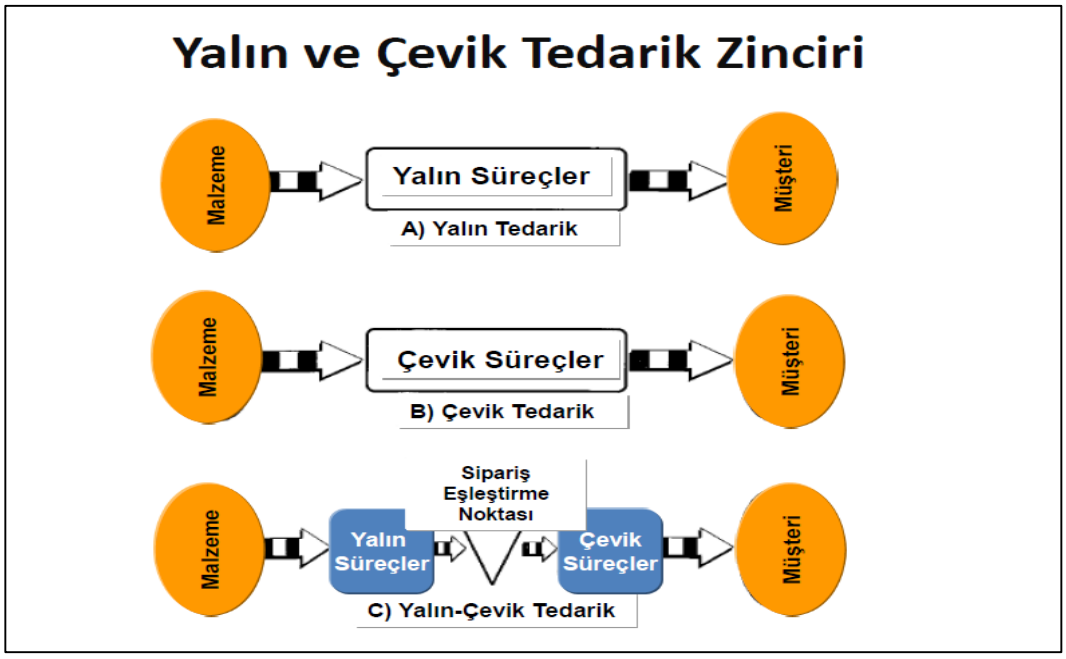
Amaç; maliyetin azaltılmasına ve varolan ürünler için esnekliğe odaklanmadır. Zincir boyunca yalınlığın desteklenerek, israfın azaltılması ve değer katmayan

faaliyetlerin kaldırılmasına çalışır. Temel olarak ürünlerde maliyet indirimi, esneklik, sürekli ve küçük iyileştirmeler yapılmasını amaçlar (Tanyaş Mehmet, 2017).

Çevik Tedarik Zinciri: Çeviklik,şirket ile Pazar arasındaki arayüz ile alakalıdır. Çevik Tedarik Zinciri hızlı değişen, sürekli farklılaşan küresel pazarlara, dinamik, içeriği spesifik, agresif biçimde değişken ve büyüme temelli olarak karşılık vermektir. Müşteri odaklı tasarlanmış ürün ve hizmetler sunar (Tanyaş Mehmet, 2017).

Gelecekteki değişimlere uyum sağlayacak biçimde müşterilerle ve pazarla yüzleşerek müşteri ihtiyaçlarını anlar. Eş zamanlı olarak farklı Pazar dilimlerine istenilen miktarda ve geniş ürün yelpazesinde üretim yapmayı hedefler. Özelleştirilmiş ürünleri varyasyonun yol açtığı maliyetleri azaltarak kısa yanıt verme (takt) zamanlarında müşteriye ulaştırmayı amaçlar. Tedarik zinciri yönetiminin özü çevikliktir. Çevik lojistik temelde yeni bir iş kavramıdır ve "rakiplerden daima önde olma" felsefesine dayanmaktadır. Çevik Tedarik Zinciri Yönetimi'nde hedef "insan" , "teknoloji" ve "örgüt"ü eş uyumlu hale getirerek bir bütüne koordine etmektir. Pazardaki değişimlere karşı hızlı bir şekilde uyum göstermek gerekir ve bunu temel kaynağı ise "yaratıcılık" ,"yenilik" ve"bilgi yönetimi"dir (Tanyaş Mehmet, 2017).

Her iki paradigma da iyi uygulanabilmesi için çeşitli kriterlere dayanmalıdır. Bir firma belli bir noktaya kadar yalın belli bir noktadan sonra çevik paradigmayı benimseyebilir. Önemli olan hususlar ise kriterlerin doğru ele alınıp doğru uygulanabilmesi ve sipariş eşleştirme noktasının doğru tespit edilmesidir.



Şekil 2.6: Çevik ve Yalın Tedarik Zinciri (Tanyaş Mehmet, 2017)

Tablo 2.1: Çevik ve Yalın Tedarik Zinciri Kriterleri (Tanyaş Mehmet, 2017)

Çeviklik Kriterleri		Yalınlık Kriterleri	
Pazara Duyarlılık	Müşteri İşbirliği	Çalışma Alanı	İş Tanım ve Talimatları
	Ortaklaşa Planlama Tahmin ve İkmal		5S
	Erteleme İlkesi		Görsel Düzenleme
Hızlı Yeni Ürün Geliştirme	Eşzamanlı Mühendislik	Tam Zamanında Üretim	Ürün Akışı, İşyeri Düzeni
	İleri Bilişim Teknolojieri		Çekme Sistemi
	Tasarım Bilgisi		Üretim Dengeleme
	Tedarikçi İşbirliği		Hızlı Ürün Değiştime
Stratejik Yönetim	Öz İşe Odaklanma	Kalite Güvence	Yerinde Kontrol
	Uzun Vadeli Tedarikçi İlişkileri		Durdurma Yetkisi
	Bilgi Paylaşım Modelleri		Hata Önleme Sistemleri
	Esnek Tedarik	Toplam Üretken Bakım	Planlı Bakım
	Değişim Yönetimi		Otonom Bakım
	Etkin Finansman Yönetimi		Hızlı Tepki
	Etkin İnsan Kaynakları Yönetimi		Sürekli Eğitim
Esneklik	Etkin Stok Yönetimi		Otomatik Veri Toplama
	Ağ Yapısını Değiştirme	Sürekli İyileştirme	Öneri Sistemi
	Tedarik Zinciri Yönetimi		Hedeflerle Performans Yönetimi
	Esnek Üretim Sistemi		Sürekli İyileştirme Kültürü
	Çok Nitelikli İşgücü		Esnek Üretim
		Tedarikçi İlişkileri Yönetimi	Seçme ve Değerlendirme
			Performansı Değerlendirme
			Tedarikçi Geliştirme ve Takdir

2.4. Tedarik Zincirinde Üretim Türleri

Doğru tedarik zinciri paradigması seçmiyle beraber diğer bir hususta doğru üretim şeklinin belirlenmesidir (Tanyaş Mehmet, 2017).

Stok İçin Sevkiyat (Ship to Stock -STS) : Ürünler standarttır ve pazara sunulmuştur; dağıtım kanalının her aşamasında güvenlik stokları bulundurularak müşteri talepleri hemen karşılanır (Tanyaş Mehmet, 2017).

Stok İçin Üretim (Make to Stock -MTS): Ürünler standarttır ancak dağıtım kanalının farklı aşamaları için stok tahsisi gerekli değildir. Ürün talebi çok değişken değildir ve tahmin edilebilir (Tanyaş Mehmet, 2017).

Siparişe Göre Son İşlemler (Assemble to Order-ATO): Genelde standart bir üretim aşamasından sonra ürünlere ait son işlemler müşteri isteklerine göre yapılır (Tanyaş Mehmet, 2017).

Make to Order (Siparişe Göre Üretim-MTO): Satınalınan hammaddeler ve parçalar aynıdır ancak ürünler müşteri isteklerine göre geniş bir yelpazede çeşitlendirilebilir (Tanyaş Mehmet, 2017).

Siparişe Göre Satınal (Buy to Order -BTO): Müşteriler tarafından istenen ürünler ve bu ürünlere ait hammaddeler de çok özeldir. Ürün çeşitliliği çok fazladır (Tanyaş Mehmet, 2017).

Tedarik Zinciri Yönetiminin Hedefleri

Doğru paradigma ve üretim türü seçimi ile aşağıdaki hususlara ulaşmak hedeflenir.

- Maliyetlerin zincir bazında düşürülmesi (Cheaper)
- Son üründe kalitenin yükseltilmesi (Better)
- Tedarik Zinciri içerisinde yanıt hızının artırılması (Faster)
- Risken küçüklemesi (Risk Free)
- Güvenilir Teslimat (Reliable Delivery)
- Esneklik (Product and Volume Flexibility) (Tanyaş Mehmet, TZY Ders Notları 2017)

2.5. Tedarik Zinciri Uygulamaları

En iyi performans gösteren tedarik zincirleri açıkçası diğer hekesten biraz daha farklı icraatta bulunanlardır. AMR Araştırma Ltd.'nin analisti Debra Hoffman'a göre, sınıfında en iyi şirketler şu üç ortak özelliği taşır:

- *Dengeyi hedefliyorlardır:* Bu şirketler kendi kategorilerinde en iyi olmayabilir ama sınıfında en iyi olarak eklenecekleri tüm alanlarda kalıcı bir biçimde iyilerdir.

- *Talep görüş mesafesini arttırırlar:* Yüksek seviyede bir kesinlik tahmini kabiliyetine sahip olmak, müşteri hizmetlerinin kutsal kasesi olan mükemmel sipariş karşılamaya ulaşmak için anahtardır.

- *Yüksek maliyetleri izole ederler:* En iyi şirketler masraflarını nerede ve nasıl dizginlediklerini bilir, yani burası, en iyi uygulamalarının ve teknoloji yatırımlarının odaklandığı yerdir. (ibid.s.10-blanchard)

Gartner'ın 2018 yılı raporuna göre en iyi tedarik zincirleri yönetimine sahip ilk 25 şirket;

Tablo 2.2: 2018 Yılı en iyi 25 Tedarik Zinciri (Gartner.com)

Sıra	Şirket	Uzman Görüşü (200 kişi) (25%)	Gartner Görüşü (35 kişi) (25%)	Üç Yıllık Ağırlıklandırılmış Varlıkların Geri Dönüş Hızı (20%)	Stok Devir Hızı 3 (10%)	3 Yıllık Ağırlıklandırılmış Gelir Artış Hızı (10%)	CSR Puan (10%)	Toplam Puan
1	Unilever	2.413	667	10.3%	7,50	2.6%	10.00	6,36
2	Inditex	1.254	345	16.5%	3,90	10.9%	10.00	4,85
3	Cisco Systems	785	541	7.9%	13,10	-0.4%	10.00	4,41
4	Colgate-Palmolive	898	324	17.6%	5,10	-2.2%	10.00	4,40
5	Intel	831	499	8.9%	3,60	4.8%	10.00	4,36
6	Nike	1.349	270	17.4%	3,80	6.8%	6.00	4,25
7	Nestlé	1.326	426	6.4%	4,80	-0.2%	10.00	4,21
8	PepsiCo	1.094	391	7.3%	8,80	-0,60%	10.00	3,99
9	H&M	760	193	18.1%	2,80	7.8%	10.00	3,96
10	Starbucks	1.040	186	20.4%	11,80	9.2%	4.00	3,85
11	3M	783	198	14.0%	4,10	1.4%	10.00	3,56
12	Schneider Electric	737	410	4.8%	5,20	-0.5%	10.00	3,55
13	Novo Nordisk	121	49	37.9%	1,20	5.3%	10.00	3,37
14	HP Inc.	390	354	7.3%	8,40	0.2%	10.00	3,30
15	L'Oréal	999	210	9.6%	2,90	4.6%	8.00	3,26
16	Diageo	651	227	9.2%	1,00	7.6%	10.00	3,25
17	Samsung Electronics	907	117	10.7%	14,60	9.8%	9.00	3,22
18	Johnson & Johnson	880	322	6.2%	2,70	2.8%	6.00	3,08
19	BASF	470	281	6.9%	4,40	-0.5%	10.00	3,02
20	Walmart	1.416	256	6.2%	8,30	1.6%	3.00	2,98
21	Kimberly-Clark	619	133	13.6%	6,70	-1.6%	8.00	2,96
22	The Coca Cola Co.	1.558	221	4.6%	4,80	-10.1%	4.00	2,87
23	Home Depot	431	78	18.6%	5,10	6.7%	5.00	2,81
24	Adidas	821	115	6.8%	2,90	13.5%	7.00	2,58
25	BMW	679	118	4.1%	4,20	6.0%	10.00	2,45

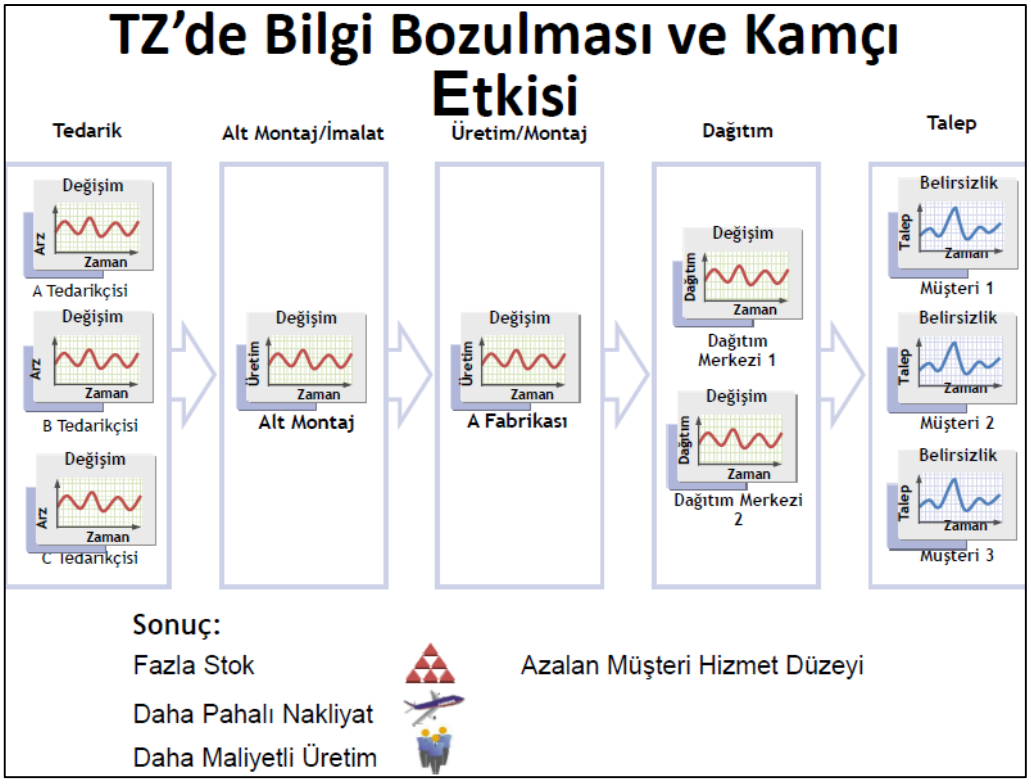
2.6. Bilişim Sistemleri

Bu bağlamda tedarik zincirlerindeki üç temel akış içerisinde en önemli akışın bilgi akışının olduğunu görüyoruz. Eğer bilgi akışı yeterli kalitede, sıklıkta ve doğrulukta değilse, şirket kamçı etkisi gibi etkilere maruz kalabilmekte ve bunun sonucunda yüksek stok veya yok satma gibi risklerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bunun önüne geçebilmemiz için ihtiyacımız olan şey daha iyi iletişimdir. "Peki nasıl daha iyi iletişebiliriz?" sorusunu sorduğumuzda karşımıza cevap olarak TZY'de bilgi sistemleri uygulamaları çıktığını görürürüz.

Bir bilişim sistemin (BS) anlaşılmasındaki ilk adım bilgisayar ya da teknoljiyle aynı olmadığının belirtilmesidir. Bir BS verilerin toplandığı, işlendiği ve dağıtıldığı bir sistemdir. Evrak dosyalama sistemi bir bilgis sistemidir ve bazen pahalı veya yüksek teknolojiye dayanan bir sistemden daha iyi bir çözüm olabilir. Başka bir

deyişle, bilgi yönetimini araçlarla karıştırmayın. Bilgisayarlar, net ve telekomünikasyon, sadece araçlardır. Bu yüzden onları kullanan insanların kullandıkları şekilde çalışırlar. Bir endüstri lideri, "Öncelikle insanı ve süreci doğru hazırlamazsan, teknoloji yatırımları bir çözüm olmayacaktır" demiştir. (IBID s.343 -long)

Bilişim sisteminin yine ne kadar önemli olduğunu görmek için bilgi akışındaki bozulmaların kamçı etkisine nasıl sebep olduğunu da yine görmek gerekir. Dolayısıyla doğru bilişim sistemi doğru personel ve doğru bilgiye dayanarak işletilmelidir.

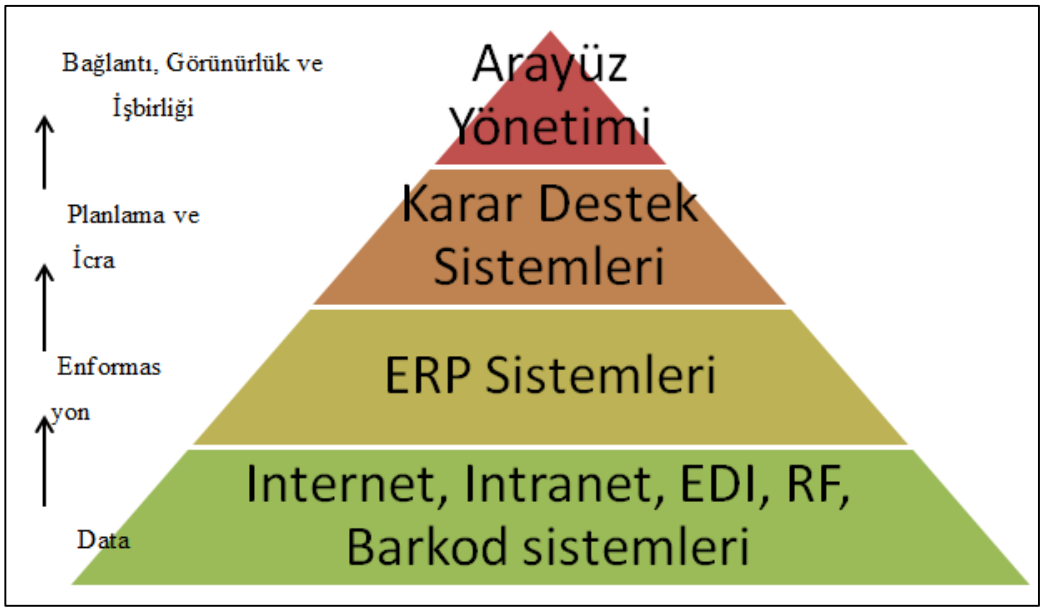


Şekil 2.7: TZ'de Bilgi Bozulması ve Kamçı Etkisi (Tanyaş Mehmet, 2017)

Tedarik zinciri yönetiminde BS'nin amaçlarını sıralayacak olursak;

- Günlük işleri, şirketler arası işlemleri ve e-ticareti desteklemek
- Gerçek zamanlı bilgi erişimini ve çapraz tedarik zinciri bağlılığını sağlamak
- Her ürün için imalattan son satış noktasına kadar bilgileri toplamak ve depolamak
    - Bütünsel görünürlük, izleme ve uyarı sağlama
- Tek bir kontakt noktasından sistemdeki her veriye/bilgiye ulaşabilmek
    - Aynı ve/veya farklı şirketlerdeki değişik mekanlardan
- Toplam tedarik zinciri bilgisine dayanarak aktiviteleri etkin bir şekilde analiz etke, planlamak, karar vermek
    - Karar destek sistemleri
    - İleri planlama sistemleri (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015)

Tedarik zincirinde bilişim sisteminin hedefi entegrasyon seviyesini yükseltmektir. Bunu sağlayabilmek için de tüm tarafların kullandığı programların birbirleri ile iletişim kurabiliyor olması gereklidir. Eğer x programından çıkan bilgi y programında kullanılamıyorsa burada bir entegrasyondan bahsetmek mümkün değildir.



Şekil 2.8: Entgegre Teknoloji Altyapısı (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015)

Etkin ve doğru kullanım ile bilişim sistemleri Lojistk ve Tedarik Zinciri Yönetimine sağladığı faydaları sıralayacak olursak;

- Hızlı, doğru ve etkili sistem
- Uzun vadeli planlama

- Daha düşük stok/envanter seviyeleri
- Belirsizliklerin ortadan kaldırılması (azaltılması)
- Yüksek verimlilik
- Artan esneklik
- Teslim sürelerinde kısalma
- Kazanç artımı / maliyet azaltımı
- Likidite avantajı
- Artan müşteri memnuniyeti ve bağlılığı (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilişim Sistemleri Ders Notları, 2015)

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimde kullanılan başlıca sistemler;

- EDI (Electronic Data Interchange): İki Organizasyon arasındaki standart hareketleri gerçekleştirmede bilgisayardan bilgisayara veri alışverişinin olanaklı hale getirilmesidir.
- ERP (Enterprise Resource Planning): Bir organizasyon süreçlerinin bibirleriyle eş zamanlı (Uyumlu çalışmasını amaçlayan uygulamadır.
    - SAP, Oracle, QAD MFG/Pro, BAAN, JD Edwards Enterprise One en bilinenleridir.
    - Organizasyonun iş omurgasını destekler
    - ERP'ler tek bir sistem değildir: spesifik alanları destekleyen modüller serisidir.
    - Yönetim Fonksiyonları
    - HR (İnsan Kaynakları)
    - FI (Finans)
    - Sipariş Yönetimi vb.
    - Bütün veriler için bir tek giriş noktası: paylaşılan verye ait belirlenmiş vertabanının en üst noktasına yerleşir.
    - Verilerde yapılan değişiklikler bağlantılı modüllerde meydana gelir (eşgüdümlü çalışırlar) (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilişim Sistemleri Ders Notları, 2015)



Şekil 2.9: ERP Sistemi (https://www.simplilearn.com/erp-planning-and-erp-systems-rar102-article)

- Depo Yönetimi Sistemleri (WMS): Bu programlar ile ürünlerin, müşteri bazında, depo içinde müşteriye ayrılmış özel alanlarda takibi yapılmakta ve her türlü depo operasyonları işlem bazında takip edilmektedir. Depo içi işlemlerin gerçekleştirilmesi, SKU (Stock Keeping Unit – Envanter Kalemi) bazında tanımlanan stratejilere göre oluşturulan iş emirleri ile sağlanır (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
- Nakliye Yönetim Sistemleri (TMS): Sistem, yurtiçi ve yurtdışı tüm nakliye operasyonlarının optimizasyonu ve planlaması işlemlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
- Konteyner Yönetim Sistemleri (CMS): Tedarik Zinciri süreçlerinde, tüm lokasyonlarda konteynerlerin takibini ve içeriklerini, hızlı ve etkin şekilde sağlayan yazılımlardır. Üreticilerin, üçüncü parti lojistik sağlayıcılarının,

acentelerin, taşıyıcıların konteynerler, konteyner hareketleri ve içerikleri üzerinde kontrol kurmasını sağlar (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).

- GPS (Global Positioning System): Araçların yer yüzündeki konumlarını belirlemeye yarayan bir sistmdir. Küresel yer belirleme sistemleri lojistikte taşıma modülünde kullanılmaktadır. Araçların takibi, böylece teslim zamanlarının belirlenmesini, kaybolmaların, kazaların zamanında anlaşılması için teslim bilgisinin anında taraflara ulaşmasını sağlar (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
- Yapay Zeka Sistemleri: Yapay zeka, bir bilgisayar ve kullanılan bilginin sembolik gösterimi ile sonuç çıkarma ve metotlarıyla ilgilenir (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
- Uzman Sistemler: Pazarlama ve lojistikte; yorum, gösterim, hata belirleme, düzeltme, eğitim ve kontrol gibi fonksiyonları yerine getirebilmek için kullanılan sistemlerdir (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
- Otomatik Tanımlama ve İzleme Sistemleri: Barkod, RFID, RTLS
    - Barkod Sistemleri: Ürün kimlik bilgisinin sembolik olarak tanımlanmasıdır. Arkasında iyi bir yazılım ile desteklendiği takdirde operasyon için en başta doğruluk ve verimlilik artışı olmak üzere sayısız faydalar sağlar (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
    - RFID: Radyo frekanslı kimliklendirme; kişilerin veya nesnelerin belirli bir frekans aralığında radyo dalgaları kullanılarak tanımlanması ve izlenmesi teknolojisidir (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
    - RTLS: Gerçek zamanlı konum takip sistemleri, her sektörde değişik uygulama alanlarında, iş verimliliğini ve kalitesini arttırmak hedefiyle, kullanımı hızla artan kablosuz teknoloji çözümleridir. Çalışanların, ekipmanların takibi, kontrolü, ziyaretçi izleme, demirbaş – varlık yönetimleri gibi her alanda uygulanması mümkün hale gelmiştir (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).

- Karar Destek Sistemleri (DSS): Karar verme sürecini kolaylaştıran ve hızlandıran, organizasyonunun her yönetim kademesinde kararların sağlıklı ve gerekçeli alınması konusunda destek sağlayan yazılımlara Karar Destek Sistemleri denir (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015).
    - KDS Yararları:
        - Daha çok alternatif sınama kabiliyeti
        - İşleri daha iyi anlayabilmeyi sağlama
        - Beklenmedik durumlara, olaylara hızlı cevap verebilme
        - Yorumlama ve analiz etme kapasitesi
        - İşlemlerin gerçekleşmesi esnasında kontrol için zamanında bilgi sağlama
        - Zamanda ve maliyetten tasarruf
        - Zamanın, daha iyi ve daha doğru "kararlar verebilme"yi sağlama (Fevzioğlu Büyüközkan, 2015).

2.7. Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR)

Görüleceği üzere tüm bilişim sistemleri yürütülen süreçleri, ortak faydaya yönelik iyileştirme ve geliştirme amaçlamaktadır. Firmalar artık mal aldıkları ve sattıkları yani müşteri ve tedarikçilerini mal akışının iki ucu olarak göremezler. Tedarikçiler ve müşteriler artık birer paydaş haline gelmiştir.

Ticari mal veya hizmetin son kullanıcıya doğru olan hikayesinde artık daha fazla müşteri odaklılık vardır ve müşteriye dokunabilmek kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu gerekliliğin en iyi şekilde yerine getirilebilmesi için tüm paydaşlar ile iletişimin en çoklanması gereklidir. Kısacası şirketlerin tamamının kendi başlarına planlama, tahmin ve tedarik süreçlerine girmeleri yerine; bir araya gelmek suretiyle tüm süreçleri birlikte yönetmeleridir.

Kısaca Ortaklaşa planlama, tahmin ve ikmal (CPFR), tedarikçi ve alıcıların işbirliği yaparak ortaklaşa ürün planlaması, bütçelemesi ve sevkiyat planlaması yapması olarak tanımlanabilir. (Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, 2015)

Global Tedarik Zinciri Forumu 8 adet ana TZY süreci belirlemiştir. Ortaklaşa planlama, tahmin ve ikmal sisteminin ele aldığı tüm TZY süreçleri de yine Global Tedarik Zinciri Forumu tarafından belirlenen bu 8 süreçtir. Global Tedarik Zinciri Forumu tarafından belirlenen 8 adet TZY süreci aşağıda belirtilmiştir (Tanyaş Mehmet, 2017):

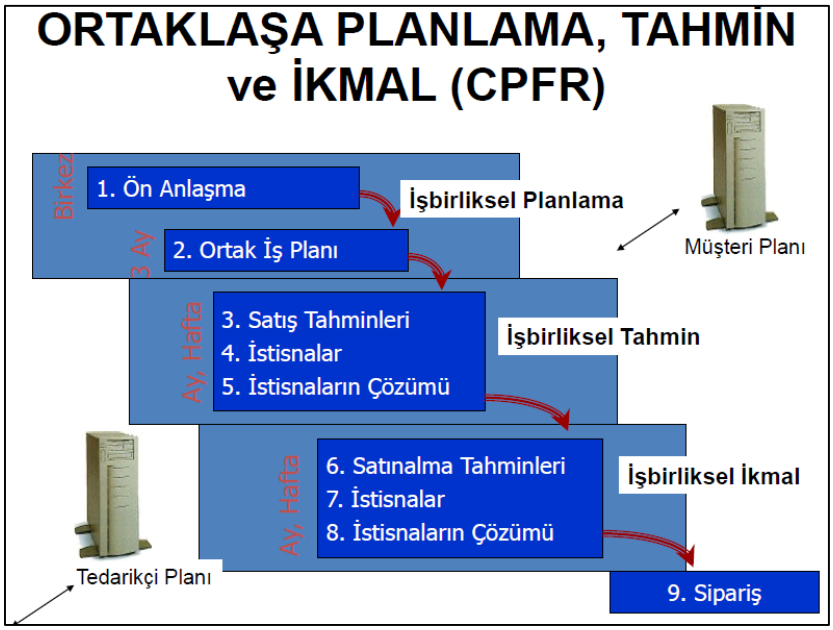
- Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management): Hedef müşteri ilişkilerinin kurulması, yürütülmesi, müşteri hizmet düzeyi anlaşmalarının oluşturulması, talep değişkenliklerini azaltma ve süreçleri yalınlaştırma kapsamındaki iyileştirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve müşteri bazında karlılıkları da içeren performans raporlarının hazırlanmasıdır (Tanyaş Mehmet, 2017).
- Müşteri Hizmetleri Yönetimi (CustomerService Management): Şirketin müşterilerle olan arayüzüdür. Ürün yapılabilirliği, terminler, sevkiyatlar, siparişin konumu vb. fiili bilgileri ilgili tüm şirket birimlerinden elde ederek tek noktadan müşteriye aktarılması ve müşteri hizmet düzeyi anlaşmalarının izlenmesidir (Tanyaş Mehmet, 2017).
- Talep Yönetimi (Demand Management): Müşteri taleplerinin kapasite ile dengelenme sürecidir. Talebin ön görülerek üretim, tedarik ve sevkiyat kapasitesi ile senkronizasyonu sağlanmaktadır. Ani talep değişimlerine karşı gerekli önlemler planlanmaktadır (Tanyaş Mehmet, 2017).
- Sipariş Karşılama (Order Fulfillment): Müşteri gereksinimleri çerçevesinde etkin ve verimli bir sipariş yönetim sürecini gerçekleştirmek üzere müşteriler ve şirketin diğer ilgili birimleri ile ilişkileri içeren süreçtir (Tanyaş Mehmet, 2017).
- İmalat Akış Yönetimi (Manufacturing Flow Management) : Ürün üretim akışının yalın ve çevik bir şekilde yönetim sürecidir (Tanyaş Mehmet, 2017).
- Tedarikçi Yönetimi (Supplier Management): Şirketin TZY anlayışı çerçevesinde tedarikçi ilişkilerini Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) yaklaşımına benzer bir şekilde yönetimi sürecidir. Tedarikçiler sınıflandırılır, ilişki kuralları tanımlanır, tedarikçiler çok farklı kanallardan izlenir, performansı ve şirkete katkıları değerlendirilir, gerektiğinde

ödüllendirilerek uzun süreli ve verimli ilişkiler oluşturulur. Tedarikçi hizmet düzeyi anlaşmaları yapılarak bu anlaşmalara uygun hareket etmeleri sağlanır (Tanyaş Mehmet, 2017).

- Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme (Product Development and Commercialization): Mevcut ürünlerin yaşam eğrilerine dikkat ederek, rekabetçi yeni ürünlerin hızla, zamanında ve etkin bir şekilde geliştirilmesi ve müşterilere sunulması sürecidir (Tanyaş Mehmet, 2017).
- İadeYönetimi (Returns Management): İadelerin toplanması, test ve ayrıştırma işlemlerinin gerçekleştirilmesi, yeniden kullanım ve geri kazanım olanaklarının değerlendirilmesi ve atıkların imhası sürecidir (Tanyaş Mehmet, 2017).

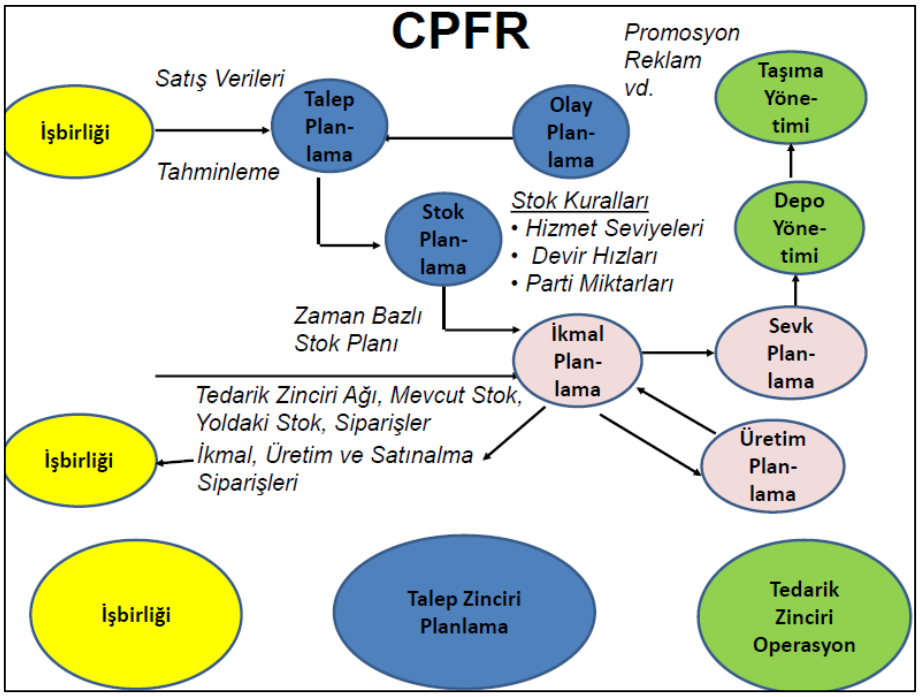
Yukarıdaki süreçleri ele aldığımızda, müşteri memnuniyetini merkeze koyan bir anlayış ile hazırlandığını görüyoruz. Ve bu süreçlerin firma tarafından, paydaşları dışarıda bırakarak organize etmesi durumunda istenilen hedefe ve müşteri memnuniyet düzeyine ulaşamayacağı ortadadır.

Ortaklaşa planlama, tahmin ve ikmal sisteminin entegrasyonu ile daha sıkı bir tedarik zinciri anlayışı ortaya konulur. Seyrek ve yapılandırılmamış iletişimden kaynaklanan planlama boşlukları ortadan kaldırılarak geleceğin ön görülmesindeki bilinmezlik faktörü azaltılır. Satıcı ve tedarikçinin birbirleri için taşımakta olduğu, stoksuz kalma, satış kaybı, yüksek stok, birden fazla yükleme gibi riskler en azlanır.



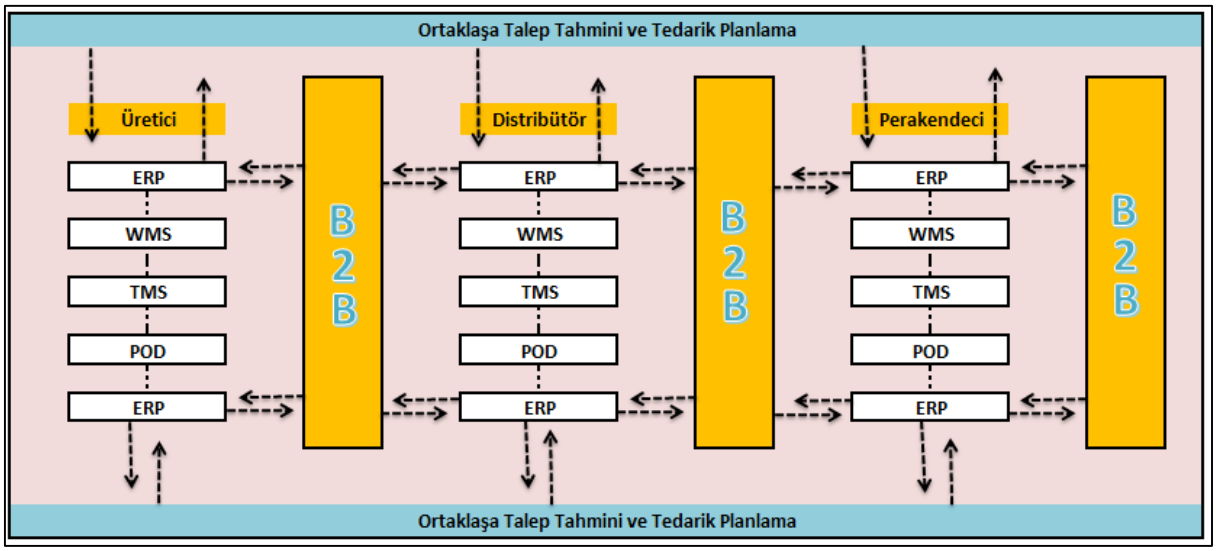
Şekil 2.10: Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) (Tanyaş Mehmet, 2017)

Ortaklaşa planlama, tahmin ve ikmal'de en önemli husus işbirliğidir. Düşük işbirliği seviyesi istenilen sonuçlara ulaşılmasına engel olacaktır. Aşağıdaki iş akış şematiğinde de görüleceği üzere talep planlama, stok seviyelerinin belirlenmesi, sipariş yönetimi, ikmal ve satınalma siparişlerinin tamamında işbirliği yatmaktadır.



Şekil 2.11: Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) İş Akış Şematiği (Tanyaş Mehmet, 2017)

İşbirliği seviyesi kadar önemli diğer bir husus ise sistem içerisinde aktarılan bilginin sağlığıdır. Hızlı, etkin ve en doğru verinin aktarımı için yine aşağıdaki şematikte görüleceği üzere CPFR'nin her aşamasında bilişim sistemlerinin kullanılması şarttır. Yine şematikte görüleceği üzere, üreticiden son perkandeciye ve perakendeciden üreticiye doğru oluşturan bilgi akışı, anlık olarak en doğru ve hızlı bilgi akışının sağlanabilesi için bilişim sistemlerinden faydalanmaktadır.

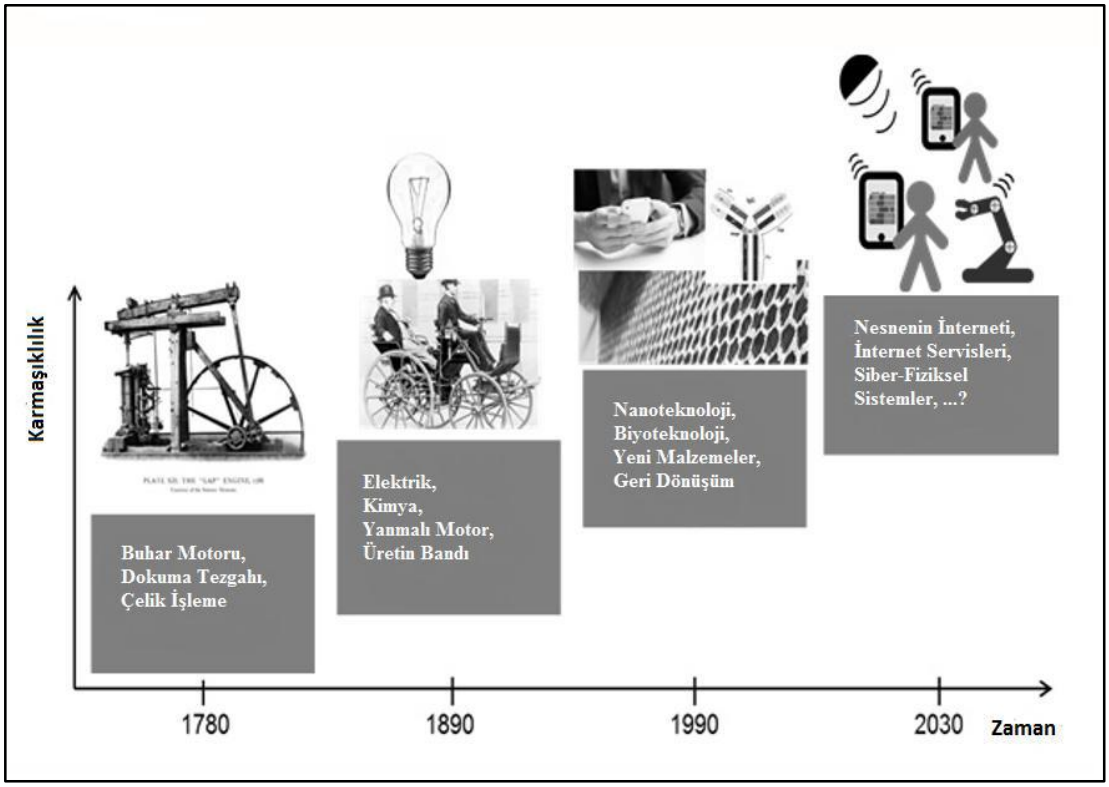


Şekil 2.12: Ortaklaşa Planlama, Tahmin ve İkmal (CPFR) İş Akış Şematiği (Tanyaş Mehmet, 2017)

3. DİJİTALLEŞME İLE YENİ OLUŞAN KAVRAMLAR

3.1. Endüstri 4.0

Tarihte gerçekleşen ilk sosyal devrim; yerleşik hayata geçilmesi ile birlikte tarım toplumuna geçilmesi olarak kabul edilmektedir. Tarım devrimini ise sanayi devrimleri takip etmektedir. Geçmişten günümüze gelinceye kadarki süreçte farklı üretim tekniklerinin ve teknolojilerin uygulandığı üç büyük endüstri devrimi yaşanmıştır (Bulut, 2017).



Şekil 3.1: Endüstri Devrimlerinin Kronolojisi (Dombrowsi ve Wagner, 2014).

Endüstri alanında ilk olarak 1750-1890 yılları arasında Avrupa'da başlayarak diğer bölgelere yayılan ve temel amacının üretimin hem artırılması hem de hızlandırılması olan Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0), Buhar Çağı olarak da isimlendirilmektedir. Buhar çağı olarak isimlendirilmesinin temel nedeni ise James Watt tarafından icat edilen buhar makinesinin Birinci Sanayi Devriminin başlangıcı olarak kabul edilmesidir. (Ayvaz ve ark., 2010).

İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0) 20. yüzyılın ilk yıllarında seri üretim teknolojisine geçiş şeklinde ortaya çıkmış ve elektrik enerjisinin endüstriyel alanda kullanılmasının önünü açmıştır. Seri üretim teknolojisine ilk örnek olarak 1913 yılında Ford tarafından kullanılan seri üretim bandı kabul edilmektedir. Kısa bir süre içerisinde üretim bandı kullanımı birçok sektörde yaygınlaşarak üretimin hızlanması, standartlaşması ve daha verimli hale gelmesi amaçlanmıştır (Akbulut, 2011).

Elektrik ve elektroniğin endüstriyel alanda kullanılması Üçüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 3.0) başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Üçüncü Sanayi Devrimi; üretim sistemlerinin analog sistemler yerine dijital sistemlere dönüştüğü, seri üretimde mekanik ve elektronik (mekatronik) sistemlerin birlikte kullanıldığı, dijital teknolojinin gelişimi ile birlikte programlanabilen cihazların ortaya çıktığı bir dönemdir (Çeliktaş ve ark., 2015).

Gerçekleşen ilk üç sanayi devrimi süreçlerinde, mekanizasyon, elektrik ve bilgi teknolojileri (IT) üretim sektörüne yön vermiştir (Almada-Lobo, 2016). İlk üç sanayi devriminin temel amacı üretimin daha verimli hale getirilmesi olarak kabul edilmektedir. Fakat günümüzde üretim yapan şirketlerin içerisinde bulundukları çevre ve toplumun ihtiyaçları ile teknoloji ve ekonomik alanda yaşanan değişimler nedeniyle geçmişe kıyasla daha fazla zorlukla karşılaşmaktadır. Bu durum dikkate alındığında sadece verimliliğin artırılması şirketlerin rekabeti sürdürebilmeleri açısından yetersiz kalmaktadır. Şirketler, bu zorlu rekabet ortamında başarılı olabilmek amacıyla; inovasyon, ARGE, üretim teknikleri ve müşterilerine ulaşım stratejileri gibi konularda yakın işbirliği ve hızlı adaptasyonu sağlayan internet tabanlı yapılara ihtiyaç duymaktadırlar. Bu konuda ortaya çıkan beklentiler, arayışlar ve çalışmalar her geçen gün artmaktadır (Bujak, 2018).

Soğuk savaşın sona ermesi, internet kullanımın yaygınlaşması ve e-ticaretin sunduğu kolaylıklar sayesinde ticari sınırlar ülke sınırlarının dışına çıkmıştır. 1990'lı yıllara kadar müşteriler sadece mevcut ürünleri satın alabilmekte iken 2000'li yıllardan sonra ise müşterilerin beklenti ve ihtiyaçlarının değişmeye başladığı görülmektedir. Bu durum şirketlerin üretim ve müşterilerine ulaşım stratejilerini değiştirmelerine sebep olmuştur. Belirtilen ihtiyaçların ve beklentilerin sağlanması için yapılan disiplinler arası çalışmalar sonucunda internet aracılığıyla nesnelerin etkileşiminin ve iletişiminin

gerçekleştirilmesi sayesinde Dördüncü Endüstri Devrimi (Endüstri 4.0) meydana gelmiştir (Lu, 2017).

3.1.1. Tanım

Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0; üretimle direkt yada dolaylı olarak ilişkili olan bütün birimlerin birbiri ile ortak çalışmasını planlanmakta, dijital verilerin yazılımın ve bilişim teknolojilerinin birbiri ile entegre olarak çalışmasını öngörmektedir (Schuh ve ark., 2014). Endüstri 4.0'ın temel hedefi akıllı ürünler, prosedürler ve süreçlerin oluşturulmasıdır. İlk olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda tanıtımı gerçekleştirilen Endüstri 4.0'ın ilk uygulamaları ise Nisan 2013'te hayata geçmiştir (Prause, 2015). Endüstri 4.0 tasarım alanında yenilikler oluşturmayı, yeni ürünleri pazara hızlı bir şekilde sunmayı ve bireysel müşterin isteklerini karşılayabilmek için girişimlerde bulunan akıllı üretim ve sanayi bileşenlerini bir araya getirerek kitlesel üretim yöntemini bireysel üretim yöntemini dönüştürmeyi hedeflemektedir (Pisching ve ark., 2015).

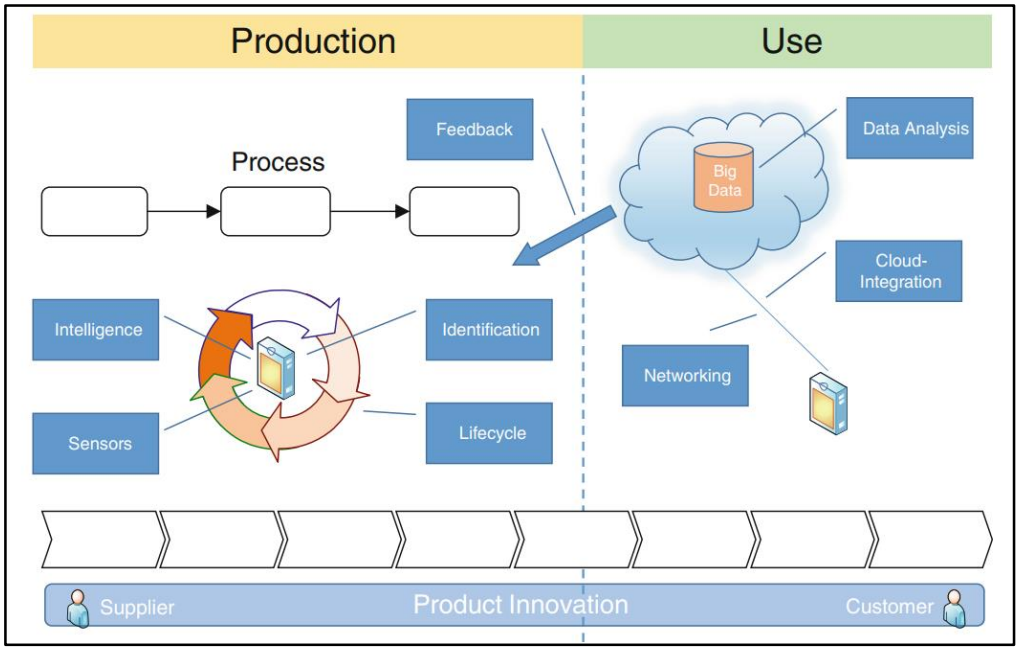
Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) pek çok üretim faaliyetinin kapsamlı ve detaylı dijital dönüşümünü içermektedir. Endüstri 4.0, maliyetlerin kontrol edilmesi, arıza sürelerinin kısaltılması ve arızaların önüne geçilmesi amacıyla sistem performansını gerçek zamanlı olarak izleyebilen, yeni nesil, akıllı, birbirleriyle etkileşim halinde ve birlikte çalışabilen üretim sistemlerini oluşturmak için üretim faaliyetlerini üst seviyelere taşımaktadır (Foresight, 2013; Giannetti ve Ransing 2016).

Endüstri 4.0 konusunda yapılan literatür taraması kapsamında bu konunun tanımlanması ve anlaşılması için en çok kullanılan terimler, aşağıda sunulmuştur

- SFS- Siber fiziksel sistemler (Cyber-Physical Systems) (Bagheri, Yang, Kao ve Lee, 2017;)
- Siber Güvenlik (Cyber Security) (Miller ve Dale, 2012; TÜSİAD, 2016)
- Nesnelerin İnterneti (Internet of Things) (Kagermann, Wahlster ve Helbig, 2013; Alçın, 2016)

- Akıllı Fabrika (Smart Factory) (Davis, Edgar, Porter, Bernaden ve Sarli, 2012,)
- Öğrenen/ Otonom Robotlar (Learning/ Autonomous Robots) (Modayil ve Kuipers, 2008; Schwab, 2016)
- Servislerin İnterneti (Internet of Services) (Buxmann, Hess ve Ruggaber, 2009; Atzori, Iera ve Morabito, 2010,)
- Akıllı Ürünler/Makineler (Smart Products/Machines) (Hermann, Pentek ve Otto, 2015)
- Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) (Bun, Gorski, Grajewski, Wichniarek ve Zawadzki, 2017)
- Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) (Köroğlu, 2012)
- M2M (Machine-to-Machine) (Hermann, Pentek ve Otto, 2015)
- Yapay Zeka (Artificial Intelligence) (www.wikipedia.org, 2016)
- Büyük Veri (Big Data) (Koseleva ve Ropaite, 2016,)
- Üç Boyutlu Yazıcılar (3D Printers) (Rifkin, 2015; Akben, 2017)
- Bulut teknolojileri (Cloud) (Mell ve Grance, 2011; Zhang, Luo, Tao ve Liu, 2012,)

Endüstri 4.0 yukarıda isimleri belirtilen bir takım teknolojiler aracılığıyla üretim sistemine ve günlük hayatımıza girmektedir.



Şekil 3.2: Endüstri 4.0 Basit Yapısı (Schmidt, 2013).

Bu teknolojilerden en önemlileri olanları bulut bilişim (cloud integration) ve büyük veri (big data) olarak ön plana çıkmaktadır (Forman ve Zahorjan, 1994, Schmidt ve Möhring, 2013). Bulut-bilişimin ve büyük verinin Endüstri 4.0 için önemi çok büyük hesaplama imkanlarından ziyade servislerin küresel düzeyde internet vasıtasıyla yapılmasındadır. Şekil 2'de görüldüğü üzere belirtilen servisler birbirlerine entegre edilerek kullanılabilmektedir. Servislerin kolay bir şekilde birbirlerine entegre edilebilmesi kullanım alanındaki tüm unsurların birbirleriyle işbirliği içerisinde çalışmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum bileşenler arasındaki işlemlerden daha çok aralarındaki ilişkiyi ön plana çıkarmaktadır. Bulut bilişim ayrıca yeni iş modellerinin ve süreçlerinin ortaya çıkmasına ve geliştirilmesine de imkân sağlamaktadır. Bulut bilişim sayesinde birbirleriyle etkileşim halinde olan bileşenlerin önleyici bakımını mümkün kılmakta ve üretim süreçlerinde optimizasyonun gerçekleştirilebilmesi için bilgi sağlamaktadır (Schmidt, 2013).

Akıllı makineler kavramı ise, makinelerin siber-fiziksel üretim sistemleri haline gelme sürecini belirtmektedir (Zamfirescu ve ark., 2014). Akıllı makineler, açık ağlar aracılığıyla, sahadaki diğer cihazlarla, üretim modülleri ve ürünlerle etkileşim kurabilen, yerel (local) olarak kontrol sağlayabilen zekaya sahip otomatik bileşenlerdir. Akıllı makinelerin üretim ağlarında kendiliğinden organize olabilmeleri sayesinde, üretim

hatları çok esnek ve modüler hale gelerek en küçük parti büyüklüklerinde bile ekonomik bir şekilde üretim yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra, siber-fiziksel sistem tabanlı modüler bir üretim hattı kolay entegrasyona veya ihtiyaç duyulan yeni imalat birimlerinin değiştirilmesine imkan tanımaktadır. Artırılmış (augmented) operatörler, modüler üretim sistemlerinin zorlu ortamlarda çalışan operatörlerin teknolojik desteğini hedeflemektedir. Endüstri 4.0'da çalışan operatörler, gittikçe zorlaşan çalışma ortamına azami ölçüde uyum sağlayabilen Endüstri 4.0'ın en esnek bileşenleri olarak kabul edilmektedir (Weyer ve ark., 2015).

Endüstri 4.0 içerisinde yer alan yeni üretim sistemleri, ağ bağlantıları sayesinde birlikte çalışabilen ve karmaşık akıllı fabrika ortamlarında insanlarla etkileşim kurabilen siber-fiziksel sistemler ile kurgulanacaktır. Bu sistemler, üretim süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmek ve artan karlılık ve enerji verimliliği ile kişiselleştirilmiş ürünlerin üretilmesini sağlamak için veri ve tahminsel analizi kapsamlı bir şekilde kullanacaktır (Schlaepfer, Koch, ve Merkhofer 2015). Yeni nesil üretim sistemleri, süreç verilerinden yeni bilgi oluşturma ve gerçek zamanlı karar verme ile mevcut olan sürekli iyileştirme yeteneklerini üst seviyelere çıkarması beklenmektedir (Giannetti ve Ransing 2016).

İnternetin ve bulut bilişimin kullanılmasından önce üretim süreçlerindeki veriler sistem içerisinde kalmakta ve bir süre sonra hafıza yetersizliği nedeniyle silinmekteydi (Ang, 1987). Günümüzde ise entegre ağlar ve sistemler sayesinde verinin toplanması ve depolanması çok daha kolay hale gelmiştir. Fakat çok büyük verilerin akışı ve depolanması ise günümüzde büyük verinin analiz edilmesini ve anlamlı sonuçların elde edilmesini önemli hale getirmiştir (Abbott, 2014).

3.1.2. Vizyon

Endüstri 4.0' ın gerçekleşmesi için nesnelerin, sensörlerin ve sistemi hareket ettiren bileşenlerin sürekli iletişim halinde olması ve gerçek zamanlı veri alışverişinde bulunması gerekmektedir (Lasi ve ark., 2014). Bu görevler Siber Fiziksel Sistem (Cyber-Physical Systems-CPS) ve nesnelerin interneti (Internet of Things-IoT) ile gerçekleştirilmektedir. (Pisching ve ark., 2015). Endüstri 4.0'ın siber-fiziksel sistemlerinin, büyük miktarda işlem verilerini üretmeleri ve bu verilerin, bilginin ve aklın

üretim endüstrisinde kullanılması sayesinde bir devrime yol açacağı beklenmektedir (Giannetti ve Ransing 2016).



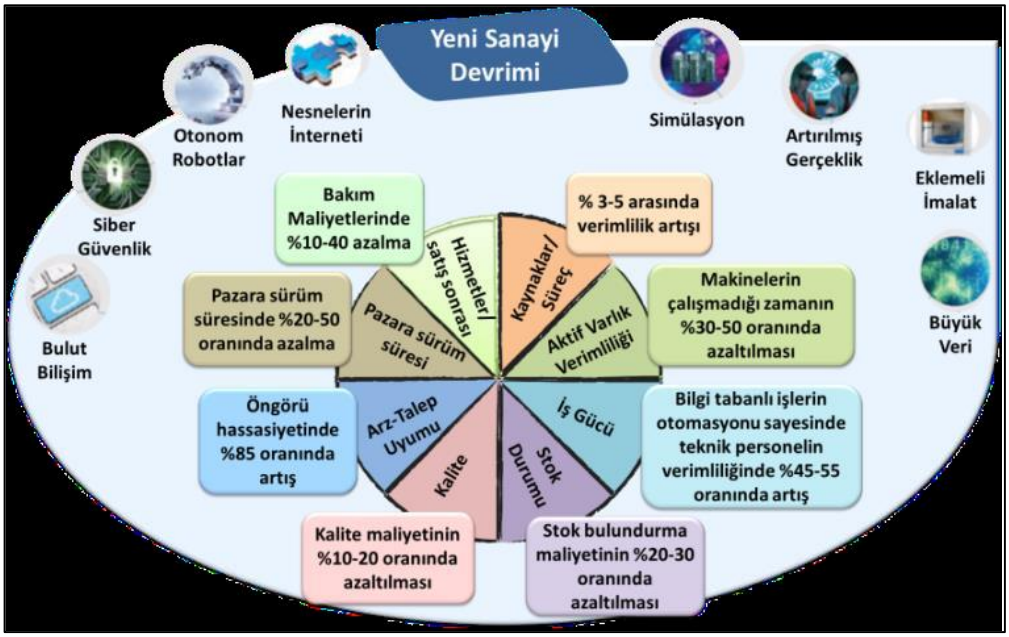
Şekil 3.3: Endüstri 4.0 ile Yeni Bir Çağ Başlıyor (www.iot.gen.tr, 2019).

Endüstri 4.0'ın gelecek beklentilerinin başında; bilişim sektörü ile endüstri sektörünün birlikte kullanılması sonucu ortaya çıkacak projelerin yönetilmesi gelmektedir. Olumlu yönde diğer bir beklentiler ise süreçlerin anlık olarak izlenebilir olması, şeffaf bir üretim ortamının olması ve raporların her an ulaşılabilir olmasıdır

Temel amaçlar ise; düşük maliyet, yüksek hızlı çalışma temposu, daha az enerji sarfiyatı, daha küçük alan kullanımı, verimin artırılması ve ortaya çıkacak ürünlerin daha kaliteli hale gelmesi şeklinde özetlenebilir. İnsan faktöründen bağımsız bir şekilde, kendi aralarında etkileşim içerisinde bulunan makineler ile donatılan akıllı fabrikalar Endüstri 4.0'ın gelecek beklentileri içerisinde en önemli role sahip unsurların başında gelmektedir. (http://www.prowmes.com, 2019)

Endüstri 4.0'ın ortaya çıkarması öngörülen genel beklentilerin yanı sıra firmalar, şirketler ve kurumlar bazında da bazı beklentiler bulunmaktadır. Bu beklentilerin neler olabileceği ve ne oranda bir etki yaratacağı konusunda Mckinsey tarafından 2015 yılında hazırlanan *"Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector"*

konulu rapor kullanılarak firma, şirket ve kurum beklentilerinin neler olabileceği Şekil 4'de sunulmuş ve maddeler halinde aşağıda özetlenmiştir (McKinsey, 2015).



Şekil 3.4: Endüstri 4.0'ın Firmalara Sağlayacağı Kazanç Beklentileri (McKinsey, 2015).

- Üretimde esnekliğin arttırılması,
- % 3-5 oranında verimliliğin arttırılması,
- Düşük Hata oranı ile üretimin devamlılığının sağlaması,
- İnsan gücü kullanımının en aza indirilerek, otomasyon sistemlerinin kullanılması sayesinde makinelerin çalışmadığı zamanların % 30-50 azaltılması,
- Yeni iş modellerinin ve hizmet alanlarının geliştirilmesi,
- Stok bulundurma maliyetlerinin % 20-30 oranında azaltılması
- Üretim ve Kalite maliyetlerinin % 10-20 oranında azaltılması
- Çevreye duyarlı ve kaynak kullanımında tasarruflu üretimin sağlanması,
- Öngörü hassasiyetinin % 85 oranında artması,

- Pazar sürüm sürelerinin % 20-50 oranında azaltılması,

- Sistem izleme, bakım ve arıza tespitinin kolaylaştırılması ile maliyetlerin % 10-40 oranında azaltılması,

Endüstri 4.0'a geçiş yapılabilmesi için büyük yatırımlar, radikal değişiklikler ve teknolojik altyapı oluşturulması gerekmektedir. Endüstriyel süreçlerin gelişimini tamamlaması ve akıllı fabrikaların kurulması için ihtiyaç duyulan yatırımların hayata geçirilmesi ile birlikte, önemli bir atılımın gerçekleşmesi beklenmektedir (TÜBİTAK, 2016).

Endüstri 4.0 sayesinde endüstriyel kazançlarda ilk dönemlerde yıllık % 2-3 oranlarında artışlar yaşanacağı öngörülmektedir. Endüstri 4.0'ın temellerinin atıldığı ülke olan Almanya özelinde değerlendirildiğinde yıllık ortalama 30 milyar Avro, Avrupa geneli değerlendirildiğinde ise 100 milyar Avro ciro artışının yaşanması beklenmektedir. Sonuç olarak; Endüstri 4.0'a yapılan yatırımlar, karşılığını kısa sürede yatırımcılara geri vereceğini vaat etmektedir (http://www.prowmes.com, 2019).

3.1.3. Örnek Uygulamalar

3.1.3.1. Sağlık Sektörü

Sağlık sektörünün Endüstri 4.0'a uyum sağlaması gerek insanların sağlığı, gerekse de sektördeki maliyetlerin çok yüksek miktarda olması açısından ülkemiz adına önemli bir gelişme olacaktır. Erken teşhis ve tedavi hastaların hayatının kurtarılması için çok büyük öneme sahiptir (Güneş ve Sayar, 2015). Endüstri 4.0'ın sağlık sektöründe kullanılması ve yaygınlaşması sayesinde, hızlı bir şekilde doğru teşhis, uygun tedavi ve müdahale imkanları gelişmesi beklenmektedir. Kişiye özel sağlık veri tabanı uygulaması ve sistemde gömülü algoritmaların kullanımı ile çeşitli hastalıklara yakalanma ihtimali önceden öngörülerek; bireylerde hastalık belirtileri ortaya çıkmadan müdahale edilecek ve ihtiyaç duyulan tedbirler uygulanabilecektir. Yapay zekâ ve algoritmalar kullanılarak sağlık personelinin yönlendirilmesi sayesinde, doğru teşhis ve tedavilerin uygulanması sağlanacaktır. Bu şekilde yanlış veya eksik tanı-teşhis-tedavi süreçlerinin önüne geçilebilecektir. İlaç kullanım düzeni ve miktarı her hastaya özel, kişisel ihtiyaçların tamamı göz önünde bulundurularak en uygun biçimde düzenlenecektir. Bu şekilde hem

yanlış veya aşırı dozda ilaç kullanımının önüne geçilecek; hem de gereksiz ilaç kullanımının önlenmesi sayesinde ilaç ithalatına yapılan harcamalar azaltılabilecektir. Giyilebilir teknolojilerin ve akıllı cihazların yaygınlaşması sonucunda; insanların sağlık durumları sağlık personelince anlık olarak takip ve kontrol edilerek; belirli bir risk seviyesine ulaşmadan önce uzaktan ve erken müdahale imkânı oluşacaktır. İnsanların yaşam süreleri ve kaliteleri artacak, sağlık giderleri ise azalacaktır (Sayar ve Yüksel, 2018).

3.1.3.2 Enerji Sektörü

Kanada'nın önde gelen hidroelektrik enerji sektörü üreticilerinden ve önemli bir iletim/aktarım altyapısı sahip işletmecisi, 2011 yılından itibaren başladığı akıllı sayaç dönüşümü projesi kapsamında 2 milyonun üzerinde sayaç satışı ve montajını ağ üzerinden gerçekleştirmiştir. Proje kapsamında yapılan veri analitiği hesaplanmalarında, yaklaşık 678 milyon verinin, 6 aylık analizleri ve depolamalarının takibi yapılmıştır. Endüstri 4.0 sayesinde oluşturulan veri altyapısının kullanımı ile üretim miktarları, arızalı hatlar ve hatların yoğunlukları uzaktan takip edilebilmekte, hatta elde edilen veriler kullanılarak bakım ihtiyaçları önceden öngörülebilmektedir (http://www.prowmes.com, 2019).

Enerji sektöründe Endüstri 4.0 kullanımı bakımından önemli fırsatlar bulunduran diğer bir alan ise rüzgar enerjisi teknolojisidir. Üretimi tamamlanmış ve kullanımda olan her bir rüzgâr türbini üzerinde rulman hızlarını ve titreşimleri, kanat uçlarının hızını ve rotor açısını, kanatların gerilim değerlerini ölçen ve bu değerleri kullanarak tepkilerini belirleyen 1000 civarında sensör bulunmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin birbiri ile etkileşiminin ve optimizasyonunun sağlanması oldukça zor ve masraflıdır. Çin'in önde gelen rüzgâr türbini üreticisinin, dijital teknoloji firmasıyla gerçekleştirdiği anlaşma sonrasında 20000 civarında rüzgâr türbinini kapsamına alan veri analitiği projesi ile enerji üretiminde artış gözlenmiş ve %20 civarında kar artışı sağlanmıştır (http://www.prowmes.com, 2019).

3.1.3.3 Ulaştırma Sektörü

Endüstri 4.0'ın kullanım alanlarından bir diğeri ise Ulaştırma sektörüdür. Endüstri 4.0'ın kullanılması ile birlikte yakıt sarfiyatından tasarruf edilebilecektir. Yol durum bilgilerinin araçlara gerçek zamanlı ulaştırılması ile araçların dur-kalk yapmaları ve trafikte geçirdikleri sürelerin azaltılması sağlanarak yakıt sarfiyatı azaltılabilecektir. Trafik yoğunluğu ve geçiş üstünlüğüne sahip araçlar (ambulans, polis araçları, itfaiye, makam araçları) dikkate alınarak kullanılacak sensörler aracılığıyla kavşaklarda araçları en az süre bekletecek biçimde yönlendirmeler yapay zekâ sayesinde otomatik olarak gerçekleştirilebilecek. Yol durumu, takip mesafesi, hava ve görüş şartları, araçların özellikleri ve aynı güzergâhı kullanan araçların birbirleriyle paylaştığı verilerin algoritmalar ve yapay zekâ sayesinde analiz edilmesi sayesinde araçların anlık maksimum hızları belirlenip; araçların hız seviyeleri ve yönlendirilmeleri otomatik olarak sistem tarafından yapılabilecektir. (Sayar ve Yüksel, 2018).

3.2. IOT (Internet of Things) Nesnelerin İnterneti



Şekil 3.5: Nesnelerin İnterneti (www.maintenancenews.org, 2019).

IoT (Internet of Things) Nesnelerin interneti, nesnelerin teknolojik imkanlar ve belirli sensörler sayesinde birbirleriyle internet aracılığıyla iletişim halinde olmaları anlamına gelmektedir. Farklı bir ifadeyle, nesnelerin interneti nesnelerin birbiriyle bağlanarak, veri üretimi ve paylaşımı yapmaları olarak tanımlanabilir. Nesnelerin interneti, gelecek yıllardaki teknolojik atılımların en önemlileri arasında olduğu kabul edilmektedir. Bu durum hem araştırmacıların hem de teknoloji firmalarının dikkatini çekmektedir. Birbirleriyle iletişim halinde olan milyonlarca akıllı nesneden meydana gelen nesnelerin interneti, aynı zamanda internetin geleceği olarak da görülmektedir. Nesnelerin internetinin amaçladığı yaşam tarzımızı etkileyecek temel değişiklik, günlük hayatımızdaki her bir cihazın (ses, görüntü algılayıcıları, duman detektörleri, ev aletleri, iklimlendirme sistemleri, vb) internet aracılığıyla ulaşılabilir (çevrimiçi) olmasıdır. Bunun sağlanması için cihazlar arasındaki ağların da birbirleri ile uyumlu olması gerekmektedir (Doyduk ve Tiftik, 2017).

IoT (Internet of Things) Nesnelerin interneti olarak isimlendirilen ve hayatımıza son yıllarda giren bu teknolojik kavram akıllı cihazların, birbirlerini algılayarak iletişime geçebilen nesnelerin internet aracılığıyla akıllı bağlantı kurması şeklinde

tanımlanmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde, kablosuz teknoloji kullanabilen çok sayıda algılayıcı (sensör) cihazlar kullanılarak yaşadığımız çevredeki (evler, okullar, işyerleri, fabrikalar ve şehirler gibi) hemen hemen bütün olayların izlenmesi ve bilgi toplanması mümkündür. (Ercan ve Kutay, 2016)

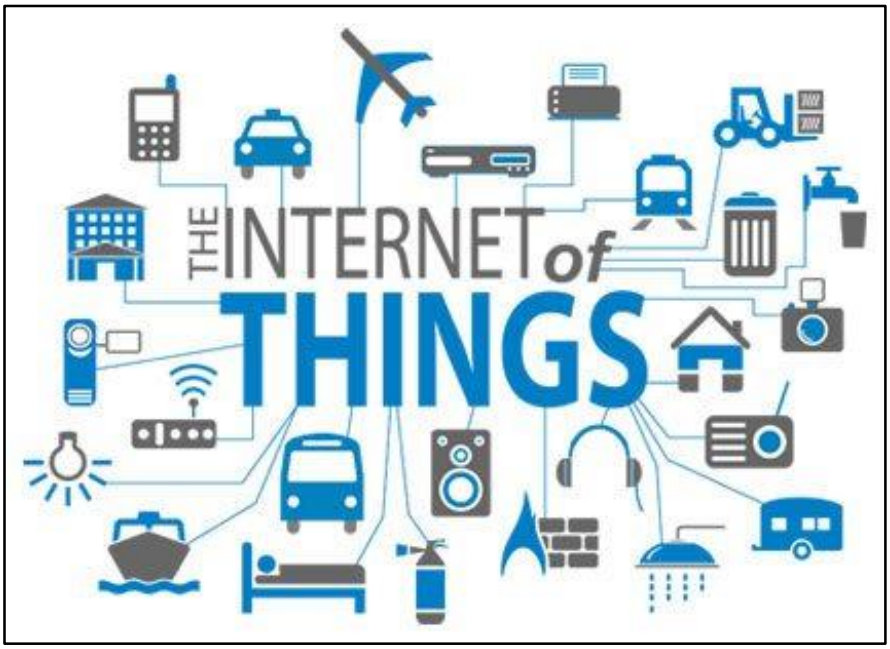
3.2.1. Tanım

Nesnelerin internetinin ilk uygulaması ve en yaygın olarak bilinen örneği, 1991 yılında Cambridge Üniversitesindeki bir laboratuvarda çalışan yaklaşık 15 mühendisin ortak olarak kullandıkları kahve makinesini izleyebilmek ve makinede kahve olup olmadığını görebilmek için kurulan kameralı sistemdir. Kahve makinesinin görüntüsü 20 saniye aralıklarla bilgisayar ekranına gönderiliyor ve mühendisler bu durumu bilgisayarlarından kontrol edebiliyorlardı. İnternet bağlantısı olmamasına rağmen çevrimiçi olarak gerçek zamanlı iletişim özellikleri sayesinde nesnelerin interneti teknolojisinin ilk uygulaması olarak kabul edilmektedir. Bu durumum ilgi çekmesi nedeniyle web tarayıcılarının ve internetin yayılması sonrasında, görüntü internete yüklenerek, 10 yıl süresince sembolik olarak internet üzerinden kahve makinası görüntüsü yayımlanmıştır (Doyduk ve Tiftik, 2017).

IoT (Internet of Things) kavramı ilk olarak 1999'da Massachusetts Institute of Technology (MIT) Auto-ID Center'ın kurucuları arasında bulunan Kevin Ashton tarafından gerçekleştirilen bir sunumda başlık olarak kullanılarak literatüre kazandırılmıştır (Ashton, 2009). International Telecommunication Union (ITU) tarafından 2005 yılında yayınlanan "The internet of things. ITU Internet Reports" raporu ile birlikte "IoT (Internet of Things)" kavramı kamuoyuna duyurulmuştur (ITU, 2005).

IoT (Internet of Things) kavramı gün geçtikçe yaygınlaşmasına rağmen bu kavramın tam olarak neleri içerdiği konusunda henüz ortak veya kapsamlı bir tanım bulunmamaktadır (Wortmann ve Flücher, 2015). Modern kablosuz iletişim teknolojilerinin gelişimi ile birlikte ortaya çıkan nesnelerin birbiriyle iletişimine imkan sağlayan yapılara Internet of Things (IoT) veya Nesnelerin İnterneti adı verilmektedir (Atzori vd., 2010). Nesnelerin interneti sayesinde pek çok ekonomik fırsatların ortaya çıkması beklenmektedir. Ayrıca Nesnelerin İnterneti yıkıcı potansiyele sahip gelecekte

en umut verici teknolojilerden birisi olarak kabul edilmektedir (Hofmann ve Rüsch, 2017).



Şekil 3.6: Nesnelerin İnterneti (https://medium.com, 2019).

Nesnelerin interneti, bilgi işlem ve iletişim teknolojisini evde ve işyerimizde kullandığımız birçok "şey"e entegre etmekle başlayan bir hareketi yakalayan soyut bir fikirdir. Radyo frekansı tanımlama (RFID) cihazları gibi düşük maliyetli sensör teknolojileri ile "nesneleri" etiketleme ve izleme fikri ile başlamıştır. Bunun yanı sıra, bu düşünce (akım), piyasanın düşük maliyetli bilgi işlem ve internet tabanlı iletişim teknolojilerine sahip bulunan ve gündelik hayatımızın artık bir parçası haline gelen akıllı telefonların yaygınlaşması ile birlikte değişmiştir.

Düşük maliyetli bilgi işlem ve geniş bant ağının yaygınlaşması Nesnelerin internetinin gelişmesine imkan tanımıştır. Endüstriyel Nesnelerin interneti örneklerine bakıldığında sensörler, robotlar, freze makineleri, insülin ve infüzyon pompaları üç boyutlu (3D) yazıcılar ve montaj hattı bileşenleri, sağlık cihazları, kimyasal karıştırma tankları, motorlar, hatta uçaklar, gemiler, trenler ve otomobiller gibi geniş bir ölçekteki cihazları kapsadığı görülmektedir (Thames and Schaefer, 2016).

Nesnelerin interneti kullanım alanları aşağıda özetlenmiştir.

Tablo 3.1: Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları (Fuqaha ve ark., 2015).

Bina ve Akıllı Ev Uygulamaları
• Güvenlik • Enerjinin Verimli Kullanımı • Kapıların, Isının ve Işığın Kontrolü
Akıllı Şehir Uygulamaları
• Trafiğin Kontrolü • Akıllık Paraklar • Güvenlik • Su ve Hava Kirlilik Ölçümleri • Enerjinin Verimli Kullanımı (Duyarlı Aydınlatma)
Askeri Uygulamalar
• Saldırı Önleme • Sınır Gözetlemesi • Lojistik Takip • Hedef Tespit
Otomotiv ve Ulaşım
• Yolcuların Güvenliği • Rota Planlama • Ulaşım Yönetimi • Yakıt Sistemi Kontrolü • Çarpışma Engelleme
Sağlık Hizmetleri
• Hastaların Uzaktan Takibi • Hastane Envanter Kontrolü • İlaçların Takibi
Tarım Uygulamaları
• Ürün Geişimi Takip Edilmesi • Hayvanarın Kontrol ve Takibi

3.2.2. Vizyon

Vision Mobile araştırma şirketi tarafından 2015 yılında yapılan araştırmaların sonuçlarına göre Nesnelerin İnterneti teknolojisi gelecek beklentisi açısından umut vadeden ve en fazla yatırım yapılan mobil uygulamalar, masaüstü ve bulut uygulamalarının ardından dördüncü sırada yer almaktadır (Vision Mobile, 2015).

Nesnelerin İnterneti kullanım ihtiyacına göre, farklı özelliklerde birçok cihaz ağlar aracılığıyla bağlanmakta ve etkileşime geçebilmektedir. Etkileşim döngüsü içerisinde hem insanlar hem de nesneler (cihazlar, makineler, vb.) olabilmektedir (Lee, Crespi, Choi ve Boussard, 2013). Aşağıda kısaca açıklanan üç değişik etkileşim metodu Nesnelerin İnterneti kavramının gelecek beklentilerini açıklamak için kullanılabilmektedir (Lee ve Crespi, 2010).

Nesne - Nesne Etkileşimi: Nesnelerin bilgiye (özellikle sensör aracılığıyla) ulaşmasında diğer nesneler veya cihazlar ile etkileşim kurmasını kapsar. Nesneler hem fiziksel cihazlar ve ürünler olabilir hem de mantıksal algoritmalara sahip cihazlar olabilir.

İnsan – Nesne Etkileşimi: İnsanların cihazları kullanarak özel bir bilgiye (IPTV içeriği, dosya transferleri gibi) ulaşmak amacıyla etkileşim kurmasını ifade eder. Nesnelere uzaktan erişim sağlanarak insanlar tarafından müdahale edilmesini de içerir.

İnsan – İnsan Etkileşimi: İnsanların bir nesneler veya cihazlar aracılığıyla etkileşim içerisinde olması şeklinde tanımlanabilir.

Dünya Ekonomik Forumu (WEF), tarafından organize edilen ve 800 üst düzey yöneticinin katılımıyla gerçekleştirilen, geleceğe yönelik bir araştırmada Nesnelerin İnterneti kapsamında gündelik hayatımızı etkileyebilecek teknolojilerin neler olabileceği, ne zaman yaygın bir şekilde kullanılabileceği ve bu yeniliklerin etkilerinin neler olabileceği soruldu. Araştırma "Derin Değişim-Teknolojinin Dönüm Noktaları ve Sosyal Etkisi" başlığı altında hazırlanan rapor Dünya Ekonomik Forumu tarafından Eylül 2015'te yayınlandı (WEF, 2015). Raporda öne çıkan örnek uygulamalar ve gündelik hayatımızda yaygınlaşacağı muhtemel tarihler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

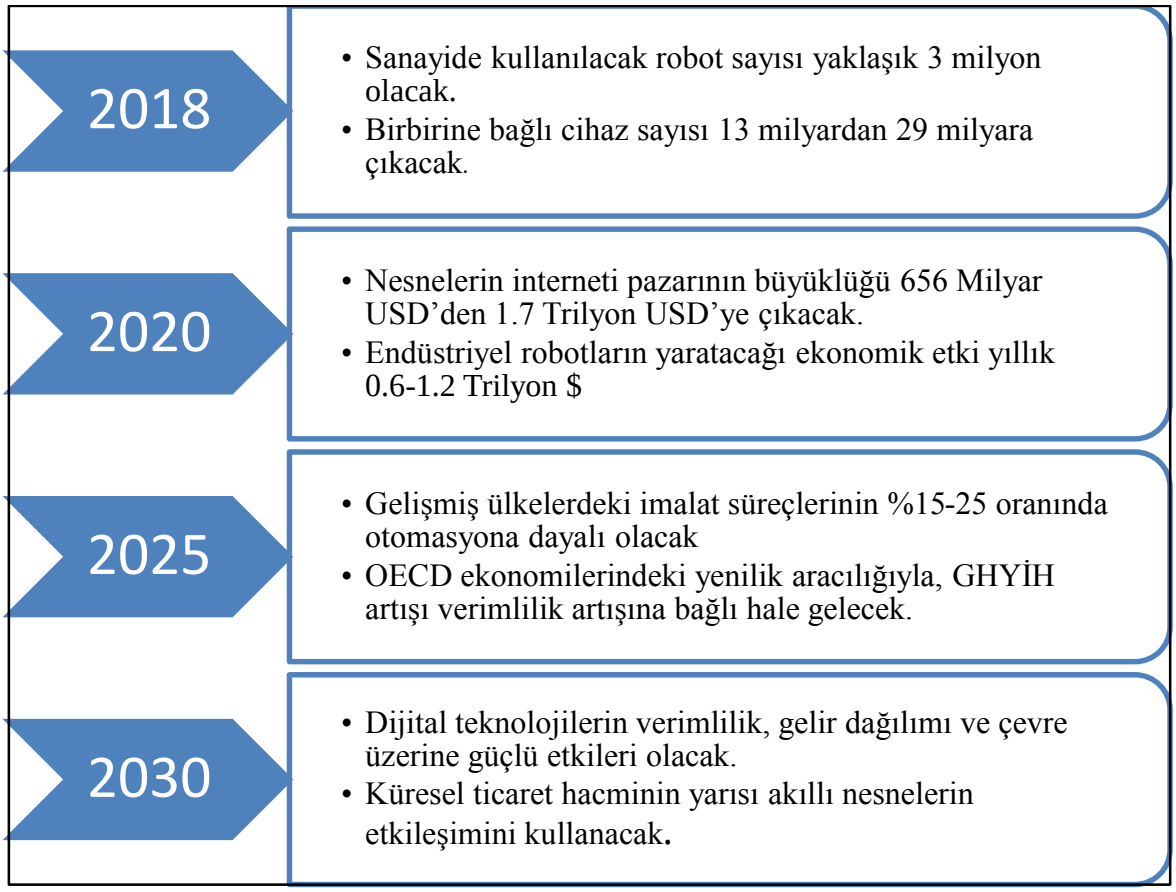
- İnsan bedenine yerleştirilebilen teknolojiler (2023)
- Google Glass benzeri görüş teknolojilerinin barayüz olarak kullanımı (2022)
- Giyilebilir İnternet teknolojileri (2022)
- Akıllı telefon büyüklüğündeki süper bilgisayarlar (2023)
- Bilişim teknolojisinin gelişimi sayesinde dünya nüfusunun % 90'nı düzenli olarak internet kullanması (2024)
- Sınırsız ve bedava (reklam içerikli) depolama alanlarının oluşturulması (2020)
- Nesnelerin internete bağlanması; 1 trilyondan daha fazla nesnenin (sensörün) internete bağlı şekilde kullanılması (2022)
- Evlerde bulunan aletlerin % 50'den fazlasının internete bağlı olarak kullanılması (2024)
- Akıllı kentlerin oluşturulması; 50.000 kişiden fazla insanın yaşadığı ve trafik lambaları bulunmayan kent konseptlerinin oluşturulması (2026)
- Karar alınırken büyük verinin (Big Data) kullanılması; devletler ve şirketler tarafından alınan kararlarda büyük verinin kullanılması (2023)
- Sürücüsüz Araçlar; Amerika'da yolcu taşıma ve lojistik sektöründe araçların %10'nunun sürücüsüz olması (2026)
- Yapay zekâ aracılığıyla karar alma; şirketlerin yönetim kurulunda yapay zekâ kullanan makinaların üye olarak görev yapması (2026)
- Beyaz yakalıların yaptığı işlerin % 30'unda yapay zekanın kullanılması (2025)
- Robotik Hizmetlerin endüstrinin hemen hemen her alanında yaygın şekilde kullanılması, robotik eczacıların Amerika'da işe başlaması (2021)

- Blok Zinciri ve Bitcoin; küresel Gayrı Safi Yurtiçi Hasıla'nın % 10 nun blok zinciri teknolojisi aracılığıyla tutulması (2027)

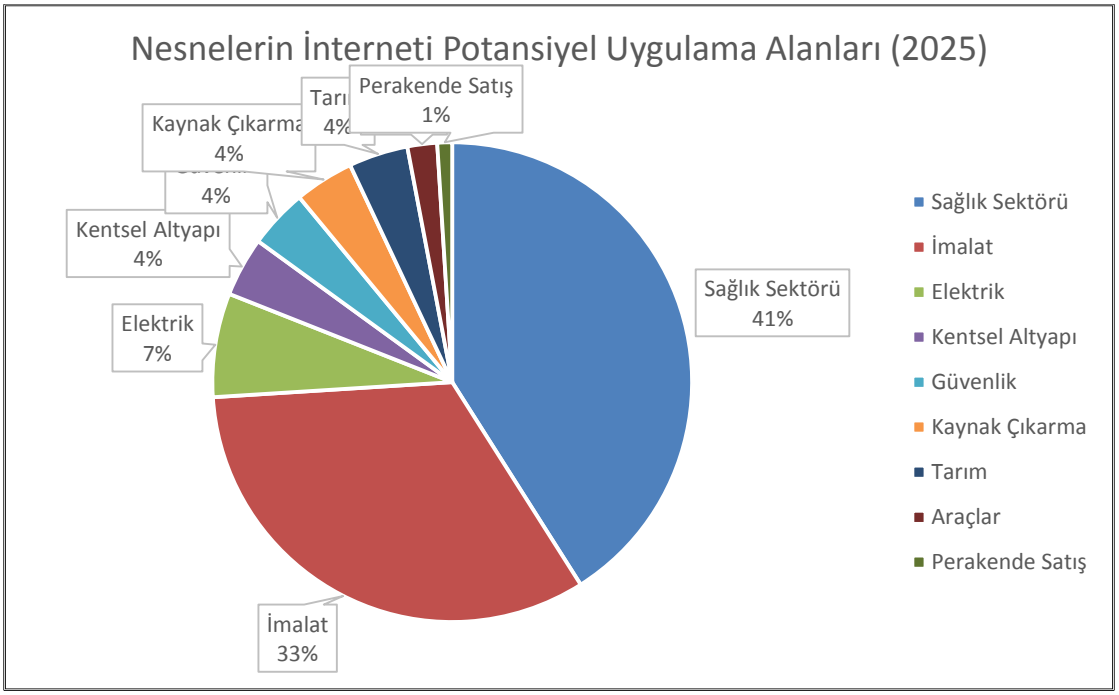
- Paylaşım Ekonomisi; dünyada gerçekleşen seyahatlerin şahsi araçlar ile yapılanların, otomobil paylaşımı şeklinde yapılanların gerisinde kalması (2025)

- Üç Boyutlu Yazıcılar aracılığıyla ilk otomobilin üretilmesi (2022), ilk organ naklinin yapılması (2024), tüketim ürünlerinin en az % 5'nin üretilmesi (2025)

TÜBİTAK tarafından 2017 yılında hazırlanan "Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası" raporuna göre, Nesnelerin İnterneti teknolojisinin gelecek beklentileri Şekil 7'de özet olarak sunulmuştur (TÜBİTAK, 2017).



Şekil 3.7: Nesnelerin İnterneti Gelecek Beklentileri (TÜBİTAK, 2017).

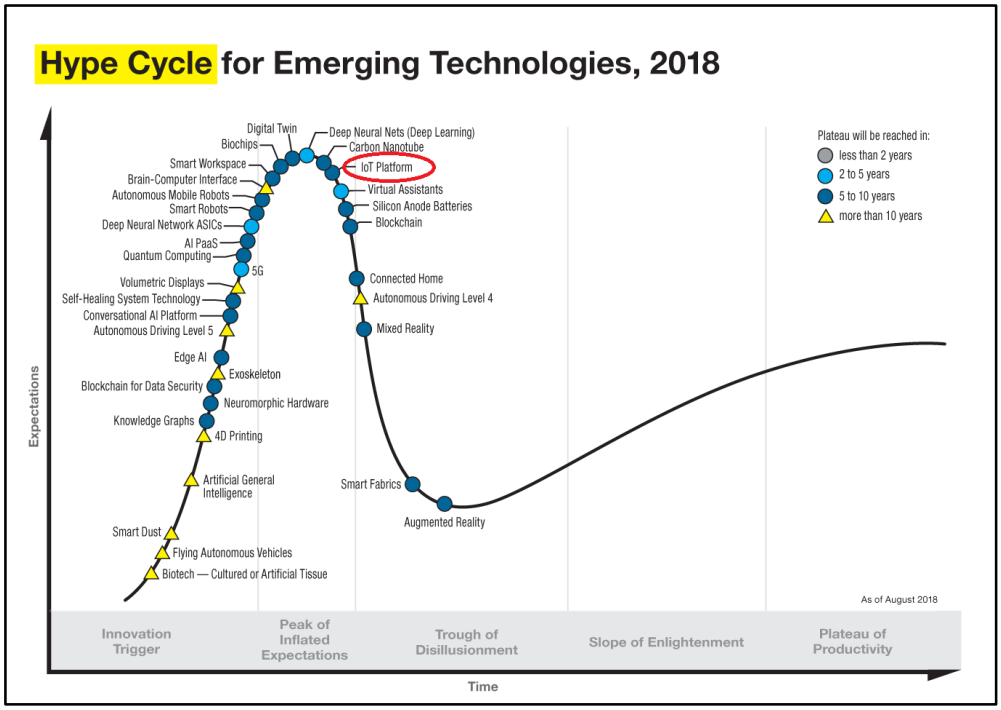


Şekil 3.8: Nesnelerin İnterneti Potansiyel Uygulama Alanları (2025) (Fuqaha ve ark., 2015)

Nesnelerin İnterneti tabanlı hizmetlerin ekonomik olarak büyümesi de işletmeler için büyük önem taşımaktadır. Sağlık ve üretim uygulamalarının gelecekte en büyük ekonomik etkiyi oluşturması öngörülmektedir.

Sağlık hizmetleri uygulamaları ve mobil sağlık (M-Sağlık) ve tıbbi sağlık, erken teşhis, hastalara tanı konulması, tedavi ve hastaların takip ve izleme hizmetlerinin elektronik ortam yoluyla verimli bir şekilde sunulmasını sağlayan "Telecare" gibi Nesnelerin İnterneti tabanlı hizmetlerin, 2025 yılına kadar küresel ekonomide her yıl yaklaşık 1.1–2.5 trilyon dolar arasında bir kazanç sağlaması beklenmektedir.

Nesnelerin İnterneti'nin sunacağı hizmetler sayesinde toplam yıllık ekonomik etkinin 2025 yılına kadar 2.7-6.2 trilyon dolar arasında olması tahmin edilmektedir. Şekil 8'de, öne çıkan Nesnelerin İnterneti uygulamalarının öngörülen pazar payları göstermektedir (Fuqaha ve ark., 2015).



Şekil 3.9: Nesnelerin İnternetinin Gelişmekte Olan Teknolojiler Arasındaki Konumu (Gartner, 2018)

Gartner danışmanlık kurumunun geliştirdiği, Hype Cycle metodu yeni ortaya çıkan teknolojilerin gelişimini takip etmekte ve gelecek öngörüsünü ortaya koymakta kullanılan önemli araçlardan bir tanesidir. İlk olarak 2016 yılında "Gelişen Teknolojiler için Tırmanma Döngüsü (Hype Cycle for Emerging Technologies)" grafiği aracılığıyla incelenen Nesnelerin İnterneti teknolojisinin, "inovasyonu tetikleyici (innovation trigger)" bölgede olduğu tespit edilmiştir. Gartner tarafından 2018 yılında yayınlanan ve Şekil 9'da gösterilen güncel gelecek beklentisi raporuna göre ise Nesnelerin İnternetinin gelişmekte olan teknolojiler arasındaki konumu, "beklentilerin zirvesinde (peak of inflated expectation)" bölgesinde olduğu görülmektedir. Ayrıca yayımlanan güncel rapora göre, Nesnelerin İnterneti teknolojisinin 5-10 yıllık bir süreç içerisinde olgunlaşacağı ve yaygın bir şekilde kullanılacağı öngörülmektedir (Gartner, 2018).

3.3. Blok Zinciri (Blockchain)

Ortaya çıkan her yeni teknolojinin temelinde ihtiyaçlar bulunmaktadır. Satoshi Nakomoto'nun Blok Zinciri ve P2P (peer-to-peer) para transferleri düşüncelerini anlattığı makalesi de 2008 küresel krizi sürecinde, başta Amerika olmak üzere gelişmiş ülkelerin yaşadığı mortgage krizi nedeniyle finansal sistemin çökmesinden kısa bir süre sonra yazılmıştır. (Aksoy, 2018)

Çağımızdaki teknolojik gelişmelerin de katkısıyla küreselleşmenin gün geçtikçe arttığı, sınırların ortadan kalktığı ve hayatın her alanında insanların birbirleriyle iletişiminin en fazla yaşandığı, dijital etkileşim çağı içerisinde bulunuyoruz. Blok Zinciri teknolojisi de günümüzün ihtiyaçları ve şartları doğrultusunda ortaya çıkmış önemli teknolojilerin başında gelmektedir. (Yamak, 2018)

Blok Zinciri her sektörün kullanabileceği, farklı bir bakış açısıyla oluşturulmuş yeni bir teknolojidir. Blok Zinciri teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması için sektör yetkililerinin bu teknolojiyi kabul etmesi en temel konuların başında gelmektedir. Blok Zincirinin bilinirliği artıkça daha çok kurum ve kişi tarafından kullanılacak, çok daha fazla sektörde karşımıza çıkacaktır. (Elbeyoğlu, 2018)

3.3.1. Tanım

Gelecek yıllarda özellikle finans dünyasında olacak şekilde pek çok alanda önemli yenilikler ve dönüşümler meydana getirmesi beklenen blok zinciri teknolojisi tartışmaları, 1 Kasım 2008 yılında Satoshi Nakamoto ismi ile yayımlanan Bitcoin makalesi sonrasında ortaya çıkmıştır. Nakamoto'nun meşhur e-postasından alınan şu ifade Blok Zinciri teknolojisini özet olarak anlatmaktadır. *"I've been working on a new electronic cash system that's full peer to peer, with no trusted third party".*[1] (Nakamoto, 2008). Satoshi Nakamoto, 2008 yılı sonlarında yayımladığı makalesinin ardından 2009 yılında ilk Bitcoin yazılımını gerçekleştirerek Bitcoin sisteminin temelini oluşturmuştur. Nakamoto, Bitcoin sisteminin temelini oluşturduktan sonra yaklaşık 1 yıl kadar Bitcoin

[1] Güvenilir üçüncü bir tarafa ihtiyaç olmadan, tamamen eşler arasında gerçekleşen yeni bir elektronik para sistemi üzerinde çalışıyorum.

ekosisteminin gelişimini desteklemiş ve sonrasında Bitcoin projesinden desteğini çekerek gizemli bir şekilde ortadan kaybolmuştur (Wikipedia, 2019).

Makalenin içerisinde Blockchain ifadesi geçmemesine ve makalenin yayımlandığı dönemde Blockchain ifadesinin kullanılmamasına rağmen, daha sonraları Blockchain ismi ile yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Blockchain ifadesi dilimize "Blok Zinciri" olarak geçmiştir, bazı kaynaklarda "Kayıt Zinciri" ifadesi de kullanılmaktadır (Develioğlu, 2018).

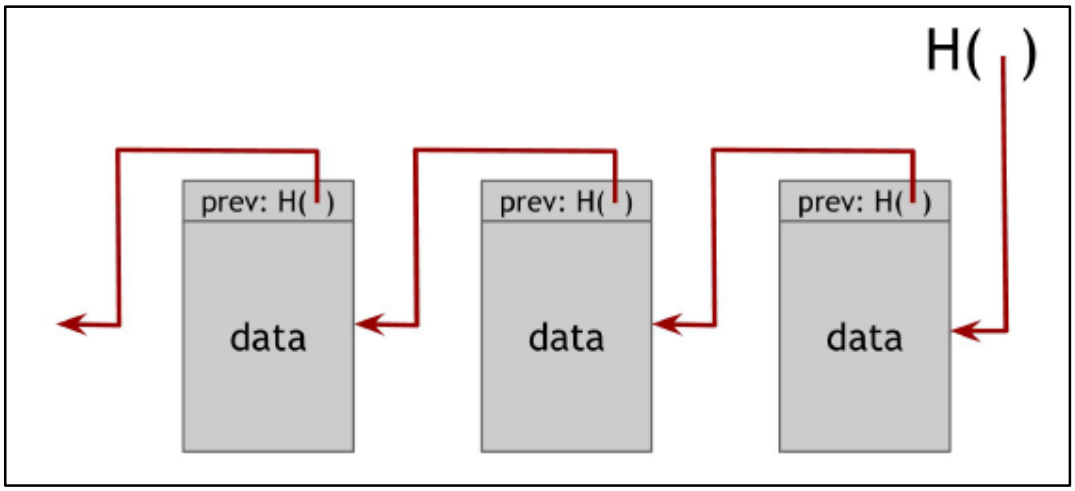
Blok Zinciri, birbirine bağlı bloklardan oluşan, dağıtık bir veri tabanına sahiptir. Bu yapının en önemli özelliği güvenliğe ve şeffaflığa gösterdiği hassasiyettir. Bunun yanı sıra "kimlik belirlemesi" bilinçli olarak kullanılmamaktadır. Kimlik belirlemesi ve doğrulaması haricinde akış izlerinin (transaction log) oldukça güvenli olarak saklanabildiği bir yapısı bulunmaktadır. Kimlik bilgisi verisi olarak "public key"lerin olduğu bir belirleme/kontrol sistemi kullanılmaktadır. (Duran, 2018)

Henüz yasal bir mevzuatı veya düzenlemesi bulunmadığı için insanlar "Blok Zinciri'nin sahibi kim? Onun kontrolü kimde? Denetimini kim yapıyor?" gibi soruları kafalarında cevaplayamamaları sebebiyle, henüz Blok Zinciri'ne karşı tam bir güven oluşmuş değil, fakat bu yanlış bir yaklaşım. Blok Zinciri'nin sahibi tek bir kişi veya kuruluş değil, gerçekte Blok Zinciri sisteme dâhil olan herkesin. (Elbeyoğlu, 2018). Farklı bir ifade ile "Sahipsiz Sistem" olarak kabul etmek doğru olmaz çünkü sadece Blok Zinciri sisteminin merkezi yoktur (Aksoy, 2018).

Blok Zinciri teknolojisi sabit bir merkezden kontrol edilmeyen veya işletilmeyen, dağıtık veri tabanına sahip, merkezi olmayan bir sistemdir. Sistem içerisinde gerçekleştirilen bütün işlemler dünyanın her yerindeki "madenci" olarak bilinen kullanıcılar vasıtasıyla bloklara işlenmektedir (Aksoy, 2018). Sistemin işleyişinden de anlaşılacağı üzere bünyesinde oluşturulan kayıtların, kırılması çok zor şifreler aracılığıyla birbirlerine bağlandığı, sürekli olarak çoğalan dağıtık şekilde bulunan bir veri tabanı yapısı olarak kabul edilmektedir. Blok Zinciri teknolojisini, herhangi bir merkezi sisteme veya bilgisayara bağlanmadan, gerçekleştirilen işlemlerin dünya üzerinde herhangi bir yerde bulunan ve sisteme dahil olan diğer bilgisayarlara dağıtılması; fakat yine de sistemin bir bütün olarak hareket etmesi olarak tanımlanabilir (Develioğlu, 2018).

Merkezi bir yapıya sahip olmaması nedeniyle de sistemin güvenliği sisteme dâhil olan kullanıcılar tarafından sağlamaktadırlar. Sonuç olarak sistemin sahibi sistemin kullanıcılarıdır, böylelikle güven konusundan aracı olan üçüncü şahıs veya kurumlara ihtiyaç duyulmamaktadır (Aksoy, 2018). Yukarıda belirtildiği üzere veriler belirli veya sabit bir merkezde toplanmak yerine sisteme dâhil olan pek çok bilgisayarda küçük parçalar şeklinde depolanmaktadır. Sistemin en yaygın olarak bilinen ve kullanılan ürünü olan Bitcoin bu sebeple tam demokratik para birimi olarak da görülmektedir. Sistem içerisindeki tüm veriler tek ve bilinen bir merkezde toplanmaması sayesinde kötü niyetli kişiler tarafından verilere erişilmesi oldukça zorlaşmaktadır (Yamak, 2018)

Blok Zinciri, en kolay anlaşılacak tanımıyla, bağlı liste (linked list) yapısının özelleştirilmiş şeklidir. Blok Zinciri, ardı sıra gelen blokların birbirlerine bağlanmış veri altyapıları şeklinde açıklanmaya çalışılsa da, daha açıklayıcı olarak; güvenli bir ağ yapısı içerisinde depolanan (Distributed Ledger Technology) "Dağıtık Hesap Defteri Teknolojisi" olarak tanımlanabilir (Parlakay, 2017)



Şekil 3.10: Blok Zinciri Veri Yapısı (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018)

Standart olarak kullanılan tek bağlı liste şeklindeki yapıda, listenin her bir öğesi, kendisinden sonra gelen öğeyi bir işaretçi vasıtasıyla yordamıyla belirtir. Bu durumda listenin en başındaki öğeden en sondaki (kuyruktaki) öğeye kadar bütün öğeler birbirlerine bağlı biçimdedir (Cormen ve ark. 2009). Blok Zinciri teknolojisinde ise her öğe (blok), sadece sonraki öğeyi işaretlemez, aynı zamanda o öğenin özet (hash) değerini de içerisinde muhafaza eder. Farklı bir deyişle Blok Zinciri, Şekil 10'da gösterildiği gibi

özet-işaretçiler vasıtasıyla oluşturulan özel bir bağlı liste yapısına sahiptir (Narayanan ve ark., 2016).

Eşler arasında (peer to peer) çalışan ve merkezi olmayan yapısı nedeniyle Bitcoin'de görüldüğü gibi finansal verileri içerisinde barındıran bir sistemin güvenliğinin sağlanması ve kötü niyetli eşlerden korunması üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bitcoin'de eşlerin birbirleri ile yaptıkları finansal işlemleri, aynı eşler bütün sisteme yayımlamaktadır. Bilgiler yayımlandıktan sonra açık muhasebe defterine kaydedilmektedir. Bu şekilde, bütün finansal değişimler açık muhasebe defterine kaydedilerek herhangi bir merkezi otorite olmadan finansal bir işleyiş oluşturulmaktadır (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).

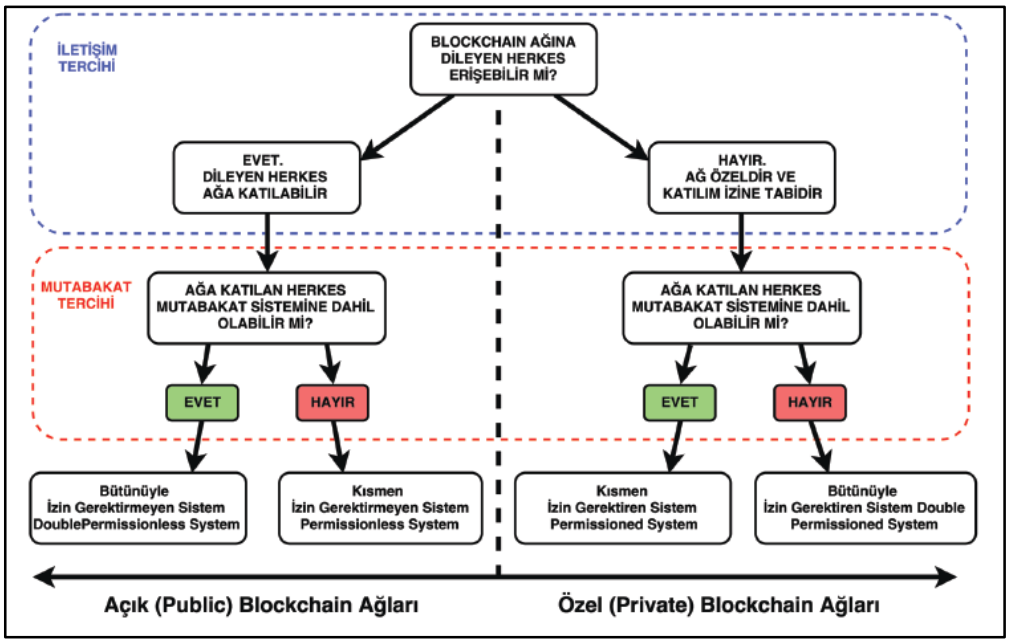
Burada en fazla dikkat edilmesi gereken konu, açık muhasebe defterine işlenen bilgilerin doğru işlemler olmasıdır. Kötü niyetli eşlerin bilinçli olarak ürettiği yanlış veya sahte işlemlerin olmamasıdır. Aksi durumda, sistemin yapısı finansal hırsızlık olayları karşısında korunaksız veya zayıf hale gelecektir. Blok zinciri teknolojisinde bu güvenlik mekanizmasına adı dağıtık uzlaşı sistemi adı verilmektedir.

Nakamoto tarafından geliştirilen Bitcoin, eşlerin karşılıklı harcamalarını ve para transferlerini üçüncü bir kişi veya kuruma ihtiyaç duyulmadan çözebilen ilk dijital para birimi olmuştur. Günümüzde üçüncü kişilere veya aracılara ihtiyaç duyulmadan güvenli bir şekilde işlemlerini gerçekleştirmek isteyen kişi ve kurumlar; Blok Zinciri teknolojisini kullanarak maliyetlerini düşürmek, aracıları süreçten çıkarmak ve işlemlerini daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır (Ak, 2018).

Blok Zinciri teknolojisi, herkes tarafından erişilebilen açık sistemi ve dağıtık uzlaşı özelliği ile bilinmesine rağmen ilerleyen zamanlarda ortaya çıkan çeşitli ihtiyaçlar nedeniyle Özel Blok Zinciri (private blockchain) veya kısmi-merkezi Blok Zinciri (partially-decentralized blockchain) yapıları oluşturulmuştur (Usta ve Doğantekin, 2017).

Özel Blok Zinciri yapılarında, blok zincirinde işlem gerçekleştirme (yeni bir işlemin eklenmesi) yetkisi sadece özel bir gruba veya belirli bir organizasyon içerisindekilere aittir. Verilerin okunması ise herkese açık olabilmekte veya ihtiyaç halinde çeşitli sınırlamalar uygulanabilmektedir (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).

Kısmi-merkezi Blok Zincir yapıları ise, diğer bir tanımla konsorsiyum blok zincir, dağıtık uzlaşı yöntemi kullanmayıp, önceden belirlenen sınırlı sayıda eşlerin, uzlaşı sistemine erişebildiği yapılar olarak tanımlanabilir. Bu yapılar kullanıldığında blok zinciri verileri herkesin erişimine açık olabilir veya verilere erişimde çeşitli yöntemler kullanılarak kısıtlamaların uygulandığı karma blok zincir yapıları oluşturulabilmektedir (Ünsal ve Kocaoğlu, 2018).



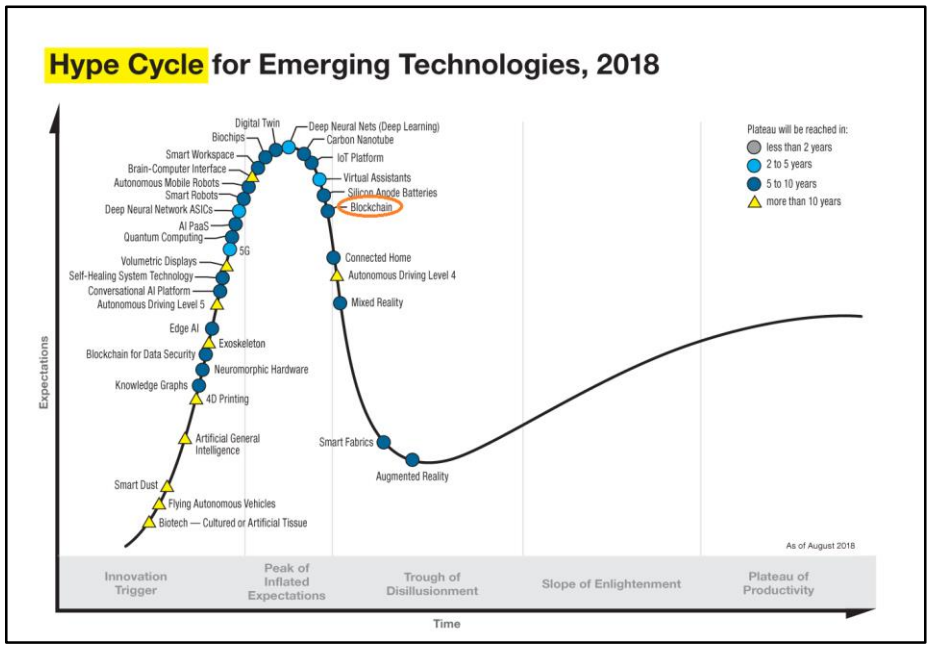
Şekil 3.11: Blok Zinciri Ağ Çeşitleri (Usta ve Doğantekin, 2017)

Blok zincir yapılarının sınıflandırması amacıyla kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de iletişim tercihlerine veya mutabakat tercihlerine göre sınıflandırma yapılmasıdır. Şekil 11'de görüldüğü üzere Özel Blok Zincir ağlarında sınırlamalar bulunmasına rağmen, Açık Blok Zinciri ağlarında ise katılmak isteyen herkes ağa içerisine veya mutabakat sistemine dâhil olabilmektedir (Usta ve Doğantekin, 2017).

3.3.2. Vizyon

Dijital dünyadaki işlemlerimizi açık ve güvenilir bir biçimde gerçekleştirmenizi sağlayan Blok Zinciri teknolojisi, gelecek yıllarda hayatımızın tüm alanlarına yayılması beklenmektedir. Elbette bunun gerçekleşmesinin belirli bir maliyeti bulunmaktadır, yapılması gereken ilk işlem teknolojik altyapı yatırımlarıdır sonrasında sadece biraz bilgi ve cesaret yeterli olacaktır (Develioğlu, 2018).

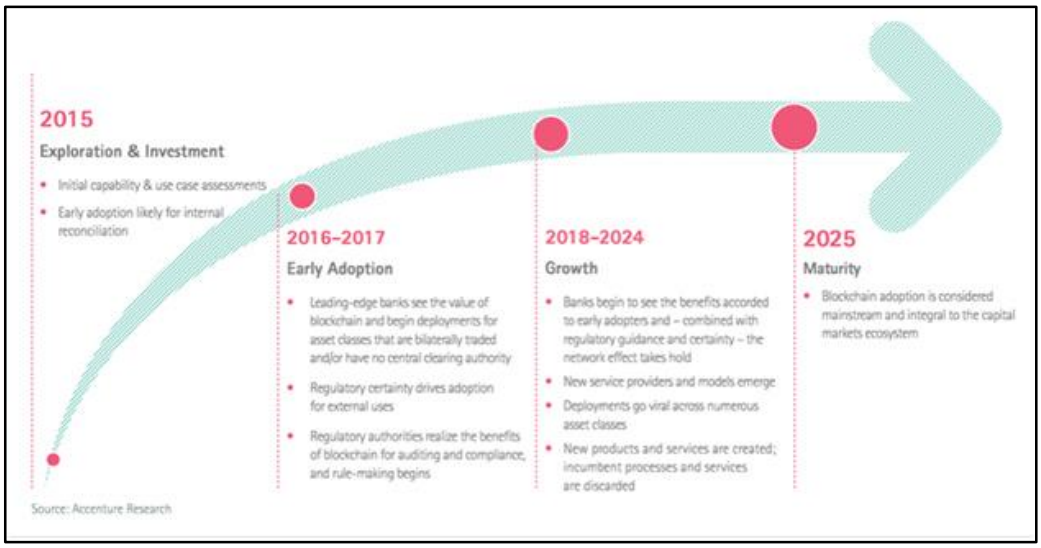
Yeni ortaya çıkan veya gelişmekte olan teknolojilerin gelişimlerinin takip edildiği ve gelecek öngörülerinin yapıldığı, bağımsız danışmanlık firmaları tarafından çeşitli yöntemler aracılığıyla gerçekleştirilen araştırmalar belirli aralıklarla raporlar halinde yayınlanmaktadır.



Şekil 3.12: Blok Zincirinin Gelişmekte Olan Teknolojiler Arasındaki Konumu (Gartner, 2018)

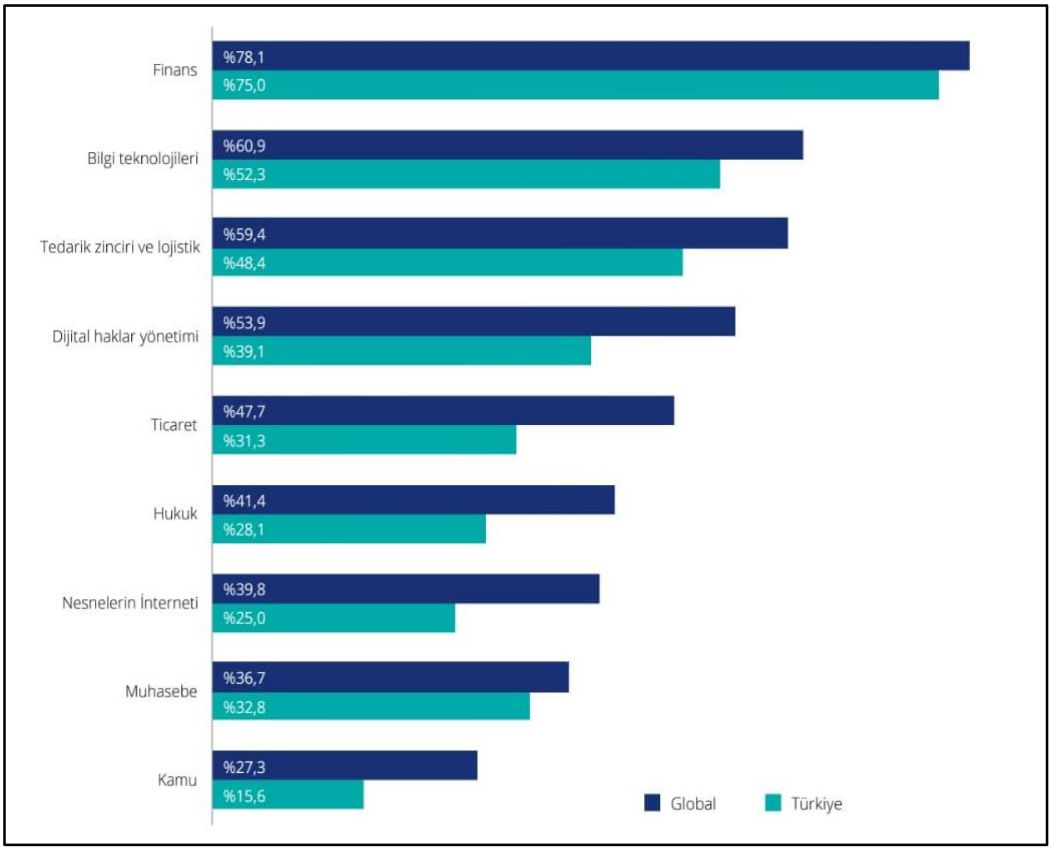
Gartner danışmanlık kurumunun geliştirdiği, Hype Cycle metodu yeni ortaya çıkan teknolojilerin gelişimini takip etmekte ve gelecek öngörüsünü ortaya koymakta kullanılan önemli araçlardan bir tanesidir. İlk olarak 2016 yılında "Gelişen Teknolojiler için Tırmanma Döngüsü (Hype Cycle for Emerging Technologies)" grafiği aracılığıyla incelenen Blok Zinciri teknolojisinin, "inovasyonu tetikleyici (innovation trigger)"

bölgede olduğu tespit edilmiştir. Gartner tarafından 2018 yılında yayınlanan ve Şekil 12'de gösterilen güncel gelecek beklentisi raporuna göre ise Blok Zinciri teknolojisinin gelişmekte olan teknolojiler arasındaki konumu, "beklentilerin zirvesinde (peak of inflated expectation)" bölgesinde olduğu görülmektedir. Ayrıca yayımlanan güncel rapora göre, Blok Zinciri teknolojisinin 5-10 yıllık bir süreç içerisinde olgunlaşacağı ve yaygın bir şekilde kullanılacağı öngörülmektedir (Gartner, 2018)



Şekil 3.13: Blok Zinciri Gelecek Beklentisi (Accenture, 2015)

Teknolojik gelişmeler ile ilgili gelecek öngörülerini raporlar halinde yayınlayan diğer bir danışmanlık kurumu olan Accenture'un raporuna göre ise blok zincirinin teknolojik potansiyelinin ve yeteneklerinin keşfedilmesi 2015 yılından itibaren ortaya çıkmıştır. 2016 yılından itibaren dünyanın önde gelen bankaları ve finans kuruluşları, blok zinciri teknolojisini yatırım planlarına dahil ederek yeni gelişen bu teknolojiyi denemeye başlamışlardır. Ayrıca Accenture'un beklentilerine göre, Blok Zinciri teknolojisinin 2018-2024 yılları arasındaki süreçte yaygın bir şekilde kullanılması ve 2025 yılından itibaren ise olgunlaşarak özellikle finans sektöründe olacak şekilde, çeşitli sektörlerde teknolojik bir platform olarak kullanılması öngörülmektedir (Şekil 13). (Accenture, 2018)



Şekil 3.14: Blok Zinciri Teknolojisinden Etkilenmesi Beklenen Alanlar (TÜSİAD ve Deloitte, 2018)

TÜSİAD ve Deloitte'nin 2018 yılında birlikte gerçekleştirdikleri "Blok Zincir Potansiyelinin Keşfi" konulu araştırma sonuçlarına göre; Blok Zinciri Teknolojisinin, yakın bir gelecekte en fazla etki etmesi beklenen sektörlerin Şekil 14'te de belirtildiği gibi finans, bilgi teknolojileri, tedarik zinciri ve lojistik ile dijital hakların yönetimi olduğu görülmektedir. Grafikte dikkat çeken diğer bir nokta ise; küresel ölçekte yapılan araştırma sonuçları ile Türkiye'de yapılan araştırma sonuçlarının benzer dağılımda olmakla beraber Türkiye'deki beklenen etkinin küresel ölçekteki etkiye nazaran biraz daha az olmasıdır (TÜSİAD ve Deloitte, 2018).

Danışmanlık şirketleri tarafından hazırlanan gelecek öngörülerine ilave olarak, yeni ortaya çıkan teknolojilerin gelişiminin desteklenmesi ve standart hale getirilmesi konusundaki en önemli göstergelerden birisi de standardizasyon kurumlarının ölçütleridir. Blok zinciri teknolojisinin standartlarının sağlanması yönünde de önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. Teknoloji alanındaki standartların oluşturulması ve

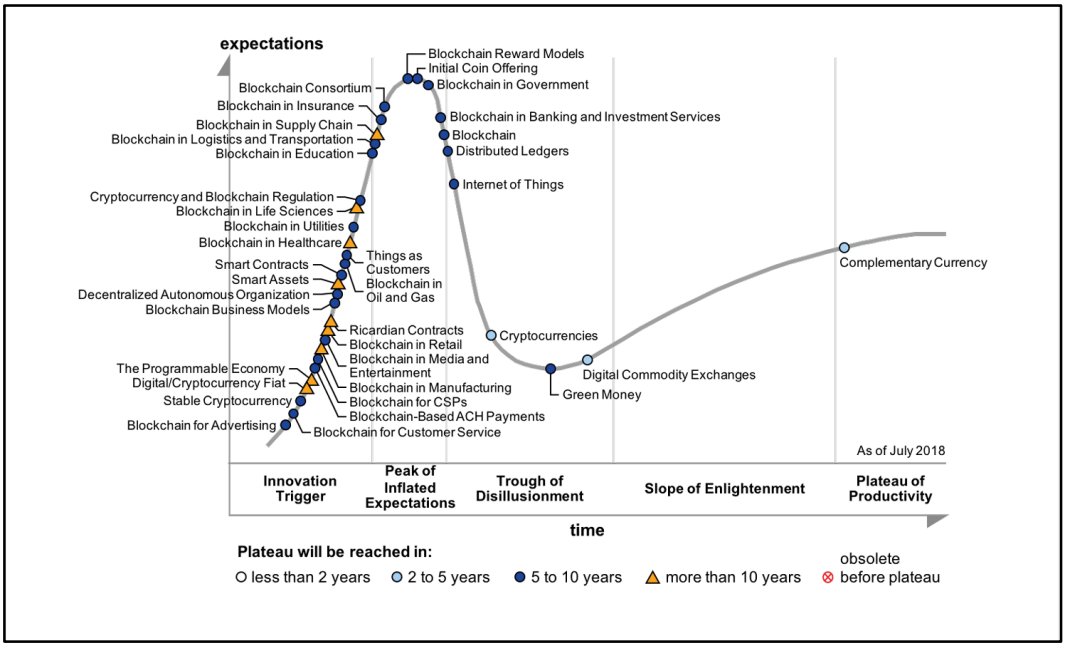
kontrolü konusunda en çok güvenilen kuruluşlardan olan IEEE ve ISO tarafından Blok Zinciri teknolojisinin kullanımına yönelik standartların geliştirmeye başlanmıştır. (Rozenfeld, 2016; Cohen, 2016).

3.3.3. Örnek Uygulamalar

Blok Zinciri teknolojisinin ilk kullanım alanı, finans sektörü içerisinde dijital veya kripto para birimi olarak ortaya çıkan Bitcoin uygulaması ve diğer kripto para birimleri olmuştur. Fakat Blok Zinciri teknolojisinin kullanım alanları finans sektörünün yanı sıra; sağlık, bankacılık, eğitim, enerji, hukuk, lojistik, emlak, tarım, sigortacılık, muhasebe ve taşımacılık gibi işleyişinde veri bulunduran neredeyse bütün sektörlerin yakın bir gelecekte Blok Zinciri teknolojisinin ürettiği çözümlerden faydalanması beklenmektedir. (Fidan, 2018).

Blok Zinciri teknolojisi ilk etkilerini finans sektöründeki hizmet ve ürünlerde göstermiştir. 2018 yılından itibaren birçok şirketin Blok Zinciri teknolojisini inceleyerek, bu teknolojinin kendi şirketlerinde nasıl kullanılabileceğini ve ne gibi fırsatlar yaratacağını araştırdığı bilinmektedir. Blok Zinciri teknolojisinin kurumsal olarak kullanımının yaygınlaşması neticesinde IBM, Amazon, Hewlett Packard ve Microsoft'un da içerisinde bulunduğu pek çok şirket "Blokchain-as-a service (BaaS)" hizmetlerini müşterilerine verebilecek yeterliliğe ulaşmak üzere çalışmalarını sürdürmektedir (TÜSİAD ve Deloitte, 2018).

Gartner danışmanlık kurumu tarafından Blok Zincir teknolojisinin uygulama alanlarına ve bu alanların gelecek öngörülerine yönelik 2018 yılında hazırlanan grafik Şekil 15'de sunulmuştur. Grafik incelendiğinde Blok Zinciri teknolojisinin sağlık alanından eğitim alanına, reklam sektöründen sigorta sektörüne, finansal işlemlerden akıllı kontratlara kadar çok çeşitli sektörlerde hızlı bir şekilde yaygınlaştığı görülmektedir.



Şekil 3.15: Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanım Alanlarının Gelişimi (Gartner, 2018)

Blok zinciri teknolojisi kamusal işlemlerin gerçekleştirilmesinde yenilikçi çözüm yöntemleri sunmaktadır. Bu kapsamda Dubai, Estonya, İsviçre, Singapur İngiltere ve Kıbrıs gibi bazı ülkelerde ilk uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır. Blok zinciri teknolojisinin kamusal işlemler için kullanım alanları başlıklar halinde aşağıda özetlenmiştir (Cognizant, 2016):

- Enerji Dağıtımı
- Dijital Kimlik ve Pasaport
- Seçimlerin Gerçekleştirilmesi (Oylama)
- Sosyal Güvenlik Sistemleri
- Doküman Yönetimi
- Vergi Sistemi
- Akıllı Kontratlar

Bankalar ve finans kurumları, Blok Zinciri teknolojisinin dijital para sistemi dışındaki muhtemel kullanım alanlarına yönelik ArGe çalışmaları yaparak yenilikçi

çözümler oluşturmak amacıyla yatırım planlamalarını yapmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında yapılan araştırmalar neticesinde çeşitli kaynaklarda yer alan finans sektörüne yönelik bazı kullanım alanları başlıklar halinde aşağıda özetlenmiştir (Deloitte, 2015; Evans, 2015; Everis Next, 2016; Cognizant, 2016):

- Ödeme İşlemleri
- Takas Yönetimi
- Doküman Yönetimi
- Para Transferleri
- Doğrulama ve Yetkilendirme
- Katılım Bankacılığı Uygulamaları
- Alış ve Satış Platformları
- Dijital Kimlik Yönetimi

Sigortacılık alanında; paylaşım ekonomisi süreçlerinde (AirBNB, Careem, Uber vb. uygulamalarda) en büyük sorun alanlarından birisi olan mikro sigortaların işletilmesinde Blok Zinciri uygulamaları kullanılmaktadır. Benzer şekilde enerji alanında; çeşitli şirket ve kurumlarda (Transactive Grid) enerji alışverişinde, depolanmasında ve kullanılmasında Blok Zinciri uygulamaları kullanılmaktadır (Ölker, 2018)

Hukuk alanında; Blok Zinciri teknolojisi kullanılarak yenilikçi çözümler uygulanarak fikri mülkiyet hakları (Mycelia Music, Ascribe.io) koruma altına alınabilmektedir. Sağlık alanında ise; sağlık kuruluşları (Gem- Health Care, Tierion) hastaların uzaktan takip edilmesi ve hastaların verilerinin güvenli platformlar üzerinden paylaşılması ve standart hale getirilmesi için Blok Zinciri uygulamaları kullanmaktadır (Ölker, 2018).

Savunma alanında ise; Hem NATO hem de ABD Savunma Bakanlığı (Pentagon) Blok Zinciri teknolojisinin kullanılması yönünde çalışmalar yürütmektedir. NATO, Blok Zinciri kullanımına yönelik çalışmalarını tedarik zinciri ve lojistik sistem üzerine

yoğunlaştırırken, Pentagon ise güvenli bir mesajlaşma sistemi üzerinde çalışmalara devam etmektedir (Kar, 2016).

3.4. Örnek Olarak Lastik Sektörü

Bu vakada, ABC Lastikleri A.Ş.'nin otomotiv üretici firmalara sağladığı servisi ele alıp, Endüstri 4.0 ve blockchain kullanmak suretiyle yeni bir model önerisi sunacağız.

ABC Lastikleri A.Ş. otomotiv üreticilerine İstanbul, İzmit ve Bursa'da yer alan üç depo ile servis sağlamaktadır. Sağladığı servis, binek, kamyonet, kamyon ve ziraii grup lastiklerin firmaların taleplerine göre kontrol sağlandıktan sonra anlaşmaya bağlı olarak ilgili firma deposuna ya da depo teslim olarak ikiye ayrılmaktadır.

ABC Lastikleri A.Ş. , kendi içerisinde Transport Yönetim Sistemi, Depo Yönetim Sistemi, stoktaki malların satışının onaylandığı Ticari Sistem, Finansal Yönetim sistemlerini ayrı ayrı kullanmaktadır. İlgili sistemler arayüzler ile birbirine bağlı olup, bu sistemler cut-off ile birbirleri arasında data aktarımı yapmaktadır. Otomotiv üreticisi firmalar ile sipariş işlemleri ise otomotiv üreticisi firmaların portalları vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Görüleceği üzere firmalar ile entegrasyon seviyesi oldukça düşüktür ve tüm süreçler portal üzerinden yürütülmeye çalışılmaktadır.

Süreçler yönetilirken ABC Lastikleri A.Ş., firmalardan aldığı sipariş öngörülerini işleyerek talep tahmini yapmaktadır. Firmalar için 3 günlük emniyet stoğu tutmakla yükümlü olan ABC Lastikleri A.Ş. ayrıca bu stokların giriş ve çıkış öncesinde %100 hasar, etiketleme/işaretleme kontrollerini yapmakla da yükümlüdür. Lastiklerin tamamı karayolu ile gelmekte olup, supalanda ithalat işlemi yapıldıktan sonra depoda ilgi lastikler boşaltılmaktadır. Acil durumlarda hava kargo da yapılmaktadır. 5 Avrupa ülkesinde bulunan 8 farklı tesisten ilgili lastiklerin sevki gerçekleşmektedir.

Stoğa mal kabulu öncesi yapılan kontroller ise;

- Yama kontrolü: Herhangi bir tadilat olup olmadığına dair

- Hasar kontrolü: Yurtdışından yapılan yükleme esnasında veya taşıma esnasında lastikte herhangi bir hasarın oluşup oluşmadığı

- Etiket/İşaretleme Kontrolü: Firmanın talebi doğrultusunda ilgili lastiğin üzerindeki balans noktası, çizgi, etiket ve işaretlemelerin noksansız olup olmadığının kontrol edilmesi

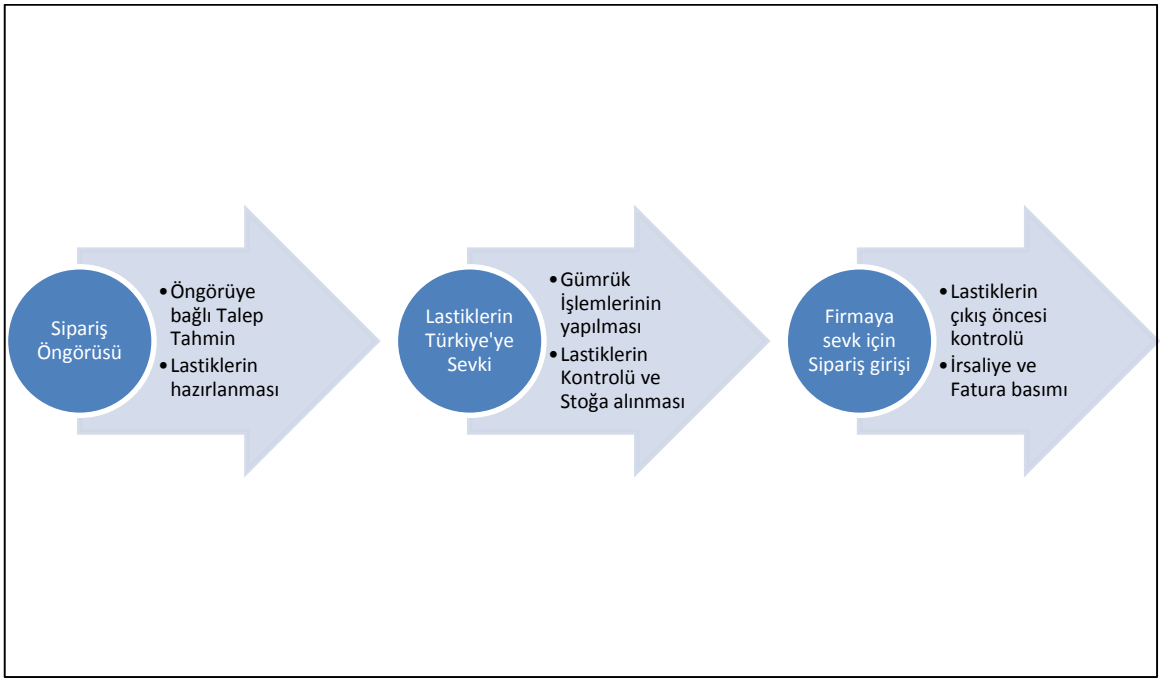
- Üretim yılı kontrolü

Mevcut süreç içerisinde firmalar sipariş öngörülerini portala girdikten sonra ABC Lastikleri A.Ş. 45 gün içerisinde depoda lastikleri sevke hazır hale getirebilmektedir.

Mevcut durumda 2018 yılında toplam 16 firmaya 19.200 sevkiyat ile 1.450.000 lastiğin sevkiyatı gerçekleştirilmiştir. Bu sevkiyatlardan kırkında hatalı etiketleme tespit edilmiş olup ABC Lastikleri A.Ş, 14.000 adet lastiği deposuna çekmek zorunda kalmıştır. Karayolu taşımacılığında beher araç başına ortalama 2.750 EUR masraf yapılmaktayken, 2018 yılı içerisinde short stock sebebiyle 12 defa hava kargo yapan ABC Lastikleri A.Ş, hava kargo başına yaklaşık olarak 25.000 EUR masraf yapmıştır. Lojistik masrafları tablosunda da görüleceği üzere basit hatalardan kaynaklanan 609.701,87 EUR'luk bir ek maliyet vardır. Bunun içerisinde hatalı lastik sevkiyatından kaynaklı tersine lojistik masrafları, siparişin sevki için optimal araç tercih edilmeyen durumlar, eksik adet ve/veya eksik stok kodu ile teslimat gibi problemlerden kaynaklanan bu masraflar, toplam lojistik maliyetlerinin de %23,08'ini oluşturmaktadır.

Tablo 3.2: ABC Lastikleri A.Ş Lojistik Masrafları

Lokasyon	Masraf Açıklaması	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
İstanbul	Depo Kirası	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	80.000,00	960.000,00
	Fiks Bedel (Operasyon+ Güvenlik)	1.390,47	1.390,47	1.390,47	1.390,47	1.543,44	1.543,44	1.543,44	1.543,44	1.543,44	1.543,44	1.543,44	1.543,44	17.909,42
	Hatalardan Kaynaklanan Lojistik Masraf	13.333,33	11.282,05	17.435,90	19.487,18	20.000,00	13.076,92	123.076,92	13.076,92	10.256,41	10.769,23	8.717,95	7.179,49	267.692,31
	Nakliye	64.615,38	51.282,05	74.358,97	75.897,44	77.948,72	50.256,41	48.717,95	40.512,82	33.333,33	40.000,00	34.871,79	29.230,77	621.025,64
Toplam		159.339,19	143.954,57	173.185,34	176.775,08	179.492,16	144.876,78	253.338,31	135.133,19	125.133,19	132.312,67	125.133,19	117.953,70	1.866.627,37
	Masraf Açıklaması	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Toplam**
Bursa	Depo Kirası	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	240.000,00
	Fiks Bedel (Operasyon+ Güvenlik)	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	3.846,15	46.153,85
	Hatalardan Kaynaklanan Lojistik Masraf	5.804,26	5.538,46	5.076,92	4.615,38	4.153,85	3.538,46	6.000,00	2.769,23	3.538,46	4.000,00	4.307,69	3.230,77	52.573,49
	Nakliye	1.846,15	2.153,85	2.461,54	2.461,54	1.461,54	1.153,85	2.000,00	1.230,77	1.461,54	1.200,00	1.046,15	2.000,00	20.476,92
Toplam		31.496,57	31.538,46	31.384,62	30.923,08	29.461,54	28.538,46	31.846,15	27.846,15	28.846,15	29.046,15	29.200,00	29.076,92	359.204,26
	Masraf Açıklaması	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**	**Toplam**
Kocaeli	Depo Kirası	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	540.000,00
	Fiks Bedel (Operasyon+ Güvenlik)	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	5.384,62	64.615,38
	Hatalardan Kaynaklanan Lojistik Masraf	19.449,31	22.505,55	27.237,51	28.544,35	25.923,11	23.064,79	28.213,60	12.308,47	27.181,70	26.667,52	24.060,47	24.279,69	289.436,07
	Nakliye	4.469,54	5.053,08	5.750,40	5.615,27	5.875,72	5.435,50	5.965,50	1.591,38	5.745,08	6.151,93	5.562,33	5.048,91	62.264,64
Toplam		29.303,47	32.943,25	38.372,52	39.544,23	37.183,44	33.884,90	39.563,72	19.284,47	38.311,40	38.204,07	35.007,41	34.713,21	416.316,09



Şekil 3.16: ABC Lastikler A.Ş. Mevcut İş Akış Şeması

Yukarıda belirttiğimiz iş akışı içerisinde insandan kaynaklanan hataları ve ek maliyetleri ortadan kaldırmak için ABC Lastikleri global yapısı ve lokal oluşumu olan ABC Lastikleri Ticaret A.Ş'nin süreçlerini yeniden dizayn etmemiz gereklidir.

Öncelikli olarak üretim bandından çıkan lastiklerin fabrika stoklarına girmeden önce Optik Karakter Tanıma (OCR) entegrasyonu ile etiketleme/işaretlemesi yapılacak, akabinde RFID etiketi de yapıştırılacaktır. ERP sistem entegrasyonu yapılarak ticari ve finansal sistemler teke düşürelecek, kullanılacak Depo yönetim Sistemi ve Transport Yönetim Sistemleri de yine seçilecek olan ERP sistemine entegre edilecektir. Böylelikle işlem bitişi sonrası işlem yapılabilirliği, anlık olarak takip edebilme kapasitesine sahip olunacaktır. Yükleme noktalarına yerleştirilecek RFID okuyucular ile hem uluslararası dolaşıma çıkan lastiklerin hem de Türkiye'de millileşen lastiklerin araç içerisine tam ve doğru olarak yüklenmesi sağlanacaktır. Böylelikle lastiklerin sadece hasar kontrolü insan faktörü ile yapılacaktır. Ayrıca firmalar ile yapılacak olan tam entegrasyon ile anlık data aktarımı ile parti sevk büyüklüklükleri de otomize edilmek suretiyle, yüklenecek lastik miktarına uygun araç seçimi sağlanabilecektir. Bu değişim ile birlikte yanlış ve hatalı sevkiyat en azlanacak araç optimaszyonu yeni maliyetler aşağıdaki gibi olacaktır. Yükleme optimizasyonu beraberinde stok yönetimini de kolaylayacak olup, fazla stok tutulmasının önüne geçerek finansal ve stok maliyet yüklerini azaltacaktır. İlerleyen dönemde blok zincir kullanımının yaygınlaşması ile de ödemeler vadesi geldiğinde blok zincir üzerinden yapılabilir kılınabilecektir.

Önerdiğimiz yeni teknolojilerin kullanımı ile birlikte firmanın yeni toplam maliyetlerinin, aynı miktar ve maliyet değişkenleri (yakıt, döviz kuru vb.) aşağıdaki şekilde olacağını öngörmekteyiz.

Tablo 3.3: ABC Lastikleri A.Ş Öngörülen Lojistik Masrafları

Masraf Açıklaması	Mevcut Maliyetler	Yeni Maliyetler	Oran
Depo Kirası	1.740.000,00	1.740.000,00	100,00%
Fiks Bedel (Operasyon+ Güvenlik)	128.678,65	115.810,78	90,00%
Hatalardan Kaynaklanan Lojistik Masraf	609.701,87	30.485,09	5,00%
Nakliye	703.767,20	633.390,48	90,00%
Toplam (Depo Kirası Dahil)	2.642.147,72	2.519.686,36	95,37%
Toplam (Depo Kirası Hariç)	1.442.147,72	779.686,36	54,06%

Hesabımızı yaparken, tezimizin Endüstri 4.0 kısmında TÜBİTAK'ın yaptığı maliyet avantajı tablosundan belirtilen maliyetlerin %10-40 arasında düşeceği öngörüsünden yola çıkarak minimum değer olan %10 olarak ele alındı. Sadece insan

kaynaklı hatarlarda muayene esnasında yapılan hata oranı TÜBİTAK öngörüsünden bağımsız olarak %5 belirlendi ve geri kalan %95'lik kısmın otomize edilerek bertaraf edileceği öngörüsünde bulunuldu. Mevcut sistemin yenilenmesi sonucunda lojistik masraflar içerisinde depo kirasını sabit tutmak kaydıyla hesaba katarak yapacağımız değerlemede %4,53'lük bir maliyet avantajı ortaya çıkarken, depo kirasını hesaba katmadığımız takdirde %45,94'lük bir maliyet avantajı sağlandığını görmekteyiz.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Her yeni teknolojinin kendi nüfuz alanını yaratarak oyunun kurallarını ve oynanışını değiştirmesi tarihsel bir gerçekliktir.

Örneğin; Ford'un bant üretim teknolojisi sadece otomotiv endüstrisini değil, tüm sektörlere nasıl etki ettiyse, 21. YY'da karşımıza çıkan Endüstri 4.0, IOT (Internet of Things) ve Blok Zincir teknolojilerinin de yine tüm sektörleri içerisine alarak köklü bir değişim yaratacağı öngörülmektedir.

Rekabetin artık sadece nihai ürüne değil, aynı zamanda inovasyon, yeni teknolojilere adaptosyon ve tedarik zincirlerinin kuvvetine dayandığı 21. YY'da; geleceği yakalayabilen firmaların ayakta kalabildiğini görmekteyiz. 2007 yılına kadar mobil telefon pazar lideri Nokia'nın kapasitif dokunmatik ekranlı telefonların yükselişe geçmesiyle birlikte içine düştüğü kötü durumdan çıkamaması örneği ile de ne pazar hakimiyetinizin olması, ne de dünyanın en bilinir markalarından bir tanesi olmanız değişime ayak uyduramadığınız takdirde içine düşeceğiniz kötü durumları değiştiremeyeceğinizin göstergisi niteliğindedir.

Bu değişimi yakalayabilen ve adapte olan firmalar yükselişe geçerken, diğerlerinin ise yarışta ne kadar geriye düşeceğini de zaman bizlere gösterecektir.

Tezimizi kaleme alırken aktif bir uygulamaya bütçe, zaman ve çalıştığım şirketin kaynak ayırmaması sebebiyle reel zamanlı bir uygulama gerçekleştirememiş bulunmaktayız. Bunun yerine TÜBİTAK öngörülerine dayalı bir analiz gerçekleştirilmiştir.

Mevcut Süreç ile İlgili Eleştiriler;

- Talep Tahmine Dayalı Yükleme: Burada eleştireceğimiz birinci nokta ABC Lastikleri A.Ş.'nin sipariş öngörülerini baz alarak ayrıca bir talep tahmin yapmasıdır. Bu hem üretimi hem de stok yönetimini zora sokacak bir durumdur. Özellik stok fazlası olma durumu ile sıklıkla karşılaşılabilir. Stokta firmanın ihtiyacından fazla olan lastiklerin, firmanın talep etmiş olduğu üretim tarihini doldurma ihtimalinin yanı sıra, firmanın talep ettiği

lastik SKU'sunu değiştirmesi durumunda lastiklerin stokta hareket görmeden kalması, ihtiyaçtan fazla lastik ithal edilmesi sebebiyle firmanın ihtiyaç duyulmayan finansal bir yükün altına girmesi ve likidite seviyesini düşmesi ayrıca sürecin efektifliğini ve ekonomikliğini etkileyen diğer risklerdir.

- Süreçlerin İnsan Bazlı Olması: Sipariş öngörüsünden, lastiklerin sevk öncesi yapılan tüm kontrollerin insan bazlı herhangi bir otomatizasyon olmadan yapılması beraberinde riskleri getirmektedir. Yanlış öngörünün başlatacağı üretim ve sevk zinciri hem tedarikçi ABC Lastikleri A.Ş. hem de müşteri tarafında stok fazlası veya yok satma risklerini de beraberinde getirmektedir. Lastiklerin kontrolünün hem yurt dışında yükleme öncesi hem de Türkiye'de müşteriye sevkine kadar her aşamada yine depo personeli tarafından yapılması da insan kaynaklı her türlü riske ve hataya açıktır.

- Entegrasyon Seviyesinin Düşük Olması: İşlemlerin portal üzerinden hazırlanması her ne kadar belirli bir hız sağlasada, firmaların birbirleri ile olan iletişim seviyelerini en çoklamaktan uzaktır. Firmalar birbirlerine verdikleri data kadar durumdan haberdar olmakta; bu da nihai seviyede sorunların aşılabilmesi için geleneksel iletişim kanallarının kullanımına sebep olmaktadır. Bu durum mevcut portalın işlevinin azalmasına sebep olmakla beraber iletişim seviyesindeki düşüklük zaman kaybına ve acil ihtiyaçların zamanında giderilememesine sebep olmaktadır.

- Adaptasyon Seviyesinin Düşük Olması: Firmaların entegrasyon seviyesinin düşük olmasından kaynaklı diğer bir eleştiri noktası ise hem tedarikçi hem de üretici tarafında yaşanılacak değişikliklere adaptasyon süresinin uzun olmasıdır. Bu hem yeni ürün geçişlerinde hem de üretici firma tarafından yapılan ya da yapılacak olan ürün kalitesi, sevkiyat, ürün üzeri işaretleme/etiketlemede ki değişiklikler gibi taleplere adaptasyon süresini uzatmaktadır.

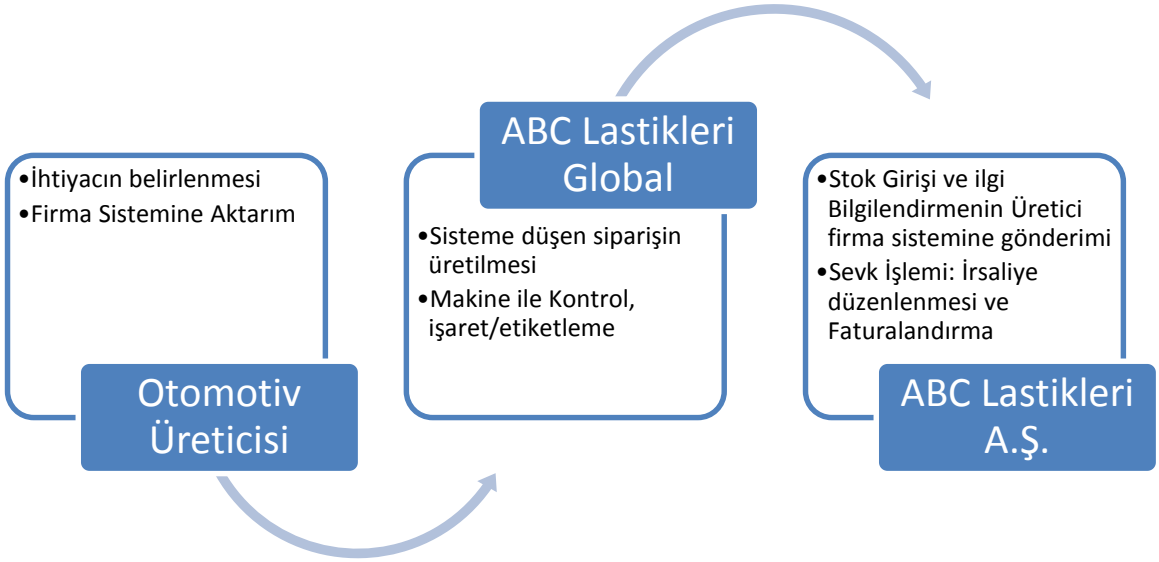
- Birden fazla bilişim Sistemin Kullanılması: ABC Lastikleri A.Ş.'nin birden fazla ve birbirleriyle yeterince iletişemeyen sistemler kullanması, firmanın tüm esnekliğini ortadan kaldırmaktadır. Firmanın sistemlerinin işlem bitişi sonrası data aktarımı yapabiliyor olması anlık veri aktarımını ortadan kaldırdığı gibi, müşterilere verilen bilgilerin sağlığını da sorgulanır hale getirmektedir.

- Alternatif Sistem Olarak Endüstri 4.0 ve Blockchain

M2M metodu ile önerdiğimiz bu modelde süreçlerdeki insan etmenini en azlayarak, süreçte ki insan kaynaklı hataları ortadan kaldırmayı hedefliyoruz. Böylelikle ABC Lastikleri A.Ş'nin süreçlerinde stok fazlası ve yok satma durumlarını ortadan kaldırarak daha efektif bir TZY oluşturmaya çalışacağız.

Mevcut yapıda dikkat edilmesi gereken husus, datanın enformasyon haline gelip, mamul ürünün otomotiv üreticilerine ulaşmasına kadar geçen her süreçte bir insan kullanıcının, dolayısıyla insan faktörünün yer almasıdır. Bu noktada önerimiz aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere insan faktörünü enformatik süreçten çıkartmak ve insan gücü kullanımını yükleme-boşaltma ve bunların kontrol kısımlarında sınırlandırmaktır.

Bunu sağlayabilmek için lastiğin üretim bandından çıkmadan önce Optik Karakter Tanıma (OCR) entegrasyonu ile etiketleme/işaretleme süreçlerini de yine otomatize edilmelidir. Ayrıca RFID etiketlemesi ile lastiğin kimliğinin kesinlik kazanması sağlanmalıdır. Böylelikle etiketlemeden kaynaklı problemleri en azlamak suretiyle 14.000 adet iadenin önüne geçilebilecektir. Lastikler sadece dağıtım deposunda boşaltma esnasında ve yükleme esnasında insan eliyle kontrole tabi tutulacak olması sebebiyle zaman, depo alanı ve personeli daha efektif olarak kullanılmış olacaktır. Aynı zamanda da eksiksiz, zamanında ve istenilen düzeyde mal temin etmek suretiyle de müşteri memnuniyeti arttırılacaktır.



Şekil 4.1: Önerilen Modelde İş Akış Şeması

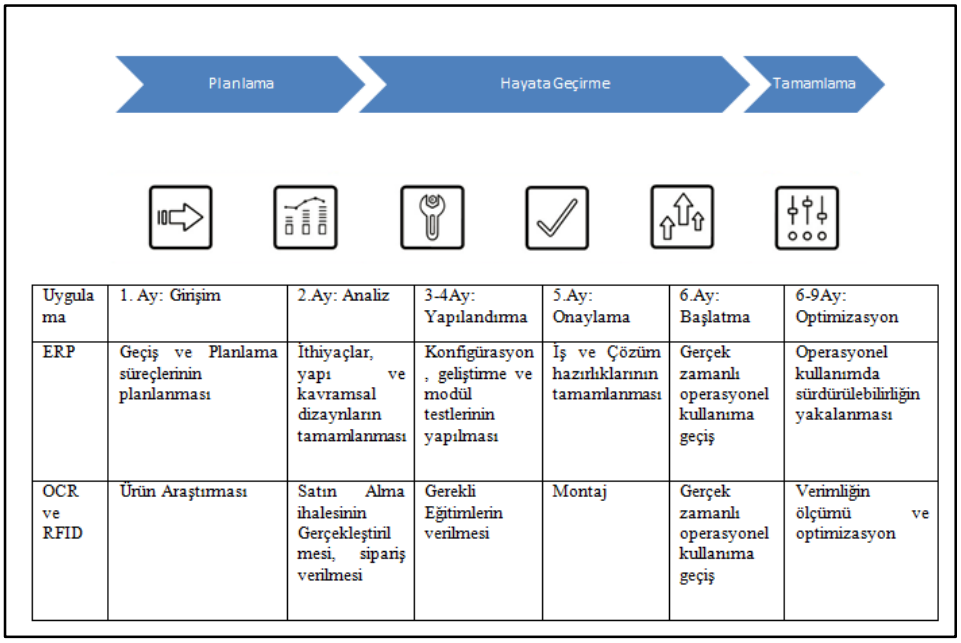
Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus, portalların, sipariş öngörüsü gibi kavramların insan kontrolünde olmayışıdır. Ayrıca ABC lastikleri global olarak otomativ üreticileri ile tam entegrasyon sağlanacağı için otomotiv üreticisi müşteriler ABC Lastikleri A.Ş.'nin stoklarına anlık olarak ulaşabilir hale gelmesi sebebiyle anlık üretim artış ve düşüşünde alınacak aksiyonları dengeleyebilir hale gelecektir. Yine aynı şekilde ABC Lastikleri A.Ş. de otomotiv üreticisi firmaların anlık üretim durumlarını değerlendirmeye alarak ihtiyaçların hesaplamasını yapmak suretiyle daha adaptif bir yapıya kavuşabilecektir.

Bu noktada öngörülen eylem takvimi Şekil 4.2'de verilmiştir. Ortalama 6-9 aylık bir uygulama takvimi öngörülmüştür. Bu süre içerisinde oluşacak maliyetler ise aşağıdaki gibidir. Bir senelik lisans ücreti dahil toplam 2.279.000,00 EUR'luk bir maliyet öngörmekteyiz. Ayrıca beş yüz kullanıcı için senelik 300.000,00 EUR lisans ve 29.000,00 EUR'luk RFID maliyeti olacaktır. Yapacağımız yatırım ile 662.461,36 EUR'luk bir maliyet avantajı sağlamayı öngörüyoruz. Bu noktada yapacağımız yatırımın lisanslama ve RFID sarf malzeme maliyeti hariç sabit maliyeti olan 1.950.000,00 EUR'luk kısmını, iki yıl onbir ayda kendisini geri ödeyeceğini görüyoruz. Önderdiğimiz uygulama ile

yaratılan maliyet avantajının lisanslama ve RFID sarf maliyeti dahil beş yıl onbir aylık sürede kendisini geri ödeyeceğini öngörüyoruz.

Tablo 4.1: Öngörülen Model İmplementasyon Masrafları

Maliyet Kalemi	Maliyet (EUR)
ERP (Eğitim, Kurulum, Danışmanlıl, Optimizasyon)	1.500.000,00
Lisans (Kullanıcı Başı 50,00 EUR/AY-500 kullanıcı)	300.000,00 (yıllık)
Optik Karakter Okuyucu & RFID	450.000,00
RFID Etiketi (1.450.000 Adet Lastik İçin) 0,02 EUR Birim Fiyattan	29.000,00
Toplam	**2.429.000,00**



Uygulama	1. Ay: Girişim	2.Ay: Analiz	3-4Ay: Yapılandırma	5.Ay: Onaylama	6.Ay: Başlatma	6-9Ay: Optimizasyon
ERP	Geçiş ve Planlama süreçlerinin planlanması	İthiyaçlar, yapı ve kavramsal dizaynların tamamlanması	Konfigürasyon, geliştirme ve modül testlerinin yapılması	İş ve Çözüm hazırlıklarının tamamlanması	Gerçek zamanlı operasyonel kullanıma geçiş	Operasyonel kullanımda sürdürülebilirliğin yakalanması
OCR ve RFID	Ürün Araştırması	Satın Alma ihalesinin Gerçekleştirilmesi, sipariş verilmesi	Gerekli Eğitimlerin verilmesi	Montaj	Gerçek zamanlı operasyonel kullanıma geçiş	Verimliğin ölçümü ve optimizasyon

Şekil 4.2: Önerilen Uygulamaların İmplementasyon Takvimi

Bu noktada çözüm olarak sunmakta olduğumuz Endüstri 4.0 uygulamasının daha sağlıklı ve ekonomik bir akış sağlanacağını öngörülmekle birlikte daha ekonomik olma noktasında, yatırımın kendisini yıllık ödenilecek olan lisanslama ücreti ve RFID sarf malzeme maliyeti hariç kendisini üç yılın altında ödemesi yatırımın ne denli makul olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tez çalışmasındaki karşılaşılan kısıtlamaların ilerleyen yıllarda kalkacağı düşünüldüğünden dolayı bundan sonraki akademik çalışmalar için de öncü olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Entegre Lojistik Yönetimi Ders Notları Dr. Öğr. Üyesi Küçük, Burak 2018

Tedarik Zinciri Yönetimi Ders Notları Prof. Dr. Tanyaş, Mehmet 2017

Long, Douglas, Uluslararası Lojistik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat Nobel, Sf. 5-57

Blanchard, David, Tedarik Zinciri Yönetimi En İyi Uygulamalar Çeviri: Tanyaş Mehmet, Düzgün Murat Nobel, Sf.6-54

"Bir Çağ Kapanıyor Endüstri 4.0 ile Yeni-Bir Çağ Başlıyor." www.iot.gen.tr. (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Fevzioğlu Büyüközkan, Gülçin, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilişim Sistemleri Ders Notları, 2015 Sf.1-27

"Endüstri 4.0 Faydaları" http://www.prowmes.com/blog/endustri-4-0-faydalari/ (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

"Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies 2018". https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/ (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Abbott, D. (2014). Applied Predictive Analytics: Principles and Techniques for the Professional Data Analyst. Wiley, New York.

Accenture, 2016, Accenture Debuts Prototype of 'Editable' Blockchain for Enterprise and Permissioned Systems, https://newsroom.accenture.com/news/accenture-debuts-prototype-of-editable-blockchain-for-enterprise-and-permissioned-systems.htm. (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Akben, İ. (2017). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Tedarik Zincirine Etkiler. International Journal of Academic Value Studies (Javstudies), 3(10), 20-35.

Akbulut, U. (2011). "Sanayi Devrimleri Dünya Gidişini Değiştirdi", http://www.uralakbulut.com.tr. (Erişim tarihi: 16.07.2019).

Aksoy, E. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s. 7-8, Ocak 2018•

Almada-Lobo, F. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). Journal of Innovation Management, 3(4), 16-21.

Ang, C.L. (1987). Technical planning of factory data communications systems. Comput. Ind. 9, 93–105.

Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. RFiD Journal, 22(7), 97-114.

Atzori, L., Iera, A. ve Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. Computer networks, 54(15), 2787-2805.

Atzori, L., Iera, A., ve Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey, Computer Networks.54 (15), 2787-2805.

Ayvaz, Z. R., Kırbaşlar, F.G. ve Güneş, Z. Ö. (2010). “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimya Öğretiminde B de Materyali Kullanımına İlişkin Düşünceleri”, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı 14 (2), 1-18.

Bagheri, B., Yang, S., Kao, H. ve Lee, J. (2017). Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment. IFAC-PapersOnLine”, 48(3), 1622-1627.

Bujak, A. (2018). The Development of Telematics in the Context of the Concepts of “Industry 4.0” and “Logistics 4.0”. In International Conference on Transport Systems Telematics (pp. 509-524). Springer, Cham.

Bulut, E. (2017). “Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi” ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi (ASSAM - UHAD) Sayı: 7 Yıl: 2017

Buxmann, P., Hess, T., ve Ruggaber, R. (2009). Internet of Services. Business & Information System Engineering, 5, 341-342.

Cognizant, (2016). Blockchain in Banking : A Measured Approach, https://www.cognizant.com/whitepapers/Blockchain-in-Banking-A-Measured-Approach-codex1809.pdf(Erişim Tarihi: 05.07.2019)

Cohen, B. (2016). ISO May Propose Certified Standards for Blockchains and Distributed Ledgers, Bitcoin Magazine, https://bitcoinmagazine.com/articles/iso-may-propose-certified-standards-for-blockchains-and-distributed-ledgers-1464189647 (Erişim Tarihi: 05.07.2019)

Cormen, T. H., Leiserson, J. E., Rivest, R. L., Stein, C. (2009). Introduction to Algorithms, (3. Baskı), MIT Press, A.B.D.

Çeliktaş, M. S., Sonlu, G., Özgel, S. ve Atalay, Y. (2015). “Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası”, Endüstri ve Mühendislik Dergisi, 54(662) s.24-34

Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J., ve Sarli, M. (2012). Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. Computers and Chemical Engineering, 47, 145-156.

Deloitte, (2015). Blockchain Distrupting the Financial Services Industry https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/FinancialServices/IE_Cons_Blockchain_1015.pdf (Erişim Tarihi: 01.07.2019)

Develioğlu, Halit. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s. 10-11, Ocak 2018•

Dombrowsi, U., ve T. Wagner, (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. Variety Management in Manufacturing. Proceedia CIRP. 17, 100-105.

Duran, Murat. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s. 6-7, Ocak 2018•

Elbeylioğlu, E. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s. 8-9, Ocak 2018•

Evans, C. W. (2015). Bitcoin in Islamic Banking and Finance, Journal of Islamic Banking and Finance, 3(1), 1-11.

Everis Next, (2016). 17 Blockchain Disruptive Use Cases, https://everisnext.com/2016/05/31/17-blockchain-disruptive-use-cases/ (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Fidan, O. B. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s.11-12, Ocak 2018

Foresight. (2013). The future of manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK. London: The Government Office for Science.

Forman, G. H., & Zahorjan, J. (1994). The challenges of mobile computing. Computer, 27(4), 38-47.

Fuqaha A., M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications", IEEE Communication Survey&Tutorials, vol. 17 (4), 2347-2376 ,2015.)

Giannetti, C., & Ransing, R. S. (2016). Risk based uncertainty quantification to improve robustness of manufacturing operations. Computers & Industrial Engineering, 101, 70-80.

Giannetti, C., ve Ransing, R. S. (2016). Risk based uncertainty quantification to improve robustness of manufacturing operations. Computers & Industrial Engineering, 101, 70-80.

Güneş M. ve M. Sayar (2015). "Akıllı İş Süreç Yönetimi (iBPM) ve Sağlık Seköründe Bir Uygulama". 15th Production Research Symposium, Izmir, 14-16 Ekim 2015, Proceedings: 561-570

H. B. Bumin Doyduk ve C. Tiftik (2017). "Nesnelerin İnterneti: Kapsamı, Gelecek Yönelimi ve İş Fırsatları" Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi ,2017, 52 (3) :127-147

Hermann, M., Pentek, T., ve Otto, B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Technische Universität Dortmund.

Hofmann, E. ve M.Rüsch, (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Computers in Industry, 89, 23-34.

ITU (2005). The internet of things. ITU Internet Reports. https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf (Erişim Tarihi: 02.07.2019).

Kagermann , H., Wahlster , W., ve Helbig , J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf. (Erişim Tarihi: 09.07.2019).

Kar, I. (2016). General Blockchain, The latest customers for the technology behind bitcoin are NATO and the US military, Quartz, http://qz.com/681580/the-latest-customers-for-the-technology-behind-bitcoin-are-nato-and-the-us-military/

Koseleva, N., ve Ropaite, G. (2016). Big Data in Building Energy Efficiency: Understanding of Big Data and Main Challenges. Procedia Engineering, 172, 544-549.

Köroğlu, O. (2012). En yaygın iletişim ortamında artırılmış gerçeklik uygulamaları, Türkiye'de 17. Internet Konferansı. http://inet-tr.org.tr/inetconf17/bildiri/14.pdf (Erişim Tarihi: 13.07.2019)

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 6(4), 239-242

Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. Journal of Industrial Information Integration, 6, 1-10.

M. Sayar ve H. Yüksel (2018). "Endüstri 4.0 ve Türkiye Kamu Sektöründe Endüstri 4.0 Dönüşümü" Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi (Online). Cilt 10, Sayı 2, 2018.

Mckinsey (2015). "Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector." https://www.mckinsey.com (Erişim Tarihi: 14.07.2019).

Mell , P., ve Grance , T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg: NIST Special Publication.

Miller, B., ve Dale, R. C. (2012). A Survey of SCADA and Critical Infrastructure Incidents. Conference on Information Technology Education, Canada: http://sigite2012.sigite.org/wp-content/uploads/2012/08/session17-paper01.pdf. (Erişim Tarihi: 05.07.2019)

Modayil, J., ve Kuipers, B. (2008). The initial development of object knowledge by a learning robot, 56 (11), 879-890.

Nakamoto, Si. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, https://bitcoin.org/bitcoin.pdf 2008.

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction, Princeton University, New Jersey.

Pisching, M. A., Junqueira, F., Santos Filho, D. J., & Miyagi, P. E. (2015). Service composition in the cloud-based manufacturing focused on the industry 4.0. In Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems (pp. 65-72). Springer, Cham.

Pisching, M. A., Junqueira, F., Santos Filho, D. J., & Miyagi, P. E. (2015). Service composition in the cloud-based manufacturing focused on the industry 4.0. In Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems (pp. 65-72). Springer, Cham.

Prause, G. (2015). Sustainable business models and structures for Industry 4.0. Journal of Security & Sustainability Issues, 5(2).

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

Rozenfeld, M. (2016). Getting Linked to the Blockchain. http://theinstitute.ieee.org/technology-topics/computing/getting-linked-to-the-blockchain.

Schlaepfer, R. C., Koch, M., & Merkhofer, P. (2015). Industry 4.0 challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Deloitte, Zurique.

Schmidt, R. & Möhring, M. (2013). Strategic alignment of cloud-based architectures for big data. In: Proceedings of the 17th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW), pp. 136–143. Vancouver, Canada.

Schmidt, R. (2013). Industrie 4.0 - revolution oder evolution. Wirtsch. Ostwürtt, 4–7.

Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A. R., & Prote, J. P. (2014). Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0. Procedia CIRP, 19, 51-56.

Schwab K. (2016). "Dördüncü Sanayi Devrimi", Çev. Zülfü Dicleli, İstanbul: Optimist Yayıncılık

T. Ercan, M. Kutay (2016). "Endüstride Nesnelerin Interneti (IoT) Uygulamaları" Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. Sayı 16, s.599-607.

Thames, L., ve Schaefer, D. (2016). Software-defined cloud manufacturing for industry 4.0. Procedia CIRP, 52, 12-17.

TÜSİAD ve Deloitte. (2018). "Blokzincir Potansiyelinin Keşfi" 2018 Yılı Türkiye Blokzincir Araştırması. s. 15.

TÜSİAD. (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi", Yayın no; TÜSİAD-T/2016-03/576. http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf (Erişim Tarihi: 11.07.2019)

Ünsal E. ve Ö. Kocaoğlu (2018). "Blok Zinciri Teknolojisi: Kullanım Alanları, Açık Noktaları ve Gelecek Beklentileri" Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 13, s. 54-64, Ağustos 2018.

VisionMobile (2015). IoT report. http://www.visionmobile.com/reports/ (Erişim Tarihi: 05.07.2019)

WEF (2015). "Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact",

Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. Ifac-Papersonline, 48(3), 579-584.

Wikipedia, 2018, Satoshi Nakamoto, Wikimedia Foundation, https://en.wikipedia.org/wiki/Satoshi_Nakamoto. (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Wortmann, F. ve K Flüchter,. (2015). Internet of things. Business & Information Systems Engineering, 57(3), 221-224.

Yamak, O. (2018). "Blockchain Teknolojisi" Cyberspot Dergisi. Sayı: 12, s. 5-6, Ocak 2018•

Yapay Zeka https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_zek%C3%A2#Tan.C-4.B1m (Erişim Tarihi: 04.07.2019)

Zamfirescu, C. B., Pirvu, B. C., Loskyll, M., & Zuehlke, D. (2014). Do not cancel my race with cyber-physical systems. IFAC Proceedings Volumes, 47(3), 4346-4351.

Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., ve Liu, Y. (2012). Cloud manufacturing: A new manufacturing paradigm. Enterprise Information Systems 8 (2), 167-187.