

T.C  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ ÜRETİM SÜREÇLERİNE  
ETKİSİ: BOSCH SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ  
ÖRNEĞİ

İŞLETME ANABİLİM DALI  
İŞLETME BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan  
Hüseyin Can BARUTCU

Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Ebru NERGİZ

İSTANBUL  
2019



## TEZ TANITIM FORMU

- YAZAR ADI SOYADI** : Hüseyin Can BARUTCU
- TEZİN DİLİ** : Türkçe
- TEZİN ADI** : Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği
- ENSTİTÜ** : İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- ANABİLİM DALI** : İşletme
- TEZİN TÜRÜ** : Yüksek Lisans
- TEZİN TARİHİ** : 15.02.2019
- SAYFA SAYISI** : 117
- TEZ DANIŞMANLARI** : Doç.Dr. Ebru NERGİZ
- DİZİN TERİMLERİ** : Endüstri 4.0, Üretim Yönetimi, Üretim Süreçleri, Sanayi Devrimleri
- TÜRKÇE ÖZET** : Teknolojik alanda yapılan birçok inovasyon ilk olarak üretim süreçlerinde kullanılmakta ve bu süreçlerin iyileştirilmesi, üretim kalitesinin artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve sürdürülebilirlik adına önem arz etmektedir. Henüz çok yeni bir kavram olmasına rağmen Endüstri 4.0 uygulamaları giderek yaygınlaşmakta ve özellikle üretim süreçlerinde etkilerini göstermeye başlamaktadır.
- DAĞITIM LİSTESİ** : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsüne  
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

*Hüseyin Can BARUTCU*

T.C  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ ÜRETİM SÜREÇLERİNE  
ETKİSİ: BOSCH SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ  
ÖRNEĞİ

İŞLETME ANABİLİM DALI  
İŞLETME BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan  
Hüseyin Can BARUTCU

Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Ebru NERGİZ

İSTANBUL  
2019

## BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının ederlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin/projenin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez/proje olarak sunulmadığını beyan ederim.

Hüseyin Can BARUTCU

... /... /2019



T.C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Hüseyin Can BARUTCU' nun, “Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkisi: Bosch Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi Örneği” adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

\_\_\_\_\_  
*Doç. Dr. Ebru NERGİZ*  
(Danışman)

Üye

\_\_\_\_\_  
*Dr. Öğr. Üyesi Hilal KILIÇ*

Üye

\_\_\_\_\_  
*Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÇELİK*

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

... / ... / 2019

*Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ*  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Tarih boyunca sanayi alanında pek çok gelişme yaşanmıştır. Sanayileşmenin başlamasından itibaren gelinen şu anki nokta Endüstri 4.0 olarak Dördüncü Sanayi Devrimini nitelemektedir. Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte endüstriyel kullanıma giren uygulamalar ve geliştirilen teknolojiler günümüzün sektörel ihtiyaçlarına çözümler üretmektedir.

Teknolojik alanda yapılan birçok inovasyon ilk olarak üretim süreçlerinde kullanılmakta ve bu süreçlerin iyileştirilmesi, üretim kalitesinin artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve sürdürülebilirlik adına önem arz etmektedir. Henüz çok yeni bir kavram olmasına rağmen Endüstri 4.0 uygulamaları giderek yaygınlaşmakta ve özellikle üretim süreçlerinde etkilerini göstermeye başlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Endüstri 4.0 uygulamaları ve üretim süreçleri incelenmiş, Endüstri 4.0'ın öncü firmalarından olan Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketinde üretim süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 uygulamalarının etkileri ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, Üretim Yönetimi, Üretim Süreçleri, Sanayi Devrimleri

## SUMMARY

A lot of improvements have been made throughout history in the field of industry. Since industrialization has begun, this point has been reached characterises the Industrial Revolution as Industry 4.0. The applications and developed technologies, which have become industrial usage with Industry 4.0 concept, start to produce solutions for today's sectoral needs.

Most of the innovations in the field of technology firstly are used during the manufacturing process. It is crucial to improve these processes, to enrich production quality, to decrease production costs and for sustainability. Although it is a new concept, applications of Industry 4.0 become widespread and they started to show their effects especially on the manufacturing process.

In this study, applications of Industry 4.0 and the manufacturing process has been examined. And the effects of the applications of Industry 4.0 which are used for the manufacturing process in one of the pioneer company in Industry 4.0, Bosch Inc., pointed out.

**Keywords:** Industry 4.0, Production Management, Manufacturing Processes, Industrial Revolutions



## İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET	I
SUMMARY	II
İÇİNDEKİLER	III
KISALTMALAR	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
EKLER LİSTESİ	IX
ÖNSÖZ	X
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	2
ENDÜSTRİ 4.0	2
1.1 ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0	3
1.1.1 Birinci Endüstri Devrimi ve Makineleşme	3
1.1.1.1 Makineleşme ve Sonuçları	4
1.1.2 İkinci Endüstri Devrimi ve Elektrğin Kullanımı	5
1.1.3 Üçüncü Endüstri Devrimi	8
1.1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Makineler	10
1.2 ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL KAVRAMLARI	12
1.2.1 Siber Fiziksel Sistemler	13
1.2.2 Nesnelerin İnterneti	14
1.2.3 Bulut Bilişim	17
1.2.4 Yatay Dikey Entegrasyon	19
1.2.5 Akıllı Robotlar	21
1.2.6 Büyük Veri	24
1.2.7 Üç Boyutlu Yazıcılar ( 3D / 3 Dimensional Printers)	27
1.2.8 Akıllı Fabrikalar	29
1.2.9 Siber Güvenlik	30
1.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	32
1.4 DÜNYA'DA ENDÜSTRİ 4.0	33
1.4.1 Dünyadan Örnekler	34
1.5 TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0	36
1.5.1 Endüstri 4.0'da Türkiye'nin Durumu	36
1.5.2 Türkiye'deki Endüstri 4.0'ın Önemi	37

<b>İKİNCİ BÖLÜM</b>	38
<b>ÜRETİM YÖNETİMİ</b>	38
2.1 ÜRETİM YÖNETİMİ KAVRAMI	38
2.2 ÜRETİM YÖNETİMİNİN AMACI	39
2.3 GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÜRETİM YÖNETİMİ	40
2.4 ÜRETİM YÖNETİMİNİN BİR ORGANİZASYONDAKİ YERİ VE DİĞER BİRİMLER İLE İLİŞKİSİ	43
2.5 ÜRETİM YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YAKLAŞIMLAR	44
2.5.1 Esnek Üretim Sistemi Yaklaşımı	45
2.5.2 Yalın Üretim Yaklaşımı	47
2.5.3 Toplam Kalite Yönetimi	49
2.5.4 Süreç Yönetimi	52
2.5.5 Altı Sigma (Six Sigma) Metodolojisi	53
2.5.6 Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP- Material Requirement Planing)	56
2.5.7 Tam Zamanında Üretim (Just In Time-JIT) Yaklaşımı	56
2.6 ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMLERİ VE SINIFLANDIRILMASI	59
2.6.1 Üretim Yöntemine Göre Sınıflandırılması	59
2.6.2 Mamul Cinsine Göre Sınıflandırılması	59
2.6.3 Üretim Miktarına Veya Akışına Göre Sınıflandırılması	60
2.7 ÜRÜN TASARIMI VE ÜRETİM SÜRECİ	61
2.7.1 Tasarım Süreci	61
2.7.2 Ürün Geliştirme	62
2.7.3 Ürün Yaşam Süreci	64
2.8 KAPASİTE PLANLAMASI	64
2.9 STOK YÖNETİMİ	65
2.10 ÜRETİM KAYNAK PLANLAMASI	66
2.11 TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	67
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>	71
<b>ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ BOSCH'TA ÜRETİM SÜREÇLERİNE ETKİLERİ</b>	71
3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI	71
3.2 LİTERATÜR TARAMASI	71
3.3 YÖNTEM	76
3.4 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	76
3.5 BOSCH SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	77
3.6 BOSCH'TA ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI	78

3.7	BOSCH'TA ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ ÜRETİM SÜREÇLERİNE ETKİLERİ	79
3.7.1	Üretim Yaklaşımı İçinde Endüstri 4.0 Uygulamalarının Yeri	79
3.7.2	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkileri	80
3.7.2.1	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zincirine Etkileri	80
3.7.2.2	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Sistemine Etkileri	81
3.7.2.3	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Kaynak Planlamasına ve Stok Yönetimine Etkileri	81
3.7.2.4	Süreç Yönetimine Etkileri	82
3.7.2.5	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Toplam Kalite Yönetimine Etkileri	82
3.7.3	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Başarıya Ulaşması İçin Gerekli Faktörler	83
3.7.4	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Avantajları Ve Dezavantajları	83
3.7.5	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Şirkette Yaşanılan Olumsuzlukların Çözümüne Katkısı	84
3.7.6	Endüstri 4.0 Uygulamalarının Geleceği	85
	<b>SONUÇ</b>	86
	<b>KAYNAKÇA</b>	90
	<b>EKLER</b>	-

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>3D</b>	:	3 BOYUTLU
<b>ABD</b>	:	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ
<b>ABS</b>	:	AKRILONONITRİL BÜTADİYEN STİREN
<b>ARGE</b>	:	ARAŞTIRMA GELİŞTİRME
<b>BCG</b>	:	BOSTON CONSULTING GROUP
<b>BPS</b>	:	BOSCH ÜRETİM SİSTEMLERİ
<b>INC</b>	:	ANONİM ŞİRKETİ
<b>IoT</b>	:	NESNELERİN İNTERNETİ
<b>ISO</b>	:	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
<b>JIT</b>	:	JUST IN TIME
<b>KOSGEB</b>	:	KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERİ GELİŞTİRME VE DESTEKLEME İDARESİ BAŞKANLIĞI
<b>M2M</b>	:	MAKİNE-MAKİNE
<b>MDA</b>	:	MOTION, TRANSMİSION, AUTOMOTION
<b>MİP</b>	:	MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI
<b>NASA</b>	:	ULUSAL HAVACILIK VE UZAY DAİRESİ
<b>PLA</b>	:	POLİAKTİK ASİT
<b>QCD</b>	:	KALİTE-MALİYET-TESLİMAT
<b>RFID</b>	:	RADYO FREKANS TANIMLAMA
<b>SAP</b>	:	SYSTEM ANALYSIS AND PROGRAM DEVELOPMENT
<b>SFS</b>	:	SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER
<b>TÜSİAD</b>	:	TÜRKİYE SANAYİCİLERİ VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ
<b>ÜKP</b>	:	ÜRETİM KAYNAK PLANLAMASI

## TABLÖLAR LİSTESİ

TABLO		SAYFA
TABLO-1	ÜRETİM YÖNETİMİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ	40
TABLO-2	SİGMA DÜZEYLERİNE ÖRNEK	55
TABLO-3	GELENEKSEL ÜRETİM-TAM ZAMANINDA ÜRETİM	57
TABLO-4	KLASİK TEDARİK ZİNCİRİNİN VE İNTERNET DESTEKLİ TEDARİK ZİNCİRİNİN FARKLILIKLARI	70



## ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL		SAYFA
ŞEKİL-1	İKİNCİ ENDÜSTRİ DEVRİMİ	7
ŞEKİL-2	ÜÇÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ İNAVASYON DALGASI	10
ŞEKİL-3	DÖRDÜNCÜ ENDÜSTRİ DEVRİMİ	13
ŞEKİL-4	SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER	14
ŞEKİL-5	IoT OLUŞUMU	16
ŞEKİL-6	YATAY DİKEY İNTEGRASYON	21
ŞEKİL-7	BİLGİ HİYERARŞİSİ	25
ŞEKİL-8	BÜYÜK VERİ (5V)	26
ŞEKİL-9	3D YAZICILAR ÜRETİM YÖNTEM VE MALZEMELERİ	28
ŞEKİL-10	AKILLI FABRİKALAR	30
ŞEKİL-11	SİBER GÜVENLİK YAŞAM DÖNGÜSÜ	31
ŞEKİL-12	ENDÜSTRİ 4.0 GOOGLE ARAMALARI	37
ŞEKİL-13	ÜRETİM SÜRECİ	38
ŞEKİL-14	ORGANİZASYON ŞEMASI ÖRNEĞİ	44
ŞEKİL-15	YALIN ÜRETİM TARİHİ	48
ŞEKİL-16	SÜREÇ TASARIMI	53
ŞEKİL-17	TASARIM SÜRECİ	62
ŞEKİL-18	STOK YÖNETİM SÜRECİ	66
ŞEKİL-19	TEDARİK ZİNCİRİ ÖRNEKLERİ	68

## EKLER LİSTESİ

**EK-A** YÜZYÜZE DERİNLEMESİNE MÜKALAT SORULARI



## ÖNSÖZ

Öncelik bu çalışmamda yaptığı öncülük ve destekçi yaklaşımları ile tüm bilgi ve birikimini bana aktaran danışmanım Sayın *Doç. Dr. Ebru NERGİZ*'e teşekkür etmek istiyorum.

Bu güne kadar hiçbir desteğini esirgemeyen, her anımda büyük özveriyle yanımda olan ve bana eğitim kavramının ne kadar değerli olduğunu öğreten sevgili eşim *Ebru İNAN BARUTCU*' ya, bana yaptığım ve yapacağım her çalışmada inanan, güvenen ve her daim desteklerini hissettiğim Annem *Serpil BARUTCU* ve Babam *Bülent BARUTCU*' ya, bana kardeşlikten daha fazlasını hissettiren *Zeynep Serpil BARUTCU*' ya ve diğer aile üyelerine şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmam sırasında verdikleri desteklerden dolayı bir teşekkürü de İGÜ Uluslararası Öğrenci Ofisindeki ve Uzaktan Eğitim Birimindeki tüm çalışma arkadaşlarıma iletirim.



## GİRİŞ

Sanayi kavramı yıllar boyunca içinde barındırdığı ögeler bakımından devamlı değişime ve dönüşüme uğramıştır. Diğer bir adıyla endüstri, yaşanan gelişmeler ışığında özellikle üretim yönetimi ve süreçleri açısından değişim göstermeye devam etmektedir. Ancak bu değişimler yalnızca üretim faaliyetleri ya da işletmenin diğer boyutlarını değil, toplumları demografik, kültürel ve ekonomik açıdan da etkilemiştir. Hatta bu değişimler devletlerin coğrafi sınırlarının dahi yeniden şekillenmesine sebebiyet vermiştir. Artarda yaşanan bu endüstriyel -hatta sosyolojik- değişimlerin ilk adımı 1700'lü yılların ortalarında İngiltere'de atılmış ve zamanla önce tüm Avrupa'da ve daha sonra tüm dünyaya yayılmıştır<sup>1</sup>.

Endüstriyel gelişmelerin şimdiki durağı olan Yeni Sanayi Devrimi diğer bir adıyla Endüstri 4.0'a gelene kadar, başta Büyük Britanya ve Birleşik Devletler olmak üzere tüm dünyada endüstriyelleşme başladıktan sonra üç büyük devrim yaşanmıştır. Bunlar sırasıyla Birinci Sanayi Devrimi – Buhar Çağı (Endüstri 1.0), İkinci Sanayi Devrimi – Elektrik Çağı (Endüstri 2.0) ve Üçüncü Sanayi Devrimi – Dijitalleşme Çağı (Endüstri 3.0) olarak adlandırılmaktadır. Yaşanan bu devrimlerin hem toplumsal açıdan hem de sanayi açısından büyük değişimlere yol açtığı görülmüştür. Günümüz sanayilerine miras bırakılan bu büyük çaplı gelişmeler, sanayide yeni ihtiyaçların doğması, üretim maliyetlerinin düşürülme gereksinimi ve öncelikle ülke bazlı rekabet gücünün artırılması adına yeni sanayi devrimini tetiklemiştir.

Henüz çok başında olunan Endüstri 4.0 yani Dördüncü Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkması da bu ihtiyaçların bir araya gelmesiyle olmuştur. Diğerlerine nazaran bu devrimsel gelişmede, insan gücünün minimize edilerek üretimde yüksek iletişim kabiliyeti olan, esnek üretime imkân tanıyan, ayarlanabilir otomon makinaların kullanımına geçilmeye başlanmıştır. Yüksek teknolojik makinaların kullanımı yüksek miktarlarda üretimin önüne geçmemiş aksine daha da kontrollü hale getirmiştir.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Nurten Sinem Pamuk ve Mehmet Soysal, "Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme", *Verimlilik Dergisi*, 2018, 41- 66, s.42.

<sup>2</sup> Fabian Schlötzer, The Dynamics Of The Digitalization And Its Implications For Companies' Future Enterprise Risk Management Systems And Organizational Structures, Copenhagen Business School, Kopenhag, 2015, s. 4 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**).

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0

Literatüre bakıldığında Endüstri 4.0 kavramıyla ilk olarak Almanya'nın Hannover kentinde Nisan 2011 tarihinde düzenlenen Messe Teknoloji Fuarında karşılaşılmaktadır. Bu fuarın amacı katılımcılara geliştirilmiş ya da yeni ortaya çıkmış sanayi teknolojilerini tanıtmaktır. Yeni sanayi devrimi olgusu nitel olarak ilk kez bu fuarda ortaya çıkmasına rağmen fuarın içeriği hali hazırda bazı Endüstri 4.0 kavramlarından oluşmaktaydı. Bu kavramlar Messe Fuarının içeriğini oluşturan ana başlıklar olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>3</sup>

- Sanayi Otomasyonları
- Hareket, Aktarım ve Otomasyon (MDA – Motion, Transmission, Automotion)
- Enerji
- Enerji Santralleri Teknolojileri
- Rüzgâr Gücü ile Üretim Teknolojileri
- Mobil Teknolojiler
- Dijital Fabrikalar
- Sıkıştırılmış Hava ve Vakum Teknolojileri
- Sanayi Tedariği
- Yüzey Teknolojileri
- Mikro-Nano Teknolojiler
- Araştırma ve Teknoloji

Görüldüğü üzere Endüstri 4.0 sanayi teknolojileri ve yenilikçi bir yaklaşımın içerisinde kendine yer bulmuş ve büyük yankı uyandırmıştır. Bu fuarda adının duyurulmasından sonra Endüstri 4.0 bir çalışma grubu oluşturularak Almanya Devlet makamlarına sunulmuş ve resmen kabulüyle Almanya Devleti'nin sanayide atacağı yeni adımlar arasında yer alan resmi projelerinden biri haline gelmiştir.

Bu yeni sanayi devrimi, yeni nesil esnek üretim, dönüştürülebilir fabrikalar, müşteri odaklı çözümler, optimize edilmiş lojistik ağları, veri kullanımı ve yenilenebilir kaynakların kullanımı gibi konuları kapsamaktadır. Endüstri 4.0 Platformu (Platform Industrie 4.0) Endüstri 4.0'ı bilgi ve iletişim teknolojilerinin desteğiyle kullanılan endüstriye yönelik akıllı makine ve süreçler olarak tanımlamıştır.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Hannover Messe 2011 Fuar Broşürü, <https://www.pbkik.hu/download.php?id=11935> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

<sup>4</sup> Platform Industrie 4.0, Was ist Industrie 4.0?, <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

Bununla beraber Almanya Federal Hükümeti, Endüstri 4.0'ı Siber Fiziksel Sistemlerle desteklenen özellikle üretim ve lojistik sistemlerinin, otomatik bilgi alışverişine olanak veren otomasyonun yüksek düzeylerde olduğu ve mevcut bilgi ve iletişim ağlarının yoğun bir şekilde kullanıldığı bir yapı olarak tanımlamıştır.<sup>5</sup>

Ortaya çıkışından itibaren birçok mecrada yer bulan diğer bir adıyla 4. Sanayi Devrimi birbirinden çok farklı olmayan tanımlarla anılmaktadır. Endüstri 4.0 sanayi devrimlerinin günümüzde geldiği nokta olarak da açıklanabilir. İncelenen her sanayi devrimlerinde de görülebileceği gibi her sanayi devrimi kendi içerisinde farklı yapılar almış ancak çıkış noktaları daima bilimsel ve teknolojik gelişmeler olmuştur. Ayrıca bu sanayi devriminin de sosyo-politik, ekonomik ve iş süreçleri bakımından birçok sonucu olacağı açıktır. Bu gün gelinen noktaya hangi süreçlerden geçilerek ulaşıldığı Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0 başlığında kapsamlı bir biçimde incelenmiştir.

## **1.1 ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE ENDÜSTRİ 4.0**

Tarih boyunca endüstri alanında pek çok gelişme yaşanmıştır. Sanayileşmenin başlaması 1700'lü yılların ortalarına denk gelmektedir. Bu tarihten başlanarak çeşitli evrelerden geçen sanayileşme günümüzde Endüstri 4.0 halini almıştır. Sanayi kavramının tarihsel gelişimi aşağıda incelenmiştir.

### **1.1.1 Birinci Endüstri Devrimi ve Makineleşme**

Üretimsel anlamda gerçekleştirilen ilk devrim tarım alanında yaşanmıştır. Göçebe yaşamdan yerleşik yaşama geçen toplumların tarımsal üretime başlamasıyla ilk sosyal köklü değişiklik yaşanmıştır. Bu dönüşümden sonra yaşanan ilk endüstriyel devrim 1750-1890 seneleri arasında yaşanan ve "Buhar Çağı" olarak adlandırılan Birinci Endüstri Devrimidir. Bu döneme buhar çağı denmesinin nedeni ise James Watt'ın icad ettiği buhar makinesinin üretime yeni bir yön kazandırmasıdır. Bu dönemde dokuma sanayi ve metalürjide geniş çaplı gelişmeler yaşanmış, çelik üretiminin artması ile gemicilik ve demiryolları sanayisi gelişen sektörler arasında yer almıştır.<sup>6</sup>

Genel olarak ekonomi alanında çalışmalar yapan tarihçiler, yaşanan bu sektörel bazlı yükselişleri, yeni buluş ve icatlardaki hızlı artışı, buharın biyolojik bir enerji kaynağı olarak kullanılmasını, fabrika düzenine geçilmesini esas değerlendirme

<sup>5</sup> Saurabh Vaidya vd., Industry 4.0 – A Glimpse, *Procedia Manufacturing*, 2017,233 - 238 s. 234

<sup>6</sup> Ela Bulut ve Taner Akçacı,"Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi", *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 2017, 50-72, s. 52

ölçütü olarak incelemiş ve kısa sürede büyük oranda ekonomik ve toplumsal bir değişim yaşandığını, bu değişimin bir devrim olduğunu değerlendirmektedirler. Ayrıca, bu devrim 18. yüzyılın ortalarından başlayarak günümüze kadar gelen ve hali hazırda devam eden durmaksızın büyüme ve üretme sürecinin de başlangıcı konumundadır<sup>7</sup>.

Endüstriyel tarihin başlangıcı olarak kabul edilen bu gelişmeler, toplumların sınırlarını ticari anlamda aşmaları konusunda yeni yolların oluşturmalarının önünü açmıştır. Demiryollarının hızla gelişmesi, yük taşımacılığının kolaylaşmasını ve hızla yayılmasını sağlamıştır. Bununla beraber, yatırımcıların ve girişimcilerin buldukları bölgeler dışında birçok iş yapmasına da yardımcı olmuştur. Sanayi devrimi, tüm dünyada bütüncül bir etki yaratmıştır. Sadece bir alanda yoğunlaşan gelişmeler yaşanmamış, her alanda köklü değişimler ile karşılaşmıştır. Toplumların yapıları değişmiş, üretim modelleri farklılaşmış, uluslararası ticaret alanları açılmış, yeni meslek grupları ortaya çıkmıştır.

Birinci Sanayi devrimi olarak adlandırılan bu süreç akademik ve endüstriyel literatürde Endüstri 1.0 olarak da anılmaktadır.

#### 1.1.1.1 Makineleşme ve Sonuçları

Bu devrimin en belirgin etkileri başında hızla artan üretim miktarları gelmektedir. Bu artışı tetikleyen faktör makineleşmedir. Buhar makinalarının kullanımı, demiryolu taşımacılığını ve tekstil üretimindeki artışı tetiklemiştir. Ancak buhar makineleri sadece bu iki alanı değil ayrıca ulaşım, bankacılık ve iletişim alanlarında da büyük yeniliklere yol açmıştır. Devrimle beraber, halkların hayat standartları ve yaşam kalitesi yükselmiştir fakat üretimdeki artış nedeniyle yoğun ve uzun mesai saatlerine ve ağır çalışma şartlarına neden olmuştur. Böylece fakir ve çok çalışan işçi sınıfları oluşmuştur<sup>8</sup>.

P.M. Deane'e göre bu sanayi devrimi meydana geldiği her ülkede aynı forumu almamıştır. Ancak, ekonomik organizasyonların yönetiminde ve karakteristik özelliklerinde gözle görülür değişiklikler meydana gelmiştir. Genel bir bakış açısıyla Deane bu değişiklikleri şu şekilde sıralamıştır<sup>9</sup> ;

<sup>7</sup> Nuri Erkin Başer, I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2011, s. 278 (**Yayımlanmış Doktora Tezi**)

<sup>8</sup> Ogan Özdoğan, **Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları**, Pusula 20 Teknolojik ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 2017, s.3-4.

<sup>9</sup> Phyllis Mary Deane, **The First Industrial Revolution**, Cambridge University Press, Cambridge, 1980, s. 1-19.

- Modern bilimin ve deneysel yöntemlerin üretim süreçlerinde belirgin bir şekilde uygulanması
- Dar kapsamlı kullanımdan ziyade, ulusal ve uluslararası pazar için üretim anlayışının faaliyete geçirilmesi
- Kırsal bölgelerden kente göç hareketi
- Üretim birimlerinin genişlemesine dayalı olarak şirketlerin aile yapılarından çıkarak kurumsallaşması ya da kamu kuruluşları haline dönüşmesi
- Salt insan emeğinin yerine, bu emeği tamamlayacak sermaye kaynaklarının yoğun şekilde kullanılması
- Yeni sosyal ve mesleki sınıfların ortaya çıkışı
- Temel üretim ile ilgili faaliyetlerden işlenmiş mal ve hizmet üretimine geçiş.

Ayrıca bu devrimin yarattığı beşeri bir etki de söz konusu olmuştur. Devrimin başladığı yıllardan önce yani 1700'lü yıllarında başında dünya nüfusu yaklaşık olarak 700 milyon olarak hesaplanmıştır. Endüstri devriminin başlamasıyla tıp ve sağlık alanlarında yaşanan gelişmeler ile beraber salgın hastalıklara çare bulunması, ilk yardım gibi konularda ilerleme kaydedilmesi ve ilaç sektörünün gelişmesi, yüz sene gibi demografik açıdan kısa sayılabilecek bir zaman diliminde insan nüfusunun yüzde yüzden fazla bir artış göstermesine etki etmiştir. Bu artış ile beraber dünya nüfusu 1927 yılında 2 milyar civarına ulaşmıştır. Sektörler ve toplumlar büyüyen yapılarının yanında, ihtiyaç olunan şeyi daha hızlı üretmekle kalmamış daha iyilerini üretmeye başlamıştır<sup>10</sup>.

Tüm bunlar göz önüne alındığında Endüstri 1.0'ın etkileri her alanın, her kalemin büyümesi olarak tanımlanabilir. Gelişen sanayiler insan nüfusunun hızlı artışına yol açmış ve bu nüfusla beraber büyüyen talep doğrultusunda sanayi daha büyük üretim miktarlarına ulaşarak ve daha iyi ürünler ortaya koyarak bu taleplere cevap vermiştir.

### **1.1.2 İkinci Endüstri Devrimi ve Elektrikliğin Kullanımı**

20. yüzyılın başlarında endüstriyel alanda yenilenme ihtiyacı doğmuştur. Fosil yakıtların öneminin artması, taşımacılık alanlarının iyiden iyiye gelişmesi, haberleşme alanında yaşanan büyük yenilikler ve elektrik kullanımı, sanayiye yeni bir ivme kazandırmıştır. Bir çok kaynağa göre değişmekle birlikte, İkinci Sanayi devrimi için genel olarak kabul edilen tarih aralığı 1870-1914 yılları arasındadır. Ancak bazı

<sup>10</sup> Eric Mclamb, "Endüstri Devriminin Ekolojik Etkileri", 18 Eylül 2011, <http://www.ecology.com/2011/09/18/ecological-impact-industrial-revolution/> (Erişim Tarihi: 13.05.2018)

kaynaklarda ikinci devrime yol açan çalışmaların 1850'li yıllarda başladığı belirtilmektedir.

Birinci Endüstri Devriminin etkileriyle birlikte İkinci Endüstri Devrimine geçiş döneminin yapı taşlarının başında, gelişen demiryollarının etkisiyle uzak pazarlara erişimin ve istenilen ürünlerin ulaştırılmasının kolaylaşması gösterilmektedir. Tüm bu gelişmeler ile birlikte kullanılmakta olan enerji kaynaklarının değişmesi ve gelişmekte olan teknolojiler ikinci endüstri devriminin temellerini oluşturmaktadır.<sup>11</sup>

Trenlerin üretimi ve demiryolları bu döneme kadar mevcut olmasına rağmen çeliğin geliştirilmesi -çeliğin güçlü yapısı sayesinde- daha dayanıklı yollar üretilmeye başlanmasına ve sektörde maliyetlerin azalmasına olanak sağlamıştır. Bu gelişmeler ışığında yeni seçenekler keşfedilmiştir. Petrolün kullanılması ve işlenmesiyle benzinle çalışan araçlar bu dönemde üretilmeye başlanmıştır. İçten yanmalı motorların üretimi de İkinci Endüstri devrimi dönemine denk gelmektedir.<sup>12</sup>

Bu dönemde ortaya çıkan en önemli gelişme üretim bantlarını ve makineleri çalıştıran fosil yakıtlı enerji kaynaklarının yerini elektriğin almasıdır. Elektrik enerjisi yüzyıllardan beri biliniyor olmasına karşın bu yeni döneme kadar genellikle aydınlatma amacıyla kullanılırken makineleri çalıştıracak bir enerji kaynağı olarak kullanılmamıştır. Uzun yıllar fosil yakıtların yerini elektrik enerjisinin almaması endüstrilerin çekimser tutumlarından kaynaklanmıştır. Elektrik enerjisinin yeni bir enerji türü olduğu ve henüz tam olarak güven duyulamayacağı konusunda neredeyse tüm endüstriler fikir birliği sağlamıştır. Ancak ilerleyen zamanla birlikte elektrik teknolojisi gelişmiş ve endüstrilerdeki bu fikrin değişimi hızlanmıştır. Bu sayede makinelerde ve üretim bantlarında elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmıştır. Böylece üretim süreçleri daha sistematik bir standarda dönüşmüştür. Örneğin, üretim bantları yarı otomatik nitelik kazanmış ve çalışanların ihtiyaca göre üretim bantlarını hızlandırıp yavaşlatmasına olanak sağlamıştır. Bu kontrol sisteminin petrol enerjisi kullanımında oluşturulması oldukça zor bir durum olarak saptanmaktadır.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Nurten Sinem Pamuk ve Mehmet Soysal, "Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme, *Verimlilik Dergisi*,2018, 41-66,s. 42.

<sup>12</sup> Ümit Çağlayan Arslan, "Sanayi Devrimi : Sonuçları ve Uluslararası Sisteme Yansımaları",25 Aralık 2017, [https://www.academia.edu/35814711/Sanayi\\_Devrimi\\_Sonu%C3%A7lar%C4%B1\\_ve\\_Uluslararası\\_Sisteme\\_Yans%C4%B1malar%C4%B1?auto=download](https://www.academia.edu/35814711/Sanayi_Devrimi_Sonu%C3%A7lar%C4%B1_ve_Uluslararası_Sisteme_Yans%C4%B1malar%C4%B1?auto=download) (Erişim Tarihi : 01.08.2018)

<sup>13</sup> Ömer Faruk Görçün, *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0* , Beta Basım Aş, 2017, s. 76.



**Şekil-1** İkinci Endüstri Devrimi

Birinci Sanayi Devrimi'nin etkileri demir ve buhar motoru teknolojileri üzerine ve tekstil sektöründe görülürken, İkinci Sanayi Devrimiyle çelik, demir yolu, petrol, kimya ve elektrik çerçevesinde daha fazla gelişme sağlanmıştır. Bununla birlikte, ilk kez kullanılan enerji kaynaklarının, bilimin ve teknik yeniliklerin kullanılmasıyla seri üretim yapan yüksek enerjili toplumların oluşturulması sağlanmıştır. İkinci Sanayi Devrimi aynı zamanda telgraf, telefon ve telsizler gibi iletişim sistemlerinin yaygınlaşmasıyla yeni bir bilgi çağının doğuşu olarak tanımlanabilmektedir.<sup>14</sup>

Ayrıca birçok bilim adamı ve araştırmacıya göre ikinci endüstri devriminin çıkış noktalarından biri olarak, bu devrime yön veren 1911 yılında Frederick W. Taylor tarafından yazılan Bilimsel Yönetimin İlkeleri (The Principles of Scientific Management) kitabıdır. Taylor, bir çelik fabrikasında çalıştığı sıralarda, yaptığı gözlemler sonucunda, kitabında organizasyonların optimum verimi elde edebilmek adına kaynakların en etkin seviyede kullanılmasını savunmuştur. Ayrıca Taylor kitabında iş yerindeki tüm görev ve fonksiyonların birbirinden sistemli ve keskin bir biçimde ayrılması gerektiğini, böylece düzenli ve verimli üretimin mümkün olacağını savunmuştur. Frederick W. Taylor'ın bu görüşleri yönetimin bilimsel çerçeve ile ele

<sup>14</sup> Fabian Schlötzer, Industry 4.0: The World of Smart Factories, Business, Language and Culture: Leadership and Management, Copenhagen Business School, 2015, s.2.( **Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

alınışının ilk örneği olarak kabul edilmektedir. Taylor, tekniker ve mühendis olarak çalışanların izlenecek yolu ve üretim formatını belirlemesini ve işçilerin bu yolu izleyerek üretim yapmasını önermektedir. Taylor'ın yönetime bilimsel yaklaşımı, literatürde “*Taylorizm*” olarak adlandırılmaktadır. Henri Fayol ise Frederick Taylor'ın küçük ölçekli şirketlerde yaptığı çalışmaların aksine daha büyük ve karmaşık organizasyonlarda çalışmalar yapmış ve yönetimde planlama, organizasyon, koordinasyon ve kontrol etme gibi fonksiyonların önemine vurgu yapmıştır. Taylor ve Fayol'un yaptığı bu çalışmalar, yeni çalışmalara ve yeni üretim süreçlerine ışık tutmuştur.<sup>15</sup>

Taylorizmi takip eden dönemde, İkinci Dünya Savaşı'nın başından 1970'lere kadar üretim yönetiminde yeni bir yaklaşım daha ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım Henry Ford'un otomobil üretiminde kullandığı seri üretim bantları olarak anılmaktadır. Literatürde sıkça “Fordizm” terimi olarak karşılaşılan kavram, seri üretimde Taylorizmin ilkelerini dönüştürerek üretim yolunu küçük parçalara bölmüş ve her makineyi sadece bir işi yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu şekilde işçilerin uzmanlaşmasına gerek kalmadan basit ve hızlı bir şekilde üretim yapılabilmiştir. Fordist üretim bantları ile aynı üründen çok miktarda ve tek tip üretilmesi hedeflenmiştir. Fordizm, ayrıca yapılan işin de standarda uygun biçimde yapılması amacıyla her işi bir makineye, her makineyi de bir işçiye vererek insan hatası payını en aza indirmeye çalışmıştır. Standartlaşmanın etkisiyle deneyimli işçi ve deneyimsiz işçi arasında fark ortadan kalkmış ve maliyetler düşürülmüştür. Ayrıca bantların hızı ayarlanabilir olduğundan ihtiyaca ve zaman göre üretim mümkün kılınmış ve bunun da maliyetleri düşürme konusunda etkisi olmuştur. Bunlarla beraber Fordizm akımı, sadece ürünü değil aynı zamanda emeği ve üretim sürecini de standartlaşmasını sağlamıştır.<sup>16</sup>

### 1.1.3 Üçüncü Endüstri Devrimi

İnsanlık tarihi üzerinde gerçekleşmiş olan birinci ve ikinci endüstri devrimlerinin oldukça büyük bir etkisi bulunmaktadır. Tanımlanmış olan her iki endüstri devriminde görülen ortak durum fosil yakıtlarından ortaya çıkarılan enerji kullanımı ve büyük ekonomik gelişmeler oluşturmalarıdır. Dünya üzerinde varlıklarını sürdüren devletler bu ekonomik değişimlere uyum sağlamak adına başta doğa olmak üzere insan gücünü ve elindeki kaynakları yüksek oranda kullanmıştır. Geçmiş yıllara bakıldığında kullanılmış olan kaynakların sınırlı olduğu rezervlerin tükenmesini ve üretimin

<sup>15</sup> Frederick Winslow Taylor, The Principles of Scientific Management, [http://strategy.sjsu.edu/www.stable/pdf/Taylor.%20F.%20W.%20\(1911\).%20New%20York.%20Harper%20&%20Brothers.pdf](http://strategy.sjsu.edu/www.stable/pdf/Taylor.%20F.%20W.%20(1911).%20New%20York.%20Harper%20&%20Brothers.pdf) (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

<sup>16</sup> Barış Öztuna, **Endüstri 4.0**, Gece Kitablığı Yayınları, Ankara, 2017, s. 30-31



bağlandığı kaynakların sürdürülebilir olmadığı görülmüştür. Fosil yakıtların kullanımıyla beraber artan küresel sıcaklığın yaşayan canlıların hayatlarını tehlikeye sokması sonucu çevre, insan ve doğaya olan duyarlılık artmıştır. Bu yaklaşımla beraber 1990'lı yılların ikinci yarısında endüstri tarihinde yeni bir devrim yaşadığı görülmektedir.

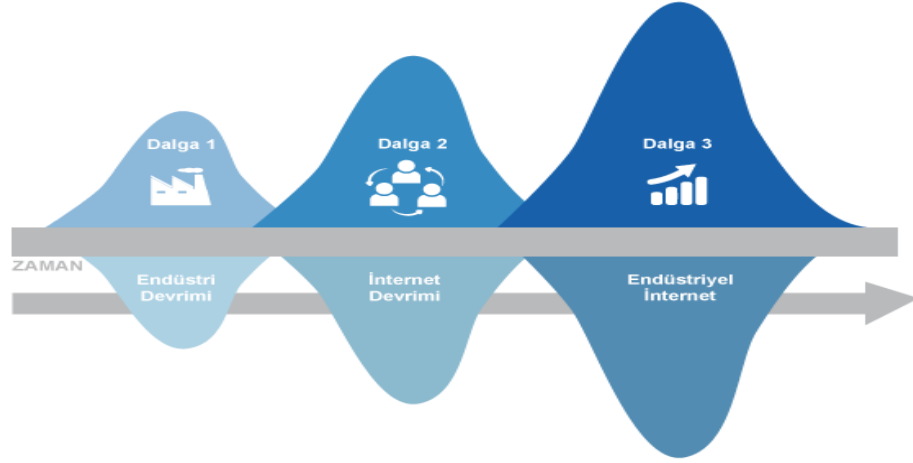
II. Dünya Savaşı sonrası Üçüncü Endüstri Devriminin temellerini oluşturan faktörler oluşmaya başlamıştır. Bilgisayarların hayata geçmesi, nükleer faaliyetler, genetik bilimi ve benzer konularda yenilikler meydana gelmiştir. Üçüncü Endüstri devriminin ana maddesini bilgi teknolojilerindeki hızlı gelişmeler oluşturmuştur. Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, bilişim sektöründeki artış ve internetin yaygınlaşması ile beraber çoğalarak, ürün üretiminde maliyet azaltılması yaklaşımına olanak tanımıştır. Daha sonraları Dijital Çağ olarak isimlendiren bu dönem belli sektörlerin ön plana çıktığı bir dönem haline gelmiştir.<sup>17</sup>

Üçüncü Endüstri Devriminin eş zamanlı olarak gelişmekte olan 5 bileşeni bulunmaktadır. Bunlar;<sup>18</sup>

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmesi,
- Tüm dünyadaki binaların mikro enerji santrallerine dönüştürülmesi ile kendi buldukları alanlarda yenilenebilir enerji toplayabilmesi,
- Binalarda ve altyapılarında hidrojen depolama teknolojilerin oluşturulması ile kesintili enerjilerin depolanmasının sağlanması,
- İnternet teknolojileri kullanılarak tüm dünyadaki enerji kaynaklarının internet gibi işlenmesiyle enerji paylaşan bir şebeke ağı oluşturulması,
- Ulaşım araçlarının yakıt hücreli ve elektrikli araçlarla değiştirilerek akıllı, kıtasal ve etkileşimli araçların kullanılmasıdır.

<sup>17</sup> A. Fazıl Özsoylu, "Endüstri 4.0", Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi, 2017, Cilt:21, 41-64, s.43

<sup>18</sup> Jeremy Rifkin, Üçüncü Sanayi Devrimi, İletişim Yayınları, 2011, s.58.



**Şekil-2** Üçüncü Endüstri Devrimi İnovasyon Dalgası

Üçüncü Endüstri Devrimi genel hatlarıyla ele alındığında bilgi sistemleri ile iletişim ve haberleşme alanlarında görünen büyük gelişmeler ve bu teknoloji sistemlerinin ve gelişmelerinin endüstrilerde etkin olarak kullanılmasına, aynı zamanda ulaşım sistemlerinin hızlanmasına etki etmiştir. Diğer taraftan hızla büyüyen teknolojik ve çevresel etkiler ile dünyada rekabet giderek artmış ve bu durum sürecin hızlanıp uygun metodoloji, programlama ve bilgi sistemlerinin kullanılmasıyla Endüstri 4.0 sürecinin başlamasına olanak sağlamıştır.<sup>19</sup>

#### 1.1.4 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Makineler

Birinci Sanayi Devrimi'nde su ve buhar gücünün kullanılmaya başlanması ile ortaya çıkan sanayileşme, İkinci Sanayi Devrimi'nde öncü olan elektrik gücü, mekanik-elektronik aletler ve Henry Ford'un üretim bantları devreye sokmasıyla ve Üçüncü Endüstri Devrimi'nde dijital çağın başlaması ile birlikte yepyeni üretim standartları oluşturarak günümüze kadar gelmiştir.

2000'li yılların başında giderek hız kazanan yüksek teknolojik gelişmeler ucuz üretim ile birlikte sanayi gücünün batıdan doğuya kaymasına sebebiyet vermiştir. Çin ve Hindistan gibi ucuz iş gücü ve ham maddeyi sağlayabilen ülkeler endüstriyel anlamda söz sahibi olmaya başlamıştır. Buna karşın sanayileşme sahnesinde yerini diğer büyük ülkelere göre daha geç alan Almanya gelecekte yaşayabileceği sorunlara önlem almak adına dünyanın en büyük sanayi fuarlarından biri olan Hannover Messe 2011 Fuarı'nda ilk defa Endüstri 4.0 yani Yeni Sanayi devrimini açıklamıştır. Daha sonra 2013 yılında Almanya hükümet bazında yeni sanayi devrimine adaptasyon sürecini kapsayan bir eylem planı hazırlayarak dünyaya duyurmuştur. Geleneksel

<sup>19</sup> Ömer Faruk Görçün, *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*, Beta Basım Aş, 2017, s. 138

üretim yöntemleri ile birlikte bilişim sistemlerini harmanlayarak akıllı hizmet ve ürün üretimini, akıllı fabrikaları, Nesnelerin İnternetini ve bunlar gibi birçok yeniliği kapsayan yeni sanayi devrimi böylece hayata geçirilmiştir.<sup>20</sup>

Klaus Schwab Endüstri 4.0'ın daha önce yaşanan üç büyük sanayi devriminden farklı olarak ölçeği, kapsamı ve karmaşıklığı bakımından insanoğlunun yaşadığı öncül sanayi devrimlerine benzemediğini belirtmiştir. Schwab, bu farklılığı üç nedene dayandırmıştır.<sup>21</sup>

Hız; ilk üç devrime kıyasla bu sanayi devrimini doğrusal değil üstün bir hızla gelişme olarak tanımlamış ve her yeniliğin kısa zamanda bir başka yenilikle desteklendiğini belirtmiştir.

Genişlik ve Derinlik; yaşanan dördüncü sanayi devriminin dijital dünya üzerinde yükseldiğini vurgulamaktadır. Her alanda çok çeşitli teknolojilerin finans, iş yaşamı, toplum ve bireyler nezdinde bir araya gelmesidir.

Sistem etkisi; şirketler, sektörler ve toplumlar arasında ve bu üç faktörün kendi içinde sistemsel dönüşümdür.

Brynjolfsson ve McAfee, Dördüncü Sanayi Devrimini üçüncü sanayi devrimlerinin yarattığı yeniliklere ve etkilere atıfta bulunarak İkinci Makine Çağı olarak adlandırmıştır ve bu tanımını iki ana unsurla desteklemişlerdir. Birincisi, bilgisayarların gelişmeye devam edeceği ve daha önce benzeri görüşmemiş yenilikleri ortaya çıkartılacağıdır. Bu yenilikler, makinelerin tüm güçleriyle yeni ortamlar hazırlayacağı yönündedir. İkinci unsur ise tüketimin ve üretimin daha önce görüşmemiş bir şekilde çeşitlilik ve farklılık üreteceğidir. Tüketimin hacmi ve çeşidi bu dönemde artırılabilir ve yeni teknolojiler sayesinde ekonominin ve sanayinin daha iyi bir konuma ulaşabileceğidir.<sup>22</sup>

Pek çok bilim insanı ve iş adamına göre yeni bir form kazanan sanayileşme, çok yeni olmasına karşın tıpkı yaşanan diğer sanayi devrimleri gibi hayatın her alanında etkili olmaya başlamıştır. Ticari alanlarda, ekonomide ve sosyal yaşamda gözlemlenebilir bir varlık oluşturmaktadır. Taşınabilir elektronik platformlardan, mobil uygulamalara, kendi kendine veri üretebilen sistemlere, insan etkisi olmadan iş görebilen akıllı makineler kadar birçok yenilik Endüstri 4.0'da karşımıza çıkmaktadır.

<sup>20</sup> Nevra Aydın, "Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu", 1 Şubat 2018, <http://www.endustri40.com/almanyain-endustri-4-0-vizyonu/>

<sup>21</sup> Klaus Schwab, **Dördüncü Sanayi Devrimi**, Çev. Zülfü Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul, 2017, s. 11-12

<sup>22</sup> Erik Brynjolfsson ve Andrew McAfee, **The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies**, W.W Norton & Company, New York, 2016, s. 12-13

## 1.2 ENDÜSTRİ 4.0'IN TEMEL KAVRAMLARI

Elektriğin kullanımı, mekanikleşme ve bilgisayarlaşma gibi gelişmelerin ardından Nesnelerin ve Hizmetlerin İnterneti adı verilen fiziksel nesnelerin birbiri ile etkileşimini sağlayan iletişim ağının gelişmesiyle günümüz sanayileri yeni bir sanayi devrimine doğru ilerlemiştir. Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan bu sanayi devriminde şirketlerin kendi makinalarıyla, depolama sistemleriyle ve kaynaklarıyla rahatça iletişime geçmesi ön görülmektedir. Akıllı olarak adlandırılan makinalar kendi kendilerini ihtiyaca göre ayarlayabilmekte (self-configuration) ve açıp kapatabilmektedir (self-turning). Hâlihazırda kullanımda olan akıllı fabrikalar, akıllı makineler ile birlikte üretime yeni bir yaklaşım kazandırılmıştır. Bu sayede akıllı ürünler üretebilmektedir. Bu ürünler yüksek oranda kişiselleştirilebilen, her koşulda ve zamanda konumlandırılabilen ve ihtiyaçları karşılamak adına yeni alternatifler oluşturabilen ürünler olmuştur.<sup>23</sup>

Yeni ihtiyaçlarla ortaya çıkan bu endüstriyel ivmelenme beraberinde belli başlı yeni kavramları ve yeni icatları meydana getirmiştir. Bu yeni üretim teknolojileri daha hızlı karar almayı, üretimi uygun değerlerde tutmayı ve aynı zamanda gelecekte kullanılacak anlamlı veriler üretmeyi amaçlamaktadır. Üretimde kullanılan bu teknolojiler kendi verilerini üreterek çalışanlara olduğu gibi yöneticilere ve diğer cihazlara doğru veri aktarımını sağlamaktadır.

Klaus Schwab, Dördüncü Sanayi Devrimi kitabında Endüstri 4.0'ın temel kavramlarını "Megatrendler" olarak tanımlamıştır. Megatrendler kavramı bahsi geçen karmaşık ve etkileşimli ileri teknolojileri simgelemektedir. Schwab'a göre megatrendler yeni sanayi devriminin itici güçlerindedir. Schwab bu trendleri Fiziksel, Dijital ve Biyolojik olmak üzere 3 ana başlığa ayırmıştır. Fiziksel trendler, 3D yazıcılar, otonom taşıtlar, ileri robotik ve yeni malzemelerdir. Fiziksel megatrendler, elle tutulur olmalarından dolayı kolayca görülebilmektedir. Dijital trendler, internet, sensörler, alıcılar, aktüatörler aracılığı ile sanal ortamın fiziksel ortama, fiziksel ortamın ise sanal ortama aktarımı olarak açıklanabilmektedir. Biyolojik megatrendler, biyoloji alanında yapılan çalışmalarda endüstrinin yeni buluşlarının kullanımı temsil etmektedir. Gen dizileme, gen aktive etme ve gen düzenleme gibi eskiden çok yüksek maliyetli ve uzun

---

<sup>23</sup> Dimitra Papadopoulou, Industry 4.0-Smart Factory: Also Something For Medium Size Companies, University Of Applied Sciences Fh Technikum Vienna, Viyena, 2014. ( **Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi** )

süren çalışmaların birkaç dakika ve bin dolardan daha az bir maliyete indirmesi biyolojik megatrendler ile açıklanabilmektedir.<sup>24</sup>

Dördüncü Sanayi Devrimi kapsamında meydana gelen yeni materyaller, hâlihazırda var olan ancak ileri teknoloji ile geliştirilen kavramlar (bilgisayar, yazıcı gibi) gelecek başlıklarda kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Aşağıda yer alan şekilde Endüstri 4.0'ın temel kavramları gösterilmektedir.



**Şekil-3** Dördüncü Endüstri Devrimi

### 1.2.1 Siber Fiziksel Sistemler

Siber Fiziksel Sistemler (SFS) literatürde bütünleşik teknolojiler sayesinde fiziksel ortamın sanal ortama aktarılmasını sağlayan sistemler olarak yer almaktadır. Bu bütünleşik teknolojilerin haricinde yazılımlar, alıcılar ve iletişim teknolojileri de Siber Fiziksel Sistemlerin dâhilinde bulunmaktadır. Siber Fiziksel Sistemler İki temel unsurdan oluşmaktadırlar. Bunlardan birincisi ağ olarak tanımlanan ve belirlenmiş bir internet adresi üzerinden internet aracılığı ile iletişim sağlayan sistemlerdir. Diğeri ise

<sup>24</sup> Klaus Schwab, *Dördüncü Sanayi Devrimi*, Çev. Zülfü Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul, 2017, s. 23-36

fiziksel nesnelere ve bu nesnelere davranışlarını elektronik ortama yansıtılan simülasyonlar ile ortaya çıkan sanal dünyalardır.<sup>25</sup>

Ulusal Bilim Vakfı (The National Science Foundation) Siber Fiziksel Sistemlerini üretim süreçlerinde yer alan gözleme, koordine ve kontrol etme gibi temel ilkelerin hesaplama ve iletişim kurma gibi bileşenlerden oluşan karma teknolojiler vasıtasıyla yönetildiği sistemler olarak tanımlamıştır. Ulusal Bilim Vakfı'na göre makinelerin sanal ortamla bütünleşmesi makineleri çok daha akıllı hale getirmektedir.<sup>26</sup>

Siber Fiziksel Sistemler Şekil-4'de gösterildiği üzere karma teknolojilerin bir bütünü olarak tanımlanabilir.



**Şekil-4** Siber Fiziksel Sistemler

### 1.2.2 Nesnelere İnterneti

1999 yılında, Kevin Ashton'ın tanımladığı nesnelere interneti kavramı Endüstri 4.0 içerisinde kendine yer eden "Internet of Things" kısaca "IoT" olarak isimlendirilen bir bileşendir. Bu kavram ile anlık olarak fabrikalardaki akıllı okuyucuların belirlediği

<sup>25</sup> Siemens, "Endüstri 4.0 Yolunda", [http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40\\_DigitalFabrikalar.html](http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40_DigitalFabrikalar.html) (Erişim Tarihi:01.09.2018)

<sup>26</sup> Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, **Sanayi 4.0**, İzmir 2015, s. 18

verilerin analiz edilmesi sağlanabilmektedir. Makineler ile nesnelerin interneti arasında iletişim, kablosuz ağlar üzerinden bulut sisteme erişilerek verilerin aktarılmasıyla mümkün olmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojiyle birlikte fabrikalarda üretimde kullanılan donanım ve makinelerin gelişmesinin devam etmesine öncülük etmektedir. Bu durum üretim proseslerinin tekrar tasarlanması anlamına da gelmektedir.<sup>27</sup>

Nesnelerin interneti, web tabanlı sağlık yönetim sistemleri, akıllı ev sistemleri, akıllı kentler ve akıllı enerji, tarım, hayvancılık, ölçüm, sulama, endüstriyel kontrol sistemleri, ulaşım, taşımacılık ve alışveriş gibi alanlarda uygulanmaktadır. Belirtilen tüm bu alanlarda hizmetin kalitesini, verimliliğini ve çalışma durumunu etkinliği için veriler toplanmaktadır. Bu veriler bulut bilişim sistemlerinde toplanarak büyük veriyi oluşturmaktadır. Bu verilerin analizi sonucunda iyileştirme gerçekleştirilmesine nesnelerin interneti katkı sağlamaktadır.<sup>28</sup>

Nesnelerin interneti, bluetooth ve barkod gibi RFID (Radyo Frekans Tanımlama) teknolojilerinin kullanımıyla nesnelerin aralarında bağlantı sağlayan bir sistemdir. Birbirlerinden ayrı yerlerde bulunan haberleşme aygıtlarının aralarında iletişim ağı kurabilen ve birbirlerine bir ağ ile bağlanmasını sağlayan cihazlar olarak da tanımlanabilmektedir. Günümüzde kullanılmaya başlanmış olan ve yakın gelecekte farklı kullanım türlerini ve etkilerinin görüleceği nesnelerin interneti ulaşım araçlarından kitaplara, beyaz eşyalardan tüm elektrikli aletlere, akıllı evlerden kol saatlerine kadar tüm nesnelerin birbirleriyle bağlantılı bir durumda olacağı ön görülmektedir. Gündelik yaşamda internet denildiğinde ilk akla gelen aletler olan bilgisayarlar, telefonlar ve tabletler internete bağlantı sağlayabilen tek aletler olmamaktadır. Bu cihazların dışında günlük yaşamda kullanılan birçok cihaz internet bağlantısı ile aralarında iletişim sağlayabilmektedir. Nesnelerin internetinin gelecekte alacağı durum 4H sloganıyla her zaman, her yerde, herkesle ve her nesne ile bağlantı olarak açıklanmaktadır.<sup>29</sup>

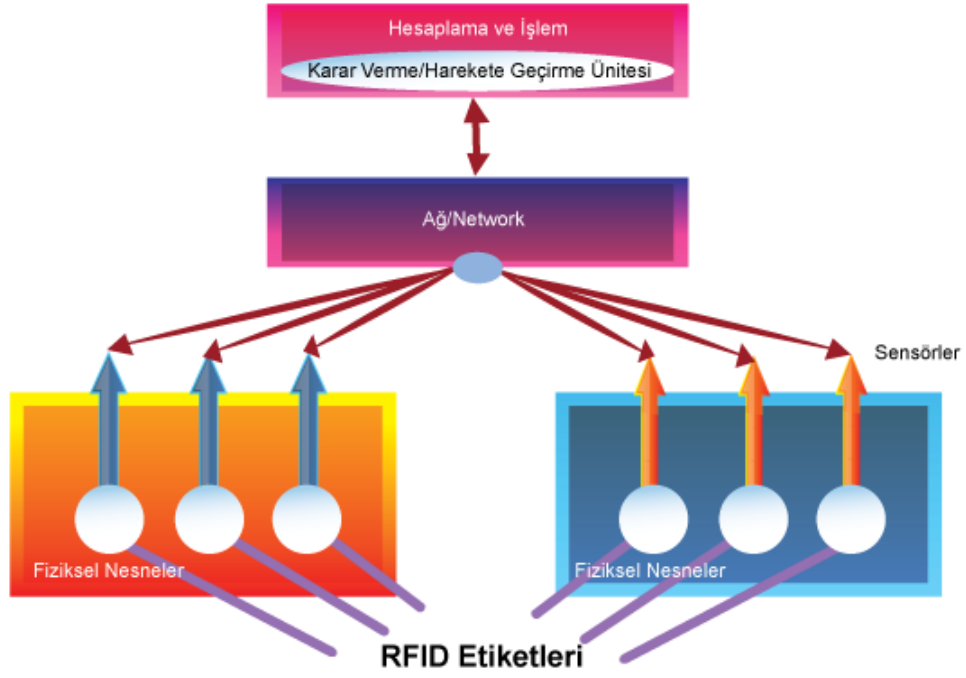
Bir hareket, durum ve işlemin ortaya çıkmasıyla nesnelerin interneti süreci başlamaktadır. Bu durum sonucunda sistemde bir hareketin oluşmasıyla bu harekete ilişkin tüm verilerin bir sonraki hareketi başlatması görevine sahip olmaktadır. Nesnelerin tepki gösterdiği hareketler arasında sensor ve akıllı sistemler yoluyla bağlantıları sağlanmakta ve sistemdeki nesneler bu hareketlere tanımlanmış olan

<sup>27</sup> Barış Öztuna, **Endüstri 4.0 ile Çalışma Yaşamının Geleceği**, Gece Kitaplığı, Ankara, 2017, s.69.

<sup>28</sup>Levent Görkem ve Mehmet Bozuklu, "Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum", **Gaziosmapaşa Bilimsel Araştırma Dergisi**,2016, Cilt:13, 47-68, s.49

<sup>29</sup> Gözde Zeynep Çevik, Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nişantaşı Üniversitesi, İstanbul, 2018, s. 33-34

davranışları sağlamalarına etki eden komutlar gönderilmektedir. Raftan alınacak olan bir sütün rafta bulunan sensorlar yoluyla alınması algılanmakta ve bu hareket sisteme iletilmektedir. Sistem üzerinde bulunan veriler ve tanımlanmış algoritmalar yoluyla bu verileri analiz ederek tüm bu süreç içerisinde bulunan farklı unsurlara gerçekleştirilmesi gereken komutları iletebilmektedir. Bu gönderilen komut ile sütün üretildiği fabrikada eksilen miktar kadar ham madde temininin yapılması veya yeni bir süt üretimine başlanması arasındaki tüm bağlantılar nesnelerin interneti aracılığıyla sağlanabilmektedir.<sup>30</sup>



**Şekil-5** IoT oluşumu

Tüm bu gelişmeler ışığında nesnelerin interneti olarak tanımladığımız IoT 'ın bazı olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. IoT, Makine-Makine (M2M) iletişimi olarak da bilinen cihazlar arasındaki iletişimi teşvik etmektedir. Bu iletişim sayesinde, fiziksel cihazlar birbirine bağlı kalabilmekte ve dolayısıyla cihazlar daha yüksek kalitede kullanılabilir. Makine-makine etkileşimi daha verimli sonuçlarla hızlıca veri elde edilebilmektedir. Bu durum zaman tasarrufu sağlamaktadır. Her gün aynı görevleri tekrarlamak yerine, insanların diğer yaratıcı işleri yapmasına olanak tanımaktadır. Nesnelerin internetiyle nesnelerin, dijital ve merkezi olarak kablosuz altyapı yoluyla kontrol edilmesinden dolayı, otomasyon ve kontrolüyle insan

<sup>30</sup> Ömer Faruk Görçün, *Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0*, Beta Basım Aş, 2017, s. 148



müdahalesi olmadan, makineler birbirleriyle daha hızlı ve zamanında çıkışa ulaşarak iletişim kurabilmektedir. Daha fazla bilgiye sahip olmak daha iyi ve doğru kararlar vermesine yardımcı olmaktadır. IoT'la elde edilen verilerle en doğru kararın verilmesinde bilgi gücünü oluşturmaktadır ve daha fazla bilgi daha iyi karara ulaşmakta yardımcı olmaktadır. IoT'nin en belirgin olumlu etkilerinden biri izlemedir. Örneğin, ürünlerin son kullanma tarihinin izlenmesi güvenliğinin artırılması ve geliştirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojinin benimsenmesiyle ve tüm cihazların gözetim altında tutulmasıyla enerji kaynaklarının optimum kullanımı sağlanabilmektedir. Böylece, bu teknolojiyi kullanarak para tasarrufu da sağlanmaktadır. Nesnelerin interneti tüm uygulama alanlarıyla yaşam kalitesini arttırmaktadır.

IoT'nin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Sistem uyumluluğu olarak baktığımızda sensörler ile etiketleme ve izleme için bir standart bulunmamaktadır. Nesnelerin interneti karmaşık bir sistem olduğundan sistemlerde başarısızlık için çeşitli açıklar verebilmektedir. Örneğin ürün azalması mesajını alan tüm çalışanların aynı şeyi satın alması, gereken miktarın en az iki katı ürün alınmasına sebep olabilmektedir. Gizlilik, IoT ile büyük bir sorundur olmaktadır. Sistemde tüm verilerin şifreler ile korunması ve herkesin ulaşabileceği ortak bilgi ağında olmaması gerekmektedir. Tüm internet sistemlerinde olduğu gibi yazılımların saldırıya uğraması ve kişisel bilgilerin yanlış kullanılması ihtimali de bulunmaktadır. Bu nedenle, bu tür güvenlik açıkları IoT kullanımlarından önce ön görülmesi ve önlem alınması gereken konuları oluşturmaktadır.

Günümüzde Nesnelerin İnterneti'nin birkaç dezavantajı bulunsa da etkili bir şekilde sağladığı faydalar üzerinde durulmaktadır. Nesnelerin İnterneti'nin gelişimi geçiş aşamasındadır, ilerleyen dönemlerde IoT'nin yaşam ve sanayi faaliyetlerin ayrılmaz ve tamamıyla bütünleşmiş bir parçası olacağı öngörülmektedir.

### **1.2.3 Bulut Bilişim**

Endüstri 4.0'ın ana unsurlarından olan Bulut Bilişim, internetin kullanımıyla beraber ortaya çıkan bulut bilişim ağlara bağlanabilen cihazların dâhil olabildiği, donanımsal ve yazılımsal bağlantılarla kaynakların kullanıcılara aktırılabilirdiği, kullanıcıların verileri paylaşabildiği ve verilerin depolanabildiği internet platformlarını ifade etmektedir. Bulut bilişim bir internet platformu olduğundan dolayı bir ürün değil bir hizmet olarak tanımlanmaktadır. Bulut bilişim, 1960'larda McCarthy'nin "hesaplama işlemlerinin gelecekte büyük ağlar üzerinden yapılabileceği" görüşüne dayanmaktadır. 90'lı yıllarda bilgisayarın gelişimi hızlanmış, bununla beraber donanım, yazılım, işletim sistemi gibi bilgisayarın ana unsurlarının maliyeti düşmüştür.

Böylece işletmelerde bilgi işlem birimlerinin kurulması hız kazanmış ve yerel ağlar büyük önem taşımaya başlamıştır. Bu yerel ağlar sayesinde veri aktarımı yaygınlaşmıştır. Bu tarihten sonra bilgisayarın evlere girmesi, dijital teknolojilerin hızlı ilerleyişi devam etmiştir. 2007 yılında birçok dev teknoloji şirketi ve üniversiteler Bulut Bilişim üzerinde çalışma başlatmış ve bu çalışmalar sonucunda 2008 yılında donanımsal ve yazılımsal kaynakların servis tabanlı modeller şeklinde ortaya koyulması fikri bulut bilişim kavramı için bir dönüm noktası olmuştur.<sup>31</sup>

Bulut Bilişim bir hizmetler bütünü olarak değerlendirildiğinde 3 farklı hizmet türü olarak ele alınmaktadır.<sup>32</sup> Bunlar;

- Yazılım: Kullanıcıların, internet tarayıcıları ya da uygulamaları üzerinden ulaştıkları ara yüzler aracılığıyla kullandıkları bulut sistemini ifade etmektedir. Yazılım aracılığı ile son kullanıcı direkt olarak buluta ulaşarak veriye erişim sağlamaktadır. Bu hizmet türüne örnek olarak Google'ın bir servisi olan Google Drive gösterilebilir.
- Platform: Hizmetin, çevrimiçi olarak dağıtımına anlamına gelmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, baştan sonra tasarımın, uygulamanın, denetimin (test), erişimin ve veri tabanının oluşturduğu hizmet yaşam döngüsünü ifade etmektedir. Bu hizmet türüne ait 3 ayırt edici özellik şunlardır;
  - Uygulamalardaki, onarım, test ve dağıtım hizmetleri
  - Çok kullanıcı yapı
  - Ortak çalışmaya imkân veren araçlar
- Altyapı: Hizmet sağlayıcısı tarafından desteklenen hizmetler bütünü ifade etmektedir. Bunlar, serverlar, bağlantılar, yazılımlar ve diğer kaynaklardır. Kullanıcı tüm altyapıyı bir bütün halinde görmektedir.

Günümüzde Bulut Bilişim, kullanıcılarına ve servis sağlayıcısına avantaj sağlaması ön görülerek geliştirilmeye devam etmektedir. Servis sağlayıcılar, hizmetin sunulmasında ve devamlılığında uzmanlaşmış ve her daim ihtiyaç duyulan taraf olurken, kullanıcılar ise ek masraflara maruz kalmadan ya da fiziksel depolama alanlarına gerek duymadan daha etkili çalışma fırsatı bulmaktadır. Bulut bilişimin avantajları arasında, bir hizmet olmasından dolayı fiziksel bir alana veya donanımsal bir eklentiye ihtiyaç duyulmadan kullanılmasıdır. Ayrıca, bilgi işlem birimlerinin Bulut Bilişimi uygulaması bir strateji olarak değerlendirildiğinde zamandan ve mekândan

---

<sup>31</sup> Sefer Yazır, Türkiye'de Bulut Bilişimin Teknolojik Gelişimi ve Bulut Platformu Üzerinde Örnek Bir Kişisel Web Uygulamasının Sunulması, Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 2018, s. 9-11 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**).

<sup>32</sup> Albert Folch, Interface Development for Eucalyptus Based Cloud, Faculty of Fundamental Sciences, Vilnius Geminas Technical University, Vilnius, 2011, s. 15-16 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

tasarruf etmelerine olanak sağlamaktadır. Örneğin, bulut bilişim sayesinde, departmanlar arası bilgi veya envanter transferi dijital ortamdan yapılarak zaman kaybının önüne geçilebilmektedir. İnternet veya ağ erişiminin bulunduğu her zaman ve her yerde ulaşılabilir olmasıyla yine zaman açısından katkı sağlamaktadır. Başka avantajı ise günlük iş rutininde yüklü miktarda kullanılan envanterin (kâğıt ve dosya gibi) fazla kaynak maliyetini düşürmesidir. Bir strateji olarak Bulut Bilişim, bu ve bunun gibi birçok avantajı ile bütçe planlamasına katkılarıyla birlikte doğru tesis edildiğinde rekabet üstünlüğü sağlamaktadır.<sup>33</sup> Bu avantajlarının yanı sıra, esnek olarak kapasitesinin artırılabilir veya düşürülebilir olması, sürekli güncellenebilir olması, belirlenen ücretler karşılığında sınırsız depolama alanlarına sahip olunabilmesi, yerel sunucularda değil bulut sunucularda tutulmalarından dolayı fiziksel hasarlanmalardan etkilenmemesi ve grup çalışmalarına olanak tanınması gibi avantajlara da sahiptir.<sup>34</sup>

Genel bir bakış ile Bulut Bilişim, şirketlerin rekabet avantajı sağlamasından, bilgiye kolay ve daha az masraf ile ulaşmasında etkilidir. Günümüzde birçok şirketin bu hizmeti kullanmasında yatan temel sebep sanayi alanında zaman ve mekân kavramının güncel teknolojilerle daha da önem kazanmış olması olarak açıklanabilmektedir.

#### **1.2.4 Yatay Dikey Entegrasyon**

Dördüncü Sanayi Devriminin sanayilere getirdiği yenilikler sadece teknolojik gelişmelerle sınırlı kalmamıştır. Her dönem yenilenme ve yeniliklerin bütünsel olarak varlığını hissettirmesinden dolayı devrim olarak nitelendirilmektedir. Daha önceleri de örnekleri görüldüğü üzere, bilimsel verilerin ve teknolojik gelişmelerin ışığında sanayinin tüm alanları etkilenmiştir. Bu sayede sadece geliştirilmiş ya da yeni keşfedilmiş bir teknoloji değil bu teknolojilerin yardımı ile yeni süreçler ve iş modelleri ortaya çıkmıştır. İkinci sanayi devriminde Taylorizm ve Fordizm kavramları buna örnek gösterilebilir. Dördüncü sanayi devriminin teknolojinin yanında sunduğu bir diğer yenilik ise Yatay ve Dikey Entegrasyonlardır.

Üretim, pazarlama, satış, lojistik ve tedarik gibi birbiri ile ilişkili şirket içi veya şirket dışı birbirini destekleyen değer yaratım zincirlerinin birbiri ile bağlantılı olmasını ve dijital yollar ile veri alışverişini sağlaması olarak açıklanabilir. Yatay Entegrasyon Endüstri 4.0'ın yarattığı rekabet ortamında şirketler için tehditlerden korunma yolu

<sup>33</sup> Mark Spreeuwenberg, Cloud Computing, Faculty of Science, Computing Science, Radboud University, Nijmegen, 2016, s. 11-12(**Yayımlanmış Lisans Tezi**)

<sup>34</sup> Kutay Batı, Bulut Bilişim ve Etkileri, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2015, s. 15-18 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

olarak tanımlanabilir.<sup>35</sup> Tedarik zincirinde kurumsal iş süreçlerinin uyumluluğu, kontrolü ve yerine getirilmesi bakımından yeni sanayi gereksinimlerini farklı Siber Fiziksel Sistemler ve Nesnelerin İnterneti kullanarak karmaşık ve zaman alan iş süreçlerini basitleştirmekte, güvenilir hale getirmekte ve düzenleme yapmaya olanak sunmaktadır. Toplanan verilerin yazılımsal ve donanımsal ekipmanlar sayesinde tüm değer yaratan unsurlarının tüketimine aynı anda -zaman kaybetmeksizin- servis edilmesidir.<sup>36</sup>

Aynı sektörde ve türdeş alanlarda varlık gösteren paydaşların Yatay Entegrasyon ile bir araya gelmeleri rekabet ve maliyetler açısından avantaj sağlamalarına olanak tanımaktadır. Sosyal medya alanında faaliyet gösteren Facebook Şirketinin yine aynı alanda faaliyet gösteren Instagram Şirketini satın alması buna örnek olarak gösterilebilir. Facebook bu satın almayla pazar payını genişletmiş, rakiplerine karşı rekabet üstünlüğünü ele geçirmiş ve yeni kitlelere ulaşma fırsatı yakalamıştır. Ayrıca, daha önce Instagram hesabını üzerinden yayınladıkları gönderileri Facebook'ta yayınlamak için bir dizi işlem yapması gerekirken kullanıcılar Yatay Entegrasyon sonrasında kullanıcıların Instagram gönderilerini direkt olarak Facebook'ta da yayınlamaları mümkün olmuştur. Yine Yatay Entegrasyon öncesi Instagram Şirketi aynı zamanda Facebook hesabı olan kullanıcılarının Instagram Platformu üzerinden Facebook platformuna erişimini sağlamak için Facebook Şirketi ile bazı prosedürleri yerine getirmek durumundaydı. Yatay Entegrasyon bu yönüyle de kullanıcılarına ve uygulayıcılarına hareket esnekliği yaratmaktadır.<sup>37</sup>

Dikey Entegrasyon, üretim hatları, üretim içerisinde yer alan birimler ve fabrikalar arasındaki farklı hiyerarşik yapıyı ve birikimi zincirleme bir şekilde değer yaratım noktalarına aktarımındaki bağlantıyı ve dijitalleşmeyi kapsamaktadır.<sup>38</sup> Dikey Entegrasyon, bir şirketin birden fazla tedarik zincirine sahip olması olarak tanımlanabilir. Ham maddenin üretildiği, bir ürüne dönüştürüldüğü ve müşterinin kullanımına sunulduğu tüm süreçleri içine alır. Tedarik zincirinde bulunan ürün, imalat, dağıtım ve satış safhalarının birden fazla aşamasını kontrol etmek olarak

---

<sup>35</sup> T. Stock ve G. Seliger, Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, **XIII. Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use**, 16-18 Eylül 2015, Elsevier B.V, Ho Chi Minh, 2015, s. 537

<sup>36</sup> Francisco Almada-Lobo, The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES), **Journal of Innovation Management**, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013, s. 16-21

<sup>37</sup> Evan Tarver, "What are some examples of horizontal integration?", <https://www.investopedia.com/ask/answers/051315/what-are-some-examples-horizontal-integration.asp> (Erişim Tarihi: 04.08.2018)

<sup>38</sup> Sinan Alçın, Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, **Dergi Park**, 2016, Cilt: 3, Sayı: 2, s. 19-30

açıklanabilir.<sup>39</sup> Endüstri 4.0 kapsamında Dikey Entegrasyon, farklı bilgi teknolojileri kullanılarak hiyerarşik bir yapı içerisinde bulunan tedarik zincirleri arasındaki iletişimi ve işleyişi ifade etmektedir.<sup>40</sup> Yatay ve Dikey Entegrasyonun yapısal şeması Şekil-6'da gösterilmektedir.



Şekil-6 Yatay ve Dikey Entegrasyon

### 1.2.5 Akıllı Robotlar

Robot kavramını ortaya çıktığı ilk andan itibaren, yardım olmaksızın hareket edebilen belirlenmiş bir sistem çerçevesinde düşünebilen makine olarak algılanmış ve hayatımıza girmiştir. Ortaya çıktığı ilk denemeler programlanabilir robotların üretimi şeklinde olmasına rağmen robotik çalışmalar zamanla yerini daha otonom işlem yapabilen makinelerle bırakmıştır. İnsanların çalışamayacağı veya çalışmasının uygun olmayacağı ortamlarda kullanılmaktadır. Robotların yapması istenen her bir çalışma stili için yeni bir sistem ile programlama içeren robotik çalışmalar yerini zamanla daha çok kendi hareketlerini belirleyen ve uygulayan robotlar üzerindeki çalışmalara bırakmıştır. Uzay çalışmaları, askeri araştırmalar, gözlem ve arama kurtarma gibi alanlar robotik çalışmaların çağımızda etki ettiği önemli alanlardandır.<sup>41</sup>

<sup>39</sup> Kimberly Amadeo, Vertical Integration, Its Pros and Cons with Examples, <https://www.thebalance.com/what-is-vertical-integration-3305807>, (Erişim Tarihi: 08.08.2018)

<sup>40</sup> Denisa Nováková, Industry 4.0 As An Example Of A Top-Down Vs. Horizontal Europeanization, Institute of International Studies, Charles University, Prag, 2017, s. 18-19(**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**).

<sup>41</sup> Okan Okutan, Yapay Zeka ile Mobil Robot Kontrolü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006, s. 1(**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**).

Robot kelimesi 1921 yılında Karel Capek isimli Çekya'lı yazarın yazmış olduğu Rossum's Universal Robots tiyatro oyununda ilk defa kullanılmış ve literatürde yer edinmiştir. Çekoslovak dilinde zorla çalıştırılan işçi anlamına gelmekte olan "robato" sözcüğü bulunmaktadır. Birçok farklı kaynakta bu kavram üzerine tanımlamalar içermektedir. Robotlar sınırlı bir şekilde dahi yaşamdan bazı algılamalar yapabilmektedir. Bu algı durumları konum, renk, şekil, kimya, görsel gibi geniş bir çerçeve ile açıklanabilmektedir. Robotlar, algıladığı verileri daha sonra yorumlamakta ve karar vererek kararını ortaya koyabilen makineler olarak tanımlanmaktadır.<sup>42</sup>

Geçmişten günümüze robotik çalışmalardaki kilometre taşlarını inceleyecek olursak:<sup>43</sup>

- M.Ö. 800'lü yıllarda İlyada isimli eserde hareketli uçayaklılar tanımlanmıştır
- M.Ö. 350 yılında Aristo insanları istekleri doğrultusunda hareket eden makineleri öngörmüştür.
- 1350 yılında Fransa'nın Strazburg kentinde katedralin tepesine mekanik bir horoz yerleştirilmiştir. Bu horoz öğle saatinde kanatlarını çırparak ses çıkarma özelliği göstermekteydi.
- 1801 yılında Joseph-Marie Jacquard dışarıdan kart ile kontrollü sağlanabilen bir dokuma tezgâhı icat etmiştir.
- 1890 lı yıllarda Nicola Tesla uzaktan kumanda ile çalışan araçlar tasarlamıştır.
- 1921 yılında "Robot" sözcüğü literatüre girmiştir.
- 1926 yılında yayınlanan Metropolis filminde yönetmen Fritz Lang bir robot olan Maria karakterini işlemiştir.
- 1938 yılında Willard Pollard ve Harold Roselund makinenin boya yapabilmesi için eklem işlevi de olan bir kol icat etmişler.
- 1939'da mekanik köpek ve insan Westinghouse şirketi tarafından tasarlanmıştır.
- 1942 yılında "Kovalamaca" (*Runaround*) isimli kitapta Isaac Asimov üç robot kanununu tanımlamıştır.
- George C. Devol 1946 yılında sanayide makine kontrolünü sağlayan bir cihaz patentini almıştır.
- Alan M. Turing 1947 yılında zeki makineler ile ilgili makale yayımlanmıştır.
- 1950 yılında Asimov "Ben Robot" (*I Robot*) isimli kitabını yayınlamıştır.

<sup>42</sup> Hasan Ersöz, Endüstriyel Robotlar ve Uygulama Alanları, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2007, s. 4-5

<sup>43</sup> Evrim İtir Barutçuoğlu, Robotların Tarihçesi, <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/index.html>, (Erişim Tarihi: 20.08.2018)

- Rayoaktif maddeler üzerinde yapılan çalışmalarda insan eli yerine kullanılması için 1951 yılında Raymond Goertz uzaktan kontrol edilen bir kol tasarlamıştır.
- 1954 yılında Devol tarafından programlanabilme özelliğine sahip sanayi robotu "Unimation" tasarlanmıştır.
- Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde Marvin L. Minsky ve John McCarthy ile 1959 yılında Yapay Zekâ Laboratuvarı kurulmuştur.
- Versantran olarak adlandırılan endüstriyel tasarım Harry Johnson ve Veljko Milenkoviç tarafından 1960 yılında dünyaya tanıtılmıştır.
- Robotik çalışmalar Enstitüsü 1965 yılında Carnegie Mellon Üniversitesi'nde kurulmuştur.
- 1967 yılında yürüyebilme kabiliyetine sahip robot tasarlanmıştır.
- Yine aynı yıl Japonya'da endüstriyel robot ithali gerçekleşmiştir.
- 1968 yılında Stanford Araştırma Enstitüsü'nde görebilen ve yapay zekâ içeren ilk robot geliştirilmiştir.
- Sonrasında aynı araştırma enstitüsü 1970 yılında Unimate'in geliştirilmiş hali olan Stanford Kolu'nu tamamlanmıştır.
- 1971 yılında bilgisayar ile kontrol edilebilen robot Cincinnati Milacron firması tarafından pazara çıkartılmıştır.
- Tokyo Teknoloji Enstitüsü'nde Shigeo Hirose isimli yılan benzeri robot tasarlanmıştır.
- 1974 yılında Victor Scheinman, Vicarm adını verdiği şirketi Stanford Üniversiten ayrılıp Stanford kolunun piyasaya sürülebilmesi için kurmuştur.
- 1976 yılında Marsa gönderilecek uzay mekilerinde NASA tarafından robot kollar kullanılmıştır.
- Asea Brown Boveri Ltd. Sirketi mikrobilgisayarlar ile kontrolü sağlanabilen robotları 1977 yılında satışa sunmaya başlamıştır.
- Fabrikalarda montaj hatlarında kullanılması amacıyla Yamanashi Üniversitesinde 1979 yılında Scara Kolu tasarlanmıştır.
- 1983 yılında 6 bacağa sahip yürüyebilen robot Odetics firması tarafından icat edilmiştir.
- Wabot-2 isimli nota bilgisine ve elektronik org çalma yeteneğini sahip robot 1984 yılında yapılmıştır.
- İlk yardımcı robot 1988 yılında sağlık sektöründe Danbury Hastanesinde görev almıştır.

- 1994 yılında Dante II isimli yürüyen robot Alaskada bulunan bir volkanda volkanik gazların örneklerini toplamak amacıyla keşif gezisi gerçekleştirmiştir.
- 1996 Honda, P-2 (prototype 2), yürüyebilen insansı robotu tanıtmıştır.
- Japonya'da 1997 yılında ilk robotlar arasında gerçekleşen futbol turnuvası "Robocup" düzenlenmiştir.
- NASA'nın 1997 yılında marsa göndermiş olduğu uzay aracı Pathfinder Mars'a ulaşmıştır ve Sojourner isimli robot Mars'ta keşif gezisi gerçekleştirmiştir.
- "Robocup 2000"de Johnny Walker, Mk-II ve Pino isimli üç insansı robot yarışmıştır.

Tüm bu gelişmeler ışığında robotlar geçmişe oranla daha akıllı hale gelmiştir ve dördüncü sanayi devriminin etkileriyle birlikte insan yaşamında, iş ve sosyal hayatta, fabrikalarda aktif olarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu çerçevede robotlar kullanıldıkları alanlara göre Endüstriyel Robotlar ve Servis Robotları olmak üzere iki alanda incelenebilmektedir.

Endüstriyel Robotlar ISO 8373'te en az üç programlanabilir eksenli olan, otonom kontrol sağlayabilen, programlanabilir, çok amaçlı sabit veya hareketli endüstriyel çalışmalarda kullanılan makinelerdir.<sup>44</sup> Servis Robotları ise günümüzde profesyonel, kişisel ve ev işleri için kullanılan robotlardır. Bunlar lojistik, savunma, sanayi, eğlence, boş zaman değerlendirme (*recreation*) robotları olarak belirtilmektedir.<sup>45</sup>

### 1.2.6 Büyük Veri

Günümüz teknolojileriyle ortaya çıkan Büyük Veri kavramını anlamak için öncelikle verinin ne olduğuna bakılması gerekmektedir. Veri yapılan araştırmalardan, gözlemlerden, hesaplamalardan, internet ortamından, sensorlerden, sosyal medyadan vb. mecralarda elde edilen çıktılarını adlandırmak için kullanılan genel bir terimdir.<sup>46</sup>

Bilgiyi üretecek verileri elde etmek her geçen gün daha büyük önem kazanmaktadır. Bilimde, sanayide, ticarete ve eğitimde yani her alanda bilgiye ulaşılabilmesi çeşitli verileri çeşitli veri toplama araçları kullanarak elde etmesiyle mümkün kılınmaktadır. Bu sebeple yığınla ve oldukça büyük bir çapta veri her gün

<sup>44</sup> Bekir Çengelci ve Hasan Çimen, "Endüstriyel Robotlar", **Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 2005, Cilt:2, 69-78, s.70

<sup>45</sup> Oktay Zihni Fırat ve Seniye Ümit Fırat, "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi**, 2017, Cilt:46, 211-223, s.219-220

<sup>46</sup> Korcan Doğan ve Sacit Arslantekin, "Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum", **DTCF Dergisi**, 2016, 15-36, s. 16-17



üretilmektedir. Bu artışın en büyük etkenlerinden bazıları Nesnelerin İnterneti, dijital ve sosyal medyadır. Bu veri artışı oldukça şaşırtıcı bir hızla gelişmektedir. Çeşitli hızlarda gelişen veriler, değerli bilginin ve bu bilginin değerinin artmasına olanak sağlamaktadır. Muazzam miktardaki verilerin analiz edilmesi, işlenmesi ve kullanılması, işletmelere rekabet gücü sağladığı gibi, maliyet açısından da avantaj sağlayabilmektedir. Ayrıca, büyük veri analizi uygun bilgiyi üreterek işletmelerde ve günlük hayatta verimlilik açısından da büyük yenilikler sağlamıştır.<sup>47</sup>

Günümüzde veri kavramı birçok alanda kullanıldığından birçok tanım yapılmıştır. Bilgi teknolojileri açısından veri işlenmemiş (*unprocessed*) bilgi olarak tanımlanmaktadır. Öte yandan veri, nesnel gerçeklerin bir çıkış noktası olarak nitelendirilebilir.<sup>48</sup> Uzun ve Durna, genel anlamda veriyi ham gerçekler olarak, işletmeler bakımından ise yapılan işlemlerin tutulmuş kayıtları olarak ifade etmişlerdir. Bilginin üretilmesi konusunda veriler düzenlenerek kullanılabilir bir hale getirilir ve enformasyon yoluyla bilgi üretimi sağlanmaktadır.<sup>49</sup>



Şekil-7 Bilgi Hiyerarşisi

Büyük veri kavramına literatürde “Big Data” olarak da rastlanmaktadır. Büyük veri kavramı, mevcut verilerin ilişkisel veri tabanlarıyla rahatlıkla yönetilemeyecek kadar büyük olmasını ve veri artış hızının katlanarak büyümeye devam eden bir

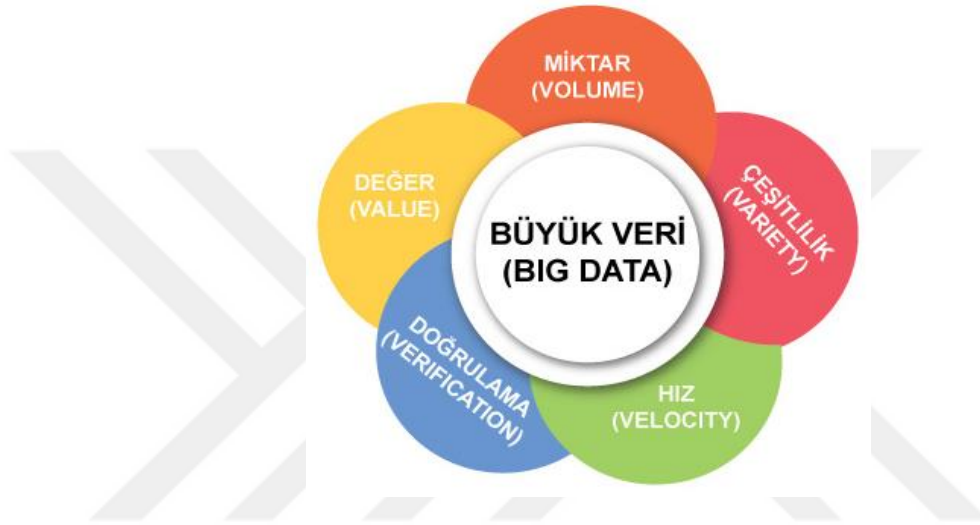
<sup>47</sup> Ketaki Subhash Raste, Big Data Analytics – Hadoop Performance Analysis, Bilgisayar Bilimleri Enstitüsü, San Diego State Üniversitesi, San Diego, 2014, s. 3. **(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi)**.

<sup>48</sup> Jonathan Hey, The Data, Information, Knowledge, Wisdom Chain: The Metaphorical Link, *Intergovernmental Oceanographic Commission*, Paris, 2004, s. 5-6

<http://www.dataschemata.com/uploads/7/4/8/7/7487334/dikwchain.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2018)

<sup>49</sup> Hatice Uzun ve Ufuk Durna, İşletmelerde Rekabet Unsuru Olarak Bilgi Yönetimi, *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 1, 33-40, s. 34

yapıda olduğunu vurgulamaktadır. Veri kümelerinin analiz edilmesi ve gelecek için ortaya çıkarılacak anlamlı bilgiler Büyük Veri ile mümkün kılınmaktadır.<sup>50</sup> Büyük Veri kavramı ilk olarak, şimdilerde Gartner şirketinin bir parçası olan Meta Group tarafından geliştirilmiştir. Meta Group, ilk olarak Büyük Veriyi 3 karakteristik bileşen ile tanımlamıştır. Bunlar; hız (*velocity*), çeşitlilik (*variety*), hacim (*volume*) 'dir. Daha sonra IBM ve Oracle şirketleri sırasıyla gerçeklik (*veracity*) ve değer (*value*) bileşenlerini eklemiştir. Böylece, bu bileşenlerin İngilizce yazımlarındaki baş harfleri ile 5V olarak tanımlanan Büyük Veri'nin çerçevesi oluşmuştur.<sup>51</sup>



Şekil-8 Büyük Veri 5V

Büyük Veri kullanımı bakımından hem özel sektörde hem de kamu kuruluşları arasında oldukça önemli bir yer edinmiştir. Büyük veri sayesinde elde edilen bilgiler ışığında geleceğe yönelik varsayımlar oluşturulabilmekte ve bu varsayımlardan yola çıkılarak stratejik planlar, değerlendirmeler yapılabilmekte veya olası tehdit ve tehlikelere karşın önlem alınabilmektedir. Büyük Veri'nin sektörel bazda kullanımıyla ilgili birkaç örnek vermek gerekirse<sup>52</sup>:

- California Üniversitesi, elde ettiği verileri kullanarak, risk analiz sistemini büyük ölçüde iyileştirmiş ve risk maliyetlerinden 493 milyon Amerikan Doları kadar bir tasarruf elde etmiştir.

<sup>50</sup> Burcu Karagöz, Büyük Veri ve İşletme Analitiği: Sosyal Medya ve Duygu Analizi ile Bir Öngörü Modeli, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2018, s. 5. (Yayımlanmış Doktora Tezi).

<sup>51</sup> Abdelkader Baaziz ve Luc Quoniam, How to Use Big Data Technologies to Optimize Operations in Upstream Petroleum Industry, *International Journal of Innovation, Sao Paulo*, 2018, Cilt: 6, Sayı: 2, s. 20-21

<sup>52</sup> Bekir Aksoy vd. "Büyük Verinin Kurumlarda Kullanımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2017, 22 (15), 1853-1878, s. 1917-1919

- Recology Şirketi, büyük veri analizi kullanarak operasyon sırasında kaybolan verimliliği azaltmış ve katı atık toplama sahalarına gönderilen çöp oranını 50% kadar azaltmıştır.
- Nissan Şirketi, potansiyel alıcıların Nissan ürünlerinin kendileri için en iyi seçenek olduklarını düşünmelerini sağlamak adına yerel internet siteleri kurmuştur. Bu internet siteleri, kullanıcıların site içerisinde hangi araca baktıklarını, filtreleme sistemi üzerinde hangi araç özelliklerini seçtiklerini, hangi renk araçlara yöneldiklerini tespit ederek üretim ve pazarlama stratejilerini o bölgelere göre kurgulamalarına olanak sağlamıştır.
- Türkiye’de ise hepsiburada.com veri analitik yöntemi ile 3 terabaytlık veriyi yaklaşık olarak 358 gigabayta düşürmüştür. Böylece günde yedi saat süren veri analizi işini bir buçuk saate indirmiştir.

Sonuç olarak, büyük veri ve analitiği doğru analizler ve işlenmesi ile birlikte birçok avantaj sağlamaktadır. Tüketici yönelimlerini tahmin etmek, üretimde maliyetleri ve kayıpları en aza indirmek, stratejik planları doğru kurgulayabilmek açısından Endüstri 4.0 uygulamalarının önemli bir unsuru olarak karşılaşılmaktadır.

### 1.2.7 Üç Boyutlu Yazıcılar ( 3D / 3 Dimensional Printers)

Üretim kavramının içinde bulunduğu her alanda teknolojinin gelişmesi ile sürekli olarak bir yenilenme durumu bulunmaktadır. Teknoloji ve endüstri devrimlerinin öncülüğünde bu yenilenmeler tüm hayata katkı sağlayabilecek yeniliklerden oluşmaktadır. Endüstri 4.0 ile işletmelerin de bu teknolojik ve teknik yenilikleri yakından incelemek ve bu sürece ayak uydurmayı gerçekleştirmesi gerekmektedir.

Son yıllarda önde gelen eklemeli üretim teknolojileri ve makineleri çok fazla alanda önemli yer edinen bir konu olmuştur. Eklemeli üretim olarak isimlendirilen bu alan, üretimde kullanımı gerçekleştirilen ürünlerin katman tamamlanması ve ürünün üç boyutlu olarak üretilmesini kapsamaktadır. İçinde bulunduğumuz Dördüncü Sanayi Devrimi’nin de en önemli etmenlerinden biri olan 3D yazıcılar üretim sistemlerine yeni bir boyut getirmektedir. Geliştirilen bu sistemle daha az ürün kullanımı, üretilen ürünlerin ağırlığının hafiflemesi ve farklı özelliklere sahip tasarımlar oluşturulması sağlanabilmektedir.<sup>53</sup>

Üç boyutlu yazıcılar, üretimi tamamen bilgisayar üzerinden tasarlanmış olan veya bir tarayıcının üç boyutlu olarak taradığı nesnelerin farklı malzemeler

<sup>53</sup>Serhat Kökhan ve Uğur Özcan, 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanılması, *Bilim,Eğitim,Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 2018, Cilt: 2, Sayı: 1, 81-85 s.82

kullanılmasıyla pratik bir şekilde, boyutlandırılabilen ve işçilik gerektirmeden ürünlerin üretimini gerçekleştiren cihazlar olarak tanımlanabilmektedir. Bu yazıcılar ile karmaşık şekiller kolay bir biçimde üretilerek, ürünlerin en küçük ayrıntısının üç boyutlu olarak verilmesi sağlanmaktadır.

Üç boyutlu yazıcıların güncel hayatta kullanılabilir duruma gelmesi diğer birçok teknolojik yenilikten farklılık göstermektedir. Bilgisayar ve diğer yazıcıları üreten yüksek seviyede şirketlere kıyasla inovasyon fikrini benimseyen yaratıcı ve meraklı bireylerin elinde gelişmesini tamamlamış ve kullanılabilir duruma gelmiştir. Birçok farklı şekilde sanayilerde kullanım alanı bulan 3D yazıcılar; ürünlerin prototiplerinin üretilmesinde, belirlenen yüzeylerin fiziksel ve görsel veri haline gelmesinde, müşteriye özel kişisel ürünlerin üretiminde, cerrahi ve dental alanlarda ve sanayide kullanılacak parçaların yedeklerinin üretilmesinde kullanılmaktadır.<sup>54</sup>

Belirtilen bu sanayilerde sektörlere göre kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin üretim tarzları farklılıklar göstermektedir. 3D yazıcılar ile gerçekleşen üretim yöntemleri ve üretimde kullanılan malzemeler aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

3 Boyutlu Yazıcı Üretim Yöntemleri	Kullanılan Malzemeler
Seçici lazer sinterleme	Termoplastik, metal ve seramik tozlar
Doğrudan metalle lazer sinterleme	Her türlü metal alaşım
Bileşimli yığma tekniği	Termoplastik, maksimum erime yeteneği olan metaller
Stereo litografi (3 boyutlu tasarım yazılımlarında oluşturulan sayısal modeli, fiziksel modele çevirmek için kullanılır)	Foto polimerler
Dijital ışık işleme	Sıvı reçine
Bileşimli telleri birleştirme (polimer kütleme)	Polilaktik asit (PLA) ve Akrilonitrilbütadiyenstiren (ABS) gibi polimerler
Eritme ve püskürtme tekniği	Metal ve plastik tel
Tabaklı üretim	Kağıt, folyo, plastik film
Elektron demeti ile eritme	Titanyum alaşımları
Seçici ısı sinterleme	Termo plastik tozları
Alçı - injekt esaslı teknik (toz zemine mürekkep püskürtme)	Alçı, renkli alçı

**Şekil-9** 3D Yazıcılar Üretim Yöntem ve Malzemeleri

<sup>54</sup> Kemal Şahin ve Onur Turan, Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi, *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2018, Cilt : 2 , Sayı:2 , 97-116 , s.99

Geliştirilen bu teknolojik cihazların her alanda yaygınlaşması ile önemli alanlarda kullanımı sayesinde örnek Endüstri 4.0 uygulaması olarak etkileri sosyal yaşam ve işletmelerde görülebilecektir.

### 1.2.8 Akıllı Fabrikalar

Geleceğin fabrikaları olarak ifade edilen ve henüz yeni bir tanım olduğu düşünülen Akıllı Fabrikalar kavramı Dördüncü Sanayi Devrimi'nin önemli sonuçlarından bir tanesidir. Bu fabrikalar, akıllı sistemlerle üretim temeline dayanan son derece sistematik ve işlemlerin birbiriyle bağlantılı olduğu tesislerdir.

Akıllı Fabrikalar, günümüzde pratikte ve bilimsel olarak endüstrilerde kullanılmaktadır. Bu amaçla akıllı fabrikalar geleceğin fabrikaları terimi ile tanımlanabilmektedir. Bilim insanları bu terimi tanımlarken akıllı üretim teknolojilerinden faydalanmaktadırlar. Tüm bu terimler gelişen teknolojiler ile geleceğe dair büyük gelişmelerin habercisi olmaktadır. Bu teknolojinin ortaya çıktığı günümüzden itibaren 5-10 yıl içerisinde daha verimli ve kullanılabilir olacağı belirtilmektedir.<sup>55</sup>

Dünya üzerinde sanayisi ile bilinen ülkeler üretimin, inovasyonun ve tasarımın geliştirilmesi için birçok yatırım yapmıştır. Bunların büyük bölümünü Endüstri 4.0'ın temelini oluşturduğu akıllı imalat ve fabrikalar olmuştur. Daha öncede belirtildiği gibi Endüstri 4.0; yapay zekâ, 3D yazıcılar ve uzay teknolojileri alanlarındaki büyük gelişmeler ile her şeyin interneti olarak da bilinen nesnelerin interneti sistemiyle birbirleriyle iletişim kurabilen nesnelerle akıllı üretim dönemi olarak da tanımlanmaktadır. Kişilerin, araçların ve verilerin birbirleriyle ağ üzerinden iletişim sağladığı bir üretim şeklini temel alan sistemlerin kullanıldığı yerler akıllı fabrikalar olarak isimlendirilmektedir. Ürünler araçların taşıma sistemleri ve kişiler arasındaki iletişimin mevcut olan üretim sistemine etki etmesi öngörülmektedir. Bu sebeple Endüstri 4.0 içerisinde akıllı fabrikalar büyük öneme sahiptir. Akıllı fabrikalar sayesinde üretim sürecinde ürünlerde işlemler bağımsız yapılır, kolay tanımlanır ve erişilebilir durumdadır. Böylece üretim sürecinde ortaya çıkan karmaşıklık çalışanlar için yönetilebilir duruma getirilerek üretimin daha istekli, sürdürülebilir olması sağlanmakta ve maddi anlamda kar ortaya çıkarmaktadır.<sup>56</sup>

<sup>55</sup> Elvis Hozdić, Smart Factory for Industry 4.0: A Review, **International Journal of Modern Manufacturing Technologies**, 2015, , Cilt: 7, Sayı: 1, s. 31

<sup>56</sup> Aytaç Yıldız, Endüstri 4.ve Akıllı Fabrikalar, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2018, , Cilt: 22, Sayı: 2, s. 551



Şekil-10 Akıllı Fabrikalar

### 1.2.9 Siber Güvenlik

Siber güvenlik bilgisayarların, bilgisayar donanım, yazılım ve ağlarını; yetkisiz olarak erişimden, siber suçlular, terörist gruplar ve bilgisayar korsanlarından web ve bilgisayar üzerinde ortaya çıkabilecek güvenlik açıklarından korumak için ortaya çıkan teknolojiler ve süreçler olarak tanımlanmaktadır. Siber güvenlik, internete erişim sağlayan tüm cihazları yetkilendirilmemiş erişimlerden ve değişikliklerden korumaktır. Çağımızda internet bir bilgi merkezi olmakla kalmayıp, iş yapılan, ürünlerin pazarlama ve satışlarının yapıldığı, işletmelerin finansal işlemlerinin gerçekleştirildiği bir alan haline gelmiştir. İnternet sayesinde gerçekleştirilen bu işlemler çok sayıda fayda sayarken, diğer taraftan siber teröristler içinde eşit fırsatları sunmaktadır. Siber güvenlik bu aşamada Endüstri 4.0 ile birlikte büyük öneme sahip olmaktadır.<sup>57</sup>

Ortaya çıkan siber tehditler sistemlere sızma, bilgi hırsızlığı ve ya sistemler üzerinden gerçek dışı bilgilerin paylaşılması gibi sadece bilgisayarlarda meydana getirdikleri zararlardan oluşmamaktadır. Ülkeler için önem arz eden ve kritik rol oynayan haberleşme araçlarına, bilgisayarlarına, enerji sistemlerine, ağlarına, askeri ve siyasi tüm komuta ve kontrol merkezlerindeki sistemlere erişerek büyük zarar verecek bir çatışma şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Bu sebeple üzerinde yoğun çalışmaların gerçekleşmesi ve gelecekte oluşabilecek tehditlerin ön görülmeye

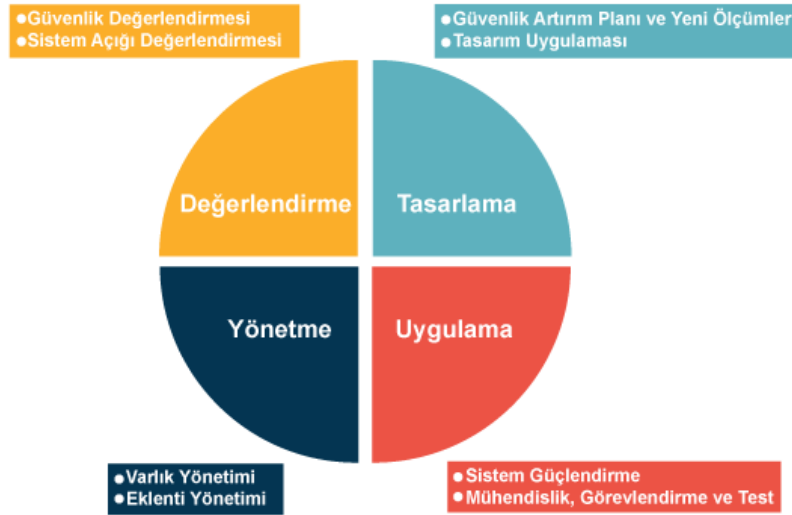
<sup>57</sup> Rajesh Kumar Goutam, Importance of Cyber Security, *International Journal of Computer Applications*, 2015, , Cilt: 111, Sayı: 7, s. 14

başlanması ile siber güvenlik kavramını teknoloji ve web kullanımıyla şirketler ve ülkeler tarafından göz önünde bulundurmaktadır.<sup>58</sup>

Aşağıdaki şekilde siber güvenlik döngüsü belirtilmiş ve tüm bu döngü içerisinde güvenlik sağlanırken güvenliği sağlayan kişilerin kendilerini zarar verici grupların yerine de koyup olabilecek önlemleri alması ve senaryoları belirlemesi gerekmektedir. Tüm bu çerçevede gelecek zararlar siber güvenlik ile en aza indirilip bilgilerin korunaklı ve yüksek güvenliqli olarak saklanması veya paylaşılması sağlanabilmektedir.

Siber Güvenlik dört aşamadan oluşan bir yaşam döngüsüne sahiptir. Yaşam döngüsü değerlendirme, tasarlama, uygulama ve yönetme evrelerinden oluşmaktadır. Değerlendirme safhasında güvenlik uzmanları, öz değerlendirme yaparak, güvenlik ve sistem açıklarını değerlendirir ve tespit eder. İkinci aşamada, tespit edilen güvenlik açıkları güvenlik artırımı planı ve yapılan ölçümler çerçevesinde alınacak önlemin tasarımı yapılır, tasarlanır. Uygulama aşamasında ise aktif bir şekilde güvenliği tehdit eden unsurlara karşı uygulamaya geçilir. Bu aşama mühendislik çalışmaları, sistemin güçlendirilmesi ve sistemin test edilmesi aşamasıdır. Son evrede ise süreçlerin takibi ve yönetimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Şekil-11'de yaşam döngüsü verilmiştir.

## SİBER GÜVENLİK YAŞAM DÖNGÜSÜ



Şekil-11 Siber Güvenlik Yaşam Döngüsü

<sup>58</sup> Akın Aytekin, Türkiye'nin Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planının Değerlendirilmesi, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2015, s. 19(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).

### 1.3 ENDÜSTRİ 4.0'IN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Önceki başlıklarda üzerinde durulmuş olan Endüstri 4.0'ın temellerini göz önünde bulundurduğumuzda Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkması beraberinde birçok olumlu ve olumsuz etkiyi getirmiştir. Gerçekleşmiş olan her endüstri devrimlerinde benzer durumlar yaşanmıştır. Var olan düzenin değişime uğraması sonucu yeni kavramlar adaptasyon ve inovasyon süreçlerinin her alanında etkisini göstermektedir.

Endüstri 4.0'ın avantajlarını inceleyecek olursak, düşük maliyet oluşturması ile etkinlik ve verimlilikte büyük artış meydana getirmektedir. Kalite açısından üzerinde durmuş olduğu hassasiyet bu kavramın getirmiş olduğu avantajlardan biri olarak söylenebilmektedir. Yapmış olduğu sistemler ile insan müdahalesini en aza indirmiş ve insan kaynaklı hataları ortadan kaldırarak insansız imalat kavramını oluşturmuştur. Üretim bandındaki sistem ve imalat kontrollü ile zamandan tasarruf sağlamak ve enerji verimliliği ortaya çıkarmaktadır. İşletmelerde gerçekleşen tüm süreçleri yalın ve anlaşılır hale getirmekte ve kolay gözlem imkânı sağlamaktadır. Hızlı ve yüksek yetenek ile gerçekleştirilen işler ile birlikte üretimde performans artışı sağlanmakta ve sonucunda hataların en aza inmesi ile birlikte müşteri memnuniyetinde de olumlu etkileri görülmektedir. Endüstri 4.0 bu olumlu etkileriyle değer yaratım süreçleri daha etkin ve verimli hale gelmektedir. Bunlar tüm dünyada büyük fırsatlara öncülük etmektedir.

Yeni olan her kavram için ön görülebilen tehdit ve olumsuz durumlar Endüstri 4.0 içinde bulunmaktadır. Endüstri 4.0 kavramının dezavantajlarını inceleyecek olursak bunların en başında veri güvenliği gelmektedir. Güvenlik kavramının en küçük açıta büyük tehlikeler ve sorunlar oluşturabilecek durumda olduğu Endüstri 4.0 içerisinde bir dezavantaj olarak görülmekte ancak önlemleri alınmakta ve çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan yeni teknolojinin ilk etapta kullanılabilmesi ve uygulanabilmesi bir maliyet gerektirebilmektedir. Geniş bir perspektiften bakıldığında küçük işletmelerde uygulanma zorluğu yaşanabilmektedir. Makineleşme ve insansız üretim ile orta seviye beceri geliştiren işlerde açık yaratıp işsizlik durumu meydana getirebilmektedir. Ancak adaptasyon sürecine bakıldığında ortaya yeni iş alanları çıkardığı da görülmektedir. Bir diğer olumsuz etkisi ise yüksek teknolojik bir devrim olmasından dolayı yüksek bilginin ve yüksek eğitimin bu devrimde büyük ihtiyaç olarak ortaya çıkarmasıdır. Bu çerçevede toplumların daha gelişmiş ve bilgi temelli olmalarının sağlanması gerekmektedir. Bu durumda gelişmiş ülkelerin Endüstri 4.0'a daha kolay adapte olması ve imalat sektörüne büyük ölçüde sahip olmaları, sanayi



açısından henüz daha ikinci veya üçüncü sanayi evrelerini tamamlayamamış ülkelerin ise olduğundan daha da geri de kalmaları söz konusu olacaktır.

#### 1.4 DÜNYA'DA ENDÜSTRİ 4.0

Dördüncü Sanayi Devrimi'ne bakıldığında Almanya'nın devrimin mimarı olduğu görülmektedir. Daha önce değinildiği gibi Almanya Endüstri 4.0'ı eylem planı çerçevesinde uygulamaya başlamış ilk ülke olmuştur. Bunun yanı sıra tüm dünyada yaşanan bu devrimsel sanayi hareketliliği birçok ülkenin özellikle üretim süreçlerinde adımlar atmasına neden olmuştur. Bunun sebeplerinden biri ise ülkelerin hem siyasi hem de ekonomik açıdan dünya sahnesinde konumlarını güçlendirmek ve yapacakları yenilikler ile daha ileri basamaklara tırmanmak istemelerinden kaynaklanmaktadır.

Dünya Ekonomi Forumu'nun 2018 yılında 100 ülkede yaptığı çalışmaya ve hazırladığı rapora göre dünyada şu anda Endüstri 4.0'dan yararlanmak adına kendini diğerlerine göre daha iyi konumlandırmış 25 lider ülke bulunmaktadır. Bunlar; Avusturya, Kanada, Belçika, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Güney Kore, Malezya, Hollanda, Polonya, Singapur, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri'dir. Bu ülkeler, üretim yapılarını ve üretim süreçlerini karşılaştıran 59 gösterge kullanılarak belirlenmiştir. Bu 25 ülkeden 19'u hali hazırda küresel üretimin yüzde 25'ini oluşturmaktadır. Raporda belirtilen diğer bir unsur ise, araştırmaya tabi olan ülkelerin birçoğunun güncel üretim yaklaşımlarında yeni teknolojilerin benimsenmesi konusunda farkındalıkları bulunduğuudur. Raporda, bu ülkelere 25 lider ülke dışında, 10 ülke yeni teknolojileri ortaya ilk çıkışından itibaren kullanmaya özen gösteren, 7 ülke ekonomik olarak yüksek potansiyele sahip ve 58 ülke ise Endüstri 4.0 uygulamalarını henüz benimsemeye başlamış ülkeler olarak kategorize edilmiştir.<sup>59</sup>

Uluslararası Robotik Federasyonu'nun 2017 yılında yayınladığı makaleye göre, günümüzde, dünyada sanayide kullanılan bir milyondan fazla endüstriyel robotun kullanıldığı belirtilmiştir. Kullanılan bu robotların tıpkı diğer devrimlerdeki gibi yeni iş kollarının oluşmasında büyük pay sahibi olacağı ön görülmüştür. Federasyon

<sup>59</sup> World Economics Forum Resmi İnternet Sayfası, "Readiness for the Future of Production Report 2018", [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf) (Erişim Tarihi: 06.10.2018).

yayınladığı makalede mevcut iş kollarının ancak yüzde 10'unun tamamen otonom hale geleceğini de belirtmiştir.<sup>60</sup>

Endüstriyel robotların dünya çapında kullanımının giderek arttığına Fırat ve Fırat'ın 2017 yılında yayınladıkları bir makalede yer verilmiştir. Çalışmada, 2019 yılı içerisinde robot sayılarının üç milyona yaklaşacağı ve bu rakamın 2015 yılında aktif olarak kullanılan endüstriyel robotların sayısında bir milyon adet daha fazla olacağı aktarılmıştır. Robotların yüzde 70'i otomotiv, makine, elektrik ve elektronik sanayinde kullanılmakta olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Çin'in "Made in China 2025" adı verilen 10 yıllık ulusal planı ile en iyi teknolojiye sahip endüstriyel ülkeler içerisinde olmayı amaçladığı belirtilmiştir. Aynı makalede Çek Cumhuriyeti ve Polonya'nın şu anki verilere göre akıllı robot üretimindeki artış bakımından başı çektiği, Endüstri 4.0 alanındaki büyüme bakımından ise Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinin en fazla büyüme rakamlarına sahip olduğu görülmektedir. Buna karşılık Batı Avrupa ekonomilerinin ise birçok devrimde olduğu gibi güçlü ekonomi ve sanayileri doğrultusunda yeni teknolojilerin üretimi ve kullanımı açısından en gelişmiş ülkeler olduğuna denilmiştir.

61

Dünya'da yeni teknoloji trendlerinin giderek arttığı ve bu trendlerin özellikle üretim prosesleri ve son kullanıcılar bakımından pek çok alanda kendini hissettirdiği görülmektedir. Günümüz endüstrilerinde kullanılan örneklere bir sonraki başlıkta değinilmiştir.

#### 1.4.1 Dünyadan Örnekler

Endüstri 4.0 uygulamaları içerisinde var olan ya da yeni ortaya çıkan teknolojik gelişmeleri, etkinliklerini arttırmak, maliyetlerini düşürmek, üretimde stratejik adımlar atmak adına kullanılan bir çok şirket bulunmaktadır. Bu uygulamalar şirketlerin piyasadaki saygınlıklarını arttırdığı gibi daha verimli bir çalışma imkânı sunmaktadır. Bu kapsamda Endüstri 4.0 uygulamalarına örnekler aşağıda verilmiştir.

- Son yıllarda Audi, üretimde büyük veriyi kullanarak, büyük hacimli verileri analiz ederek esnek ve yüksek verimli üretim yapmayı hedeflemektedir. Ayrıca Audi, Üretimde robotları kullanarak radikal üretim hatları yaratmaya çalışmaktadır. Bunlar ile beraber şirket 3D yazıcılar ve sanal gerçeklik gibi

<sup>60</sup> International Federation of Robotics, "The Impacts of Robots on Productivity, Employment and Jobs",

[https://ifr.org/downloads/papers/IFR\\_The\\_Impact\\_of\\_Robots\\_on\\_Employment\\_Positioning\\_Paper\\_updated\\_version\\_2018.pdf](https://ifr.org/downloads/papers/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment_Positioning_Paper_updated_version_2018.pdf) (Erişim Tarihi: 07.09.2018)

<sup>61</sup> Oktay Zihni Fırat ve Saniye Ümit Fırat, "Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 2017, 46 (2) , 211 – 223, s. 218-219

Endüstri 4.0 uygulamalarını da üretim sistemlerine entegre etmeyi hedeflemektedir.<sup>62</sup>

- 1961 yılında üretim hatlarındaki ilk robotlardan birini kullanan General Motors günümüzde montaj hattında 800 ile 1200 robot kullandığını açıklamıştır. Bunun yanı sıra işçilerin yapmakta zorlandığı, iş güvenliğini tehdit eden ve verimliliğin düşük olduğu durumlarda droneleri kullanarak bu etkileri en aza indirmektedir. Ayrıca şirket çok büyük bir arazide yer alan fabrikalarını yine dronlar ile kontrol ederek fazla enerji tüketen montaj tesislerini tespit ederek enerjinin daha etkin kullanılması adına önlemler almaktadır. Ayrıca şirket çok popüler olan Chevrolet Traverse ve Buick modellerini yakında tamamen teknolojiyle donatılmış tesislerinde üreteceklerini açıklamıştır.<sup>63</sup>
- Adidas firması Uzun yıllar üretiminin büyük bir bölümünü ucuz iş gücü ile maliyetten tasarruf etmek amacıyla Çin'de yaptırmaktaydı. Ancak 2017 yılında "Speed Factory" adını verdiği Atlanta'daki fabrikasını tamamen insansız fabrikaya dönüştüreceğini açıklamıştır.<sup>64</sup>
- Ridgeline Pipe Manufacturing Şirketi, son yıllarda kabul edilemez seviyede yükselen maliyetlerini ve kayıp zaman ve malzeme oranını düşürmesi gerektiğinden dolayı esnek üretim platformu benimsemiştir. Bu sayede esnek üretim platformu üretim esnasında yapılan işlemlerin verilerini üreterek üretim hatları ve performans ile ilgili verileri yönetime iletmiştir. Şirket bu uygulama ile üretim ekipmanlarını zaman ve maliyet kaybı yaşamadan kontrol etmektedir.<sup>65</sup>
- Akıllı fiyatlandırma modelini uygulayan, Avrupa Demiryolları Kargo Konsorsiyumu olan Deutsche Bahn AG şirketi müşterilerinin siparişlerini ve faturalama veri tabanlarını takip eden görüntüleme sensorlerini kullanmaktadır. Bu uygulamayla demir yollarındaki yoğunluğu ve kapasiteleri ile ilgili verileri gerçek zamanlı olarak üreterek müşterilerine anlık duruma göre fiyat vermektedir.<sup>66</sup>
- Motosiklet üreten Harley Davidson şirketi üretim sırasında oluşan arızaları tespit etmek için akıllı sistemler kullanmaktadır. Makinaları izleyen bu akıllı

<sup>62</sup> A Few Real-World Examples Of Industry 4.0, <https://medium.com/@viarbox/a-few-real-world-examples-of-industry-4-0-8e2de4f4f23e> (Erişim Tarihi: 22.10.2018)

<sup>63</sup> GM Prefers Smart Manufacturing to Industry 4.0, <https://www.wardsauto.com/manufacturing-technology/gm-prefers-smart-manufacturing-industry-4-0> (Erişim Tarihi: 22.10.2018)

<sup>64</sup> Nurten Sinem Pamuk ve Mehmet Soysal, Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme, *DergiPark*, 2018, 1, 41-66, s.51

<sup>65</sup> Brenna Sniderman vd., Industry 4.0 and Manufacturing Ecosystems, Deloitte University Press, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4.0ManufacturingEcosystems.pdf> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

<sup>66</sup> Sniderman vd., a.g.e, s.10

sistem sorunu kendiliğinden tespit ederek ilk müdahaleyi yapmaktadır. Olası hata durumlarını da tespit edebilen sistem, makul aralıklardaki olası hatayı otomatik olarak önler ve makinenin varsayılan ayarlarına geri dönmesini sağlar.<sup>67</sup>

## 1.5 TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0

Türkiye jeopolitik konumu itibariyle oldukça öneme sahip bir ülke olarak tanınmaktadır. Bu durum ülkemizin tüm dünyayı etkileyen değişim süreçlerine ortak olmasını sağlamış ve aktif bir yapı getirmiştir. Türkiye için Endüstri 4.0 sürecine ayak uydurabilmek önemli bir konu olmaktadır. Bu aşamada seçilecek iki yol bulunmaktadır, gelişmiş ülkeler içerisine girip devrime ayak uydurmak ve ya önemli konumu ile elde ettiği avantajı Endüstri 4.0 sürecinin gerisinde kalarak kaybetmek. Türkiye, konumu ile büyük lojistik önemi olan bir bölgededir ve her alanda dördüncü sanayi devrimine adaptasyon sürecine girmektedir.

### 1.5.1 Endüstri 4.0'da Türkiye'nin Durumu

Dördüncü Endüstri devriminin diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de birçok etkisi bulunmaktadır. Asya ve Avrupa arasında bulunan coğrafi konumuyla bu devrimin aktarılması aşamasında bir geçiş yolu görevi de görmektedir. Gerçekleşen bu devrimde lider konumunda olan dünya markası olmuş firmalar Türkiye'de konumlandıkları fabrikalarında Ar & Ge çalışmalarına önem vermektedirler. Böylece bu yabancı firmalar ile rekabet içerisinde olan yerli Türk firmalarının stratejilerinin de bu yönde gelişmesi sağlanmıştır.<sup>68</sup>

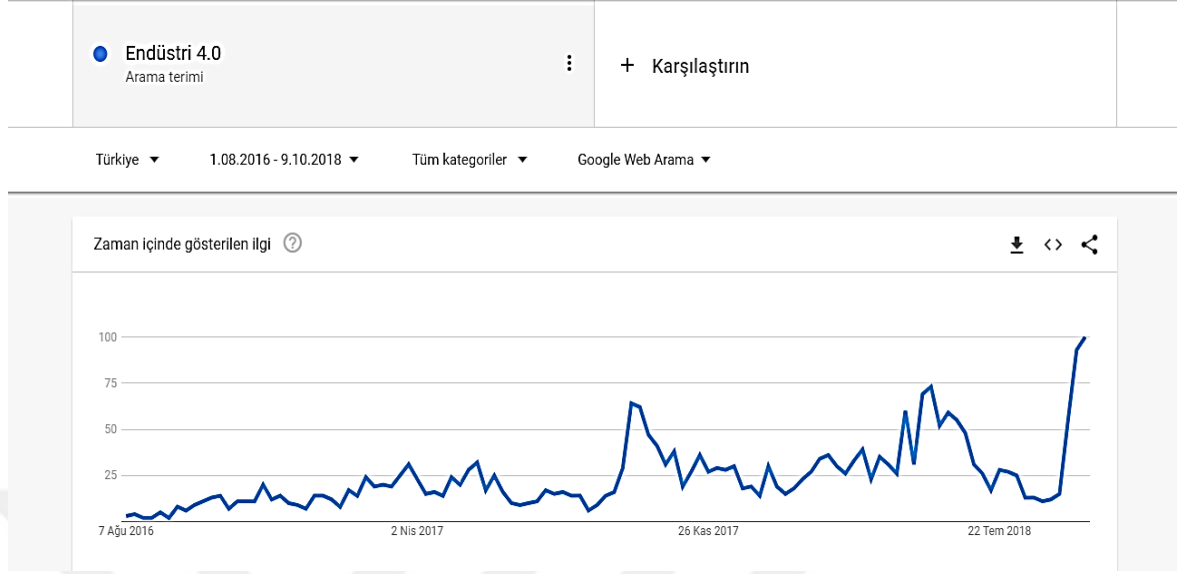
Kavram olarak bakıldığında Endüstri 4.0 2016 yılı itibariyle Google aramalarında Türkiye içerisinde ortaya çıkmaya başlamış ve günümüze kadar büyük artış göstermiştir. Bu durum Türkiye için Endüstri 4.0 kavramının artık bilinmeye başlanan ve gelişmesi için çabalanan bir alan olduğunu gösterebilmektedir. BCG ve TÜSİAD'ın 2016 yılında hazırlanmış oldukları "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği için Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0" isimli raporda birbirinden farklı 10 sektörde 108 şirket üzerinde gerçekleştirdikleri çalışma kapsamında şirketlerin %77'si Endüstri 4.0 üzerine bir fikirleri olduklarını belirtmiştir. 2017 yılında yapılan çalışma ile şirketlerin

---

<sup>67</sup> James R. Hargerty, How Many Turns in a crew? Big Data Knows, *Wall Street Journal*, 15 Mayıs 2013

<sup>68</sup> Ela Bulut ve Taner Akçacı, "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi* , 2017, 7, 50 – 72, s. 61

%90'ı bu konuda bilgilerinin olduğunu belirtmekte ve Endüstri 4.0 yaklaşımı konusunda farkındalık açısından yüksek oranda bir artış görülmektedir.



Şekil-12 Endüstri 4.0 Google Aramaları

### 1.5.2 Türkiye'deki Endüstri 4.0'ın Önemi

Endüstri 4.0 kavramı dünya çapında etkileriyle birlikte Türkiye için de bir gereklilik halini almıştır. Tüm sanayi devrimlerinde ülkeler açısından etkiler yaşanmış ve sonucunda bu devrimlerden parlayarak çıkan ülkeler geleceğe yön vermeye başlamışlardır. Bu devrimlere uyum sağlayamayan ülkelerde ekonomik olarak gerileme görülmektedir.

Bu nedenle Türkiye'de yeni gelişen bu kavramla ilgili devlet kurumları ve özel kurumlarda çalışmalar yerini almış ve Endüstri 4.0'ın gerekliliklerini yerine getirme konusunda politikalar hayata geçirilmeye başlanmıştır. Bu politikalar kapsamında KOSGEB, KOBİ Gelişim Destek Programı dahilinde "Üretim Ve İhracatta Teknoloji Seviyesi Yüksek, Katma Değerli Ürünlerin ve Kobi'lerin Payının Arttırılması" Projesini hayata geçirilmiştir.<sup>69</sup> Bu sayede Türkiye'de başarılı bir endüstri devrimi gerçekleştirilmesiyle dünya çapında rekabet gücüne erişebilmesi hedeflenmektedir. Kurulmakta olan araştırma geliştirme merkezlerinde yapılan yenilikçi çalışmalar ve teknoparklar ile kazanılacak avantajların devamlılığı sağlanmaktadır.<sup>70</sup>

<sup>69</sup> KOSGEB, "KOBİGEL" Kobi Gelişim Destek Programı, <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/6370/imalat-sanayi-sektorundeki-kobilere-500-milyon-tl-destek> (Erişim Tarihi: 18.01.2019)

<sup>70</sup> Mehmet Fatih Yalçın, Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0, *Sosyoekonomi*, 2018, 26(36), 225-233, s. 232

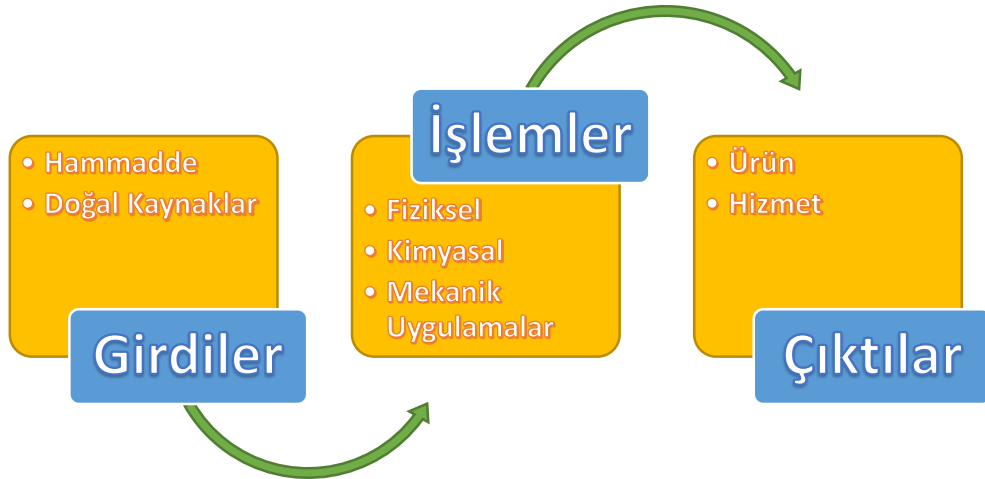
## İKİNCİ BÖLÜM

### ÜRETİM YÖNETİMİ

#### 2.1 ÜRETİM YÖNETİMİ KAVRAMI

Bir önceki bölümde üstünde durulan teknolojik gelişmeler ışığında günümüzde şirketler organizasyonlarını bu yönde yapılandırmaya çalışmaktadır. Yaşanılan bu gelişmeler ekonomik, sosyal ve siyasi açıdan önem arz etmektedir. Bu nedenle işletmelerin konumlarını belirlemek, ekonomilerini geliştirmek, ürün ve hizmet kalitelerini arttırmak adına teknolojik gelişmeleri takip etmeleri gerekmektedir. Üretim de teknolojik gelişmelerin ve uygulamaların en belirgin olarak görüldüğü ve teknoloji ile oldukça sıkı bağları olan bir kavramdır. Bundan dolayı üretim ve teknoloji birbirinden ayrı düşünülmemeyen kavramlardır.

Üretim bir işletmede yer alan pazarlama, finans, yönetim, satın alma gibi temel fonksiyonlardandır. Üretim, insan ihtiyaçlarını sağlayacak mal veya hizmetin yaratılmasında, doğada yer alan kaynakların bir dizi fiziksel, kimyasal ve mekanik uygulamalardan geçirilerek ortaya çıkarılması olarak tanımlanabilmektedir<sup>71</sup>. Bir başka tanım ise; üretim, beşeri ve maddesel kaynakların mal ve hizmete dönüştürülmesidir<sup>72</sup>. Temel olarak üretim, girdilerin (*input*) işlenerek fayda sağlayan çıktılar (*output*) haline getirilmesidir.



Şekil-13 Üretim Süreci

<sup>71</sup> İsmet Barutçugil, *Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri*, Bursa Yayın Evi, Bursa, 1989, s. 2-4.

<sup>72</sup> Sinan Ünsar, "Uluslararası İşletmelerde Üretim Stratejileri", *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, Cilt: 7, 695-708, s. 698-699.

Üretim Yönetimi ise işletmenin sahip olduğu materyal, hammadde, makine ve iş gücü kaynaklarının, belirlenen zamanda ve belirlenen maliyetle istenilen ürünün üretimine olanak tanıyacak şekilde bir araya getirilmesi olarak tanımlanabilmektedir<sup>73</sup>. Bir başka tanım ise planlama, organizasyon, yönlendirme ve kontrol etme gibi üretim aktivitelerinin bir araya getirilmesi ve yönetilmesi olarak karşılaşılmaktadır<sup>74</sup>. Mucuk'a göre, sanayi işletmelerinde üretim yönetimi, üretim faaliyeti organizasyonunun ve yönetiminin işletme uygulamaları düşünülerek ele alınması, işletmenin verimliliğinin sağlanması, belirlenmiş amaçların gerçekleştirilmesi kavramıdır<sup>75</sup>.

Litaratürde Üretim Yönetimi ile ilgili çok farklı olmayan tanımlar mevcuttur. Ortak noktalarda birleşen bu tanımlar, Üretim Yönetimi'ni tasarım, operasyon, kontrol, yeni uygulanacak sistemlerin ve teknolojilerin adaptasyonu, planlama, koordine etme ve yönlendirme gibi unsurların yönetilmesi olarak açıklamaktadır.

## 2.2 ÜRETİM YÖNETİMİNİN AMACI

Üretim Yönetiminin amacı, genel bir ifade ile işletmenin fonksiyonları arasında kendine düşen görev ve sorumluluklar dâhilinde işletmenin başarısına destek olmak ve sürekli gelişim göstermesi olarak ifade edilebilmektedir<sup>76</sup>. Amacını açıklama konusunda bir başka tanım ise müşterinin istediği ürünü, istediği yerde, istediği kalitede ve istediği maliyette üretmek olarak söylenebilir. Buna ek olarak, Üreten Üretim Yönetiminin amacını, işletmelerin sahip olduğu tüm fonksiyonlar gibi müşteri beklentilerini karşılamak ve buna odaklı hizmet veya ürün üretmek olarak ifade etmiştir<sup>77</sup>.

Üretim Yönetiminin temel amacı işletmenin hedef ve stratejileri doğrultusunda planlama, organize etme, kontrol etme, tasarlama, koordinasyon gibi fonksiyon dâhilindeki görevleri yerine getirmektir. Starr, Üretim Yönetiminin amacını, girdilerin kararlaştırılmış çıktılar haline dönüştürülmesi amacıyla önceden belirlenmiş işlemlerin yönetimi olarak ifade etmiştir<sup>78</sup>. Bir başka amaca yönelik tanım ise, üretimin en az maliyetle, gereken zamanda donanım, stok, insan ve makinenin koordinasyonunu sağlanarak yönetilmesidir<sup>79</sup>.

<sup>73</sup> Bülent Kobu, *Üretim Yönetimi*, İstanbul, 2003, aktaran Aykut Top, *Üretim Yönetimi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006, s. 1-2.

<sup>74</sup> Naqib Daneshjo, "Production Management System", *Transfer Inovacii*, 2013, Cilt: 28, 36-38, s.38.

<sup>75</sup> İsmet Mucuk, *Modern İşletmecilik*, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2011, s. 188-189.

<sup>76</sup> James R. Evans, *Production and Operations Management*, West Publishing Company, New York, 1990, s.3

<sup>77</sup> Sevinç Üreten, *Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri*, Gazi Kitabevi, Ankara, 2006, s. 6

<sup>78</sup> M.K. Starr, *Production Management: System and Synthesis*, Prentice-Hall Inc., 1961 aktaran Aykut Top, *Üretim Yönetimi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006, s. 2

<sup>79</sup> Aykut Top, *Üretim Yönetimi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006, s. 3

Üretim Yöneticisinin amaca yönelik uygulaması gereken üç işlev bulunmaktadır Bunlar; planlama, yürütme ve kontrol işlevleridir. Planlama işlevi, elde bulunan tüm materyalin, makinelerin, insan gücünün, üretim yerinin en iyi çalışma yöntemini tasarlamayı kapsamaktadır. Yürütme işlevi, üretim sırasındaki tüm faaliyetlerin düzenlenmesi ve takip edilmesidir. Kontrol işlevi ise ürünün beklenen nitelikte, zamanda ve verimde üretilmesi için ihtiyaç duyulan düzenlemelerin ve tasarımların sağlanmasıdır. Bu üç işlev Üretim Yönetiminin amacına hizmet etmek adına var olan kavramlardır.

### 2.3 GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÜRETİM YÖNETİMİ

Üretim Yönetimi Kavramı başlığında da değinildiği gibi üretimin ve teknoloji birbiriyle iç içe geçmiş kavramlardır. Örneğin; Birinci Sanayi Devrimi'nin (*Endüstri 1.0*) ortaya çıkması bir teknolojik gelişme ile yaşanmıştır. O dönem Watt buhar makinesini icat etmiş ve dokuma tezgahlarından metalürjiye bir çok sektörde özellikle üretim alanında devrim yaşanmıştır. Bu teknolojik gelişme beraberinde üretimin kolaylaşmasına, endüstrilerin gelişmesine hatta sosyo-kültürel yapının değişmesine olanak tanımıştır. Tarihte sanayi adına yaşanan her gelişme öncelikle üretimi etkilemiştir. Bölüm 1'de Endüstrinin Tarihsel Gelişimi başlığında bu konuya değinilmiştir.

Üretim Yönetimi, iki yüz yılı aşkın bir süredir, ülkelerin ekonomik büyümelerinde önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Üretim yönetimine klasik yaklaşım 18. Yüzyıldan itibaren Adam Smith'in yapılan işlerde uzmanlaşmanın ekonomik açıdan önemini vurgulaması ile başlamıştır. Adam Smith işleri alt görevlere ayırmış ve işçileri uzmanlaşabilecekleri ve yatkın oldukları görevlere atanmasının önemine vurgu yapmış, bunu üretimde uygulamayı önermiştir. 20. Yüzyılın başlarında F.W Taylor, Smith'in teorilerini uygulamış ve endüstride bilimsel yönetim yaklaşımının gelişmesini sağlamıştır. Bu tarihten 1930'lara kadar üretim ile ilgili geleneksel bakış açısının egemen olduğu birçok teknik geliştirilmiştir<sup>80</sup>.

Üretim Yönetimi'nin tarihsel gelişimi ile ilgili dönüm noktaları Tablo-1'de verilmiştir.

**Tablo-1** Üretim Yönetimi'nin Tarihsel Gelişimi

Tarih	Olay	Katkı Sağlayan
1776	Üretimde emeğin uzmanlaşması	Adam Smith

<sup>80</sup> Anil Kumar ve Suresh Kumar, *Production and Operations Management*, New Age International, New Delhi, 2006, s. 1-3.



1799	Üretimde değişebilen parçalar	Eli Whitney ve Diğerleri
1832	İşin ve emeğin yeteneğe göre bölümlendirilmesi	Charles Babbage
1911	Bilimsel Yönetim	Frederick W. Taylor
1911	Hareket Etüdü; Optimum iş verimliliği ile ilgili çalışmalar	Frank Gilberth
1913	İlk hareketli üretim bantları	Henry Ford
1913	Faaliyetin programlandırılması	Henry Gantt
1927	Stokların denetimi; Ekonomik Sipariş Miktarı	Elton Mayo
1931	Kalite kontrol denetimi	Walter Shewhart
1934	İş Örneklemesi	F.W. Tippet
1946	Dijital Bilgisayar	John Mauchly ve J.P. Eckert
1950	Tesis genelinde kalite kontrol çalışmaları	Edwards Deming
1951	Stok analizleri	Ford Dickey
1951	Ticari dijital bilgisayar	Sperry Univac
1954	İşletmecilik alanında bilgisayar kullanımı	General Electrics
1957	Kalite yönetimin sorumluluk alanına girer yaklaşımı	Juran
1950-1960	Sayısal denetimli tezgâhlar; Matematiksel programlamalar, yazılımlar, simülasyonlar kullanılmaya başlanmıştır	ABD ve Birleşik Krallık Araştırmacıları
1960	Envanter İhtiyaç Planlaması geliştirilmiştir	Joseph Orlicky ve Oliver Wight
1961	Yönetimde sistem yaklaşımı	Jay Foster
1970	Atölye, üretim, envanter planlaması, proje yönetimi için yazılımlar	Bilgisayar üreticileri ve Araştırmacılar
1970	Just in Time Modeli	Toyota

1970	Üretim Yönetiminin İşletme Stratejisi açısından önemi vurgulanmış, Üretim rekabette bir koz olarak göz önünde bulundurulmaya başlanmıştır.	Wickham Skinner ve Harvard Business School Araştırmaları
1980	Toplam Kalite Yönetimi ve verimlilik iyileştirme kavramları Japonya'dan dünyaya yayılmıştır	Edward Deming
1980'ler	Robotlar, Bilgisayar Destekli üretim, Esnek Üretim sistemleri gibi otomasyon unsurları yaygınlaşmıştır	Genel
1980	Benchmarking yaklaşımı ortaya çıkmıştır.	Xerox Şirketi
1990'lar	ISO 9000 uygulamaları ile kalitenin sertifikalanması	ISO
1990'lar	İnternet, Web ve Elektronikleşme	Netscape, Microsoft ve ABD Devleti
1990'lar	Yalın Üretim ve Çevik Üretim Sistemleri	Genel
2000'ler	Üretimde uzaktan kontrol ve İnternet'in etkisi	-
2010'lar	Yeni teknolojik gelişmeler; Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Robotlar, Akıllı Fabrikalar	Almanya (Öncü), ABD ve Avrupa Ülkeleri

Günümüzde işletmelerdeki üretim fonksiyonlarına bakıldığında her zaman olduğundan daha fazla teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım (*Computer Aided Design*) ve Bilgisayar Destekli Üretim (*Computer Aided Manufacturing*) bilgisayarların insanın yapabileceğinden daha hassas hesaplamalar yapabilmesi, hata payının en aza indirgenebilmesi ve daha güvenilir olmaları bakımında üretimde yerlerini almıştır. Nesnelerin interneti ve Siber Fiziksel Sistemler gibi Endüstri 4.0 uygulamaları üretim sahasında olunmadan uzaktan hatta ülke aşırı üretime imkân tanımakta ve üretim süreçlerinin kontrolünü sağlamaktadır. Otomotiv, beyaz eşya, elektronik gibi öncü sektörlerde internet kullanımıyla e-üretim mümkün kılınmaktadır<sup>81</sup>. Bu gelişmeler ile beraber Bölüm 1'de Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Robotlar ve Akıllı Fabrikalar gibi sıkça bahsedilen unsurlar

<sup>81</sup> Mahmut Tekin, *Üretim Yönetimi*, Güney Ofset, Konya, 2012, s. 10

günümüzde üretimde kullanılmaktadır ve bu teknolojiler üretimin tarihsel sürecinde kendilerine yer edinmiştir.

## 2.4 ÜRETİM YÖNETİMİNİN BİR ORGANİZASYONDAKİ YERİ VE DİĞER BİRİMLER İLE İLİŞKİSİ

Bir işletme organizasyonundaki tüm fonksiyonların birbirlerini tamamlamaları ve işletmenin nihai başarısı için birbirlerini desteklemeleri gerekmektedir. İşletme sisteminin altında yer alan pazarlama, satın alma, insan kaynakları, üretim, finans gibi fonksiyonlar daima koordineli ve işletme hedefleri doğrultusunda çalışmaları bu hedeflere ulaşmalarında oldukça önem arz etmektedir.

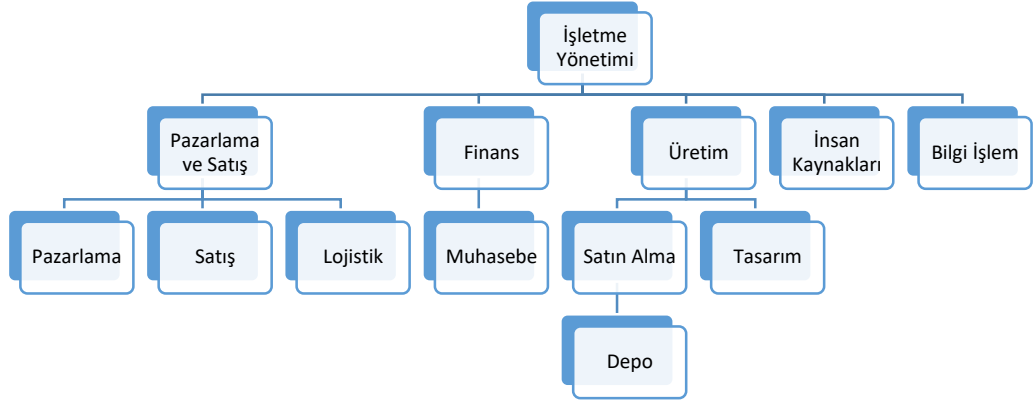
Örneğin; üretimde kaç personelin çalışacağı insan kaynakları ve üretim departmanlarını doğrudan ilgilendirmektedir. Üretim işlemleri sonucu ortaya çıkan çıktının satışı ve pazarlanması konusunda pazarlama departmanı üretim departmanı ile oldukça yakın temas bulunmalıdır. Üretilecek bir ürün için hammadde satın alınması üretim, finans ve satın alma birimleri doğrudan ilgilendirmektedir. İşletme çatısı altında yer alan her hangi bir alt sistemin tek başına hayati önem taşıdığı düşünülemez<sup>82</sup>.

Bu kapsamda bakıldığında Sistem Yaklaşımı, sadece üretim içerisinde bulunan bir olgu değil aynı zamanda her an her organizasyon için kullanılabilecek stratejik öneme sahip bir yaklaşımdır. Sistem Yaklaşımı, bir organizasyon dâhilinde yer alan her parçanın birbiri ile yüksek düzeyde ilişkisi bulunması olarak genellenebilmektedir. Sistem yaklaşımı içerisinde ana sistemin altında hiyerarşik olarak yer alan alt sistemler bulunur ve eşit düzeyde bulunan alt sistemler organizasyon içerisinde yüksek oranda birbiri ile ilişkilendirilmektedir.

Bazı işletmelerde alt sistemlerin yoğunluğu, iş kapasiteleri ve işletme stratejileri göz önünde bulundurularak diğerlerinden farklı bir konumda yer alabilir. Bir şirkette satın alma birimi üretim departmanı veya pazarlama departmanı ile aynı hiyerarşik düzenden bulunurken, diğer bir şirkette satın alma departmanı üretim departmanının üretim kapasitesine ve yoğunluğuna bağlı olarak üretim departmanı altında bir konumda yer alabilir.

---

<sup>82</sup> Richard B. Chase ve Nicholas J. Aquilano, *Fundamentals of Operations Management*, Richard D. Irwing Inc., Amerika Birleşik Devletleri, 1991, s. 9



**Şekil-14** Organizasyon Şeması Örneği

Üretim departmanının ve Üretim Yönetiminin diğer birimlerle olan ilişkisini özetlemek adına şu örnek verilebilir; istihdam konusunda personel işleri fonksiyonu, ham madde konusunda satın alma fonksiyonu devreye girerken, üretilen ürünün müşteriye iletilmesinde pazarlama fonksiyonu, tüm bunların fonlanmasında ise muhasebe/finans fonksiyonu devreye girmektedir. Dolayısıyla, satın alma işleminde yaşanabilecek bir aksaklık üretimde gecikmeye ve üretimde gecikme ise ürünün müşteriye geç ulaştırılmasına neden olacaktır<sup>83</sup>.

## 2.5 ÜRETİM YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YAKLAŞIMLAR

Son yıllarda özellikle nesnelere interneti, robotik, siber fiziksel sistemler gibi devrimsel nitelikteki değişimler ile daha önceden beri var olan ve güncellenerek devam eden Üretim Yönetimi Yaklaşımları bu başlık altında incelenmiştir. Her dönemde sanayiler ve şirketler o döneme ait teknolojileri kullanarak rekabet gücünü, müşteri odaklı çalışmalarını, etkinlik ve verimliliklerini daha ileriye taşımayı hedeflemektedir. Özellikle 2011'den bu yana yaşanan teknolojik devrim ile beraber yüksek teknolojik ürünlerin tavandan tabana yayılma süreci devam etmektedir. Teknolojiye ulaşma konusunda önemli faktörlerin başında bu yatırımlar için kaynak ayrılması gelmektedir. Tüm teknolojilerin tabana yayılması için bu teknolojilerin satın alınabilir ve uygulanabilir bir düzeye gelmiş olması gerekmektedir. Bunun dışında sadece yeni bir üretim teknolojisi almak o teknolojinin kullanılacağı anlamına gelmemektedir. Aynı zamanda şirketin üretim fonksiyonunun bu dönüşüme hazır olması ve uygulama sırasında yaşanacak olası problemlere önlem almak amacıyla çalışanları eğitmesi ya da işi bilen çalışanları istihdam etmesi gerekmektedir. Bir

<sup>83</sup> Sevinç Üreten, *Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri*, Gazi Kitabevi, Ankara, 2006, s. 21-23.

önceki bölümde bahsedilen Endüstri 4.0 uygulamaları ancak bundan sonraki başlıklarda anlatılacak yaklaşımlar, teknikler ve sistemler ile uyum içerisinde kullanılması durumunda katkı sağlayacaktır.

Bu bölümde Üretim Yönetiminin güncel yaklaşımları ele alınmıştır.

### 2.5.1 Esnek Üretim Sistemi Yaklaşımı

Geçmişten günümüze gelişen dünyada işletmelerin müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık verebilmesi için teknolojiyi en verimli şekilde kullanıp yeni üretim sistemleri tasarlamaları bir zorunluluk haline gelmiştir. Müşterilerin sürekli değişen istek ve ihtiyaçlarına en hızlı ve doğru şekilde yanıt verebilmek için geliştirilen esnek üretim sistemleri geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Esnek üretim sistemleri, yüksek kalite, ürün çeşitliliğinin fazlalığı ve müşteri ihtiyaçlarının daha fazla göz önünde bulundurulması sebebiyle tercih edilmektedir<sup>84</sup>.

İşletmeler ancak esnek olabilirlerse pazarlardaki rekabeti ve değişimi anlamaktadır ve bu değişim ve rekabete karşılık verebilmektedir. Bir işletme sisteminin esnek olabilmesi, en başta üretim sisteminin esnekliğine ve sonrasında tüm işletme sisteminin zamanı yakalayıp ona ayak uydurmasına bağlıdır<sup>85</sup>. Üretim sistemlerinde esnek olunması ile anlatılmak istenen; üretim için gerekli unsurların birden fazla amaç için kullanılabilirerek ürün çeşitlerinin fazlalaştırılmasıdır.

1960'larda hâkim olan satış ve pazarlama odaklı işletme anlayışı verimliliği arttırmaya yönelik teknolojik gelişmeler ile beraber 1980'li yıllardan itibaren esneklik yaklaşımlarına kaymaya başlamıştır. Esnek Üretim sistemleri yaklaşımı ile müşterilerin hızla değişen talepleri teknolojinin desteği ile hızlı bir biçimde karşılanmaya başlanmıştır. Müşteri taleplerindeki hızlı değişimlere henüz müşteri talebi oluşmadan harekete geçilerek en uygun fiyatta, istenilen kalitede ve zamanda cevap verilmektedir. Esnek Üretim Sistemleri, yoğun otomasyon ve teknoloji ağırlıklı imalatın yapıldığı, tüm üretim unsurlarının mümkün olan en hızlı biçimde üretime yönlendirildiği, çalışanların bu ortama uyum sağladığı ve değişimlere süratle reaksiyon gösterebildiği üretim süreci olarak tanımlanmaktadır.<sup>86</sup>

<sup>84</sup> Seçkin Gönen ve Muhsin Çelik, Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan İşletmelerde Üretim Maliyetlerinin Değerlendirilmesi, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, İzmir, 2004, 133-143. s. 133-134.

<sup>85</sup> Mahmut Tekin ve Muammer Zerenler, *Rekabetin Anahtarı: Esnek İşletme*, Günay Ofset Matbaa, Konya, 2012, s. 235

<sup>86</sup> Yılmaz Gökşen, Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Dokuz Eylül Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2003, 5 (4), 32-48, s. 43-44

Günümüzde esnek üretim sistemleri küçük ölçekli ürünlerin mümkün olan en yüksek randımanla üretilmesini sağlamaktadır. Böylece şirketlerde imalat için küçük birimler kurularak büyük şirketlere nazaran daha küçük ölçekli işletmelerin de esnek üretim sistemi avantajlarından yararlanarak gelişen ve değişmekte olan pazarda kendilerine yer bulabilecekleri anlamına gelmektedir. Ayrıca; işgücü maliyetleri ve kârlılık esnek üretim sistemlerinden önemli derecede etkilenmiştir.<sup>87</sup>

Esnek üretim sistemlerinin bazı önemli özellikleri aşağıda verilmektedir;<sup>88</sup>

- Esnek üretim sistemleri çok fazla ürün çeşidine sahip olan işletmelerde kullanılabilir, kullanılabilmektedir,
- Bu sistem ile kategori bakımından aynı olan fakat birbirinden farklı parçaları üretmek için uygulanmaktadır,
- Tüm makinelerin yapılarında kullanım amaçlarına uygun olarak üretilecek parçalarda ufak değişiklikler gerçekleştirilmektedir,
- Üretimi sağlanan tüm ürünlerin hareketleri otomatik bantlar üzerinde sağlanabilmektedir,
- Esnek üretim sistemleri ile üretim aşamasında insan faktörünü yok denilecek düzeye getirmektedir,
- Tüm ürün üretim süreci, ham madde girişi, tasarımı, üretim aşaması, tüm kalite kontrolü adımları ve nihai ürün çıkışı işlemleri geliştirilen sistem otomasyonları ile bilgisayarlar kontrolünde yapılmaktadır.

Tüm bu özelliklerin yanında Esnek üretim sistemlerinin bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Esnek üretim sistemleri kurulurken, bu sistemi kuran yöneticilerin işletme hedeflerini en doğru şekilde anlamaları önem taşır böylece sistem, otomatik olarak önceliklerini saptamakta ve en uygun şekilde üretim dokümanlarını belirlemektedir. Fakat bunun için yöneticilerin, iş kurallarını ve performans kriterlerini belirlemesi, sistemin yapılacağı görevler için önceliklendirme çalışmalarını tamamlanması gerekmektedir. Böylece siparişlerin en yüksek fayda seviyesinde tutulması sayılanmış olmaktadır.<sup>89</sup> Esnek üretim sistemleri birbirinden farklı ürünleri mümkün olan en kısa sürede ve en yüksek kalitede üretmekte, ayrıca

<sup>87</sup> M. Şerif Şimşek ve Adnan Çelik, *Genel İşletme*, Eğitim Kitabevi, Konya, 2010, s. 167

<sup>88</sup> Servet Say ve Fırat Kınalı, İşletmelerde Esnek Üretim Sistemlerinin, Maliyet Unsurları Üzerinde Etkisi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, Konya, 2017, 89-95. s. 91-92

<sup>89</sup> Nesime Acar, Üretim *Planlaması Yönetim ve Uygulamaları*, Mert Matbaacılık, Ankara, 2000, s 211

ortaya çıkacak sorunları en hızlı şekilde belirleyip hızlıca sorunu çözme özelliği ile işletmelere avantaj sağlamaktadır.<sup>90</sup>

En önemli dezavantaj ise esnek üretim sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır. Bu da beraberinde sistemin planlama aşamasının oldukça dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Esnek üretim sistemleri uzun vadeli yatırımlardır, bu sebeple işletme yöneticileri sistemden beklenen verimi ve karlılığı elde etmek için zaman faktörünü göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.<sup>91</sup>

## 2.5.2 Yalın Üretim Yaklaşımı

Yalın üretimin başlangıcı 1950'li yıllarda Japonya'ya dayanmaktadır. 1980'ler ile beraber Avrupa ülkelerinden başlayarak dünya genelinde yayılım göstermiştir. Yalın üretim sistemleri, en iyi üretim ve üretimin sürekli iyileştirilmesi esaslarına dayanan bir sistemler bütünüdür. Yalın üretime, üretim sistemlerine eklenmiş "yalın felsefeli" araç-gereç ve tekniklerle oluşturulmuş bir sistem de denilmektedir. Yalın üretimin ana amacı uygulanacak olan sistemde yer alan değersiz ve işlevsiz işlemleri ortadan kaldırmaktır. Bu sebeple yalın üretim sistemlerinin içerisinde gerekli olmayan faktör bulunmamakta ve bu sistemler işçilik, üretim ortamı, maliyet, hata ve stok gibi değişkenleri en düşük seviyede tutmayı hedeflemektedir. Üretimin yönetimi boyunca gerçekleştirilecek olan bütün aşamalarda, hedef müşterinin ödeme yapmaya istekli olabileceği, üretim sürecindeki çıktı ile girdinin yüksek farkına sahip işler oluşturmak yalın üretimin öncelikli amaçları arasında yer almaktadır.<sup>92</sup>

Yalın üretim, dışarıda oluşabilecek amaçlara tam zamanında adapte olunabilmesi için en üst seviyedeki yönetimden üretimde görevli tüm işçilere kadar herkesi bir çatı altında toplamaktadır. Bu üretim yaklaşımı süreç içerisine dâhil olan kişilerinin tamamının sistemin bütünüyle algılayabilmesini sağlayan bir yapı oluşturmaktadır. Bu sayede sistemin tamamında görülen etkileşimler doğrultusunda iyileştirme işlemleri gerçekleştirilmektedir.<sup>93</sup>

Geçmişten günümüze yalın üretimin ortaya çıkmasını sağlayan unsurlar Şekil-15'de tarihsel sırasıyla gösterilmektedir.

<sup>90</sup> İbrahim Çil ve Ramazan Evren, Esnek İmalat Sistemlerinin Verimliliğinin Ölçülmesinde Performans-Amaçlar-Verimlilik Yaklaşımı, **Milli üretivite Yayınları: II:Verimlilik Kongresi**,Ankara,1994, s.184-185

<sup>91</sup> Seçkin Gönen ve Muhsin Çelik,Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan işletmelerde üretim maliyetlerinin değerlendirilmesi, **Ege Üniversitesi Akademik Bakış Dergisi** , İzmir , 2004, 133-143. s. 137

<sup>92</sup>Eren Yılmaz, Siparişe Göre Üretim Yapan sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2012, s.1.( **Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

<sup>93</sup>Arzu Şeker, Yalın Üretim Sisteminde Kanban,Tek Parça Akışı ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri, **The Journal of Academic Social Science Studies**,2016, Cilt:50, 449-470 s.456

- 1800'lerin başında Eli Whitney'in "Çırcır Makinesi" ve silah fabrikasında süreç kavramının önem kazanmasıyla homojen parçaların üretimi yapıldı. Daha sonra süreç-sistem kavramı incelenmeye başlandı.
- 1900'lerin başında Frederick Taylor "Bilimsel Yönetim Yaklaşımı" ile standart iş kavramını oluşturdu. Frank Gilberth iş-hareket etüdü çalışmaları yaptı ve proses haritalama metodunu oluşturarak günümüzde yalın üretim sisteminde kullanılan değer akış haritasının temelini oluşturdu. Sakichi Toyoda "Ahşap El Dokuma Makinesi"ni icat etti.
- 1910 Henry Ford değiştirilebilir parçalar ve standart iş kavramlarına yürüyen band sistemini ilave ederek akış üretimini oluşturdu.
- 1930'ların başında değişen talep anlayışıyla beraber farklı modelde ve renkteki araçların üretimi nedeniyle Ford, otomobil sektöründeki gücünü kaybederek bu alandaki konumunu General Motors'a kaptırdı.
- 1937 Toyota Motor Corporation Kiichiro Toyoda'nın başkanlığında kuruldu.
- 1939-1945 II. Dünya Savaşı
- 1950 ve sonrası Taiichi Ohno ve Shigeo Shingo gibi deha mühendisler tarafından 5S, Öneri Sistemleri, Çekme Sistemleri, Hat Dengeleme, Toplam Kalite Kontrol, SMED gibi teknikler uygulandı.
- 1988 John Krafcik tarafından "Yalın" kavramı oluşturuldu.
- 2007 Toyota Motor, General Motors'u otomobil satışlarını geçti.
- BrandZ™ tarafından 2015'de yüz küresel marka raporunda Toyota en değerli otomobil markası seçilmiştir.

### Şekil-15 Yalın Üretim Tarihi

Yalın üretimde temel esaslardan biri işbirliği içerisinde bulunmak olarak açıklanmaktadır. Sistemlerde devamlı iniş çıkışlar bulunan ve her sektörde işlerin giderek zorlaştığı günümüzde üretimin sürekliliği ancak ve ancak geleneksel anlayışları geride bırakabilmiş ve piyasalar üzerindeki iniş çıkışları tolere ederek bunlara yanıt oluşturabilecek durumdaki üretim sistemlerinin oluşturulmasına dayanır. Değişen ve gelişen durumlara adapte olabilmek ve başarının devamlılığını sağlamak için işletmeler bu durumlara ayak uydurabilecek sistemler oluşturmak mecburiyetindedir. Günümüzde hiçbir sistem; yapmayı hedeflediği üretim için ihtiyaç



duyduğu unsurların tamamını yalnızca kendi başına tedarik edememektedir. İşletmelerin devamlılığı temelinde uygun tedarikçi ile ilişkilerin sağlamlığına ve maliyetin geri dönüşümünü sağlayabilmelerine bağlıdır. Bu dönüşümü gerçekleştirebilmenin yolu ise yalınlaşmaktan geçmektedir. Bu özelliklerin doğrultusunda Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno'nun belirlemiş olduğu yalın üretimin başlıca özellikleri aşağıda verilmektedir;<sup>94</sup>

- Yalın Üretim, üretimin her aşamasında israfın ortadan kaldırılması için var olan tüm üretim unsurlarından minimum talepte tutulmasını hedefler.
- Üretimin ihtiyaç duyulduğu sırada yapılabilmesi için stokless üretim yapılması gerektiğini öne sürer.
- Yalın üretim sisteminin temelinde tedarikçilerle ilişkilerin durumu yer almaktadır.
- Sistemde var olan iç ve dış müşteri taleplerini merkeze koyar.
- Ürünlerin üretimi ve ürünler konusunda esnek bir anlayışa sahiptir.
- Üretimin bütün aşamalarında devamlı gelişimi ve kalite üretimini önemser.
- Birey odaklı örgütlenme düşüncesi ile yönetilmektedir.
- İletişim ve katılım temellerini oluşturur.
- Pek çok ayrı donanıma sahip işçilerle organize bir grup çalışması söz konusudur.

Yukarıda belirtilmiş olan faktörler doğrultusunda yüksek performanslı üretime geçişte yalın üretimin öneminin büyük olduğu görülmektedir. Yalın olarak tanımlana bu üretim sisteminde her alanda fayda sağlanmaktadır. Yalın üretimle kusursuz bir üretim şekli ortaya çıkmaktadır. Böylece sistem yapısında yer alan herkesin memnuniyetinin sağlanması ve bir olumlu sonuç elde edebilmesini sağlamaktadır.

### **2.5.3 Toplam Kalite Yönetimi**

Güncel rekabet koşulları, kalite kavramını gittikçe önemli bir konuma getirmiştir. Kalite kavramının gelişmesiyle, müşteri odaklı bir sistem ortaya çıkmıştır. Müşteri beklentilerini tatmin ederek ihtiyaçlarını giderebilecek bir sistem başarılı olabilmekte ve bu sayede rekabet avantajı sağlanabilmektedir. Kalite kavramının müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla var olduğu düşünüldüğünde işletmeler adına önemi ortaya çıkmış olacaktır.

---

<sup>94</sup>Özay Umut Türkan, "Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri", **BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**,2010, Cilt:12, 28-41, s.30

Kalitenin tanımlarına bakıldığında literatürde farklı tanımlamalara rastlanmaktadır. Aguayo'ya göre kalitenin tanımı, müşterinin açısından ürününün geliştirilmesidir<sup>95</sup>. İshikawa'ya göre ise kalite kavramı en ekonomik, en kullanışlı ve her daim müşteriye tatmin eden ürünün üretilmesi olarak ifade edilmektedir<sup>96</sup>. W. E. Deming ise kaliteyi, kullanıcının gelecekteki ihtiyaçlarının ölçülerek tasarlanması ve kullanıcının ödemeyi kabul edeceği bir fiyatla istenilen ürünün üretilmesi şeklinde tanımlamıştır.<sup>97</sup>

Üretici için yaşamını sürdürebilme konusunda anahtar rol oynayan kalite kavramı, tüketici için ise memnuniyet derecesini yükselten ana etkidir. Kalitenin bu derecede önemli bir konuma gelmesi, işletmelerin daha fazla kâr elde etmelerinden ziyade onların yaşamlarını sürdürebilmeleri için uygulamak zorunda oldukları bir gerekliliğe dönüşmüştür.

Şimşek, kaliteyi kullanıma uygunluk, eksiklerden kaçınma, müşterilerin beklentilerini sürekli karşılayacak şekilde ürün ve hizmet üretmek olarak da tanımlamıştır. Kalite kavramı ile ilgili birçok farklı tanım bulunmaktadır. Bunlardan birkaçı aşağıda verilmiştir ;<sup>98</sup>

- Kalite, bir ürün ya da hizmetin değeridir.
- Kalite, önceden belirlenmiş/bulunan özelliklere (*spesifikasyonlar*) uygunluktur,
- Kalite, ihtiyaçlara uygunluktur.

Kalite, teknik olarak iki şekilde tanımlanabilir. Bunlardan ilki; eksiklerden uzak olan ve ihtiyaçları karşılama kapasitesi olan ürün, diğeri ise müşteriye memnun edebilen ürün veya hizmet özelliğidir<sup>99</sup>. Kalite, ürün veya hizmeti ortaya çıkarırken müşteri beklentilerini karşılamak için iyi analiz edilmelidir.

Yazman'a göre kalite ile ilgili belli başlı boyutlar aşağıdaki gibidir<sup>100</sup>;

- İş görürlük- işlevsellik
- Çekicilik
- Özelliklere uygunluk

<sup>95</sup> Rafael Aguayo , **Japon Mucizesinin Mimarı Dr. Deming**, Çev.: Y. Kaan Tunçbilek, Form Yayınları, İstanbul, 1994, s. 46

<sup>96</sup> Kaoru İshikawa, **Toplam Kalite Kontrol**, Haz.: S. Orbaş ve N. Yayla, Kalder Yayınları, İstanbul, 1995, s.5

<sup>97</sup> Zeynep Düren, **2000'li Yıllarda Yönetim**, Alfa Yayınları, İstanbul, 2002, s.17

<sup>98</sup> Muhittin Şimşek, **Toplam Kalite Yönetimi**, Alfa Yayınları, İstanbul, 2001, s.6-7

<sup>99</sup> Donna C. S. Summers, **Quality**, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1997,s.4

<sup>100</sup> İrfan Yazman, **Kalite Standartlarının Esnaf ve Sanatkârlar Açısından Önemi**, Tes-ar yayınları, Ankara, 1998,s.1

- Güvenilirlik, kullanım ömrü

Toplam Kalite Yönetimini uygulamak isteyen bir işletme, yapılması planlanan herhangi bir işi çeşitli süreçlere ayırmaktadır. Süreçlerin yönetimi, çalışanların katılımı ilkesine dayandırılarak tüm tabana yayılmaktadır. Sürekli İyileştirme kavramı kalite yönetimi mükemmele ulaşmaya konusunda önemli bir diğer faktördür. Toplam Kalite anlayışının uygulanabilmesi için üst ve tepe yönetimin bu sisteme inanmaları gerekmektedir. Deming bu Toplam kalite anlayışının önemine ve olası problemlerin önüne geçilmesi etkili bir eylem planı olarak görülmesine şu şekilde vurgu yapmıştır; *“Üretim hattında defolu bir parçayı yenilemenin maliyeti oldukça kolay bir şekilde tahmin edilebilir, ama bir tüketicinin eline geçen hatalı parçanın maliyeti ölçülemez”*<sup>101</sup>.

Deming’in bu söylemine uygun şekilde Toplam Kalite Yönetimi’nde ana yaklaşımlar şu şekildedir: <sup>102</sup>

- Hata ayıklamaktan ayrı olarak hata yapmamayı benimsemek
- İstatistiksel yöntemler kullanılarak Kalite-Maliyet bağlamında üstünlük sağlamak ve tüm süreçlerin izlenmesi
- Takım çalışması ve görevlendirmelerin faaliyetleri destekleyecek şekilde dağıtılması
- Sürekli gelişme ve geliştirme yoluyla müşteri memnuniyeti

Tüm olumlu yanlarının yanında, Crosby, günümüzde uygulanan Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarının %80’inin başarısızlıkla sonuçlandığını belirtmiştir. Bu konuda Crosby, bu sonucu Toplam Kalite Yönetiminin teorik bir yöntem olmasıyla beraber sonuçlarının ciddi teknik bilgi ve uygulamayla elde edilebileceğine bağlamıştır.<sup>103</sup>

Bu bilgiler ışığında, Toplam Kalite Yönetimi, en tepeden en alta kadar tüm aktörler tarafından benimsenmesi ve bu aktörlerin firma hedefleri ve Toplam Kalite anlayışı içerisindeki unsurları göz önünde bulundurması, teknik ve teorik bilgiyi elde ederek Toplam Kalite gerekliliklerini uygulaması ve müşteri memnuniyetinin sürekli geliştirilmesi yoluyla fayda sağlanmış olacaktır.

<sup>101</sup> Edwards Deming, *Krizden Çıkış*, Çev: Cem Akas, Arçelik A.S., İstanbul, 1996, s.143

<sup>102</sup> Burcu Uryan, Toplam Kalite Yönetimi, *Mevzuat Dergisi*, 2002 ,5 (55), <https://www.mevzuatdergisi.com/2002/07a/02.htm#> (Erişim Tarihi: 18.01.2019)

<sup>103</sup> Yıldırım, E. 2000, “Türkiye’de Toplam Kalite Uygulamaları”, *Toplum ve Bilim Dergisi*, aktaran Esin Gülsen, Toplam Kalite Yönetimi ve Türkiye’deki Uygulamaları, *Toplum ve Demokrasi*, 2012, Sayı 13-14, 112-127, s. 115

#### 2.5.4 Süreç Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi içerisinde bulunan en önemli faktörlerden biri Süreç Odaklı Yönetim anlayışıdır. Kaliteli ürünün veya hizmetin üretilmesi sadece üretim safhasında değil işletmenin tüm boyutlarında süreçlerin iyi yönetilmesine bağlı olmaktadır. Bu nedenle, kaliteli ürünün üretilmesi süreçlerin kaliteli yönetilmesine endekslidir. Dolayısıyla istikrarlı süreçlere sahip olmak bir işletme için önem taşımaktadır.<sup>104</sup>

Süreç, belirlenmiş kalitede bir ürünü elde etmek amacıyla düzenlenmiş/oluşturulmuş işlemler dizisidir.<sup>105</sup> Dumas ve Diğerleri, Süreç Yönetimini bir bilim ve sanat olarak nitelemiş ve "tutarlı bir sonuç ve iyileştirme adına bir organizasyonda işlerin nasıl yapıldığını kontrol etme ve uygulamak için yapılan işlemler" olarak tanımlamıştır.<sup>106</sup>

Süreç Yönetimi, planlı ve sistemli işleyen bir işletme oluşturmak için gerekenlerden biri olarak gösterilmektedir. Hellriege ve Diğerleri tarafından, işletmenin amaç ve işleyişlerinin düzenlenmesi, kategorize edilmesi, ürün veya hizmet üretimi, dağıtımı, satış sonrası desteği gibi tüm paydaşları içine alan iş ve işlemler olarak tanımlanmıştır.<sup>107</sup> Bu yaklaşımda, çalışmaların süreç odaklı yönetimi işletme politikalarının ve stratejilerinin desteklenmesi adına üretim ve hizmet noktalarının esas alınması ile mümkün kılınmaktadır.<sup>108</sup> Burada bahsedilen hizmet noktaları, dar bir kapsamla, işletme organizasyonu içerisinde yer alan her bir birim olarak özetlenmektedir. Ayrıca Süreç Yönetimi, organizasyon içerisindeki olası düzensizliklerin, belirsizliklerin ve değişkenliklerin azaltılması ve hataların sifra indirgenmesi hedefine ulaşılmasını amaçlamaktadır. Etkili süreç tasarımı için, birkaç unsur birlikte değerlendirilmektedir. Şekil-16'de süreç tasarımına ait şema verilmiştir.

Sonuç olarak Süreç Yönetimi, bütünsel olarak bir organizasyonda kalite kavramının tabana yayılarak her unsuru içine alacak şekilde var olması ve bu varlığın sürdürülebilir planlar ve işlemler yardımıyla devam ettirilmesi olarak açıklanabilmektedir.

<sup>104</sup> Oygur Yamak, *Üretim Yönetimi: Sistem Yaklaşımı*, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2007, s. 356.

<sup>105</sup> Yamak, *a.g.e.*, s. 345

<sup>106</sup> Marlon Dumas vd., *Fundamentals Business Process Management*, Springer Yayınları, Berlin, 2018, s.2

<sup>107</sup> Hellriege D ve Diğerleri, *Management*, South Western College Publishing, New York, 1998 *aktaran* Turan A. Erkılıç, Toplam Kalite Yönetimi İlkelerinin Yönetim Yaklaşımları Bağlamında Tartışılması, *GAU Journal of Social and Applied Sciences*, 2007, Cilt: 2 (4), 50-62, s. 54

<sup>108</sup> Erkılıç, *a.g.e.*, s. 55



### 2.5.5 Altı Sigma (Six Sigma) Metodolojisi

Altı Sigma (*Six Sigma*), Yunan alfabesinin altıncı harfi olan sigma harfinden türetilmiştir. Sigma işareti ( $\sigma$ ), istatistik işlemlerinde standart sapmayı ifade etmektedir. Matematik ve istatistik biliminde hali hazırda bulunan sigma, işletmelerde katı odaklı uygulamalar ile beraber maliyetlerin düşürülme çabası sonucu kullanılan bir teknik haline gelmiştir. İş yaşamında süreçlerin değişkenliğini, hata paylarını ve kayıpların hangi boyutta olduğunu tespit ve ifade etmek için kullanılmaktadır. Süreçlerde değişkenlerin durumuna odaklanan Six Sigma kalite yönetim aracı olarak hataların belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.<sup>110</sup>

Üretim süreçlerinde süreç değişkenlerinin asgari seviyeye indirilmesinde uygulanan Altı Sigma finansal ve kalite açısından iyileştirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin “sıfır hata” hedefi ile karşılaştırıldığında Altı Sigma felsefesi daha ileri bir hedef olan “mükemmel” olma

<sup>109</sup> Lee J. Krajewski ve Diğerleri, *Üretim Yönetimi: Süreçler ve Tedarik Zincirleri*, Çev. Semra Birgün, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2014, s. 95

<sup>110</sup> Gülçin Dağlıoğlu vd., Altı Sigma Nedir?, *DergiPark Akademik*, 2009, 18 (2), 132-139, s. 132-134.

çabasına odaklanmaktadır.<sup>111</sup> Bununla beraber bu yöntem israfı önleyerek maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlamak amacıyla kullanılır. Temel olarak kalitenin azalmasına neden olan maliyetler “milyonda yanlış sayısı” ve “milyon fırsatta yanlış sayısı” olarak gösterilmektedir.<sup>112</sup> Sigma değerinin yüksek olması üretim sürecince en az hata veya kayıp olduğu anlamına gelmektedir. Hata sayısı düştükçe Sigma değeri yükselmektedir. Bu da kalite ve maliyet açısından iyileştirilmelerin yaşandığı anlamına gelmektedir. Bu bilgi ışığında kalite ve süreç düzeyleri vasat olan bir organizasyonun ortalama Sigma değeri “4 Sigma’dır”.<sup>113</sup> İstatistiksel olarak, “6 Sigma” düzeyinde milyonda hata oranı 3.4 hata olarak açıklanmaktadır.<sup>114</sup> 3.4’lük oran Dünya standartlarında 6 Sigma ve üzeri olarak kabul edilmektedir. Bir Sigma değerinin yükseltilmesi için; 2 Sigma değerinden 3 Sigma değerine çıkmak için 5 kat, 3 Sigma Değerinden 4 Sigma’ya çıkabilmek için 26 kat, 5 Sigma değerinden 6 Sigma değerine çıkabilmek için ise 68 kat iyileştirme yapılması gerekmektedir. Bu bilgiden anlaşılacağı üzere iyileştirmeleri yapabilmek kısa vadede mümkün olmamaktadır. Bu da Altı Sigma metodolojisinin kısa vadeli değil uzun vadeli bir proje olduğunu göstermektedir.<sup>115</sup>

Altı Sigma Yaklaşımının uygulanmasında bir dizi hedefler söz konusudur. Bu hedefler nicel olarak ifade edildiğinde<sup>116</sup>;

- Müşteri memnuniyetinin artırılması
- Kusur ve kayıpların azaltılması
- Ürünün ve Hizmetin iyileştirilmesi
- Verimliliği yükseltilmesi
- Organizasyon bütünündeki yeteneğin genişletilmesi şeklinde.

Altı Sigma’ya ulaşmadaki efor aşağıdaki tablo ile daha iyi anlaşılmaktadır.

<sup>111</sup> Fatma Nuray Kuşçu vd., Sağlık Kuruluşlarında Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, *Journal of Current Researches*, 2018, 8 (1), 125-136, s125

<sup>112</sup> Kuşçu vd., *a.g.e.*, s. 127.

<sup>113</sup> Dağlıoğlu vd., *a.g.e.*, s. 133

<sup>114</sup> Okşan Kansoy ve Esra Dirgar, Altı Sigma Nedir?, *E- Journal of New World Sciences Academy*, 2008, 4 (1), 15-23, s. 16

<sup>115</sup> Yıldız Çabuk ve Selman Karayılmazlar, Altı Sigma Yaklaşımı, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 2010, 12 (17), 93-99, s.94.

<sup>116</sup> Çabuk ve Karayılmazlar, *a.g.e.*, s 96

**Tablo-2** Sigma Düzeylerine Örnek<sup>117</sup>

Örnek	99 % (3.8 Sigma Düzeyi)	%99.9997 (6 Sigma Düzeyi)
Haftalık Tv Yayını	1.68 saat yayın kesintisi	1.8 saniye yayın kesintisi
500 yıl boyunca ay sonu hesabı	60 ay açık	0.018 ay açık (Yaklaşık yarım gün)
Yıllık Elektrik Kesintisi	86 saat	2 dakika
Haftalık Kirli Su dağıtımı	1 saat 20 dakika	2.1 saniye
300.000 Mektubun Dağıtımında	300 hatalı dağıtım veya kayıp	1 hatalı dağıtım veya kayıp

Sigma düzeyinin bulunabilmesi için milyonda hata ihtimali sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Sonuç bulunduktan sonra sigma tablosuna bakılarak sigma seviyesi öğrenilmektedir.

Altı Sigma Metodunda uygulanacak beş adım bulunmaktadır. Bunlar; Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol adımlarıdır. Bu adımları açıklamak gerekirse<sup>118</sup>;

- Tanımlama (*Defining*): Hedef kitlelerin, müşterilerin ürün ve hizmetten beklentilerinin, projenin çerçevesinin, ne zaman başlayıp ne zaman bitirileceğinin, kritik değişkenlerin ne olduğunun belirlenme aşamasıdır.
- Ölçme (*Measuring*): Yaşanacak süreçler için verilerin toplanması, farklı kaynaklardan yararlanılarak hata türlerinin tespit edilmesi, müşteriler ile ilgili çeşitli bilgilere ulaşılması gibi aşamalardan oluşmaktadır.
- Analiz (*Analyze*): Toplanan verilerin süzgeçten geçirilerek yol haritalarının çıkarılması evresidir.
- İyileştirme (*Improve*): Hedef süreci etkileyen problemlerin teknoloji ve disiplin ile çözümü aşamasıdır.
- Kontrol (*Control*): Süreçlerin bir önceki adımlara dönmesine izin vermeden, planların denetlenmesi, genişletilmesi ve kontrol işlemleri aşamasıdır.

Ancak her süreçte olduğu gibi Altı Sigmanın uygulanmasında da başarılı bir süreç yönetebilmek için iyi bir planlaya sahip olmak gerekmektedir.

<sup>117</sup> Çabuk ve Karayılmazlar, **a.g.e**, s 97

<sup>118</sup> Kansoy ve Dirgar, **a.g.e**, s. 17-18

## 2.5.6 Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP- Material Requirement Planing)

İşletmelerde tüm faaliyetler işletmenin ana hedefleri, neler yapacağı, hangi ürünü veya hizmeti sunacağı gibi temel soruların sorulmasıyla başlamaktadır. İşletmenin tüm fonksiyonları bu amaçlar çevresinde konumlandırılmaktadır ve nihai sonuca ulaşmak için faaliyet göstermektedirler. Ancak her faaliyetin öncesinde planlama süreci yer almaktadır. Etkili planlama etkili ve verimli sonuçları beraberinde getirmektedir. Buradan yola çıkılarak Malzeme İhtiyaç Planlaması özellikle son yılların en önem verilen üretim enstrümanlarından biri haline gelmektedir.<sup>119</sup>

Kısaca MİP olarak isimlendirilen Malzeme İhtiyaç Planlamasına, stok yatırımını ve sipariş verme maliyetlerini en aza indirerek daha etkin bir üretim ortamı yaratmayı amaçlayan bir metot olarak karşılaşılmaktadır.<sup>120</sup> Orlicky, MİP'i stok yatırımını minimuma indirmek, üretim etkinliğini arttırmak ve müşteriye yapılan hizmeti geliştirmek için kullanılan bir çizelgeleme ve kontrol tekniği olarak tanımlamıştır. MİP, üretim planlama ve stok yönetimi faaliyetlerini gerçekleştiren teknoloji ile iç içe geçmiş bilgisayar destekli bir sistemdir.<sup>121</sup> Diğer bir ifadeyle tüm üretim faaliyetlerinin planlaması ve kontrolünde kullanılan bilgi sistemidir.<sup>122</sup> MİP, az miktarda stok bulundurmaya hedefleyen, imalatta kullanılacak malzemenin, parçanın fabrikaya zamanında gelmesini sağlayan, lojistik ve satın alma gibi fonksiyonların planlamasını gerçekleştirmek ve kısa vadede verim alınmasını sağlayan bilgisayar destekli üretim ve planlama sistemidir. Uygun yazılımlar ve programlamalar sayesinde ham madde girdileri ve sevk edilecek mamulün önceliklerini hesaplamaktadır. MİP, güncel değişiklikleri saptayarak bu değişikliklere karşı önlem alınmasını ve önceliklerin güncellenmesinde yardımcı olmaktadır.<sup>123</sup>

## 2.5.7 Tam Zamanında Üretim (Just In Time-JIT) Yaklaşımı

Özellikli İkinci Dünya Savaşı sonrasında piyasalarda oluşan rekabetçi yapı birçok firmayı derinden etkilemiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan ağır hasarla çıkan Japonya Devleti, ulusal karakteristik özelliklerinin desteğiyle ciddi bir kalkınma hareketi gerçekleştirmiştir. Özellikle o dönemde Amerika Birleşik Devletlerinin dünya piyasalarına hâkim olma çabası ve üretim alanında yaptığı yenilikler tüm dünyada

<sup>119</sup> Enver Aydoğın ve Ömer Asal, Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlaması KOBİ'ler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Konya, 2009, 22, 33-42, s. 35-36

<sup>120</sup> Bahar Özyörük, Malzeme İhtiyaç Planlamasında Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama Çalışması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 2003, 43-50, s. 44

<sup>121</sup> J. A. Orlicky, *Material Requirements Planing*, McGraw-Hill Company, New York, 1975, *aktaran* Enver Aydoğın ve Ömer Asal s. 35

<sup>122</sup> F. Odman Çelikçapa, *Üretim Planlaması*, Alfa Yayınları, İstanbul, 1999, s. 141

<sup>123</sup> Seyitmurat Ödeniyazov, Bir Tekstil İşletmesinde Üretim ve Pazarlama Planlaması, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006, s.36 (**Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi**)



yankı uyandırmıştır. Savaş sonrası yaşanan zorlu süreç sosyal hayatta olduğu gibi iş hayatında da bazı önlemler almaya itmiştir. Bunlarında başında maliyetlerin düşürülmesi ön plana çıkmaktadır. Öncelikle Amerikan Savunma Sanayinde kullanılan ve daha sonra Amerikan bilim ve iş insanları vasıtasıyla Japonya'ya taşınarak burada çok geniş bir uygulama alanı bulan Tam Zamanında Üretim (*Just in Time*) Yaklaşımı tam olarak maliyetlerin düşürülmesi, üretimde boşa geçen zamanın –atıl zamanın- ortandan kaldırılması, stoklama olmaksızın sadece ihtiyaç anında temin edilen ham maddenin mamule dönüştürülmesi yaklaşımıdır.<sup>124</sup> 1940'lı yıllardan sonra geliştirilmeye başlanan bu yaklaşım ilk kez Toyota Motor fabrikasında tam kapsamlı bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır.

Şakrak'a göre, Tam Zamanında Üretim gereken işlemlerin ve faaliyetlerin hemen devreye sokulması felsefesidir.<sup>125</sup> Bu felsefenin temelinde hiç stok bulundurmamak, üretilen mamulün sadece ihtiyaç olduğu kadar üretilmesi ve ihtiyacın ortaya çıktığı anda üretim faaliyetinin başlaması temeline dayanmaktadır.<sup>126</sup>

Tablo 3'de geleneksel üretim yönetimi ile tam zamanında üretim yönetiminin karşılaştırılması verilmiştir.

**Tablo-3** Geleneksel Üretim-Tam Zamanında Üretim

İlkeler	Geleneksel Üretim	Tam Zamanında Üretim
<b>Kalite</b>	Üretim sadece kritik zamanlarda incelenir.	Çalışanlar üretimi sürekli inceler. Hedef sıfır kusurdur.
<b>Planlama ve Kontrol</b>	Odak noktası planlamadır.	Odak noktası kontroldür.
<b>Kapasite</b>	Daha büyük yığın miktarı. Esnek olmayan kapasite. Yoğun kullanım.	Küçük yığın miktarı. İsrafı azaltan esnek kapasite. Kısmi kullanım.
<b>Envanter</b>	İş yerinde fazla envanter yığını.	Fazla envanter israf olarak görülür. İhtiyaç doğrultusunda envanter bulundurulur.
<b>İş Gücü</b>	Yöneticiler ve çalışanlar arasında rekabetçi iş gücü.	Problemlerin çözülmesi yöneticiler ve çalışanlar arasında için işbirlikçi yaklaşım.
<b>Dönüşüm</b>	Uzun dönüşüm süresi	Kısa dönüşüm süresi
<b>Bakım</b>	Düzeltilici müdahale (makine bozulduktan sonra).	Önleyici müdahale (makine çalışır hâlde iken).
<b>Tedarikçiler</b>	Birden fazla tedarikçiden dolayı tedarikçilerle zayıf iletişim.	Tek bir tedarikçiden dolayı güçlü iletişim.

<sup>124</sup> Metin Atmaca ve Serkan Terzi, Stratejik Maliyet Yönetimi Açısından Tam Zamanında Üretimi Felsefesi ile Kısıtlar Teorisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, İstanbul, 2007, 12 (1), 293-309, 294-295

<sup>125</sup> Münir Şakrak, *Maliyet Yönetimi*, Yasa Yayınları, İstanbul, 1997, s. 59

<sup>126</sup> Rüstem Hacirüstemoğlu ve Volkan Demir, Muhasebenin Yönetim Aracı Olarak Kullanımı, Öneri Dergisi, 2002, 5 (19), s. 15 *aktaran* Metin Atmaca ve Serkan Terzi, Stratejik Maliyet Yönetimi Açısından Tam Zamanında Üretimi Felsefesi ile Kısıtlar Teorisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, İstanbul, 2007, 12 (1), 293-309, 295

Üretim sürecini tamamıyla esnek ve yalın bir biçimde kullanarak maliyeti düşürmeye, kaliteye ve hızlı ürün servisine odaklanan bu yaklaşımda yedi maddelik hatalar listesi mevcuttur. Bunlar<sup>127</sup>;

- Fazla olan her şey israftır. Örneğin; fazla tasarım, fazladan yapılan test, sayım.
- Stok tutmak israftır.
- Talepten fazla üretim israftır.
- Gereksiz taşıma işlemi israftır.
- Gereksiz hareketler israftır.
- Bekleme ve gecikmeler israftır. Örneğin; parça temininde bekleme süreleri.
- Iskartaya ayrılmış malzeme israftır.

Bahsedildiği şekilde bu yaklaşım üretimde tamamıyla sadeleşmeye ve fazladan yapılan her işlemin ortadan kaldırılmasına odaklanmaktadır. Bunlarla birlikte, günümüzde bu sistem yaklaşımının uygulanmasında gerekli görülen unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar sistemin uygulanabilirliğini arttıran prensip niteliğinde kavramlardır.

Tam zamanında kavramı, gerektiği miktarda, gereken zaman içerisinde ve sadece ihtiyaç olunan parçaların kullanımıyla üretim yapılmasını vurgular. Otomasyon kavramı, bir önceki bölümde de sıkça üstünde durulduğu gibi bu sistemin işlemindeki en önemli unsurlardandır. Otomasyon, yazılım ve bilgisayar destekleriyle üretimin kontrol edilmesi anlamına gelmektedir. Bu kavram hatalı ürünlerin ayıklanmasında, üretim safhalarının zincirleme bir şekilde etkilenmesinde ve problemlerin anında çözümünde büyük önem taşımaktadır. Esnek iş gücü ise, felsefenin temelini oluşturan gereken ürünün tam zamanında üretilmesi için örgütlenecek iş gücünü vurgulamaktadır. Yaratıcı Düşünce kavramı, sürekli dalgalanan talep doğrultusunda iş gücünün doğrudan katılımını ifade etmektedir. Süreçlerin sürekli geliştirilmesi için yaratıcı fikrin sistem içerisinde kendisine yer bulması gerekmektedir. Son olarak Müşteri Odaklılık, global rekabetler göz önüne alındığında müşteri taleplerinin ve memnuniyet seviyelerinin sürekli değişmesi diğer sistemlerde olduğu gibi bu sistemde de büyük gereksinim olarak karşılaşılmaktadır.<sup>128</sup>

---

<sup>127</sup> Seher Kanat vd., Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2006, 4 (1), s. 275.

<sup>128</sup> Seher Kanat vd., **a.g.e.**, s. 277

## **2.6 ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMLERİ VE SINIFLANDIRILMASI**

Üretim yönetim sistemleri -üretim yöntemine göre, mamul cinsine göre, üretim miktarı veya akışına göre farklı şekillerde, özelliklerini doğrudan görmek, tanımak ve birbirlerinden farklı noktalarını belirtmek için sınıflandırılmıştır.

### **2.6.1 Üretim Yöntemine Göre Sınıflandırılması**

Üretim süreçlerinde uygulanmakta olan temel yöntemler bazında üretim yönetimi Birincil Üretim, Analitik Süreçli Üretim, Fabrikasyon/Seri Üretim ve Sentetik üretim olarak 4 ana başlıkta sınıflandırılmıştır.

Birincil Üretim, doğada bulunan tüm ham maddelerin doğrudan kullanılması veya işlenmesi için çıkarılması işlemidir. Madenlerin üretimi bu sınıf içerisinde gösterilmektedir.

Analitik Süreçli Üretim, çıkarılmış olan ham maddelerin çeşitli yöntemlerle ayrıştırılarak ürün oluşturulması işlemidir. Petrol rafineleri bu üretim sınıflandırılmasına örnek oluşturmaktadır.

Tabiatta var olan ve çıkarılan maddelerin belirli işlemler uygulanması ile yeni ürün oluşturulması Fabrikasyon/Seri üretim olarak tanımlanmaktadır. Ayakkabı veya mobilya üretimi bu sınıfta bulunmaktadır.

Sentetik üretim sürecinde ise birden fazla sayıda maddenin birleştirilerek yeni ve tek bir ürün elde etmesi amacı bulunmaktadır. Örnek olarak sentetik kauçuk, plastik üretimi gösterilmektedir.

### **2.6.2 Mamul Cinsine Göre Sınıflandırılması**

Üretim yönetim sistemleri üretilen olan mamulün cinsine göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Burada yapılan sınıflandırma ile her birinin bir endüstri dalı olarak isimlendirildiği görülmektedir.

Demir-çelik üretimi, doğal olarak bulunan maddelerden demir filizlerinin işlenerek demir veya çelik üretilmesidir.

Maden kömürü veya linyitin hammaddesi üzerinden temizlenme, yıkama, kırma ve açığa çıkan gazın uzaklaştırılması işlemleri ile kömürün kullanılabilir hale getirilmesi kömür üretimi olarak adlandırılmaktadır.

Yüksek seviyede bilgi ve yetişmiş insan gücünün içeren birçok farklı isimle adlandırılmış olan takım tezgâhlarının üretilmesi takım tezgâhları üretimi sınıfında bulunmaktadır.

Kimyasal madde üretimi; hammaddeler üzerinde gerçekleştirilen çeşitli uygulamalar ile kimyasal yapılarının değiştirilmesi ile oluşturulan yeni ürünler üretmektir. Gübre, tarım ilaçları, boyalar, temizlik maddeleri ve kozmetik mamulleri üretimi bu sınıflandırmada bulunmaktadır.

Sınıflandırmanın bir diğeri de elektriksel araç-gereç üretimidir. Bu üretim yönteminde elektrik enerjisi ile çalışan eşya ve ürünlerin üretilmesi sağlanmaktadır. Elektriksel üretimi çağrıştıran bir diğeri sınıflandırma elektronik üretim sınıfıdır. Bu sınıfta bilgisayar üretimi ve haberleşme sağlayan ürünlerin üretimi örnek gösterilmektedir.

Yapay ve doğal giyim hammaddelerinin örme, biçme, boyama ve dikme gibi uygulamalardan geçerek giyime hazır hale getiren üretim sistemleri tekstil üretimi olarak sınıflandırılmıştır.

### **2.6.3 Üretim Miktarına Veya Akışına Göre Sınıflandırılması**

Üretilen ürünlerin sayısı ve üretim süreçlerinin akışı arasındaki ilişki ile üretim siparişe göre, parti üretim, sürekli üretim ve proje tipi üretim olarak sınıflandırılmaktadır.

Müşterilerden gelen istekler doğrultusunda gerçekleşen üretim faaliyetlerine siparişe göre üretim denilmektedir. Siparişe göre üretiminde elde edilen ürünlerin kalitesi yüksek ancak üretimi zor ve fazla maliyet gereksinimi bulunmaktadır.

Parti tipi üretimde ürünlerin gruplanarak belirli miktarlarda parti şeklinde üretilmesidir. Ürünler üretim yerindeki tüm bantlara uğramadan da üretilebilmektedir. Bu üretim zor yanı üretilmesi planlanan ürünlerin en uygun parti boyutlarının saptanamamasıdır. Ev aletleri, hazır giyim ürünleri gibi maddelerin üretimi parti üretimi sınıfında yer almaktadır.

Eldeki makine ve alanların sadece bir ürünün üretilmesi için ayrılması ve sadece bu ürünün üretilmesi sürekli üretim olarak tanımlanmaktadır. Bu tür sistemde aynı yerde başka ürün üretmek olanaksız veya maliyetlidir. Çimento, şeker fabrikaları örnek olarak gösterilmektedir.

Proje tipi üretimde ise belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda tek sefer olarak yapılan üretimler oluşturmaktadır. Bu tür üretimler büyük ve Karmaşık bir mamul

meydana getirmektedir ve bu mamul üretiminde proje yönetimi gibi çeşitli faaliyetlere dikkat edilmektedir. Bu örnek olarak rafineri tesislerinin üretimi gösterilebilir.

## 2.7 ÜRÜN TASARIMI VE ÜRETİM SÜRECİ

Yaşanılan yoğun rekabet ortamı, teknoloji gelişmeler, tüketici beklentilerinin ve ihtiyaçlarının çeşitlenerek değişkenlik göstermesi işletmelerde eskiye göre daha yeni ürün ve hizmet yaratımını tetiklemektedir. Yeni ürün tasarlamak, piyasaya sürmek ve bu ürünün devamlılığı için geliştirilmesi işletmelerin büyüme ve pazar payını artırma hedefleri doğrultusunda hayati öneme kavuşmuştur. Bu başlıkta bu süreçlere değinilmektedir.

### 2.7.1 Tasarım Süreci

Tasarım, tanım olarak yarar sağlaması için üretilen bir ürünü oluşturma aşamasıdır. Tasarım süreci, tasarımı gerçekleştirecek kişinin kendi içerisinde ürünü görsel olarak ortaya çıkarmasına yardımcı olan olay ve kılavuzların tamamı olarak tanımlanabilmektedir. Tasarım aşaması ürün oluşturmada ve bu ürünün üretim sürecindeki evreler içerisinde bilim ve sanatı bir araya getirmektedir. Tasarım sürecinde bireyin ve işletmelerin yaratıcılık becerisi ve analitik yetenekleri büyük önem taşımaktadır. Telefonun icadı önemli bir buluş ve tasarım olarak örneklenebilmektedir. Teknolojik değişimler ve inovasyonla cep telefonu icat edilmiş ve bu büyük bir etki göstermiştir. Günümüzde telefonun aldığı hal ilk bulunduğu halden tasarım ve içerik açısından çok farklı boyutlara gelmiştir. Cep telefonu ile birlikte rekabetçi pazar artmış ve tasarım önem kazanmıştır. Kamera, görüntülü görüşme sistemleri, internet erişimi, boyut, görsel gibi yeniliklerde tasarım sürecinin büyük etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle gerçek tasarımcılar evrimi ve yenilikleri kontrol eden kişiler konumuna gelmiştir.<sup>129</sup>

Tasarım süreçleri her kurumda farklılık göstermekle beraber aşağıdaki sıra ile gerçekleşmektedir.

1. Genel özelliklerin belirlenmesi
2. Taslağın geliştirilmesi
3. Öneriye yönelik araştırmalar
4. Tasarım önerisinin geliştirilmesi
5. Yapım / Prototip

<sup>129</sup> Yousef Haik ve Tamer Shahin, *Engineering Design Process second Edition*, Cengage Learning, United States, 2011, s. 8

6. Değerlendirme ve test etme
7. Değişiklik önerme
8. Sorunu araştırma ve çözüm önerileri

Bu adımlar tasarım süreçlerinin temel adımları olarak karşılaşılmaktadır. Bu süreç bir sıralama olarak verilmiş olsa da bir döngü halinde ortaya çıkan her ürün için gerçekleşmektedir. Tasarım Süreci ile ilgili döngü Şekil-17'de verilmiştir.



Şekil-17 Tasarım Süreci

### 2.7.2 Ürün Geliştirme

Ürün geliştirme, ortaya çıkarılacak yeni ürünün stratejik, planlama, içerik geliştirme, ürün ve hedef kitlenin geliştirilip analiz edilmesi sonunda ürünün alım satım işlemlerine uygun olan süreçlerin tamamı olarak tanımlanabilmektedir. Ürün geliştirme hedef kitle ve pazardaki ön görülen fırsatların tespiti sonrası üretim, lojistik dağıtım ve satış işlemleri ile tamamlanan işlemler bütünü veya yapılacak olan girişimin, fikren geliştirilmesinin sağlanması ve sunulması için gerçekleşen adımlar bütünüdür.<sup>130</sup>

<sup>130</sup> Akgün Tokatlı, Yeni Ürün Geliştirme 'de Hedef Kitle Tanımının Tasarım Sürecine Etkisi: Yeni Ford Cargo Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004, s.10 ( **Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

Temel olarak ortaya çıkmasından itibaren ürünün piyasaya sürülmesi 7 aşamadan oluşmaktadır:<sup>131</sup>

- Yeni Ürün Stratejisi ve Fikir Oluşturma: Bu aşamada, mevcut ürünlerin mevcut pazarlama süreçlerinin analizi, üretici firmanın hedefleri doğrultusunda yenilikçi fikirler üretmeyi ve ayrıca pazar talebini karşılama ele alınmaktadır.
- Fikirlerin Sıralanması ve Değerlendirme: ürün geliştirmenin başlangıç aşamasında ortaya çıkan farklı seçenekler içerisinde bulunan fikirlere özel kriterler belirlemek için sıralama yapılmaktadır.
- İş Analizi: Üretici firmayı analiz etmek bir firmanın ilerlemesi kaydedebileceği bir sistem kurmasına yardımcı olmaktadır. Her aşamadaki ortalama süre gibi girdi metrikleri ve piyasaya sürülen ürünlerin değerini ölçen çıktı metrikleri, yeni ürün satışlarının yüzdesini ve değerli geri bildirim sağlayan diğer rakamları içeren işin yönü bu aşamada analiz edilmektedir.
- Geliştirme: Bu adım, ortaya çıkarılmış tasarımın gösterilebilir ve üretilebilir bir ürüne dönüştürülmesini gerektirmektedir. Tasarım, bir eskiz taslağı, malzeme seçimi, ürün performansında iyileştirme sağlayacak etmenler, üretilebilirlik ve üretim süreçlerini kapsamaktadır.
- Test: Diğer aşamalarda belirtilen iş adımlarının doğrulamak için gerekli deneylerin yapılmasıdır.
- Kalite Kontrol ve Güvence: Kalite Kontrol, üretilen ürünlerde standartları koruyan bir sistemdir. Kalite Güvencesi ise geliştirme aşamasında bir ürün veya hizmetin belirtilen gereklilikleri karşılamaını sağlamayı amaçlayan prosedürlerin tümü olarak tanımlanmaktadır.
- Pazarın Test Edilmesi: Bu aşama, alıcıların bir değerlendirme uygulamasına katılımını bilmeden, gerçek mağazalardan ve gerçek hayattan satın alma durumlarından oluşan bir saha üzerinde yapılan bir deneydir. Bu test aşamasıyla ihtiyaç ve pazarlama stratejileri hakkında daha fazla bilgi edinilebilmektedir.
- Ticarileşme: Pazara yeni bir ürün veya üretim yöntemi getirme sürecidir. Bu tür ürünlerin reklam ve tanıtımları çeşitli yollarla farkındalık yaratarak yapılmaktadır.
- Pazar Performansının Gözden Geçirilmesi: Şirket, ürün kabul seviyesini, talep, satış ve kar ölçeğini, satış sonrası müşterilerin elde ettiği memnuniyeti,

---

<sup>131</sup> M.O. Oduola ve A. M. Yakubu, The Challenges of New Pruduct Development in a Developing Economy, *Advances in Reseach*, International, 2017, 10 (4), 1-7, s.3

pazarlama ekibi oyuncularının katılımını ve hazır olma durumunu belirlemek için ürünün pazardaki durumunu gözden geçirmesi olarak açıklanabilmektedir.

### 2.7.3 Ürün Yaşam Süreci

Ürün geliştirme süreci tamamlandığında talep edilen isteklerin bir ürün haline aldığı süreç tamamlanmış olmaktadır. Ürün yaşam süreci bir başka adıyla ürün yaşam evreleri, ürünün tasarımından ve geliştirilmesinden itibaren tüketimine kadar geçen süreci vurgulamaktadır. Bu süreç temel olarak 4 evreden oluşmaktadır. Süreç genel olarak tasarım-mühendislik işlemi ve üretim evresinden sonra ürünün piyasaya çıkması veya müşterilere ulaştırılması süreciyle başlar. Bu 4 evre şu şekildedir:<sup>132</sup>

- Giriş Evresi; Ürünün pazara giriş aşamasıdır. Müşterilere sunulması ve tanıtılması evresidir.
- Gelişim Evresi; Bu evrede ürün satışları başa-baş noktasına ulaşır ve geçer. Şirketler bu evreyi uzun tutmak istemektedirler. Bu evrede üretim ve pazarlamada maliyetler düşürülerek karlılık artırılmaktadır.
- Olgunluk Evresi; Rekabetin en yoğun yaşandığı evredir. Bu sebeple karlılık düşüş gösterir. Bu evrede rekabette tutunabilmek adına ürüne yeni özellikler ve farklılıklar eklenir.
- Gerileme Evresi; Satışların eskiye nazaran düşmeye başladığı hatta zarar noktasına kadar varan süreçtir. Bu evrede, üretimde maliyet yükü oluşturacak yenilikler yapılmaz. Genel olarak satış fiyatlarında indirimler uygulanarak tutundurma faaliyetleri yapılmaktadır.

Günümüzde şirketler için yalnızca iyi tasarlanmış, en iyi ve en hızlı üretim bantlarında üretilmiş bir ürün ortaya koymak değil; aynı zamanda en fazla değeri sağlayan, dayanıklılığı olan ve en kısa süre içerisinde müşterisine ulaşan ürün oluşturmak bir diğer önemli noktayı oluşturmaktadır. Ürün yaşam evreleri/süreçleri üretimde, pazarlamada ve satışta şirketlerin yönetmesi gereken önemli unsurlardan biridir.

## 2.8 KAPASİTE PLANLAMASI

Kapasite, işletmelerde belirlenen zaman içerisinde elde bulunan tüm üretim unsurlarını tamamen kullanılmasıyla ortaya çıkan üretim sayısı olarak

---

<sup>132</sup> Figen Balyemez vd. Ürün Yaşamı Sürecinde Üretimin Yeniden Yapılandırılması, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım, 2005, 83-87, s.84.



adlandırılmaktadır.<sup>133</sup> Dünya üzerinde gerçekleşen başarılı üretimler tutarlı ve doğru planlamalarla gerçekleşmektedir. Kapasite planlaması işletmeler için bir çeşit performans belirleme kriterlerini oluşturma bakış açısıdır. Dikkatli bir şekilde ve doğru hesaplamalar ile kapasite planlaması sayesinde işletmelerde büyük yenilik ve kar sağlanabilmektedir. Strateji olarak kapasite planlamasını gerçekleştirilmeyen işletmelerde olgunlaşma ve büyüme dönemlerinde zorluk ve sorunlarla karşılaşmaktadır.<sup>134</sup>

Bunlardan yola çıkarak kapasite planlaması, üreticinin üreteceği ürünler ile alıcının değişen taleplerini karşılamak için sistemde ihtiyaç duyulan en uygun kapasiteyi belirlemek olarak tanımlayabilmekteyiz. Kapasite planlaması karmaşık yapısına rağmen doğru yapılmadığı sürece kullanılmayan bir siteme ve ağa sahip olunmasına, dolayısıyla müşteri ve iş kaybına neden olabilmektedir. Yüksek kapasite planlanması ise işletmelerde kaynak azalmasına ve gelecekteki yatırımlara etki edebilmektedir. Bu nedenle kapasite planlaması uzun süreli bir faaliyet olarak diğer süreçler ile beraber daha da önem kazanan bir aşamadır. Kapasitenin düzenli olarak izlenip planlanması gelecek için ve ortada bulunan potansiyel gelişmeleri planlamak için modellerin doğru tespit edilmesi gerekmektedir. Doğru kapasite planlaması sayesinde, üretim miktarlarını ve satış miktarlarını belirlemek mümkün olmaktadır. Bu nedenle Üretim yönetimi süreçlerinde büyük bir öneme sahiptir.

## 2.9 STOK YÖNETİMİ

Şirketlerde ürünlerin sipariş miktarları, ürün ihtiyacı olacak dönemlerin planlanması, satın alınma tarihlerinin ayarlanması, depolama alanlarının belirlenmesi, hangi koşullarda depolanacağı gibi uygulama alanlarını düzenlemek için ortaya konulan işlemlerin bütününe stok yönetimi denmektedir.<sup>135</sup>

İşletmelerde kendi stoklarını çeşitli yöntemlerle yönettiği alan bulunmaktadır. Stok işletmelerde aynı amaçta kullanılmaktadır ve stokların ve stok tutma alanlarının her zaman maliyeti düşük ve kullanıma hazır olmaları gerekmektedir. Stok yönetimiyle stok seviyelerinin yönetimi ve geliştirilmesi ile ilgili tüm süreçler ifade edilmektedir. Stok yönetimi sayesinde stok planlamasını gerçekleştiren ve kontrolünü sağlayan tüm sistemlerde ana hatta kabul edilen her bir ürününün stok seviyesi korunmaktadır.

<sup>133</sup> Erdem Koç ve diğerleri, Türkiye'de Ekonomik Göstergeler-İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı, **Mühendis ve Makina**, Ankara, 2017, 58(689), 1-22, s.3

<sup>134</sup> Teemu Sernola, How to Initiate a Capacity Planning and Management Process for a Rapid Deployment Unit of a Security Services Company, Tampere University of Applied Sciences, International Business, 2011, s.7 (**Yayımlanmış Lisans Tezi**)

<sup>135</sup> Ayşegül Doğar, Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006, s.35 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

Stok yönetimi gerçekleştirmek işletmelerde son derece önemli bir fonksiyondur. En uygun stok yatırımını sağlayacak politikalar stok yönetimiyle geliştirilmektedir. Bir işletmede stok yönetiminin doğru şekilde planlanmasıyla getiri oranını en yüksek düzeye çıkarabilmekte ve iş süreçlerindeki riskleri en aza indirebilmektedir. Başarılı olan stok yönetimi ile maliyeti düşürülüp karlılık arttırmaktadır.<sup>136</sup> Stok Yönetimi ile ilgili genel akış ve işlemler Şekil-18'de verilmiştir.



**Şekil-18** Stok Yönetimi Süreci

## 2.10 ÜRETİM KAYNAK PLANLAMASI

Günümüz iş dünyasında birçok işletmelerinin başarılı sayılması adına gerekliliklerden biri de kaynakların minimum kullanımı ile alınan yüksek verimliliklerdir. Bu nedenle işletmelerde stok yönetimi süreçleri maliyet azaltmak ve gelebilecek talepleri karşılamak için yapılmaktadır. Bu aşamada işletmeler bilgi sistemlerinden faydalanmaktadır. Bu bilgisayarlarda bilgilerin doğru bir şekilde sunulması gerekmektedir. Aksi durumlarda işletme ürünleri müşteriyle buluşturamayacağı bir döngü içine girebilmektedir. Bu düzenleme açısından bilgi sistemlerinin doğru kullanılmasıyla etkin bir planlama ortaya çıkmıştır.

Üretim Kaynakları Planlaması Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Derneği tarafından işletmelerin tüm kaynaklarının en doğru ve etkin bir biçimde planlanması

<sup>136</sup> Eleonora Kontus, Management of Inventory in a Company, *Ekonomski Vjesnik/Econviews*, Osijek, 2014, 27(2), 245-256, s.245

için bir oluşturulan yöntem olarak tanımlanmaktadır. <sup>137</sup> Üretim Kaynakları Planlaması, elde bulunan kaynakların kullanılacağı alanların genişlemesi ve yapılan tüm süreç adımlarının planlanması durumudur. İşletmelerin tüm fonksiyonları ( satış, pazarlama, kalite, maliye, üretim vb.) belirli bir düzen içerisinde ÜKP sistemleri ile planlanması sağlanmaktadır. ÜKP sistemlerinin üretim faaliyetinin gerçekleştiği her alanda ve sektörde kullanılabilir olduğu görülmektedir. <sup>138</sup>

## 2.11 TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

İş alanlarındaki tarihsel süreçlere bakıldığında tedarik zinciri kavramı ortaya çıkmadan önce ekonomik faaliyetler ticari döngü şeklinde olmuştur. Türker vd. bu döngüyü para-mamul-para biçiminde ifade etmiş ve para ve para yerine geçen araçların şekil değiştirmesi biçiminde açıklamışlardır. Türker vd. göre bu ticaret döngüsünün ana unsuru olan mal akışı ticaret döngüsünü daha sonraları Tedarik Zinciri kavramına dönüşecek olan para-üretim girdileri-üretim-piyasaya sürülme-para şeklini almıştır. <sup>139</sup>

Genel anlamı bakımından tedarik kavramı, amaca ulaşmak için gerekli araç ve gereçlerin sağlanarak kullanıma hazır hale getirilmesi şeklinde tanımlanabilir. <sup>140</sup> Gupta ve Starr, işletme yönetimi bakımından Tedarik Zincirini, ürün veya hizmetin üretilmesi ve son kullanıcıya ulaştırılması konusunda bir dizi birbirine bağlı, iş birliği eden veya birbirini destekleyen organizasyonun içinde bulunduğu bir sistem olarak tanımlamışlardır. <sup>141</sup> Bununla beraber Tedarik Zinciri, ürünün ham maddesinden son mamule kadar geçen sürede eksiklerin, gerekli teçhizatın, nakliyenin ve iş gücünün temini olarak açıklanmaktadır. Tedarik Zinciri Yönetimi ise, ham maddenin üretime girip son kullanıcıya kadar ulaştırılmasında yukarı (*upstream, ham madde temini*) ve aşağı (*downstream, dağıtım ve satış sonrası hizmet*) tüm malzeme ve bilgi akışının sağlanması ve koordine edilmesini içine alan faaliyetler bütünü olarak tanımlanmaktadır. <sup>142</sup>

<sup>137</sup> Cenk Çalışkan, Üretim Kaynaklarını Planlama Sisteminin Performansını Etkileyen Faktörler, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Isparta, 2005, 10(1), 329-348, s.332

<sup>138</sup> Enver Aydoğan ve Ömer Asal, Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlamasının KOBİ'ler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Konya, 2009, 22, 33-42, s.36

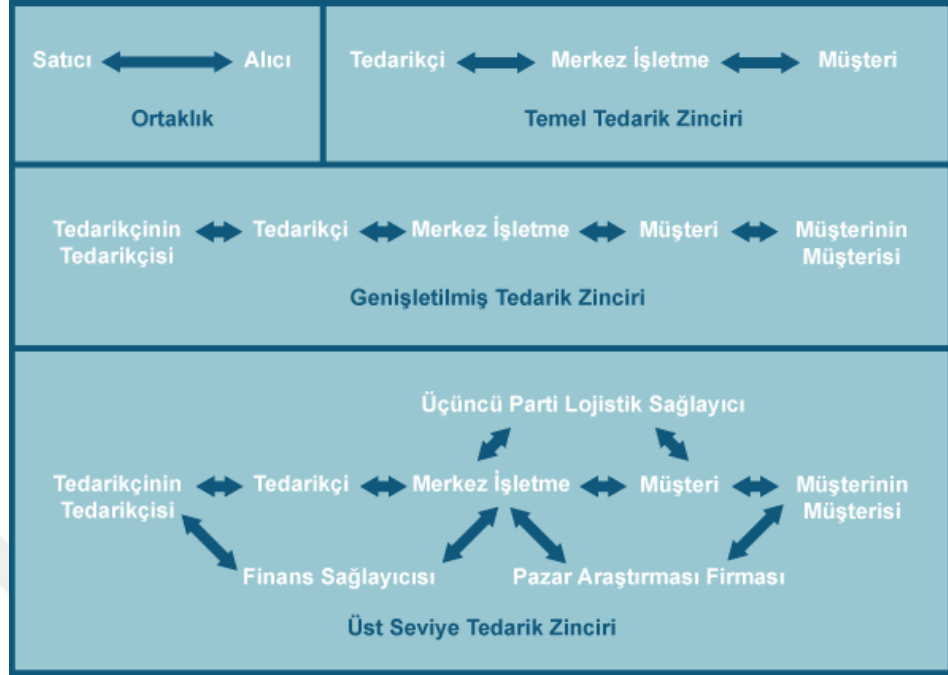
<sup>139</sup> Masum Türker vd., Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi, **V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu**, 25-27 Kasım 2005, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 459- 465, s. 459-460

<sup>140</sup> Kemal Tosun, **İşletme Yönetimi – Genel Esaslar**, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1976, İstanbul, s.

<sup>141</sup> Sushil Gupta ve Martin Starr, **Production and Operations Management System**, CRC Press, 2014, s. 332-333

<sup>142</sup> U. Erman Eymen, **Tedarik Zinciri Yönetimi**, Kaliteofisi Yayınları, 2007, s. 8

Tedarik Zinciri yapısal olarak çok katmanlı veya az katmanlı olabilir. Şekil- 19'de tedarik zinciri yapılarına örnek verilmiştir.



Şekil- 19 Tedarik Zinciri Örnekleri<sup>143</sup>

Teknolojik ilerleyiş ile birlikte ticarileşmenin bir sonucu olarak dış kaynak gereksinimi tedarik zinciri kavramının ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Dış kaynak kullanım nedenleri ve dış kaynak kullanımının yayılmasına yardımcı olan etmenler aşağıda sıralanmaktadır.<sup>144</sup>

Dış kaynak kullanım nedenleri;

1. Maliyetleri düşürme çabası
2. Öz yeteneklere odaklanma
3. Süreç yenileme
4. Küçülme
5. Teknolojiyi takip etme
6. Esnek olabilme çabası
7. Riskleri azaltma
9. Kontrol dışında kalan fonksiyonlar
10. Kaynak Transferi
11. Yatırım harcamalarını azaltma
12. Finansal kaynaklardan yararlanma
13. Kaliteyi gözetme

<sup>143</sup> Mentzer, J.T ve Diğerleri, What Is Supply Chain Management Sage Publication.California, **Journal of Business Logistics**, 2001, 22(2), 1-24.

<sup>144</sup> İ. Aktaş, **"Muhasebe ve Finansman Alanında Dış Kaynak Kullanımı"**, T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2005 **aktaran** Masum Türker vd., Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi, **V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu**,25-27 Kasım 2005, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 459- 465, s. 460-461

- |                                          |                           |
|------------------------------------------|---------------------------|
| 8. Başarılı işletmeler arasında yer alma | 14. Hız kazanma           |
|                                          | 15. Mali riskleri yönetme |

Dış kaynak kullanımının yayılmasına yardımcı olan etmenler;

1. Küreselleşme
2. Değişimin Hızı
3. Teknolojik Gelişmeler
4. Rekabetin artması

Günümüzde geline nokta Tedarik Zinciri kavramı oldukça etkilenmiştir. Özellikle internetin yaygın kullanımı, rekabet ortamının yoğunluğu ve baskısı işletmelerde bir dizi önlemler alınmasına sebebiyet vermiştir. Bu önlemlerin başında işletme ve müşteri için önem kazanan üç faktör göze çarpmaktadır. Bunlar; zaman, maliyet ve kalitedir. İnternet'in tedarik enstrümanı olarak kullanılması, özellikle Endüstri 4.0 uygulamalarının yayılması ile hız kazanmıştır. İnternet destekli tedarik zincirleri, zaman ve maliyet açısından işe yarar görünmektedir. Klasik tedarik zincirine nazaran güncel teknolojik uygulamaları ve yönetim yaklaşımlarını rekabeti lehe çevirecek bir biçimde kullanmak daha az zaman harcama ve maliyetleri kısmen düşürme gibi unsurların katkısı ile daha kaliteli hizmet olanağı sunmaktadır.

Web üzerinden stokların kontrolü, kaynak ve üretim planlaması gibi zaman kazandırıcı etmenler aktif zamanın çaba harcanmadan kullanımına olanak tanımaktadır. Müşteriler internet üzerinden arama yaparak, ihtiyaçları doğrultusunda bütçelerine uygun ve istenilen özellikleri taşıyan ürünü sipariş verebilmekte ve mamulün veya yarı mamulün tesislerine varış tarihlerini görebilmektedirler. Bu da atacakları bir sonraki adımı ve dolayısıyla zamanı planlamalarında fayda sağlamaktadır. Bu işlemler merkez işletme ve tedarikçi içinde geçerlidir.<sup>145</sup> Teknoloji ile desteklenmiş tedarik zinciri ve klasik tedarik zinciri süreçleri karşılaştırıldığında önemli farklar olduğu görülmektedir. Tablo-4'te bu farklılıklar kısmen verilmiştir.<sup>146</sup>

<sup>145</sup> Vural Çağlıyan, Küresel Rekabet Ortamında Tedarik Zinciri Yönetimi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2002, s. 64-67 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

<sup>146</sup> Mustafa Bedük, Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Örnek Olay Çalışması, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2009, s.41 (**Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi**)

**Tablo-4** Klasik Tedarik Zincirinin ve İnternet Destekli Tedarik Zincirinin Farklılıkları

	<b>Klasik Süreç</b>	<b>İnternet Destekli Süreç</b>
<b>Miktara Dayalı İndirim</b>	Düşük	Yüksek
<b>Yönetim Süreci</b>	Kağıt Ağırlıklı	Elektronik Doküman
<b>Çalışan Verimliliği</b>	Düşük	Yüksek
<b>Sipariş Döngü Süreci</b>	Uzun	Kısa

Tedarik Zinciri Yönetimi, tarihsel gelişimine rağmen temelinde belirli süreçler barındırmaktadır. Birçok kaynakta bu süreçler geniş bir biçimde yer almasının yanı sıra dünyada Tedarik Zinciri Yönetim Süreçleri bakımında en kabul görmüş sekiz süreç Global Tedarik Zinciri Forumu (The Global Supply Chain Forum) tarafından ortaya konmuştur. Bu süreçler<sup>147</sup>;

- Müşteri İlişkileri Yönetimi
- Hizmet Yönetimi
- Talep Yönetimi
- Sipariş İşlemleri
- Üretim Akış Yönetimi
- Satın alma
- Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme
- İadeler

Sonuç olarak, Tedarik Zinciri Yönetimi işletmeler tüm temin, üretim ve satış süreçlerini kapsayan stratejik açıdan önem arz eden bir yaklaşımdır. Süreçlerin, diğer işletme fonksiyonları, benimsenen üretim sistemi ve yaklaşımları ile beraber kaliteli ve doğru yönetilmesi zaman, maliyet ve kalite bakımından etkinliğin ve verimliliğin yükselmesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Teknolojik devrimle beraber bakış açısı genişlemiş ve çok kullanışlı destek sistemler ile performans artışına olanak tanınmıştır. Öte yandan tedarik zinciri, dışsal faktörlerin kontrol edilmesinin zorluğundan dolayı karmaşık bir dizi işlemlerin oluşmasına da sebep olabilmektedir. Bu karmaşıklık ve tehdit unsuru tedarik zinciri içerisinde bulunan unsurların planlı çalışması ve kaliteli iletişim kurmasıyla önlenmektedir.

<sup>147</sup> K.L. Claxton vd., The Supply Chain Management Process, *The International Journal of Logistics Management*, Emerald Publishing, Bingley, 2001, 12-17, s. 12

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ BOSCH'TA ÜRETİM SÜREÇLERİNE ETKİLERİ

#### 3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI

Henüz büyüme evresinde olan bir kavram olarak Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı bir dizi ekonomik ve politik etkenlerden kaynaklanmıştır. Daha öncede bahsedildiği gibi, Batı ülkelerinin özellikle, Doğu ülkelerinin elinde bulundurduğu ucuz iş gücü ve düşük maliyetli üretime karşılık attığı bir adım olarak görülmektedir. Hindistan ve Çin gibi ülkelerde nüfustan kaynaklı ucuz iş gücünün bulunması, bununla beraber çok düşük maliyetler ile üretimin gerçekleştiriliyor olması genel anlamda Batılı Ülkelerin üretim alanında yaşaması için bazı adımlar atmasına neden olmuştur. Bu adımlar sonucu ortaya 2000'li yılların başında çıkan ve yoğun bir gelişim gösteren teknolojik yenilikler ve dijitalleşme neticesinde günümüzde 4. Sanayi Devrimi, diğer bir ifadeyle Endüstri 4.0, meydana gelmiştir. İşletme fonksiyonları arasında hemen hemen her alanda hissedilen bu yenilikler genel anlamda şirketlerin esnekliğini arttırmak, maliyetleri düşürmek, hata payını azaltmak ve güncel işletme yaklaşımlarını yakalamayı amaçlamıştır. Henüz yeni olmasından dolayı tabana yayılmamış bulunmaktadır.

Bu araştırmanın ana amacı çok yeni bir kavram olarak karşılaşılan ve sanayi, akademi ve bürokrasi çevrelerince son derece olumlu karşılanan bu uygulamalar bütününe yakından inceleyerek üretimde ve üretim süreçlerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Bununla beraber yukarıda da bahsedildiği gibi bu devrimsel sanayi hareketinin tabana yayılması sırasında işletmelere ve daha sonralarda yapılacak akademik çalışmalara gerekli kaynağın sunulması bu çalışmanın bir diğer amacıdır. Bu amaçlar doğrultusunda, Bursa'da bulunan Bosch San. Ve Tic. A.Ş.'de Endüstri 4.0 uygulamaları ve bu uygulamaların üretim süreçlerine etkileri incelenmiştir.

#### 3.2 LİTERATÜR TARAMASI

Tüm endüstri devrimlerinin ilk çıkış noktaları arasında üretim alanı yer almaktadır. Geçmiş sanayi devrimlerine bakıldığında ortaya çıkan teknolojik inovasyonların uygulamada ilk gözle görülür sonuçları daima üretim alanında gerçekleşmiştir. Üretimin hem fiziksel olarak varlığı hem de özellikle -imalat alanında

faaliyet gösteren bir işletme açısından- ekonomik önemi üretimi her türlü yeniliğe açık hale getirmektedir.

Endüstri 4.0'ın günümüzde Üretim Yönetimi alanındaki etkilerine bakılacak olunursa Hannover Messe 2011 Fuarı'ndan sonra özellikle çok büyük şirketlerde uygulanmaya başlandığını ve birçok dev şirketin üretim politikalarında kendine ciddi yerler edindiği görünmektedir. Siemens, Bosch, Samsung, Google, Panasonic, General Electrics, Microsoft, Mercedes-Benz, Intel, HP, Oracle, Hitachi gibi dünyaca ünlü şirketler, Vestel, Borusan, Arçelik, Şişecam, Turkcell, Eczacıbaşı gibi Türkiye'de ve dünyada ses getirmiş Türk şirketler bunların arasında sayılmaktadır.

Endüstri 4.0 kavramı ile sadece endüstriyel alanda değil akademik çalışmalarda da son beş senede sıkça karşılaşılmaktadır. Kavramın çok yeni ortaya çıkmış olmasından dolayı henüz yaygınlığını gerçekleştirmemiştir. Buna karşılık ilk yatırım maliyetinin bazı firmalarca karşılanamayacak boyutlarda olması küçük ve orta boyutlu şirketlerin henüz Endüstri 4.0 uygulamalarına geçişini engellemektedir. Büyük üretim rakamlarına ulaşmış dev şirketler Yeni Sanayi Devriminin öncüsü olarak üretimde ve üretim yönetiminde Endüstri 4.0 uygulamalarının etkilerini ortaya koymaya başlamıştır. Bu etkiler toplam kalite yönetiminden, süreç yönetimine, stok analizlerinden, tasarım süreçlerine, tedarik zincirinden, malzeme planlamasında kadar bütün üretim süreçlerinde gözlemlenmektedir. Sader ve diğerlerine göre, şirketler açısından bakıldığında, kalite güvencesi ve kontrolü konuları büyük veri ile data analizi gibi Endüstri 4.0 uygulamaları ile müşterilerin gereksinimlerini daha iyi anlamayı ve bu gereksinimlere daha iyi cevap vermeyi geliştirmiştir. Bu da müşteri memnuniyetinin artmasına olanak sağlamaktadır. Akıllı fabrika, akıllı ürünler, akıllı makineler ve akıllı teknolojileri gibi değer zincirinde yüksek bağlantıya ve entegrasyona sahip olan yenilikler optimum gerçek zamanlı gereksinimlere göre ayarlanarak kalite açısından daha dinamik süreçlere olanak sağlamıştır.<sup>148</sup> Toplam Kalite açısından uygulanan yenilikler ile birlikte, çalışanların rolleri rutin faaliyetlerden çıkarak, duruma ve içeriğe odaklı hedeflere dayanan üretim sürecine yönelik daha yüksek kalite kontrol ve denetleme seviyesine yükseltmiştir.<sup>149</sup> Ayrıca, şirketlerin müşteri odaklı yaklaşımları açısından da farklı etkiler söz konusu olmuştur. Müşteri odaklılık göz önüne alındığında müşteri taleplerine verilen cevapların süresinin iyileşmesi, müşteri geri bildirimlerinin toplanmasının kolaylaşması gibi etkileri

<sup>148</sup> Sami S. A. Sader vd., "Suggested Indicators to Measure the Impact of Industry 4.0 On Total Quality Management", *International Scientific Journal "Industry 4.0"*, 2017, 2 (6), 298-301, s. 300.

<sup>149</sup> H. Kagermann vd., *Recommendations For Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0., Final Report Of The Industrie 4.0*, Forshungs Union, National Academy of Sciences and Engineering, Münih, 2013, s. 52-55.



mevcuttur.<sup>150</sup> Bunun yanı sıra yöneticilerin karar vermelerini kolaylaştırarak, hata oranını azaltacak şekilde bilgi teknolojileri ve Endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımı kritik anlarda kaliteden politikalarından ödün verilmeden karar alınmasını ve uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.<sup>151</sup> Ayrıca, yüksek miktarlarda üretim sırasında ortaya çıkabilecek hatalı ürünlerin tespiti ve ayıklaması işlemi, gelişmiş teknolojilerin kullanımı ile daha aza indirgenebilmektedir. Böylece tüketiciye ulaştırılacak ürünün kalite standartlarında ve müşterinin gereksinimlerini karşılayacak şekilde teslim edilmesine olanak sağlanmaktadır.

Kobu'ya göre üretim yönetimi kalite, miktar, zaman ve maliyet için en uygun değerleri bulmayı hedefler. Üretilen mamullerin en düşük maliyetle üretilmesi için miktar, özellik, yer ve zaman gibi kavramları değerlendirir bu değerlendirme sonucunda da en uygun çözümü çalışmaktadır. Bununla beraber üretim yönetimi stokların minimumda tutulması ve stok devrini arttırarak insan ve ya makine gücünden yararlanılmasını sağlamaktadır.<sup>152</sup>

Siber Fiziksel Sistemler, robotlar, Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Büyük Veri gibi Endüstri 4.0'ın bileşenleri düşünüldüğünde Stok Yönetiminde etkili iş süreçleri, hızlı hareket kabiliyeti, maliyetlerin düşmesi ve hataların ortada kalkması gibi etkiler görülmektedir. Zorlu ve diğerleri bu etkileri şu şekilde açıklamıştır <sup>153</sup>;

- Siber Fiziksel Sistemlerin içinde barındırdığı yüksek işlemcili akıllı ürünler, taşınabilen bileşenler ve detektörler sayesinde stok yönetiminde üretim gerçek zamanlı olarak izlenebilecektir. Böylece ürünle ilgili talepler tahmin edilebilecektir. SFS sayesinde stoklardaki ve hatalardaki değişimlere süratle tepki verilebilecektir.
- Üretim süreci boyunca servis robotları depo, üretim sahalarını dolaşarak işlemler boyunca parça temini, taşıma işleri, yükleme işlerini yapabilmektedir. Ayrıca, robotlar makinelerin ve stok seviyelerinin durumunu kontrol ederken, insan asistanı olarak çalışabilmektedir. İleri seviye otomasyonlarda ve ya insansız üretim hatlarında, benzetim ve veri teknikleri kullanarak üretimde arzulanan düşük stok miktarlarına ulaşılabilen ve dolayısıyla verimliliğin artması söz konusu olmaktadır.

<sup>150</sup> Sami S. A. Sader vd., **age**, s. 301.

<sup>151</sup> Nur Hanifa Zaidin vd., "Quality Management in Industry 4.0 Era", **Journal of Management and Science**, Pahang, 2014, 4 (3), 82-91, s. 83-86.

<sup>152</sup> Bülent Kobu, Üretim yönetimi, Beta Yayınevi, İstanbul, 2014

<sup>153</sup> Gözde Hilal Zorlu vd., "İşletmelerde Endüstri 4.0'ın Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi", **IV. Global Business Research Congress 24-28 Mayıs 2018**, Cilt: 7, PressAcademia, İstanbul, 2018, s. 350

- Nesnelerin İnterneti ile birden fazla departmanın stok yerleri ve miktarları hakkında bilgi sahibi olması ve bu noktalara ulaşması söz konusu olabilmektedir.
- Bulut bilişimin iletişim gücü sayesinde işletmenin tüm iç ve dış paydaşları arasında gerçek zamanlı iletişim sağlanmakta ve bu sayede üretimde ihtiyaç olunan üretim malzemesinin tedariki derhal sağlanmaktadır. Bu sayede stok seviyeleri minimumda kalabilmektedir.
- Büyük veri analitiği, stok yönetiminde gerçek zamanlı verilerin analizi sayesinde meydana gelebilecek olan bir sorunun önceden tespiti konusunda gerekli adımların atılmasına olanak tanımaktadır. Üretim ve makine işlem süreleri hakkında bilgi sahibi olunması sağlayarak stoklardaki verimliliği arttırabilir.

Ayrıca, yeni üretim teknolojilerinin kullanılmasıyla beraber tasarım süreçlerinde ergonomik yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 uygulamaları süreçlerin sanallaştırılması ve sanal gerçekliğin endüstriyel alanlarda kullanılması tasarımda karar vermeye destek sağlamaktadır. Sanal ergonomi olarak ortaya çıkan bu uygulama fiziksel prototiplere bağımlılığı azaltmakla beraber zaman ve kalkınma maliyetlerini de olumlu yönde etkilemektedir.<sup>154</sup> Simülasyon ile hızlı bir şekilde elde edilen bir prototip, aynı zamanda her açıdan görüntülenebilir ve iyileştirilme yapılması gerektiği konularda derhal müdahale edilebilir.<sup>155</sup> Bu şekilde üretim süreçlerinde verimliliğin ve etkinliğin artırılması ve atıl süre ve üretimden kaçılması sağlanmaktadır.

Günümüzde kapasite planlaması için kullanılan yüksek fiziksel ve yazılımsal teknolojiler yaygınlaşırken henüz birçok orta ve küçük ölçekli şirketlerde kişisel çabalara, deneyimlere ve basit yazılımlara dayanmaktadır. Buna rağmen Endüstri 4.0 uygulamaları kullanılan şirketlerde verilerin Bulut Bilişim ve ya Nesnelerin İnterneti aracılığıyla kapasite planlamasında kullanılması, depolanması, analiz edilmesi elle tutulan ve ya basit yazılımlarda kayda geçen verilerden daha verimli bir kaynak haline gelmiştir.<sup>156</sup> Kapasite Planlamasında tahminlerin yapılması, üretim hacminin belirlenmesi, kapasitenin optimum seviyede tutulması adına yeni teknolojilerinin

---

<sup>154</sup> Elena Laudante, "Industry 4.0, Innovation and Design. A new approach for ergonomic analysis in manufacturing system", **The Design Journal**, 2017, 20 (1), s.2731

<sup>155</sup> Laudante **a.g.e.**, s. 2731-2732

<sup>156</sup> Maja Trstenjak ve Predrag Cosic, Process Planning in Industry 4.0 Environment, **27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017**, 27-30 Haziran 2017, Modena, 1744-1750, s. 1745-1749

kullanımı şirketlerin maliyetlerini düşürme, planlama kabiliyetlerini geliştirme, zamandan tasarruf etme ve bunlarla doğru orantılı olarak rekabet gücünün ve karlılığının artmasına yardımcı olmaktadır.

Kaynak planlamasının Bilgi Teknolojilerinin yaygınlaşmasından önceki dönemde basit ofis uygulamaları ve muhasebe programları ile manuel olarak yapılması şirketlerde stok kontrolünde tutarsızlıklar ve maliyet hesaplamalarında çeşitli zorluklarla karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Ürün ve hammadde çeşitliliği olan bazı firmalarda her bir alıcı ve satıcı için, her bir hammadde ve ürün için farklı farklı dosyaların açılmasına neden olmakta ve bu şekilde muhasebeleştirilmesinde ve orta ve üst düzey raporlamalar yapılmasında zorluklar yaşanmasına neden olmaktadır. Yeni teknolojilerin uygulanmasından önceki bu dönemde çalışanların iş yükünün de oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir.<sup>157</sup> Bilgi Teknolojilerin kullanımından sonra özellikle iş yükünün azaldığı ve aylık 50-100 saat arası iş gücü kazanımı olduğu saptanmıştır. Bunun yanında verimlilik artmış, üretim ve yönetsel maliyet, takip edilebilirlik ve gerçek zamanlı stok yönetimi konular teknolojik özelliklerle desteklenmiştir. Bu da işletmelerin rekabet anlamında rakiplerine oranla bir adım öne geçmelerinde bir etkili bir faktör olmuştur.<sup>158</sup>

Günümüzde işletmelerin karşı karşıya geldiği en büyük zorluklarından biri de hızla artan taleplere aynı hızla cevap verilemeyişidir. Endüstri 4.0 kapsamında kullanılan yazılımlar Nesnelerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim ve Robotlar gibi başlıca unsurlar yüksek oranda süreçlerin birbiriyle entegre olmasına olanak tanıyarak tedarik zincirinde çevikliğin ve esnekliğin kazanılmasına olanak tanımaktadır ve bu sayede üretim etkinliği artmaktadır. Tedarik zincirindeki dijitalleşme müşteri taleplerinin alınmasından, hammaddenin üretime sokulmasına, üretilen ürünlerin stoklanarak daha sonra müşteriye ulaştırmasına kadar pek çok sürecin daha kolay ve işletme adına verimli kılınmasına olanak sağlamaktadır.<sup>159</sup>

Yeni teknolojilerin arasında bulunan sanal ve artırılmış gerçeklik aracılığıyla tedarik zinciri boyunca zamandan tasarruf söz konusu olmaktadır. Nesnelerin İnterneti cihazlar arasındaki iletişimi mümkün kılarak – örneğin; bir eksiğin tamamlanması, bir yükün araçtan indirilmesi, üretime hazır bir mamulün bantlara

---

<sup>157</sup> Furkan Çelebi ve Yetkin Bulut, "Kurumsal Kaynak Planlaması (Erp) Ve Erp Yazılımı Kullanan Bir İşletmenin İncelenmesi", *Akademik Bakış Dergisi*, Celalabat, 2016, 54 , 166-177, s. 171-172

<sup>158</sup> Çelebi ve Bulut, a.g.e, s. 176

<sup>159</sup> Aytaç Yıldız vd., Endüstri 4.0 Temelli Tedarik Zinciri, Mühendislik Alanında Akademik Araştırmalar, 2018, s. 421

gönderilmesi gibi – gerekli bilginin iletilmesine olanak tanımaktadır. Böylece şirketlere daha önce olmadığı kadar zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.<sup>160</sup>

### 3.3 YÖNTEM

Araştırma Bosch Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi'nin Bursa'da bulunan fabrikasında gerçekleşmiştir. Üretim Süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 Uygulamalarının bu süreçlere etkileri araştırılmıştır. Bu etkilerin verileri derinlemesine mülakat tekniği kapsamında sözel iletişim teknikleriyle toplanmıştır.<sup>161</sup>

2019 yılının Ocak ayında yapılan araştırma kapsamında görüşmecilere daha önceden araştırmanın amacına uygun olarak hazırlanan 15 adet soru yöneltilmiştir. Sorular tez çalışmasına konu olan ve önceki bölümlerde detaylı bir şekilde incelenen alanlar temel alınarak hazırlanmıştır. Derinlemesine mülakat kapsamında yöneltilen sorular Bosch Bursa Fabrikası'nda görev yapan bir Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi, bir Proje Mühendisi, bir Kıdemli Üretim Mühendisi ve bir Üretim Mühendisi tarafından cevaplanmıştır.

Ayrıca, araştırmanın ana hatlarını oluşturan ve araştırmayı destekleyen araştırma sorularına aşağıda yer verilmiştir;

- Üretim süreçlerinde kullanılan Endüstri 4.0 uygulamaları nelerdir?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Sistemlerine bir etkisi var mıdır?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zinciri Yönetimine bir etkisi var mıdır?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Kaynak Planlamasına bir etkisi var mıdır?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Stok Yönetimine bir etkisi var mıdır?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Süreç Yönetimine bir etkisi var mıdır?
- Endüstri 4.0 Uygulamalarının Toplam Kalite Yönetimine bir etkisi var mıdır?
- Kullanılan Endüstri 4.0 Uygulamalarının süreç iyileştirme ve çözüm üretme gibi konularda ne gibi etkileri vardır?

### 3.4 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Araştırmada karşılaşılan sınırlılıkların başında Türkiye'de Endüstri 4.0 Uygulamalarının üst düzey şirketler dışında uygulayan firma olmaması gelmektedir. Bu uygulamaları üretim süreçlerine entegre etmiş şirketlerin de bazı bilgi paylaşım prosedürlerinden dolayı araştırmaya mesafeli davranmaları bir diğer sınırlılığı oluşturmaktadır. Bir başka sınırlılık ise araştırmaya konu olan kavramların tüm şirket

<sup>160</sup> B. Tjahjono vd., What Does Industry 4.0 mean to Supply Chain?, Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, Haziran 28-30, Vigo, 1175-1182, s. 1179.

<sup>161</sup> Niyazi Karasar, *Bilimsel Araştırma Yöntem: Kavramlar, İlkeler, Teknikler*, Nobel Akademik Yayıncılık ,Ankara, 2017, s. 211

personeli değil ancak yeterli bilgi ve bilinç düzeyinde olan personeller ile yapılabilecek olmasıdır.

### 3.5 BOSCH SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ

İlk olarak Bosch şirketinin temelleri 1886 yılında Almanya'nın Stuttgart şehrinde Robert Bosch'un Hassas Makineler ve Elektrik Mühendisliği Atölyesi'ni kurması ile atılmıştır. Şirket kuruluşunun ilk yıllarında telefon sistemleri ve zil tesisatı gibi hassas mekanik ve elektrik mühendisliği çalışmaları yürütmüştür. Daha sonraları dönemin ihtiyaçlarına dönemin imkânlarıyla karşılık verebilen atölye ilk kez 1901'de fabrikaya dönüşmüştür. Giderek büyüyen fabrika uluslararası anlamda adımlar atarak yurt dışı ofisleri ve atölyeleri açmış ve bugün dünyanın en büyük şirketlerinden biri haline gelmiştir.

Şu anda dünya genelinde 402,000 çalışan, 60 ülkede 440'dan fazla şirket ve 125 mühendislik merkezi ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Şirket, 2017 verilerine göre satış gelirini 78.1 milyar Euro olarak, Faiz ve Vergi öncesi kazancını ise 4.9 milyar Avro olarak açıklamıştır. Bu rakamların yanı sıra şirketin 7.3 milyar Avroluk Ar-Ge yatırımı bulunmaktadır.<sup>162</sup>

Yüz yıldan fazla bir süredir mühendislik, otomotiv, ev aletleri ve endüstriyel çözümler sunan şirket ilk olarak Türkiye'ye 1910 yılında gelmiş ve bir temsilcilik açmıştır. Daha sonraları Türkiye'deki varlığını büyüten Bosch Mobilite Çözümleri, Enerji ve Bina Teknolojileri, Sanayi Teknolojileri ve Dayanıklı Tüketim Malları üreten 5 farklı şehirde 5 fabrika kurmuştur.

Araştırmaya konu olan Bursa Bosch Fabrikası ise yaklaşık olarak 7000 çalışanı ile Benzinli Sistemler, Dizel Sistemleri, Fren ve Şasi Sistemleri alanlarında üretim yapmaktadır. Fabrikanın incelenen bölümü otomobil motorlarına enjeksiyon üretmektedir. Yüksek teknoloji ile donatılmış birçok üretim hattı bulunmaktadır. Üretim müşteri taleplerine göre ayarlanabilen farklı üretim hatlarında gerçekleşmektedir.

Bosch dünya genelinde fabrikalarında Japonya menşeli Gemba sisteminin bir uyarlaması olan Bosch Üretim Sistemi'ni (Bosch Production System) kullanmaktadır. Bu sistem temelde Yalın Üretim sistemini barındırmaktadır. Müşteri talepleri Bosch'un müşterilerine sunduğu SAP yazılımı üzerinden alınarak gerekli stoklara, üretim ve kaynak planlaması departmanlarına iletilmektedir. Gelen talep doğrultusunda gerekli hammadde stoklardan üretim sahasına getirilerek müşterinin talep ettiği miktarda,

---

<sup>162</sup> Bosch Tic. ve San. A.Ş. İnternet Sitesi, <https://www.bosch.com/our-company/our-history/> (Erişim Tarihi: 19.01.2019)

ölçüde, kapasitede ve kalitede üretilerek “Süpermarket” olarak isimlendirirken depo sahalarına gönderilmekte ve buradan da müşteriye ulaştırılmaktadır.

### 3.6 BOSCH'TA ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARI

Bosch Türkiye, Endüstri 4.0 ve buna yönelik 2014 yılında başladıkları organizasyonel çalışmalara günümüzde uluslararası projeler ile devam etmektedir. Bu amaca yönelik olarak gerekli projeler geliştirilmiş ve kademeli olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu projelerin seçiminde ve hayata geçirilmesinde “Bosch Dijital Transformasyon Stratejisine” uygunluk, QCD (Kalite - Maliyet - Teslimat) ve sektördeki lider teknoloji firma olma hedefi ön planda tutulmaktadır. Üretim hatlarında erken müdahaleye olanak veren çevrim süresi takibi, bakım alanında akıllı/dokunmatik tablet destekli “kestirimci” bakım uygulaması, taşıma alanında robot kullanımı, finans alanında Radyo Frekanslı Tanımla (RFID-Radio Frequency Identification) ile ürün hattındaki üretim makinalarının parça takibi, akıllı sensör ile fabrikanın tüm alanlarında veri toplamaya olanak sağlanmaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojileri, sadece üretim makineleri için değil aynı zamanda fabrikadaki hemen hemen tüm bölümlerde uygulanmaktadır. Bununla beraber Bosch Türkiye'nin yayınladığı Sürdürülebilirlik Raporuna göre İmalat makinelerindeki projelerle direkt verimlilik artışı sağlanmıştır ve bu sayede teslimat adetleri de en üst seviyede tutulmaktadır<sup>163</sup>. Ayrıca bakım alanlarındaki projeler ile beklenmedik vakaların ortadan kaldırılması ve belirli bakım maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmektedir.

Buna ek olarak, görüşülen yetkililerin belirttiğine göre, bazı lokasyonlarda kullanılan robotlar sayesinde gerekli malzeme ihtiyaç duyulan yere tam zamanında teslim edilmektedir. Şu anda üretim hatlarında yaygın olarak kullanılan akıllı robotlar gibi önümüzdeki zamanlarda lojistik destek veren bu robotların da yaygın olarak kullanılması planlanmaktadır.

Endüstri 4.0 Projeleri kapsamında fabrikanın birçok alanlarında veri toplama mümkün olmaktadır. Örneğin; Siber Fiziksel Ağlar kapsamında çalışan veri toplama sensörleri aşınan parçaların kullanım ömürlerini tespit etme gibi konularda verileri toplayarak gerekli birime iletecek ve parçanın yedeğinin temini ve ya stoklanması konusunda büyük destek sağlanacaktır. Ayrıca, Fabrika ortamında kullanılan bu

<sup>163</sup> Bosch Tic. ve San. A.Ş., Sürdürülebilirlik Raporu 2015, [https://www.bosch.com.tr/media/tr/our\\_company/our\\_responsibility/sustainability-report-2015.pdf](https://www.bosch.com.tr/media/tr/our_company/our_responsibility/sustainability-report-2015.pdf) (Erişim Tarihi: 15.01.2019)

Siber Fiziksel Sistemler çevre koşullarını tespit ederek, taşıma hasarlarının önlenmesi ve eğer bir olumsuz koşul var ise buna gerekli müdahale konusunda önemli rol oynamaktadır. Şirket bu ve buna benzer teknolojileri entegre ederek yakın bir gelecekte Endüstri 4.0 uygulamalarına uyum sağlayamayan çok eski makinelerden bile veri toplanabilecektir.

Bosch Şirketi, şirketi içi haberleşmenin sağlandığı, Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde tüm verilerden haberdar olunabildiği, bir önceki üretim verilerinin tutulduğu, analiz edildiği, üretimde yaşanan arıza kayıtlarının yer aldığı, stok yönetiminin yapıldığı, mamül girdi-çıkıtlarının tutulduğu SAP tabanlı NIV Plus isimli bir yazılım kullanmaktadır. Bu yazılım araştırmaya konu olan Bosch Sanayi ve Ticaret A.Ş. Dizel ve Benzinli Sistemler Bursa Fabrikası'nda da kullanılmakta ve tek bir noktadan tüm dünyadaki Bosch fabrikalarındaki üretim süreçlerine, stok bilgilerine, malzeme bilgilerine erişim ve izleme olanayı sağlanmaktadır. Öte yandan bu sistemler sayesinde bilgi kaybı olmadan, doğru işlemin doğru kişiye ulaştırılması, haberleşme sürelerinin kısılması, doğru verilerin işlenmesi ve olası hata/hasar/sapma durumlarına erken müdahale etme fırsatı sunmaktadır.

Endüstri 4.0 uygulamalarının önemli bir parçası olarak fabrikada Big Data ve veri madenciliğinden de yararlanılmaktadır. Bu uygulamalar üretim, hata maliyeti konularında performans ve verimlilik analizlerinde kullanılmaktadır.

### **3.7 BOSCH'TA ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ ÜRETİM SÜREÇLERİNE ETKİLERİ**

Araştırma kapsamında yapılan görüşmeler ile Endüstri 4.0 uygulamalarının Bosch Şirketi'nin üretim süreçlerine etkileri incelenmiştir. Derinlemesine mülakatlar sonucunda saptanan etkiler aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır. Derinlemesine mülakat dâhilinde yöneltilen sorular Bosch Bursa Fabrikası'nda görev yapan bir Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi, bir Proje Mühendisi, bir Kıdemli Üretim Mühendisi ve bir Üretim Mühendisi tarafından cevaplanmıştır.

#### **3.7.1 Üretim Yaklaşımı İçinde Endüstri 4.0 Uygulamalarının Yeri**

Görüşülenler Bosch'un üretim sistemlerinin Bosch Üretim Sistemleri (Bosch Production System-BPS) olduğunu belirttiler. Görüşülenler arasında yer alan Üretim mühendisi, üretim sistemlerinin Yalın Üretim Yaklaşımına ait prensiplere uygun olarak dizayn edildiğini, Bosch'un tüm fabrikalarında aynı sistemin kullanıldığını, bu sistemler sayesinde tüm fabrikaların aynı standarta sahip olduğunu dile getirmiştir. Proje mühendisi, BPS'nin kullanımının müşteri taleplerine en doğru cevabı verecek şekilde

tasarlandığını, gelen taleplerin farklılıklarına göre üretim bantlarının ayarlanabildiğini ve üretimin bu şekilde farklı bantlarda aynı ürünlerin farklı niteliklerle üretilebildiğini belirtmiştir. Proje Mühendisi, Bosch'un Endüstri 4.0 uygulamalarına çok değer verdiğini, üretim süreçlerinin geliştirilmesinde birçok yeni teknolojinin kullanıldığını belirtmiştir. Bu teknolojiler arasında akıllı robotlar, Nesnelerin İnterneti, sensör sistemleri, Bulut Bilişim gibi uygulamaların bulunduğu tüm görüşülenler tarafından dile getirilmiştir. Kıdemli Üretim Mühendisi ise üretimde kullanılan Endüstri 4.0 uygulamalarının müşteri odaklı hizmet ve üretimin sağlanmasını önemli bir yeri olduğunu aktarmıştır.

### **3.7.2 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Süreçlerine Etkileri**

Bu başlık altında, Bosch'ta yapılan görüşmeler sırasında görüşülenlerin aktardığı Endüstri 4.0 uygulamalarının etkilerine yer verilmiştir.

#### **3.7.2.1 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Tedarik Zincirine Etkileri**

Görüşülen üretim mühendisi, SAP yazılım şirketi tarafından Bosch için özelleştirilen NIV Plus yazılımının, diğer özellikleri ve etki alanları dışında, ham maddelerin tedarikçilerden temini ve stoklara yerleştirilmesi daha sonrasında bu ham maddelerin kullanım zamanları geldiğinde üretim bantlarına yönlendirilmesi için tasarlandığını belirtmiştir. Tasarlanan bu yazılım stoklardaki eksilmelerin tedarikçilere gerçek zamanlı bildirimler ile bildirilmesi yoluyla stok doluluk oranlarının optimum seviyede tutulmasına fayda sağladığını söylemiştir. Endüstri 4.0'dan Sorumlu Proje Mühendisi, tedarik zincirine entegre edilen yazılımların yönetim süreçlerinin tamamıyla elektronik ortamda takibine olanak tanıdığından dolayı yönetim sürecinin tek bir noktadan tek bir cihaz üzerinden kolayca yönetilebildiğini belirtmiştir. Daha önceki çalışma prensiplerine oranla bu süreçlerin elektronik ortamlarda yürütülmesinin insan faktörü gibi kontrol alanı dışında kalan etmenlerin – örneğin; siparişin telefonla verilmesi durumunda mamul kodunun yanlış söylenmesi- hataya sebebiyet verme olasılığını düşürdüğü de gözlemlenmiştir. Ayrıca, tedarik ihtiyacı oluşan ham maddenin ürün bilgileri daha önceden NIV Plus programına girilmiş olduğundan hiçbir işlem gerektirmeden tedarikçilere iletilerek temini sağlanmaktadır. Sistemde hangi ham maddenin hangi ürünün üretiminde kullanılacağı, hangi müşteri için üretileceği, hangi özelliklere sahip olması gerektiği bilgileri yer almasından dolayı hatalı/yanlış sipariş oranının büyük oranlarda düştüğü de belirtilmiştir. Görüşülenlerin ortak görüşü; zaman kaybı yaşanmadan gerekli ürünün temininin sağlandığını bunun da zaman tasarrufuna olumlu etkileri olduğunu ve çalışan verimliliğinin arttığını yönünde olmuştur.



### **3.7.2.2 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Üretim Sistemine Etkileri**

Kıdemli üretim mühendisiyle yapılan görüşmede üretim sistemlerinde kullanılan makinaların neredeyse tamamına yakınının Endüstri 4.0'a entegre edildiği öğrenilmiştir. Endüstri 4.0 teknolojileriyle donatılan üretim bantlarında insan müdahalesini en aza indirildiği ancak hala insansız üretimin yapılmadığı belirtilmiştir. Yüzde yüz insansız üretimin henüz dünyada çok yaygınlaşmadığının, ve bunun çok uzun zamanlar alacağını altı çizilmiştir. Yeni teknolojilerinin entegrasyonundan sonra insan kaynaklı hataların azaldığı, daha önce makine başında görev yapan personelin henüz tam otomatikleşmemiş ya da yüzde yüz otomasyonu sağlanmamış diğer birimlerde görevlendirilerek insan kaynakları açısından oluşabilecek kaybın ortadan kaldırıldığı belirtilmiştir. Bu noktada Endüstri 4.0'ın en tartışmalı konularından biri olan "tamamıyla makineleşen iş gücü" konusunun personel arasında bir motivasyon kaybına yol açması engellenmektedir. Üretim sistemlerinde kullanılan Endüstri 4.0 uygulamalarının etkileri konusunda yapılan diğer görüşmelerde üretim bantlarında kullanılan robotlara ve makineler arasındaki veri alışverişine değinilmiştir. Üretim sistemlerinde kullanılan teknolojilerde verilerin iki makine arasındaki transferinin sağlandığı kaydedilmiştir. Örneğin, aşırı hassas kaynak yapan bir istasyondan çıkan mamulün bir sonraki istasyona gidişi evresinde verilerin sonraki istasyona ulaştırılarak hangi şartlarda, hangi ölçülerde işlemin yapılması gerektiğine karar verilmektedir. Üretim Mühendisi, bu işlemin verilerin manuel olarak girilmemesinden dolayı hata maliyetini düşürdüğünü, eski düzende yapılan manuel işlemlerde kaybedilen zamanın ortadan kalktığı ve daha büyük üretim ve etkinlik rakamlarına ulaşıldığını belirtmiştir. Bunun yanında üretim sırasında kullanılan görüntüleme cihazları sayesinde üretime girecek bir ham maddenin üzerinde bulunan lazer kodlar okunarak bantta bulunan bütün istasyonların yapılacak işleme hazır hale getirilmesi sağlanmaktadır. Görüşülenler, bu işlemin büyük parti üretimlerde hızlı ve esnek hareket kabiliyetine olanak tanıdığını dile getirmiştir. Üretimde bir hata alınması durumunda görüntüleme cihazlarından alınan veriler sayesinde arızanın veya hatalı ürünün bulunduğu bölgeye müdahalenin hızlı ve esnek hareket kabiliyetiyle daha kolay olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca üretimde kullanılan akıllı robotlar bant üzerinde akan ham maddeyi tanımlayarak gerekli işlemin yapılacağı istasyona yönlendirmektedir. Bu da kesintisiz hat akışını sağlamaktadır.

### **3.7.2.3 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Kaynak Planlamasına Ve Stok Yönetimine Etkileri**

Üretim Mühendisi kaynak planlaması ve stok yönetimi işlemlerinin kapalı bir döngüde yönetilebilmesinden dolayı atıl zamanın ortadan kalktığı, bu sayede

zamandan tasarruf edilerek etkinliğin arttırıldığını söylemiştir. Bununla beraber Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde üretim için yönlendirilen bir stoğun belirli seviyelere düşmesi halinde sensörler ve otomasyon sistemleri aracılığıyla tedarikçilerden temini sağlanmaktadır. Bu konuda Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi, eksilen miktarın tespit edilebilirliği kolay olduğundan ve tedarikçiye verilecek siparişin çok önce belli olmasından dolayı eksik stoklar için yeni bir teklifin hazırlanmasına gerek kalmadan daha önce belirlenmiş standart fiyat üzerinden alımın sağlandığını belirtmiştir. Toptan alımlarda fiyatın düşmesinden dolayı da maliyetlerde olumlu yönde bir düşüş kaydedilmiştir. Proje Mühendisi, NIV Plus isimli program sayesinde kaynak planlamasının üretimle birlikte gerçek zamanlı olarak yapılabildiği ve bu sayede hangi zaman diliminde hangi kaynakların planlanacağı ne kadar üretim için ne kadar miktarda stoğun kullanılacağı belirlenebilmektedir. Bu işlemlerin tamamı büyük data havuzlarında tutularak geleceğe yönelik stok ve kaynak planlamaları yapılabilmektedir. Bu uygulamalar sayesinde daha önce manuel yapılan birçok işlem -yanılgı, eksiklik ortadan kaldırılarak- daha kontrollü halde yapılabilmektedir. Bu sistemler üretim planlamalarına da destek sağlayarak yöneticilerin kritik kararlar vermeleri konusunda güvenilir bilgiyi sunmaktadır.

#### **3.7.2.4 Süreç Yönetimine Etkileri**

Yapılan görüşmelerde daha önceleri manuel ya da daha az teknolojik destekli olarak yönetilen süreçlerin Endüstri 4.0 uygulamalarına geçişten sonra daha etkili ve verimli bir biçimde yönetilebildiği belirtilmiştir. Süreçlerin bulut sistemleri ve otomasyonlar aracılığıyla tek bir noktadan –fazladan işlem yapmaya gerek kalmadan- yapılabiliyor olması, süreçlerin döngü hızını olumlu yönde etkilemiştir. Bununla beraber, üretim verileri, hata/arıza bilgileri, parça bilgileri, üretimde çalışan personelin bilgileri, stok girdi-çıkıtları, tedarik zinciri yönetimi, lojistik yönetimi gibi birçok konu birbiriyle etkileşimli ve gerçek zamanlı veriler üreterek tek bir noktadan yönetilmeye uygun hale gelmiştir.

#### **3.7.2.5 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Toplam Kalite Yönetimine Etkileri**

Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi ile yapılan görüşmede Toplam Kalite Yönetimi açısından Endüstri 4.0 uygulamalarının eski uygulamalara oranla daha düşük maliyetle daha yüksek kalitede üretim ve hizmet sağladığını söylemiştir. Bu konu ile ilgili olarak Kıdemli Üretim Mühendisi üretim süreçlerinde kullanılan otomasyon sistemlerinin hatalı üretimin görünür hale gelmesinde önemli bir adım olduğunu belirtmiştir. Bu sayede hatalı ürünler müşteriye ulaşmadan tespit edilmektedir. Görüşülenlerin bu konu üzerinde sıklıkla durdukları nokta; Endüstri 4.0 uygulamalarının sürekli iyileştirmeye olanak tanınması sayesinde hem üretim öncesi

süreçlere hem üretim sırasında yaşanan süreçlere hem de ürünün satış ve satış sonrası evrelerinde kalite standartlarının daima yükselmesini sağlamıştır. Proses Takip Sistemleri olarak tasarlanan Q-Team Hata Bildirim Sistemi, hatalara anında müdahale edilmesine destek vermekte, ortaya çıkan hatalı ürünü uygulamalar aracılığıyla tespit edilip gerekli birime ileterek hatanın ayıklanmasını, hatadan dolayı eksilen malın tekrar üretilmesini sağlamaktadır. Böylece müşteriye ulaşan hatalı ürün sayısı minimumda tutularak müşteri memnuniyetinin en üst düzeyde kalması sağlanmaktadır. Ayrıca bu sistem üretimde yaşanan tüm aksiyonları veriler halinde depolayarak belirli periyotlarda kontrolüne olanak tanımaktadır. Yapılan kontrollerde hangi makinenin hangi üründe nasıl bir hata yaptığı tespit edilebilmekte ve bu sayede kalite kontrolleri çerçevesinde gerekli önlemler alınabilmektedir.

### **3.7.3 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Başarıya Ulaşması İçin Gerekli Faktörler**

Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi, Endüstri 4.0 uygulamalarının entegrasyonu, kullanımı ve yaygınlaştırılması konusunda şirket başarısı için nelere ihtiyaç duydukları konusunda iki farklı gereksinimin olduğu cevabını vermiştir. Bunlardan birincisi hem mental hem de personel eğitimi konusundaki hazırlık ve altyapı, ikincisi ise teknik yatırımdır. Görüşülen, bu gereksinimleri şu şekilde açıklamıştır; Birinci gereksinim olarak personelin Endüstri 4.0 uygulamalarının bir tehdit değil, tüm alanlarda işlerin kolaylaştırılacağı ve hem şirket hem de işçi açısından iş yükünün ve karışık işlemlerin sadeleştirileceği bir fırsat olduğu konusunda ikna edilmesi gerekmektedir. İkinci gereksinim olarak ise daha fazla sermayenin ayrılarak entegrasyon süreçlerinin hızlandırılması, altyapıya daha fazla yatırım yapılması ve teknik yeterliliğe sahip destek birimlerin oluşturulması. Üretim Mühendisinin aynı konuyla ilgili görüşleri, yöneticilerin “ıslak imzalı onayları” üzerinden yürüyen bazı prosedürlerin daha fazla bilişim teknolojisi kullanılarak elektronik ortamlara optimize edilmesi yönünde olmuştur. Kıdemli Üretim Mühendisi, Endüstri 4.0 entegrasyonlarının daha hızlı gerçekleştirilerek daha az basit yazılım kullanılması ve otomatik veri analizlerine olanak veren sistemler kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu sayede raporlama sürelerinin kısalması ve raporların güvenilirliğinin artması sağlanmış olacaktır. Proje Mühendisi ise bu konuyla ilgili, süreçlerde yaşanan aksaklıkları mümkün olan en kısa süre çözmeyi hedefleyen “Quick Reaction Modul”lerin kullanılması gerektiğini dile getirmiştir.

### **3.7.4 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Avantajları Ve Dezavantajları**

Proje Mühendisi yapılan görüşmede Endüstri 4.0 uygulamalarına geçilmesinin avantajları yanında belirli dezavantajlarının da bulunduğunu belirtilmiştir. Proje Mühendisine göre Endüstri 4.0 uygulamalarının avantajları şu şekildedir; Üretim

süreçlerinde uygulanan yeni teknolojilerin hedefler doğrultusunda atılan adımları sadeleştirdiği, zaman kaybını önlenmesi, hata maliyetlerinde düşüşün sağlanması, birim zamanda üretilen ürünün artış göstermesi, hatalara müdahalenin daha hızlı ve esnek yapılması, baştan sonra entegrasyon sayesinde iş akış süreçlerinde birimler arası haberleşmenin daha kolay sağlanması. Dezavantajları ise şu şekilde sıralanmıştır; Endüstri 4.0'ın henüz çok yeni olmasından dolayı yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması, yüksek teknolojik ürünler ve aksamaların kullanılmasından ve olası bir yedek parça ihtiyacından dolayı bu parçaların kolaylıkla temin edilememesi ve müdahalenin henüz çok maliyetli olması, teknik arıza alınması durumunda müdahale edecek teknik yeterliliğe sahip personel sayısının henüz ihtiyaca karşılık vermemesidir. Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisinin bu konuyla ilgili görüşleri daha çok teknik konulardaki insan kaynakları üzerinde olmuştur. Görüşülen, Endüstri 4.0'ın sahip olduğu dezavantajları iş süreçlerinde yaşanan teknolojik değişimin personel tarafından dirençle karşılanması ve bu konuda personel eğitiminin ve eğitim materyali kaynağının henüz istenilen seviyede olmaması olarak göstermiştir. Kıdemli Üretim Mühendisi ise, Endüstri 4.0'ın en önemli avantajının veri depolamalarının, raporlamaların, haberleşmenin, arıza müdahalelerinin, lojistik desteğin manuel girdilere ihtiyaç kalmadan elde edilebilmesi olarak belirtmiştir.

### **3.7.5 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Şirkette Yaşanılan Olumsuzlukların Çözümüne Katkısı**

Yaşanan sorunlara, kayıplara, kısıtlamalara veya aksaklıklara Endüstri 4.0 uygulamalarının ne gibi çözümler ürettiği konusunda Üretim Mühendisi, çözüm gerektiren işlerde eskiye oranla Erken Uyarı Sistemleri aracılığıyla yaşanacak her üretim sürecinden önce, yapılacak işlemler hakkında haberdar olunarak olası bir arıza, hata, aksama veya istenilen performansın altında verim alınması noktalarında bilgi sahibi olunabildiğini belirtmiştir. Endüstri 4.0'dan Sorumlu Üretim Mühendisi, Üretimde kullanılan robotların parça değişimi gereklilikleri konusunda parça değişim zamanından önceden alınan uyarılar sayesinde üretim -hatları durdurulmadan, daha az zaman, üretim ve para kaybı yaşanmadan- haberdar olduğunu, bu uygulamanın daha önceleri belirli bakım periyodlarında bantları durdurarak yapıldığını belirtmiştir. Kıdemli Üretim Mühendisi, insan ve çevre faktöründen kaynaklanan olumsuzlukların hem üretim sahalarında hem de ofis ortamlarında otomasyon sistemleri sayesinde çözümler üretildiğini belirtmiştir. Bu otomasyon sistemleri kişinin bilgiyi eliyle yazması yerine ekranlarda bulunan kodlar sayesinde sadece tuşlayarak seçmesi gibi hem işi kolaylaştırıcı hem de üretilen mesajın standartlaşmasını sağlayıcı çözümler üretmiştir. Proje Mühendisi ise, fabrika içerisinde bazı lokasyonlarda kullanılan lojistik desteği sağlayan robotlar, iş kazalarının belirli bir oranda azalması konusunda çözüm

ürettiğini dile getirmiştir. Ayrıca bu robotlar, üretim, mal ve iş gücü kaybına sebebiyet verebilecek; fabrika ortamında oluşan ve bireyler tarafından kolayca fark edilemeyen kaygan zemin, basamak gibi tehlike durumlarını fark ederek bu olumsuzluklara karşı çözüm üretilmesinde kullanılmaktadır.

### **3.7.6 Endüstri 4.0 Uygulamalarının Geleceği**

Görüşme yapılan katılımcılar, Endüstri 4.0 uygulamalarının şu ana kadar fabrikada yaşanan her sürece tesir ettiğini, bu etkilerin çalışma performanslarını ve ortaya çıkan rakamları firma hedef ve stratejileri doğrultusunda olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Proje Mühendisi gelecekte fabrikaların birbirlerine yüzde yüz oranında Nesnelerin İnterneti aracılığıyla bütünleştirileceğini belirtmiştir. Bosch 2019-2020 yıllarında bütün sistemlerini ve süreçlerini Endüstri 4.0'a uygun hale getirmeyi planlamaktadır. Firma yetkilileri, bu şekilde gelecekte verilerin güncellenme ve doğrulama sürelerinin çok daha kısa bir süreye düşmesini ve daha yüksek verimlilik ve kalite oranlarına ulaşacaklarını ifade etmişlerdir.

## SONUÇ

Günümüzde teknolojinin birçok alanda etkili olmaktadır. Teknolojinin daha önceleri sadece insan yönlendirmeleriyle olan kullanım yapısı, sadece belirli alanlarda kullanılması ve kullanım yaygınlığı/sıklığı günümüzde tamamıyla kabuk değiştirmiştir. Bu değişim teknolojinin bireylerin günlük hayatlarının bir parçası olmasını sağlamış, iş yerlerinin değişilmez asistanı konumuna gelmiş ve hatta insan müdahalesi olmaksızın iş yapabilir konuma ulaşmıştır. Daha önceleri sadece belirli bütçelere sahip girişimcilerin ulaşabildiği yüksek teknoloji 2000'li yıllardan itibaren atılan adımlar, geliştirilen altyapılar ile beraber tüm işletmelerin ulaşabildiği bir noktaya gelmiştir. Ancak teknolojinin devamlı değişim ve ilerleyiş göstermesi, birçok sektörde işletmeler hatta devletler açısından sürdürülebilirlik, kaynakların daha ihtiyatlı kullanılması, maliyetlerin düşürülmesi gibi ihtiyaçlar doğurmuş ve rekabet anlayışını farklı bir boyuta taşımıştır.

Gelinen bu noktada ortaya çıkan bu gereksinimlerin giderilmesi adına, daha önceleri de üzerinde durulduğu gibi, 2011 yılında Almanya'da ortaya çıkan Endüstri 4.0 yeni bir yol haritası olarak uygulanmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0'ın çeşitli çevrelerce 4. Sanayi Devrimi olarak adlandırılması bu kavramın sektörlerin ve akademik çevrelerin son yıllarda sıkça başvurduğu bir izlek haline gelmesine neden olmaktadır. Endüstri 4.0'ın içerisinde barındırdığı öğeler baz alındığında daha önce yaşanmış sanayi devrimlerinden çok daha farklı olduğu fark edilmektedir. Endüstri 4.0 uygulamaları olarak karşılaşılan bu öğeler insan- makine uyumunu arttıran yazılımlar, makine-makine iletişimine imkân tanıyan Nesnelerin İnterneti, tamamiyle otonom işlem yapan akıllı robotlar, ortam verilerini elde edebilen Siber Fiziksel Sistemler, 3D yazıcılar, verilerin saklanmasına, işlenmesine ve analiz edilmesine olanak sağlayan Bulut Bilişim ve Büyük Veri gibi ve benzeri kavramlardır.

Bu kavramlar ortaya çıktıkları günden itibaren önceleri yavaş fakat şu sıralar hızlı bir yayılımla endüstriyel faaliyetlerdeki yerlerini almaktadır. Bu tez çalışmasının ana öğelerinden olan "Üretim Süreçleri" ise her sanayi devriminde olduğu gibi bu devrimde de endüstriyel bazda devrimin ilk etkilerinin ve sonuçlarının elde edildiği alan olmuştur. Çalışmanın yapıldığı firma olarak seçilen Alman menşeli Bosch San. Ve Tic. A.Ş teknoloji ve üretim alanlarında dünyada öncü konumda yer almaktadır. Şirket Endüstri 4.0 uygulamaları konusunda da diğer işletmelere liderlik eden bir konumda bulunmakta olduğundan, Dünya'daki tüm fabrikalarında bu uygulamaları şirket politikaları ve stratejileri olarak devreye sokmuştur.

Endüstri 4.0 uygulamalarının etkilerini incelemek adına yapılan bu çalışmada Bosch firması derinlemesine incelenmiş ve üretim süreçleri içerisinde belirlenen konularda aktif olarak kullanılan uygulamalar ve bunların etkileri saptanmıştır.

Yapılan çalışmada Endüstri 4.0 uygulamalarının iş geliştirme, verimliliğin artırılması, kaynak kullanımının optimum seviyede tutulmasını, süreç akışlarının hızlandırılması, maliyetlerin düşürülmesi konularında olumlu yönde etkileri olduğu belirlenmiştir.

Tedarik zinciri yönetiminde kullanılan yazılımlar sayesinde Endüstri 4.0 uygulamalarından önceki dönemlere göre hata maliyetinin düştüğü, insan faktöründen kaynaklanan hatalarda azalma olduğu ve elektronik süreçlerin duraksamadan ilerlemesinden dolayı zaman tasarrufu elde edildiği tespit edilmiştir. Tedarik zinciri yönetiminde kullanılan uçtan uca yazılım ve donanım destekleri sayesinde tedarik ve sipariş teslim sürelerinin düştüğü saptanmıştır.

Üretim sistemlerinde kullanılan Endüstri 4.0 uygulamalarının tamamen insansızlaştırılmadığı ve bu sebeple insan faktörünün sifıra düşürülmediği tespit edilmiştir. Ancak kullanılan robotlar ve yüksek teknolojlili üretim bantları insan müdahalesini en aza indirmiştir. Bu sayede çalışanın insani davranışlardan (dalgınlık, dikkatsizlik, bilgisizlik, yorgunluk) kaynaklı hatalı işlem yapmasından kaçınılmış olmaktadır. Bu da personelin hata yapma olasılığını düşürmektedir. Üretimde kullanılan otonom cihazların ayarlamalarının bir kere yapılmasından dolayı üretimdeki boşa harcanan sürelerde düşüşler olduğu, birim zaman başına üretim rakamlarının da arttığı saptanmıştır.

Stok yönetiminde elde edilen veriler Endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımıyla birlikte stok seviyelerinin optimum seviyede tutulabildiğine işaret etmektedir. Stok eksikliğinin belirlenmesinin kolaylaşması ile birlikte yeni sipariş teklifi hazırlanılmasına gerek kalmamıştır. Bu da eksilen mallar için tek tek fiyat alınması yerine daha önceden belirlenen fiyat üzerinden alımın yapılmasına olanak tanıyarak toptan sipariş indirimi avantajı elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bu avantaj ham madde maliyetinde olumlu yönde bir düşüşe olanak sağlamaktadır. Ek olarak, stok yönetimi, tedarik zinciri ve kaynak planlamasında kullanılan veri toplama araçlarıyla ilgili, bu araçların sunduğu raporlar, veriler ve analizler sayesinde yöneticilerin üretim planlaması gibi kritik karar aşamalarında daha güvenilir kararlar vermesinde olumlu bir etkiye sahip olduğuna ulaşılmıştır.

Tüm üretim süreçlerinde, bulut sistemlerinin ve otomasyonların aracılığıyla süreçlere tek bir noktadan müdahale edilebilmesi süreçlerin akış hızını olumlu yönde

etkilemiştir. Bununla beraber elektronik ortamın eskiye nazaran süreçlerde karşılaşılan hiyerarşik onay/imza prosedürlerinin akışında olumlu bir etkisinin bulunmasına rağmen bu prosedürlerin halen belirli bir zaman aldığı görülmüştür.

Toplam Kalite Yönetiminde, kullanılan Q-Team programı ve bu programa entegre robotlar sayesinde elde edilen hatalı ürün verileri henüz üretim aşamasında hatalı ürüne müdahale edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu da müşteriye giden hatalı ürün rakamlarında olumlu yönde bir düşüş sağlamıştır. Müşteri memnuniyeti hatalı sipariş teslimleriyle ters orantılı olarak artış göstermiştir.

Üretim süreçleri dışında kullanılan Endüstri 4.0 uygulamalarına bakıldığında, personellerin iş yapış şekillerinin standartlaşmasında, iş içerisinde kullanılan karmaşık yöntemlerin azalmasında, iletişim eksikliğinin ortadan kalkmasında, personel/ekip planlamasında sahip olunan esnekliğe, ofis gider maliyetlerinin düşmesinde, güvenilir yönlendirmeler yapılabilmesinde, tek bir noktadan hızlı ve kolay veri erişimine ulaşımında, karar verme ve kararın uygunluğu konularında olumlu etkilere sahiptir.

Yapılan araştırmada firma için Endüstri 4.0 uygulamalarının belirli dezavantajları da olduğu saptanmıştır. Bu dezavantajlar yüksek teknolojiye sahip imalat ürünlerinin, tedarik zinciri, stok yönetimi, kaynak planlaması sistemlerinin, robotların ve hassas görüntüleme cihazlarının yedek parça ve bakım/onarım maliyetlerinin henüz uygulamalar dünya genelinde yaygınlaşmamasından dolayı yüksek olması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, bilinç düzeyi yüksek personelin az olması, kullanımına yeni başlanan cihazların, makinelerin ve otomasyon sistemlerinin personel üzerinde değişme direncine neden olması, kullanılacak teknolojiler konusunda personele verilecek eğitim kaynağının kısıtlı ve eğitimlerin maliyetli olması olarak sıralanabilir.

Sanayilerin ihtiyaçlarına yönelik teknolojik çözüm üretmeye dayanan Endüstri 4.0, günümüzde giderek yaygınlaşmakta ve hissedilir etkilerini ortaya koymaktadır. Sanayi devrimlerinin tarihsel etkilerine bakıldığında gelecekte Endüstri 4.0'ın da bu konuda köşe taşlarından biri olacağı açıkça görülmektedir. Bilim, iş, eğitim ve devlet insanların oldukça ilgisini çeken bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle, tarihçilerin ve ekonomistlerin söylemlerine göre, Türkiye'nin daha önceki sanayi devrimlerini kaçırmaması, zamana yetişememesi bu konuyu Türkiye için çok önemli noktaya taşımaktadır. Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerindeki etkileri ortaya konmuştur. Uygulamaların daha birçok alanda da varlığı



bilinmektedir. Bu alanlarda yapılacak çalışmalar hem Türkiye'ye hem bilim çevrelerine hem de işletmelere katkı sağlayacaktır.



## KAYNAKÇA

### KİTAPLAR

ACAR Nesime, Üretim Planlaması Yönetim ve Uygulamaları, Mert Matbaacılık, Ankara, 2000

AGUAYO Rafael, Japon Mucizesinin Mimarı Dr. Deming, Çev. Y. Kaan Tunçbilek, Form Yayınları, İstanbul, 1994

BARUTÇUGİL İsmet, Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri, Bursa Yayın Evi, Bursa, 1989

CHASE Richard B. CHASE ve AQUILANO Nicholas J., Fundamentals of Operations Management, Richard D. Irwing Inc., Amerika Birleşik Devletleri, 1991

ÇELİKÇAPA F. Odman, Üretim Planlaması, Alfa Yayınları, İstanbul, 1999

ÇİL İbrahim ve EVREN Ramazan, Esnek İmalat Sistemlerinin Verimliliğinin Ölçülmesinde Performans-Amaçlar-Verimlilik Yaklaşımı, Milli üretkenlikte Yayınları: II:Verimlilik Kongresi,Ankara,1994

DEANE Phyllis Mary, The First Industrial Revolution, Cambridge University Press, Cambridge, 1980

DEMİNG Edwards, Krizden Çıkış, Çev: Cem Akas, Arçelik A.S., İstanbul, 1996

DUMAS Marlon, LA ROSA Marcello, MENDLING Jan, REIJERS Hajo A., Fundamentals Business Process Management, Springer Yayınları, Berlin, 2018,

DÜREN Zeynep, 2000'li Yıllarda Yönetim, Alfa Yayınları, İstanbul, 2002

Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, Sanayi 4.0, İzmir 2015

EVANS James R., Production and Operations Management, West Publishing Company, New York, 1990

EYMEN, U. Erman, Tedarik Zinciri Yönetimi, Kaliteofisi Yayınları, 2007

GÖRÇÜN Ömer Faruk, Dördüncü Endüstri Devrimi Endüstri 4.0 , Beta Basım Aş, 2017

GUPTA Sushil ve STARR Martin, Production and Operations Management System, CRC Press, 2014

HAİK Yousef ve SHAHİN Tamer, Engineering Design Process second Edition, Cengage Learning, United States, 2011

İSHİKAWA Kaoru , Toplam Kalite Kontrol, Haz.: S. Orbaş ve N. Yayla, Kalder Yayınları, İstanbul, 1995

KAGERMANN Henning, WAHLSTER Wolfgang ve HELBIG Johannes, Recommendations For Implementing The Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0., Final Report Of The Industrie 4.0, Forshungs Union, National Academy of Sciences and Engineering, Münih, 2013

KARASAR Niyazi, Bilimsel Araştırma Yöntem: Kavramlar, İlkeler, Teknikler, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2017

KOBU Bülent, Üretim Yönetimi, Beta Yayınevi, İstanbul, 2014

KRAJEWSKI Lee J., RITZMAN Larry ve MALHOTRA Monoj, Üretim Yönetimi: Süreçler ve Tedarik Zincirleri, Çev. Semra Birgün, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2014

MUCUK İsmet, Modern İşletmecilik, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2011  
ÖZDOĞAN Ogan, Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları, Pusula 20 Teknolojik ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 2017

ÖZTUNA Barış, Endüstri 4.0 ile Çalışma Yaşamının Geleceği, Gece Kitaplığı, Ankara, 2017

ÖZTUNA Barış, Endüstri 4.0, Gece Kitaplığı Yayınları, Ankara, 2017

RIFKIN Jeremy, Üçüncü Sanayi Devrimi, İletişim Yayınları, 2011

SCHWAB Klaus, Dördüncü Sanayi Devrimi, Çev. Zülfü Dicleli, Optimist Yayınları, İstanbul, 2017

SUMMERS Donna C. S., Quality, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1997

ŞAKRAK Münir, Maliyet Yönetimi, Yasa Yayınları, İstanbul, 1997

ŞİMŞEK M. Şerif ve ÇELİK Adnan, Genel İşletme, Eğitim Kitabevi, Konya, 2010

ŞİMŞEK Muhittin, Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2001

TEKİN Mahmut ve ZERENLER Muammer, Rekabetin Anahtarı: Esnek İşletme, Günay Ofset Matbaa, Konya, 2012

TEKİN Mahmut, Üretim Yönetimi, Güney Ofset, Konya, 2012

TOP Aykut, Üretim Yönetimi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2006

TOSUN Kemal, İşletme Yönetimi – Genel Esaslar, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1976

ÜRETEN Sevinç, Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri, Gazi Kitabevi, Ankara, 2006

VAİDYA Saurabh, Industry 4.0 – A Glimpse, Procedia Manufacturing, 2017

YAMAK Oygur, Üretim Yönetimi: Sistem Yaklaşımı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2007

YAZMAN İrfan, Kalite Standartlarının Esnaf ve Sanatkârlar Açısından Önemi, Tes-ar yayınları, Ankara, 1998

## MAKALELER

AKSOY Bekir, BAYRAKÇI H. Cenk, BAYRAKÇI Eylem, UĞUZ Sinan, Büyük Verinin Kurumlarda Kullanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi, 2017

ALÇIN Sinan, Uluslararası İşletmelerde Üretim Stratejileri, Yaşar Üniversitesi Dergisi, 2012

ALÇIN Sinan, Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0, Dergi Park, 2016

ATMACA Metin ve TERZİ Serkan, Stratejik Maliyet Yönetimi Açısından Tam Zamanında Üretim Felsefesi ile Kısıtlar Teorisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, İstanbul, 2007

AYDOĞAN Enver ve ASAL Ömer, Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Üretim Kaynakları Planlaması KOBİ'ler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Konya, 2009

BAAZİZ Abdelkader ve QUONIAM Luc, How to Use Big Data Technologies to Optimize Operations in Upstream Petroleum Industry, International Journal of Innovation, Sao Paulo, 2018

BALYEMEZ Figen, DEVELİ Evrim İldem, BAYAZIT ŞAHİNOĞLU D. Zeynep, Ürün Yaşamı Sürecinde Üretimin Yeniden Yapılandırılması, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım, 2005.

BRYNJOLFSSON Erik ve MCAFEE Andrew, The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W.W Norton & Company, New York, 2016

BULUT Ela ve AKÇACI Taner, "Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi, ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 2017

CLAXTON K.L., The Supply Chain Management Process, The International Journal of Logistics Management, Emerald Publishing, Bingley, 2001

ÇABUK Yıldız ve KARAYILMAZLAR Selman, Altı Sigma Yaklaşımı, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2010

ÇALIŞKAN Cenk, Üretim Kaynaklarını Planlama Sisteminin Performansını Etkileyen Faktörler, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Isparta, 2005

ÇELEBİ Furkan ve BULUT Yetkin, Kurumsal Kaynak Planlaması (Erp) Ve Erp Yazılımı Kullanan Bir İşletmenin İncelenmesi, Akademik Bakış Dergisi, Celalabat, 2016

ÇENGELCİ Bekir ve ÇİMEN Hasan, "Endüstriyel Robotlar", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2005

DAĞLIOĞLU Gülçin, İNAL Tamer ve AKSOY Kıymet, Altı Sigma Nedir?, DergiPark Akademik, 2009

DANESHJO Naqib, Production Management System, Transfer Inovacii, 2013

DOĞAN Korcan ve ARSLANTEKİN Sacit, Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum, DTCF Dergisi, 2016

FIRAT Oktay Zihni ve FIRAT Seniye Ümit, Endüstri 4.0 Yolculuğunda Trendler ve Robotlar, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi , 2017

FRANCİSCO Almada-Lobo, The Industry 4.0 Revolution and the Future of Manufacturing Execution Systems (MES), Journal of Innovation Management, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013

GOUTAM Rajesh Kumar, Importance of Cyber Security, International Journal of Computer Applications, 2015

GÖKŞEN, Yılmaz Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2003

GÖNEN Seçkin ve ÇELİK Muhsin, Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan İşletmelerde Üretim Maliyetlerinin Değerlendirilmesi, Ege Akademik Bakış Dergisi, İzmir, 2004

GÖRKEM Levent ve BOZUKLU Mehmet, Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum, Gaziosmapaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 2016

GÜLSEN Esin, Toplam Kalite Yönetimi ve Türkiye'deki Uygulamaları, Toplum ve Demokrasi, 2012

HARGERTY James R., How Many Turns in a crew? Big Data Knows, Wall Street Journal, 15 Mayıs 2013

HEY Jonathan, The Data, Information, Knowledge, Wisdom Chain: The Metaphorical Link, Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris, 2004

HOZDİĆ Elvis, Smart Factory for Industry 4.0: A Review, International Journal of Modern Manufacturing Technologies, 2015

KANAT Seher ve GÜNER Mücella, Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2006

KANSOY Okşan ve DİRGAR Esra, Altı Sigma Nedir?, E- Journal of New World Sciences Academy, 2008

KOÇ Erdem, ŞENEL Mahmut Can ve Kaya Kadir, Türkiye'de Ekonomik Göstergeler- İmalat Sanayi Kapasite Kullanım Oranı, Mühendis ve Makina, Ankara, 2017

KONTUS Eleonora, Management of Inventory in a Company, Ekonomski Vjesnik/Econviews, Osijek, 2014

KÖKHAN Serhat ve ÖZCAN Uğur, 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanılması, Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi, 2018

KUMAR Anil ve KUMAR Suresh, Production and Operations Management, New Age International, New Delhi, 2006

KUŞÇU Fatma Nuray, KAHRAMAN Mesut, KUŞÇU KARATEPE Hilal, ALICI Hilal, ÖZCAN YÜCE Ulviye ve ATİK Derya, Sağlık Kuruluşlarında Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, Journal of Current Researches, 2018

LAUDANTE Elena, Industry 4.0, Innovation and Design. A new approach for ergonomic analysis in manufacturing system, The Design Journal, 2017

MENTZER, J.T, What Is Supply Chain Management Sage Publication.California, Journal of Business Logistics, 2001

ODUOLA M.O. ve YAKUBU A. M., The Challenges of New Pruduct Development in a Developing Economy, Advances in Reseach, İnternational, 2017

ÖZSOYLU A. Fazıl, Endüstri 4.0, Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi,2017

ÖZYÖRÜK Bahar, Malzeme İhtiyaç Planlamasında Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama Çalışması, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2003

PAMUK Nurten Sinem ve SOYSAL Mehmet, Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme, Verimlilik Dergisi, 2018

SADER Sami , DAROCZİ Miklos ve HUSTİ Istvan, Suggested Indicators to Measure the Impact of Industry 4.0 On Total Quality Management, International Scientific Journal "Industry 4.0", 2017

SAY Servet ve KINALI Fırat, İşletmelerde Esnek Üretim Sistemlerinin, Maliyet Unsurları Üzerinde Etkisi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, Konya, 2017

STOCK T. ve SELİGER G., Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, XIII. Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use,16-18 Eylül 2015, Elsevier B.V, Ho Chi Minh, 2015

ŞAHİN Kemal ve TURAN Onur, Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırılmalı Analizi, Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi,2018

ŞEKER Arzu, Yalın Üretim Sisteminde Kanban,Tek Parça Akışı ve U Tipi Yerleştirme Sistemleri, The Journal of Academic Social Science Studies,2016

TJAHJONO Benny, ESPLUGUES C , ARES Enrique, PELÁEZ Gerardo, What Does Industry 4.0 mean to Supply Chain?, Manufacturing Engineering Society International Conference 2017

TRSTENJAK Maja ve COSIĆ Predrag, Process Planning in Industry 4.0 Environment, 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 Haziran 2017

Turan A. Erkiş, Toplam Kalite Yönetimi İlkelerinin Yönetim Yaklaşımları Bağlamında Tartışılması, GAU Journal of Social and Applied Sciences, 2007

TÜRKAN Özay Umut, "Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri", BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,2010

TÜRKER Masum, BALYEMEZ Figen ve BİÇER Ali Altuğ, Üretim Sürecinde Tedarik Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi ,25-27 Kasım 2005

UZUN Hatice ve DURNA Ufuk, İşletmelerde Rekabet Unsuru Olarak Bilgi Yönetimi, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, 2008

YALÇIN Mehmet Fatih, Küresel Rekabette Türkiye Açısından Dönüm Noktası: Sanayi 4.0, Sosyoekonomi, 2018

YILDIZ Aytaç ve Diğerleri, Endüstri 4.0 Temelli Tedarik Zinciri, Mühendislik Alanında Akademik Araştırmalar, 2018

YILDIZ Aytaç, Endüstri 4.ve Akıllı Fabrikalar, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2018

ZAİDİN Nur Hanifa, Quality Management in Industry 4.0 Era, Journal of Management and Science, Pahang, 2014

ZORLU Gözde Hilal, ÖZTÜRK Melis Gizem ve KÖSEOĞLU Ahmet Murat, İşletmelerde Endüstri 4.0'ın Stok Kontrol Yöntemlerine Etkisi, IV. Global Business Research Congress 24-28 Mayıs 2018, Cilt: 7, PressAcademia, İstanbul, 2018

## **TEZLER**

AYTEKİN Akın, Türkiye'nin Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planının Değerlendirilmesi, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2015.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

BAŞER Nuri Erkin, I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2011. **(Yayımlanmış Doktora Tezi).**

BATI Kutay, Bulut Bilişim ve Etkileri, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2015.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

BEDÜK Mustafa, Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Örnek Olay Çalışması, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2009.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

ÇAĞLIYAN Vural, Küresel Rekabet Ortamında Tedarik Zinciri Yönetimi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2002.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

ÇEVİK Gözde Zeynep, Endüstri 4.0 Bağlamında Türkiye'nin Yerine İlişkin Güncel ve Gelecek Eksenli Bir Analiz, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nişantaşı Üniversitesi, İstanbul, 2018.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

DOĞAR Ayşegül, Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

ERSÖZ Hasan, Endüstriyel Robotlar ve Uygulama Alanları, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2007.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

FOLCH Albert, Interface Development for Eucalyptus Based Cloud, Faculty of Fundamental Sciences, Vilnius Geminas Technical University, Vilnius, 2011.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

KARAGÖZ Burcu, Büyük Veri ve İşletme Analitiği: Sosyal Medya ve Duygu Analizi ile Bir Öngörü Modeli, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2018.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

NOVÁKOVÁ Denisa, Industry 4.0 As An Example Of A Top-Down Vs. Horizontal Europeanization, Institute of International Studies, Charles University, Prag, 2017.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

OKUTAN Okan, Yapay Zeka ile Mobil Robot Kontrolü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

ÖDENİYAZOV Seyitmurat, Bir Tekstil İşletmesinde Üretim ve Pazarlama Planlaması, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

PAPADOPOULOU Dimitra, Industry 4.0-Smart Factory: Also Something For Medium Size Companies, University Of Applied Sciences Fh Technikum Vienna, Viyena, 2014.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

RASTE, Ketaki Subhash ,Big Data Analytics – Hadoop Performance Analysis, Bilgisayar Bilimleri Enstitüsü, San Diego State Üniversitesi, San Diego, 2014.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

SCHLÖTZER Fabian, Industry 4.0: The World of Smart Factories, Business, Language and Culture: Leadership and Management, Copenhagen Business School, 2015.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

SCHLÖTZER Fabian, The Dynamics Of The Digitalization And Its Implications For Companies' Future Enterprise Risk Management Systems And Organizational Structures, Copenhagen Business School, Kopenhag, 2015.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

SERNOLA Teemu, How to Initiate a Capacity Planning and Management Process for a Rapid Deployment Unit of a Security Services Company, Tampere University of Applied Sciences, International Business, 2011.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

SPREEUWENBERG Mark, Cloud Computing, Faculty of Science, Computing Science, Radboud University, Nijmegen, 2016.**(Yayımlanmış Lisans Tezi).**

TOKATLI Akgün, Yeni Ürün Geliştirme 'de Hedef Kitle Tanımının Tasarım Sürecine Etkisi: Yeni Ford Cargo Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

YAZIR Sefer, Türkiye'de Bulut Bilişimin Teknolojik Gelişimi ve Bulut Platformu Üzerinde Örnek Bir Kişisel Web Uygulamasının Sunulması, Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 2018.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**

YILMAZ Eren, Siparişe Göre Üretim Yapan sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2012.**(Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi).**



## İNTERNET KAYNAKLARI

A Few Real-World Examples Of Industry 4.0, <https://medium.com/@viarbox/a-few-real-world-examples-of-industry-4-0-8e2de4f423e> (Erişim Tarihi: 22.10.2018)

AYDIN Nevra, Almanya'nın Endüstri 4.0 Vizyonu,1 Şubat 2018, <http://www.endustri40.com/almanyanin-endustri-4-0-vizyonu/>, (Erişim Tarihi: 25.08.2018)

BARUTÇUOĞLU Evrim İtir, Robotların Tarihiçesi, <http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/index.html> , (Erişim Tarihi: 20.08.2018)

Bosch Tic. ve San. A.Ş Internet Sitesi, <https://www.bosch.com/our-company/our-history/> (Erişim Tarihi: 19.01.2019)

Bosch Tic. ve San. A.Ş, Sürdürülebilirlik Raporu 2015, [https://www.bosch.com.tr/media/tr/our\\_company/our\\_responsibility/sustainability-report-2015.pdf](https://www.bosch.com.tr/media/tr/our_company/our_responsibility/sustainability-report-2015.pdf) (Erişim Tarihi: 15.01.2019)

Brenna Sniderman vd., Industry 4.0 and Manufacturing Ecosystems, Deloitte University Press, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4.0ManufacturingEcosystems.pdf> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

GM Prefers Smart Manufacturing to Industry 4.0, <https://www.wardsauto.com/manufacturing-technology/gm-prefers-smart-manufacturing-industry-40> (Erişim Tarihi: 22.10.2018)

Hannover Messe 2011 Fuar Broşürü, <https://www.pbkik.hu/download.php?id=11935> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

<http://www.dataschemata.com/uploads/7/4/8/7/7487334/dikwchain.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2018)

International Federation of Robotics, “The Impacts of Robots on Productivity, Employment and Jobs”, [https://ifr.org/downloads/papers/IFR\\_The\\_Impact\\_of\\_Robots\\_on\\_Employment\\_Positioning\\_Paper\\_updated\\_version\\_2018.pdf](https://ifr.org/downloads/papers/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment_Positioning_Paper_updated_version_2018.pdf) (Erişim Tarihi: 07.09.2018)

Kimberly Amadeo, Vertical Integration, Its Pros and Cons with Examples, <https://www.thebalance.com/what-is-vertical-integration-3305807> , (Erişim Tarihi: 08.08.2018)

KOSGEB, “KOBİGEL” Kobi Gelişim Destek Programı, <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/6370/imalat-sanayi-sektorundeki-kobilere-500-milyon-tl-destek> (Erişim Tarihi: 18.01.2019)

MCLAMB Eric, “Endüstri Devriminin Ekolojik Etkileri”, 18 Eylül 2011, <http://www.ecology.com/2011/09/18/ecological-impact-industrial-revolution/> (Erişim Tarihi: 13.05.2018)

Platform Industrie 4.0, Was ist Industrie 4.0?, <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html> (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

Siemens, Endüstri 4.0 Yolunda, [http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40\\_DigitalFabrikalar.html](http://siemens.e-dergi.com/pubs/Endustri40/Endustri40_DigitalFabrikalar.html) (Erişim Tarihi:01.09.2018)

TARVER Evan, What are some examples of horizontal integration?, <https://www.investopedia.com/ask/answers/051315/what-are-some-examples-horizontal-integration.asp> (Erişim Tarihi: 04.08.2018)

TAYLOR Frederick Winslow, The Principles of Scientific Management, [http://strategy.sisu.edu/www.stable/pdf/Taylor,%20F.%20W.%20\(1911\).%20New%20York,%20Harper%20&%20Brothers.pdf](http://strategy.sisu.edu/www.stable/pdf/Taylor,%20F.%20W.%20(1911).%20New%20York,%20Harper%20&%20Brothers.pdf) (Erişim Tarihi: 23.10.2018)

URYAN Burcu, Toplam Kalite Yönetimi, Mevzuat Dergisi, 2002, 5 (55), <https://www.mevzuatdergisi.com/2002/07a/02.htm#> (Erişim Tarihi: 18.01.2019)

World Economics Forum Resmi İnternet Sayfası, "Readiness for the Future of Production Report 2018", [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf) (Erişim Tarihi: 06.10.2018).

## EKLER

EK-A

### Katılımcı Bilgileri

Katılımcı Adı ve Soyadı:	
Çalıştığı Kurum:	
Kurumdaki Pozisyonu:	
Telefon:	
E-posta:	
Görüşme Tarihi ve Yeri	

**Tez Araştırması Görüşme Soruları**

1. Hangi üretim yaklaşımını benimsiyorsunuz? Bu üretim yaklaşımı içerisinde Endüstri 4.0 uygulamalarının yeri nedir?
2. Son yıllarda üretim süreçlerinize ne gibi yeni nesil teknolojiler eklediniz?
3. Endüstrinin dijital dönüşümünde şirketinizin ve üretim yönetiminizin başarısı için ne gibi gereksinimlere ihtiyaç duymaktasınız?
4. Endüstri 4.0'ın yenilikleri düşünüldüğünde, şu anda kurumunuzda kullanılan teknolojiler dışında başka hangi uygulama/yeniliklerin iş süreçlerinize entegre edilmesini isterdiniz?
5. Üretim planlamanızı yaparken kullandığınız yeni teknolojilerin daha önce kullandıklarınıza göre avantajları ve dezavantajları nelerdir?
6. Tamamen Endüstri 4.0'a uygun bir Üretim Yönetimi süreci için yaptığınız bir çalışma bulunmakta mıdır?

Yeni teknolojiler göz önüne alındığında,

7. Tedarik Zincirinizde hangi teknolojileri kullanıyorsunuz? Bu teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
8. Stok yönetiminizde hangi teknolojileri kullanıyorsunuz? Bu teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
9. Üretim sistemlerinizde hangi teknolojileri kullanıyorsunuz? Bu teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
10. Üretim Kaynak Planlamanızda ve Kapasite planlamanızda hangi teknolojileri kullanıyorsunuz? Bu teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
11. Süreç yönetiminizde hangi teknolojileri kullanıyorsunuz? Bu teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
12. Toplam Kalite Yönetiminize kullanılan teknolojilerin nasıl etkileri bulunmakta?
13. Tüm üretim süreçlerini göz önünde bulundurduğunuzda Endüstri 4.0'ın (yeni teknolojilerin) en çok etki ettiği üretim süreci hangisidir?
14. Kullanılan teknolojiler itibariyle, gelecekte üretim süreçlerinizde nasıl sonuçlar almayı planlıyorsunuz?
15. Yaşanılan sorunlar, kısıtlamalar veya aksaklıkla göz önünde bulundurulduğunda Endüstri 4.0 uygulamalarının nasıl çözümler getireceğini / getirdiğini düşünüyorsunuz?