



ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

Dr. İsa GEREKLİ

ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

Dr. İsa GEREKLİ

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12796313>



Copyright © 2024 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by

any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of

brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social

Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-367-772-5

Cover Design: İbrahim KAYA

July / 2024

Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

Ön söz

Günümüz nihai tüketicileri satınalma davranışında bulunurken, en temel insani ihtiyaç olan gıda tüketiminde bile birçok sosyal medya ortamındaki görsel rekabet şölenine maruz kalarak tercihte bulunuyor. Rekabetin çok acımasız olduğu ve sürdürülebilir bir işletme ömrü için verimliliğin hayati olduğu üretim sahasında verimliliği artırmaya yönelik yatırımlarda yeni teknolojiler her zaman belirleyici bir faktör olmuştur. Bu perspektiften bakınca yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıktığı yerden bağımsız olarak, çok farklı coğrafyalarda da takip edilmesi ve uygulama alanı bulması çok hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir. Bu denli hızlı entegrasyon ve benimsemeye şüphesiz görsel medya ve sosyal medya uygulamaların payı çok büyük. I. Endüstri devrimi ile birlikte buhar makinesinin icadından başlayarak bu gün yaşadığımız dönemde internetin tüm hayatımıza nüfuz ettiği 4. Sanayi devrimi ile akıllı evler, akıllı telefonlar, akıllı arabalar, akıllı ürünler, akıllı şehirler kısacası birbirine internet ağları ile siber fiziksel bağlantılar ile entegre bir yaşam döngüsüne evrilen dünyamız da teknolojinin baş döndürücü dönüşümüne şahitlik ediyoruz. Yaşanan bu dönüşümden kendimizi soyutlamamız da pek mümkün olmuyor. Tüm bu gelişmeler bağlamında tüketici ve müteşebbisler sahip oldukları sistemleri güncelleyerek maksimum düzeyde fayda- minimum düzeyde maliyeti elde edeceği sistemleri hayat döngülerine entegre etme eğilimindedir. Bu çalışma ile sanayi devrimleri, üretim verimliliği ve işletme performansını artırmaya yönelik teknolojilerin ne kadar hızlı bir dönüşüm içinde olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Bunlara ek olarak bu çalışma ile sanayi de bu teknolojilere ilgi duyan ve üretim sahasına bu teknolojileri uygulamak isteyen iş insanlarına gereksinim duyacakları bilgilerin aktarılması ve ayrıca literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. **Bu çalışma yazarın, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler enstitüsünde Prof. Dr. Nusret Göksu danışmanlığında hazırladığı “Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İş Gücü Verimliliği ve İşletme Performansına Etkileri Tekstil Sektöründe bir Uygulama” isimli doktora tezinden türetilmiştir.**

Sevgili eşim Ayşe Gerekli'ye ithafen.

Dr. İsa GEREKLİ

22.07.2024

İÇİNDEKİLER

Ön söz	i
İÇİNDEKİLER	III
TABLOLAR LİSTESİ	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VII
1. GİRİŞ	1
2. KONU İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. ÜRETİMDE KULLANILAN İLERİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ	11
3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP).....	12
3.2. Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II)	14
3.3. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP).....	15
3.4. Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA).....	17
3.5. Programlanabilir Mantık Planlama (PLC)	18
3.6. Tam Zamanlı Üretim (JIT)	19
3.6.1. Tam Zamanında Üretimin Tanımı	20
3.6.2. Tam Zamanında Üretimin Felsefesi	22
3.6.2.1. Kanban	24
3.7. Yalın Üretim.....	25
3.8. Çevik Üretim.....	27
4. ENDÜSTRİYEL DEVRİMLER	30
4.1. I. Sanayi Devrimi	32
4.2. II. Sanayi Devrimi	34
4.3. III. Sanayi Devrimi.....	35
4.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0):	37
4.5. Endüstri 4.0'ın Ortaya Çıkışı.....	39
4.6. Endüstri 4.0'ın Amaçları	40
4.7. Endüstri 4.0 Teknolojileri.....	41
4.7.1. Nesnelerin İnterneti:	44
4.7.2.Siber Fiziksel Sistemler.....	48
4.7.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon	51
4.7.4. Büyük Veri ve Veri Analitiği	54
4.7.5. Bulut Bilişim	56
4.7.6. Yapay Zekâ	57
4.7.7. Eklemeli Üretim	58
4.7.8. Artırılmış Gerçeklik	59
4.7.9. Siber Güvenlik	61
4.7. 10. Akıllı Fabrikalar ve Akıllı Üretim	62
5. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	67
5.1. Tedarik	67
5.2. Tedarik Zinciri	67
5.3. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	68

5.4. Akıllı Tedarik Zinciri Yönetimi.....	69
5.4.1. Lojistik 1.0	71
5.4.2. Lojistik 2.0	71
5.4.3. Lojistik 3.0	72
5.4.5. Lojistik 4.0	73
6. VERİMLİLİK	76
6.1. Verimlilik Kavramı Tanımı ve Kapsamı	76
6.2. İşgücü Verimliliği Kavramı	76
6.3. İş Gücü Verimliliğinin Önemi	77
7. İŞLETME PERFORMANSI	79
7.1. Performans Kavramı.....	79
7.2. İşletme Performansı ve Kapsamı	79
7.3. İşletmelerde Performans Ölçümü	80
8. MATERYAL VE YÖNTEM.....	82
8.1. Araştırma Amacı Tanımı ve Önemi.....	82
8.2. Araştırmanın Kısıtlılıkları	82
8.3. Araştırmanın Yöntemi	83
8.4. Saha Araştırma Sürecinin Tasarımı	83
8.5. Araştırmanın Verilerinin Toplanması	84
8.6. İşletme Hakkında Genel Bilgiler	87
8.6. Verilerin Sunumu	89
9. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ.....	97
10. ARAŞTIRMANIN BULGULARI.....	100
10.1. Endüstri 4.0 ve Verimlilik Arasındaki İlişkiye İlişkin Bulgular	100
10.2. Endüstri 4.0 ile İşletme Performansı İlişkisi Bulguları	108
11. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	113
KAYNAKLAR	118
ÖZ GEÇMİŞ	134
EKLER.....	137

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Aşağıda geleneksel üretim sistemi ile tam zamanında üretim sistemi karşılaştırmalı olarak verilmiş avantajları ve dezavantajları açıklanmıştır	21
Tablo 3.2. Çevik İşletmenin Özellikleri.....	28
Tablo 4.1. Endüstri Devrimlerinin Kronolojisi.....	31
Tablo 4.2. Endüstriyel Çağların Kronolojisi.....	32
Tablo 4.2. I. Sanayi Devrimi Süreci Kritik Faktörler	34
Tablo 4.3. 2025 yılına kadar gerçekleşmesi beklenen dönüm noktaları.....	43
Tablo 4.4. Siber Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi.	51
Tablo 4.5. Akıllı Üretimin Boyutları	64
Tablo 5.1 Akıllı Tedarik Zinciri Ve Akıllı Çalışma Teknolojileri.	75
Tablo 10.1. Çıktı ve girdi türleri için kullanılacak örnek fiziksel ve parasal değişkenler.	100

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. SCADA Sistemlerinin kullanım örneği	18
Şekil 4.1 Endüstri 4.0 Teknolojileri.....	44
Şekil 4.2. Yatay Entegrasyon Örneği	53
Şekil 8.2 Günlük Toplanan Verilerin Analiz Tablosu Örneği.....	89
Şekil 8.3. Akıllı Serim Makinesi	91
Şekil 8.4. CAD-CAM sistemi.....	92
Şekil 8.5. Ön Pat Ütüleme Makinesi	94
Şekil 9.1. Araştırma Modeli 1	97
Şekil 9.2. Araştırma Modeli 2	98
Şekil 9.3. Araştırma Modeli 3	99
Şekil 10.4. İlk 10 ay için verimlilik tablosu.....	102
Şekil 10.5. İlk on aylık dönemde üretim sahasında çalışan personel sayısı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.	103
Şekil 10.6. Yaratılan değer ve Toplam Çalışma Süreleri ilk 10 ay için	103
Şekil 10.7. İkinci on Aylık Peryodlarda Verimlilik Tablosu	104
Şekil 10.8 İkinci on aylık Çalışan Sayısı verileri.....	105
Şekil 10.9. İkinci On Aylık Yaratılan Değer ve Toplam Çalışma Süreleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.	106
Şekil 10.10. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu.....	107
Şekil 10.11. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu.....	107
Şekil 10.12. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu.....	108
Şekil 10.13. Dönem Sonu Stok Miktarları	110
Şekil 10.14. Stok Performans Oranları	110
Şekil 10.15. Satılan Malın Maliyeti Yıllara Göre Değişimi.....	111
Şekil. 10.16. Karlılık Bağlamında Performans Verileri	112

KISALTMALAR LİSTESİ

IOT	: (Internet of Things) Nesnelerin İnterneti
MRP	: (Material Requesment Planing) Malzeme İhtiyaç Planlaması
ERP	: (Enterprise Requesment Planing): Kurumsal Kaynak Planlaması
SCADA	: Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama
PLC	: Programlanabilir Mantık Planlama
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
JİT	: Just In Time Production
ICT	: Information Cominication Technology: Bilgi ve İletişim Teknolojileri
M2M	: Machine to Machine: Makineden Makineye
WMS	: Warehouse Management System: Depo Yönetim Sistemi
TMS	: (Transport Management System) : Taşıma Yönetim Sistemi
QR	: Hızlı Tepki
ECR	: Verimli Tüketici Yanıtı
RFID	: Radyo Frenkans Teknolojisi
CAD	: Computer Aid Design: Bilgisayar Destekli Tasarım

1. GİRİŞ

İnsanlık ilk çağlardan bugüne kendi ihtiyaçlarını tedarik etme konusunda sahip olunan kıt kaynaklarla sınırlı ihtiyaçlarını yaşam eğrisi süregeldikçe bir şekilde karşıladı. Artan nüfus ile ihtiyaçlarda meydana gelen değişimler insanların ihtiyaçlarını ve tedarik sürecini de etkileyerek değişime uğratmıştır. Söz konusu değişimlerin tetikleyicisi olan kaynaklar, gelişimin de merkezi konumunda bulundu. Bu da beraberinde sanayi devrimlerini ortaya çıkardı.

I. sanayi devrimiyle birleşik krallıkta başlayan sanayileşme sahip olunan kömür rezervlerinin varlığı, buharla çalışan makinelerin icadıyla başlamış ve insanların tüketim alışkanlıklarını değiştirmiş yaşam biçimlerinde de büyük değişikliklere neden olmuştur (Özdoğan, 2019: 1).

Bugüne kadar yaşanan sanayi devrimlerinin tamamında oluşan fikir farklılıklarının merkezinde: endişe duyulan bir konu olarak bu devrimlerin insanlığı nereye götüreceği sorusu tüm paydaşların kafasında bir soru işareti oluşturmuştur. Sanayi devrimini tetikleyen dinamikler hep daha fazlasını elde etmeye çalışan bir düşüncenin ürünü olarak verimliliği arttırmayı hedeflerken, maliyetleri düşürme çabası da düşünülen bir diğer noktaydı. Diğer yandan makineleşmenin sonucunda insanlar evlerinden çıkarak emeklerini satmak üzere makinelerin ekonomik olarak yerleştirildiği, verimliliğin iş gücünün koordinasyonu ile arttırıldığı fabrikalara yönelmişlerdi (Akin, 2003: 22). Her devrimin, bir öncekinden özünü alırken bir sonrakinin ortaya çıkışını tetikliyor oluşu gerçeği, not edilmesi gereken önemli bir sonuçtur. Alkış vd., (2019) çalışmasında Endüstriyel devrimlerin tek bir teknoloji ile değil, yeni üretim biçimleri ortaya çıkaran teknolojik gelişimlerin etkileşimi ile başladığını savunmuştur.

Dördüncü sanayi devrimi, bilinen birçok gerçeğin yeniden anlamlandırılmasına yol açmıştır. Bu kavram 2011 yılında ilk olarak Almanya'da kavramsallaşmıştır. Almanya öncülüğünde başlayan bu devrim daha önceki devrimlerden farklı olarak planlanmış bir sanayi devrimi olgusu oluşturmuş ve etkisini önümüzdeki 20 yıl boyunca gösterecektir (Öztemel ve Gürsev, 2018: 146). Bu yeni devrim yeni nesil teknolojilerin gelişim ve sisteme entegrasyonunu da içine alan bir yapıya sahiptir (Barreto vd., 2017: 1246).

Hayatın her noktasına dokunan bu yeni teknolojinin nimetlerinden faydalanmak isteyen girişimciler de endüstri 4.0 ile tedarik zincirlerini, iş modelleri ve iş süreçlerini yakın gelecekte önemli ölçüde değiştireceklerdir (Schmidth, 2015: 2). Bu değişikliğin gerçekleşmesi için belirli bir alt yapıya sahip olmak gerekir. Schuh vd., (2017) çalışmasında, günümüzde şirketlerin hala endüstri 4.0 için temel koşulları yaratma konusunda zorluklarla karşı karşıya olduklarını dile getirmişler ve bu yaklaşıma göre de bunu geliştirmenin yolu ancak dijitalleşme ile mümkün olacaktır.

Dijitalleşmenin kendisi, endüstri 4.0'ın bir parçasını oluşturmasa da bilgisayarlaştırma ve bağlantı uygulamaları için temel gereksinimdir. Bu iki

aşamayı ise endüstri 4.0 için gereken yeteneklerin geliştirildiği dört aşama daha takip etmektedir. Bunlardan ilki düşen sensör, mikroçip ve ağ teknoloji maliyetleri ile şirketin her alanında olayların ve durumların gerçek zamanlı güncel olarak kaydedilebilmesine imkan sağlamasının yanı sıra işletmeye görünürlülük özelliği kazandırmasıdır (Schuh vd., 2017: 18). Kagermann vd., (2013) bunun fiziksel dünya ile sanal dünya arasındaki yakınsamanın bir sonucu olarak ortaya çıktığını, insanların ve nesnelerin interneti ve hizmetinin böylelikle ortaya insanlık tarafından çıkarıldığını belirtmişlerdir.

İkincisi ise yakalanan verilerin mühendislik bilgisi uygulanarak analiz edilmesidir. Yakalanan veriler büyük veri aracılığı ile yorumlanarak faydalı bilginin hızlı bir biçimde kullanılmasına yardımcı olmaktadır ki bu evre de şeffaflık evresidir.

Üçüncü aşama olan kapasite öngörüsü ise işletmelerin farklı gelecek senaryolarını simüle ederek en olası senaryoları tespit etmesini sağlayacak ve alacağı kararları belirlemede işletmelere avantaj sağlayacaktır. İşletmelerin endüstri 4.0 çalışma prensibinde de öngörü kapasitesi aşamasını oluşturması büyük önem taşımaktadır. Son olarak sürekli adaptasyon ile işletmelerin belirli kararları bilişim teknolojileri sistemlerine devredilebilmesini sağlar. Böylece değişen iş ortamına mümkün olan en kısa sürede uyum sağlanabilir. Uyum derecesi kararların karmaşıklığına ve fayda- maliyet oranına bağlıdır (Schuh vd., 2017: 18). Bu uyum gerçekleşikten sonra işletmeler endüstri 4.0 teknolojileri ile, Kagermann vd., (2013) gelecekteki işletmelerin siber- fiziksel sistemler şeklindeki makineleri, depo sistemlerini ve üretim tesislerini birleştiren küresel ağlar kuracaklarını savunmuştur. Bu yeni endüstriyel aşamayı karakterize eden kilit nokta ise bilgi iletişim teknolojileri ile nesnelerin interneti ve dahi makinelerin siber fiziksel sistemlere entegrasyonunda ki üretim sistemleri bağlantılarındaki köklü değişikliklerdir.

Barreto vd., (2017) çalışmasında endüstri 4.0'ın temel amacının değer zinciri boyunca ürün, süreçler ve hizmetler sunarak müşterinin üründen sağlayacağı faydayı arttırmak olduğunu belirtmiştir. Bunu sağlamak için de mal ve hizmet üretiminde üretim ve organizasyon süreçlerindeki verimliliğin artırılması gerekliliğini dile getirmişlerdir. Barreto vd., (2017) Sanayi sektöründe meydana gelen bu değişimi dördüncü sanayi devrimi olarak isimlendiren geniş bir yelpazeye sahip bir paradigma olarak tanımlamaktadır. Ayrıca bu sanayi devriminin işletmelere sağladığı avantajlardan bir diğeri de işletmeler arasındaki işbirliği ağları aracılığı ile kaynakları birleşerek ve riski bölerek pazardaki değişikliklere hızla adapte olabiliyor olmalarıdır.

Bu teknolojiye çok farklı açıdan bakan Thoben vd., Endüstri 4.0'daki kritik faktörün otonom üretimden akıllı üretime geçmek olduğunu savunmuşlardır (Thoben vd., 2017: 7). Akıllı üretim ise bilgi teknolojilerinin veri- yoğun biçimde üretim bandı seviyesinde uygulanmasıyla akıllı, verimli ve etkileşimli faaliyetlerin gerçekleştirilebilirliğinin sağlanması olarak tanımlanmıştır. Hofmann ve Rüsç (2017) nesnelerin İnterneti, siber fiziksel

sistemler, akıllı fabrikalar, bulut bilişim ve 3D yazıcılar gibi teknolojilerin kullanıldığı dördüncü sanayi devrimini: merkeziyetsiz, kendi kendini düzenleyebilen, değer zincirine göre değişiklik gösteren üretim mantığı olarak değerlendirmişlerdir. Endüstri 4.0 teknolojilerinden beklenen fayda, şirketlerin esnek üretim süreçlerine sahip olmaları, büyük miktardaki verileri gerçek zamanlı olarak analiz etmeleri, stratejik ve aynı zamanda operasyonel karar alma süreçlerini iyileştirmeleri olarak da sıralamışlardır.

Bu çalışmada hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulamalı bir çalışma ile endüstri 4.0, verimlilik, işletme performansı ilişkilerini ortaya çıkarmak ve endüstri 4.0 teknoloji kullanımının işletme performansı ile üretim verimliliğini nasıl etkilediğini araştırmak amaçlanmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünde endüstri 4.0 teknolojileri , üretim verimliliği ve işletme performansı kavramları ile ilgili öncelikle yerli ve yabancı yazın taraması yapılmıştır. Yapılan yazın taraması ile endüstri 4.0, üretim verimliliği ve işletme performansı kavramlarını birlikte ele alan çalışmalara rastlanmış fakat hazır giyim imalat sektöründe vaka çalışması şeklinde uygulamaya rastlanmamıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda hazırlanan tez çalışmasının Üçüncü bölümünde ileri imalat teknolojileri kavramları ele alınmış ve bu teknolojilerin önemi, ileri imalat teknolojileri unsurları tek tek incelenmiştir. Bu kapsamda açıklayıcı bilgilere yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde endüstri devrimleri kronolojik bir biçimde ele alınmış, her bir endüstri devriminin yapısı ve devrimleri tetikleyen unsurlar açıklanmış ayrıca endüstri 4.0 teknolojilerinin önemi ve unsurları incelenmiştir.

Beşinci bölümde tedarik zinciri yönetimi, akıllı tedarik zinciri kavramlarının tanımı ve unsurları açıklanmıştır. Tedarik zinciri yönetiminde endüstri 4.0 teknolojileri arasındaki ilişkiye de değinilmiştir.

Altıncı bölümde ise verimlilik kavramı tanımı ve kapsamı açıklanmış, üretim verimliliği hakkında açıklayıcı bilgilere yer verilmiştir.

Yedinci bölümde performans kavramı ve işletme performansı kavramları ile finansal performans kavramları hakkında kapsamlı bilgiler verilmiştir.

Araştırmanın metodolojisi ve analizlerine yer verildiği sekizinci bölümde ise araştırmanın amacı, kapsamı, yöntemi ve modeli açıklanmıştır. Bu bölümde ayrıca üretim sürecinin ve üretim hat bilgilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için üretim akış krokisi ve işletme hakkında işletmeyi tanıtıcı genel bilgilere yer verilmiştir.

İşletmede çalışanların verimliliğini tespit edebilmek için ve endüstri 4.0 teknolojisi ile birlikte gerçekleşen değişimin tespiti için 30 aylık dönemde günlük veriler toplanmış ve ortaya çıkarılan değer ile tespit edilen işletme çalışan sayısı, çalışılan süreler de göz önünde bulundurularak işletmenin kapasitesi bağlamında analizler yapılmıştır. Bu teknolojilerin üretim süreçlerinde kullanımı sonucunda işletme performansındaki değişimi analiz etmek adına işletmenin 2017, 2018 ve 2019 yılı mali verileri incelenerek bu

teknolojilerin finansal verilere etkisi ile kârlılık, satılan malın maliyeti ve stokların nasıl etkilendiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Dokuzuncu bölümde araştırmanın modeli ve araştırmada yapılacak analizlere ilişkin bilgiler verilmiştir.

Onuncu bölümde üretim hatlarından toplanan veriler üzerinden yapılan verimlilik analizi bulguları ile İşletmenin performans bağlamında proje ve kârlılığı ile ilgili analizler yer almaktadır.

Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen bulgular özetlenerek, sonraki çalışmalar için önerilerin de yer aldığı sonuç ve tartışma bölümü bulunmaktadır. İşletmede uygulanan endüstri 4.0 teknolojileri öncesinde ve bu teknolojilerin üretim süreçlerinde uygulanmasıyla birlikte ortaya çıkan veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. İşletmenin geçmiş yıllar ile kıyaslandığında elde edilen sonuçlar: Endüstri 4.0 teknoloji kullanımı işletme verimliliği ve işletme performansını pozitif yönde etkilemiştir.

2. KONU İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan Literatür incelemesi ile endüstri 4.0 ile performans ve verimlilik ilişkisini inceleyen birçok çalışmaya rastlanmıştır. Endüstri 4.0 performans ve verimlilik ilişkisini hazır giyim işletmesinde uygulayan bir vaka çalışmasına ise rastlanmamıştır. Literatür taraması YÖK tez veri tabanı, Google Scholar, Harvard Business Review, ScienceDirect, Dergipark, Ulak Bilim Veri Tabanları incelenerek gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yerli ve yabancı çalışmalara ait literatür incelemesi aşağıda yer almaktadır.

Prinz vd. (2016) ‘‘Endüstri 4.0 da Akıllı Fabrikalar için Öğrenen Fabrika Modülleri’’adlı çalışmalarında, Endüstri 4.0 ın son yıllarda sanayi için çok önemli olduğunu, birçok firmanın bilgi ve iletişim teknolojilerine ulaşmada zorluk yaşadığını belirtmişlerdir. Endüstri 4.0’ı anlama noktasında birçok bilinmeyen olduğu ve bunun anlaşılabilmesinde öğrenen fabrikaların önemine de vurgu yapmışlardır. Ayrıca Endüstri 4.0 ile yeni iş profillerinin senaryolarının açıklanabilmesine yardımcı olacağını savunmuşlardır. Çalışmalarında Alman üretim endüstrisi için verimlilik, esneklik ve kalitede artan devamlılığın çok önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Devam eden dijitalleşme ve üretim süreçlerinin birbirine bağlanması ve bunun Alman şirketlerinin karşısına gelecekte bir zorluk olarak çıkacağını altını çizmişlerdir. Endüstri 4.0 ile ortaya çıkan belirsizlik ve yeni teknolojilerin yeni iş kollarının ortaya çıkmasını sağlayacağı değerlendirilmesinde de bulunmuşlardır.

LEE vd. (2014) ‘‘Endüstri 4.0 ve Büyük Veri Çevresi İçin Hizmet İnovasyonu ve Akıllı Analitik’’ isimli çalışmada, bugünün endüstri 4.0 fabrikalarında makinelerin ortak bir toplulukmuşçasına birbirine bağlanabildiğine, bu tür bir evrimin, önceden tahminleme yapılabilen gelişmiş araçların kullanımıyla mümkün olabileceğini savunmuşlardır. Ayrıca çalışmalarında belirsizlikleri açıklamak için verilerin sistematik olarak işlenebilir olmasının bir sonucu olarak daha bilinçli kararlar alınabileceğine vurgu yapmışlardır. Siber fiziksel sistem tabanlı üretim ve hizmet inovasyonları, imalat endüstrisi için kaçınılmaz iki trend ve aynı zamanda da zorluktur. Yapılan çalışma ile büyük veri çerçevesinde üretim hizmetinin dönüşüm eğilimleri ele alınmıştır. Bununla birlikte akıllı tahminleyici bilişim araçlarının büyük verileri yönetmeye hazır olması ile şeffaflık ve üretkenliğin sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Witkowski (2017) ‘‘Nesnelere İnterneti, Büyük Veri, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Endüstri 4.0 ve Yenilikçi Çözümler’’ isimli çalışmasının amacı: Teknoloji ve örgütlerde yenilikçi çözümler olarak kabul edilecek bazı akıllı çözümler sunmaktır. Bu çözümleri küreselleşmenin yoğun yaşandığı bu çağda, önemli bir rol oynayan lojistik tarafından uygulanabileceğini özellikle vurgulamışlardır. Bunun sadece bireysel

şirketlerin işleyişi için geçerli olmadığını aynı zamanda ulusal ekonomiler hatta dünya ekonomisi için de geçerli olabileceğini ifade etmişlerdir.

Frank vd. (2019) “Endüstri 4.0 Teknolojileri: İmalat İşletmelerinde Uygulama Şekilleri” eserlerinde, Endüstri 4.0’ın iki katmanı olduğunu bunun ilk katmanının Temel Teknolojiler (Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Büyük Veri ve Analitik) ikinci katmanın Front-End (Akıllı Tedarik Zinciri, Akıllı Çalışma, Akıllı Üretim ve Akıllı Ürün) teknolojiler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada bu teknolojilerin farklı ölçülerdeki benimsenmelerinin tanımlanmasını amaçlamışlardır. Bulguları, hipotezlerini destekler nitelikte olup akıllı üretim; Endüstri 4.0 da merkezi bir rol oynamakta ve akıllı ürünle karşılıklı olarak daha güçlü bir ilişki içindedir. Aynı zamanda çalışmada diğer front-end teknolojilerin akıllı üretimi nasıl tamamladıkları da gösterilmeye çalışılmış ancak çalışılan örneklem üzerinde uygulamalar düşük seviyede kalmıştır. Frank vd nin çalışmasındaki bulgulara göre; Endüstri 4.0’ı ileri düzeyde uygulayan işletmeler, Front-end teknolojilerini daha fazla benimseme eğilimindedirler. Kabul edilen teknolojiler için bir dizi uygulama adımı çizilebilir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ile endüstri 4.0 teknolojilerinin nasıl uygulandığı ve birbirleriyle nasıl ilişki içerisinde oldukları özetlenmiştir.

Dalenogare vd. (2018)“Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Endüstriyel Performansa Beklenen Katkısı” isimli çalışmalarında, dikey ve yatay üretim süreçlerinin ürünlerle iletişim kurabilme imkanına sahip olması ile yeni bir endüstriyel aşama olarak kabul gören endüstri 4.0 üretim işletmelerinin yüksek endüstri performansına ulaşmasına yardımcı olabileceği sonucuna varmışlardır. Yapılan çalışma ile Brezilya endüstrisinin 225 şirketini temsil eden 27 sanayi sektörünün büyük çaplı bir anketi ile elde edilen ikincil verilerinin kullanımına dayanarak, regresyon analizi kullanılmıştır. Farklı Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesinin ürün, operasyonlar ve yan etkiler açısından beklenen faydalarla nasıl ilişkili olduğu araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre bazı teknolojilerden beklenen yararlar pozitif ilişkili iken bazı teknolojilerin adaptasyon konusunda erken aşamada olduklarını bu yüzden de net bir şekilde bu teknolojilerden faydalanılmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca özel sektörde Endüstri 4.0’ın gelecek vaat eden teknolojilerinden bazılarına yönelik beklenti eksikliğinin nedenleri tartışılmıştır. Çalışma, Brezilya endüstrisinin, büyük veri analizi gibi gelecek vaat eden teknolojilerden, fabrikanın dijitalleşmesi ve ürün performansının analizi için diğer teknolojilerin yanı sıra üretimde bulut hizmetlerinden yeterince faydalanılmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca çalışmada endüstri 4.0 ile sürdürülebilirlik ve iş gücü talepleri için beklenen faydalar arasında bir ilişki olmadığı ortaya koyulmuştur.

Akben ve Avşar (2018) “Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış” isimli çalışmasında, Endüstri 4.0 ve Karanlık Fabrikalar perspektifinde, insanları işçi olmaktan çıkarıp, planlayıcı ve koordinatör pozisyonuna taşımak

bağlamında insanlarla ve etrafındaki akıllı cihazlar ile bağlantı kurabilen makine öğrenmesi özelliklerini bünyesinde barındıran robotlarla karanlık üretimi olgusunu incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarında işçi sayısının azaltılmasının tamamen işçiden vazgeçme anlamına gelmediğini iş görenlerin iş tanımlarının değişeceğini ve yeni iş kollarının ortaya çıkacağını vurgulamışlardır. Çalışanların kalite kontrol ve diğer organizasyonlarda istihdam edilmesi ile kalite ve insan odaklı hataların azalacağı öngörüsü hakimdir.

Yıldız (2018) “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar” isimli çalışmasında, Endüstri 4.0 ve temel paradigmaları açıklayarak Akıllı Fabrikalar hakkındaki değerlendirmeleri ile literatüre katkı sağlamışlardır. Çalışmasında Endüstri 4.0’ın gelecekte makine insan işbirliği ile ileri üretim teknikleri sayesinde yeni endüstriyel süreçlerin ortaya çıkacağını ve hiç olmadığı kadar verimlilik düzeyinin artacağını dile getirmiştir.

Fırat ve Fırat (2017) “Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye” adlı çalışmasında, iş görenlerin işverene çıkardığı birçok probleminki bunlar sosyal haklardan tutun da verimliğe kadar birçok şeyi içine alan geniş bir yelpazededir, bunların akıllı fabrika ve karanlık üretimle sorun olmaktan çıkacağını ayrıca akıllı fabrikalarla makine – makine etkileşimi ile internet üzerinden işlerin yapıldığı, güvenli, verimli robotların planlanan hedefleri zamanında, doğru ve eksiksiz olarak yerine getirilebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada üzerinde durulan bir diğer nokta ise Sanayi 4.0 devriminin meslek ve iş görenler üzerinde olumsuz etkileri olmuştur. Bu yaklaşımın bilimsellikten uzak olduğu, işsizliğin artma yönünde bir eğilimin aksine yeni iş kollarının ortaya çıkacağı ve gelişimin bu yönde devam edeceği savunulmuştur.

Alçın (2016) “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0” isimli çalışmasında, özellikle gelişmekte olan ülke ekonomilerinde Sanayi 4.0’ın anlaşılmasının ve ulusal sanayilerine entegrasyonunun önemli olduğunu, 2011 yılından itibaren kavramsallaştırılan Endüstri 4.0’ın temel özelliklerini ve olması muhtemel yansımalarını tartışmıştır. Çalışmada genel bir görünüm ile temel teknoloji ve prensipleri üzerinde durulan Endüstri 4.0’ın uygulama alanları çevresi ve iş gücü üzerindeki etkilerine vurgu yapılmıştır.

Hermann vd. (2016) “Endüstri 4.0 Senaryoları için Tasarım İlkeleri” isimli çalışması, hem bilimsel hem de bu teknolojilerin uygulayıcılarına katkı sağlamak amacıyla ortaya konmuştur. Çalışmanın literatüre katkısı iki yönlüdür: Birincisi tasarım ilkeleri ile Endüstri 4.0 uygulayıcılara temel anlayışın açıklığa kavuşturulması. İkincisi ise uygulama esnasında vaka çalışmasında potansiyel kullanım vakalarının belirlenmesine ve rehberlik edilmesine yardımcı olmaktır.

Şekkeli ve Bakan (2018) “Endüstri 4.0’ın Etkisiyle Lojistik 4.0” isimli çalışmada, Endüstri 4.0’ın temel özellikleri üzerinde durulmuş ve bunun olası etkileri tartışılmıştır. Endüstri 4.0 teknolojileri olarak belirtilen 3D yazıcı,

Arttırılmış Gerçeklik, Yapay Zeka, Büyük Veri, ve diğer... gibi yöntemlerle makine-makine, makine-insan etkileşimi ile düşünen ve karar verebilen sistemler sayesinde işletmeler verimlilik, istihdam ve rekabet alanlarında sürdürülebilir avantajlar elde edeceklerdir. Endüstri 4.0 gibi aynı düzlemde gelişim gösterecek lojistik faaliyetlerin bu inovatif bilişim dönüşümünden payını alarak daha rasyonel yönetileceği çalışmadan çıkarılan bir diğer sonuçtur.

Hofmann ve Rüşch (2017) “Endüstri 4.0 ve Mevcut Durumun Yanında Lojistik Gelecekteki Beklentiler” adlı çalışmasında, endüstri 4.0 bileşenlerinin ilerleyen zamanlarda lojistike olan etkisini anlamaya çalışmışlardır. Bu bağlamda lojistiği merkeze alan bir model kurmuştur. Çalışmanın sonuçları, Endüstri 4.0 teknolojileri olan siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zeka gibi teknolojilerin gelecekteki gereksinimleri anlamada işletmelere avantaj sağlayacağına vurgu yapmıştır. Lojistikte gerçek zamanlı bilgi akışı, uçtan uca tedarik zinciri şeffaflığı ve esneklikteki iyileştirmeler endüstri 4.0’ın şirketlere sağladığı nimetler olarak tartışılmıştır.

Öztemel ve Gürsev (2018) “Türkiye’de Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması” isimli çalışması, 4. Sanayi devrimi ile oluşan fırsat ve yeniliklerin lojistik yönetimine olan etkisi üzerine yapılmış bir araştırmadır. Yapılan araştırmada endüstri 4.0 bileşenlerinin lojistik sektörü açısından ihtiyaçları karşılar düzeyde olduğu, ayrıca endüstri 4.0 yaklaşımının doğru algılanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lalic vd. (2018) “KOBİ’lerin Sanayi 4.0 Bağlamında Stratejik Dış Kaynak Kullanımı: Sırbistan Bulguları” isimli Çalışmalarında, stratejik dış kaynak kullanımı ile endüstri 4.0 teknolojilerinin birlikte kullanımının KOBİ işletmelerinde performansı nasıl etkilediğini test etmeyi amaçlamışlardır. Çoklu veri analizi kullanarak ulaştıkları sonuçlar işletmelerin montaj sürecini dış kaynak kullanarak sürdürmesi gerektiğini, teslimat sürelerini kısaltacak servislere hizmet verilmesi gerektiği çıkarımına ulaştırmıştır. Ayrıca AR-GE departmanı olan KOBİ’lerin performanslarında artış tespit edilmiştir.

Özsoylu (2017) “Endüstri 4.0” isimli çalışmasının amacını dördüncü Sanayi devrimi ve temel bileşenlerini aktarmak olarak ifade etmiştir. Endüstri 4.0 ile üretim sistemlerinin ciddi bir farkındalık ortaya çıkaracağını, üretimdeki hızın %30 daha hızlı olacağını, bunun etkinliğinin de %25 düzeylerinde olacağını çalışmasında tartışmıştır. Ayrıca çalışmanın sonuçlarına ithafen büyük veri kullanımı ile kalitede ve müşteri memnuniyetinde artış olacağını savunmuştur. Sanayi 4.0’ın işletmelere katacağı diğer pozitif yönlerin de, imalatta daha fazla otomasyon, talebe dönük üretim; esnek üretim faaliyetleri, daha az kaynak tüketimi, talep odaklı kişiye özel ürün üretimi, verimlilik ve optimizasyon olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bughin vd. (2015) “Bir Yöneticinin Nesnelerin İnterneti Rehberi” isimli çalışmasında, dördüncü sanayi devrimi bileşenlerinden olan nesnelerin interneti’nin ekonomik etkilerine ilişkin gelişmiş ülkelerin bu teknolojilerin

nimetlerinden daha fazla faydalanacağına bunun yanı sıra gelişmekte olan ekonomilerin bu teknolojileri kullanımı ile gelişmiş ülkeler seviyesine çıkabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca şirketlerin nesnelere interneti ve sensörler gibi teknolojiler aracılığı ile elde edilen birçok veriyi tahmin ve optimizasyonu için kullanıldığı bir dünya ile karşılaştıklarında, analitik bir sorunla da yüzleşebileceklerini belirtmişlerdir. IOT (nesnelere interneti) ile elde edilen bilgileri kullanabilecekleri faydalı bilgiye çevirebilmeleri için bu verilere ihtiyaç duyanların analitik yazılımlara da ihtiyaç duyacaklarını belirtmişlerdir. Bu yazılımlara gömülü algoritmalarının veri akışlarının geleneksel analitik araçlara uygun tasarlanmadığını, bu verilere ihtiyaç duyanların bu verileri gerçek zamanlı olarak analiz etmek zorunda kalacaklarını çalışmalarında tartışmışlardır.

Pealke (2014) “Akıllı Fabrikalarda Arttırılmış Gerçeklik” isimli çalışmasında, akıllı fabrika ortamında yardım sistemlerinde arttırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımı ile ilgili ilk deneyimlerini paylaşmışlardır. Birkaç yüz kullanıcıya uyguladıkları açık testlerle, arttırılmış gerçekliğin uygulama alanında umut verici bir ara-yüz olduğu ve ilerleyen dönemde işyeri destek sistemleri için arttırılmış gerçeklik ara-yüzleri konusunda daha büyük çaplı çalışmalar için rehber olacağını belirtmişlerdir.

Schmidt vd. (2015) “Endüstri 4.0 Akıllı Ürünler Yaratma Potansiyeli Ampirik Araştırma Sonuçları” isimli çalışmasında, endüstri 4.0’ın sahip olduğu potansiyeli araştırmışlardır. Büyük veri veya bulut bilişim gibi teknolojilerin kullanımı, endüstri 4.0’ın kişisel kullanımı için itici bir güçtür. Atıl verilerin kullanımı ve üretim süresinin iyileştirilmesi de endüstri 4.0’ın potansiyelini etkileyen güçlü etkenlerdir. Bunların yanı sıra iş süreçlerinde bir karmaşa söz konusudur ve bu durum olumsuz etki yaratmaktadır.

Schuh ve Arkadaşları (2017) çalışmalarının amacı: şirketlerin mevcut endüstri 4.0 olgunluk aşamasını oluşturmak, endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin ekonomik faydalarını en üst düzeye çıkarmak için ihtiyaç duyacakları önermelere araç sağlamaktır.

Wan ve Zhou (2014) “Endüstri 4.0 Teknolojileri Etkinleştirme” isimli çalışma ile; endüstri 4.0 arka planına, kavramlarına, temel yöntemlerine, ana teknolojilerine genel bir bakış sunmaktadır. Endüstri 4.0’ın fiziksel dünya ile sanal dünyayı yakın zamanda bütünleştirebileceği görüşü öne sürülmüştür. Endüstri 4.0 teknolojilerini anlamaya yönelik kavramlar açıklanmış, çalışmanın sonuçlarında ise endüstri 4.0 ile hayatın daha verimli, hızlı, güvenli ve rahat olacağı öngörülmüştür.

Yıldız (2018) “Endüstri 4.0 ile Bütünleştirilmiş Dijital Tedarik Zinciri” isimli çalışmasında, işletmelerin tedarik zinciri faaliyetlerini daha kolay ve verimli hale getiren dijital tedarik zincirinin özellikleri, temel yapıları, ve faydaları ile ilgili genel bir literatür çalışması yapmıştır. Dijital tedarik zinciri, rekabette artan şeffaflığın paylaşımı, mevcut sistemdeki çabukluk ile maliyetlerdeki azalış; süreçteki tüm katılımcıların paylaşımından fayda elde

edilmesi ve eşit yaklaşım, yeni pazarlara kolay açılabiliniyor olması gibi avantajlar, hem tedarikçi hem de şirketlere düşük maliyet bağlamında rekabet avantajı sunmaktadır.

Alkış vd. (2019) ‘‘Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel verimliliğe Etkisi’’ adlı çalışmayı, endüstri 4.0 uygulamalarının lojistik sektöründe operasyonel verimliliğini tespit etmek amacı ile yapmışlardır. Araştırmanın sonucunda, endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımı ile işletmelerin taşıma yönteminde operasyonel verimliliğe etkisi olduğu saptanmıştır. Endüstri 4.0 teknolojileri ile uygun yol güzergahı, araç içerisindeki sensörler yardımı ile araç operatörünün bulunduğu konuma göre aracı verimli kullanıp kullanmadığı verilerine ulaşılabilir.

Sonuç olarak Türkiye’de endüstri 4.0 kavramının bileşenlerinin birçoğunun toplum tarafından bilinirliği çok düşük seviyelerdedir ancak bu kavram akademik çevre tarafından ilgiyle takip edilmesinin yanı sıra hükümetin desteklediği birçok projede ilgi ile takip edilen güncel bir konudur. Yerli ve yabancı birçok çalışmada literatür taraması ve endüstri 4.0 teknolojilerine ilişkin kavramsal çerçeve çalışması mevcuttur. Çalışmalarda endüstri 4.0 teknolojilerinin işletme verimliliğine olan etkisi ile işletme performansına etkisine ilişkin çalışmalar da mevcuttur. Yapılan bu çalışmalar endüstri 4.0 teknolojilerinin verimlilik ve İşletme performansını nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır.

3. ÜRETİMDE KULLANILAN İLERİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

İleri imalat teknolojileri, en genel haliyle sürdürülebilir bir rekabet avantajı oluşturabilmek ve firmanın performansını sağlayabilmek için vardır. Spesifik olarak ileri imalat teknolojileri, üretim ve üretimin kontrol edilebilmesinde kullanılan mekanik, elektronik ve bilgisayar destekli sistem teknolojilerinin bir bileşenidir (Koç ve Bozdağ, 2009).

Üretim ihtiyaçlarının tüm boyutlarını ve üretimin tüm süreçlerini kapsayan ileri imalat teknolojileri; tasarım, planlama, kontrol ve tüm faaliyetlerin bütünleştirilmesi amacıyla kullanılan teknolojilerin bütünü olarak tanımlanırken, ek olarak sistemin uygulandığı işletmeye tasarım ve üretim fonksiyonlarının işlevselliğini arttırmaya yönelik süreç teknolojileri ve yönetim sistemlerini de kapsadığı görülmüştür (Akyüz vd., 2013: 114).

Günümüzde teknolojik gelişmelerdeki mevcut ilerleme hızı, ekonomik, sosyal ve teknolojik alanda meydana gelen gelişmeler, ülkelerin birbirleri ile olan sınırlarını ortadan kaldırarak küresel rekabetin şekil ve boyutunu farklılaştırmıştır. İşletmelerin yaşanan değişime ayak uydurmalarını ve değişime katkı sağlamalarını zorunlu hale getirerek, büyük ölçekli işletmelerin yanı sıra küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin de bu değişime ayak uydurabilmesi için çeşitli çabalar içerisine girilerek bu anlamda ilerlemeler sağlanmıştır (Güleş, 2001: 59). Kullanıldığı dönemde küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin kaynaklarını verimli kullanmaları ve üretimdeki gerekli olan hammadde ve malzeme ihtiyaçlarını karşılarken işletmenin ihtiyaçlarını ve kaynaklarını en verimli kullanım düzeyinde tutabiliyor olmaları için mevcut ileri imalat teknolojilerinden istifade etmeleri gerekmektedir. Kullanılacak olan bu ileri imalat teknolojilerinin tüm süreçlerde kalitenin sağlanması, esnekliğin artırılması, maliyetin azaltılması, operasyon giderlerinin minimize edilmesi gibi stratejik rekabet avantajlarının elde edilebilmesinin ana kaynağı olarak da görülebilmektedir (Dangayach ve Deshmukh, 2005).

İleri imalat teknolojileri çeşitli çalışmalar incelendiğinde geleneksel üretim anlayışıyla çalışmakta olduğu tespit edilmiştir. İleri imalat teknolojileri diğer tüm geleneksel teknolojilerden daha maliyetli olması ve yatırımın geri dönüş süresinin de daha uzun bir zaman dilimini kapsaması bu farklılığın en büyük göstergelerindedir. Klasik üretim anlayışı yatırımın geri dönüş süresinin en hızlı şekilde olması gerektiğini göstermektedir. İşletmenin esneklik, hız ve verimliliği aynı süreç içerisinde başarmasına; bir başka ifade ile müşteriye talep ettiği ürünleri kitle üretimden sağlanan maliyetler ile sunulmasını ve fiyat üzerinden rekabet avantajı elde edebilmesini sağlayacaktır (Lewis ve Boyer, 2002: 126).

Dangayach ve Deshmukh (2005) çalışmalarında, ileri imalat teknolojilerinin faydasının literatürde geniş bir biçimde yer bulduğunu, bu

faydalar da soyut ve somut faydalar olarak ikiye ayrılmıştır. Somut faydalar; sayısal olarak ifade edilebilen stok tutma yönü ile elde edilen kazanç, etkin alan kullanımı, özsermaye karlılığı ve düşen birim üretim maliyetleri olarak sınıflandırılabilir. Soyut faydalar ise rekabet avantajının, esnekliğin ve ürün kalitesinin artması ile müşteri beklenti ve ihtiyaçlarına hızlı yanıt verme gibi sayısal olarak ifade edilmesi zor olan faydaları kapsamaktadır.

İleri imalat teknolojileri kavramı ile ilgili tanımlamalar genellikle klasik üretim anlayışından ziyade daha modern bir yaklaşımı ifade etmektedir. söz konusu teknolojilerin her geçen gün artması daha modern ve optimum çözümlerin artması ile bunların üretim işletmelerinde uygulanması üretimi daha iyi noktalara getirebilecektir. söz konusu ileri imalat teknolojilerini saymak gerekirse, bunlar:

- MRP
- MRPII
- ERP
- SCADA
- PLC
- Tam Zamanlı Üretim
- Çevik Üretim
- Yalın Üretim olarak sayılabilir.

Aşağıda söz konusu teknolojilerden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

3.1. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP)

İşletmelerin amaçlarına ulaşmak adına yaptıkları önemli faaliyetler arasında gösterilen; planlama ve kontrol süreçlerinin başarısı öncelikle üretim sürecinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan hammadde, yarı mamul, parça gibi malzemelerin sağlanması ile mümkün olacaktır. Bu açıdan bakıldığında Üretim planlama ve kontrol faaliyetlerinde malzeme yönetiminin ne kadar önemli bir konu olduğu anlaşılmaktadır. Üretim planlaması ile ilgili yapılan iş planlarının zamanında yerine getirilebilmesi malzeme akışında standartlaşmış bir düzenin olmasıyla mümkündür. İşletmelerin başarılı bir rekabet avantajı sağlayabilmeleri için müşterinin istediği ürünü, istediği miktarda ve yerde olmasını sağlamaları malzeme yönetimini aktif ve doğru kullanmaları ile doğrudan ilişkilidir (Koçak, 2007: 8).

Ana üretim planından hareketle üretimin programlanması ve kontrol yöntemi olan malzeme ihtiyaç planlamasının etkin bir şekilde kullanılması, işletme açısından daha iyi müşteri ilişkilerinin oluşmasına, maliyetlerin düşmesine, ana üretim planının revize edilmesine imkân sağlayacaktır. Malzeme Tedarik planlaması işletmelerde, etkin bir iç kontrol sisteminin oluşması, hazırlık ve atıl kapasite maliyetlerinin indirgenmesi, yöneticilerin geleceği planlamalarında etkinlik kazandırması ve talebe zamanında ve etkin

bir şekilde cevap vermeye olanak tanınması bakımından oldukça önemlidir (Tanyaş, 1988: 117).

Malzeme yönetiminde temel amaç, ihtiyaç duyulan malzemenin, ihtiyaç duyulan zamanda, yerde ve miktarda hazır olarak bulunmasını sağlamaktır. MRP sistemi üretim süreçlerinde bir sonraki üretim sürecinin ihtiyacının karşılanması temeline dayanan itme prensibine göre çalışan bir sistemdir (Koçak, 2008: 225). Sipariş politikalarının yanlış uygulanması malzeme temininde güçlükler, sipariş tesliminde gecikmelere sebep olmakta veya aşırı envanter bulundurma maliyetine katlanma sorunuyla karşı karşıya kalınmasına neden olmaktadır (Güner ve Paşaoğlu, 1999: 47). Bu tür problemleri azaltmak adına uygun siparişin belirlenmesi ve zamanında teslimi için MRP sisteminden faydalanılabilir.

Günümüz pazarlarında işletmelerin başarısı; tüketicilerin artan ve giderek sınırsız hale gelen istek ve ihtiyaçlarını ekonomik bir şekilde karşılamalarına ve mümkünse bu ihtiyaç ve isteklerini kendilerinin yönlendirebilmesine bağlıdır (Güleş, 2001: 59). Yaman vd., (2005), malzeme ihtiyaç planlaması sisteminin kullanımıyla birlikte üretimde kullanılacak en az envanteri tutmanın mümkün olacağını, üretim ve sevkiyatı gerçekleştirmek için hammadde, malzeme ve yedek parçaların fabrikaya zamanında ulaşmasını ve üretimin zamanında bitirilmesini sağlanacağını, bunlara ek olarak sadece üretimin planlanmayacağını aynı zamanda satın alma faaliyetlerinin de planlanacağını yaptıkları çalışmayla ortaya koymuşlardır. Malzeme ihtiyaç planlaması, 20. Yüzyılın sonlarına doğru fabrika üretim alanında hammadde ve bileşenlerini fabrika içerisindeki akışını yönetme konusunda gelişimi onlarca yıl sürse de önemli bir konu haline gelmiştir (Mabert, 2007: 346).

Kullanıldığı ve çok talep gördüğü yıllarda pek çok işletme üretim faaliyetlerini daha iyi sürdürmek için MRP sistemini kullanmaktaydı. MRP sistemi alt montaj ve daha alt seviye bileşenlerin üretiminde işletmelerin ana üretim çizgileriyle bağlantı görevini üstlenir (Güner ve Paşaoğlu, 1999: 47). Bir MRP sisteminin işletilmesi ile ortaya iki sonuç çıkar. Bunlardan ilki üretim için ihtiyaç duyulan malzemelerin satın alım siparişleri iken diğeri ise üretim için iş emridir (Koçak, 2007: 21)

İşletmeyi sadece üretim yapılan yer olarak gören MRP sisteminin, ortaya çıktığı zamandaki işletmelerin problemleri olan malzeme tedarikine yoğunlaşması başlı başına bir eksikliklerdir. İşletme içinde her bölümü ilgilendirmesi gerekirken sadece tedarik ve üretim bölümlerini kapsamaması, ayrıca bu bölümlerin ihtiyaçlarının tek merkezde toplanmalarına rağmen kendi aralarında yeterince iletişim kurmalarına imkân vermemesi, müşteri odaklı üretime geçilmesi ve MRP'nin bu ihtiyaçları karşılayamaması gibi nedenlerden dolayı sistem yerini MRP II sistemine bırakmıştır (Göksu, 2010: 80).

Bu yeni üretim sistemiyle birlikte daha etkin kapasite kullanımı daha az miktarda daha ekonomik üretim yapabileme ve etkin finansman kullanabilme

gibi konular büyük önem kazanmıştır. Bu yaklaşım pazarlama, planlama, dağıtım, mühendislik gibi çeşitli faaliyetleri de içine almaktadır.

3.2. Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II)

MRP sisteminin, gelişen rekabet koşullarında işletmelerin taleplerine cevap verememesi sonucu MRP II sistemi hayata geçirilmeye çalışılmıştır. Bu sistem, üretimin tüm yönlerini, malzeme kontrolü, üretim yeri kontrolü, ihtiyaç planlaması, finans, pazarlama ve personel ilişkilerini şirket kapsamında birleştiren kapalı devre üretim kontrol sistemidir. Üretim İhtiyaç Planlaması bir mantık seti olarak görselleştirilebilen ve geçerli olmayı sürdürmeyi amaçlayan bir bilgisayar sistemi programıdır. Bitmiş ürünler için oluşacak gereksinimleri aldıktan sonra üretim ve satın alma işlemini yapmak adına malzeme ihtiyaçları için faaliyetini sürdürmeye devam eder (Wilson vd., 1994: 221).

Üretim ihtiyaç planlaması hiyerarşik bir planlama aracıdır. Belirli bir seviyede verilen karar, kararın daha detaylı, daha düşük düzeyde verilmesi durumunda kısıtlamaları ortaya çıkarır ve bununla birlikte yeni kısıtlamaları beraberinde getirir. Düşük seviyeden yüksek seviyeye kadar geri bildirim izin verildiğinden dolayı daha yüksek seviyelerde verilen kararlar gözden geçirilebilir. Bu yüzden kapalı bir hiyerarşik yerleştirme aracı olarak sınıflandırılır (Drexler ve Kimms, 2013: 22).

MRP'nin devamı niteliğindeki MRP II sistemi ile MRP arasında belirgin farklılıklar vardır. MRP II sistemleri talebin zamanında ve düşük fiyatla karşılanmasını gerektiren rekabet koşulları içinde kesin siparişlerin planlanan üretimi için zorunlu parça ihtiyaçlarını ve ürünlerin üretilme önceliklerini saptayan sistemken; üretime odaklanan ve pazarda ortaya çıkan değişimle pazarın ihtiyaçlarını karşılayamaması sebebiyle ortaya çıkan MRP II sistemleri, MRP sistemlerine ek olarak tüm planların simülasyonu ve finansal yönetim, atölye, kontrol, satın alma, kapasite planlaması gibi konuları da içermektedir (Postacı vd., 2012: 2).

Teknolojideki gelişimin hızı ve rekabet koşullarındaki acımasızlık belirli dönemlerde herhangi bir organizasyon için kıymetli olan bir bilgi ya da sistemin belirli bir dönemde güncellenmesini veya tamamen değiştirilmesi yönünde sistemsel baskı oluşturabilir. İşletme tepe yönetiminin alacağı bu tür kritik kararlar genelde işletme açısından ekstra maliyetli olabilir. Bu da işletmelerin varoluşlarını sürdürülebilir kılmaları açısından kritik bir eşik noktasıdır. İşletmeler çalışanın sistem değişimine direnç göstererek alışılmışın dışına çıkmak istemediği eski sistemle mi devam etmeli, yoksa yatırım öncesi yapılmış yerinde bir fizibilite ve yeniliğin getireceği nimetleri mi tercih etmeli? Sorusuna cevap bulmalıdır. Bu bağlamda bakıldığında zor bir tercih gibi görünse de teknoloji durmak bilmeyen bir gelişim göstermektedir. MRP II sisteminin yetersiz kaldığını düşünen üretim sistemi değişim ve yeni bir yenilikle yoluna devam etmiştir.

Tüm bu teknolojik gelişmelerle birlikte MRP II, işletmenin üretim için tek ihtiyacının malzeme tedariki olmamasının anlaşılması ile üretim için ihtiyaç olan diğer faktörlerin de göz önünde bulundurulduğunu, fakat sadece işletmenin üretim için gerekli olan bölümlerinde uygulanması ve günümüz teknolojik alt yapısına göre demode olması gibi nedenler etkili olmuştur. Uygulandığı işletmeye anlık olarak gereksinimlerini iletmesi, işletme bağlamında düşündüğümüzde işletmelerin üretim dışında da faaliyetlerinin mevcut olmasının bir sonucu olarak işletmenin tüm süreçlerini göz önünde bulunduran ERP sisteminin geliştirilmesiyle MRP II çok tercih edilmemeye başlanmıştır (Göksu, 2010: 82).

3.3. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP)

Kurumsal kaynak planlamasının tarihsel olarak çıkışı incelendiğinde 1960'lı yılların öncesine dayandığı çalışmalarda görülmektedir. Söz konusu yıllarda geleneksel stok kavramlarına dayalı olan klasik, el ile stoklama yöntemi üretim süreçlerinde istifade edilen, zaman ve emek açısından ciddi maliyetleri olan aynı zamanda hata oranının yüksek olduğu bir yöntemdi. Bu yöntemde stokta bulunan her bir parça sipariş ve stok taşıma maliyeti açısından değerlendirilmekteydi (Harwood, 2003: 7). Kurumsal kaynak planlaması ise II. Dünya Savaşı'nın bitmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Süreçlere bakılırken genel bir bakış açısının gözetildiği, süreçler ile ilgili tüm yönlerin değerlendirilmeye çalışıldığı, problem ya da olayın farklı parçaları arasındaki ilişkilere odaklanmaya çalışan ve mevcut problemleri ile ilgili en iyi çözüm yollarını tespit eden sistem olarak tanımlanmaya başlanmıştır (Tecim, 2004: 79). Kurumsal kaynak planlaması yaklaşımı ile işletmeler, bakış açılarını genişleterek birbirleriyle sürekli iletişim halinde olan açık sistemler haline gelmiştir. Bunun da etkisi ile işletmelerin kullandıkları bilgi sistemleri ve teknolojileri günün istek ihtiyaç ve taleplerine uygun bir biçimde değişim ve gelişim sağlamıştır.

İşletmelerin kullanmış olduğu bilgi sistemlerinin en önemlilerinden biri olan kurumsal kaynak planlaması'nın temelleri, II. dünya savaşı sırasında yaygın olarak kullanılan MRP sistemine dayanmaktadır. MRP sisteminin eksiklerini gidermek adına daha kapsamlı olarak malzemenin planlanmasına ek olarak üretim ihtiyaçlarının tamamını kapsayan MRP II sistemi geliştirilmiştir ve ilerleyen yıllarda gelişen teknolojiler, gelişen beklenti ve istekler ile bu sistemlerin yetersiz kaldığı görülmüştür. Yeni sistem gereksinimleri ortaya çıkmış ve mühendislik, insan kaynakları, finans, lojistik, proje yönetimi gibi işletmelerin tüm fonksiyonlarını içine alan bir sistem olarak ERP sistemleri geliştirilmiştir (Aracıoğlu ve Demirhan, 2010: 78-79).

Dijital çağda teknoloji, ikincil bir strateji olmaktan ziyade şirketin misyon ve vizyonunu elde etmek için birincil bir strateji halini almıştır (Candara, 2012). Ancak teknoloji, şirketlerin beklediği kadar kolay uygulanıp

bu ihtiyaç karşılanamamaktadır. Tüm bu teknolojilerin özellikle ilk kullanılmaya başlandığı yıllarda ciddi maliyet dezavantajları bulunmaktadır. Kurumsal kaynak planlaması da (ERP) ortaya çıktığı ilk dönemde bu yönden işletmelerin negatif baktığı bir sistem olmuştur.

Kurumsal kaynak planlaması (ERP); finansal yönetim, stok yönetimi, planlama, siparişlerin yerine getirilmesi, maliyet kontrolü, ödenecek ve alacak hesapları gibi rutin işlemleri otomatikleştiren bir dizi uygulamadan oluşur. Saha satışları, servis, envanter yönetimi gibi işlemlerin gerçekleştirilmesinin yanı sıra verimliliği artırır; kaliteyi ve karlılığı artırmak gibi işletmeye ivme kazandıracak pozitif özellikleri içerisinde barındıran ileri imalat teknolojilerindedir.

ERP bir kurumun iş süreçleri ve ilgili işlevsel alanlarda bulunan tüm verileri bir araya getiren iş uygulamalarıdır. Bu işlevsel alanların işletme organizasyonuna entegre edilmesiyle, ERP çözümleri bir işletmenin tüm bilgilerini ve işlemlerini yönetmek için mantıksal bir entegre veritabanı uygulama ve ortak grafik kullanıcı ara-yüzü oluşturmasını sağlar. Kuruluşlar, iş süreçlerinde görünürlük sağlamak ve dinamik ortamlarda daha etkili rol oynamaya hazır olmak için ERP'leri kullanırlar. Yüksek başarısızlık oranı önemli bir husus olmasına karşın ERP sistemleri organizasyonlara rekabet avantajı sağlayabilir. ERP uygulamalarının %70'i başarısızlıkla sonuçlanmaktadır (Al-Mashari ve Zairi, 2000: 156-157).

ERP'nin başarısı bağlamında bilgi, kritik faktör olarak öne çıkmaktadır. ERP seçiminde organizasyona uygun ve doğru bir yazılım seçimi büyük önem arz etmektedir. ERP seçiminde birçok parametre olmakla birlikte bu parametrelerin doğru tespit edilmemesi sonucunda ERP kullanım performansı ve yüzleşilen zorluklar nedeniyle projeler başarısızla sonuçlanacaktır (Sprott, 2000).

ERP sisteminin başarısı için 4 ana kriter belirlemiştir, bunlar:

- Uygulanabilirlik,
- Entegrasyon,
- Uyarlanabilirlik
- Yükseltilebilirlik'tir.

ERP uygulamalarını başarılı bir biçimde organizasyonlarında uygulayan işletmeler bunun sonucu olarak düşük maliyet, müşteri hizmetlerinde daha iyi bir seviye, üretim planlamasında zamanlamanın optimizasyonu gibi birçok fayda elde edebileceklerdir (Ardıç, 2019: 230).

İlk olarak kullanılmaya başlandığı dönemde kurumsal kaynak planlaması, ofis işleri, müşteri yönetimi takibi gibi bir kurumda arka planda yer alan iş süreçlerine odaklanırken; günümüzde internetin de yaygınlaşması ile kurum dışı bütünleşmelerde gözlemlenmekte ve tüm paydaşların dahil olduğu bir sistem oluşturabilmektedir. ERP sisteminin kendine has özelliklerinden en önemlisi ise gerçek zamanlı ve periyodik güncellemelere dayanmadan faaliyetlerini sürdürebilen bütünlük bir sistem olarak süreçleri devam

ettirmesidir (Özdoğan, 2019: 25). Eren (2016) çalışmasında, ERP uygulamalarının operasyonel, stratejik ve taktiksel faydalarının birbirleriyle pozitif ilişkili olduğunu, ayrıca çalışmanın sonuçları ERP'nin işletmenin tüm birimlerini etkileyerek işletmeye bütünsel bir katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur.

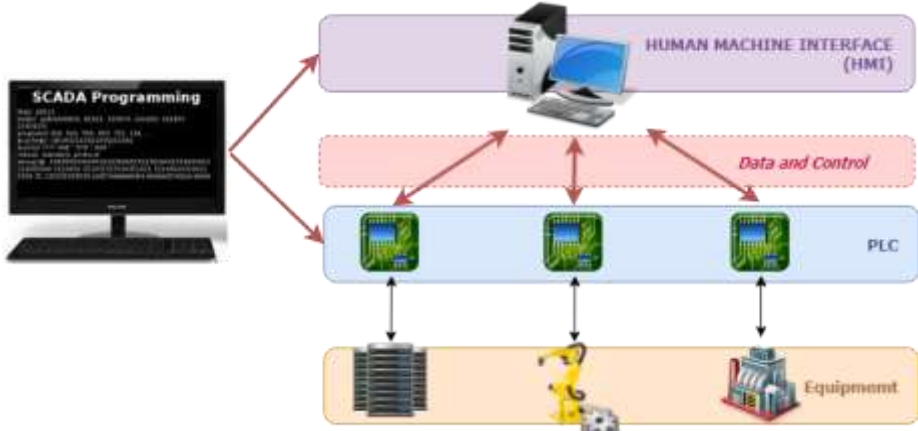
Ross ve Vitala (2000: 234)'e göre işletmelerde ERP kullanımını cazip kılan bazı nedenler şunlardır:

- Ortak bir platform ihtiyacı
- Süreçlerin iyileştirilmesi
- Verilerin görüntülenebilir olması
- Maliyetlerdeki düşüş
- Müşteriye hızlı geri dönüş imkânı
- Stratejik karar verme becerisi

Günümüzde, özellikle internet ve çağrı merkezleri kanallarını kullanarak işletme dışı unsurlarla da bütünleşen ERP sistemleri; Müşteri ilişkileri yönetimi, işletme zekâsı ve e-ticaret kavramlarını da kapsayarak ERP II sistemine genişlemiştir. Bu yaklaşımı ERP yazılımlarına dâhil edebilen yazılım firmaları da, pazarda ön plana çıkmayı başarmışlardır (Altay, 2007: 71).

3.4. Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA)

Bir diğer ileri imalat teknolojilerinden olan Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA) Sistemi, uzak mesafede bulunan bir ya da birden fazla tesisten veri toplayan veya kontrol komutları göndermeye yarayan, operatörün tesise gelmesini ya da sürekli orada üretim işletmesinde bulunmasını gerektirmeyen daha ekonomik ve emniyetli bir sistemdir. Sistem ile gözlemlene sürecinin durumu sürekli bir şekilde incelenir. Bununla birlikte oluşacak acil durumlara ve arızalara anında müdahale edilir (Şener ve Günerhan, 2001: 214). Sistem aynı zamanda dünyanın her yerinden ilgili bilgilere erişimi olan veritabanı bazlı bir performans analizine de izin verir (Jeschke vd., 2017: 653). Sistemin içerisinde mevcut olan kontrol sistemi; istenilen çıktıyı verecek şekilde ölçülen değişkenlere bağlı olarak başlatılmasını, durdurulmasını ya da düzenlenmesini sağlar. Bu sistem, PLC mikro kontrollere dayanan ve bu kontrol sistemi ile verinin değerlendirilip depolandığı bilgisayarları kullanacak operatörler arasında ara-yüz görevini üstlenir. Sistem verinin elde edilip depolanması ve sisteme komut gönderilmesi işlevlerini yerine getirecek bir yazılımdan oluşur. Bunların içerisinde en yaygın olarak kullanılan SCADA'dır (Şener ve Günerhan, 2001: 213).



Şekil 3.1. SCADA Sistemlerinin kullanım örneği (Voltimum, www.voltimum.com.tr, 08.06.2020).

Günümüzde mevcut endüstriyel WAN ağları, temel olarak uzak endüstriyel altyapıların izlenmesi ve kontrol edilmesi için Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama(SCADA) sistemlerinden faydalanmaktadır. Bu tür sistemler genellikle uzak terminal üniteleri (RTU) veya uzak bileşenleri (sensörler gibi) kurumu WAN ağına bağlayan PLC gibi uzak cihazlardan oluşur. Uzak sahalardaki saha cihazları, sırasıyla bir insan-makine ara yüzüne bağlanan merkezi bir denetleyici bilgisayara bağlanır. Sensörler ve iletişim altyapısı arasındaki ikinci seviye olan cihaz ara katmanı, dijital aktarımın gerçekleşebilmesi için gereken onayı verir. Neredeyse SCADA'nın WAN'larının tamamı kurumun farklı uzak sitelerini bağlamak için özel ağlar kullanır (Jeschke vd., 2017: 361).

SCADA sistemi sanayi işletmelerinde üretim süreçlerinin denetlenmesi, süreç boyunca ilgili verilerin toplanması ve toplanan verilerin doğru şekilde analiz edilerek ilgililere aktarılması konusunda yoğun bir biçimde tercih edilmektedir. Standardizasyon komitelerine üye olan ve dolayısıyla Bilişim Teknolojilerindeki eğilimleri belirleyen şirketler genellikle bu sistemin gelişmesine katkıda bulunur. Daha çok soğutma, havalandırma, güç dağıtım vb. sistemler katkıda buldukları arasındadır. Yardımcı sistemlerin kontrolleri için fizik laboratuvarlarında da kullanılmaktadır. Daha küçük detektörlerin kontrolleri içinse CERN'de kullanım alanı bulmuşlardır (Daneels ve Salter, 1999: 339).

3.5. Programlanabilir Mantık Planlama (PLC)

PLC'ler otomasyon alanında kullanılan en önemli donanımlardandır (Blakley ve Irvine, 2012; Bayrak ve Kaya, 2011). PLC: giriş birimlerine bağlı

anahtarlar ve sensörlerden gelen hem analog hem de sayısal veriyi, yüklenen program bloklarında işleyerek sonuçları çıkış birimlerine bağlı olan röle, kontaktör, pnömatik-hidrolik devreler ve sabit göstergeleri sürmek için çıkışları kontrol eden bir endüstriyel bilgisayardır. PLC'ler en basit olarak röleli mantıksal devrelerin yerine kullanılırken en gelişmiş halleriyle de PID kontrollü uygulamalarda kullanılmaktadır (Barrett, 2008).

Teknolojinin hızlı gelişimi ile otomasyon sistemleri için geliştirilen yazılım ve donanımların kullanımı artmıştır. Bununla birlikte bu yazılım ve donanımların kullanımı için gerekli personelin yetiştirilmesi, çeşitli donanımlar, deney setleri ve simülasyon yazılımları sayesinde gerçekleşmektedir. Böylece, teorik ve pratik bilgilerin pekiştirilip geliştirilmesi deneyim kazanılmasını sağlamaktadır. Piyasada PLC eğitimi için kullanılan ticari sistemleri genel olarak iki grupta toplamak mümkündür:

- Fiziksel bağlantılı donanımlar
- Simülatörler

Fiziksel bağlantılı donanımlar: Bu donanımlar giriş aygıtlarını simüle etmek için anahtarları; çıkış aygıtlarını simüle etmek için lambaları kullanan ve PLC içeren setlerdir. PLC ile endüstriyel bileşenler arasında ara yüz bağlantısına olanak sağlamazlar. Yalnızca eğitim programları için yararlıdır. Tecrübeli programcılar ise bunu yeni programlama tekniklerini keşfetmek ve kendi özel yazılımlarını test etmek için kullanırlar. Temel seviyedeki programlama öğrencileri için, gerçek bileşenleri seçme ve PLC'ye uygulama tecrübesini sağlamazlar.

Simülatörler: İki alt kategoriye ayrılırlar. Birincisi; gerçek bir PLC kullanan ve PC tabanlı olan simülatörlerdir. Bunlar genellikle endüstriyel prosesleri (sanal makineleri) taklit ederler. (Örneğin toplu/yükle veya tank seviye kontrol sistemi gibi). Programlayıcı menüden bir sanal makine seçer, onu kontrol etmek için bir program yazar ve programı PLC'ye yükler. PC tabanlı sanal makineyi simüle ederken PLC ile seri olarak iletişim kurar.

İkinci kategori de PLC ve makine/Proses sanaldır. Fiziksel bir PLC ortada yoktur. Yine programcı menüden sanal makineyi seçer, PC tabanlı sanal PLC için kontrol programını yazar. Sanal makine daha sonra sanal PLC ile seri kontrol edilir. Simülatörler mühendislik eğitimde etkin olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, PLC ile fiziksel bağlantılı sistemlerde öğrencilerin PLC ara yüzleri ile çevre birimlerini birbirine bağlaması gerektiğinden öğrencilerin bu bilgiyi, deneyimi ve yeteneği kazanması sağlanmış olur. Fiziksel bağlantı gerektirmeyen simülatörler, PLC ile ara yüz ve çevre birimlerinin kablo bağlantısı konusunda pratik tecrübe sağlayamazlar (Barrett, 2008).

3.6. Tam Zamanlı Üretim (JIT)

Rekabet koşullarında meydana gelen değişiklikler doğrultusunda gerek birim maliyetlerini düşürmek gerekse kalite bağlamında sürdürülebilir olmak

adına, işletmeler üretimde kullandıkları teknolojileri günün koşulları doğrultusunda güncel tutabilmek için hep bir arayış içinde olmuşlardır. Tam Zamanlı Üretim de bu arayış sonucunda ortaya çıkan bir üretim felsefesidir.

3.6.1. Tam Zamanında Üretimin Tanımı

Tam zamanında üretim (JIT) felsefesi, ürünün değerini yükseltmeyen tüm unsurları gereksiz olarak nitelendirmekte (Yasin Vd, 2001: 1196) ve bu unsurların elimine edilmesi veya minimize edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Monden (1986) İlk defa 1940 yılında Toyota firması başkanı Taciihni OHNO'nun "Eğer parçalar otomobil montaj ve konveyör hattına tam zamanında taşınırsa, stok bulundurmaya ihtiyaç kalmayacaktır. Malzeme iletimi minimize edilecektir" fikri ile ortaya konan ve Toyota'da "Tam Zamanında Üretim" olarak tanımlanan sistem; tedarik, imalat ve talep merkezlerindeki faaliyetlerinin her aşamasında yıllarca sürdürülen ve sürekli gelişim olgusunu esas alan iyileştirme çalışmalarının sonucunda bugünkü yapısına sahip olmuştur.

İlerleyen yıllarda özellikle 1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizine bir tepki olarak çoğu Japon işletmesinin başvurduğu bir yöntem olmuş, popülerliğini bu dönemde kazanarak başarıları Batılı ülkelerde dikkat çekmiş ve sisteme olan ilgi daha da artmıştır. Tam Zamanında Üretim Sistemi; talepteki gecikmeleri azaltmak, maliyetleri düşürmek ve kaynakları daha etkin kullanmak amacı ile insan odaklı bir yapı olarak kurgulanmıştır (Kootane Vd., 2013: 8-9)

Tam zamanında üretim'in (TZÜ) veya Just-İn-Time (JIT) literatürde, temelde aynı olmak üzere farklı şekillerde tanımlamaları da mevcuttur. Bu tanımlardan biri "İhtiyaç kadar talebi, mükemmel kalite ile artıksız olarak bir an önce üretmek ve istendiği zamanda doğru yere nakletmek" şeklinde ifade edilmiştir (Baykoç, Abacı ve Duyar, 2002:140). Bunun yanında TZÜ sistemini "şirketin bütün bölümlerini etkileyen ve verimliliğin artırılmasını sağlayan bir üretim sistemi" olarak tanımlamak da mümkündür (Kara, 2011: 410). Bir diğer tanımda Monden, TZÜ felsefesini "Gerekli parçaları, gerekli miktarda, gerekli olduğu yerde ve zamanda, doğru kalitede üretmek" olarak tanımlar. Aslında bu tanımın ardında TZÜ sisteminin daha genel bir felsefesi yer almaktadır (Akt. Kanat ve Güner, 2006: 274). Schonberger'e göre tam zamanında üretim: "Talep dikkate alınarak son ürünlerin tam zamanında üretilmesi ve teslimi, son ürünün oluşturulması sırasında gerekli olan malzemenin zamanında montaj hattına yollanması, alt montaj hatlarında kullanılan malzemelerin zamanında üst montaj hatlarına gönderilmesi, satın alınacak hammadde ve malzemelerin zamanında temin edilmesidir." şeklindedir (Akt. Erdoğan vd., 2006: 192). Göksu (2010: 114)'e göre ise JIT, üretim yönetiminin bir konusu olarak sistemdeki fazlalıkların ortadan kaldırılması ve kayıpların engellenmesi bağlamında gerekli miktarlarda malzeme, ekipman ve personelin gerektiği anda

gerektiği yerde olmalarını öngören; Japonya'nın endüstriyel kalkınmasında büyük etkisi olan bir üretim anlayışıdır.

Küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle tedarik kaynakları artık sadece yerel ve ülke bazında değil küresel çapta da düşünülmektedir. Bu durum, tedarik faaliyetlerini işlem merkezli olmaktan çıkararak ilişki merkezli olmasını ve konusunda uzman işletmelerle çalışılmasını zorunlu kılmıştır (Akyıldız, M. 2004). Pazar dinamikleri sonucu, tüketici taleplerindeki değişiklik ile ürün yaşam döngülerinde ortaya çıkan farklılıklar, daha entegre üretim sistemleri yerine, daha esnek yapıya sahip küçük ölçekli işletmelerin kurulmasını teşvik etmiştir (Soyuer, 156: 1999). JIT, tabanında tehlikeli kayaların bulunduğu suda hareket halinde olan bir tekneye benzetilerek de açıklanmaktadır. Su(stok) seviyesinin düşürülmesi büyük kayaların(problemlerin) ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bu kayalar(problemler) ortadan kaldırıldığında(çözüldüğünde) tekne(sistem) fonksiyonunu daha etkin kullanacaktır. Büyük stokların problemleri gizlediği ve stokların erimesiyle üretimde daha büyük problemlerin ortaya çıkacağı belirtilmektedir. Bu sistemde yalnızca stok miktarı düşürülerek stok maliyetleri bağlamında bir kârlılık elde edilemez. Aynı zamanda koordinasyonun sağlanmasıyla ortaya çıkan faydalar da kârlılığı pozitif yönde etkileyecektir (Üreten, 1996: 235).

Barın, (1996) çalışmasında TZÜ felsefesini diğer klasik üretim sistemlerinden farklı ve yeni olan yönleriyle ayırmaktadır. Bu felsefe üretim ortamındaki problem alanlarını kapatmak ve bunların olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmak yerine, problemlerin temeline inerek çözmeye çalıştığını ifade etmiştir. Bu amaçla sistem sürekli çaba harcamayı ve grup çalışmasını özendirilmektedir.

Tablo 3.1. Aşağıda geleneksel üretim sistemi ile tam zamanında üretim sistemi karşılaştırmalı olarak verilmiş avantajları ve dezavantajları açıklanmıştır(Karcioğlu:129)

GELENEKSEL ÜRETİM SİSTEMİ	TZÜ SİSTEMİ
<ul style="list-style-type: none"> • Yığın Üretim • Fazla miktarda stok • İmalatta Durma ve yeniden faaliyete geçme süresine maruz kalınması • Bir veya iki maliyet havuzundan geçerek genel üretim maliyetlerinin dağıtılması • Üretim faaliyeti bittikten sonra kalite kontrol • Normal ve anormal artıkların bulunması • Tek yönlü tecrübesi olan işçileri çalıştırılması 	<ul style="list-style-type: none"> • Makine tesislerindeki daha küçük parçalara yoğunlaşılması • Azaltılmış Stok • İmalatta durma ve yeniden faaliyete geçme süresinin minimize edilmesi • Üretimin az masrafla gerçekleştirilmesi için gerektiği kadar birkaç maliyet havuzu ile genel üretim maliyetlerinin dağıtılması • Sürekli kalite kontrol • Artıkların tümünün anormal olması • Çok yönlü tecrübesi olan işçilerin çalıştırılması

3.6.2. Tam Zamanında Üretimin Felsefesi

TZÜ felsefesinin özünde ve üretimin bütün aşamalarında israfın engellenerek maliyetlerin azaltılması amacına ulaşmak vardır (Güner ve Kanat, 2006: 274). Ürünün değerini arttırmayan tüm unsurlar TZÜ felsefesinde israf olarak kabul edilmektedir. Malzeme yönetim ve satın alma süreçlerine adaptasyon ile işleyişte ve kontrolde zorluklar yaşanabilecek malzeme gruplarına karşı etkili bir kontrol sistemi ile ortaya çıkarılacak ek kaynaklar farklı hizmetlere kanalize edilebilecektir (Aytekin, 2009: 113).

Bir işletmede ancak bütün israflar önlendiğinde tam zamanında üretim hedefine ulaşılabilecektir. Bu bakış açısı ile üretimin her aşamasındaki stoklar(hammadde, ara mamul, mal stokları) ile kalitesizlik, satın alınan ve imal edilen parça ve mamullerdeki hatalar en temel israf unsurları olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle sıfır stok ve sıfır hata hedeflenmektedir (Güner ve Kanat, 2006: 274).

Tam zamanında üretimin yapısında geleneksel üretim sistemindeki itme şeklinden farklı olarak çekme üretim sistemi kullanılmaktadır. İtme üretim stratejisinde üretimde kullanılan malzemeler bir sonraki operasyon bölgesinde kaynağa ihtiyaç duyulup duyulmamasına bakılmaksızın daha sonraki üretim aşamasına itilir (Kootane vd., 2013: 7). Üretim süreçlerinin herhangi birinde yaşanacak sorun ya da talepte oluşacak dalgalanmalar ile ortaya çıkacak değişikliklere uyum sağlamak kolay değildir. Üretim hızının değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi, üretim çizelgelerinin güncellenerek ilgili birimlere tekrar gönderilmeleri gibi düzenlemelerin oldukça fazla zaman almasıyla sonuçlanmaktadır (Koçak, 2007: 16). Bu da stok miktarında gereksiz düzeyde artışa neden olur. Tam zamanında üretim modeli, toplam envanteri ortadan kaldıran çekme üretim modeline dayanılarak oluşturulmuştur (Kootane vd., 2013: 7).Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri sistemler olduğu için talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Sistem bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin bir önceki aşmaya gidip kendi üretim istasyonu için ihtiyaç duyduğu parçaları çekmesine dayanır (Güner ve Kanat, 2006: 276). Diğer bir deyişle çekme sistemleri, süreç içi stokun istenmeyen birikimini, yani işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemleri ile hatalar ortaya çıkmadan önce çok sayıda hatalı parçanın üretilmesini önleyen yöntemleri içine alır. Bunun yanı sıra itme stratejisinde üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takibini sağlamak oldukça zordur (Koçak, 2007: 17).

TZÜ' de müşteri odaklılığa iki farklı perspektiften bakılabilir. İlkinde her çalışan diğer çalışanın müşterisidir' yaklaşımı vardır. Diğerinde ise organizasyon dışındaki müşterilerin istekleri, talepleri üzerinedir. Bu yüzden TZÜ' de dış müşteriden talep oluştuğunda iç müşteri olarak tanımlanan çalışanların da talepleri oluşmaya başlayacaktır (Baykoç vd., 2002: 140). TZÜ

felsefesinin, geleneksel üretim yaklaşımından ayrıldığı noktalardan biri de satın alma yönteminde görülmektedir. Satın alma yönteminde, firmaya girdi sağlayan tedarikçi firmalar ile ilişkilerin daha iyi ve uzun vadeli olması, kalite bağlamında daha iyi ürün elde edilmesi ve sevk sürelerinin iyileştirilmesi gibi faaliyetlerde daha iyi sonuçlar alınmasını sağlar. Satıcılar firmanın dış ortakları olarak konumlandırılırlar (Gunasekaran, 1999: 78).

TZÜ sisteminin öncelikli amaçları işletmelerin müşteri talep odaklılığı ve maliyet liderliği gibi rekabet stratejileridir. TZÜ sisteminin başarılı bir biçimde uygulanması, tepe yöneticilerinden en alt düzeydeki çalışana kadar sistemin faydasına inanılmasına, desteklenmesine ve benimsenmesine bağlıdır. Bunun yanı sıra işletmedeki tüm fonksiyonların sisteme katılımı ve uyumu da sağlanmalıdır (Acar vd., 2006: 40).

Üreten (1996), çalışmasında Tam Zamanında Üretim sistemlerinin unsurlarına değinmiştir. Tam zamanlı üretimde; az sayıda satıcı ile yakın ilişki kurulduğunu, onlarla olan ticari ilişkilerde düşük hammadde, yarı mamul ve mamul stokları bulundurulması gerektiğini; bu sistem içerisinde çekme sistemi kullanıldığını, sistemin özelliklerinden birinin de daha kısa temin süreleri ile küçük partiler halinde üretime olanak verdiğini belirtmiştir. Kısa ve düşük maliyetli hazırlık süreleri ile daha küçük ve odaklanmış tesislerde ürüne göre yerleştirme eğilimi olduğunu, daha düzgünleştirilmiş bir ana üretim programının yanı sıra iş gücü olarak da sistem içerisinde daha fazla yeteneğe sahip, esnek çalışabilen ve sorumluluk alacak personelin var olması gerektiğine değinmiş. Çevre bağlamında ise daha destekleyici, takım çalışmasına yönelik problem çözücü bir yapının söz konusu olduğunu; makine ve ekipmanların arıza konusunda koruyucu bakım ile bekleme sürelerinin düşürülmesinin sağlanması aynı zamanda çalışanların güçlü bir biçimde kendini sürekli iyileştirmeye adanmış olmasının da önemine vurgu yapılmıştır.

TZÜ felsefesindeki bir yanlışlık ise sistem tarafından kullanılan malzeme fonksiyonunun stoku tedarikçiye doğru yuvarlandığı ve bu nedenle tedarikçinin müşteride olması gereken stoku taşıdığı düşüncesidir. Böyle bir durumla nadiren karşılaşabilmektedir. Fakat bu problem iyi kurgulanmış bir tam zamanında üretim sisteminin problemi olmamaktadır (Dong vd., 2001; 471-479). Böyle bir durumla karşılaşıldığında genellikle iki işletmenin de TZÜ sistemlerini doğru kullanmadığı düşünülebilir. Çünkü TZÜ felsefesinde amaç sık ve düzenli teslimatlarla gerek tedarikçinin gerekse alıcının stok seviyesini düşürmektir. Malzeme maliyetlerini doğrudan etkileyerek satın alma, teslimat, kontrol ve envanter maliyeti gibi fonksiyonlarındaki maliyetlerden kazanımlar elde edilmesini sağlayan TZÜ felsefesinin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Chong vd., 2001: 274) Hammadde, süreç içi stok ve bitmiş ürün stokunda azalmalar;

- Depolama ihtiyaçlarında ve depolama maliyetlerinde azalma
- Kalitede gelişme
- Teçhizat kullanım oranında artma

- İşgücü kullanım oranında artma
- İşgücü verimliliğinde artma
- Toplam akış süresinde azalma
- Taşıma faaliyetlerinde azalma
- Üretim miktarında artma
- Stok devir oranında artma
- Gereksiz faaliyetlerde tasarruf

3.6.2.1. Kanban

TZÜ çekme sisteminin işletilmesini sağlayan bilgi akışına “Kanban” denilmektedir. Kanban tipi bir üretimde bir sonraki işlem aşaması, bir önceki işlem aşamasından gerek duyduğu parçaları tam zamanında ve gerek duyduğu miktarda talep eder. Kanban; çekilen ürünün miktarını, tipini ve zamanını gösteren bir karttır. Bu kart ile sonraki süreçten bir önceki sürece üretim emri gönderilir. Bu şekilde tüm imalat süreçleri sıra ile birbirine bağlıdır. Bu sistem çekme sistemini stoksuz yöneten bilgi akışıdır (Güner ve Karaca, 2004: 444).

Türkan’a göre (2010) çekme ilkesi müşteri talebi olmadan ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Bu sistem talep ile üretim arasında denge kuran senkronize bir üretim kontrol sistemidir. Talep edilen zamanda ve miktarda üretim olduğu için stoklama yapılamamaktadır. Bu da stoklamalardan kaynaklanan sorunları ortadan kaldırmaktadır. Hurda ve fireler engellenir, her çalışma noktası için çizelgeleme yapmaya gerek kalmaz, her türlü ürünün istenilen şekilde üretilmesi mümkün olur. Taleplerdeki dalgalanmaya anında uyum sağlanır. Müşteriler isteklerinin zamanında karşılanabileceğinden emin olur. Çekme mantığını iyi anlayabilmek için, müşteri talebinden ürünün teslimatına kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru incelemek gerekir.

Kanban, bir hattın dengelenmesinden ve tasarlanmasından sonra yapılır. Standartlaştırma ve süreç kontrolünde son adımdır. Kanban sistemini etkili yapmak için birkaç kural vardır. Bu kurallar aşağıdaki gibidir (Tapping, 2003; 40):

- Çıktı süreçleri girdi süreçlerinden parça çeker.
- Girdi süreci sadece çekilen malzemeyi üretir.
- Sadece %100 hatasız ürünler gönderilir.
- Her zaman farklı süreçler ve operasyonlardaki akışın değişkenliği ortadan kaldırılmaya çalışılır.
- Kanban kartları görsel kontrolü sağlamak için ürünlerle birlikte taşınır.
- Kanban kartının sayısı süreç içi çalışma envanterinin miktarını belirler.
- İyileştirmeleri güçlendirmek için dolaşımdaki kanban sayısı azaltılmaya çalışılır.

3.7. Yalın Üretim

İleri imalat teknolojileri ile ilgili tanımlamalar genellikle japon şirketleri tarafından ilk olarak kullanılıp geliştirildiği için Japon şirketleri ile bu kavramlar anılmakta ve Japonların üretim yöntemleriyle ilgili yaklaşımlarına birçok isim verilmiştir. Japonya’da hala bilinen ismi “Toyota Üretim Sistemi”dir. Batıda ise sıklıkla “Tam Zamanında Üretim” terimi kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Japon yaklaşımını tam ve doğru biçimde yansıtmasa da “Sürekli Akan Üretim” gibi terimler de kullanılır. Ünlü Japon danışman Shiego Shingo ise stoksuz üretim terimini kullanmaktadır. Fakat bu kavramlar arasında, “Yalın Üretim” en kabul göreni olmuştur (Voss 1995: 20)

Türkan’a göre (2010) Yalın üretimin çıkış noktası bağlamında değerlendirildiğinde Toyota Motor işletmesinde ortaya çıkan bir Japon işletme organizasyonu yöntemidir. 1980’li yıllara kadar “Toyota Üretim Sistemi” olarak bilinen sistem, yeni ve ikame bir üretim felsefesi olarak farklı ülkelerce takip edilmesi ve yayılması döneminde farklı ifadelerle tanımlanmıştır.

Küreselleşmeyle beraber ortaya çıkan rekabet savaşları hem gelişmiş ülkelerin hem de gelişmekte olan ülkelerin üretim süreçlerinde problemler ortaya çıkmasına neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerdeki üreticiler, sürekli artan bir biçimde düşük ücret ekonomilerinden gelebilecek dış etkenlerle kendilerini sürekli bir baskı ve tehdit altında hissetmektedirler. Bu açıdan bakıldığında yalın üretim her zaman iyi bir çözüm olarak görülmektedir (Kojima ve Kaplinsky, 2004: 199).

Çelikçapa’ya (2000) göre üretim girdi ve çıktılarına ilişkin artıklardan sakınmak amacıyla ortaya çıkarılmış uyumlu ve bileşik bir yönetim şeklidir. Yalın Üretim sistemi, daha önce kullanılan üretim sistemlerindeki fayda ve avantajların bir araya getirilmiş halidir. Bunun yanı sıra bu üretimin en önemli özelliklerinden biri de atölye üretimindeki esneklik ve kalite anlayışını, üretimdeki seriliği ve düşük üretim maliyetini kapsamaktadır. Bununla birlikte her iki üretim sisteminden, seri üretim hantallığı ile atölyedeki el işçiliği nedeniyle ortaya çıkan yüksek maliyetlerden kaçınılmıştır (Firuzan, 2004: 43).

Yalın Üretim, mühendislik ve imalat süreçlerinde yüksek verimliliği ve kaliteyi hedefleyerek müşterilere yüksek performanslı, hatasız ürünler sunmayı amaçlamaktadır. Yalın Üretim sisteminin dört temel karakteristik prensibi kapsadığı ifade edilebilir (Rutherford, 2002: 195);

- Sürekli gelişme esasına dayalı ürün tasarımı ve genel amaçlı makine kullanımı,
- Tampon stokların engellenmesi ve üretim akışını geliştirmek için imalat sürecinin yeniden reorganizasyonu,
- Darboğazların azaltılması ve kalitenin inşası için eşzamanlı üretim,

- İşgücünün bilgisinden üretimde daha fazla yararlanacak yeni bir çalışma organizasyonu yaratmak ve takım çalışmasının geliştirilmesi.

Yalın üretim sistemi ile diğer üretim sistemleri arasında çeşitli farklılıklar vardır. En yaygın kullanılanlardan biri olan yığın üretim sistemi; standart ürünler, ölçek ekonomisi, iş bölümü, merkezi yönetim, düşük maliyet, dikey entegrasyon, bölümlendirilmiş tasarım mühendisliği, uzun ürün yaşam dönemleri, rekabete dayalı endüstriyel etkileşimlerden oluşurken yalın üretim ise farklı türde ürünler ile çalışma alanının ekonomisi üzerine çalışma yapılmaktadır. Takım çalışması ile merkezi olmayan bir kontrol sistemi ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Kalite ile ilgili çalışmalara her zaman önem verilmekte, ürünlerin maliyeti olabildiğince düşürülmek istenmekte, tedarikçilerle mühendislik faaliyetleri bağlamında ortak çalışmalarla bütünleşme sağlanmaktadır (Çelikçapa, 2000: 264).

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık ise sahip oldukları amaçlarda kendini gösterir. Seri üretim yapanlar kendilerine koydukları’’ yeterince iyi’’ gibi sınırlı bir hedefle konumlandırılırlar. Bu ise kabul edilebilir düzeyde bozuk malların, azami seviyede kabul edilebilir stoklar, düşük seviyeli standardize edilmiş ürünler ile karşı karşıya kalınması demektir. Daha iyisini yapmak onların kurdukları bu düzende çok pahalıya mâl olacaktır. Buna karşın yalın üretimi benimseyenler ise kesin ve net bir biçimde kusursuzluğu hedef almışlardır. Sürekli düşen maliyetler, sıfır hatalı ürün, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Ulaşılamayan bu ütopya, sonsuza kadar belki ulaşılabilen olarak kalacak fakat sonu gelmeyen mükemmellik arayışı sürpriz değişikliklerle üretime devam edecek (Tıkici vd., 2006: 22).

Ahllström’e (1998) göre yalın üretimde üretim sisteminde yer alan sekiz ilke mevcuttur. Bu ilkelerin üretim süreçlerinde kullanılması ile üretimde karşılaşılabilecek birçok sorun ve verimsizliğin önüne geçilecektir. Bu ilkeler; gereksiz unsurların elenmesi ile israfa yol açan operasyon ve gereksiz eleman alımının önüne geçilmesi, sıfır hata hedefiyle ürünlerin üretim hata oranı azaltılarak verimlilik artışı, birbirini takip eden sıralı bir sürecin olması, birbirini takip eden operasyonlardaki itici gücün ortaya çıkması, üretimde çok fonksiyonlu takımların mevcudiyeti, hiyerarşik kademelerin azaltılması ile çalışanlar arası iletişimin güçlenmesi, takım liderliği, yatay bilgi sistemleri, ve sürekli iyileştirmeler olarak belirtilmiştir.

Yalın üretimdeki sınırlılık ve yol haritasındaki bazı eksiklikler, yeni bir sistem arayışını beraberinde getirmiş ve bunun bir sonucu olarak çevik üretim sistemi ortaya çıkmıştır.

Artık günümüzde pazar şartlarında meydana gelen köklü değişiklikler sadece yeni teknikler gerektirmiyor, aynı zamanda köklü bir paradigma değişikliği ihtiyacı doğuruyor. Ancak paradigma değişikliği her zaman zordur ve mevcut değerleri koruma alternatifi genellikle daha ağır basar. Geleneksel üretimden, çevik üretim gibi yeni bir üretim değerine geçmek de kolay

olmayacaktır. Bunu yaparken ilk adım olarak mevcut yaklaşımların sınırları görülmeli, geçmişteki hatalar ve uygulanmaya başlanacak değişikliklerin doğasının anlaşılması gereklidir (Gunasekaran, 2001: 54).

3.8. Çevik Üretim

Çevik üretim, imalatta firmaların rekabet gücünü arttırmaya yönelik bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Çevik üretime dayalı üretim süreçleri; ürünün tasarlanması, üretilmesi, pazarlama ve dağıtım hizmetlerine destek olmak amacıyla müşteri-tedarikçi arasındaki entegrasyon süreci ile karakterize hale gelmektedir. Fonksiyonel bilgi seviyesinde karar verebilmek adına, istikrarlı birim maliyetlerinin olması, entegre verilere kolay erişebilir olmaları, bunun yanı sıra modüler bir üretim tesisine sahip olunması gerekmektedir. Çünkü 2000’li yıllardaki üretim çevresi, geçmişteki çevreden köklü farklılıklara sahiptir. Bilgi teknolojisini, işletmelerin kendi arasındaki ve işletmelerle tüketiciler arasındaki entegrasyon ve iletişim biçimini büyük ölçüde değiştirmektedir. Bilgiye adapte olan sistemlerin internete bağlanması ile şirket çıkarları ve bunları kullanma yeteneğine sahip işletmeler için sınırsız fırsatlar ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan yoğunlaşan ve globalleşen rekabet, tüketici isteklerinin çok daha özel hale gelmesine neden olmaktadır. Müşteriler istediklerini “hemen şimdi, burada ve kişiye özel” olarak istemektedirler (Gunasekaran, 2001: 11). Bu yeteneklerin yerine getirilebilmesine çevik üretim katkı sağlayacaktır.

Çevik üretimin rekabet gücü için bir gereklilik olduğu çoğu kimse tarafından kabul görmekte ve artarak devam etmekte. Orijinal çerçevesi 1991 yılında ABD’deki Lehigh Üniversitesi Laccoca Enstitüsünde bir grup akademisyen tarafından popüler hale getirilmiştir. Geleneksel pazarların daralması ve ulusal engellerin azalması ile oluşan küresel savaş hem uygulayıcılara hem de akademisyenlere gelir kaynağı haline gelmiştir (Yusuf vd., 1999: 33). Günümüzde teknoloji ve tüketici pazarları oldukça karmaşık hale gelmiştir. Bu karmaşık yapı, üretim stratejileri geliştirmede tepeden aşağıya doğru yapılan planlamaya dayalı geleneksel yöntemlerin kullanımını zorlaştırmaktadır. Değişimin istisna değil, kural olduğu bu çevrede değişimle baş edebilmek için çevik üretim stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Stevenson, 2002: 24).

Çevik üretim yalnızca üretim hattı ve tedarikçilerle olan ilişki ile sınırlanılmayan, aynı zamanda işletme genelinde etkili olan bir üretim sistemidir. İşletmelerin çevrelerine uyum sağlamalarında etkili olan planlanmış ve planlanmamış değişim ve belirsizliğin gelecekte işletmelerin başarısında önemli etkilere sahip olacağını göz önünde bulunduran yalın üretime göre daha kapsamlı ve daha stratejik bir yol haritası sunan bir yaklaşımdır (Çetin ve Altuğ, 2005: 305). Çeviklik sadece değişime alışmak, uyum sağlamak değil; beklenmeyen ve muhtemelen kısa süreli piyasa fırsatlarından faydalanmak adına işletme yapılarının, örgüt sistemlerinin, kullanılan teknolojinin, tesis ve

personelin yeniden yapılandırılması ve şekillendirilmesi ile de başarılı bir bütünleşme becerisidir. Bir yerden başka bir yere hareket etmek, konum değiştirmek değil; bütün bir işleyiş ve işbirliği anlayışının değişimidir. (Arslan, 2007: 58). Çevik üretim sistemi müşteri odaklı bir üretim sistemidir. Bu açıdan bakıldığında AR-GE departmanına ve faaliyetlerine gereken yatırım yapılarak, müşteri istek ve beklentilerinin önceden karşılanmasının bir sonucu olarak çevik üretim için önem arz eden bir yapı da sisteme kazandırılmış olacaktır (Arslan, 2015: 244).

Gunasekaran'e (1999) göre çevik üretim ne yalın üretim ne esnek üretim ne de bilgisayar destekli üretimdir. Çevik üretim; kalite, maliyet, kârlılık ve müşteri tatmini konusunda önemli gelişmeler yaratmak üzere kullanılan çeşitli teknik, yöntem ve yaklaşımların mevcut olduğu bir yaklaşımdır.

Operasyonel açıdan çeviklik ise; her biri bazı temel beceri, yetenek gerektiren ve çeşitli faaliyetlerin ortak işbirliğini gerektiren çok sayıda faaliyetin sentezidir. Değişen tüketici taleplerini istenilen sürede tedarik etmek için farklılaşan koşullara hızlı bir biçimde uyum sağlanabilmesi ile firmalara birlikte hareket kabiliyeti sağlar. Başka bir deyişle, kritik yol üzerindeki faaliyetlere hız katan ve temelde zaman esaslı rekabet etme kabiliyetidir (Baki, 2003: 298). Çevik üretimde amaç, rekabetin oluşturduğu açığı kapatmak yerine, performans ve yetenek açısından rekabetin üstüne çıkarak basit bir biçimde kopya edilemeyecek bir üretim ve iş birliği sağlamaktır (Arslan, 2007: 58). Aşağıdaki tabloda çevik işletmenin özelliklerini şu şekilde tanımlanmıştır.

Tablo 3.2. Çevik İşletmenin Özellikleri (Yusuf vd., 1999: 41).

Etkilediği Alan	İlgili Özellikler
Bütünleşme	<ul style="list-style-type: none"> Tüm faaliyetlerin eş zamanlı gerçekleştirilmesi Teşebbüs Bütünleşmesi Çalışanlar için erişilebilir bilgi
Yetenek	<ul style="list-style-type: none"> Çok yönlü yetenekler Taklidi zor olan işletme uygulamaları gerçekleştirmek
Takım Yapısı	<ul style="list-style-type: none"> Takımlar bireysel çalışmalarla yetkilendirilmiştir Çapraz fonksiyonel takımlar Takımlar şirket sınırlarını aşmakta Merkeziyetçilikten uzak karar
Teknoloji	<ul style="list-style-type: none"> Teknoloji bilinci Mevcut teknoloji kullanımında liderlik Gelişen teknolojiler hakkında bilgili ve yetenekli olma Esnek üretim teknolojileri
Kalite	<ul style="list-style-type: none"> Ürün yaşam döngüsünü aşan kalite Çok katma değerli ürün İlk defa da doğru modelleme

	<ul style="list-style-type: none">• Kısa çevrim zamanlarını geliştirmek
Değişim	<ul style="list-style-type: none">• Sürekli değişim• Değişim kültürü
Ortaklık	<ul style="list-style-type: none">• Hızlı ortaklık formu• Müşterilerle stratejik ilişki• Tedarikçilerle yakın ilişki• Tedarikçilerle/müşterilerle güven esaslı ilişki
Pazar	<ul style="list-style-type: none">• Yeni ürün• Müşteri odaklı yenilikler• Müşteri memnuniyeti• Değişen Pazar ihtiyaçlarını karşılamak
Eğitim	<ul style="list-style-type: none">• Öğrenen organizasyon• Çok yetenekli ve esnek insan• Sürekli yenilenen iş gücü yeteneği• Sürekli eğitim ve gelişim•
Mutluluk	<ul style="list-style-type: none">• Çalışan memnuniyeti

4. ENDÜSTRİYEL DEVRİMLER

Devrim sözcüğü ani ve radikal değişimi çağırıştırır. Tarih boyunca yeni teknolojiler ve dünyayı yeni algılama biçimleri, ekonomik sistemlerde ve sosyal yapılarda etkili bir değişimin ilk ateşini yaktığında devrimler ortaya çıkmıştır. Yaşam tarzımızdaki ilk büyük değişim, avcılık ve toplayıcılıktan tarıma geçilen dönem olan yaklaşık 10.000 yıl önce olmuştur. Buna imkân veren ise hayvanların ehlileştirilmesidir. Tarımda meydana gelen bu devrim ile üretim, taşımacılık, iletişim amacıyla hayvandan sağlanan emek ve insan emeği bir araya getirildi. Gıda üretimindeki artış nüfus artışını destekledi ve insan yerleşimlerine olanak sağladı. Bununda bir sonucu olarak kentleşme ve şehirler ortaya çıkmaya başladı (Schwab, 2018: 15). Bu yaşanan gelişmeler beraberinde Ekonominin, gelir ve üretim kaynaklarının önemli bir noktasında yer alan sanayi ve alt kollarının, uzun yıllardan bu yana değişim ve dönüşüm yaşamasını da tetiklemiştir. Üretim şekilleri farklılaşmakta ve üretim kanalları da bu değişimle aynı düzlemde çeşitlenmektedir. Bu değişimlerin bir sonucu olarak pek çok sanayi ve üretim şekli sona ermiş, bazıları da bir yenilik yaratıp tekrardan gün yüzüne çıkmıştır (Özdoğan, 2019: 1).

Endüstri devrimleri, geçmişten günümüze kadar tarihin ciddi derecede dönüm noktalarını oluşturmuştur. İnsanlık tarihi endüstri 4.0'dan önce üç sanayi devrimi deneyimi yaşamıştır. Çağımızdaki teknoloji seviyesine ulaşmak daha önce edinilen bu deneyimlerin sonuçları ile meydana gelmiştir, denilebilir (Alçın, 2016: 20). İlk üç devrim yaklaşık olarak 200 yıl sürmüştür (Drath ve Horch, 2014: 56). Her bir devrim, işlerin yapılış şekilleri aynı zamanda hayatın temellerini değiştirirken ülkelerin gelişmişlik seviyelerini de etkilemiştir (Genç, 2018: 236). Ülkelerin gelişmişlik düzeyini etkileyen üretim faaliyetleri, bu denli önemliken, üretimde kullanılan teknikler ve üretim süreçleri yönetiminde her geçen gün farklılaşan sistemler değişime kayıtsız kalamazdı. Bu teknikler değişimin yalnızca bir tarafını oluştururken diğer taraftan ülkelerin toplumsal yapı, kültür ve ekonomik durumlarının da değişim ve dönüşümünde de itici güç olmuş hatta ülkelerin dünya üzerindeki mevcut yerlerinin değişimine sebep olmuştur. Bu değişimin ilk ayağı olarak kabul edilen durum 18.yüzyılın ortalarında İngiltere'de başlayan değişimdir. Daha sonraları ise bu değişim bütün Avrupa'ya ardından tüm dünyaya yayılmıştır (Sosyal ve Pamuk, 2017: 2).

Endüstri devrimlerinin öncesinde ilk toplumlarda ekonomi; fiziki kuvvet, tarım ve hayvancılığa dayanırdı. Sanayide yaşanan gelişmeler her şeyi değiştiren bir milat olmuştur (Öztürk ve Koç, 2017: 787). Sanayide üretim için kullanılan makineler henüz keşfedilmeden, mevcut koşullarda herkes tarafından kabul gören ve yüksek üretim hızı ile ön planda olan sektör, tekstildi. Bu dönemde tekstil sektöründeki ilerlemenin öncüsü olan Birleşik Krallık el emeği üretimden sanayi makinelerine hızlı bir geçişle bu dönemin öncüsü olmuştur (Özdoğan, 2019: 1). Makinelerin gelişiminin yanı sıra endüstriyel

gelişimin ortaya çıkışında tek neden bu değildir. Sahip olunan yer altı kaynakları da devrimleri destekler niteliktedir.

Endüstri devrimlerinin tamamına bakıldığında yaşanan her devrimde insan gücüne olan ihtiyaç azalmaktayken nitelikli çalışan ihtiyacı her zaman artış göstermiştir. Bu bağlamdan bakıldığında sanayi devriminde insan sayısından ziyade çalışan insanların yetenekleri önem kazanmıştır (Özdoğan, 2019: 2).

Dünyanın sanayi devrimlerinin dört farklı evreden geçtiği genel olarak kabul edilmekle birlikte bu devrimler arasındaki geçişler ile daha önceki teknolojilerin üzerine yeni teknolojilerin eklendiği ve bu sanayi devrimlerinin her birinde mühendislik uygulamalarının çok önemli oluşu tartışılmaz bir gerçektir. Dört sanayi devriminin içerikleri ve dönemleri aşağıda açıklanmış ve bu dört evre içerisinde barındırdığı mühendislik ve işletmecilik alanları ile sanayi devrimleri birbirini destekleyerek gelişmiştir (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13).

Tablo 4.1. Endüstri Devrimlerinin Kronolojisi (Kagermann vd., 2013:13).



Devrimler her zaman çıkış noktasından, bir neden bularak ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki tabloda Tunzelman tarafından ilk üç devrimin ortaya nerede ve ne zaman çıktığından avantajları da özetlenerek incelenmiştir.

Tablo 4.2. Endüstriyel Çağların Kronolojisi (Tunzelman, 2003:371)

	I.Endüstri Devrimi	II.Endüstri Devrimi	III.Endüstri Devrimi
Yaklaşık Tarih	1750-1815	1870-1914	1973-
Gerçekleşen Yer	Büyük Krallık	ABD, Almanya	ABD, Doğu Asya
Teknoloji	Makine	Kimyasallar	Bio-teknoloji ve ICT
Kaynak	Su ve Buhar	Elektrik ve Petrol	Nükleer, yenilenebilir
Malzeme	Demir	Çelik ve Plastik	Silikon ve Akıllı Malzeme
Otomasyon	<i>Dönüşüm</i>	Transfer	Kontrol
Süreç Türü	Emek	Sermaye	Bilgi
İşletme Büyüklüğü	Küçük	Büyük	Karışık
Avantajları	Uzmanlaşma	İç Entegrasyon	Dış Entegrasyon
Organizasyon	Girişimci	Çok bölümlü	Ağ
Endüstri yapısı	Rekabetçi	Oligopolistik	Karışık
Sermaye Yapısı	Kişisel	İdari	Karışık
Yönetim Türü	Piyasa	Hiyerarşik	Ağ

Dördüncü Sanayi devrimini daha iyi anlayabilmek adına öncesinde ortaya çıkan sanayi devrimlerini nelerin tetiklediği ve yapılarını anlamak büyük önem taşımaktadır, bu amaçla endüstri devirleri aşağıda açıklanmıştır.

4.1. I. Sanayi Devrimi

İlk sanayi devriminde diğer devrimlerde olduğu gibi her yeni gelişme bir başka süreci tetiklemiş yahut var olanın daha fazla gelişmiş olmasına katkı sağlamıştır (Tunzelman, 2003: 370). (P. A. Mills ve L.Schumann, 1985 ; J. Vickers, 1986 ; P.A.Geroski ve R. Pomry, 1990; T. Kahnna, 1995), çalışmalarında teknolojik inovasyon'un şirketler ve pazar yapılarını etkilediğini belirtmişlerdir. 18. yy. sonlarına doğru İngiltere'de gerçekleşen (Tunzelman, 2003: 370) ve devrim olarak nitelendirilen bu yeniliklerden ilki 1712 yılında buhar makinesinin James Watt tarafından icat edilmesi olmuştur. 1760'lı yıllarda başlayıp, 1830'a kadar devam eden bu zaman diliminde el ve beden emeğinden makineleşmeye doğru bir gelişim gerçekleşmiştir (Ebso, 2015: 4).

Sanayi devrimleri ile ilgili Beckert (2016), devrimi başlatan en önemli etkenlerin ilkinin tekstil olduğunu, ikinci olarak buhar makinesinin geliştirilmesi ve üçüncü olarak da demir üretiminin olduğunu söylemiştir.

Sanayi devriminden önce Avrupa’da halkın büyük bir kısmı köylerde yaşardı. Halk çok yoksuldu. Yalnızca büyük toprak sahipleri, asiller zengindi. İngiltere’de mucit J Kay, 1733’te uçan mekik adlı buluşu ile kumaş dokuma hızının artmasını sağladı. 1764’te sekiz makarada iplik bükme çıkırcık keşfedildi. Her yeni gelişim bir sonraki buluşa zemin hazırlarcasına devamında çıkırcık sayesinde 120 makarada iplik bükme olanağı oluşmuştur. James Watt’ın dairesel hareket yapan düzeneği bulmasıyla buharla çalışan ilk tekstil fabrikaları İngiltere’de kurulmuştur. Bu yenilik ile endüstri 1.0 olarak isimlendirilen dönem başlamıştır (Alçın, 2016: 20).

Gelişmiş ülkeler tarım ve sanayi sektöründe yapısal nitelikteki önlemlerin alınmasını ve desteklenmesini birlikte yürütürken, gelişme sürecinde, tarıma dayalı sanayiler giderek gelişmiş ve ekonomik gelişmeye daha fazla katkıda bulunmuştur. Nitekim, dünyada ekonomik ve tarımsal kalkınma sürecini tamamlamış olan gelişmiş ülkelerde tarım ürünlerinin ortalama %60’ı, Türkiye’de ise %30’u tarıma dayalı sanayii işletmelerinde değerlendirilmektedir (Karlı, 1998). Karlı vd.,’e göre (1996) tarıma girdi olarak kullanılan sanayi ürünlerine duyulan talep artışı bu sanayilerin gelişmesine ve yeni yatırımların gerçekleşmesini sağlamıştır. Modern tarım tekniklerinin kullanılması sonucu üretim ve verimlilik artmaktadır. Bu artış, kırsal kesimde gelir düzeyinin yükselmesine ve yaşam koşullarının iyileşmesine yardımcı olmaktadır. Bu durum diğer sanayi mallarına olan talebi de artırmaktadır. Üretim ve verim artışı tarıma dayalı sanayilerin gelişmesine ve artmasına katkı yapmaktadır. Özellikle modern tarım alet ve makinelerinin kullanılması tarımda işgücü kullanımını azaltmaktadır.

Makineleşmedeki artış, odun ve bio-yakıtın yerine kömür kullanılması; buhar kullanımıyla işlev kazanan makinelerin de daha yaygın olmasını sağlamıştır (Ebso, 2015: 4). 1780’lerde buhar motorlarınca desteklenen mekanik dokuma tezgâhları önemli bir değişikliği de beraberinde getirdi (Drath ve Horch, 2014: 56). Buharın mekanik üretim tezgâhlarında kullanılması, beden gücü ile üretimde karşılaştırılmayacak seviyede üretim miktarlarında bir artış sağlanmıştır, dolayısıyla bu da maliyetleri hatırı sayılır bir düzeyde düşürmüştür. Malların taşınması ile ilgili de gelişen buharlı demir yolları hız ve maliyet bağlamında da avantaj sağlamıştır (Tavukcuoğlu, 20.11.2019, www.lojistikhatti.com).

Yukarıdaki bilgiler çerçevesinde aklımıza gelen ilk soru 1.Sanayi devriminin Birleşik Krallıkta başlamasındaki en önemli faktörün ne olduğudur. Bunun en mantıklı açıklaması kömür ve demir rezervlerine sahip olmalarıydı. Doğal yollarla sanayi devrimine girdiler ve devrimi başlattılar. Buna ek olarak kolonileştikleri için ve aynı zamanda politik olarak istikrarlı bir yapıya sahip olmaları endüstri devrimine öncü olmalarına katkı sağladı. Sonuç olarak daha fazla üretim, daha fazla talebi doğurdu ve talebi karşılamak için Birleşik Krallık daha verimli makineler üretmeye başladı. Hem teknolojileri ilerledi hem de düşen maliyetlerle daha fazla ürün üretmeye başladılar (Özdoğan, 2017: 16).

Birinci sanayi devrimi yoğun kent merkezlerinin, çok katlı binaların, bitişik nizam yapılaşmasının, çok katlı fabrikaların ve gökdelenlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Sezgin, 2018: 130). Endüstrideki bu gelişmeler endüstri devrimi sonrasında yaşanan yoğun kitlesel üretimle mal bolluğu yaşanmasına neden olmuş, ortaya çıkan bu gelişme birim maliyetlerdeki düşüşe ve arz bolluğuna neden olurken, bu gelişme ile paralel olarak fiyatlarda da önemli düşüşlere sebep olmuştur (Mahiroğulları, 2005: 42).

I. Sanayi Devrimine ait Gelişmelerin kısa bir özeti aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 4.2. I. Sanayi Devrimi Süreci Kritik Faktörler (Yoşumaz, 2018: 6).

İtici Güçler	İşletmelere Etkileri	İş Gücüne Olan Etkisi
-Buharlı makinenin keşfi -Enerjide kömür	-Atölyelerin fabrikalara dönüşmesi ile emek yoğun üretimden makine yoğun üretime geçilmesi -Lojistikteki yavaş gelişim ile arz fazlasının oluşumu -Yönetimdeki karmaşıklığın artışı ve profesyonel yönetim mantığının gelişmesi	-İşçilerin daha kalifiye olmak zorunda kalması -İş kolundaki uzmanlaşma -Çalışan açısından çalışma şartlarının daha kötü hale gelmesi

4.2. II. Sanayi Devrimi

Endüstri 2.0 olarak adlandırılan dönem 1870 yılında başlayan ve 1989 yılına kadar devam eden bir süreçtir (Görçün, 2016: 51). Bu devirde dikkat çeken en önemli konu elektriğin kullanılmasıdır (Carr, 2008: 38). Elektriğin icadıyla birlikte üretimde kullanılan motorlarda elektrik kullanımı, makinelerin daha ergonomik ve verimli kullanılmasını sağlanmıştır. Böylelikle elektrik sayesinde güç kazanan ülkeler kimya, petrol, plastik ve çelik sektörlerinde de kendilerini geliştirmişlerdir (Tunzelman, 2003). 1882 yılında fabrika ve kentlerde elektrik kullanımı ile birlikte elektrikli makinelerin, ABD ve Almanya'da üretilip diğer ülkelere ihraç edilmesine de başlanmıştır. Westinghouse ve General Elektrik gibi firmalar, diğer ülkelerin kentlerini aydınlatmışlardır.

Çelik, petrol ve kimya endüstrisi ABD'de hızla gelişti. Uluslararası dev şirketlerin yönetimi ile ilgili yeni yöntemler geliştirildi ve Graham Bell'in

telefonu icat etmesiyle birlikte dev şirketlerdeki üst yöneticiler ile astların arasındaki iletişim sağlanmış oldu. Bu devrin en önemli avantajlarından biri de makine parçalarının aynı standartta yapılmış olmasıydı. Böylece parçalar kolayca değişebiliyordu (Akbulut, 03.01.2020, www.uralakbulut.com.tr). Drath ve Horch'a (2004) göre ise II. sanayi devrimi I. Sanayi devriminden sonra Ohio, Cincinnati'deki mezbaha kesimhanelerinde başlamış ve ABD'deki Ford, Frederick Taylor'un bilimsel ilkelerinden ve çalışmalarından faydalanarak verimliliği arttırmaya odaklanmıştır. Üretim modeli olarak Model T'nin üretilmesinde fordizmin temelini oluşturan hareketli montaj hattı üzerinde geliştirilen kitle üretim sistemi oluşturmuştur. Bu yöntem yarı vasıflı iş gücünün, belirli bir noktada belirli bir zamanda standartlaşmış tek bir iş yapma temeline dayanmaktadır (Bıçkı ve Sobacı, 2011: 222).

Bu devirde petrolün sanayi ve ulaşımındaki etkinliği keşfedilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (sosyal , 2016: 51). Ayrıca teknoloji devrimi olarak da adlandırılan II. Sanayi devriminin getirdiği diğer yenilikler de çizgi hat üretim bandı gibi üretim modellerinin kullanılmasıdır (Tunzelman 2003). Bu üretim bantlarının kullanımıyla birlikte hem iş bölümüne dayalı sürekli üretim hatlarının geliştirilmesi hem de konveyör bantların tanıtılması ile bir diğer verimlilik patlaması ortaya çıkmıştır (Drath ve Horch, 2014: 56). Buna ek olarak daha iktisadi bir bakış açısı ile II. Dünya Savaşı sonrası dönemde piyasalardaki genişlemede kamu harcamalarının azaltılması, vergi yükünün arttırılmasına dayalı daraltıcı maliye politikaları ortaya çıkmıştır. Daralma dönemlerinde ise kamu harcamalarının arttırılmasına yönelik genişletici politikaların uygulanmasını savunanlar (Dökmen ve Vural, 2011: 120), keynesyen harcamacı politikalarının da etkisi ile kitle üretim döneminin fiilen başladığını savunmuşlardır (Alçın, 2016: 20). Keşfedilen yeni teknolojilerle dünya biraz daha küçülmüş; fikirler yayılmış, sınırlar ortadan kalkmaya başlamış ve küreselleşme de hız kazanmıştır. İkinci Sanayi devrimi ile etki altında kalan yalnızca üretim unsurları, miktarı ya da çeşitleri olmamış bunun yanı sıra insanların tüm hayatları değişime uğramıştır. Bu devrim tüm dünyayı etkisi altına alan ilk sanayi devrimi olarak tanımlanmaktadır (Özdoğan, 2017: 18).

4.3. III. Sanayi Devrimi

Yaşanan iki devrimin ardından üçüncü endüstri devriminden bahsedecek olursak; üretimin otomasyonlu bir hale gelmesi ve aynı zamanda sayısallaşmış olması söz konusu olmuştur. Bu devirde, bilgisayar, lazer ve fiber optik gibi teknolojilerin de gelişmiş olması üretim süreçlerinin yönünü ve aynı zamanda üretim biçimlerine de etki eden unsurlardandır. Ayrıca dünyadaki kıt kaynakların tükeniyor olması ile sürdürülebilirlik konusu gündeme gelmiştir. Üçüncü sanayi devrimi 20. yüzyılın son dönemlerinde ABD ve Doğu Asya liderliğinde ortaya çıkmıştır.

Üçüncü Sanayi Devrimine yön veren; Bilgi, Biyo-Teknoloji, Nano-Teknoloji ve iletişim teknolojileri gibi bazı kavramlar da ortaya çıkmıştır (Dombrowski ve Wagner, 2014; Tunzelman, 2003). Üçüncü sanayi devrimi 1969'da Modicon, otomasyon sistemlerinin dijital olarak programlanması ile PLC (programlanabilir mantık denetleyicisi)'ni ortaya çıkardı. Ortaya çıkan bu gelişmeler, esnek ve verimli bir üretimi de mümkün kılmıştır (Drath ve Horch, 2014: 56). Bu programlanabilir makineler 3. Sanayi devriminin öncüleri olarak kabul edilmiştir. Bu dönemle birlikte fordizm yerine post-fordizm ortaya çıkmıştır. Zamanla programlanabilir makinelerin yerini endüstriyel robotlar alırken referans gösterilebilecek firma ve ülkeler, tüketici talep ve ihtiyaçlarına cevap verebilme becerisi ortaya koyanlar olmuştur (Alçın, 2016: 21).

II. Sanayi Devrimi teknolojik devrim olarak adlandırılırken III. Sanayi devrimi dijital devrim olarak adlandırılmaktadır. İkinci sanayi devriminde üretilen icatlar ve kullanılmaya başlanan yeni teknolojik makinelerin yanı sıra endüstri 3.0' la dijital devrim de ortaya çıkmıştır. III. Sanayi Devriminde belirgin bir biçimdeki itici güçler: bilgisayar, dijital ürünler, çözümler ve internettir (Özdoğan, 2019: 13).

Rifkin'e göre Üçüncü Sanayi Devrimi yenilenebilir enerji kaynaklarını temel almıştır. Üçüncü Sanayi Devriminin gerçekleşmesi birbirini tamamlayan beş sürecin eş zamanlı olarak gerçekleşmesine bağlıdır. İlk olarak yenilenebilir enerji kaynağına geçilmeli. İkinci aşamada her kıtadaki bina stoku kendi bulunduğu bölgede yenilenebilir enerji toplayan santrallere dönüşmeli. Üçüncü aşamada kesintili enerjileri depolamak için her binada ve altyapı genelinde hidrojen ve diğer depolama teknolojileri bulundurulmalı. Dördüncü aşamada ise her kıtadaki enerji şebekesini tıpkı internet ağındaki paylaşım ağı gibi bir teknolojiye kavuşturulmalı. Son olarak da ulaşım araçlarının akıllı kıtasal ve etkileşimli bir enerji şebekesi üzerinde elektrik alıp satabilen elektrikli ve yakıt hücreli araçlara dönüştürmek gerekir (Sezgin, 2018: 130). Bu bakış açısını destekler nitelikte yeni iş kolları ve iş yapma şekilleri ortaya çıkmıştır. Yaşanan bu devrim ile birlikte ilerleyen teknoloji, şirketlerin stratejilerini yapılandırmakta, yeni iş yapma şekilleri tasarlamalarında ve üretim kanallarını arttırmakta faydalanılmıştır. Birinci ve ikinci sanayi devrimlerin de benzer gelişmeler sağlanmasına rağmen ek olarak bu yöntemler dışında yazılımsal çözümler ve iletişim teknolojileri de geliştirilmiş bunun bir sonucu olarak dünya küçülmüş, sınırlar ortadan kalkmış ticari girişimler tüm dünyada etkisini göstermeye başlamıştır (Özdoğan, 2019: 27).

Devrim beraberinde teknoloji ve endüstrileşmenin hızla gelişmesine neden olurken doğal olarak daha da zor bir rekabet ortamının gelişimi adına fabrikalar artmış, bunun bir sonucu olarak vasıfsız iş gücüne yönelik ihtiyaç da artmıştır. Birçok yoksul insan fabrikalarda çok düşük ücretlerle ve kayıt dışı şekilde çalıştırılmaya başlanmıştır. İşçilerin sayıca çoğalması, beraberinde işçi haklarına yönelik yasal düzenlemeleri de getirmiştir. İşçi ücret ve haklarının yasalarla koruma altına alınması, işverenler açısından yüksek maliyet anlamına

gelmekteydi. Bunun yanı sıra; az gelişmiş ülkeler ile gelişmiş ülkeler arasındaki finansal kaynak ve bilgi birikiminin farklı olması da bir sonraki devrimin ortaya çıkmasının bir başka sebebi olmuştur. Bunlara bilgi teknolojileri, sensör teknolojileri ve telekomünikasyon alanlarında meydana gelen gelişmelerin yaygınlaşması da eklenebilir (Dengiz, 2017: 39). Tüm bu teknolojideki gelişmeler, endüstri 4.0 olarak adlandırılan sanayileşmenin dördüncü aşamasının yaklaşmakta olduğunu göstermektedir. (Wang vd., 2015: 1).

4.4. Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0):

Dünyanın yeni bir sanayi devriminin kıyısında olduğu 2011 yılında gelinen nokta buhar ve su makinelerinden, akıllı fabrikalara uzanan bir serüvenin son noktasında ise endüstri 4.0' a geçişi yaşıyoruz (Özdoğan, 2019: 29). Schmidt vd., (2015) bu teknolojinin temelini, optimize edilmiş endüstriyel üretimin güçlü yönleri ile en yeni internet teknolojilerinin birleştirilmesi oluşturmuştur. Çağdaş üretim otomasyonu, akıllı okuyucular, yeni nesil mobil internet teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, bulut bilişim, birbirleri ile iletişim kuran üretim cihazları ve robotlar, üç boyutlu yazıcılar, kısacası en son teknoloji ile donatılmış yeni nesil akıllı fabrikalar bu devrimle birlikte ortaya çıkacaktır. Bu, en yeni siber bir devrimdir ve bugüne kadar üretilmiş tüm cihazların, siber sistemlerle bir araya geldiği bir dönemdir (Özdoğan, 2019: 29).

Kagermann vd., (2013) çalışmasında, insanlığın Endüstri 4.0'dan önce üç sanayi devrimi tecrübesi yaşadığından bahsetmiştir. Bu yeni teknoloji de geçmişte önemli kırılma anları gerçekleşmesine neden olan ve yıkıcı etkisi olan buhar, elektrik gibi buluşlar tarafından başlatılan endüstriyel olaylarla karşılaştırılmaktadır (Brynjolfsson vd., 2014: 1). Ortaya çıkan bu yeni teknoloji de benzer bir biçimde tek bir teknoloji ile değil, niceliksel olan teknolojik ilerlemelerin etkileşimi ile başlayarak yeni üretim yollarının ortaya çıkışına neden olmuştur (Brynjolfsson vd., 2010: 34). Endüstri 1.0'dan endüstri 4.0'a gelinen süreçte, günümüz fabrikalarında ürünlerin kişiselleştirildiğini, yıkıcı etkileri bulunan küresel rekabet ortamının üstesinden gelinebilmesi için üretim süreçlerinin akıllı fabrikalara dönüşmesi büyük önem taşımaktadır (Kagermann vd., 2013: 11).

Bu değişimin yerine getirilebilmesi ile üretim süreçlerinde yer alan bölümlerin birbiri ile kısa sürede iletişim sağlayabileceğine, ayrıca bütün verilere kolay bir biçimde ulaşılabilme imkânı sağlayan bu veriler yardımı ile üretimde maliyeti azaltan ve verimliliği artıran bir anlayışa ulaşılacağı savunulmuştur (Brettel vd., 2014; Siemens rapor, 2016). Özdoğan'a (2019) göre endüstri 4.0'da üçüncü sanayi devriminde üretilen yazılımsal teknolojilerle fiziksel sistemlerin bütünleştirilmesi ve bu bütünleşik sistemlerin kendi kendini yönetebilir hale dönüşümü gerçekleşmiş olacaktır. Bu da beraberinde daha önce ulaşılamamış bir üretim gücüne ulaşılmasını

sağlayacaktır. Ulaşılabacak bu gücün Schwab (2018: 16) dünyanın henüz çok başında olduğunu, bu devrimin henüz bu yüzyılla başladığını ve dijital devrimin üzerinde yükseldiğini, bunun yanı sıra bu devrimi çok yaygın kullanılan mobil internet ile ucuzlayan daha küçük ama daha yaygın sensörlerin yapay zekâyla birlikte makine öğrenmesinde karakterize ettiğini ifade etmektedir. Bununla birlikte dünya, bir dönüm noktasının başındayken dijital teknolojilerin etkisi ve otomasyon ile kendisinin sahip olduğu kuvvetleri ortaya koyacağını, benzerine daha önce tanık olunmamış gelişmelerin ortaya çıkacağını öngörmektedir.

Bu devrimi diğer devrimlerden ayıran en önemli özellik olarak sanal ve gerçek dünyaların etkileşimi oluşturur; üretimin dijitalleşmesi, otomasyon ve robot teknolojileri yardımıyla iş modellerinde köklü bir değişim de gerçekleşmektedir (Götz ve Jankowska, 2017). Endüstri 4.0'ın mantığını oluşturan "birlikte çalışabilirlik" özelliği tüm paydaşlar tarafından sağlanabilen en önemli özelliktir. Sanal ofis ve uzaktan erişim olanağı ile zaman ve mekân kısıtları ortadan kalkarken sanallaştırma ve sorumluluğun dağıtılması ilkeleri ise siber fiziksel sistemler ve akıllı fabrikalarla mümkün olmaktadır (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13).

Sanayi 4.0 akıllı fabrikaları, iş ihtiyacını sensörler vasıtasıyla algılayan ve uzaktaki diğer üretim araçlarının internet aracılığı ile iletişim kurup gereksinim duydukları üretim bilgisini bulut sistemler içerisindeki büyük verileri (Big Data) çeken akıllı makineler ve sistemleri kapsayan bir oluşum olarak tanımlar (Alçım, 2016: 20). Bir grup hızlı gelişmenin ve değişimin üretim sistemleri üzerindeki değişime katkısının yanı sıra ürünlerinin tasarımı, imalatı, işletimi ve servisinde de uygulanması ile rekabet koşullarında işletmelere avantajı da beraberinde getirecektir. Siber-Fiziksel Sistemlerin üretimde kullanılması ile kişiye özgü, doğa ile barış içinde olunmasını sağlayan üretim süreçlerinde iyileştirmeler meydana gelecektir (Çelikleş vd., 2015: 1).

Endüstri 4.0'ın alt yapısı ve sistemde kullanılan teknolojilerinin kökeninde bilişim teknolojileri (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13) ile otomasyon sistemleri ve internet aracılığıyla veri alışverişi olduğu ve buna bağlı olacak şekilde üretim teknolojileri gibi bileşenlerin koordineli bir biçimde çalıştırılması gerektiği savunulmuştur. Bu devrim yardımı ile her bir verinin kolaylıkla görüntülenebileceği, verimlilik seviyesinin üst düzeye çıkması sağlanabileceken bunlara bağlı olarak da akıllı fabrikaların yaygın olması beklenecektir (Uğurlu, 2019: 167). Akıllı fabrikalar olarak tanımlanan yeni üretim biçiminde makinelerin ve ürünlerin, herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın birbiriyle iletişim kurabildiği üretim ağı olması ile endüstri 4.0, geleneksel boyuttaki endüstri üretiminin ileri bir teknoloji ile donatılarak bilişim çağına üretim süreçlerinde yepyeni bir boyut kazandığı yeni bir süreç olarak görülebilir. Kısaca bir yandan tüketicinin değişen ihtiyaçlarına anlık bir şekilde uyum sağlayan üretim sistemleri; öteki taraftan ise birbiriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde olan sistemler.

Dördüncü sanayi devrimi, akıllı sanal- fiziksel sistemler kullanarak akıllı fabrikalar oluşturma fikrini bünyesinde bulundurur. Endüstri 4.0, kendini yapılandıran, kendini izleyebilen, kendini denetleyen ayrıca kendini iyileştiren otonom özelliklere sahip akıllı sistemlerce yönetilen imalat ekosistemleri ortaya çıkaracaktır. Bununla birlikte makine-insan işbirliği ile kurulan, farklı ve yeni türde ileri düzeyde üretim ve endüstriyel süreçlerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bu yeni üretim tarzı yüksek operasyonel verimlilik sağlanmasına ve verimliliğin hız kazanmasına katkı sağlayacaktır (Thames ve Schaefer, 2016: 12-17:). İnsanlar, makineler ve ürünler arasında gerçek zamanlı iletişim; bağlantı ve tanımların gerçekleşmesi, çok yüksek bir esneklikle birlikte müşteri taleplerini göz önünde bulundurması, dijitalleşmiş akıllı üretim modeli ortaya çıkarılması, bu devrimin en önemli özelliklerindedir (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13). Sonuç olarak dördüncü sanayi devrimi sadece akıllı ve bağlantılı makine ve sistemlerle sınırlandırılmaz. Kapsamı çok daha geniştir. Gen diziliminden, nano- teknolojilere, yenilenebilir enerjiden, kuantum bilgi işlemeye kadar birçok alanda eşzamanlı olarak gelişmelerin yaşandığı; temelde diğer devrimlerden, bu teknolojilerin iç içe geçip kaynaşması ile fiziksel, dijital ve biyolojik alanlarda karşılıklı etkileşmesi olarak farklılaşmaktadır (Schwab, 2018: 16).

4.5. Endüstri 4.0'ın Ortaya Çıkışı

İlk kez 2011 yılında Hannover Fuarında ortaya atılan Endüstri 4.0 yeni bir sanayi devriminin habercisi niteliğindedir (W. MacDougall, 2011; C. Bartodziej, 2017; H.S. Kang vd: 2016). Bugün yaklaşık olarak tüm endüstriyel üretimlerin %90 ı bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) tarafından desteklenmektedir (Kagerman vd., 2013: 13). Endüstri 4.0'a olan ilgi sadece akademik çevre ile sınırlı değildir. Türkiye'nin de öncelikli olarak geleceğin teknoloji devrimi bağlamında hükümet düzeyinde üzerinde durulan ve desteklenen bir evrededir. Bunun yanı sıra bir üretim gücü olarak Çin devlet makamları 2025 yılına kadar olan 10 yıllık planlarında sanayi ve üretim stratejilerinin endüstri 4.0'a evrilmesi gerekliliğini belirtmişlerdir.

Avrupa endüstri çevrelerince gündeme geldiği an ilgi gören ve Alman makamlarınca beyan edilen 2020 yüksek teknoloji stratejisi adı altında geleceğin projelerinden biri olarak kabul görmüştür. Almanya dünyadaki en rekabetçi üretim endüstrilerinden birine sahiptir ve üretim ekipmanları sektöründe de lider bir konumda bulunmaktadır. Bu, Almanya'nın yenilikçi üretim teknolojilerinin AR-GE ve üretme konusundaki uzmanlığı, karmaşık endüstriyel işlemlerin yönetimi gibi oldukça zor bir süreç olmasından ötürü hiç de küçümsenmeyecek bir meziyettir (Kagermann vd., 2013: 13). Alman üretim endüstrisi için verimlilik, esneklik ve kalitede artan devamlılık anahtar etkidir.

Endüstri 4.0'ın karmaşıklığı yeni teknoloji, yeni üretim alanı ve yeni iş modeli geliştirmelerini sağlamaktadır. İşçinin üretim ortamındaki rolü

kuşkusuz çok önemlidir. Endüstri 4.0 konusunu tanıtmak adına farklı öğrenme modülleri geliştirilmektedir (Prinz vd., 2016: 113-118). Ortaya çıkacak yeni teknolojiye uygun iş kolları yeni işçi grubu ve alanını da beraberinde getirecektir. Petrol ve kömür gibi yenilenebilir kaynakların azalması ile nüfustaki yaşlanmaya da bağlı olarak sanayideki iş gücü arzında düşüşe neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı endüstri radikal değişimlere ihtiyaç duymakta bu değişimin adresi olarak da Endüstri 4.0 gösterilmektedir (Wang vd., 2015: 2)

4.6. Endüstri 4.0'ın Amaçları

Sanayi devrimlerinin tamamının ortaya çıkış amaçları dönemlerindeki buluşların üretim faaliyetlerindeki verimliliği arttırmaya yönelik olmasından kaynaklanmaktadır. (Saatçioğlu vd., 2018: 1679).

Endüstri 4.0 işletmelerin esnek üretim süreçlerine sahip olarak, büyük miktarlardaki verileri gerçek zamanlı olarak analiz edebilmelerini sağlayıp aynı zamanda stratejik ve operasyonel karar vermeyi geliştirmek için ortaya çıkmıştır (Kagermann vd., 2013; Porter ve Heppelmann, 2014). Özel'e (2019) göre ise endüstri 4.0'ın amacı: Birbirleri ile iletişim kurabilen, veri analizi yapabilen, sensörler aracılığı ile süreci algılayabilen, bunun yanı sıra üretimde ihtiyaçları fark edebilen robotların kullanılması ile daha düşük üretim maliyetine katlanılmasını sağlayan, üretim de daha hızlı, ucuz ve kaliteli aynı zamanda da daha az israf yapılan bir duruma getirmek olarak tanımlanmıştır.

Bu gelişmeler ışığında üretimde verimlilik artarken sanayide büyüme hız kazanacak ve beraberinde iş gücü profilleri de farklılaşacaktır (TUSİAD, 2016: 20). EBSO (2015: 19). Bu devrimin temel amacı kendi kendini yönetebilen üretim süreçlerinin olduğu akıllı fabrikaların faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi olarak tanımlanmıştır. Akıllı fabrikaların kurulabilmesi ise ancak siber fiziksel sistem ve nesnelerin internetinin mevcudiyeti ile mümkün olabilecektir. Dengiz (2017) çalışmasında endüstri 4.0'ın amacını: Endüstri 4.0 veya dördüncü sanayi devrimi'nin, dijitalleşmenin getirdiği olanak ve inovasyonla üretimde daha verimli ve aynı zamanda daha rekabetçi hale gelmesi amaçlanmaktadır, şeklinde açıklamıştır. Endüstri 4.0'ın üretimde kullanımı ile bütün bölümleri otomasyon ile birbirine bağlanarak daha az maliyetli üretim yapılması sağlanabilecektir (Evans, 2017).

Wang vd., (2015) Endüstri 4.0 nesnelerin ve hizmetlerin internetini uygulamak için ortaya çıkan bilgi teknolojilerinin kullanılması iş süreçlerinin, mühendislik süreçlerinin, üretim operasyonunun sürekli kaliteli ve verimli olmasının yanı sıra yeşil bir biçimde ve düşük maliyetle uygulamak için derinlemesine entegre olmasının sağlanmasının gerekli olduğunu savunmuştur. Bu yeni süreç üretim ve tüketim ilişkilerini tamamıyla değiştirecek bir yapıya sahiptir. Değişen müşteri taleplerinin yanı sıra birbirleriyle sürekli iletişim ve

koordinasyon halinde olan otomasyon sistemleri yeni başlanan bir sistemin önemli özelliklerini yansıtmaktadır (Alçın, 2016: 20).

Endüstri 4.0' ın bizi etrafıca yörüngesine aldığını platform stratejileri ile hissetmek mümkün (Schwab, 2018: 67). Artan sayıda tüketici kendi fiziksel nesnelere almak yerine onun özünde bulunan hizmete dijital bir platform aracılığıyla erişim sağlamayı ve bu şekilde ödeme yapmayı tercih ediyor. Örneğin amazonun kindle mağazası milyarlarca kitaba dijital ortamda erişilebiliyor olması ya da spotify aracılığı ile bir uygulama sayesinde dünyadaki neredeyse tüm şarkıları dinleyebiliyor olunması gibi güçlü değişimler ekonomilerde çok daha şeffaf, sürdürülebilir değer değiş tokuşu modellerinin gelişimini mümkün kılmaktadır.

Türkiye açısından bakıldığında ise Endüstri 4.0 önemli mi? Önemli ise nedenleri nelerdir? Gibi sorular karşımıza çıkmaktadır. Aslında bu soruları, Endüstri 4.0'ın bilinirliğinin çok düşük olduğu ülkemizde anlamlı bir çerçeveye oturtmak oldukça zordur. Fakat yakın gelecekte etkisini gösterecek sonuçlar ve elde edilecek veriler ile gündemde sıklıkla karşılaşacağımız önemli konular arasında olması beklenmektedir.

Endüstri 4.0 uygulamalarının diğer ülkelerdeki gelişimi ile Türkiye üzerinde artan rekabet baskısı uzun vadede güçlü bir şekilde hissedilecektir. Bunun bir sonucu olarak Türkiye rekabet sıralamasının hem altındaki hem de üstündeki ülkelerden gelen maliyet baskısına maruz kalacaktır. Üretim maliyeti yüksek olan ülkeler, gelişmiş teknolojiye sahip üretim işletmelerindeki geniş ölçeği kullanma yoluna giderken; düşük üretim maliyetine sahip ülkeler ise yeni teknolojilere daha saldırgan bir biçimde ulaşma avantajları ile sahip oldukları pozisyonlarını daha da kuvvetlendireceklerdir (TUSİAD, 2016: 36). Önümüzdeki 5-10 yıl içerisinde birçok işletme Endüstri 4.0' a uyum sağlayarak hammadde dışındaki maliyet girdilerini %15-25 arasında daha düşük bir seviyeye indirecek. Bu iyileşmenin yalnızca Almanya'da 90-150 milyar euro etki sağlayacağı düşünülmektedir (EBSO, 2016: 25). Bu gelişmelerle birlikte Türkiye'nin karşılaştırmalı küresel rekabetçiliğinde yaşanacak olası bir zayıflama, küresel pazar payının düşmesine yol açacak ve beraberinde işsizlik ve azalan iş gücü kalitesine etki edecektir. Bunun bir sonucu olarak Türkiye yatırımların düşük bir seviyede seyrettiği, düşük katma değerli üretim yapılan bir ekonomik kısır döngüsüne girecektir. Diğer taraftan kararlı Endüstri 4.0 yatırımları ile küresel rekabet gücünde çığır açacak değişiklikleri yaratmaya çalışır ise, global değer zincirinden daha fazla pay alarak kaliteli işgücü istihdamında da artışa anlamlı bir temel oluşturacaktır (TUSİAD, 2016: 37).

4.7. Endüstri 4.0 Teknolojileri

Endüstri 4.0 kendi kapsamı içerisinde bulunan ne nesnelere interneti ne de akıllı fabrikalar, aslında bu devrim internetle sınırlandırılacak kadar küçük bir yapıya da sahip değil, biraz daha derinlemesine incelediğimizde, sadece üretim

sistemlerinin ve ürettikleri objelerin birbirine bağlı olduğu ve fiziksel verileri dijital alana çeken bir durum da değil; bu devrimde bulunan teknolojiler iletişim kuran, analiz eden ve bu bilgileri fiziksel dünyada akıllı aksiyonları sürdürebilmek için kullanarak fizikselden dijitale, dijitalden fiziksele geçişi sağlayan bir ekosistemdir.

Herman vd., (2016) çalışmasında, endüstriyel değer zinciri içerisindeki internete olan entegrasyon artışının bir sonraki endüstriyel devrim olarak adlandırılan endüstri 4.0'ın temellerinin başlangıcını oluşturduğunu belirtmiştir. İnternete olan entegrasyon artışı rekabetin yoğun olduğu küresel pazarlarda başarı sağlamak adına çok kısa sürede karar almanın bu koşullarda avantaj sağlaması bakımından baştan sona kadar gerçek zamanlı bir şeffaflıkla aynı zamanda mühendisliğin etki alanındaki dizayn kararlarında ve daha karmaşık durumlarda daha esnek çözüm ve sorumluluklar alınması ile işletmenin üretim alanındaki tüm bölgelerinde küresel optimizasyona ve erken karar almanın bir sonucu olarak işletmeye pozitif yönde etki edeceği görülmektedir (Kagermann vd., 2013: 13).

Üretim organizasyonunda üst yönetimde istihdam edilen beyaz yakalıların endüstri 4.0'ı benimsemiş olmaları ve bu teknoloji ile uyumlu kararlar almaları, işletmenin üst yönetimi ve yönetim kurulu başkanı ile bu teknolojiyi benimsemiş olmaları önemli olmuştur. Üst yönetimce desteklenmeyecek bir sistem çalışanlarca da önemsenmeyecek, bu bilgilerin mavi yakalılara aktarılması ve çalışanların yeni teknoloji ve çalışma prensiplerine göstereceği direnç karşı önemli bir direniş noktası olacaktır. İşletmenin ihtiyaç duyduğu veriler yalnızca işletmelerin karar alma mekanizması olan beyaz yakalı yöneticilere değil üretim alanındaki her bir faaliyetin gerçekleştiği her alanda entegre bir biçimde olmalıdır. İhtiyaç duyulan dikey ve yatay yönlü veriler, güçlü, otonom mikro bilgisayarlar (sisteme gömülü), internet ve kendi aralarındaki iletişimi wireles veri tabanı ile sağlayarak bu fiziksel dünya ile sanal dünya arasında yakınsama sonucu ortaya çıkan siber fiziksel sistem (Cyber-PhysicalSystem) ile gerçekleştirirler (Kagerman vd., 2013: 13). Bunu gerçekleştirebilmelerini sağlayan ise 2012'de yayınlanan yeni internet protokolünde (IPv6), artık akıllı nesnelerin internet üzerinden ve doğrudan ağ üzerinden bağlanmasını sağlamak için yeterli adreslerin varlığıdır. Bunun anlamı ilk kez veri tabanı kaynağının, bilginin, nesnelerin ve insanların artık nesnelerin internetini ve hizmetlerini ortaya çıkarabilecek olmasıdır (Kagerman vd., 2013: 13).

Dalenogare vd., (2019)'a göre ise farklı bir yaklaşımla yaşadığımız sanayi devriminde kullanılan teknolojiler asıl amaçlarına göre kendi içinde iki farklı katmanda incelenmiş. Bu yapının merkezine front -end teknolojisi diye adlandırılan ve bu teknolojinin üretim teknolojilerinin dönüşümünün temelinde yeni geliştirilen akıllı üretim ve akıllı ürün gibi teknolojiler olduğunu vurgulamıştır. Bu teknolojiler teknolojinin katmanları olarak tanımlanmaktadır. Wang vd., (2015), bu teknolojileri kullanmak için şu üç

temel özelliğın göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir bunlar: değer ağları üzerinden yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve üretim sistemi ağları ve tüm değer zinciri boyunca mühendisliğin baştan sona kadar dijital entegrasyonudur. Tüm olumlu yanlarının yanı sıra dördüncü sanayi devrimi "dijital, biyolojik ve fiziksel teknolojilerin yakınsamasıyla birlikte yeni küresel riskler yaratmakta ve mevcut riskleri arttırmaktadır" (Fırat ve Fırat, 2017: 10-1).

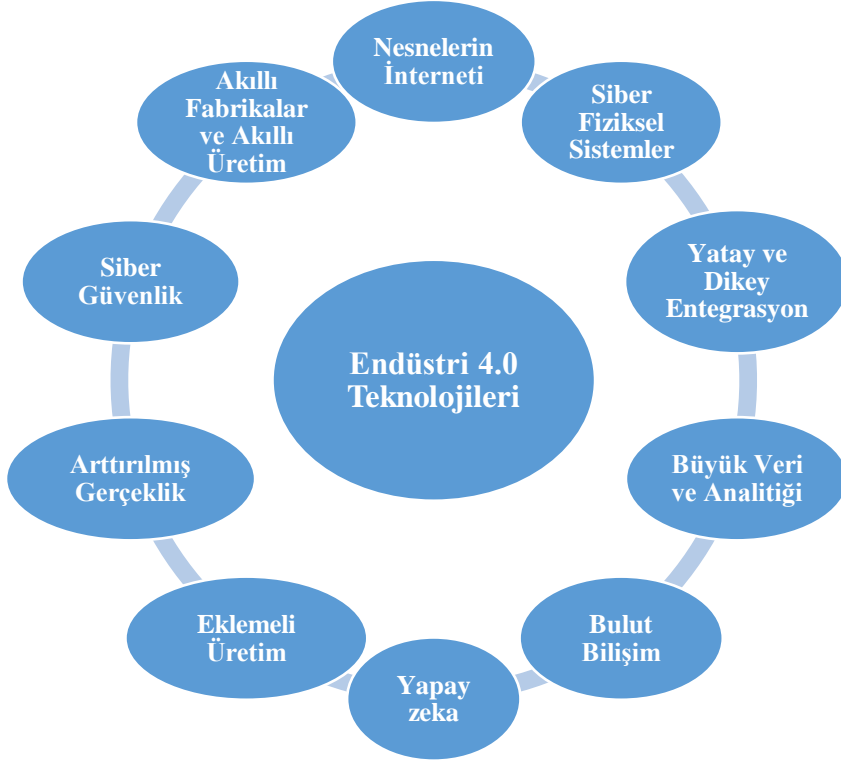
Dünya ekonomik forumunun Eylül 2015 yılında yayınlanan bir raporuna göre özgül teknolojik değişimlerin toplumdaki ana akım gelişmelerle bir araya geldiği 21 dönüm noktası olduğu ve bunların belirleyici olduğu rapor edilmiştir. Yapılan araştırma bilişim ve teknoloji alanında çalışan 800 işletmenin üst düzey yöneticisine yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda her bir özgül dönüm noktasının 2025 yılında gerçekleşmesini bekleyenlerin yüzde oranlarını ortaya koymaktadır. (World Economic Forum, 07.01.2020, <http://www3.weforum.org/>). Nesnelerin İnterneti bağlamında Dünya Ekonomik Forum tarafından yapılan bir araştırmada internet kullanımı ile ilgili öngörülen bazı sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.3. 2025 yılına kadar gerçekleşmesi beklenen dönüm noktaları. (World Economic Forum, 07.01.2020, <http://www3.weforum.org/>).

İnsanların yüzde 10'unun internete bağlanabilen elbiseler giymesi	91,2
İnsanların yüzde 90'ının sınırsız ve reklamsız depolamaya sahip olması	91,0
1 trilyon sensörün internete bağlanması	89,2
Amerika'daki ilk robot eczacı	86,5
Okuma gözlüklerinin yüzde 10'nun internete bağlanması	85,5
İnsanların yüzde 80'inin dijital bir varlığa sahip olması	84,4
3D yazıcılarla ilk otomobilin üretilmesi	84,1
Nüfus sayımını büyük veri kaynaklarıyla yapan ilk devlet	82,9
Implante edilebilir ilk mobil telefonun piyasada bulunur hale gelmesi	81,7
Tüketici ürünlerinin yüzde 5'inin 3D basılması	81,1
Nüfusun yüzde 90 'ının akıllı telefon kullanması	80,7
Nüfusun yüzde 90'ının internete düzenli erişime sahip olması	78,8
Amerika'daki yollardaki otomobillerin yüzde 10'nun sürücüsüz otomobil olması	78,2
3D baskılı ilk karaciğer nakli	76,4
Şirket denetimlerinin yüzde 30'unun yapay zekâ tarafından yapılması	75,4
Bir devlet tarafından blockchain üzerinden ilk kez vergi tahsilatı yapılması	73,1

Evlere giden internet trafiğinin yüzde 50'den fazlasının alet ve cihazlar için kullanılması	69,9
Küresel ölçekte otomobil paylaşımıyla yapılan seyahat ve yolculukların özel arabalara kıyasla daha çok olması	67,2
Trafik lambaları olmayan 50.000'in üzerinde nüfusa sahip ilk şehir	63,7
Küresel GSYİH'nin yüzde 10'unun blockchain teknolojisiyle tutulması	57,9
Bir şirket yönetim kurulunda ilk yapay zekâ makinesinin yer alması	45,2

Literatürde yapılan araştırmaların bir sonucu olarak bu bölümde aşağıdaki şekilde gösterilen Endüstri 4.0 da kullanılan teknolojilerin tanım ve özellikleri açıklanacaktır.



Şekil 4.1 Endüstri 4.0 Teknolojileri

4.7.1. Nesnelerin İnterneti:

Her şey bir kahve makinesinin internete bağlanması ile başlamış oldu. İnternete bağlı bu kahve makinesinde kalan kahve miktar bilgilerini güncelleyen bir sistem tasarlandı. 1991 yılında, Cambridge Üniversitesinde çalışan yaklaşık 15 araştırmacı akademisyen binada bir adet kahve makinesini

paylaşıyorlardı. Binanın alt katlarında ofisleri olan araştırmacılar merdivenleri çıkararak kahve makinesini boş bulmaktan sıkılmışlardı. Bu durum üzerine, kahve makinesinin her bir dakikada, üç adet görüntüsünü yakalayan ve masalarında var olan bilgisayarlarına aktaran bir sistem yarattılar (Şimşek, 2019: 67). Bu bir nesne ile internet üzerinden iletişim kurularak elde edilen ilk veri olarak düşünülmüştür. Literatürde ise nesnelerin interneti kavramı ilk olarak kurucu İngiliz girişimci Kevin Ashton tarafından ortaya atılmıştır. Fikir fiziki dünya algılayıcıları aracılığı ile bilgisayarların iletişim kurduğu bir sistemi tanımlama adına 1999'da formüle edilmiştir. Neredeyse on yıl sonra ağa bağlı cihazların sayısı dünya sakinlerinin sayısını aştı. Cisco isimli teknoloji firmasına göre bu an "Her şeyin İnterneti" olarak adlandırılan "Nesnelerin İnterneti"nin gerçek doğuşudur. Bu yaklaşımda, bir sistem sadece nesnelere için değil, aynı zamanda süreçler, veriler, insanlar, hayvanlar ve atmosfer olaylarını dahi bir değişken olarak ele alacak her şeyden oluşur (Aktaran witkowski, 2017: 766).

Her şeyin interneti olarak da isimlendirilen bu yeni teknolojik kavram sayesinde, bir ağ üzerinde makineler ve cihazlar birbirleri ile iletişim kurma kabiliyetini elde etmektedirler (Lee ve Lee; 2015: 431). Nesnelerin interneti denildiğinde akla ilk gelen nesnelere: internete bağlı bilgisayar, telefon gibi araçlardır. Bu nesnelerin dışında daha birçok farklı nesne de internete bağlanarak birbirleri ile haberleşmektedirler. Örneğin, evdeki buzdolabının, bitmek üzere olan gıda maddelerini süpermarkete listeleyerek istekte bulunması, aracımızın benzinin ne kadar kaldığını, trafikteki tıkanıklığı ya da boş park yerlerini algılayarak sürücüye mesaj yoluyla iletilmesi gibi örnekler verilebilir (Şekkeli ve Bakan, 2018: 22). Üretim alanında ise fiziksel sistemlere ve donanımlara gömülen akıllı okuyucuların daha fazla veri üretebilmeleri ile binlerce nesnelerin İnterneti cihazı üzerinden akan veriler bir altyapıda saklanarak analize tabi tutulabiliyor olmaları buna örnek olarak gösterilebilir (Özdoğan, 2019: 51).

Nesnelerin interneti teknolojisinin kullanım alanı çeşitliliği oldukça fazladır. Bu alanlara örnek vermek gerekirse, doğal çevre uygulamaları, alt ve üst yapı uygulamaları, endüstriyel uygulamalar, engelliler için uygulamalar, enerji yönetimi, sağlık sistemleri ve nakliye sistemleri uygulamaları olarak sıralanabilir (Şekkeli ve Bakan, 2018: 22).

Sanayi 4.0'daki gelişmelerin günümüzde imalat sanayi üzerinde etkileri olmaktadır. Endüstriyel internet olarak da isimlendirilen nesnelerin interneti (IoT), akıllı fabrikalar, akıllı ürünler ve akıllı servislerin temelini oluşturmaktadır (Kagermann ve diğerleri, 2015). "Akıllı Nesnelere" yaklaşımındaki gelişmelerle entegrasyon ve kesintisiz iletişim konularında yeni bir aşamaya ulaşılmıştır. Bu nesnelerin desteğiyle, yeni bir üretim yeteneği ve sanallaştırma gelişmektedir. Akıllı nesnelere ile bu nesnelerin kullanıcıları ve diğer akıllı nesnelerin etkileşimi sanal dünyada sağlanmaktadır (Scala vd., 2015: 205). Ning vd.,'e (2016) göre, nesnelerin interneti nesnelere arasındaki iletişimi

geliştirirken, sosyal ve bilişsel süreçler konusunun da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de siber-fiziksel sistemlerin toplumsal yapıları göz önünde bulunduracak biçimde yapılandırılması gerekmektedir.

Bu, teknoloji yapısı bağlamında incelendiğinde üç ayırt edici özelliği ortaya konulmaktadır bunlar ise: kapsam, her yerde mevcut olma ve optimizasyondur. Birincisi, mevcut bir çevre ile gelişmiş bir nesne etkileşimi olasılığını ve bunun değişimi için anında yanıt verilmesini ifade eder. Kapsam özelliği nesnelere konum, fiziksel durum veya atmosferik koşullar gibi bilgiler sağlanmasına izin verir. Her yerde mevcut olma ise günümüzde nesnelere, bir insan operatörünün kullanıcı ağına olan bağlantılarından çok daha fazlası olduğunu göstermektedir. Yakın gelecekte birbirleri ile büyük ölçüde iletişim kurabileceklerdir. Optimizasyon ise her nesnenin sahip olduğu işlevselliğin ifadesidir (Witkowski, 2017: 766).

Nesnelere interneti ve hizmetleri işletmedeki işlevselliği bağlamında incelendiğinde tüm üretim süreçlerini içeren ağlar oluşturularak fabrikaları akıllı bir ortama dönüştürmeyi sağlar. Siber fiziksel üretim sistemi, depolama sistemleri; üretim alanını, pazarlama, tedarik lojistiği ve üretimi bir uçtan bir uca dijitalleştirmeyi bilişim ve iletişim teknolojilerini ön plana çıkararak geliştirmiştir. Bu, üretimi yalnızca daha esnek hale getirmemiş aynı zamanda daha fazla farklılaşmış yönetim ve süreç kontrolleri fırsatları sunmuştur (Kagermann vd., 2013: 13). Buna ek olarak

(Aktaran witkowski): 2014 yılında Foresster danışmanlık adına yapılan araştırmaya göre:

- Lojistik ve taşıma sektörünün Yaklaşık olarak %90'nı halihazırda nesnelere interneti uygulamaları çözümlerini uyguluyor ya da yakın gelecekte uygulamayı planlıyor
- Katılımcıların yarısından fazlası nesnelere internetinin tedarik zincirini iyileştireceğini düşünüyor.
- Nesnelere interneti uygulamasındaki kilit teknolojilerin Wi-fi bağlantısı, güvenlik sensörleri, NFC (yakın alan iletişimi) iletişimi olduğu varsayılmaktadır.
- Katılımcıların yaklaşık %40 ı nesnelere interneti ile güvenlik ve maliyet etkinliğini arttırmalarında yardımcı olacağını umuyor.
- Katılımcıların yaklaşık %40'ı nesnelere interneti çözümleri uygulamalarının önündeki en büyük engel olarak bilgilerin gizliliği ve güvenliği konusundaki endişelerini dile getirdi.
- Katılımcıların %38 i bu uygulamaların karmaşık derecesi ile uygulama risklerinin yüksek olduğunu düşünmektedir.

Bu sonuçlar; zorluklara karşı nesnelere internetinin lojistik ve taşıma sektörleri için önemli olduğunu göstermektedir. Bu alandaki çözümler, olayların konumu ve izlenmesi hakkında operasyonel veriler sağlayabilir. Bu

bilgiler çerçevesinde işletmeler nesnelere interneti ile lojistik süreç döngüsü kısaltılarak ve maliyetlerini optimize ederek müşteri hizmetlerini geliştirebileceklerdir.

Dördüncü sanayi devriminin temel alt yapı unsuru olan veri toplayan topladığı verileri ihtiyaca göre işleyen bunları da bir dizi akıllı sensör ve bağlantılarla yapan Nesnelere İnterneti, bu verileri kullanmak üzere diğer aygıt ya da kişilere iletmektedir (Schwab, 2019: 138). Nesnelere internetini aktif bir biçimde kullanan üretim işletmelerinde üretim ve üretim sürecinin kontrolü bağlamında bir pratiklik sağlanacaktır. Yönetim departmanlarında akıllı tabletler ya da telefonlarla üretim süreci yönetilebilecek ve oluşacak problemlere de anında müdahale edebilecekken daha akıllı bir fabrikada ise makineler ve robotlar algıladıkları hataya kendi aralarında sağladıkları iletişim ile problemler karşısında çözüm üretmek üzere üretimin verimli bir biçimde akışına ya da durdurulması gerektiğine karar verir hale geleceklerdir.

Kullanılacak teknoloji ile tedarik zinciri daha akıllı bir hale gelecek ürünlerin üzerindeki barkodlar ve sensörler ile tedarik zinciri boyunca ürünlerin kendilerini yönetmeleri sağlanacaktır. Kullanılan teknoloji gereksiz enerji tüketiminin önüne geçecek makinelerin üzerindeki sensörler akıllı ölçüm ile nerede ne kadar enerji kullanması gerektiğini ölçerek optimum enerji tüketim miktarını saptayacaktır. Oluşturulan makine ve robotik sistemlerle gereksiz istihdamın önüne geçilecek ve kârlılık arttırılacaktır (EBSO, 2016: 16).

Nesnelere interneti üç temel imkân sunar, bunlardan ilki birçok verinin akıllı analitikle birleştirilmesini sağlayarak daha geniş bir çevredeki olayları yansıtan yeni bağlamsal veri kaynakları ile kullanıcı etkisiyle ilgili veriler sağlamak. İkinci temel imkân, etkililik ve verimliliği arttıracak biçimlerde iletişim ve koordinasyon içinde olan bu aygıtlarla hem uçtan uca otomasyon hem de insan makine birlikteliği ile yaratıcılığı arttıracak ve sorunların çözümüne olanak sağlayacaktır. Üçüncü olanak ise insanlığa değer sunmak adına yeni interaktif nesnelere ortaya çıkarılmasıdır (Schwab, 2019: 139).

Bughin vd., (2015) çalışmalarında, endüstri 4.0 teknolojilerinden nesnelere interneti ile birlikte çalışılabilirliğin değerinin nasıl arttığına yönelik 2025 yılına kadar ortaya çıkaracak potansiyel ekonomik etkiyi, fabrikalarda kullanılacak farklı aygıtlardan gelen verilerin kullanımı ile hat verimliliklerinin artışı sağlanacağını belirtmişlerdir. 1.3 trilyon USD, kentlerde kamu güvenliği için video, mobil telefon verileri ve sensörlerin kullanımı ile trafiğin izlenmesi, trafik akışını takip için 700 milyar USD, perakendecilerin kullandığı, otomatik ödeme için bağlı ödeme ve ürün algılama sistemleri için 700 milyar USD olacağı tahmin edilmektedir. Çalışma alanlarındaki iş kazalarını önlemek için çalışanın ve makinelerin yer konum tespit verileri için 500 milyar USD, araçların, satış öncesi analitik ve sigorta yüklemeleri için kullanacağı kullanım verileri için 400 Milyar USD olarak öngörülmektedir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerde, sensörlerin kullanımı ile tarım yönetimi için 300 milyar USD, dış faaliyetlerde, tedarik zincirinin çeşitli aşamalarında izlenecek

stok seviyeleri için 300 milyar USD, evlerde zaman kullanımını izlemek için ev enerji sistemlerindeki verilerin takibi için 1 milyar USD harcama yapılması düşünülmektedir. Ofislerde güvenliği arttırmak için kullanılan bina sistemlerinden ve diğer binalardan elde edilecek veriler için 1 Milyar USD'den daha az olup toplamda 4 Trilyon USD ekonomik etki yaratacağını ön görmektedir. Bu açıdan bakıldığında gelecekte üretim alanında rekabet edebilmek adına karlılık, performans ve verimlilik anlamında işletmelerin gelişimlerini sürdürebilmek için bu teknolojilere kayıtsız kalmaları pek mümkün görünmemektedir.

Alexander ve arkadaşları, bir kol bandı ve bir android telefona dayanan hafif ağırlıklı bir taşınabilir ve temassız EKG izleme cihazı geliştirmişlerdir. Geliştirilen cihaz, bir kolluk içine gömülü kapasitifkupajlı elektrotlar kullanılarak giysilerin elektrokardiyograf potansiyelini tespit etmiştir. Elde edilen gerçek zamanlı sinyaller daha sonra amplifikasyon ve filtreleme amacı için bir EKG sensörüne aktarılarak, sinyaller mikroişlemci tarafından işlenmiştir. İşlenen veriler Bluetooth 4.0 aracılığıyla görüntülemek amacıyla cep telefonlarına gönderilmiştir. Cihazın yapılan testleri sonucu sistemin uzun süreli ölçümler stabil, kolay taşınabilir ve kullanımı kolay olduğunu göstermiştir. Ayrıca sistemde hasta veya sağlık sunucular kayıtları detaylı olarak kontrol ederek kalp aktivitelerinde anormallik olup olmadığı ile ilgili bilgiye sahip olabildiği gösterilmiştir (Alexander vd., 2014: 1-4)

Bir başka çalışmada ise bebek yoğun bakım ünitesinde tedavi altındaki bebeklerden alınan fizyolojik verilerin hem hastane veri tabanından hem de hastane dışında bu verilere ulaşılmasını sağlayan nesnelere interneti tabanlı sistem önerilmiştir. Bu sistemle birlikte yoğun bakım ünitesindeki hastaların ilaç envanter takiplerinin de yapılması amaçlanmıştır (Aktaş vd, 2016: 52).

Ning vd.,'e (2016) göre, nesnelere internetinin nesnelere arasında iletişimi geliştirirken, sosyal ve bilişsel süreçler konusunun da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de siber-fiziksel sistemlerinde toplumsal yapıları göz önünde bulunduracak biçimde yapılandırılması gerekmektedir.

4.7.2.Siber Fiziksel Sistemler

Giderek daha güçlü olan, birbirleriyle ilişkili yeni teknolojik sistemlerin ortaya çıkmasına imkân veren üssel bir bilgi işleme birlikte iletim, depolama kapasitesi artışı ve aynı zamanda bilgi ile iletişim teknolojisindeki sürekli ilerleme siber fiziksel sistemler olarak tanımlanır. Bir başka ifadeyle fiziksel dünya ile siber dünya arasındaki iletişim ve bütünleşmeyi içeren yapıların tümü, siber-fiziksel sistemler olarak adlandırılır (Bartodziej, 2017: 54).

Siber fiziksel sistemlerin en önemli özelliği, üretimin çevik ve dinamik ihtiyaçlarının sağlanması, tüm endüstrinin etkinliğinin yanı sıra verimliliğinin de artırılmasıdır. Siber fiziksel sistemler fiziksel süreçler ile hesaplamaların

bütünleşmesi anlamına gelmektedir. Üretim sürecindeki kontrol, gözetim, şeffaflık ve verimliliğin tamamen yeni aynı zamanda farklı bir şekilde ele alınması ise başka bir boyutudur (Hofmann ve Rüsçh, 2017: 23). Tüm bunlara ek olarak gözlem, koordinasyon ve kontrol gibi üretim süreçlerindeki temel prensiplerin hesaplanması ve iletişimin ortak paydasında karma teknoloji aracılığı ile organize edilmesi de amaçlanır.

Daha basit tanımıyla fiziki makineler ile siber teknolojileri bütünleştirerek sürecin daha akıllı bir hale getirilmesidir (Davutoğlu, 2017: 553). Bir siber fiziksel sistem; sıkı biçimde entegre edilmiş hesaplama, iletişim ve fiziksel öğelerin bir araya gelmesiyle oluşur (Bradley ve Atkins, 2015: 2320). Kagerman Vd., (2013: 16)'e göre geçici ağ temelli siber fiziksel sistemler(CPS); kalite, zaman, risk, dayanıklılık, fiyat ve çevre dostu gibi iş süreçlerinin farklılıklarına dinamik olarak fayda sağlamaktadır. Bu, malzemelerin ve tedarik zincirlerinin sürekli düzenlenmesini kolaylaştırır. Ayrıca mühendislik süreçlerinin daha çevik olmasını sağlayarak, tedarik durumuna göre üretim süreçlerinin geçici daralmalarla değiştirilmesinin ortaya çıkaracağı olumsuzlukları azaltarak kısa sürede üretimde büyük artışları sağlayabilir.

Siber fiziksel sistemler, fiziksel faaliyetleri etkileyen iş hareketleri ile ilgili verileri toplayan sensörlerle donatılmış bileşenlerden oluşurlar. Sistem Sürekli değişen verilerin aynı anda sanal bir buluta bağlandığı akıllı sistemler olarak tanımlanmaktadır. Sosyo-Teknik sistemin bir parçası olarak üretim sürecinin entegrasyonu bağlamında operatörlerce insanımsı makine ara-yüzü olarak kullanılırlar (Aktaran Seliger ve Stock, 2016: 537)

Enformasyon ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler hizmet, lojistik, tasarım ve imalat biçimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Özellikle, fiziksel sürücüler ve mikro kontrolcüler arasındaki derin entegrasyon sanayi 4.0 sürecinde tüm araç ve makinelerin otomasyonunu işçi yerine kendi kendine kontrolünü ve otomasyonunu olanaklı kılmaktadır. Bilgisayar, iletişim ve kontrol teknolojileri tam zamanlı algılama (Real-time sensing), geniş ölçekli endüstriyel sistemlerin dinamik kontrolü, enformasyon hizmetleri ve ürün hayat döngü yönetimindeki gelişmeleri desteklemektedir. Ancak henüz bu teknolojilerin ulaştığı düzey ihtiyaçlarımızı tam olarak karşılamamaktadır. Siber-fiziksel sistemlerin nihai amacı, “akıllı izleme” (intelligent monitoring) ve “akıllı kontrol” (intelligent control)ün gerçekleştirilmesidir. Bu süreç tam zamanlı enformasyon çıkarsaması, veri analizi, karar verme ve veri transferi oluşumlarının gerçekleşmesine bağlıdır (Yue vd., 2015: 1262).

Endüstri 4.0; internetin, fiziksel ve sanal dünyayı bir araya getirdiği sistemler olarak kabul edilebilen daha önce görülmemiş bir bağlantı ile kodlanmasıdır. Kısaca, siber-fiziksel sistemler fiziksel süreçlerle hesaplamının bütünleştirilmesidir (Kagerman vd., 2013: 16). Siber fiziksel sistemler işletmenin yalnızca makine ile sanal dünya arasında bağlantısını sağlamaz aynı zamanda insan kaynakları bağlamında da işletmeye katkı sağlar. Sistemleri

kullanan şirketlerin; daha esnek iş faaliyet modelleri, çalışanlarının işleriyle özel hayatları ve bunun yanı sıra kişisel gelişimleri ile mesleki gelişimlerinin sürekliliği arasında daha iyi bir denge kurma ihtiyacını karşılamak için iyi bir şekilde organize olacakları anlamına da gelmektedir. Bu sistemler sayesinde şirketin gereksinimlerini ve çalışanların kişisel ihtiyaçlarını karşılamak için yeni bir esneklik standardı sağlanacak, işleri düzenlemek için yeni fırsatlar elde edilecek, iş gücünün büyüklüğü azaldıkça, bu en iyi çalışanları işe alma konusunda siber fiziksel sistem kullanan şirketlere açık ara avantaj sağlayacaktır (Kagerman vd., 2013: 16). Yani bugünün klasik donanımlarından farklı olarak düşük maliyetli, az enerji harcayan, az ısı üreten, fakat yüksek güvenilirlikle çalışan donanımlar sayesinde (EBSO, 2015) maliyetlerin azaltılması, globalleşme, artan enerji maliyetleri, çevresel farkındalık, esneklik ve uyumluluk sağlayarak (TÜSİAD, 2016); endüstriyel üretim süreçleri için genel stratejik hedefler, yani ürünler bağlamında belirli bir kaynaktan mümkün olan en yüksek ürün çıktısının sağlanması (kaynak verimliliği) ve mümkün olan kaynakların az düzeyde kullanılması (kaynak etkinliği), bu teknoloji ile ulaşılmak istenilen en somut sonuçlardır.

Siber fiziksel sistemler üretim süreçlerinin tüm değer ağı genelinde, durum bağlamında optimize edilmesini sağlar. Dahası üretimin durması yerine sistemler üretim sürecinde kaynakları bakımından sürekli olarak optimize edilebilirler, enerji tüketimleri ve emisyonlarını azaltabilirler (Kagerman vd., 2013: 16). Siber fiziksel üretim sistemleri, hız ve güvenilirlik açısından dağıtılmış akıllı bileşenlerden faydalanamamaktadır. Sistemlerin karmaşık olması kullanılmasını zorlaştırmakta ve yeni standartlar bu durumun yönetilmesine yardımcı olabilmektedir. Örneğin, nesnelere interneti siber-fiziksel üretim sistemlerinin iletişimini standart bir hale getirebilir (Jeschke vd., 2017:189).

Siber fiziksel sistemlerin beş temel aşaması vardır ve şu şekilde sıralanmaktadır: (Bartodziej, 2017: 54)

1. Fiziksel ve sanal dünyaların birleşmesini sağlamak.
2. Dinamik olarak uyarlanabilir sistemin sistemlerini oluşturmak.
3. Değişiklik adapte edilebilir, özerk, gerçek zamanlı kontrol sistemleri kurmak.
4. Dağınık kontrol sistemleri ile işbirliği yapmak.
5. Kapsamlı bir insan–sistem işbirliği.

Aşağıdaki tablo 4.4. de siber fiziksel sistemlerin tarihsel gelişimi kronolojik bir biçimde tanımlanmıştır.

Tablo 4.4. Siber Fiziksel Sistemlerin Tarihsel Gelişimi(Bradley ve Atkins, 2015: 23024).

Tarih	Olay/Olgu
1932	Nyquist,kontrol sistemleri konusunda frekans teknikleri ortaya çıkışı
1940-1945	Örneklenmiş veri sistemi teorisi geliştirilmiş
1945	İlk amplifikatör tasarımı yapılmıştır.
1946	İlk taşınabilir hücreli telefon ortaya çıkışı
1946	İlk bilgisayarın keşfi (ENIAC)
1950	Robot Locus metodunun oluşturulması.
1954	Dijital kontrol sistemlerinin geliştirilmesi
1969	ARPANET (ilk internet) geliştirilmesi
1973	Gerçek zamanlı işleme sistemleri geliştirilmiştir.
1973	Optimal, adaptifnon lineer kontrol sistemleri ile stokastik sistemler geliştirilmiştir.
1990	Hibrit sistemin keşfi.
1997	IEEE 802.11 Wi-fi standardı geliştirilmiştir.
2000	Ağ önceliği sistemi geliştirilmiştir
2006	Siber Fiziksel Sistem kavramın buluşu
2007	PCAST Siber Fiziksel sistem ulusal eylem planına girişi
2010	Siber Fiziksel sistem ile ilgili uluslararası konferansların sunulması
2014	Üretim alanlarında Siber Fiziksel sistem ile ilgili birçok çalışma

4.7.3. Yatay ve Dikey Entegrasyon

Yatay entegrasyon; hammadde tedarikinden, üretim, pazarlama ve nakliye kadar bütün süreçler bağlamında, üretim ve planlama sürecindeki her bir adımın kendi arasında, ayrıca farklı işletmelerin üretim ve planlama süreçlerindeki adımlar arasında kesintisiz bir akışı ifade eder (Endüstri4.0, www.endüstri4.0platformu.com, 20.05.2018) Değer ağları üzerinden yatay entegrasyon; müşteriler, tedarikçiler ve diğer dış ortaklar arasında bilişim teknolojileri sistemleri ile süreçlerin,veri akışlarının entegrasyonunu sağlayan şirketler arası işbirliği olarak tanımlanmıştır (Götz ve Jankowska, 2017: 1635).

Schuh vd., (2015) çalışmasında bu teknoloji sayesinde değer zinciri boyunca ortak verilerin kullanılmasının, dikey ve yatay olarak entegre edilmiş bilgi sistemlerince mümkün olduğunu; bilginin değer zincirinde mevcut olan tüm bilişim sistemleri arasında sürekli olarak değiş tokuş edildiğini, böylece sipariş bilgilerinin her an ürün, iş ve işlem talimatlarının müşteri bilgileri ile ilişkilendirilebileceğini ve tüm tarafların aynı veri kümesine erişiminin

mümkün olmasının işletmeye mükemmel bir tedarik esnekliği sağlayacağını belirtmiştir.

Dikey entegrasyon, tüm süreçlerde kullanılan teknolojik alt yapıda kesintisiz bir haberleşme ve akışın sağlanmasıdır (Ersoy, 2016: 10). Wang vd., (2015: 2)'e göre fabrikanın dikey entegrasyon ayarı, son derece esnek ve yeniden yapılandırılabilir akıllı fabrikayı kurmak anlamına gelmektedir. Bu nedenle akıllı fabrikalarda verimli aynı zamanda kârlı bir biçimde özelleştirilmiş ve küçük partili ürünler üretilebileceğine inanılıyor. Götz ve Jankowska (2017: 1635). Bu teknolojinin olumsuz gibi görünen, bilişim teknolojisi sistemlerinde tüm süreçleri ve veri akışları entegrasyonu olarak tanımlanan; tasarımdan satışa kadar gereksiz veri toplayan karmaşık bir sistem algısına yol açabilecektir. Bunun yanında sipariş bilgilerini içeren birincil bilişim teknolojileri sistemi aracılığı ile üretimden planlama sistemlerine hatta makineler ve saha seviyesine kadar her şeyle bağlantılı, makinelerin siparişler tamamlandıktan sonra bunu tüm sistem bileşenlerine rapor eden bir yapı olduğu da gözden kaçırılmamalıdır (Schuh vd., 2015: 27).

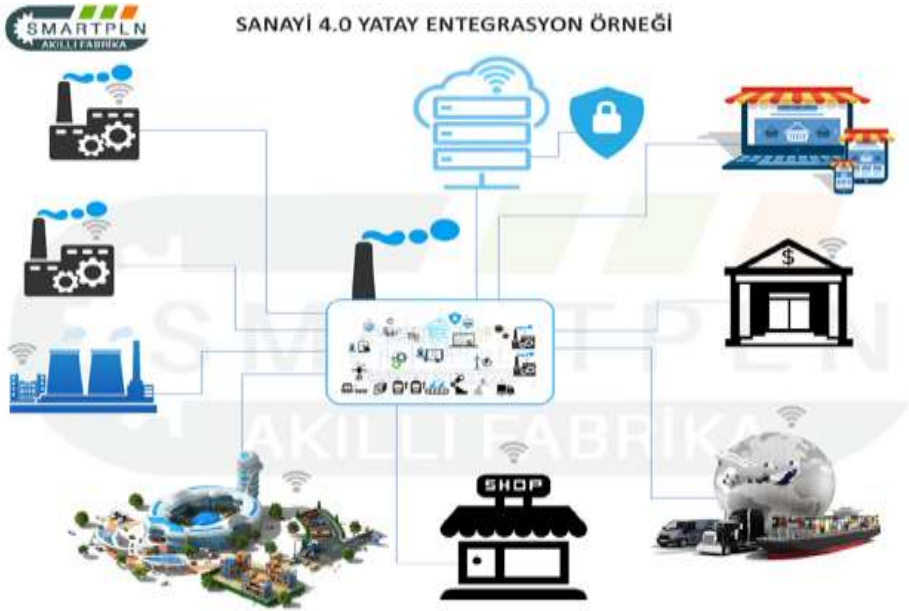
Dikey Entegrasyon akıllı çapraz bağlantılar ve organizasyon içerisinde işletme birimlerindeki farklı hiyerarşik seviyede dijitalleşmeye gereksinim duyar. Bu yüzden dikey entegrasyon öncelikli olarak küçük farklı adetlerde, kabul görür düzeyde verimliliğe sahip, daha çok talebe uyarlanmış bir üretimi mümkün kılan, yüksek esnekliğe sahip akıllı fabrikalara dönüşüme olanak sağlayacaktır (Wang vd., 2016: 2).

Endüstri 4.0, dikey-yatay üretim süreçleri entegrasyonu ve ürün bağlantısı sayesinde firmaların ve organizasyonların daha yüksek performans elde etmelerine olanak sağlayacak yeni bir endüstriyel aşama olarak kabul görmektedir (Dalenogare vd., 2018: 383). Dikey ve yatay entegrasyonun gerçekleştirildiği endüstri 4.0 sayesinde üretim süreçlerindeki değişikliklere ve sorunlara hızla karşılık verilebilmesi, müşteriye özel ve kişiselleştirilmiş üretimin kolaylaşması, kaynak verimliliğinin artırılması, küresel tedarik zincirinde optimizasyon elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca işletmelerin daha esnek bir yapıya kavuşması mümkün olmakta ve ihtiyaç duyulan değişiklikler basit ara-yüz güncellemeleriyle sağlanabilmektedir (SIEMENS, 2016: 10).

Bir üretim sistem ya da fabrikası; aktüatör, sensörle kontrol, üretim yönetimi ve kurumsal planlama gibi çeşitli fiziksel ve bilgi alt sistemlerine sahiptir. Esnek ve yeniden yapılandırılabilir bir üretim sistemi sağlamak için aktüatörlü ve sensörlü sinyallerin kurumsal kaynak planlama seviyesine kadar farklı seviyelerde dikey entegrasyonu esastır. Bu entegrasyonla kendini organize edebilen akıllı makineler kendi kendilerini dinamik bir biçimde yeniden organize ederek farklı tip ürünleri üretebilir hale gelirler. Kitlese büyük veriler, üretim sürecini şeffaf hale getirmek için bilişim teknolojileri ile toplanır ve işlenir (Wang vd., 2016: 2). Yatay Entegrasyon denildiğinde bilişim teknolojilerinin iş planlama süreçlerinin farklı aşamalarına entegrasyonu, gelen

lojistik, giden lojistik, üretim ve pazarlama gibi konuların yanı sıra; farklı şirketler arasındaki değer ağlarını da organize eder (Domingo, 2016: 16).

Dikey entegrasyona ulaşmanın ilk adımı, üretim alanındaki fiziksel nesnelerin ve parametrelerin sensörler, aktuatörler ve Programlanabilir Mantık Denetleyicileri(PLC) ile dijitalleştirilmesidir. Daha sonra veriler üretim kontrolü ve teşhisi için Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi (SCADA) ile üretim alanında toplanacaktır. Yönetsel bilgi katmanları olan üretim yürütme sistemleri ‘MES’ ve SCADA’dan veri elde ederek, Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ile de üretim pozisyonu için işletme hazır olacaktır. Tüm sistem eksiksiz bir biçimde entegre olduktan sonra üretim siparişinin bilgileri ters yönlü, aşağı yönde ilerler; ERP’den MES’e oradan da SCADA’ya kurumsal kaynakların üretim siparişleri için planlanan programa göre dağıtılmasına yardımcı olur. Bu nedenle, dikey entegrasyonun üretim sürecinde daha fazla şeffaf ve kontrollü oluşu atölyede karar alma süreçlerinin iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Farklı tür ürünlerin uyumunu artırmak için akıllı üretim makineleri yardımıyla üretim alanındaki makineler ağ kapsamına dahil edilir, bu sistem M2M (makineden makineye) makinelerin birbirlerini anlayabilmesini sağlayan, üretim hatlarına adaptasyonlarını kolaylaştıran, birlikte çalışılabilirliğe sahip iletişim sistemi olan bu yapıyla mümkündür (Kagermann vd., 2013: 13).



Şekil 4.2. Yatay Entegrasyon Örneği

4.7.4. Büyük Veri ve Veri Analitiği

Dördüncü sanayi devrimi, tüketiciler olarak sıfır maliyetle kişisel yaşamımızın verimliliğini yükseltebileceğimiz yeni ürün ve hizmetlerden faydalanabilmemizi mümkün hale getirmektedir. Bu yeni dünya düzeninde taksi çağırarak, uçak bileti almak, müzik dinlemek, bir ürünü satın almak, ya da film seyretmek, gibi hizmetler için ödeme yapmanın yöntemi değişmiştir. Fiziki ürünün yanında ya da hizmetin tedarik edildiği noktada olmaya gerek yoktur. Tüketici bağlamında tartışılmaz bir lüks olan internet, akıllı telefon ve binlerce uygulama hayatlarımızı kolaylaştırıyor ve bir bütün olarak bizi daha üretken hale getiriyor. Okumak, internette dolaşmak ve iletişim kurmak için kullandığımız bir aygıt; 30 yıl önce kullanılan 5000 adet masa üstü bilgisayarın sahip olduğu bilgi işlem gücüne sahip olabilmıştır (Schwab, 2018: 21). Bu teknolojiler, muazzam bir ayrıcalık ve konforu insanlığa armağan etmektedir.

Günümüz iş dünyasına endüstri 4.0 teknolojilerinden büyük veri bağlamında sağlanan avantajlara değinmek gerekirse veriler; makineler ve cihazlar yardımıyla üretilip bulut alt yapılı sistemler içerisinde saklanmaktadır (Roblek vd., 2016). İhtiyaç duyulduğu anda işletme yöneticileri veya tüketiciler bu verilere kolayca ulaşabilir. Ağlardaki verilerin büyüklüğünün ilerleyen yıllarda bir ürünü satın almaktan çok daha fazlasını ifade etmesi düşünülmektedir. Bundan dolayı da büyük veri endüstri 4.0 için kritik bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Yin ve Kaynak, 2015; Witkowski (2017: 768). Bununla birlikte verinin depolanması teknolojik gelişmelere paralel olarak maliyet açısından ciddi avantajlar ortaya çıkarmıştır. Scwab (2018: 21)'e göre enformasyon depolamanın maliyeti sıfıra yaklaşmaktadır. Bugün 1 GB depolamanın ortalama yıllık maliyeti 0,03 dolardan daha azdır. 20 yıl önce bu maliyet 10.000 doların üzerindeydi. Endüstri 4.0 verilerin saklama maliyetinin avantajı ile sınırlandırılmayacak kadar önemlidir. Endüstri 4.0 da veri keşfi, makine öğrenimi gibi çağdaş yazılımsal gelişmeler daha önce ulaşamadığımız bilgilere erişim imkânı sunuyor. Bu devrim için tek bir bileşenden bahsetmek pek mümkün değildir. Birçok veri kaynağından toplanan çok farklı hız ve büyüklükteki verilerin analizi, algoritmaların çalıştırılması ve yönetimi ile bilinmedik bilgiye ulaşmaya çalışmak endüstri 4.0'ın ilgi alanındaki konulardır. Bu nedenle gerçekleşecek bu devrimde çok fazla veri uzmanına ihtiyaç olacaktır (Özdoğan, 2019: 43).

Günümüzde internetteki hızlı gelişim büyük miktarlarda bilginin günlük olarak üretilmekte ve toplanmakta olduğunu, işlem ve analizleri geleneksel araçların yeteneklerinin ötesinde olsa da, bunu analiz edecek bir teknolojinin var olduğunu onun da büyük veri olduğunu belirtmiştir. Büyük veri birçok farklı kaynaktan bilgi edinme sayesinde sürekli büyüyen ayrıca bu veri tabanını hızlı aynı zamanda verimli bir biçimde yönetmemizi ve kullanmamızı sağlayan araçtır. Bu teknoloji önemli olanın daha az önemli olandan ayrışmasına ve analizine yardımcı olurken iş hedeflerini gerçekleştirmek için etkili bilgi

aktarımını destekler. Forrester'ın tanımına göre, büyük veri dört boyuttan oluşur:

- Veri boyutu: büyük veri kavramı, verinin toplanması, depolanması, yönetim ve analiz için sıradan araçların kapasitesini aşan veri kümelerini ifade eder, bu verileri yönetmek için teknolojik yeteneklerle bağlantılıdır.
- Veri çeşitliliği: büyük veri işlem sistemleri, sosyal ağ siteleri, ya da internet gibi çeşitli kaynaklardan gelir. Bu veriler dinamik olarak değiştiği için çok fazla yapılandırılmazlar. Bu da geleneksel analiz yöntemlerinin kullanımını olanaksız kılar.
- Hız: (Veri üretme ve analiz hızı) büyük veride gerçek zamanlı olarak veri analizi yapılmaktadır. Bu, Sürekli akan ve değişen verilerden gelen doğru sonuçların devamlılığı için yapılmaktadır.
- Değer: (değer verisi): Burada genel amaç tüm bilgi kitlesini bizim için en önemli olana yalıtılmaktır. Bu nedenle sonuçların gerçek koşulları yansıtması ve en uygun ticari faaliyetleri sağlaması çok önemlidir. Büyük veri ile veriler geleneksel yöntemlere göre daha ileri düzeyde analiz edilir.

Büyük veri girişimleri yalnızca politika, karar verme, önemli bilimsel ve sosyal zorlukların daha iyi anlaşılmasını teşvik etme bağlamında değil aynı zamanda hükümetler ve vatandaşlar arasındaki işbirliğinin geliştirilmesi, yeni dijital hükümet hizmetleri çağrısı yapma konusunda da önemli fırsatlar sunmaktadır. Diğer bir ifadeyle, büyük veri teknolojisi ile akıllı hükümetten tutun da dönüşümcü hükümete, büyük verinin işbirliği teşviki ile ise tarım, sağlık, ulaşım ve daha fazla zorluk içeren diğer alanlara gerçek zamanlı çözümler üretmek mümkün olacaktır. Ayrıca bununla yeni bir politika ve karar alma çağı başlatmak da mümkün hale gelecektir (Bertot ve Choi, 2017: 1-10).

Üretimde kendisine yeni uygulama alanı bulan büyük veri gruplarından faydalanan analiz yöntemleri, üretim kalitesini arttırmakla kalmayıp enerji tasarrufu ile ekipman bakım ve onarımını da daha basit hale getirmektedir. Bunlara ek olarak gerçek zamanlı karar verme süreçlerinde standardizasyonun da çok kısa bir zamanda gerçekleşeceği bilinmektedir (TUSİAD, 2016: 25). Endüstri 4.0'ın en önemli unsurlarından, temel yapı taşlarının veri analitiği ve dijital güvenilirlik olduğu açıklanan PWC'nin raporunda; şu an %50 dolaylarında önemli görülen bu konular 5 yıl içerisinde önem bakımından %83 gibi büyük oranlara yükselecektir. Aynı zamanda ilerleyen süreçte işletmelerin veri analitiğinin önemini kavrayacağı ve etkin bir biçimde kullanılacağı da belirtilmektedir (Özdoğan, 2019: 48).

4.7.5. Bulut Bilişim

Endüstri 4.0 için diğer bir önemli faktör olarak görülen bulut bilişim (Yıldız, 2018: 550), bilişim aygıtları arasında ortak paylaşımı sağlayan hizmetlerin tamamını kapsayan bir teknolojidir (Davutoğlu vd., 2017: 544-567). Verinin saklandığı ve işlendiği bilgi işlem servisleri, hesaplama, depolama ve ağ hizmetleri bu bütünleşik yaklaşımın çekirdeğini oluşturur. Ancak bulut teknolojisinin dördüncü sanayi devrimine asıl katkısı bilgi işlem departmanlarının bulut teknolojisi ile bütünleşmesi ile mümkün olacaktır. Kurum ve organizasyonlara sağladığı gerçek zamanlı takip, üretim ve kalite alanlarında gelişim ile gerçek zamanlı veri değiş tokuşu sayısal ortamda birlikte çalışma ve bütünleşmeyi beraberinde getirerek tedarik zinciri yönetiminin aktif kullanılmasının yanı sıra verimliliği artıracaktır (Magg4, 30.05.2020, www.magg4.com)

Bulut bilişim, müşteriler tarafından oluşturulan taleplere cevap vermek için verimliliği artırarak, ürün maliyetlerini düşürüp, optimum kaynak sağlanmasına izin veren aynı zamanda siber-fiziksel üretim hatları oluşturarak paylaşılan, dağıtılan üretim kaynaklarını bir paylaşım mantığı ile bir ağa bağlayan üretim modelidir (Yıldız, 2018: 550). Sisteme dahil tüm uygulama, program ve tüm verilerin sanal bir alanda toplanarak internet üzerinden tüm bu verilere istenilen zamanda ve yerde ilgili kişilerce bu program aracılığı ile kolayca ulaşılması (Davutoğlu vd., 2017: 544-567), verilerle ilgilenen kişi yada kurumlar açısından oldukça kıymetli bir bilgidir .

Bilişim teknolojilerine ait herhangi bir çözümün ürün olmaktan ziyade, bir hizmet olarak tedarik edilmesi bulut bilişimin en faydalı özelliğidir. İhtiyaç olan bir yazılım ya da donanımı satın almak yerine bir bulut veri sistemi üzerinden sağlamak son tüketici açısından çoğu zaman en mantıklı satın alma davranışıdır. Bu sistemin en önemli özelliklerinden biri de sistemi hızlı bir biçimde aktive edilebilme özelliğidir. Bir donanımın tedariki belki haftalarca süreceken bu sistem sayesinde anlık aktivasyon işlemi yapılabilir (Özdoğan, 2019: 88).

Bulut bilişim, birçok bilgi işlem verisini kişisel ve işletme kullanıcıları için yönetebilir, internetteki özerk ve heterojen servis yöntemi ile isteğe bağlı kullanılacak bir veri deposu ortaya çıkarabilir (Wan ve Zhou, 2015: 138). Bulut bilişim, gerçek zamanlı bir biçimde, büyük veri akışlarını yönetmenin yanı sıra, birçok nesnelerin interneti cihazını ve insanın bulunduğu süreci, yönetmek için arka planda iç faaliyet çözümleri gerçekleştirir (Lee ve Lee, 2015: 433).

Bu teknoloji imalat sanayi için geleneksel iş modelinin dönüşümünü sağlayan, ürün inovasyonu ile iş stratejisinin uyumlu bir biçime dönüşmesine yardım eden, etkili bir işbirliği oluşumunu destekleyen akıllı fabrika ağları oluşumunu sağlayacak en önemli teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Xu, 2011: 75). Bunlara ek olarak bu tür uygulamaların kullanımı KOBİ'ler açısından

büyük maliyet avantajı da sunmaktadır. Yapılan araştırmalar kobilerin ihtiyaç duydukları donanımları bulut bilişim kullanarak tedarikinin, kendi sistemlerini kurmalarına göre 40 kat daha avantajlı olduğu belirtilmektedir. En büyük dezavantaj ise verilerin başka bir ülkede saklanacak olmasıdır (Özdoğan, 2019: 89).

4.7.6. Yapay Zekâ

Lee vd., (2018: 22), yapay zekâyı, görüntü işleme, doğal dil işleme, robotik, makine öğrenmesi, vb alanlarda zengin araştırma faaliyetlerine sahip bilişsel bir bilim olarak tanımlamışlardır. Gelişmiş robotik ve sensör teknolojisi, bireyselliği daha da artırma potansiyeline sahip olup bölünmeyi ve esnekleşmeyi hızlandırma kapasitesine de sahiptir (Deloitte,20.09.2019, www.deloitte.com). Yapay zekânın ana hedeflerinden birisi öğrenmektir. Diğer bir ifadeyle öğrenilen bilginin, tecrübenin simüle edilmesidir (Özdoğan, 2019: 96). Endüstriyel yapay zekâdan beklenen çok yönlü ve mükemmelliktir. Bu beklentilerin kısmen yerine getirilmesi bile yapay zekânın endüstriye katkılarını benzersiz ve başarılması zor olan konular haline getirmiştir. Veri kalitesi, siber güvenlik, makineden makineye (M2M) etkileşim gibi konular bu zorluklar karmaşası arasında büyük bir önem arz etmektedir (Lee vd., 2018: 22). Yapay zekâdan beklenen insan seviyesinde bir akla sahip olarak ortaya çıkacak problemlere ve anlık verilmesi gereken kararlarda insan gibi çözümler üretilmesi ve karar alınmasının yanı sıra mantık yürütübilmesidir (Özdoğan, 2019: 97).

Üretici ve işletmeci bağlamında ise makine öğrenmesi teknikleri ile ortaya konan yapay zekâ algoritmalarıyla, üreticiler bir bütün olarak işleyen sisteme sahip olacaklarından kaliteyi düşüren ve gözden kaçan her türlü olasılıktan haberdar olabileceklerdir (magg4, www.magg.com, 06.10.2019). Üretim bağlamında yapay zekâ akıllı üretimi birçok yönden desteklemektedir. Makinelerde, gelişmiş analitik araçlar makine arızalarını, aşırı yüklenmeleri veya diğer sorunları izlemek ve tahmin etmek için sensörlerden toplanan verileri analiz edebilmektedir. Bu da üretim sürecinde beklenmeyen arızalar nedeniyle duruş sürelerinin önlenmesine yardımcı olan öngörücü bakımı mümkün kılmaktadır (Tao vd, 2018, Akt; Frank vd., 2019: 17).

Bir başka görüşe göre her fabrika için kritik dört bileşen mevcuttur. Bunlardan birincisi; sistematik, sürdürülebilir ve ölçeklenebilir bir şekilde veriyi toplayan, temizleyen, tamamlayan ve koruyan veri hattıdır. İkincisi, alınacak aksiyonlar ya da olası gelecek senaryolarına dair tahminlemeler yapan algoritmalarıdır. Üçüncü bileşen ise yeni algoritmalara dair hipotezlerin test edilmesini ve bu sayede sunduğu önerilerin istenilen etkiyi yaratmasını sağlayan deney platformudur. Son olarak dördüncü bileşen ise bu süreci gömülü bir yazılımla içerisinde hem dahili hem harici kullanıcılar arasında bağlantı kuran altyapıdır. (Harvardbusiness review, 02.02.2020,

www.hbrturkiye.com). Bu teknolojiye sahip makineler, üretim sürecinin önceki aşamalarında üründe bulunan uygunsuzlukları otomatik olarak tanımlayabilir, kalite kontrolünü artırabilir ve üretim maliyetlerini azaltabilir (Tao vd., 2018 aktaran Frank vd., 2019: 17).

Ekonomi piyasaları açısından bakıldığında ise Ant Financial Şirketi geleneksel bankaların aksine dijital temeller üzerine kuruldu. Operasyonel faaliyetlerini yürütecek hiçbir çalışanı yoktu ve bu konudaki tüm işlemleri yapay zekâ yapmaktaydı. Çalışanlar, yöneticiler, süreç mühendisleri, süpervizörler ya da müşteri hizmetleri temsilcileri tarafından yürütülen geleneksel iş süreçlerinden öte algoritmalar bizim için değer ortaya koyuyordu (Hbr, 02.02.2020, www.hbrturkiye.com). Bu açıdan bakıldığında yapay zekânın şirketlere sağladığı katkının boyutunu anlamak daha kolay olacaktır.

Üretim aşamasında birbirleriyle iletişim halinde olan makineler ve otonom robotlar, birbirlerinin hatalarını fark edebilmelerinin yanı sıra, kendi üretim potansiyellerini de değerlendirip daha iyi bir duruma gelebileceklerdir. Üretim bantlarının zor ve bir o kadar da dikkat isteyen aynı zamanda detaylı hesap gerektiren evrelerinde görevlendirilecek cihazlar, yapay zekâ destekli bir disiplinle çalıştıklarında karar ve öneri geliştirebileceklerdir (magg4, www.magg.com, 06.10.2019). Yapay zekânın kullanıldığı alan o kadar fazla ki, bilgi işlem gücündeki üstel artışların ve yeni ilaçların keşfinde kullanılan yazılımlardan, kültürel ilgilerimizi tahmin eden algoritmalara kadar çok geniş veri erişilebilirliğinin getirdiği ivme ile bu algoritmaların çoğu dijital dünyada bırakılan ekmek kırıntıları misali iz verilerden öğrenmektedir. Bununla birlikte ortaya çıkan makine öğrenmesi, yeni çeşitleri ve otomatik keşfin sunduğu fırsatlarla; akıllı robotlar ve bilgisayarlar kendi kendini programlayarak ilk ilkelere optimum çözümler meydana getirebiliyor (Schwab, 2018: 20).

Son olarak yapay zekâ, günlük üretim siparişlerinin yanı sıra uzun vadeli üretim taleplerini öngören ve bunları dönüştüren ERP gibi sistemleri de tamamlar (Tao vd, 2018 aktaran Frank vd, 2019: 17). Büyük veriden aldığı destekle kendisini geliştiren yapay zekâ, akıllı fabrika sistemini anlık olarak denetleyebilme kabiliyeti ile insanın göremeyeceği ayrıntıları fark edebilecektir (Magg4, www.magg.com, 06.10.2019).

4.7.7. Eklemeli Üretim

Eklemeli üretim sanal ortamlarda tasarlanan herhangi bir üründen, üç boyutlu çıktı alınmasını sağlayan makineler olarak tanımlanmaktadır. Yapı ve çalışma prensibi olarak CNC tezgahlarına benzemekte fakat bizlere geleceğin teknolojilerini sunması ile bu üretim tezgahlarından ayrıştığı da görülmektedir (Özdoğan, 2019: 80). Oetmeier ve Hofmann'a göre (2017) eklemeli üretim kavramını literatürde farklı isimlerle görmek mümkün olmakla beraber, işletmelere maliyet, enerji tüketimi, karbon salınımı düşürülmesi gibi imkânlar sunarken talep üzerine üretime de imkân tanımaktadır.

”3D baskı” olarak da adlandırılan eklemeli imalat, üç boyutlu dijital bir çizim ya da modelden tabaka üstüne tabaka basarak fiziksel bir nesne oluşturmak demektir. Bu nesnelerin şimdiye kadarki yapıma tarzını ifade eden, tabakaların bir malzemeden sonunda arzu edilen şekle ulaşmaya kadar parça parça kaldırılması şeklindeki çıkarmalı imalatın tam tersidir (Scwab, 2018: 12). Üretim maliyetlerini büyük oranlarda azaltan bu teknoloji, gelişmekte olan ülkeler için de üretim ve inovasyon anlamında çığır açacaktır. Bu teknoloji, üretim teknolojilerinde çığır açacak nitelikte değişiklikler ve yenilikler getirerek yaratıcı fikir ve tasarımlar gerçek modellere, son ürünlere ve prototiplere süratle evrilecektir (EBSO, 2015: 12).

Eklemeli üretimde plastik, alüminyum, paslanmaz çelik, seramik ya da alışıma benzeri çok farklı malzemeler kullanılabilir ve üretim için geçmişte bütün bir fabrika ortamına gereksinim duyan süreçleri tek başına yapabilecektir. Bu teknoloji hali hazırda rüzgar tribünü ve oyuncak tarzı ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Schwab, 2018: 172).

Yaşadığımız süreçte covid-19 salgınında sağlık çalışanları ile toplum sağlığı açısından son derece önemli olan plastik siperliklerin üretimi de eklemeli üretimle yapılmıştır. Bu da hız ve esnek çalışma ortamı gibi avantajları sayesinde insanlığa büyük bir katkıda bulunmuştur.

4.7.8. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, ek bilgisayarlar tarafından ortaya çıkarılan bilgilerin gerçek dünya ortamına entegrasyonunu sağlar. En güncel artırılmış gerçeklik uygulamalarının birçoğu, bilgisayar grafikleri kullanıcılarının bulunduğu çevresine göre uyarlanmasıdır. Bu sistem kullanıcıların yakın çevreleri ile doğrudan iletişime geçmeleri ve etkileşimde bulunarak deneyim kazanmalarını sağlayan bir sistemdir (Pealke, 2014: 1). Schreiber vd., (2002: 380)’e göre: kullanıcının başa monte ekranları uygulamaları ile bilgisayarların ürettiği nesnelere gerçek nesnelere birleştirmesine olanak tanıyan bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik; montaj ve söküm, bilgi yönetimi, eğitim ve muayene, görevlendirme gibi faaliyetlerde uygulama alanı bulabilecektir. Bu teknoloji gerçek dünyaya ilişkin sanal bilgi algılayışını artırarak bilgiye başka bir düzeyde ulaşma ve bunları kullanma şeklini getirmiştir (Üstündağ ve Cevikcan, 2018: 52).

Artırılmış gerçeklik hızla değişen üretim ortamında çalışan insanları görevle ilgili olarak doğrudan kullanıcının görüş alanına kayıtlı olan bilgileri sağlar. Bu sistem bilinmeyen görevlerde yönlendirmek ve bilgileri doğrudan mekânsal bağlamda görselleştirebilen ve çalışana sunan özelliğe sahip bir sistemdir (Pealke, 2014: 1). Zenginleştirilmiş gerçeklik olarak da adlandırılan bu teknoloji, grafik ortamında ses video, grafik ya da GPS verileri ile bilgisayarlar yardımı ile üretilip insanların duyularına hitap edecek şekilde dijital platformlar olarak da tanımlanır. Sistemin çalışma yapısı ise canlandırma

ile fiziksel ve gerçek alanda birleşme sağlayıp kullanıcıya yeni bir algılama alanı oluşturmaktadır. Yeni algı alanı canlı olarak doğrudan doğruya ya da dolaylı görseller yardımıyla yansıtabilmektedir. Bu sistemde insan duyularına hitap edecek ve duyuları etkileyecek girdiler, dijital ortamda zenginleştirilerek simüle edilebilir ve sonrasında artırılmış bu gerçeklik kullanıcının algısına sunulur (Endüstri 4.0, www.endüstri4.0.com,08.09.2019; Davutoğlu vd., 2017).

İşletmeler bağlamında ise bu teknolojinin kullanımı ve yardımıyla etrafındaki bilgi ile etkileşime girerek sayısal bilgi işleniğiyle çevresiyle ilgili yapay bilgi ve öğelerin doğru kullanılması sayesinde gerçek dünyayla alakalı verilere kolaylıkla ulaşılabilir. Bakım faaliyetleri esnasında operatörlere rehberlik etmek amacıyla artırılmış gerçeklikten yararlanılabilir. Ayrıca titreşimi, gürültüyü ve ısıyı takip eden sensörler; operatörlerin arızadan önceki anormal koşulları tespit etmeleri konusunda büyük fayda sağlayacaktır (Üstündağ ve Cevikcan, 2018: 52).

İşletmeler, üretim, pazarlama ve satış dağıtım sonrası destek konusunda bakım ve eğitim giderlerini düşürme eğilimindedirler. Bu açıdan bakıldığında üretim firmaları bakım uygulamalarını geliştirmek adına yerinde uzmanlar istihdam etme maliyetini düşürmek için artırılmış gerçeklik temelli sistemleri talep edeceklerdir (Gilchrist, 2016: 220). Çalışanların tamir edilmesi gerekli sistemleri incelerken, bir yedek parçanın değiştirilmesi gerektiği konusunda yönlendirme alabilmesi için bu bilgiler artırılmış gerçeklik gözlükleri gibi akıllı cihazlar sayesinde yapılacak operasyonlarla doğrudan çalışanın görüş alanında görüntülenerek nasıl yapılacağı konusunda bilgi sahibi olabilir (TUSİAD, 2016: 30). Sağlanan teknoloji ile işletme adına oluşacak ek maliyetlerin önüne geçmek mümkün olacaktır.

Artırılmış gerçeklik tamamen farklı bir bakış açısıyla öğrenme ve algı becerileri kullanılarak satranç oynama, matematiksel teoremleri kanıtlamak, şiir yazmak, kalabalık bir caddede araba kullanmak ve hastalıkları teşhis etmek gibi spesifik alanlara kadar birçok alanı içine alır. Artırılmış gerçeklik herhangi bir fikri görevle ilgilidir ve gerçekten evrensel bir alandır (Russell ve Norving, 2016: 1).

Kato ve Billingham (1999: 1) çalışmalarında sanal görüntülerin gerçek dünyadaki yerini alarak artırılmış gerçeklik konferans sistemini tanımlamasını yapmaya çalışmışlardır. Bu çalışmanın sağladığı faydalardan bahsetmek gerekirse uzak mesafelerde ortak alanda çalışması gereken kişiler sanal monitörlerde sanki istenilen alandaymış gibi temsil edilebilmekte örneğin uzaydaki bir kullanıcı serbestçe istenilen alanda konumlandırılabilir. Ortak kullanıcılar sanal nesnelere ortaklaşa görüntüleyerek onlarla paylaşılan sanal beyaz bir tahtada etkileşime girebilirler. Yapılan çalışmanın sonuçlarında sistemdeki işaretçiler kullanıcıya yakın olduklarında iyi sonuçlar alınırken, kullanılan kartlar kameradan uzaklaştıkça doğruluk oranı azalmaktadır.

Arttırılmış gerçekliğin özelliklerine değinmek gerekirse; gerçek ve sanal nesnelere gerçek bir ortamda birleştirmek en önemli özelliğidir. Etkileşimli ve gerçek zamanlı çalışması, buna ek olarak gerçek ve sanal nesnelere birbirleri ile belirli bir düzene koyarak kayıt altına alması önemli özelliklerinden bazılarıdır (Azuma vd., 2011: 34).

4.7.9. Siber Güvenlik

Bilgi teknolojileri altyapısının gelişmesi ve geniş coğrafi alanlara yayılması; bireylerin, toplumların, kurumların, devletlerin birbirleri ile olan ilişkilerini iletişim ve bilgisayar ağları aracılığı ile yürütebilme imkânı vermiştir. Günümüzde iki milyardan üzerinde insan internetten faydalanmakta ve yapılan araştırmalar 2025 yılında bu sayının 4 milyardan üzerine çıkacağını öngörmektedir. Kullanıcı sayısı arttıkça bilginin güvenliği açısından siber güvenliğin önemi de ortaya çıkmaktadır (Yılmaz vd., 2015: 133).

Siber güvenlik veri güvenliğinin kontrol altında tutulmasını sağlamak olarak tanımlanır. Cihazların internete aktif olarak bulunmaları tehlikeli bir ortamda korumasız olmaları anlamına gelmektedir. Sağlanamayacak güvenlik veri kaybına ve bilgi güvenliğinin sağlanamamasına sebep olabilmektedir. Bilgi güvenliği, bilginin üretildiği işletmede ya da organizasyon dışında bilginin oluşturulması, işlenmesi, depolanması ve hatta yok edilmesi gibi faaliyetler esnasında oluşabilecek tehditlere karşılık; teknik, legal ve merkezine insanı alan güvenlik bağlamında tüm tedbirlerin alınmasıdır. Bilginin güvenliğinin sağlanması dediğimizde gizliliğinin, erişilebilirliğinin ve bütünlüğünün sağlanmış olması anlaşılmaktadır (Cherdansea ve Hilton, 2013: 1).

Siber güvenlik sistemlerinin asıl amacı firmaların güvenliğini sağlayarak fiziksel iletişimin sağlıklı ortamda sürdürülebilmesine imkân vermektir (Bulut, 2017: 57). İşletmelerde ve üretim işletmelerinin yanı sıra birçok kritik uygulamanın altyapısında merkezi denetim ve veri toplama sistemleri uygulanmaktadır. Bu sistemler siber saldırılara her geçen gün daha fazla maruz kalmakta. Bunun bir sonucu olarak işletmeler bilişim teknolojilerini verimli bir biçimde kendi sistemlerine uygulayabilmek için akıllı cihaz ve makinelerin kesintisiz bir biçimde faaliyetlerine devam edebilmeleri ve kritik verilerin işletme içi ya da dışında yetkisiz kişilerce ele geçirilmesini önlemek adına uzmanlardan hizmet alma gerekliliği hissetmektedirler (Akben ve Avşar, 2018: 30).

Birçok firma hala birbirine entegre olmayan yönetim ve üretim sistemlerini kullanmaktadır. Etkileşimin ve bağlanabilirliğin artmasıyla kritik endüstriyel sistemleri ve üretim hatlarını siber güvenlik tehditlerine karşı korumak amacıyla, makinelerin kimliklerinin belirlenmesi ve makinelere erişimin yönetilebiliyor olması nedeniyle güvenli iletişimin önemini arttıracaktır (TUSİAD, 2016: 28). Yılmaz vd., (2013: 144)'e göre siber

güvenlik konusundaki gelişmeler ve teknolojiler o kadar hızlı ilerlemekte ki Türkiye açısından bu gelişim karşısında ortaya konan düzenlemeler ve suçlularla mücadele çok yetersiz kalmaktadır. Ortaya çıkan ve çıkacak olan Küresel tehditler karşısında ülkemize ait milli çözümler geliştirilmesinin önemi büyüktür.

4.7. 10. Akıllı Fabrikalar ve Akıllı Üretim

Günümüz rekabet koşullarında geleneksel üretim yöntemleri ile piyasada var olabilmek imkânsız değil. Fakat nasıl bir varoluş olduğuna karar vermek beklisi de zor olan. İşletmenin üst düzey yöneticisi ya da sahibi belirli bir gelir düzeyiyle tatmin oluyorsa ulusal ya da uluslararası hedefleri yoksa ve geleneksel bir işle meşgulse fiziki kuvveti bu iş için yeterli ise kendisini çok da geliştirmesine gerek yok belki de. Buna karşın ülkesi ve kendisi için hedefleri olan günün rekabet koşullarında ben de varım diyebilecek işletmeler mevcut sisteme girebilmek adına yaşanan dönüşüm ve değişimi gerçekleştirmek zorundadır. Bu bağlamdan bakıldığında geleneksel üretim sistemini benimsemiş işletmelerin uzun vadede yaşam eğrisi hep aşağı yönlü seyredecektir. Üretim faaliyetinde bulunan fabrikalar da dünyayla rekabet edebilmek adına maliyetlerini düşürmek zorundadırlar. Bunu başarabilmek ve verimliliklerini artırabilmek için günümüzde yaşanan endüstri devriminden nasibini almalı ve akıllı fabrikalara dönüşümü gerçekleştirmelidirler. Peki, akıllı fabrikadan kasıt nedir? Ya da hangi fabrikalar akıllıdır?

Akıllı fabrika, üretimde insan faktörünün en aza indirilmesi demektir (Uğurlu, 2019: 167). Yaşanan her sanayi devrimi beraberinde üretim süreçlerinde değişime neden olmuş ve otomasyonun da sürece eklenmesiyle üretimde insan faktörünün rolü değişime uğramıştır. Ekonomik büyüme ve istihdam artışı endüstri 4.0'ın temel hedeflerinden sadece birkaçını oluşturmaktadır. Endüstri 4.0 anlayışı ile üretimde yeni iş süreçlerinin ortaya çıkması ve ihtiyaç duyulan iş gücü profilinde değişim olması da söz konusudur.

Akıllı fabrikalar hayali artık zorunluluk halini alacaktır, bu gerçeklerle yüzleşen işletmeler tüketici taleplerini karşılamak amacıyla, üretim alanlarında günün koşullarını yakalayacak dönüşümü yapmaya mecbur kalacaklardır. Bu dönüşümü gerçekleştirmek için kaynak ayıracaklar, ayırdıkları kaynak ile endüstri 4.0'ın üretim sürecinin sağlanması, müşterinin talepleri ve tedarikçiden toplanan verileri analiz eder hale gelmesi ile akıllı fabrikalar ortaya çıkmış olacak; tüm bu imkanlara ek olarak robot teknolojisinin yardımı ile kolay bir şekilde ürünün üretilmesi sağlanacaktır. RFID (Radio-frequency identification / Radyo Frekansı ile Tanımlama) etiket sensörleri ile akıllı robotlar üretim bandındaki ürünü tanıyarak işlem gerekliliklerini yerine getirebileceklerdir. Bu sayede farklı ürünlerin aynı üretim bandından hatasız çıkışı sağlanabilecektir (Bulut, 2017: 56).

Akıllı fabrikalar, büyük veri yönetiminde düzenleme ve uygulamaya dayalı gelecekteki ileri üretim teknolojilerini kapsayan yeni akıllı imalat sistemler olarak kabul görmüşlerdir. Akıllı endüstrilerin amacı; üretim verimliliği yüksek, kaliteden ödün vermeyen ve aynı zamanda maliyetleri düşük, kaynak tüketimi az ürünler üreten, her yerde bulunabilen ağ teknolojisi aracılığı ile endüstriyel cihazların birlikte hareket ettiği çevre algısı olan bir sistem kurmaktır (Wan ve Zhou, 2015: 138).

Özdoğan'a göre (2019: 30) akıllı fabrikalar olarak tanımlanan yeni nesil fabrikalar tüm fiziksel sistemlerin otomatikleştirilerek uzaktan takip edilebilirliğinin sağlanması ve üretim sistemlerinde, fabrikalarda kullanılacak yeni nesil robotların kusursuz çalışmakla birlikte birbirleri ve insanlarla iletişim halinde olmasıdır. Buna ek olarak robotlar ve bunların kullandıkları sistemlerin yapay zekâ ile bütünleşerek öğrenen algoritmalara sahip olmaları endüstri 4.0 ile mümkün olacaktır. Tüm bu teknolojinin bir sonucu olarak yakın gelecekte endüstri 4.0 teknolojisi ile donatılmış bir fabrikada tedarik sürecinden son tüketiciye kadar uzanan süreçte kendi kendine öğrenerek çalışan bir fabrikaya dönüşüm gerçekleşecektir.

Kagerman vd., (2013) Akıllı fabrikalarda insanlar, makineler ve kaynaklar birbirleriyle sosyal bir ağdaymışçasına iletişim halinde olduklarını, akıllı ürünlerin nasıl üretildiklerini ve nasıl kullanılmalı gerektiğini ayrıntılarıyla bildiklerini ayrıca ne zaman yapıldı? Gibi soruları yanıtlayarak üretim sürecini aktif olarak desteklemektedirler. Benim üzerimde çalışılması için hangi parametreler kullanılmalı? Ben nereye teslim edilmeliyim? Gibi soruların cevaplarını barındırması gereken akıllı ürünlerin akıllı mobilite, akıllı lojistik ve akıllı şebekelerle olan ilişkisi akıllı fabrikaları yarının akıllı altyapılarının önemli bir parçası haline getireceğinin bir göstergesidir. Bir diğer önemli konu ise sistem mühendisliğine önem verilmesidir. Sistem mühendisliğini destekleyen sekiz temel işlev olduğu öne sürülmektedir. Tasarım/geliştirme, yapım/inşaat/üretim, dağıtım/komisyon ve desek/bakım gibi işlevler bir şirketin endüstri 4.0'ı uygulamasıyla doğrudan ilişkili işlevlerdir. Sistem tasarım süreci, bir ürünün üretilmesi için toplanan gereklilikleri karşılayan teknolojik bir tamamlayıcıdır.

Frank vd., (2019) çalışmalarında, akıllı fabrikaların önemli bileşenlerinden birinin de akıllı robotlar olduğunu belirtmişlerdir. Ortaklaşa çalışmaya dayalı robotlar insanlarla interaktif çalışan ve iş görenlerin faaliyetlerini destekleyen işlevlere sahiplerdir. Bu yöntemde üretim işleri, robotların hassaslık, güvenilirlik ve yeterlilik ile insanların kaybolmayan esnek çalışması olarak tanımlanır. Bu mantıkta amaç: Çalışan robotların kullanımıyla çalışanların katma değeri düşük iş yüklerini azaltmak ve çalışanların robot işçiliğine göre daha üst düzey işler için potansiyellerinden faydalanmaktır. Bu açıdan bakılınca robot ve otonom makinelerin üretim sahalarında kullanımı ile insanın daha kritik görevlerde çalışmasına imkân sağlanacaktır. Endüstri 4.0, yoğun bir bilişim teknolojileri donanımı ve yazılımı kullanımı ile üretim

faaliyetlerine yeni bir yaklaşım getirmiştir. Bu robot ve yazılımların desteklediği akıllı üretim, otonom güdümlü araçlar ve malzemelerin iç izlenebilirliğinin yanı sıra buna iç lojistik süreçleri de dahil edildiğinde akıllı teknolojilerin dahil olduğu süreçleri bünyesinde bulundurmaya zorundadır (Tao vd., 2018; Zhou vd., 2017).

Kang vd., (2016), İmalat sanayinde yaşanan son devrim olarak kabul gören 4.sanayi devriminde ve aynı zamanda yeni bir paradigma olarak kabul gören akıllı üretimin çeşitli bilgi işlem teknolojilerinin tanıtılması ve mevcut üretim teknolojileri ile yakınsama yoluyla gerçek zamanlı olarak etkili ve doğru karar almayı destekler nitelikte son teknolojilerin olduğunu belirtmişlerdir. Akıllı üretim teknolojileri Endüstri 4.0 kavramının çekirdeğinde iç işlem faaliyetlerinin ana omurgası gibi çalışmaktadır (Ahuett-garza ve kurfess, 2018) Müşteri bilgileri ve verileri üretim sistemine entegre edildiğinde akıllı ürün, ürünlerin işletme dışı katma değerini göz önünde bulundururken bu iki boyut, üretilen ürünler üzerinde doğrudan etkisi olan teknolojileri ele almaktadır. Akıllı üretim ürün işleme teknolojilerini ele alırken, akıllı ürünler ise ürün sunuşu ile ilgili teknolojileri ele alır. Bu nedenle akıllı üretimin Endüstri 4.0'ın başlangıcı olduğunu varsayarsak akıllı ürünün de onun uzantısı olduğunu söyleyebiliriz.

Akıllı üretimin boyutlarına değinmek gerekirse bunlar 6 ana amaca ayrılmıştır.

Tablo 4.5. Akıllı Üretimin Boyutları

	Çalışılan Teknoloji	Yazar
Dikey Entegrasyon	1 Sensörler, programlanabilir mantık kontrolleri(PLC)	Jescke vd, (2017) Lee vd., (2015)
	2 Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama (SCADA)	Jeschke vd, (2017)
	3 Üretim Yönetim Sistemi (MES)	Telukdaire vd,(2018),
	4 Kurumsal Kaynak Planlama(ERP)	Jescke vd, (2017)
	5 Makine den Makineye İletişim (M2M)	Gilchrist(2016)
Sanallaştırma	1 Sanallaştırma Kabulü	Mortensen ve Madsen(2018)
	2 Süreçlerin Similasyonu (Dijital üretim)	Jeschka vd.,(2017).
	3 Öngörücü Bakım için Yapay Zekâ	Tao vd.,(2018)
	4 Üretim planlama için yapay zekâ	Gilchrist(2016)

Otomasyon	1	Makineden makineye iletişim (M2M)	Kagerman vd.,(2013)
	2	Otomasyon ve robotlar	Gilchrist (2016)
	3	Üretimdeki otomatik uygunsuzlukların tespiti	Gilchrist (2016)
İzlenebilirlik	1	Hammaddelerin tanımlanması ve izlenebilirliği.	Angeles (2009)
	2	Son ürünün tanımlanması ve izlenebilirliği	Angeles (2009)
Esneklik	1	Katmanlı üretim	Wellervd.,(2015); D'Aveni(2015)
	2	Esnek ve otonom hat	Balogun ve Popplewell(1999); Wang vd.,(2016)
Enerji Yönetimi	1	Enerji verimliliği izleme sistemi	Gilchrist (2016); Kagermann vd., (2013)
	2	Enerji verimliliği geliştirme sistemi	Jeschke vd.,(2017); kagermann vd.,(2013)

Akıllı üretim fabrikasının genel entegrasyonuna karar verme eylemlerinin insan müdahalesine daha az bağımlı olmalarına yardımcı olmak amacıyla, üretim alanından orta ve üst düzey yönetim seviyelerine kadar, şirketin tüm hiyerarşik seviyelerini birleştiren gelişmiş bit sistemlerini içermektedir.

Üretim firmaları farklı ihtiyaçlara odaklandıklarında yukarıda belirtilen akıllı üretim teknoloji uygulamalarını kendilerine öncelik olarak benimseyebilirler. Ancak literatürdeki son bulgular, endüstrinin endüstriyel performans için bu teknolojilerden beklenen faydalarda değiştiğini göstermiş ve şirketler, endüstri 4.0'ın daha yüksek bir olgunluk seviyesine ulaşmak için bu tür teknolojilerin uygulandığını, bunun sistematik olarak düşünülmesi gerektiğini göstermiştir (Dalenogare vd: 2018), Bu öneri Akıllı üretim teknolojilerinin birbirleriyle ilişkilendirilebileceğini ve endüstri 4.0 amaçları için bir sinerji yaratılabileceğini göstermektedir. Bu siber fiziksel sistem olarak adlandırılan sistem, içerisinde nesnelere interneti sonucu ile desteklenen akıllı üretim sinerji entegrasyonu olarak da görülmektedir. Yani fabrikaların fiziksel nesnelere ile sanal boyutu, buna entegre edilmiş veriler de dahil yapay zekâ ve simülasyon entegrasyonu olarak düşünülmektedir. Bunun yanı sıra akıllı

okuyucular ve üretim robotlarının entegre edildiği fabrikaların anlık veri üretimleri ve bu verilerin yine gerçek zamanlı olarak insanlarla paylaşılması, farklı stratejilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Anlık üretim ve veri akışının incelenmesi, üretim kapasitesindeki artışı etkilemektedir. Fabrikadaki kapasite düzeyinin belirlenmesi kıymetli bir veri olmakla birlikte, üretimdeki bir cihaz ya da makinenin bozulacağını öngörülebilmesi verimlilik bağlamında önemli bir tespittir. Siber fiziksel sistemler ile buna adapte edilmiş öngörü analizleri ve geçmişte elde edilmiş verilerin bir araya getirilmesi ile gelecek hakkında bir tahminde bulunulabilmektedir. Böylelikle arıza ile üretim bandının durmasının da önüne geçilecektir (Özdoğan, 2019: 31). Akıllı fabrikalarda kullanılan tüm bu teknolojilerin amacı verimlilik ve işletme performansını artırırken maliyetleri de düşürmektir.

Lalic, vd., 2017, akıllı fabrika kavramının ve öğrenmenin geçiş ekonomisindeki performansları açısından imlat sanayilerini ne kadar etkilediğini inceleyen çalışmada, endüstri 4.0 bileşenlerinin, e-öğrenme ile birlikte uygulandığında performans ile önemli ve pozitif bir ilişkiye sahip olduğu savunulmuştur.

Endüstri 4.0 bileşenlerini tanımladıktan sonra bu teknolojilerin etkisinde kalacak ya da bunlardan etkilenecek tedarik zinciri yönetimi ve bunların bileşenleri üzerinde durulacaktır.

5. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Bu bölümde tedarik, tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetimi açıklandıktan sonra akıllı tedarik zinciri ile lojistiğin tarihsel gelişimi açıklanacaktır.

5.1. Tedarik

Tedarik, işletmelerin ihtiyaçlarının belirlenmesi, bu ihtiyaçları tedarik edecek işletme ya da kurumların tespit edilmesi, fiyat ve diğer ilgili şartların görüşülmesi ve teslimatın sağlanmasının takibi gibi süreçler toplamını kapsar (Acar ve Ateş, 2011: 18-19). Dar anlamda sadece üretim girdisi olarak düşünülse de, daha geniş bir perspektif den bakıldığında üretimin belirli aşamalarına adapte edilmesi mümkün olan başka mal ve hizmetlerin devreye sokulmasıdır. İşletmelerde ekonomik faaliyetlerin tarihi gelişimi baz alındığında, bu faaliyetlerin ilk olarak ticaret döngüsü süreci içerisinde ortaya çıktığı düşünülmektedir (Türker vd., 2005: 459). Lojistik faaliyetleri bağlamında tedarik; ihtiyaçların doğru tespit edilmesi, kaynakların uygun planlanması, yönltilmesi, plan ve proje yönetimi, entegre bir lojistik planlamasının hazırlanması, araştırma ve geliştirme faaliyetleri, üretim faaliyetinin gerçekleşmesini sağlayacak alt yapının oluşturulmasına yardımcı olacak konular olarak belirtilmiştir (Kapıcı, 2019: 4).

5.2. Tedarik Zinciri

Tedarik Zinciri, hammadde ve parça tedarikinden başlayarak imalat ve montaj, depolama ve stok takibi, sipariş girişi ve sipariş yönetimi, dağıtım dahil olmak üzere bir ürünün ham maddeden müşteriye teslimine kadar gerçekleşen faaliyetlerin tüm kanallarda, müşteriye teslimine kadar izlenmesi için gerekli olan bilgi sistemleridir (Lummus ve Vokurka, 1999: 12). Bir başka tanıma göre ise; tedarik zinciri, tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, toptancılar, perakendeciler gibi çeşitli iş aktörlerinden oluşan bir ağda, hammadde temininden ürünlerin son tüketicilere, dağıtım ve pazarlamasına kadarki tüm iş süreçlerinin birlikte bir uyum içerisinde akışını sağlamak için malların ve bilginin de hareketini yöneten bütünlüklük bir yapıdır (Paksoy, 2005: 435).

Özdemir (2004: 94) çalışmasında, günümüz dünyasında işletmelerin tek tek rekabetçi olmalarının çok zor olduğunu bunun yerine buldukları tedarik zincirlerinin rekabetin içinde yer aldığını belirtmektedir. Bu rekabet ortamında işletmelerin Türkiye bağlamında rekabetçi kalabilmeleri ve sürdürülebilir kalmaları için çalıştıkları tedarikçiler ve müşterilerle işbirliklerini geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır. Ayrıca İşletmelerin güven ortamı oluşturmaları gerektiği, iş süreçlerini birbirleri ile paylaşmaları gerektiği, bunun bir sonucu olarak tedarik zinciri içerisindeki sınırların ortadan kalkacağı ve

koordinasyonla birlikte her işletmenin amaçlarını en iyi şekilde yerine getirmesi ile tüm tedarik zincirinde çok daha fazla yarar sağlama imkânını elde etmelerine fırsat sağlayacaktır. Buna ek olarak işletmelerin uzun vadede varlıklarını sürdürülebilmeleri ve rekabet güçlerini koruyabilmeleri, tedarik zinciri yönetimi fonksiyon alanlarına yayılmış ve uygulama alanına sahip olmaları ile ilgilidir. Uzun vadede rekabet güçlerini korumaları, tedarik zinciri yönetim fonksiyonu alanlarında performanslarını arttırarak mümkün olacaktır (Kapıcı, 2019: 115).

5.3. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi teknikleri, tedarikçilerden tedarik edilen toplam malzeme akışının ve kontrolünün son kullanıcılara kadar planlanmasıdır (Jonas ve Riley, 1984: 16). Bir diğer tanımda ise, tedarik kaynağından son kullanıcıya kadar kanal boyunca envanteri yönetmek için bilgilerin kullanılmasıyla bütünleştirici bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Ellram, 1991: 17). Harland'a göre (1994: 147) tedarik zinciri yönetimi son müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için mal ve hizmet akışının yönetimi olarak ifade edilmiştir.

Tedarik zincirlerinin rekabet gücü, esnekliklerinin artışıyla doğru orantılıdır. Tedarik zincirinin fonksiyonlarından lojistik, esnekliği ile ilgili artan gereksinimlerini, veri toplama ve analitiği bağlamında gerçekleştirebilmek için daha yüksek bilgi yoğunluğu ve yenilikçi tekniklerin kullanımı ile bu amacına ulaşabilecektir (Franzoz vd, 2015: 330). Witkowski (2017) çalışmasında Rekabet olgusunun sadece bireysel şirketlerde değil tüm tedarik zincirinde görülebileceğini belirtmiştir. Modern ekonominin gelişme hızı anlamına gelen şirketler, daha fazla yeni çözümler üretmeye zorlandıkları sonucu ile yüzleşiyorlar. Bunun bir sonucu olarak da pazarın ilerlemesini teşvik eden yenilikçiliğin ortaya çıktığı savunulmuştur.

İşletmeler arası işbirliği ile tedarik zinciri yönetimi, gereksiz kaynak kullanımı ve zaman israfına ek olarak:

- Teslimat performansının iyileştirilmesi,
- Stokların azaltılması,
- Çevrim süresinin kısılması,
- Tahmin doğruluğunun artması,
- Zincir boyunca verimliliğin artması,
- Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi,
- Kapasite gerçekleştirme oranının artması,

gibi yararlar ve tedarik zinciri içerisindeki tedarikçi, dağıtıcı, perakendeci vb, arasındaki koordinasyonla iletişimin varlığı, kontrol sayesinde maliyetlerin düşmesi, verimlilik artışı, karlılık ve müşteri memnuniyeti gibi amaçlara ulaşılmasında katkılar sağlayacaktır (Özdemir, 2004: 93). Artan maliyetler ve günün rekabet koşullarıyla işletmeler de günün teknolojilerinin nimetlerinden

faydalanmak için gelişen endüstri 4.0 teknolojileri olan siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve yapay zekâ gibi teknolojileri tedarik zincirine entegre ederek bu en yeni gelişmeleri takip etmekle kalmamışlar, bu teknolojilerin tedarik zincirine entegrasyonu ile hedeflenen faydaya ulaşılmaya çalışmışlardır. Bu bağlamda Wang vd., (2015), akıllı tedarik zinciri ve akıllı çalışma boyutlarının tamamlayıcı operasyonel faaliyetler ve verimlilik sağlama amacına sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Geleneksel tedarik zincirlerinde belirsizlik, artan maliyetler, karmaşıklık ve hassas problemler gibi çeşitli zorlukların varlığı ile bu sorunları çözebilmenin en iyi yolunun tedarik zincirlerinin daha akıllı olmasının kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmıştır (Basset vd., 2018: 614).

5.4. Akıllı Tedarik Zinciri Yönetimi

Geleneksel tedarik zinciri yönetiminde talep üzerine bilgi, paylaşılmak yerine yalnızca bir iş ortağına iletilmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde kullanılan yeni teknolojilerde ise durum farklıdır. Örneğin, RFID etiketlerinin yeni teknolojileri, üretim ve son kullanma tarihi, garanti süresi gibi her türlü bilginin kaydedilmesini tüm iş ortaklarıyla paylaşarak tedarik zinciri yönetiminin daha verimli yönetilmesini sağlayabilecektir (Yıldız, 2018: 1225). Üretim zincirindeki paydaşlar giderek artan bir şekilde bu çok yönlü dijital hayattan faydalanmaktadır. Çalışanlar ile tedarikçilerin bu teknolojileri edinmedeki amaçları farklıdır. Çalışanlar teknoloji ile daha fazla işbirliği yapmak ve mobil olmak için kullanırken, tedarikçiler ve satış yapanlar bu teknolojileri daha iyi bir şekilde entegre olmak ve bilgi edinmek için kullanmaktadır (İnan, 02.02.2020, www.hbrturkiye.com).

Mamül bağlamında olaya baktığımızda ise bu sistemde tüm taşıma bilgileri akıllı nesnelere kullanılarak sağlanır ve ürünlerin takip edilip kayıt altına alınma ihtimali artmış olur. Bunun yanı sıra iade maliyetleri aşağı çekilerek müşterilerin memnuniyeti de artırılmış olur (Yıldız, 2018: 1225).

Tedarik zinciri yönetimi; karmaşık, birbirleriyle ilişkili karar verme süreçlerinin kavranmasını ve ortak problem çözme için gerekli olan akıllı bilgi tabanlarının oluşturulmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu yüzden tedarik zinciri yönetimi bilgi yönetimine yönelmiştir. Diğer bir ifadeyle tedarik zinciri ortaklarının artan bilgi talebini veri tabanlarından öğrenmesi ve tedarik zinciri karar alma süreçlerini otomatik bir sisteme dönüştürmesi her geçen gün daha da önemli bir hale gelmiştir. Bu nedenle artırılmış gerçeklik tedarik zinciri genelinde değişen varlıklarla ilgili bilgiyi ayrıca farklı türde işletmeler arasında bilgi alışverişini, kolaylaştırarak firmanın müşterilerini, tedarikçilerini ve tedarik zinciri ortaklarını birbirine bağlanması, koordinasyonuna yardımcı olması açısından yararlı bir karar aracı olduğu savunulmuştur (Min, 2010: 34).

İşletme ya da fabrikaların bilgi sistemleri ile işbirliğinin yatay entegrasyonu tedarik zinciri sistemlerinde önemli bir problemdir. Üretim

işletmelerinin verimlilik süreçleri bilgisi, küresel kurumsal bulut sistemi ile bağlantıya geçilerek gerçek zamanlı olarak elde edilir ve analiz gerçekleştirilir. Bunun yanı sıra, küresel tedarik zincirindeki rekabetin varlığı, maliyetlerin düşürülmesi, kalite iyileştirmeleri ve teslim tarihinin kısaltılması gibi müşterilerin tedarikçi seçiminde önemli kriterler olarak gördüğü bu faktörlerin oluşması büyük önem arz etmektedir. Bu kriterlerin sağlanması akıllı fabrikaların ve akıllı tedarik uygulamalarının olduğu üretim ortamında verimliliğin yüksek oranlarda sağlanmasıyla mümkün olacaktır (Sun vd., 2019: 2). Akıllı tedarik zinciri, yatay entegrasyona ihtiyaç duymaktadır. Müşterilerden, MRP sisteminden, ana programdan ve diğer planlama kaynaklarından gelen çeşitli siparişler ile başlar daha sonra ürünleri mümkün olan en etkili ve en düşük maliyetli, uygun ve kaliteli şekilde oluşturur (Sun vd., 2019: 2).

Bu yeni tedarik biçiminde bireysel müşteri ihtiyaçlarına daha iyi uyarlanmış ve iş ortaklarıyla yeni işbirliğine dayalı modelleri mümkün kılan yeni modellere özel bir odaklanma söz konusu olacak ve tedarik zincirine yeni talepler olacaktır. Dijital dönüşümle birlikte özerk veri tabanları ortaya çıkacak, bu da tedarik zincirini daha akıllı hale getirecek, müşteri ihtiyaçlarından teslimata kadar sistem her aşamada daha şeffaf ve daha verimli hale gelecektir (Deloitte, www2.deloitte.com, 20.10.2019). Bu teknolojilerin tedarik zincirinde nasıl kullanıldığı ile ilgili bilgiler vermek gerekirse; üretimin ilk safhasından başlayarak hammadde ve yarı mamullerin teslim alındığı, akıllı depo ve şirket içi lojistik çözümlerinden tutun da son tüketiciye değin süren bir ürünün yolculuk serüveninde bu teknolojiler üretim firmalarının rekabet gücünü pozitif yönde etkileyecektir.

Lojistik faaliyetleri için optimize edilmiş esnek mimari yapı tasarımları, simülasyon uygulamaları ile faaliyet gerçekleşmeden önce test edilebilmektedir. Artırılmış gerçeklik gözlükleri ile lojistik ve üretimle ilgili gerekli veriler iş görenin görüş alanına getirilerek, karar verme konusunda hem çalışan hem işletmede maliyet, zaman ve sermaye açısından pozitif bağlamda birçok faydayı beraberinde getirecektir (Tusiad, 2016: 49). Veriler, bilgiler, ürünler, fiziksel nesnelere ve tedarik zincirinin tüm süreçlerini birleştirmek adına geniş çapta akıllı alt yapıların oluşturulması, akıllı ve güvenli bir tedarik zinciri sistemi oluşturarak, tedarik zinciri yönetiminde nesnelere internetinin uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Basset vd., 2018: 614). Bu sistemde tedarikçi ve yönetici, ürünlerin tüm yaşam döngüsü hakkında mükemmel bilgi sahibi olur ve bu, tedarik zincirinde şeffaflığı sağlar (Basset vd., 2018: 614). Tüm bu teknolojiler tedarikçilerden başlayarak son tüketiciye kadar uzanan bu yolculukta sistemin her bir paydaşına verimlilik, kalite, maliyet ve hız beklentileri doğrultusunda çözüm üretmek için vardır.

Endüstri 4.0 ile birlikte lojistiğin 7 doğrusu olarak tanımlanan doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata sağlanması aşamalarının hepsi ayrı ayrı etkilenecektir

(Tavukcuoğlu, 20.11.2019, www.lojistikhatti.com). Makinelerin Sanayi 4.0 sürecinde internet üzerinden birbirleriyle iletişimde olmaları tam zamanında lojistik hizmetlerinin çok daha verimli çalışabilmesini, üretimdeki atıl zamanın azaltılması ile kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Yani taşıtlar; yeni yakıt ve enerji türleri, altyapı ve yeni istihdam alanları ulaşım lojistiği başta olmak üzere tüm lojistik faaliyetleri üzerinde etkisini görülecektir (Tavukcuoğlu, 20.11.2019, www.lojistikhatti.com). Tüm bu nedenlere ek olarak müşterinin ihtiyaçlarının ve bölgesel çevrenin çok fazla değişmesi nedeniyle tedarik zinciri veya üretim hattının esnek ve akıllı üretim planının varlığı, önemli bir konu haline gelmiştir (Sun vd., 2019: 2). Akıllı tedarik zincirinin gerçekleştirilebilmesi için lojistik faaliyetlerin gelişimi büyük önem arz etmektedir bu açıdan bakıldığında akıllı tedarik zincirinde lojistiğin tarihi gelişimine aşağıda değinilmiştir.

5.4.1. Lojistik 1.0

Lojistik kararları; geleneksel olarak, stratejik, taktiksel ve operasyonel olarak sınıflandırılmaktadır. Lojistik farklı aşamalara sahip bir süreç olup bunlar: kullanım aşaması, fiziksel gereklilikler aşaması, fonksiyonel gereklilikler aşaması olarak belirtilmiştir (Başkol, 2010: 62). Endüstrideki algılayabileceğimiz ilk değişiklik, devrim olarak anlaşılacak ani bir değişikliktir. El ile yapılan işten makine üretimine geçiş yapılmasıyla belirli bir başlangıç ve bitiş tarihi olmasa da 17. Yüzyılın ikinci yarısında Birleşik Krallık'ta başladığını birkaç on yılda Avrupa ve Kuzey Amerika'ya kadar yayıldığını söylemek mümkündür (Galindo, 2016: 25). Bu dönemde daha çok karayolu taşımacılığı yapılmaktaydı, buhar makinesinin ulaşım da kullanılmasıyla maliyetler bağlamında hız sağlaması açısından tren ve hava yolu ile taşımacılık başlamıştır. Depo anlamında ise basit oda şeklinde depolar kullanılmaktaydı ve taşıma işlemi basit fiziki insan gücü ile elleçleme şeklinde yapılmaktaydı (Şekkeli ve Bakan, 2018: 25).

5.4.2. Lojistik 2.0

Lojistik başlangıcında zamanla yeni ihtiyaçlar ortaya çıkmış ve bu da makineyi geliştirmek için büyük önem taşıyan çelik, bakır veya alüminyum gibi yeni malzemeler hakkında bulguları beraberinde getirmiştir. Kimya endüstrisinde yaşanan gelişmeler ile elektrik ve petrol gibi güç kaynakları iletişim ve taşımacılıkta gelişime imkân sağlamıştır (Study, www.study.com, 13.10.2019). Endüstride küreselleşmenin de etkisiyle kitlesel üretim açık bir biçimde ihtiyaç haline gelmiştir. Endüstride kitlesel üretime izin veren bir devrim olarak iş bölümü, beraberinde gelişti. 20. Yüzyılın başlarında, bugünün atölye çalışmasının kalıbını belirleyen iş bölümü için bugün üzerinde

konusulan konularda o dönemde teorilerinde gerçek bir ilerleme sağlayan Frederick W. Taylor'du (study, www.study.com, 13.10.2019).

Lojistikteki gelişmelere ilişkin olarak 1960'lardan itibaren kargo, elleçleme otomasyonu ile demir yolları, uçak ve gemilerle yapılan nakliye çoktan yayılmıştı ve elektrik gücü ile seri üretim zaten başlamıştı. Bunlarla birlikte otomatik sıralama ve otomatik depolar gibi lojistik ekipman kullanımının başlangıcı da bu döneme denk gelmektedir. Ayrıca konteyner gemisinin yaygınlaşması ile liman kargolarının mekanizasyonunu önemli bir yenilik haline getirmiştir (Galindo, 2016: 27). Yine bu dönemde, karayolu taşımacılığı yapılmaya devam etmiş; demiryolu ve buharlı gemi taşımacılığı daha da yaygın olarak kullanılmıştır. Taşımacılıkta konteyner gemilerinin kullanılması bu dönemin en önemli yeniliklerinden biridir. Elektriğin varlığı ile depolarda elektrikli lojistik ekipmanları'nın kullanımı verimlilik ve hız bağlamında katkı sağlamıştır. Otomatik raf kullanımı, motorlu elleçleme ve forkliftlerin yerine bunların motorlu olanları kullanılmaya başlanmıştır (Şekkeli ve Bakan, 2018: 26).

5.4.3. Lojistik 3.0

Hiç kuşkusuz lojistikte meydana gelen gelişimler sanayi devriminde meydana gelen gelişmelerden nasibini almıştır. Bu gelişimi kavrayabilmek, sanayi devrimi ile ortaya çıkan teknolojilerin lojistik sektörünü nasıl etkilediğini anlamamıza yardımcı olacaktır. Üçüncü sanayi devrimi iki teknolojik buluşa sahne olmuştur: İlki optimize edilmiş seri üretim için gereken esnekliği sağlayan ve üretimdeki katılığı bitirmek için mümkün olan sayısal olarak kontrol edilen makinelerin kullanımı, dahili bellekleri olan bilgisayarları sayesinde işletimsel olarak programlama imkânı sağlanmış böylece makinenin iş değişikliğinde program değişikliği ile esnek üretim yapabilme imkânı ortaya çıkmıştır. Bu makineler geleneksel mekanik makinelere göre daha hızlı olduklarından verimlilik bağlamında daha fazla katma değer üretebileceklerdir (Galindo, 2018: 41). Lojistik açısından ise bu teknolojiler temelinde lojistik sistemleri kavramı gelişmeye başlamıştır. Bu sistemler WMS (Depo Sistemleri), TMS (Taşımacılık Yönetim Sistemi) gibi önemli yazılımların yaygınlaşmasına yol açmıştır (Şekkeli ve Bakan, 2018: 26).

İkincisi ise endüstriyel robotların kullanılmasıdır. İlk Endüstriyel Robot ABD 1961'de Joseph F. Engleberger tarafından üretilmiştir. 1968'den sonra Japon Kawasaki firması daha gelişmiş bir robot üreterek kendi robotlarını üretmeye başlamıştır. 70'lerde robotların içine yerleştirilen bilgisayarlar ile maliyetler düşürüldü ve robotların istihdamı verimlilik adına insan gücünden daha kârlı olarak kullanıldı (Roal, 2001, aktaran: Galindo, 2018: 41). Bu gelişmenin Lojistiğe olan etkisi 1956 yılındaki konteyner taşımacılığın icadından sonra dünya ticaretinin gelişimi ve uluslararası mal akışında patlama ortaya çıkarmıştır. 1970-1980 yılları arasında diğer lojistik operasyonel

fonksiyonlarla bağlantı kurmak için Japonya’da Toyota Motor’da Taiichi Ohno tarafından kanban ve Tam Zamanında (JIT) konseptleri geliştirildi ve tanıtıldı. 1990’lı yıllarda hızlı tepki (QR) ve Verimli Tüketici Yanıtı (ECR) gibi teknolojiler, birçok perakende ve toptan satış firmalarınca uygulanmıştır (Petrache, 2015: 1142).

5.4.5. Lojistik 4.0

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim; internetin yoğun kullanımı, zaman, kalite, hız ve maliyet konularının daha da önemli hale gelmesine neden olmuştur. Global pazarda, lojistik sektörü de hız, esneklik ve teknoloji kavramlarıyla beraber kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür teknolojik değişimler işletmelerin iş yapma modellerindeki değişimin yanı sıra tüketici davranışlarını da etkisi altına almıştır (Tekin vd., 2017: 5). Endüstri 4.0’ın bir unsuru olarak Lojistik 4.0’a doğru yönelmede yeni iş modelleri için olanaklar ortaya çıkmıştır. Anlık bilgi alışverişi, otomatik çözümler ve gerçek zamanlı büyük veri analizi, lojistik 4.0’ın yeni iş modellerine zemin hazırlayan özelliklerinden bazılarıdır (Strandhagen vd., 2017: 359).

Endüstri 4.0 ile birlikte bu teknolojilerin lojistik’e adaptasyonu ile lojistik 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Bu yeni kavram hem malzeme akışını hem otomasyon sistemlerini aynı zamanda da özerk yazılım sistemlerini ve insan aktörlerini temsil eden karmaşık simülasyon yaklaşımları içerir (Timm ve Lorig, 2015: 3118). Lojistik 4.0’ın amacı, işlerinde insanların çalışma alanını ele geçirmek değil; yanlışlıklardan kaçınan bilginin kolay ve gerçek zamanlı olarak paylaşılabilirliği daha hızlı süreçlere sahip olmaktır. Lojistik 4.0, sistemin içerisinde her zaman, süreçleri kontrol eden ve herhangi bir sistem arızasını kontrol altına alan kişilerin katılımına ihtiyaç duymaktadır (Barreto vd., 2017: 1246).

Witkowski (2017) çalışmasında, günümüzde lojistik şirketleri de dahil olmak üzere birçok işletmenin büyük bir çoğunluğu ürün, teknik, teknolojik ve örgütsel inovasyonu gerçekleştirmeye kararlı olduklarını savunmuştur. Teslimat süreleri, teslimat hizmetleri, ürün kullanılabilirliği ve güvenilirliği ile ilgili artan müşteri gereksinimleri ve talepleri konusunda daha fazla farkındalık sahibi olan işletmeler müşteri için değer yaratmaya odaklanmışlardır. Nesnelerin interneti, büyük veri ve endüstri 4.0 gibi en yeni çözümler, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için fırsatlar yaratmakta ve aynı zamanda lojistik ve tedarik zincirleri yönetiminin gelişimine katkı sağlamışlardır.

Lojistik 4.0’ın sahip olduğu teknoloji, fiziksel süreçleri izleyen ve kontrol eden, genelde fiziksel işlemlerin hesaplamaları etkilediği ve tersi durumlarda geri bildirim döngüleri olan siber fiziksel sistemlerin kullanılmasıdır. Siber fiziksel sistemleri tanımlamak için RFID radyo frekans teknolojisi kullanılması gerekir. Madde algılanıp konumlandırıldıktan sonra veriler bu ilgili bilgileri toplayıp analiz edebilen bilgisayara gönderir, bu

sistemler interneti bir iletişim aracı olarak kullanıp diğer sistemlerle ya da sürece dahil insanlarla iletişim kurarak, bu sayede gerçek zamanlı veri paylaşımı ve işlemlerin koordinasyonu sağlanabiliyor (Herman vd., 2016: 3928). Bu teknolojilerin kullanımı ile Saatçioğlu vd., (2018: 1688) Esnekliği artırılabilen piyasa değişikliklerine uyum sağlayabilen ve şirketin müşteri ihtiyaçlarına daha yakın olmasına yardımcı olacak sistem "akıllı lojistik" olarak tanımlanmaktadır.

Strandhagen vd., (2017) çalışmasında, Lojistik 4.0'ı beş özelliğe göre şu şekilde tanımlamıştır;

- Aracın gerçek zamanlı büyük veri analizi, malzeme ve ürün nakliyesi, ürün ve tesis yerleri için en iyi yönlendirmeyi elde edebilir.
- Yerinde, talep üzerine hızlı üretim ile ürün depolama ihtiyacı azalır.
- Depolarda, özerk robot ile taşıtlarda izleme ve karar verme sistemleriyle envanter kontrolünün elde tutulmasının sağlanması.
- Farklı aktörler arasında gerçek zamanlı bilgi alışverişi ile geleneksel lojistik sınırlarını ortadan kaldırılması.
- Bilgi akış bozulmamış akıllı ürünler ve bulut destekli ağlar.

Lojistik sektörünün, neredeyse diğer tüm üretim ve hizmet sektörü ile yakın temas halinde oluşu, endüstrideki değişimlere paralel olarak değişim ve dönüşümünü yapabiliyor olmasını da aynı doğrultuda yönelimini sağlamaktadır. Lojistik süreçlerinin sadece fiziksel olarak değerlendiriliyor olması, lojistik firmalarının rekabetçi olabilmeleri için yeterli olmamaktadır. Gelecekte var olacak rekabetçi sistem; dijitalleşmeyi, akıllı çözümleri olan, otomasyona dayalı sistemler olarak belirtilmektedir. Lojistik hizmet arzını gerçekleştirenler için başarının sırrı verimlilik, standardizasyon ve düşük maliyet iken, dijitalleşmeyle birlikte bu fikre çeviklik, müşteri odaklılık, esneklik ve sürekli inovasyon gibi konular eklenmiştir (Duman ve Yılmaz, 2019: 190).

Siparişi verilen ham madde, yarı mamul ve aynı zamanda nihai tüketiciye ulaşacak yoldaki ürünler için akıllı tedarik zincirinin varlığı (Angeles, 2009), yeni teknolojilerle çalışanların akıllı bir biçimde çalışmasını sağlarken, çalışanların faaliyetlerini yerine getirmeleri için bir yol olarak da görülebilir (Stock vd., 2018; Longoetal, 2017). Hedeflenen verimlilik ve tedarik deki hız bu teknolojilerin varlığı ile mümkün olacaktır. Maradin vd., (2016) bu teknolojileri endüstri 4.0'ın front-end teknolojisi olarak tanımlanan 2 tamamlayıcı grubu akıllı tedarik zinciri ve akıllı çalışma olarak tanımlamıştır. Fabrika dışında fabrikanın tedarik zincirindeki dış kaynak kullanımı hammadde ve nihai ürün taşıyıcı tedarikçiler de dahil olmak üzere yatay entegrasyonu destekleyici teknolojilerin, faaliyet maliyetleri ile tedarik sürecini etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Frank vd., (2019) çalışmalarında, akıllı tedarik zinciri ile akıllı çalışmayı, akıllı üretim ve akıllı üründen ayırmışlardır. Bunun nedenini ise biri ürün ve nihai ürünlere değer katarken, akıllı tedarik zinciri ve

akıllı çalışma da ise operasyonel etkinliklere verimlilik sağlama amacına hizmet etmektedir şeklinde açıklamışlardır.

Tablo 5.1 Akıllı Tedarik Zinciri Ve Akıllı Çalışma Teknolojileri (Frank vd., 2019: 18).

		Referanslar
Akıllı Tedarik Zinciri için Teknoloji	Tedarikçilerle dijital platform	Angeles (2019)
	Müşterilerle dijital platform	Angeles(2019)
	Diğer firma birimleriyle dijital platform	Simchi-levi vd., 2004)
Akıllı Çalışma Teknolojileri	Üretimin uzaktan izlenmesi	Wang vd.,(2016)
	Üretimin uzaktan çalışması	Zhong vd., (2017)
	Bakım için Arttırılmış Gerçeklik	Elia vd., (2016)
	Çalışanların eğitimi için Sanal Gerçeklik	Tao vd., (2018)
	Ürün geliştirme için ve Arttırılmış ve sanal gerçeklik	Tao vd., (2018)
	Robotlarla ortak çalışma	Wang vd., (2015)

Yağılan literatür incelemeleri bize hem akıllı tedarik zinciri hem de akıllı çalışma'nın şirketin operasyonel performansına doğrudan bir katkı sağladığını göstermiştir.

6. VERİMLİLİK

Bu bölümde verimlilik kavramı tanımı ile kapsamı açıklanacaktır. İşgücü verimliliği ölçümü, işgücü verimliliğinin önemi buna ek olarak işletmeye sağladığı faydalar da açıklanacaktır.

6.1. Verimlilik Kavramı Tanımı ve Kapsamı

Verimlilik kavramı, yeryüzünde kurulan ilk üretim işletmeleri kadar tarihi olmakla birlikte, ekonomik düşünce tarihinin ilk kayıtlarında da verimlilik kavramına rastlanmaktadır. Üretim ve üretim oranlarından ki bugünün verimlilik kavramına yakın manada olan görüş, modern iktisatçılarla birlikte ikinci dünya savaşı sonrası bir hayli popüler bir biçimde kullanılır olmuştur (Serin, 2014: 38). Klasikçilerin öncülerinden Adam Smith, sınav üretimi yaratan emeği verimli, hizmetleri ise verimsiz kabul etmiştir. Gelişen ekonomi beraberinde üretimin reel maliyetini düşürmekte, iş bölümü geliştikçe ve makineler ihtisaslaştıkça verimde artış göstermektedir (Çoban, 2007: 22). Bailey (2004) Büyüme ile ilgili üretkenliğin temelini imalat organizasyonu, üretim ve yönetimdeki sürekli dinamikler olduğunu, bunun da endüstriyel sektördeki yönetim ve iç kontrol sistemlerinin düzenlenmesinde iyileştirmeyi, endüstriyel sektördeki otomatik iç kontrol sistemlerinin kapsamlı tanıtımını ve sistemlerin ilerlemesine yönelimi de arttırdığını belirtmiştir.

Yükçü ve Atağan'a göre (2009) üretim sürecine sokulan çeşitli girdilerle bu sürecin neticesinde elde edilen mamul ya da çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade eden verimlilik; savurganlıktan uzak, kaynakları en faydalı biçimde kullanarak üretmek anlamına gelmektedir. Dizdar ve Özen (2001) ise verimliliği, kıyaslanabilir iki üretim periyodundan elde edilen sonuçların oranlanması olarak tanımlamıştır. Çalışmanın sonuçlarında artan verimliliğin üretkenliğe olan katkısı oldukça yüksek gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar bağlamında harcanan aynı zamana rağmen elde edilen bu yüksek kapasite artışının, birim maliyetleri nedenli azaltacağı kuşku götürmez bir gerçektir.

6.2. İşgücü Verimliliği Kavramı

İşgücü verimliliği işletmelerin ulaşmak için belirledikleri hedefler bağlamında büyük bir öneme sahiptir. İş gücü kavramına yaklaşım, organizasyona maksimum düzeyde sağlanacak faydayı temsil etmektedir. Çalışanların işletme için sağladıkları iş gücü verimi çalışanların bilgi, görgü, eğitim ve tecrübeleri ile doğrudan bağlantılıdır. İşgücü unsurunun ortaya çıkışı için iki önemli faktör vardır. Bunlardan ilki, istihdam edilecek pozisyona uygun kişinin istihdam edilerek beklenen performansın elde edilmesi. İkinci önemli faktör ise işletmenin amaçlarına uygun hareket etmeyen kişilerin istihdam edilememesidir (Köksal, 2008: 38-39).

Günümüzde ortaya çıkan üretim çevresinin, mekanizasyon ve otomasyona doğru giderek artan oranlı bir eğilim gösterdiği kabul görmektedir. İnsanların iş gördüğü işlerde artan oranlı bir makineleşme ve robotlaşma görülmekte, bilgi teknolojisi üretim ve süreç geliştirmede yoğun bir biçimde tercih edilmektedir. İşletmeler emek yoğun olan mevcut pozisyonlarını teknolojiye doğru dönüştürerek mamul ve hizmet maliyetlerinde genel üretim gideri maliyetlerini önemli ölçüde düşürmeyi hedeflemektedir (Elitaş vd., 2006: 327).

Ülkelerin gelişme tarihçeleri incelendiğinde kalkınmanın nedenleri arasında en büyük pay teknolojik ilerleme ve buna bağlı olan verimlilik artışlarından ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir bir büyüme ancak verimlilik artışlarına dayandırıldığında kalıcı ve sağlıklı sonuçlar verecektir (Taymaz ve Suiçmez, 2005: 1). İş hayatında maliyetlerin aşağı yönlü çekilmesi yani verimliliğin artırılması açısından üretim zamanının önceden tespit edilmesi ve kısaltılması büyük önem arz etmektedir. İş etüdü bu tür problemlere, üretimin standart zamanını hesaplayarak ve mevcut metodların etkinliğini artırarak çözümleme yönünde yaklaşmaktadır (Dizdar ve Özen, 2001: 1).

Mucuk (2014: 191)'e göre en az kaynak kullanımı ile en yüksek çıktıyı elde etme çabası verimliliklerdir. Girdi miktarlarındaki üretim kapasitesinde, çıktı karmasında oluşan tüm değişikliklerin çıktı/girdi göstergesi olduğu bunun formilize şeklide verimlilik =Çıktı/Girdi şeklinde açıklanmıştır. Endüstri 4.0 bağlamında baktığımızda Rübmann vd., (2015) yaptığı çalışmasında verimlilik anlamında önümüzdeki beş ila on yıl boyunca, Endüstri 4.0 ve teknolojilerini daha fazla şirketin benimseyeceğini tüm Alman imalat sanayine sağladığı faydanın 90 milyar Euro ila 150 Milyar Euro arttıracağını belirtmiştir. Dönüşüm maliyetlerinde, hariç tutulan üretkenlik iyileştirmeleri malzemelerin maliyeti %15 ila %25 arasında değiştirecektir. Malzeme maliyetleri hesaba katıldığında, verimliliğin %5 ila %8 arasında artacağı öngörülmüştür. Sektörel anlamda bu oranların daha da artacağı savunulmuş ve otomotiv sektörü için bu oranlar % 10-%20 arası bir artış olarak öngörülmüştür.

6.3. İş Gücü Verimliliğinin Önemi

İşletmelerin çözmeleri gereken ortak problemlerden biri de pazardaki rakiplerinden daha iyi ürün üretebilme kapasitesidir. Teknoloji bağlamında sektörde en iyi olabilmek, satış hacmini ve karlılığı sürekli olarak artırabilmek, maliyetleri düşürerek gereksiz harcamalardan kaçınmak, çalışanların motivasyonlarını hep yüksek tutmak ve nihayetinde işletmenin imajını güçlendirebilmektir. Bunu başarmanın en kritik basamağı ise iş gücünün verimli kılınmasıdır. Örgütsel hedeflere ancak insanların çabası ile ulaşılabilir, bir organizasyonun ne ölçüde üretken ve etkili olacağı çalışanların verimliliği ile doğrudan ilgilidir (Yumuşak, 2008: 242).

İşletmeler için ilk adım ölçüm ise, verimliliği arttıracak faktörlerin tespit edilmesi ve iyileştirmelerin yapılması ikinci adım olacaktır. İşletmeyi bir bütün olarak düşündüğümüzde verimliliğin artırılmasından kasıt, üretim sisteminin tamamının verimliliğinin artırılması olmalıdır. Bu nedenle üretimdeki tüm üretim faktörlerinin ayrı ayrı değerlendirilerek analiz edilmesi ve bu analiz sonuçlarına göre analizlerin yorumlanması gerekmektedir (Top, 2002: 32). Ören'e göre (2016: 186) Zaman faktörü, verimlilik ve performansın artırılması açısından optimal bir şekilde kullanılmalı ve değerlendirilmelidir. Bu bağlamda zamanın verimli ve etkin bir biçimde kullanılması ve değerlendirilmesi, üretim süreçlerindeki her saati, her bir dakikayı belirli bir amaç ya da hedef doğrultusunda planlayarak kullanmak çok önemlidir. Üretim süreçlerinde bu kadar önemli bir faktör olan zamanı, kullanan iş gücünün bu faktörler arasındaki en önemli faktör olduğu kuşku götürmez bir gerçektir. İş gören verimliliğinin artırılabilmesi için iş ölçümlerinden elde edilen verilerden yola çıkarak, kaliteden ödün verilmeden teşvikli bir üretim sistemine geçilmesi ile metot analizleri yaparak verimliliği en üst düzeye çıkaracak metotlar bulunabilir (Top, 2002: 33).

7. İŞLETME PERFORMANSI

Bu bölümde performans kavramından bahsedilmektedir. Bu bölümde ayrıca performansın tanımlanması ve kapsamı ile işletme performans ölçümü kavramlarına yer verilmiştir.

7.1. Performans Kavramı

En basit tanımı ile performans yapma, icra etme, uygulama, bir görevi başarabilme demektir. İşletme bağlamında performans ise, iş görme tarzı veya kalitesi olarak tanımlanmıştır (Amaratunga vd., 2000: 66).

Bir organizasyonu oluşturan farklı birimlerin birbirleri ile koordineli bir biçim de çalışmaları, organizasyonun sürdürülebilir olması açısından büyük önem arz etmektedir. İşletmeyi ya da organizasyonu bir bütün olarak düşündüğümüzde her bir departmanın hareketi birbirini tamamlar nitelikte olmalı ki ilerleyen sürecin tamamlandığı noktada oluşan değer, organizasyonun sahip olduğu kaynakların doğru kullanıldığı sonucunu ortaya koyabilsin. Sezen vd., (2002: 133) işletmelerdeki üretim, pazarlama ve lojistik işlevlerinin işletme performansına etkileri üzerine yaptıkları çalışma da kullanılan, bu işlevlerin etkin koordinasyonu ile elde edilecek performansın normal şartlarda elde edilecek performanstan daha yüksek olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca üretim ve lojistik işlevlerinin birlikteliğinin büyük önem taşıdığını, lojistik işlevinin üretim ve pazarlama işlevleri arasında bağlayıcı bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir.

7.2. İşletme Performansı ve Kapsamı

Departmanlaşma ve takım çalışmasının örgüt performansını nasıl etkilediği ile ilgili farklı sonuçlara ulaşılmış birçok çalışma vardır. Bunların işletmenin yapısında ortaya çıkan sonuçları etkilediği bir gerçektir. Mekanik yapılara sahip işletmelerde hiyerarşik yapıların katı olduğu, ast üst ilişkisi belirgin bir yapı söz konusudur. Bu tür organizasyonlarda genellikle üst yönetimin aldığı kararlar uygulanır, yaratıcılık ve yenilikçilik den ziyade kurallar ön plandadır. Organik yapılara sahip organizasyonlar da ise yatay bir hiyerarşik yapı söz konusudur. Bu tür organizasyonlarda fikirlerin rahatlıkla ortaya atıldığı, departmanlar arası iletişim çok yoğun olduğu bir kültür vardır. Bu organizasyonların özelliklerine inovatif düşünce, yaratıcılık gibi özellikleri de eklemek mümkündür. Bu tür işletmelerin sahip oldukları bu Özellikler, organizasyonlarda örgütsel performans yükseltecektir. Elinger vd., (2000) insanların birbirleri ile iletişiminin performansı pozitif yönde etkilediği, şirketlerin de departman faaliyetlerini koordine etmeye, etkileşimi kolaylaştırmaya yönelik çalışmaları olduğunu ve işletmelerin bu konuların yeniden yapılandırılmasına önem verdiklerini savunmuşlardır.

Kaplan ve Norton (1993) çalışmasında, Rockwater'ın kurumsal karnesinde işletme performansını, müşteri açısından, iş süreçleri açısından, yenilik ile öğrenme açısından ve finansal açıdan değerlendirmiştir. Finansal açıdan performansı da sermaye getirisi, nakit akışı, karlılık göstergesi ve performansın güvenilirliği olarak belirtmiştir. Buna karşın, Reiner (2004), işletme performansını ölçmek için genellikle finansal performans ölçümlerine bakıldığını fakat finansal performans ölççeklerinin eski ve odaklandıkları nokta itibari ile sınırlı kalmakta olduğunu, finansal performansın gerçek işletme performansını yansıtmada yetersiz kaldığını savunmuştur. Bu açıdan bakıldığında, finansal performans yüksek oranlarda karlılık ile satış cirolarında ve yatırım getirilerinde artışı ifade etmektedir (Green ve Imman, 2005: 3449). Verimlilik ve finansal performans, farklı kurumsal performans göstergeleri sağlamaktadır. Verimlilik, firmada istihdam edilen sermaye ve emek tarafından yaratılan toplam ekonomik değeri gösterirken, finansal performans hissedarı açısından getirinin bir ölçüsüdür (Küçükosmanoğlu, 2010: 30).

İnsan kaynakları bağlamında baktığımızda ise insanların işletmede kilit role sahip olduğu ve örgütsel performansın büyük ölçüde onlara bağlı olduğu fikri benimsenmiştir. Bu nedenle, uygun ve etkili insan kaynakları politikaları geliştirilir, geliştirilen bu politikalar da işletmelerde uygulanırsa insan kaynakları, işletme performansı üzerinde önemli bir etki oluşturacaktır (Armstrong, 2006: 20).

Bir diğer görüşe göre ise ölçek kazanmak, faaliyet alanlarını genişletmek ve öğrenmek bir şirketin performansını arttıran kritik unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Hbr, 02.02.2020, www.hbrturkiye.com). Finansal performans strateji araştırmalarında en sık kullanılan performans türüdür. Finansla performans genellikle satış artışı, karlılık gibi muhasebesel verilere dayanılarak yapılmaktadır. Chakravarthy'e göre firmanın fazla kaynak yaratma ve bunu kullanma potansiyeli de performansının önemli bir boyutunu göstermektedir (Bakoğlu, 2001: 42-44).

7.3. İşletmelerde Performans Ölçümü

Örgütsel performans, örgütün amaçlarının hangi ölçüde gerçekleştirildiğinin tespiti için yapılmaktadır (Bakoğlu, 2001: 39). Performansın artışı için çalışanların bu konuda bir denetim olduğunun farkında olması performans artıracaktır. Performans ölçümü, bir organizasyonu önceden belirlenen hedeflerine ulaşıp ulaşmadığının tespit edilmesidir. Performans ölçümü, işletmelerde yönetsel bir faaliyettir, yönetimin doğru kararlar alıp almadığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Yalçın, 2013: 38).

Performans ölçümünün ilgi alanı işletme yönetiminin temel stratejik tercihlerinin daha ekonomik ve daha rasyonel bir biçimde yaşama geçirilmesine odaklanmıştır (Karaman, 2009: 411). İşletmeler, performans ölçümü ile kendi

faaliyetlerini denetlerken bir yandan da değişen çevre ve rekabet koşullarını gözlem şansına sahip olmaktadır (Öztek, 2005: 19). Performans ölçümü, stratejik değişim sürecine ilişkin bir geri bildirim sisteminin oluşumu bağlamında çok önemlidir. Bu açıdan bakıldığında performans ölçümünden sağlanacak eksik ya da yanlış bilgi örgütsel öğrenme ve gelişim sürecinin etkin bir faaliyet sağlamasını engelleyebilir (Karaman, 2009: 425).

Performans ölçümü, bir işletmenin tamamı için sistematik bir şekilde yapılabileceği gibi, geçici bir süre veya belirli bir amaç içinde yapılabilir. Her örgütün performans ölçümü için kendine has sebepleri vardır. İşletmeler ortaya çıkardıkları değerın müşteri taleplerine uygunluğu, kalite bağlamında istenilen düzeyde olup olmadıklarını, ya da neyi başarıp başaramadıklarını gerçek anlamda tespit etmek için, duygusallıktan uzak, rasyonel bir yaklaşımla, gerçek verilerden faydalanılarak ölçümün gerçekleştiğinden emin olmak zorundadırlar. Bu zorunluluk, sorunlu alanları ortaya çıkarmak ya da gelişim olacak alanları tespit etmek adına performans ölçümünü önemli bir meziyet haline getirir (Parker, 2000: 63). Tezcan (2019) çalışmasında performans ölçümünü finansal bağlamda incelemiştir. İşletmelerin finansal performanslarının ölçülmesi ve bu durumun sürekli olarak izlenmesi, piyasa koşullarında rekabet avantajı elde etmeleri için yöneticilere önemli bir fırsat sunmaktadır. İşletmelerin sahip olacağı yüksek finansal performans kurumsal sürdürülebilirliklerini pozitif etkileyecektir.

8. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışma ile ilgili bilgilere yer verilecektir. Öncelikle çalışmanın amacı tanımlanacak ve önemi ve literatüre olan katkısı üzerinde durulacaktır. Araştırmanın kısıtlarından bahsedilecek ve çalışmanın yapıldığı işletmedeki verilerin toplanması ile ilgili bilgiler aktarılacak. Ayrıca araştırmanın modelinden bahsedilecektir.

8.1. Araştırma Amacı Tanımı ve Önemi

Sanayi devrimleri ile birlikte ortaya çıkarılmaya çalışılan inovatif gücün ortaya çıktığı toplum ya da sanayilerde, başka bir gücün bunu tetiklediği, düşünülmektedir. Bu düşünce yapısı, kimi zaman hammadde olarak karşımıza çıktı, kimi zamanda verimlilik arzusu. Her sanayi devrimi bir sonraki devrimin genetiğinde ve hamurunda bir öz olarak yerini aldı. Ortaya çıkan teknoloji ve gelişim insanın tabiatında bulunan hep bir fazlasını isteme çıkış noktasından, bunun ete kemiğe bürüneceği ilk adres olan maliyetlerin düşürülmesi bağlamında dinamik kalmıştır. Tüm bu beklenti ve arzular doğrultusunda işletmelerin Müşteri-Tedarikçi ilişkilerinin iç içe geçmişliklerinin yanı sıra (Çelik, 2020: 55), iş görenlerinde kendilerini geliştirme ve uzmanlaşma zorunluluğu değişen rekabet ortamının etkisiyle ortaya çıkmıştır. Bu zorunluluk ve istekler organizasyonları ve onları yönetenlerin, yeninin sağladığı imkânlardan faydalanma güdüsünü tetiklemiştir. Organizasyonlar ve yöneticiler endüstri 4.0 teknolojilerinin sağlayacağı her türlü verimlilik ve performans avantajlarından faydalanmak adına bu teknolojiler ile çok kısa bir süre içinde yüzleşmek zorunda kalacaklardır.

Bu açıdan bakıldığında araştırmanın amacı; Kahramanmaraş ilinde hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede bir vaka çalışması ile endüstri 4.0 teknolojilerinin, işletme verimliliği ve işletme performansı ilişkilerini ortaya çıkarmak aynı zamanda işletme verimliliği ile işletme performansı üzerindeki etkisini örnek olay incelemesi yöntemiyle ölçmeye yönelik olarak tanımlanabilir.

8.2. Araştırmanın Kısıtlılıkları

Hazır giyim sektöründe yapılmış çalışmalar ile belirli bir kalite düzeyine ulaşmış olan Kahramanmaraş ilinde ulusal ve dünyaca ünlü uluslararası birçok hazır giyim markasına fason ve mamül üretimi yapılmaktadır. Araştırmaya konu işletme hem ulusal hem de uluslararası normlardaki birçok markaya üretim yapan bir özelliğe sahiptir.

Araştırmanın tek bir işletme üzerinde uygulanmasının yanı sıra, çalışmanın yapıldığı 2017-2018 ve 2019 yılları göz önünde bulundurulduğunda; dünya da ortaya çıkan birçok belirsizlik ve ticaret savaşları

işletmenin arz konusunda müşteri portföyün de bulunan ana yüklenici pozisyonundaki işletmelerde ekonomik anlamda, finansal daralmalar olarak etkisini göstermiştir. Araştırmaya konu işletme fiili kapasitesini riski dağıtmak amacı ile müşteri portföyü'nü genişletme kararı almıştır. Bu karar, riski 3 ay içerisinde minimize edebilmesine ve stresli günlerin üstesinden gelmesine yardımcı olmuştur. İşletmede bu geçiş dönemlerinde talep-finansal yapı bağlamında ve iş gücünde iniş çıkışlar yaşanmış olup, işletme üst yönetimi aldığı kararlarla işletmenin sürdürülebilirliğini sağlamıştır. Bu bağlamda bakıldığında dinamik, konjektörel ve ekonomik risklerin olduğu dönemde yapılan araştırmanın etkilenmiş olma olasılığı en büyük kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırma döneminde finansal ve ekonomik risklerin olduğu kısıtlara ayrıca araştırmanın son döneminde ortaya çıkan ve ekonomik tahminlerle piyasaları alt üst eden covid-19 gibi salgınların da tüm dünyayı nasıl etkilediği göz önünde bulundurulduğunda diğer bir kısıt olarak görmek mümkündür.

8.3. Araştırmanın Yöntemi

Örnek olay deneysel bir yöntemdir. Bu yöntemde belli bir kişi, işletme, organizasyon ya da sosyal bir durumun derinlemesine, müdahil olmadan araştırılması yöntemidir (Olalere, 2011: 24). Jenkins (1985: 105)'e göre örnek olay çalışmalarında bağımsız değişkenlere ilişkin veriler değiştirilemez, verilerin toplandığı değişkenler dışında başka bir kontrol de yapılmaz.

Eroğlu (2006), Araştırılan çalışma mevcut hali ile “Örnek Olay modeli” türünde bir araştırmadır. Bu modeller, geçmişte ve halen mevcut olan bir durumu var olduğu hali ile betimlemeyi amaçlayan yaklaşımlardır. Çalışmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi sahip olduğu mevcut durumları ile tespit edilmeye çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası içinde olunmamalıdır. Karasar (2005) çalışmasında, örnek olay tarama modellerini araştırmanın uygulanacağı alanda evrendeki belli bir ünitenin derinlemesine bir biçimde kendisi ve çevresi ile olan ilişkilerinin belirlenmesi, söz konusu ünite hakkında bir fikre ulaşmayı amaçlayan tarama düzenlemeleri olarak tanımlamıştır.

Tek örnek olay tarama modeli gereği olarak da yapılan çalışmada sadece bir analiz birimi belirlenmiştir. Kahramanmaraş ilinde hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren bir işletme, araştırmaya örnek olay olarak seçilmiş ve endüstri 4.0 teknolojilerinin işletme performans ve verimliliğine etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.

8.4. Saha Araştırma Sürecinin Tasarımı

Araştırmada işletme 2017 yılı üretim verileri incelenmiş ve işletmenin yapısı, üretim şekli ile kültürü gözlem yönteminin yanı sıra ihtiyaç duyulan

belgeler incelenerek ön fikir edinilmiştir. Mevcut koşullar göz önünde bulundurulduğunda işletmede yapılan ön çalışma sonucunda önceki 1 yıllık faaliyetin de hiç bir departman ya da üretim sahasında, üretime ait verilerinin toplanmadığı, performans ve verimlilik anlamında bilgilerin yalnızca ay sonlarında sorgulandığı bir üretim işletmesi olduğu tespit edilmiştir. İşletme için bu sonuçlar neticesinde bir yol haritası tespit edilmiştir.

Tespit edilen ve uygulanacak olan yol haritasına göre, işletmenin araştırmaya esas teşkil eden ilk verilerin kaynağı işletmede yürüttüğümüz 30 ay süren araştırmanın ilk 10 ayı işletmeye günlük veri toplanması, gerekli fizibilite çalışmaları yapılması amacıyla elde edilen verilerdir. Bununla amaçlanan; işletmeye teknoloji anlamında yapılacak yatırımın öncesi ve sonrasını verimlilik, performans bağlamında analiz edebilmek aynı zamanda işletmenin gelişimi ile ilgili doğru sonuca ulaşabilmektir.

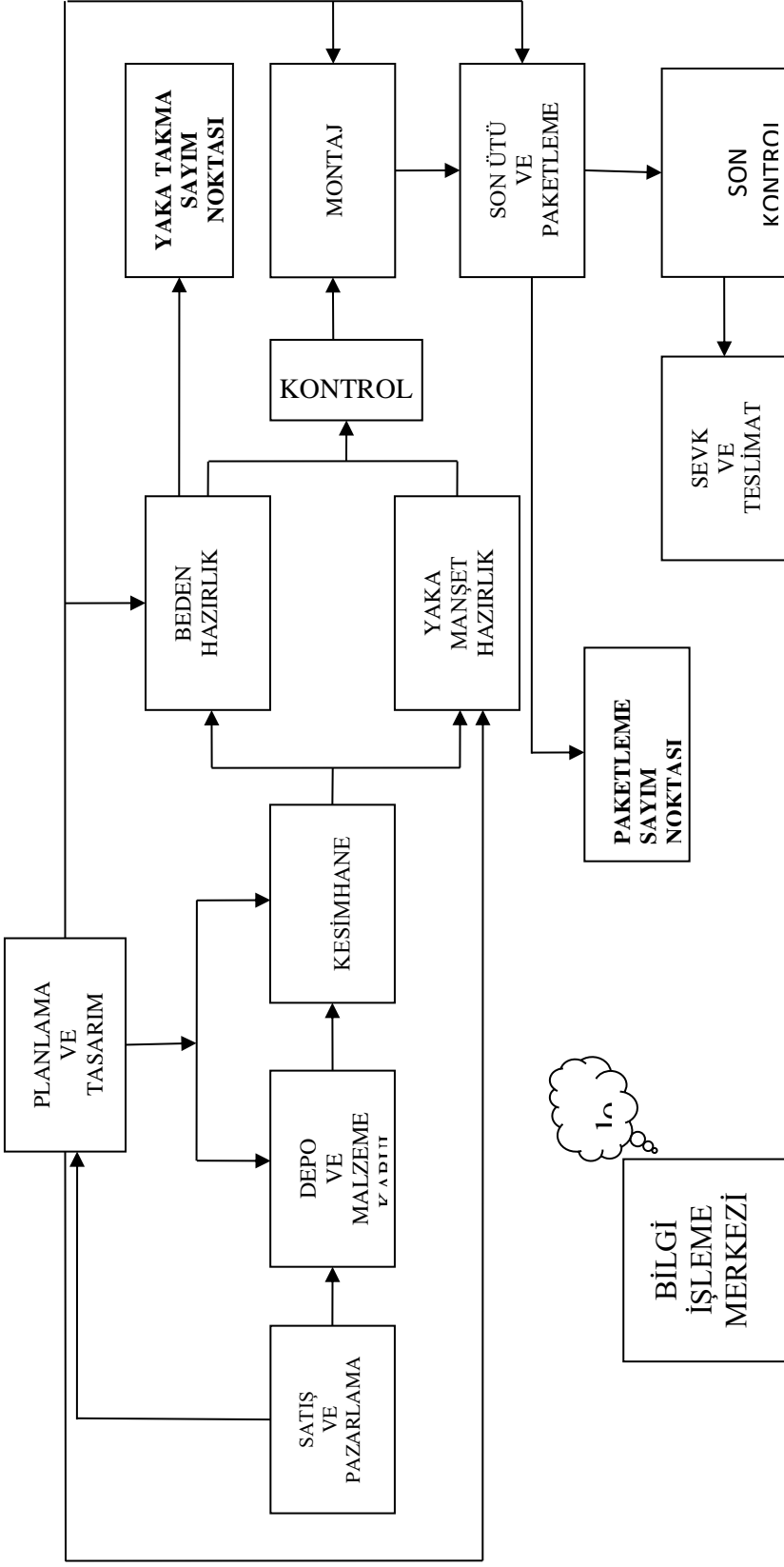
Yapılan çalışmanın fizibilite sonucunda tespit edilen ikinci veri kaynağı işletmenin ikinci on ayında ve devamında işletmeye entegre edilen akıllı cihazlar ve yazılımla birlikte ihtiyaç dahilinde makine ve tecizat tedarikleri yapıldıktan sonra elde edilen verilerdir. Üretim hatlarında çalışanların yeni kurulan sisteme uyum sağlamaları için eğitici bilgiler verilmiştir. Beyaz yakalı çalışanlara çalışma ile ilgili eğitici toplantılar eşliğinde uygulanacak sistem hakkında bilgiler verilmiş olup, çalışmanın amacı açık bir biçimde aktarılmıştır. Bu bilgiler çerçevesinde veriler hatlardaki veri toplama merkezlerinde toplanmaya devam etmiştir. Toplanan veriler veri analiz merkezinde toplanarak analiz yapılmaya başlanmıştır.

8.5. Araştırmanın Verilerinin Toplanması

Araştırmanın yapılacağı üretim sahası olarak Kahramanmaraş ilinde Konfeksiyoncular Sanayi Sitesinde gömlek üretimi yapan üretim işletmesi araştırmanın Ana evrenini oluşturmaktadır. Yapılacak ampirik çalışmada 20 aylık süre ile veriler üretim hatlarındaki cihazlar ve nesnelerin interneti teknolojisi ile toplanmıştır ve kayıt altına alınmıştır. Toplanmış veriler gün, ay, yıl olarak Ek.1 de gösterilmiştir. Yapılan fizibilite çalışmaları sonucunda İşletme üst yönetiminin aldığı radikal kararlar ile işletme sermaye artırımına gitmiştir. Yapılacak yatırım ile yalnızca üretim kültürü oluşturma kararı almamış aynı zamanda 2017 yılı ikinci yarısında yapılması planlanan endüstri 4.0 bağlamındaki yatırımlar ile işletmenin geleceğe taşınması için akıllı cihazlar satın alınarak değişim sürecine kayıtsız kalınmamış, gelecek için önemli bir adım atılmıştır. İşletmenin sahip olduğu üretim kapasitesi günün koşullarındaki talep miktarını da göz önünde bulundurarak, yapılan anlaşmalar doğrultusunda arttırılmıştır.

Uygulanacak projenin desteklenmesi için oluşturacağımız KOSGEB, KOBİ-GEL Projesinin, uygunluğuna karar verilmiştir. Yapılacak bu yatırımın ana amacı: verimlilik düzeyini arttırmanın yanında işletme performansını ve

karlılığını arttırmaktır. Bayyurt (2007) çalışmasında, performans göstergelerini iki grup olarak düşünmüştür. İlk grup da karlılık, verimlilik, borsa karlılığı ve büyüme gibi işletmelerin doğrudan amaçları sayılan göstergeler varken, ikinci grup da ise birinci grup da ki amaçlarını etkileyebilecek kalite, yenilik ve işletmenin finansal yapısı gibi göstergelerin olduğunu savunmuştur. Şekil 8.1. de üretim tesisinin planlanan üretim hattı gösterildiği şekilde tasarlanmıştır. Her istasyon arasında birbirleriyle, internet üzerinden bilgi akışını sağlayan aygıtlar kurgulanmıştır.



Şekil 8.1. Üretim Akış Krokişi

8.6. İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Araştırmanın yürütüldüğü işletme, adının kullanılmasına izin vermediği için KRK işletmesi olarak adlandırılmıştır. 2010 yılından bu yana hazır giyim sektöründe dünyanın farklı ülkelerine ürün ihracatı ile faaliyetlerine başlayan firma 2015 yılında üretim tesisi açma yönünde karar almış ve faaliyetlerine başlamıştır. İşletme hazır giyim sektöründe birçok ulusal ve uluslararası markaya üretim yapmaktadır. İşletmenin ana faaliyet konusu erkek ve bayan dokuma ve örme kumaştan gömlek üretimidir.

Üretimin hedeflediği çalışma prensibi şu şekildedir: Pazarlama satış bölümünde gerçekleşen bir operasyon sistem üzerinden, Planlamaya gelirken, planlamanın değerlendirme çalışmaları sonucunda depoya bilgi aktarımı gerçekleştirilmektedir. Depoda kullanılan ERP sistemleriyle koordineli bir malzeme tedarikine geçilmektedir. Üretimin verimlik ve performansını çevresel faktörler dışında kendi işletme içi faktörlerden kaynaklanmaması adına ya da belirsizliği minimize etmek için tasarlanmış sistemle, tedarik edilen malzemelerin tamamlanması ve sisteme tanılanması ile her bir ürüne kod verilerek barkod üzerinden takip edilmesine olanak sağlanacaktır. Oluşan üretim emri sırasıyla öncelikle CAD sistemine, kalıp çalışması için gönderilir. Kalıbın tamamlanması ile aynı üretim emri kesim hattında ki bilgi ekranına düşer. Kesim bölümünü ilgilendiren bilgiler çerçevesinde, kesim işlemi insansız serim makinesi aracılığı ile yapılacaktır. Sensör teknolojisi ile donatılmış akıllı makineye yüklenen kesim için gerekli olan veriler aracılığıyla serim makinesi kumaşların otomatik olarak serim işlemini gerçekleştirecektir. Kesim işleminin tamamlanması ile yaka hazırlık ve beden hazırlık bölümleri kesim sonrası işleme alınacak ürün kodları eşliğinde gerekli bilgilere bilgi ekranlarında ulaşabilmektedir. Daha önceleri bu iki bandın birbirine uyumlu hareket etmeyip farklı ürünleri hatlarda işleme almaları sonucu montaj bölümünde aksaklıkların yaşanması ile işletme verimlilik anlamında kötü tecrübeler yaşamıştır. Bunun tekrar yaşanmaması adına sürecin işletmeye pozitif etkisi beklenmektedir.

Kesim İşlemi sonrası ilik ve düğme bölümlerinin bulunduğu ve pat olarak adlandırılan kısımlar normalde üreticiler aracılığı ile istenilen şekle getirilmekteydi. Tedarik edilmesi yönünde karar verilen akıllı ön pat kırım robotu 3 kişi ile yapılacak operasyonu tek bir çalışanla sensörler yardımıyla hep aynı ölçüde, hatasız ütülenmesi operasyonunu gerçekleştirerek yine sensörler yardımı ile bantlara akışı daha sonra sağlanmak üzere ön hazırlık operasyonunu otomatik istiflemektedir. Bu işlemler dizesinin tek bir çalışanla yapılması kuşkusuz maliyet bağlamında rekabet edebilir durumda kalmak amacıyla planlanmıştır.

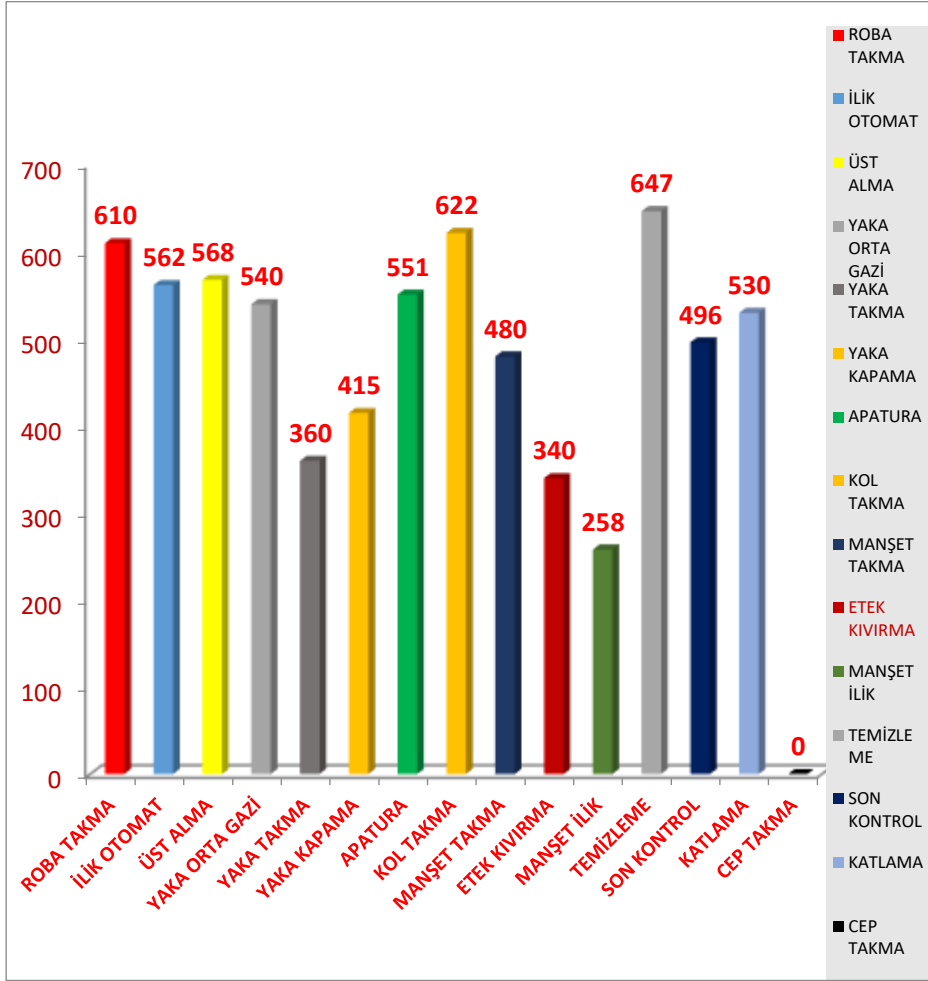
Üretim hatlarında bulunan kontrol noktaları ile sayım noktalarında saatlik veriler sisteme tanımlanmak ve analiz yapabilmek amacı ile bilgi işleme merkezine iletilme işlemini yapmak adına kurgulanmıştır. Kalite kontrol

noktalarında ortaya çıkan hatalar kayıt altına alınarak tamir konularına göre analizler yapılmak üzere bilgi işleme sisteminde büyük veri olarak tanımladığımız bilgi olarak kayıtlara alınmaktadır. Zira kronik olarak tekrarlanan hataların, proses kontrolör tarafından hat içindeyken sondajlama yöntemiyle seçilimi sırasında, ürünler içerisinde yakalanma oranı çok yüksektir. Kalite kontrol noktaları ve proses kontrollerinin oluşturulmasının amacı, ürüne yüklenen işçilik maliyetini en düşük seviyede yakalayarak işletmenin uğrayacağı zararı minimize etmektir. Ürünün sevke hazır olduğu zamandaki hatanın bulunmuş olması yalnızca bunu telafi ederek işletmenin imajını kurtarmasına yardımcı olabilir yüklenen maliyeti geri getirmez. Bu sonuç ise işletmenin karlılığını negatif etkileyeceğinden istenmeyen bir sonuçtur. İşletme de asıl hedeflenen ise hata oranlarını sifıra yakın tutarak verimlik ve performansı yükseltmektir.

İşletmede internet bağlantılı kiokslarla veriler veri toplama alanlarında sisteme girilerek sayım yöntemiyle ölçülecektir. Üretime özel olarak tasarlanmış yazılımla, bilgi işlem alanına giden veriler, interaktif bir biçimde müşteri ile uzaktan erişim sayesinde hatlardaki pozisyonları kontrol edilebilmekte ve üretim akışı denetlenile bilmektedir. Yapılan fizibilite sonucunda mevcut istasyon aralarındaki kişi sayıları, işin yaratılan değer bağlamında dakika olarak standart zamanlar belirlenmesini sağlamıştır. Bu standart zamanlarla kişilerin, zaman ve hareket etütleri çerçevesinde her bir operasyon için optimum verimlilik düzeyi tespit edilmiştir. Tespit edilen zamanlar ile ihtiyaç duyulan kişi sayıları tespiti sonucu dengelenen hatlar maliyet bağlamında optimum düzeyde istihdam oranlarında tutulmuştur. Bu standart zamanlarla birlikte hat dengelemeleri yapıldığı için, işletmede mevcut hatların montaj hatlarında birleşme noktalarındaki yığılmaların ve stok miktarlarının artışının önüne geçilmiştir. Bu işleme hatlarda çalışanların veri akışlarının kontrolü sonucunda yığılma sebebiyle oluşacak olası verimsizliğinde önüne geçilmiştir.

Tamamlanan fizibilite sonucunda üretim sahasında ve ütü ve paketleme bölümünde saha düzenlemeleri yapılarak üretim kurulacak hat düzenine uygun hale getirilmiştir.

Belirtilen iş süreçlerinde belirli istasyonlar verimlilik ve performans ölçümünde kullanılmak üzere tespit edilmiştir. Bu istasyonlar kesim, Roba takma, ilik Otomatı, Üst Alma, Yaka Orta Gazi, Yaka Takma, Yaka Kapama, Apatıra, Kol Takma, Manşet Takma, Etek Kıvrırma, Manşet ilik, Temizleme, Son Kontrol, Katlama, Cep Takma olarak tanımlanmıştır. Operasyonların bir birlerine olan yakınlıkları ölçüsünde istasyonlar grup olarak algılanmıştır ve aynı nokta üzerinden aynı yetkilinin sorumluluğundan bilgi akışı sağlanmasına dikkat edilmiştir. Örnek günlük veri takip analiz şekli 8.2. de gösterilmiştir. Burada amaçlanan üretim hatlarında hatanın erken tespitini sağlanmasının yanı sıra verimlilik ve işletme performansındaki farklılıkları daha küçük alanlarda tespit edebilmektir.



Şekil 8.2 Günlük Toplanan Verilerin Analiz Tablosu Örneği

8.6. Verilerin Sunumu

Endüstri 4.0 kavramı ve tasarımı, yalnızca değer zincirinin otomasyon sistemi içerisinde olması anlamına gelmez aynı zamanda tüm bileşenlerin birbirleriyle entegrasyonu anlamına da gelir. Entegrasyonla birlikte tüm bileşenlerin birbirleri ile olan kesintisiz iletişimi sayesinde verimlilik, hız ve kalite istenilen seviyede dijital dönüşümün gerçekleşmesiyle sağlanabilir (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13). İşletme, düşünülen dönüşümü gerçekleştirmek adına başvurusu yapılan KOBİ-GEL Projesinin başvuru sürecindeki değerlendirmeler sonucundaki maliyetini 2018 yılı için 422 bin TL(121 bin Dolar) olacağı sonucuna ulaşmıştır. İşletme projenin kısıtlarından birinin de

piyasa da daralma ve döviz kurların da oluşabilecek aşırı artış olabileceği öngörülmüştür.

İşletme tarafından yatırım yapmaya uygun görülmesi ile birlikte, işletme proje sistemin kurulumu, ihtiyaç duyulan makine ve teçizatın tedarik süreci 2017 yılı sonunda başlamıştır. Proje ile Şekil 8.1 de gösterilen her bir istasyona verilerin girilebileceği ve gelen bilgilerin gösterileceği bilgisayarlar ve kiokslar yerleştirilmiştir. Bunların veri işleme merkezine bağlantısı internetle sağlanmıştır. Endüstri 4.0 teknolojilerinden nesnelerin interneti teknolojisinde akıllı cihazların sağladığı verilerin sunulması önemli bir faaliyettir. Bu faaliyette tüm nesnelerin verilen hizmeti yerine getirip getirmediği kontrol edilir. Yapılan kontrolde üç aşama söz konusudur. Birinci aşamada nesnelerin tespit edilmesi faaliyeti gerçekleştirilerek, durum izleme ve durum konfigürasyonu oluşturulur. İkinci aşamada iş akışlarının oluşturulduğu karmaşık işlemlerin yürütüldüğü, koordineli eylemlerin tespit edildiği servis bileşimi aşaması vardır. Son aşamada ise uygulama aşaması vardır. Bu aşama ile sistem dışarıdan hizmet alan kullanıcılara hizmet sunmaktadır (Zanella vd., 2014: 22).

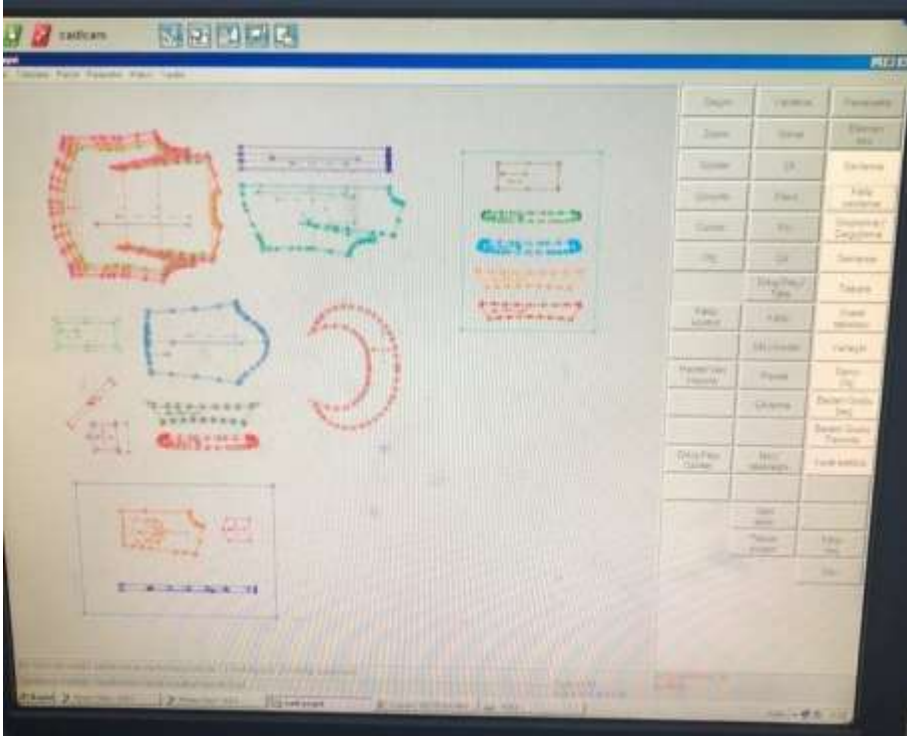
Proje kapsamında işletmeye 30 metre boyunda, kesim hızını arttırmak ve kesim bölümünü daha esnek kullanabilmek adına havalı kesim masası alınmıştır. Masada bulunan hava gözenekleri hava komprosörleri yardımıyla hava basıncı uygulayarak, yüzlerce kat üst üste atılmış kumaşın istenilen ölçü ve yerdeki pozisyonu bozulmadan kumaşın, masanın herhangi bir yerine çekilmesini sağlamaktadır. Bu özellik sayesinde kesim masasının daha verimli kullanılmasını sağlayabilmek hedeflenmiştir. Kesim bölümünün operasyon tanımı olarak CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) sisteminden aynı anda hem kesim bölümüne hem de depoya kesim için uygun olan kumaşın kesim alanına getirilmesi için talimatlar gönderilir. Kesim için genel kabul görmüş fire oranları vardır. Bu oranlar doğrultusunda genellikle kalite bağlamında oluşabilecek hataları minimize etmek adına tecrübe edilmiş bazı kurallar yerine getirilir. Bu kurallara örnek teşkil etmesi bağlamında, kumaşların 150 kat'ın üzerinde daha fazla üst üste serilimi, kesim kalitesi ve ölçü kalitesinde problemler oluşturacağından, olumsuzlukları gidermek için daha az katla daha seri çalışılması gerekmektedir. Hazırlık ve yaka hazırlık hatlarından gelecek talep miktarını karşılamak için performans olarak masayı esnek kullanmak zorunlu hale gelmektedir. Bunun gerçekleşmesi için projede belirtilen akıllı serim makinesi tedarik edilmiştir.



Şekil 8.3. Akıllı Serim Makinesi

Hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin karşılaştıkları en önemli sorunların başında, satış rakamlarını önemli ölçüde etkileyecek olan aynı zamanda müşterinin satın alma davranışını da önemli ölçüde etkileyen koleksiyon ve pilot üretim örnekleri çalışmaları gelmektedir. Kalıpsal ve üretimsel hataların önüne geçmek adına kurumsal firmalar üretim öncesinde prototip numuneler istemektedir. Bu hizmetleri sağlayabilen adına CAD-CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım) sistemi ve numune hattına ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmenin ihracat ve katma değerli ürünler üretebilmesi Assyst CAD-CAM sistemi ve yapılan kalıpların çıktısını alabilmek için uygun Plotter (Yazıcı) Tedarik edilmiştir ve sisteme entegre edilmiştir. Ayrıca ihtiyaç duyulan üretim için de kaliteyi ve verimliliği pozitif yönde etkileyecek özel dikiş makineleri de tedarik edilerek üretim hatlarına entegre edilmiştir.

Piyasalarda ortaya çıkan hızlı gelişim ve değişime müşteri talep ve istekleri de eklendiğinde, ürün geliştirme faaliyetleri daha da üzerinde düşünülmesi gereken ve popüler hale gelen bir faaliyet haline gelmiştir. Ürün geliştirme sürecinin işletmeler için bu denli önemli olması ve maliyetler üzerindeki etkisi işletmenin sürdürülebilirliği ve rakabet edebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Piyasa koşullarında ortaya çıkan bu istek ve talepleri karşılayabilmek adına ürün geliştirme ve faaliyetlerini arttırabilmek için Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) gibi teknolojilere bütçe ve kaynak ayırma konusunda daha istekli bir noktada bulunmaktadırlar. Kullanılacak bu teknolojilerle ürün geliştirme performansı artarken, imalat maliyetlerinin düşmesi hedeflenmektedir (Tan ve vanderembse, 2006: 494).



Şekil 8.4. CAD-CAM sistemi

Hazır giyim sektöründe CAD-CAM(Bilgisayar Destekli Tasarım) sisteminin kullanım amacı: Hazır giyim sektöründe üretilecek ürününün kalıpsal verileri doğrultusunda, istenilen ölçülerde, ürünün kesilebilmesi için, bir operatör, gerekli yazılım ve yazıcı ile oluşturulan kalıbın çıkarılarak kesim hattının ihtiyaç duyduğu kalıp bilgisinin oluşturulması olarak tanımlanabilir. Ayrıca kumaş birim gideri ile gömlekte kullanılan tela malzemesinin her bir ürün için kullanılacak hammadde ve malzemenin birim maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan bir sistemdir. Kumaşın belirli ölçülerde kesilebilmesi için CAD-CAM sisteminde daha önceden hazırlanmış kalıp ile 10 metre ile 20 mt arasında değişen boylarda tüm bedenlerin tek seferde yüksek adetler de kesilebilmesini sağlamak için aynı bedenlerin üst üste serilmesi gerekmektedir. Diğer bandlar da ki dengeleme doğrultusunda, en az diğer hatlardan gelecek talep kadar kesim yapılması ve bunun da minimum kişi ile sağlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda işletmenin daha önceki sisteminde olmayan, kumaşın kalıp ölçüsünde belirli düzlemde uzunluğu talebe göre değişen, çok katlı olarak serimi, çalışan sayısından tasarruf edebilmek ve verimliliği arttırabilmek için bir çözüm bulunmuştur.

Bu işlemi sensörlerle donatılmış ve insansız olarak yapabilen otomatik serim makinesi satın alınmıştır ve bu makinenin performans ve verimlilik bağlamında işletmeye yıllık 45000 tl tasarruf sağlaması öngörülmektedir. İşletmede müşteri taleplerinin gerçekleştirilebilmesi ve rekabet koşullarında katma değerli iş emirlerini haneye yazmak adına bu makine ve yazılımların alınması büyük önem taşımaktadır. Makine ve yazılımlar dışında verimliliği etkileyecek bir diğer Bayyurt (2007: 586) gerekliliği, işletmenin tüm üyelerinin inanç, tutum ve davranışlarının yapısını belirleyecek olan pazarlama bakış açısının tüm örgütte benimsenmesidir. Pazar odaklılığın üstün performansla sonuçlanmasının nedeni; işletme bütün faaliyetlerini yerine getirirken müşteri taleplerini anlamaya ve ihtiyaçlarını tatmin etmeye çaba göstermesi ile işletmeye sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamasıdır.

Fizibilite döneminde alınmasına karar verilen ön pat ütüleme makinesinin tedarik işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu makinede yine sensörler ve robotik becerileri sayesinde ihtiyaç duyulan ütücü sayısını düşürerek yılda yaklaşık 40.000 TL kadar tasarruf daha sağlayacağı düşünülmüş ve sisteme monte edilmiştir. Bu akıllı aygıt tedarikinden önce yapılan operasyon tanımı şu şekildedir: Yaklaşık 75 cm ortalama uzunluğa sahip müşteri talebine göre 2.5 cm ile 3 cm genişliğe sahip bir alan olan gömleklerin ilik bölümü ve düğmelerin yerleşim yeri olan çok katlı bir alan mevcuttur. Bu alanın içine tela malzemesi yerleştirilerek ısı yardımıyla kumaşa yapışması sağlanmaktadır. Kumaşın 3 defa katlanarak çok katlı hale getirilmesi gerekmekte ve bu işlemin hazırlık bölümünde hatlarda çalışanların boş beklemelerini engelleyici hızda yapılması önemlidir. Bu operasyonun ütü ile işçilere yaptırılması için talep edilen çalışan sayısı 3 kişi idi, alınan akıllı cihazla bu işlemi yapan kişi sayısı 1 kişiye düşmüştür. Emek yoğun çalışmanın yoğun olduğu hazır giyim sektöründe bu tür otonom makine ve akıllı cihazların sağlayacağı katkılar büyük önem taşımaktadır.



Şekil 8.5. Ön Pat Ütüleme Makinesi

Girişimciler tarafından yapılan yatırımların asıl amacı işletmelerin kuruluş amacı olan kar oranlarını arttırmaktır. Bu bağlamda işletmenin performansı ve çalışanların performansı, işletmenin yapacağı yatırımın işletmeye dönüşü, büyük önem arz etmektedir. Bunu tespit etmenin yolu ise her basiretli işletmeci gibi faaliyetlerin yerine getirilip getirilmediğini, verimlilik ve performans düzeylerinin ölçümü ile mümkündür. Bunun en basit yolu eğer işletme bir üretim işletmesi ise genel olarak üretim çıktıları ile üretim girdilerinin arasındaki oran olan verimlilikleri (Çelikçapa, 2000: 98), kontrol edilerek yerine getirilmelidir. Literatürde verimlilik ölçüm yöntemlerinde bir çok farklı yaklaşım vardır. Çalışmada bu yaklaşımlardan Kurosawa modelinin çalışan verimliliğini nasıl ölçüldüğü ile ilgili literatür taraması yapılmış ve aşağıda bu konuda bilgiler verilmiştir.

Kurosawa'ya göre, verimlilik analizi sadece geçmişin değerlendirilmesi değil, aynı zamanda geleceğe yönelik planlamaya da rehberlik eden bir yöntemdir. Kurosawa verimlilik ölçüm sistemini:

- İşçinin verimliliğini ölçen,
- İş gücü gereksinimlerini analiz eden ve planlama için ölçen,
- İş gücü kaynak kullanım yapısını göz önüne alan bir görünür emek verimliliği ölçme,
- Firma düzeyinde katma değer verimliliği ölçümü

olarak tanımlanmış ve bir sistem olarak ana başlıklarca ortaya koymuştur (Çelikçapa, 2000: 104-105).

Literatürde verimlilik ölçümü ile ilgili birçok model vardır. En yaygın olarak kullanılan ise Kurosawa modelidir. Oranlarla iş gücü modeli olarak tanımladığı modelin genel amacı, her bir çalışan, ilk kademe yönetici ve üst yönetimin iş gücünü kullanım sorumluluğunu ortaya koymaktır. Bu modelde verimlilik kontrolleri günlük olarak yapılır, değerlendirme ve önlemler ise haftalık toplantılarda yapılan incelemeler sonucunda alınır. Üst düzey yöneticilere gelişmeler hakkında bilgi vermek amacıyla da aylık analizler hazırlanır, ve toplantılarda değerlendirilir (Özsever vd., 2009: 50).

Ek.1. de işletmeye ait 30 ay boyunca belirlenmiş veri toplama merkezlerinden toplanarak kayıt altına alınan veriler görülmektedir. Bu çalışmada ilk 10 aylık dönemde fizibilite çalışmaları yapılırken yalnızca veriler fiziki olarak aynı noktalarda toplanmıştır. Fizibilite sonucu alınan kararlar ile yeni bir sisteme geçilmiş ve bu sistemden beklenen dönüşümün sonuçları geçmiş yıllarla karşılaştırmak adına kayıt altına alınmıştır. Bu süreçle birlikte 20 ay boyunca veriler yazılım ve cihazlar yardımıyla istasyonlara kurulan sistemler aracılığı ile toplanmıştır. Toplanan veriler çalışanların verimlilik ve performanslarını ölçmek için belirli formatlar kullanılarak oluşturulmuştur.

Tablonun ilk sütununda verinin toplandığı yıl, ikinci sütununda ise çalışılan gün belirtilmiştir. Üçüncü sütunda ise standart zaman başlığında toplanmış veriler vardır. standart zaman verisi elde edilirken kurgulanan mantık: Gömlek üretiminde ürünün modelleri ve operasyon sayıları arasında büyük farklılıklar vardır. Her bir operasyonun dakika bağlamında ve buna karşılık gelen maddi kıymeti vardır. İşletmede ki verimliliği ve performansı doğru tespit etmek adına her bir model için operasyon sayılarına göre bir değer belirlenmektedir. Standart zaman her bir gömlek için toplam çalışan kişinin belirli bir noktaya kadar bir gömleği bitirme süresi olarak tüm operasyonların hesaplanmış halidir. Bu değer her farklı üretim emri için farklılık gösterebilmektedir. Üretilen adet ise belirtilen iş gününde üretimden çıkan günlük ürün adetlerini temsil etmektedir.

Yaratılan Değer (dk) sütununda ki veriler o gün içerisinde üretilen ürün adedinin standart zamanla çarpımı sonucu ortaya çıkan değerdir. Her gün için çalışan sayısı tabloda bir sütunda sisteme her gün için tespit edilerek, veriler girilmiştir. Çalışanların giriş çıkış süreleri parmak izi yöntemiyle bilgi işleme merkezine bilgi akışı sağlanarak hesaplanmaktadır. FM direkt sütunu ise normal çalışma süresi olan günlük 540 dakikadan daha fazla çalışmayı temsil eden Fazla Mesainin kısaltmasıdır. Bandın toplam çalışma süresi; direkt çalışan sayısı ile günlük çalışma süresi olan 540 dakikanın çarpımı sonucudur. Bu sonuca, fazla mesai çalışmasının da eklenerek, toplamda oluşan dakika bağlamında süre ortaya çıkmaktadır. Verimlilik ölçümünde literatürde çokça karşılaşılan genel formülü Bayyurt ve Duzu (2008) çalışmalarında aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Ağırlıklı Çıktı Toplamı}}{\text{Ağırlıklı Girdi Toplamı}}$$

Bu formül temel alınarak işletmede üretim süreçlerinde ki faaliyetlere uyarlandığında ortaya çıkan formül şu şekildedir.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\left[\text{Standart Zaman Değeri (Kesim+ Hazırlık Bandı} \right] * \left[\text{Günlük Üretim Miktarı} \right]}{\left[\text{Çalışan Kişi Sayısı} \right] * \left[\text{Günlük Standart Çalışılan Süre} \right]}$$

(540 dk.)

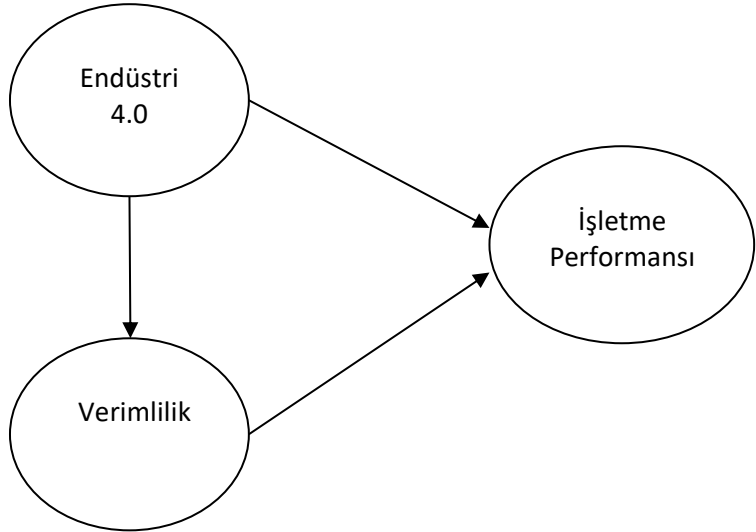
Ek.1 de gösterilen günlük verimlilik değerleri ile analiz sonuçlarında gösterilen verimlilik tablolarına yukarıda gösterilen formülden yararlanarak ulaşılmıştır.

9. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen analizler 2 ana başlık altında incelenebilir. Bu başlıklar şu şekildedir;

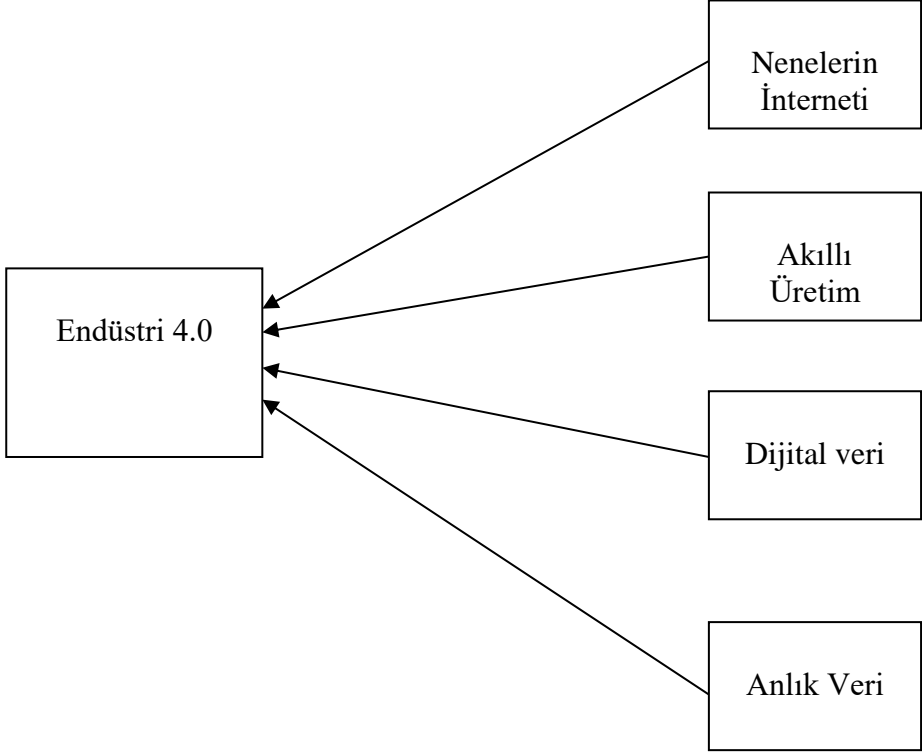
- İşletmede çalışan iş görenlerin performansı ile işletme içerisinde üretim hatlarından toplanan veriler üzerinden yapılan verimlilik analizi.
- İşletmenin performans bağlamında finansal karlılığı, maliyetleri ve stok düzeyi ile ilgili analiz.

Bu çalışmaya ait araştırma modelleri şekil 9.1 ve 9.2 ve 9.3’de sunulmaktadır.



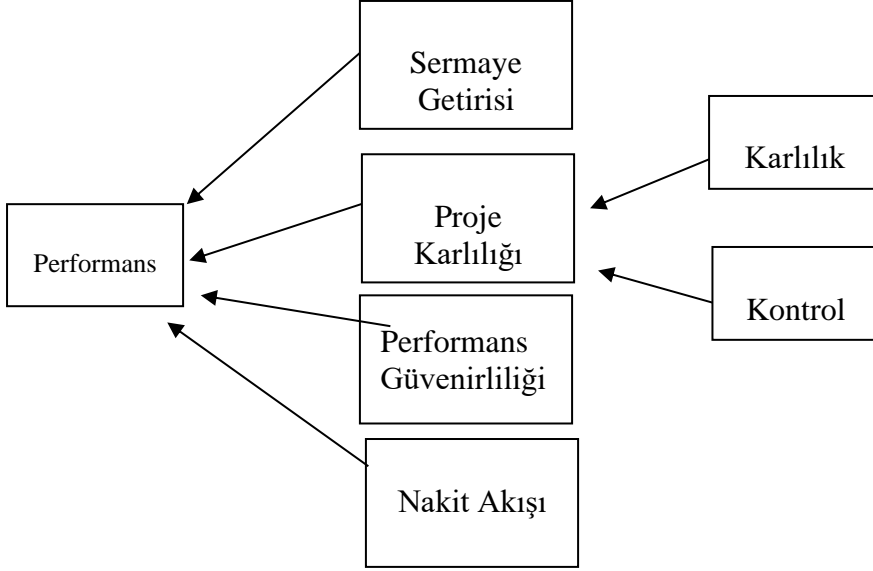
Şekil 9.1. Araştırma Modeli 1

Bu çalışmaya ait araştırma modelleri Şekil 9.2. model 2



Şekil 9.2. Araştırma Modeli 2

Bu çalışmaya ait araştırma modellerinden Şekil 9.3 Model 3.



Şekil 9.3. Araştırma Modeli 3

10. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu bölümde elde edilen verilerin analiz sonuçları ve bu analizler sonucunda elde edilen bulgular yer alacaktır.

10.1. Endüstri 4.0 ve Verimlilik Arasındaki İlişkiye İlişkin Bulgular

Verimlilik göstergelerinin pay ve paydasında yer alan çıktı ve girdi değişkenleri, fiziksel veya parasal birimlerle açıklanabilir. Girdi ve çıktı değişkenleri olarak fiziksel büyüklüklerin kullanıldığı göstergeler fiziki verimlilik göstergeleridir. Ayrıca girdi ve çıktı değişkenlerinin parasal büyüklükler cinsinden ifade edildiği göstergelerde parasal verimlilik göstergeleri olarak tanımlanmaktadır.

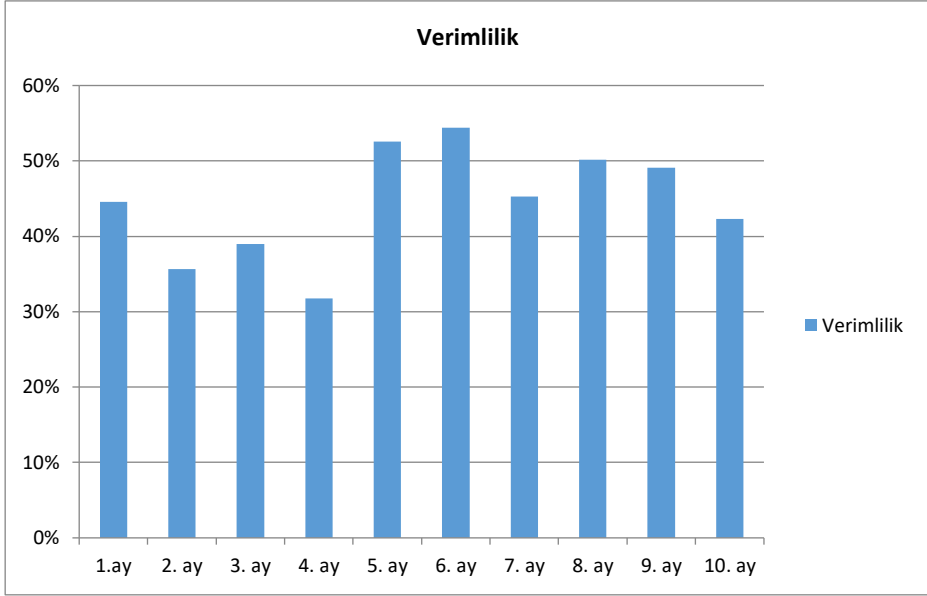
Tablo 10.1. Çıktı ve girdi türleri için kullanılabilir örnek fiziksel ve parasal değişkenler (Uçmuş ve Kaçar, 2015: 99).

	Fiziksel	Parasal
Çıktı	Üretilen ürün miktarı, satılan ürün miktarı, vb. (ton, metre, vb. cinsinden)	Satışlar, katma değeri, vb.
İşgücü	Çalışan sayısı, makine saat, vb.	Amortisman ve Tükenme Payları, sermaye stoku, vb.
Sermaye	Makine sayısı, makine saat, vb.	Amortisman ve Tükenme payları, sermaye stoku, vb.
Hammadde ve malzeme	Kullanılan hammadde ve malzeme miktarları(metre, kilogam, litre, vb.	Hammadde ve malzeme maliyetleri
Enerji	Kullanılan elektrik miktarı(kWh, vb.), kullanılan su miktarı (lt, m3, vb)	Enerji maliyetleri (elektrik maliyeti, su maliyeti, vb.)

Toplanan verilerin sonuçlarına bakıldığında, her ay için 20 iş günü 1 aylık toplam iş gününü temsil etmektedir. 2017 yılındaki ilk on aylık dönemde teknoloji ve üretim hattı ile diğer departmanlarda Endüstri 4.0 bağlamında hiçbir iyileştirme yapmadan toplanan verilerin sonuçları; 1. Ayda ortalama çalışan sayısı 30 kişi olduğunu, ortalama verimlilik oranı ise %45 düzeylerinde seyrettiğini göstermiştir. 2. Ayda ise ortalama çalışan sayısı 30,3 olarak tespit edilip verimlilik oranı ise %36 olarak kayıtlara girmiştir. 3. Ayda toplanan verilere baktığımızda ortalama çalışan sayısı 30 kişi ile verimlilik oranı %39 olarak gerçekleşmiştir. 4. Ayda 32.25 ortalama çalışan sayısına ulaşılmış ve

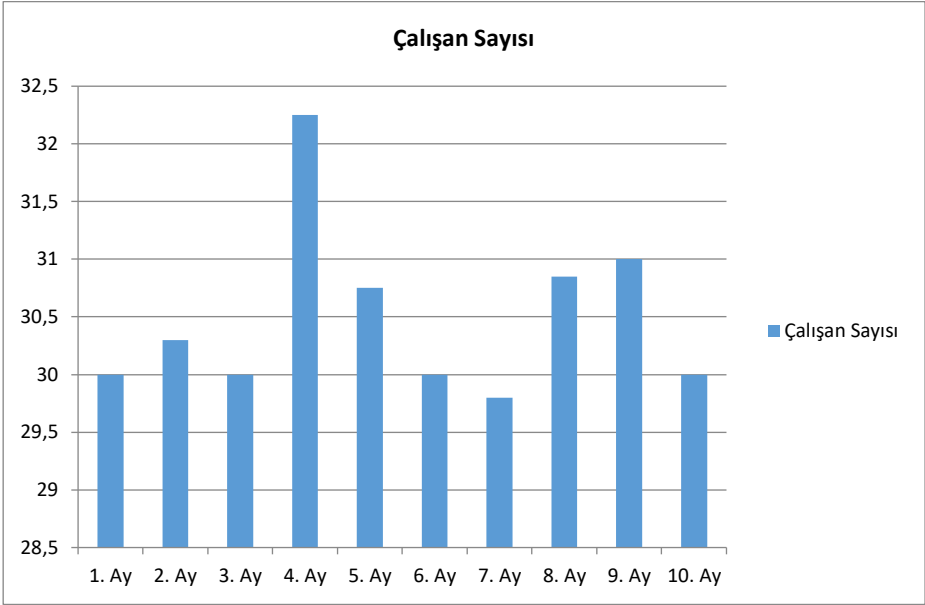
verimlilik de %32 ye gerilemiştir. 5. Ayda çalışan sayısı 30,7 iken %53 ile verimlilik son 5 ayın en yüksek oranına ulaşmıştır. Toplanan bu veriler, kayıt altına alınmasının yanı sıra, analizleri de yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlarla verimliliğin hangi saatlerde düştüğü ve düşüşün nedenlerine ulaşmaya çalışılmıştır.

6. Ay verileri incelendiğinde verimlilik oranı %54 dolaylarındayken çalışan sayısı 30 kişidir. 7. Ay verileri ise çalışan sayısının 30 çalışanla verimlilik oranında; %45'e gerilediği tespit edilmiştir. 8. Ayda çalışan sayısı ortalama 30,85 iken verimlilik oranı ise %50 oranında kalmıştır. 9. ve 10. Aylarda da ortalama 30 kişilik bir çalışan sayısı ile ortalama verimlilik %45 oranlarında kalmıştır. Bu ilk 10 aylık dönemde ortalama 30 kişilik çalışan sayısı ile %43 oranında verimlilik gerçekleşmiştir. Bu ilk dönemde elde edilen verilerin sonuçları, üretimde verimlilik bağlamında oluşan gereksiz zaman kayıplarının tespit edilmesine yardımcı olmuştur. 2. Dönemde bu kayıp zamanlar giderilmeye çalışılmıştır. İlk dönem sonunda çalışanların çalışma saatleri içerisinde verimliliklerinin artırılması için teknik anlamda tespit edilen akıllı çalışma modeli ile akıllı cihazların ve bu yeni teknoloji ile çalışılmanın sağlayacağı yeni çalışma kültürünün ortaya çıkaracağı fırsatlar ve tehditler değerlendirilmiştir. Hatlarda tespit edilen dengesizlikler ve ihtiyaç duyulandan fazla işçi çalıştırılması, işletmenin karlılık performansı ile işletme verimliliğini negatif etkileyen faktör olarak tespit edilmiştir. Üretim hatlarında hatalı ürünlerin kontrol noktalarında tespiti ile tamire ayrılan yüksek adetlerdeki hatalı ürün miktarları, verimliliği etkileyen bir diğer neden olarak belirlenmiştir. Ek.2 de örnek tamir tespit tutanağı gösterilmiştir. Kontrol bağlamında tamir tespit tutanağında hangi bölümde hangi hata'nın gerçekleştiği tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bununla amaçlanan: Hatanın kronik hale gelip gelmediğini tespit ederek oluşacak geri dönüşler ve tekrarlanan faaliyetler engellenerek olası gereksiz maliyetlerin önüne geçmektir. Aşağıda tablo 10.4. de verimlilik düzeyleri aylar bağlamında karşılaştırılmak üzere gösterilmiştir.



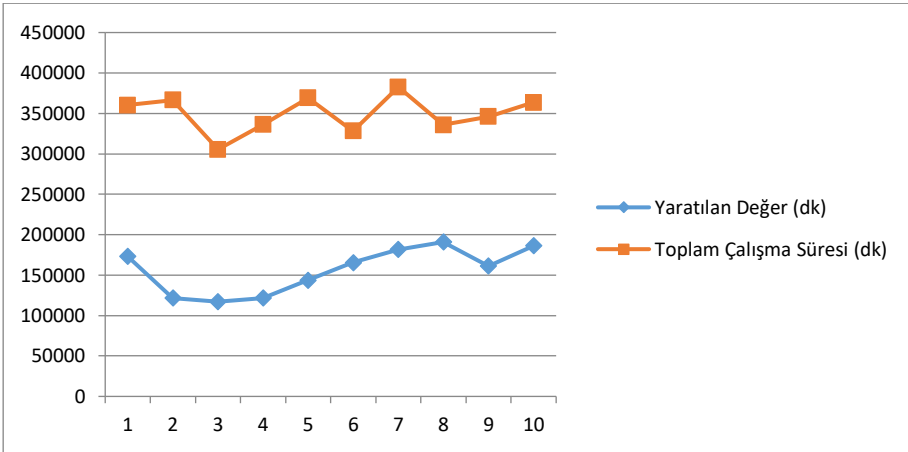
Şekil 10.4. İlk 10 ay için verimlilik tablosu

Üretim işletmelerinde maliyetlerin hesaplanmasında kişi başına ortaya çıkarılan değer büyük önem arz etmektedir. Özellikle emek yoğun üretim işletmelerinde çalışan verimliliği; maliyetlerin tutturulmasına katkı sağlayan, ayrıca gider kalemleri içerisinde genellikle en yüksek olandır. Bu açıdan bakıldığında verilerin anlık takibi sayesinde üretim alanında hat dengelemeleri yapılarak optimum düzeyde istihdam seviyesi tespiti hayati önem taşımaktadır. Üretim hattında çalışan kişi sayılarının üretim verileri ile birlikte kayıtlara alınması verimlilik ve performans ölçümünde olmazsa olmaz derecede önemlidir. Bu bağlamda aşağıdaki Şekil 10.5 de aylara göre çalışan sayılarının günlük çalışan sayılarının toplamalarının aritmetik ortalaması gösterilmiştir.



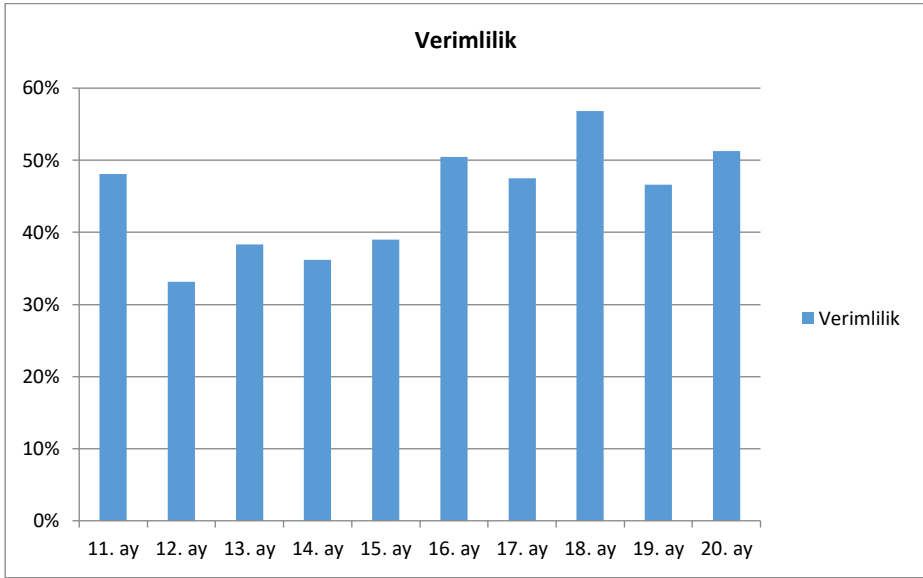
Şekil 10.5. İlk on aylık dönemde üretim sahasında çalışan personel sayısı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Verilerin analizinde kullanılan, toplam çalışan sayısı ile standart zamanın çarpımından elde edilen sonuç; işletmenin verimliliğini ölçmek adına ortaya çıkardığı değeri göstermektedir. Aşağıdaki Şekil 10.6. toplam çalışma süreleri ile yaratılan değer aylara göre dağılımını göstermektedir.



Şekil 10.6. Yaratılan değer ve Toplam Çalışma Süreleri ilk 10 ay için

Değişim bütün örgütlerin temel sorunları arasında yer almaktadır. Zaman içerisinde ortaya çıkan değişimi gerçekleştiremeyen işletmeler faaliyetleri döneminde büyük sorunlarla karşı karşıya kalabilirler. Değişim gerçekleşirken ekonomik, sosyolojik, psikolojik ya da rasyonel nedenlerle, çalışanlar bu değişime direnç gösterebilirler, bu dirençte kaynakların etkin ve verimli kullanılmasını olumsuz etkileyebilir (Tunçer, 2013: 373). Veri toplama sürecinin 11. Ayı itibari ile üretim sürecine endüstri 4.0 bağlamında akıllı aygıtlar ve yazılım ile birlikte üretim hatlarında düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. Çalışanların kurulacak yeni sisteme entegrasyonunun zaman içerisinde çalışma alanının da meydana gelecek değişikliklerle uyum sağlaması, sistemin verimli çalışması, sisteme tüm organizasyonun bir bütün halinde uyum sağlaması zaman alabilecektir.



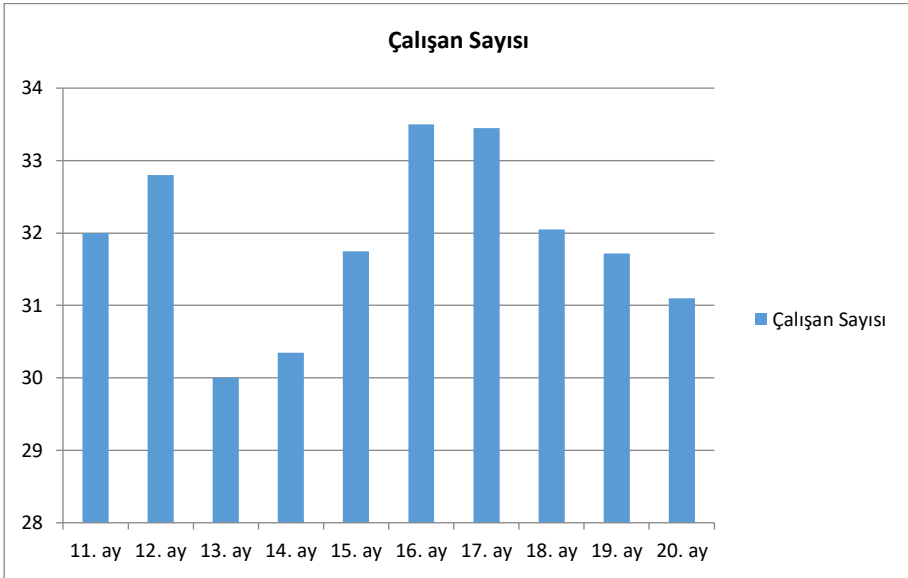
Şekil 10.7. İkinci on Aylık Peryodlarda Verimlilik Tablosu

İkinci on aylık veriler incelendiğinde ortalama çalışan sayısı 31 kişi aralığında devam etmiş ve verimlilik bağlamında da dalgalanmalar yaşanmıştır. Sistemin ilk kurgulandığı ay olan 11. ayda bir önceki aya göre %6 lık bir verimlilik artışı gözlenmiştir. 12. Ay da ise %48 verimlilik oranı %33 oranlarına gerilemiştir. Dalgalanma ilerleyen aylarda pozitif anlamda gelişim göstermiştir. Verimlilik seviyesi 16. Ay da ve 18. ayda en yüksek seviyesine ulaşarak %57 ve %50 bandına oturmuştur. Geçiş dönemi olarak adlandırdığımız bu dönemin son aylarında çalışanların sistemle olan uyumu, verimlilik artışında belirgin bir biçimde görülmektedir. Bu verilere baktığımızda ortalama verimlilik ikinci 10 aylık sürede %45 düzeylerinde

gerçekleşmiştir. Tablolar bize bu dönemin son 4 ayı olan 17, 18, 19 ve 20. aylarında verimlikte artış olduğunu göstermektedir.

Uçmuş ve Kaçar (2015) çalışmasında, İş gücü verimliliğini, insanın bedensel, zihinsel ve motivasyon gücünün etkin kullanımı ile üretim veriminin artırılması olarak açıklamıştır. İşgücü verimliliği bir başka yaklaşıma göre, iş görenin yaptığı işi sağladığı maksimum fayda olarak da tanımlamaktadır. İş görenlerin yaptıkları işe sağlayacakları fayda onları, eğitim, bilgi, görgü ve kabiliyetlerinin bir sonucu olarak yansıtacaktır. Bu açıdan baktığımızda sahip olunan yeteneklere uygun işe yerleştirilmeleri iş gücü verimliliğinin maksimizasyonu açısından önem taşımaktadır.

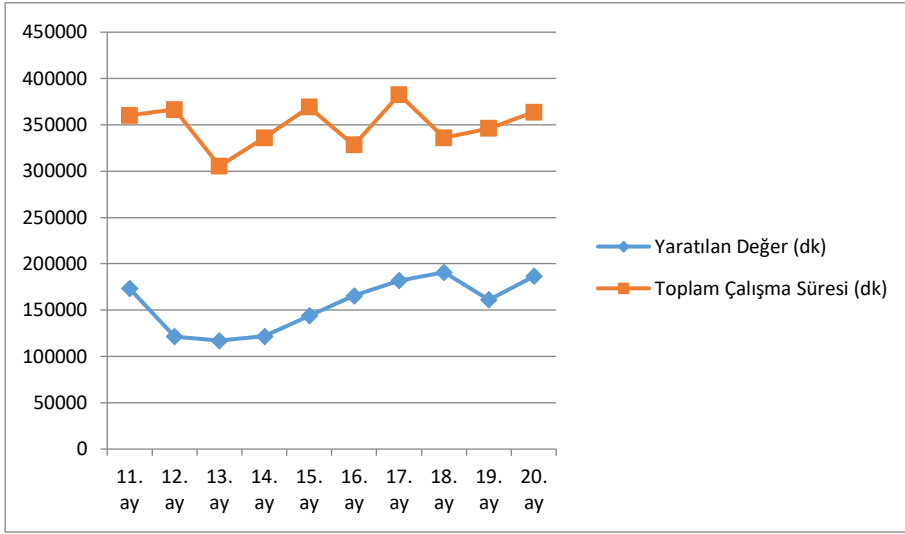
İkinci on aylık dönemde işletmede istihdam edilen çalışan sayısı aşağıdaki tablo 10.8 de gösterilmiştir.



Şekil 10.8 İkinci on aylık Çalışan Sayısı verileri

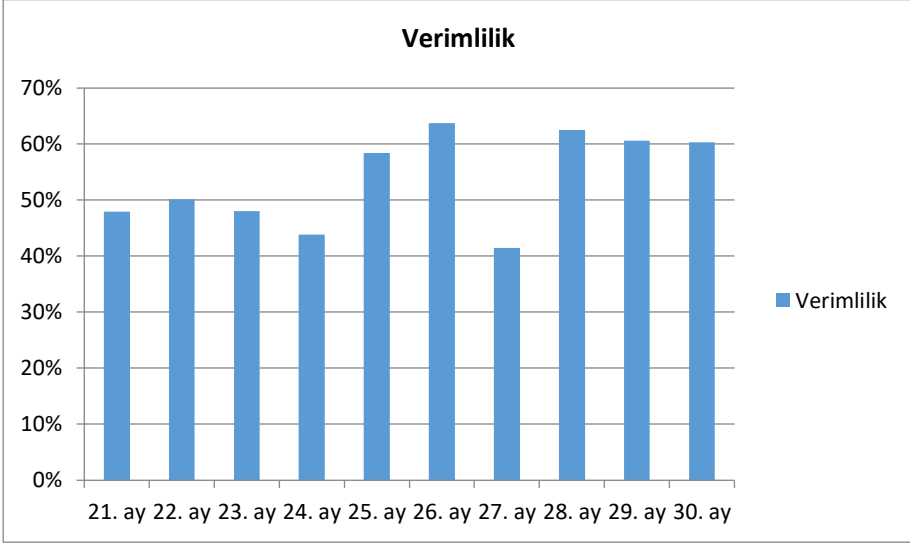
İşletmede 2018 yılında 2. 10 aylık dönemde üretim alanında çalışan iş görenler arasındaki sistemle olan uyum dalgalanmaları, 3. Dönemde belirgin bir biçimde pozitif yönde gelişme göstermiştir. Alkış vd., (2020) çalışmalarında, Endüstri 4.0 uygulamalarının kullanımının depo ve envanter yönetimine ek olarak operasyonel verimliliğe de etki ettiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında bu etkiyi iş gücü verimliliği, iş gücü tasarrufu, iş gücü maliyetleri, fazla mesai ihtiyacı, operasyonların belirli bir standartta yapılması ve yalın olması yönlerinde ele almışlardır. Çalışanların daha standart olan işlerini robotik ve otonom araçlara devretmeleri ile daha fazla uzmanlık gerektiren işlere yönelebilmeleri, bununla birlikte işgücünün daha verimli çalışmasına olanak sağlayacağını da savunulmuştur (Resch ve Blecker, 2012:

93). 2. Dönem Verimlilik oranlarının aylara göre farklılıkların karşılaştırılmasını sağlamak için aşağıdaki tablo 10.9 da yaratılan değer ile toplam çalışma süreleri aynı tabloda verilmiştir. Toplam çalışma sürelerinde 15-18. Aylar arasındaki çalışma sürelerinde belirgin iniş çıkışlar gözlemlenmesine karşın işletmenin ortaya çıkardığı değerlerde bu dalgalanma görülmemiştir. İşletmenin sisteme uyumu sayesinde makul değerlerde sürekli bir artış gözlemlenmiştir.



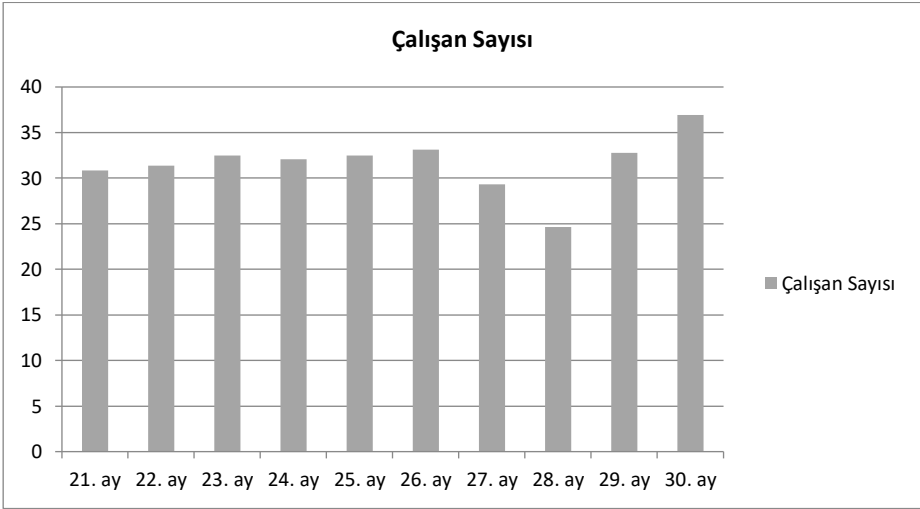
Şekil 10.9. İkinci On Aylık Yaratılan Değer ve Toplam Çalışma Süreleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

3. Dönemin ilk ayı olan 21. Ay üretim sahasında toplanarak analiz edilen verimlilik düzeyi %48 olarak gerçekleşmiştir. Bu verimlilik oranında çalışan sayısı ise 31 kişidir. 22. Ay da ise işletme %50 verimlilik düzeyini 31.5 çalışan ile yakalamış görülmektedir. Verimlilik anlamında 23. ve 24. aylarda gerçekleşen düşüş, kabul edilebilir oran içerisinde kalmıştır. 25. Ayda toplanan veriler sonucunda verimlilik oranı %58 ile önemli bir gelişme kaydetmiştir. Bu ay için çalışan sayısı 32,5 olarak gerçekleşmiştir. 26. ay da bu dönem için verimlilik düzeyi pik seviyesi sayılabilecek %62 olan seviyeye ulaşmıştır. Çalışan sayısı ise 33 dolaylarında ortalama ile gerçekleşmiştir. 27. Ayda keskin bir düşüş yaşanmış olmasına rağmen şekil 9.10 da gösterilen verimlilik oranlarının son üç ayında işletmenin verimliliği %50 verimlilik üzerinde seyretmiştir. 3. Dönemin ortalama verimlilik düzeyi %54 seviyesinde gerçekleşmiş olup çalışan sayısı ortalaması ise 31.6 olarak gerçekleşmiştir.



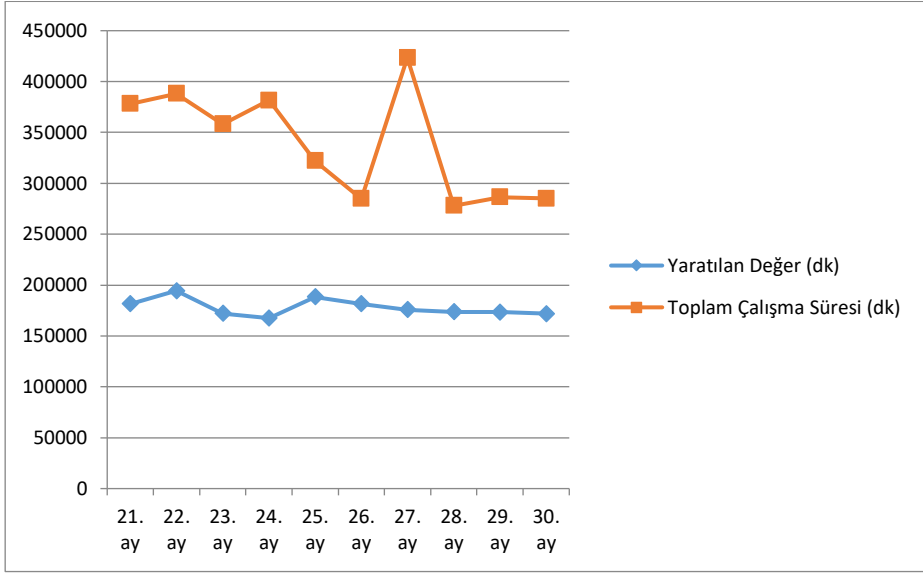
Şekil 10.10. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu

Sonuç olarak işletmeye uygulanılmaya çalışan endüstri 4.0 bağlamında kullanılan teknolojilerin toplanan veriler ile oluşturulan verimlilik, çalışan sayısı ve yaratılan değer/toplam çalışma saatleri oranları bizlere üretim de çalışan iş gücü ile yeni endüstri 4.0 teknolojilerin monte edildiği yeni üretim süreci ile makine uyumunun verimliliği arttırdığını ortaya koymaktadır.



Şekil 10.11. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu

Üçüncü On Aylık Yaratılan Değer ve Toplam Çalışma Süreleri



Şekil 10.12. Üçüncü On Aylık Verimlilik Tablosu

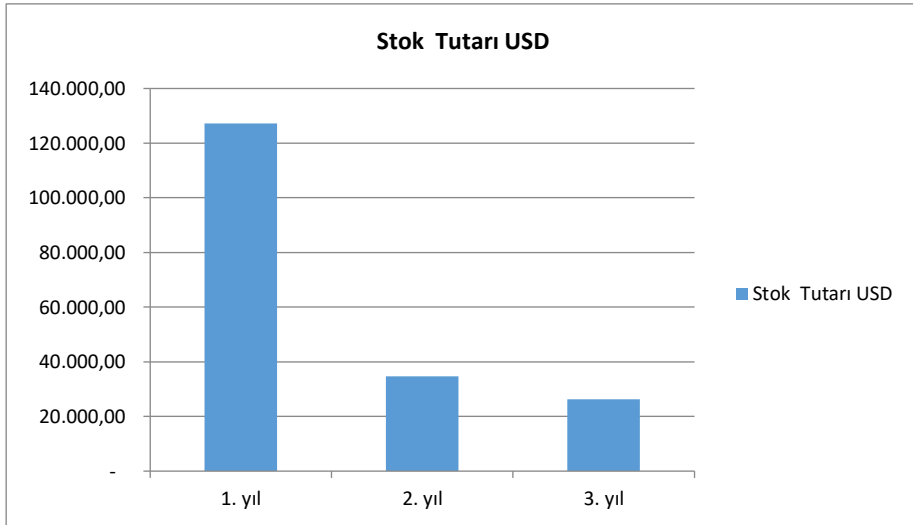
10.2. Endüstri 4.0 ile İşletme Performansı İlişkisi Bulguları

Endüstri 4.0'ın amacı, ileri düzeyde operasyonel verimlilik ve üretkenliğin yanı sıra daha ileri düzeyde otomasyon ile işletme performansını arttırmaktır (Haseeb vd., 2019: 1). Ekonomik performans üretim sektöründe her zaman önemli olmuştur (Zhu ve Sarkis, 2007: 4334). Chien ve Shih (2007) çalışmalarında, finansal performans bağlamında: kârlılık, Pazar payı ve maliyetlerde tasarrufun önemini savunmuşlardır. Haseeb vd., (2019) Tayland da KOBİ'lerde sürdürülebilir iş performansını teşvik etme de Endüstri 4.0'ın rolünü belirlemek için yaptıkları çalışmada, endüstri 4.0'ın KOBİ'ler arasında sürdürülebilir iş performansının artışı için çok önemli olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca Endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilir iş performansının gelişimde olumlu rol oynadığı sonucuna ulaşılmışlardır. Özellikle beş Endüstri 4.0 teknolojisinin (Büyük Veri, Akıllı Fabrika, Siber Fiziksel Sistemler, Nesnelerin İnterneti ve Birlikte Çalışılabilirlik) bunların içerisinde performansı arttırmak adına en değerli olanlar olduklarını savunmuşlardır (Imran vd., 2018: 14).

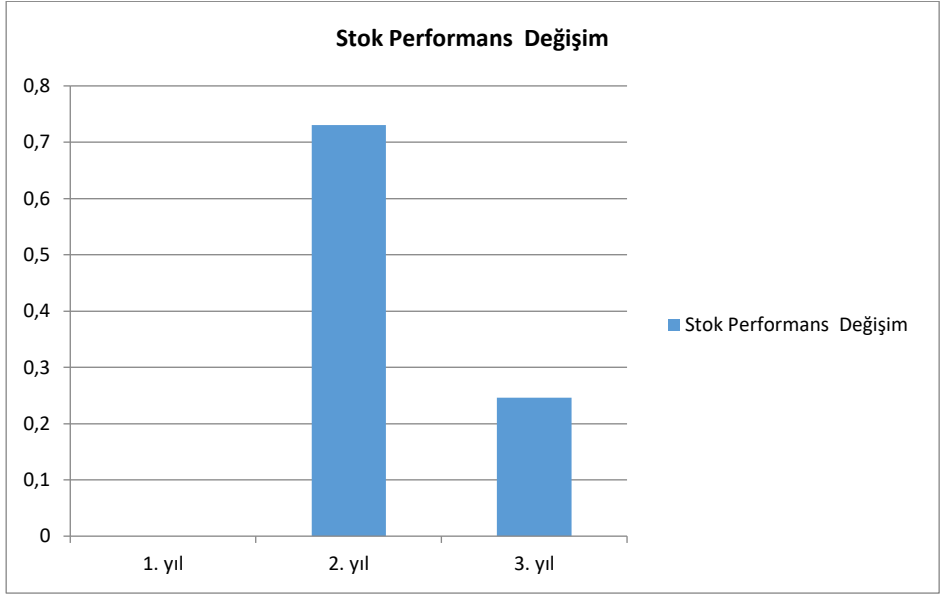
İşletmenin verimliliğinin yanı sıra performansını da arttırmak, işletmeye entegre edilen yeni üretim süreçleri ile Endüstri 4.0 teknolojilerinin, işletmenin finansal performansını etkileyip etkilemediğini tespit etmek amacıyla işletmenin mali verileri incelenmiştir. İncelenen ve analiz edilmek üzere alınan

stok verilerini kontrol edebilmek için Ek.3 de İşletmenin 2017 yılına ait Bilançosu, Ek.4 de 2018 yılı bilançosu, Ek.5 de 2019 yılı Bilançoları tedarik edilmiştir. İşletmede kullanılan bir çok hammadde ve malzeme USD dolarına endeksli olduğundan Makro düzeyde karlılığı ölçmek için Dolar kurları bağlamında verileri paylaşmanın daha doğru bir yaklaşım olduğu düşünülmüş bu çerçevede ilgili yılın son işlem günü Merkez Bankası kurları baz alınarak veriler USD doları kurları ile de ayrıca hesaplanmıştır (MerkezBankası, 27.05.2020, www. www.tcmb.gov.tr).

Yapılan incelemeler sonucunda işletmenin Stokları Endüstri 4.0 teknolojileri ve otomasyonlarından önce ilk yıl için 480.620,00 TL (127.148,14 USD) olarak tespit edilmiştir. 2018 yılı rakamlarında ise stok tutarının %72,6 düşüşle 183.763 TL(34.737,80 USD) ye gerilediği görülmektedir. İşletmenin kaynaklarının verimli kullanılması karlılık düzeyini arttırmak adına önemli bir konudur. Bu bağlamda işletme de kullanılan, İplik, İğne, Buhar üretimi için kömür, tela, düğme, katlama malzemeleri, ambalaj malzemeleri, USD dolarına endeksli olmasına rağmen 2019 yılı için kurdaki artışını da düşündüğümüzde bir önceki yıla oranla 155.910 TL (26.203,35 USD) ile yaklaşık %32 daha az gerçekleşmiştir. Aşağıda Şekil. 10.13. de yıllara göre stok tutarları gösterilmektedir. Bu verilerin yıllara göre dağılımının birlikte gösterilmesi değişimin daha iyi değerlendirmesine yardımcı olacaktır. Bu veriler incelendiğinde endüstri 4.0 bağlamında tedarik edilen yazılım ve teknolojiler, stok kullanım oranlarını, ihtiyaçların belirlenmesi ve stok maliyetlerine optimum düzeyde katlanılması amacıyla, üretim süreçlerini de aksatmayacak düzeyde tutulmuştur. Bu yaklaşım işletmenin kârlılığına pozitif yönde katkı sağlamıştır.



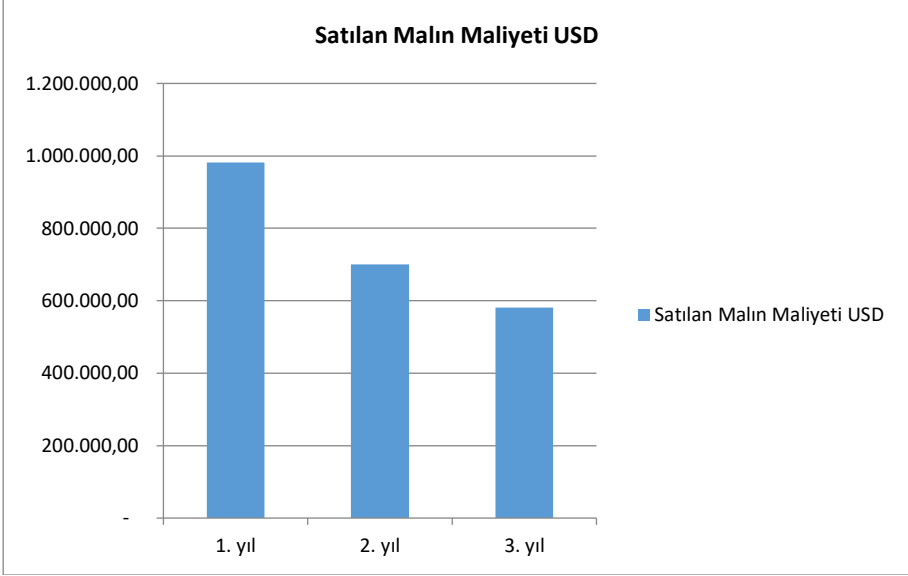
Şekil 10.13. Dönem Sonu Stok Miktarları



Şekil 10.14. Stok Performans Oranları

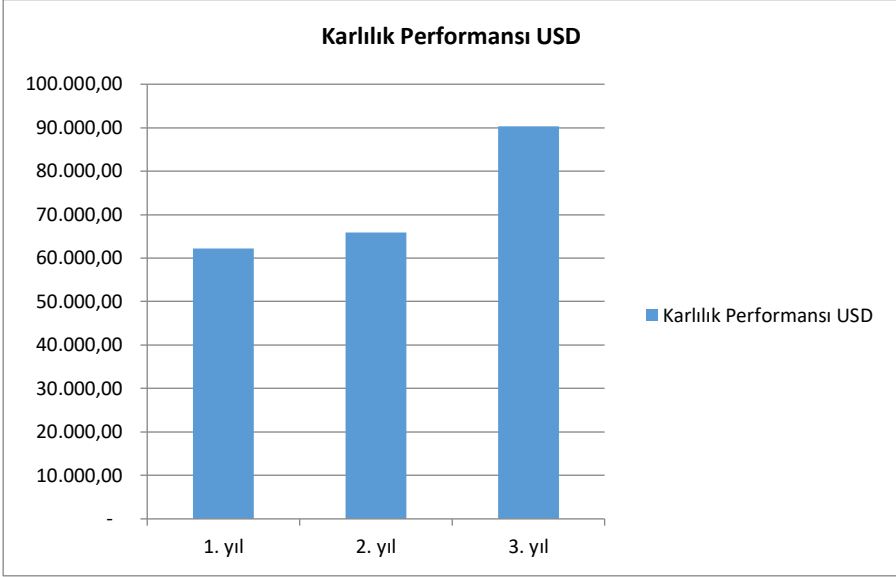
Genel olarak geçmiş yıllarda yüksek maliyetli olsa da azalan sensör ve diğer akıllı aygıt maliyetleri ile endüstri 4.0 teknolojilerinin çözüm entegrasyonları ile özellikle maliyetlerde tasarruf sağlanmıştır (Kolberg vd., 2015: 1872). İşletme içerisinde tüm değer zincirinde uç tan uca dijital entegrasyon ile maliyetlerin düşürülmesi mümkün olmaktadır (Oesterrich ve Teuteberg, 2016: 123). Çalışmanın yapıldığı işletmede maliyetleri düşürmek adına yapılan Endüstri 4.0 teknolojileri yatırımı ile maliyetlerin düşürülmesi amaçlanmıştır. Bunun etkisini ölçmek amacı ile işletmenin yıllara göre Satılan Malın Maliyeti verilerinden faydalanabilmek için Ek.6 da 2017 yılı Gelir Tablosu, Ek.7 de 2018 yılı Gelir Tablosu ve Ek.8 de ise 2019 yılı Gelir Tablosu incelenmiştir. Gelir Tablosundan incelenen ilk kalem satılan malın maliyetidir. Bu veriler incelendiğinde ise 2017 yılı için 3.711.000,00 TL (981.746,3 USD) olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında ise Satılan Malın Maliyeti 3.702.170,00 TL (699.843,10 USD) yaklaşık %21 oranında düşüşle gerçekleşmiştir. 2019 yılı verilerine göre ise satılan malın maliyeti bir önceki yıla göre %17 düşüşle 3.457.020,00 TL(581.011,76 USD) ile 3 dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. Şekil10.15 de 3 dönemin satılan malın maliyeti oranları Ek.7, Ek8, Ek.9 da ki verilerden faydalanarak oluşturulmuştur. Satılan malın maliyetlerinde gerçekleşen düşüş işletmenin karlılığına pozitif yönde etki

etmiştir. Satılan malın maliyeti oranlarındaki değişim daha iyi aktarmak için üç dönemin verileri aynı tabloda yıllara göre aşağıda tablo 10.15 de gösterilmiştir.



Şekil 10.15. Satılan Malın Maliyeti Yıllara Göre Değişimi

İşletmenin yıllara göre kârlılık verilerine ulaşmak için ise Ek.6 da 2017 yılı gelir tablosu, Ek.7 de 2018 yılı gelir tablosu ve Ek.8 de ise 2019 yılı gelir tablosu incelenmiştir. Bu veriler incelendiğinde işletme'nin 2017 yılında 12 ay da toplamda 235.350 TL (62.261,90 USD), 2018 yılında ise karlılık TL bağlamında %32,5 luk artışa rağmen dolar kurundaki beklenmedik artış nedeniyle dolar kuru baz alındığında yaklaşık %5.5 lik artış ile 348.407,00(65.865,59 USD) olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılın da gerçekleşen karlılık ise bir önceki faaliyet dönemine göre Türk Lirası olarak %35,13 daha artış göstermesine rağmen USD doları bağlamında ise %37,4 artış oranıyla 537.112,37 TL (90.270,98USD) olarak gerçekleşmiştir. İşletmenin performansını ölçmek adına literatür taramalarında daha önceki çalışmalarda da ulaşılan sonuçlar bize performans ölçümlerinde karlılık verilerinin önemli olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda incelenen üç dönemin karlılık oranlarının işletmenin endüstri 4.0 teknolojileri için yapılan yatırımın işletmenin karlılığı bağlamında işletmeye katkısını göstermektedir. Aşağıda şekil 10.16 da işletmenin karlılık düzeyindeki değişimi daha iyi görebilmesini sağlamak amacıyla 3 dönem tek tabloda sunulmuştur.



Şekil. 10.16. Karlılık Bağlamında Performans Verileri

11. SONUÇ VE TARTIŞMA

Organizasyonlar birçok nedenden ötürü önemli çalışma ve endişe kaynağıdır. Modern toplumlarda kolektif hedefleri takip etmek için hayati öneme sahip mekanizmalardır. Organizasyonlar tarafsız araçlar değildirler çünkü ürettikleri ve ortaya çıkardıklarını etkilemektedirler; bağımsız olarak belirli hak ve güçlere sahip kolektif aktörler olarak faaliyet gösterirler. Yaşadığımız bu dönemde kontrol edilemeyen çevresel faktörlerinde etkisi ile ortaya çıkan değişimler tarım öncesi dönemden bu yana gerçekleşen her yeni teknoloji dalgası ile insanın bulunduğu organizasyonları değişime ayak uydurmaya zorlamış ve organizasyonları da bu yönde etkilemiştir. I. Sanayi devrimi ile kırılma noktasını yaşayan iş çevreleri, endüstriyel üretim, artan nüfus ve kentleşme ile talepte oluşan artış, değişim eğilimini tetiklemiş bu da günümüze değin birçok yeniliğin belirli dönemlerde yaşanmasına neden olmuştur.

Yaşanan nüfus yoğunluğu ve dönüşüm, beraberinde talepte artışa neden olmuş buna bağlı olarak bu değişimin arzdaki yansımaları bunu karşılayacak seri üretim sistemlerinin gelişimi şeklinde olmuştur. Sınırlı sayıda üreticinin olduğu I. Sanayi dönemindeki üretim yaklaşımı, tüketici talebinden ziyade kendi fırsat ve maliyetlerini faaliyetlerinin merkezine koyduğu bir üretim felsefesine sahipti. Bu felsefe, artan rekabet ile üretilen hizmetleri istenilen kalite ve zamanda istenilen yerde satın alabilmenin dahi birçok rekabet paydaşları tarafından yerine getirildiği, tüketicinin taleplerini gözetken üçüncü sanayi devrimine ait gelişmelerin bile yetersiz kaldığı bir bakış açısına dönüşmüştür.

Tüm bu gelişmeler ile birlikte tüketiciler ile yüzlerce yıldır değişim aracı olarak kullanılan para da bu değişimden nasibini almıştır. Bu bağlamda artık insanlar dijital ortamda değişim aracı olarak dijital para ve temassız ödeme seçeneklerini kullanarak belirli bir hizmet ya da nesneyi satın almak yerine belirli bir süre için o hizmetten faydalanmayı talep etmektedir. Tüketim davranışında ki bu farklılaşmanın insanları cezbeden yanı, artık fiziki kitap yerine on-line kitap, sinema yerine internet üzerinden sanal sinemalarda, verileri depolamak için hard diskler yerine bulut veri depolama alanlarını çok daha az maliyetle daha konforlu bir alanda bu hizmetlere istedikleri anda ulaşabiliyor olmalarıdır. Bu yeni tüketim davranışı ile yakın gelecekte insanlar, arabaları akıllı uygulamalar içeren bilgisayarlara dönüştürerek, nesnelerin interneti teknolojisi ile ev ile bağlantı kuran, evlerini daha tasarruflu ve daha konforlu birer yaşam alanına çevirecek bir hayat tarzına doğru sürüklemekte bu da onlarca yeni yaklaşımdan sadece bir kaçıdır. Tüm bu yaşananlar gelecekte var olmak isteyen işletmeleri, varlıklarını sürdürebilmek için verimlilik ve performanslarını geliştirerek karlılıklarını artırabilmek adına yaşanan dönüşüme adapte olmaları için onları motive ediyor. Bunun bir yansıması olarak, kimi işletmeler karlılıklarını artırabilmek ve müşteri taleplerini yerine

getirebilmek için günün yeni teknolojilerini üretim sahalarına entegre etmeye başladılar.

Araştırmanın amacı; Kahramanmaraş ilinde gömlek üretimi yaparak faaliyet gösteren KRK işletmesinde, Endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim sürecine adaptasyonu ile işletme performansı ve üretim verimliliğini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmak olarak tanımlanabilir.

Kahramanmaraş ili hazır giyim ürünleri ve hazır giyimde kullanılan yardımcı malzemelerin ihracatında Türkiye de ilk altı şehir arasında yer almaktadır. Bunun temelinde geçmişten bu yana tekstil alt yapısının güçlü olması vardır. Hali hazırda birçok ulusal ve uluslararası dev markanın tedarik zincirinde Kahramanmaraşlı firmalar kendisine yer bulmuştur. Bu bağlamda işletme araştırmanın yapıldığı dönemde birçok önemli ulusal ve uluslararası işletme ile tedarikçi pozisyonun da faaliyetlerine devam etmiştir. İşletme de yapılan araştırma 30 ay süren bir vaka çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı süreç boyunca uluslararası piyasa koşulları ile konjektürel risklerin yoğun yaşandığı, politik risklerin yanı sıra makro ekonomik nedenlerden dolayı oluşan daralmalar nedeniyle talepte oluşan iniş çıkışlar ile döviz kurunda ortaya çıkan keskin hareketler, rekabetin daha yoğun yaşanmasına neden olmuştur. Tüm bu nedenler maliyetler, verimlik ve işletme performansın daha da önemli hale gelmesine sebep olmuştur. Araştırmanın vaka çalışması olarak tek bir işletme üzerinde yapılması ve yaşanan bu olumsuz ekonomik koşullar en önemli kısıtlar olarak görülmektedir.

Araştırmanın yapıldığı işletme de uygulanacak Endüstri 4.0 teknolojilerinin ve yeni üretim sürecinin işletmenin verimliliğine olan etkisini ölçmek amacı ile 30 aylık süre boyunca 2017, 2018 ve 2019 yıllarında üç ayrı dönem olarak 10 aylık sürelerde veriler toplanmıştır. Birinci dönemde Endüstri 4.0 teknolojileri üretim süreçlerine uygulanmadan toplanan veriler ile sonraki ikinci ve üçüncü dönemde gerçekleşen teknoloji yatırımları ile üretim süreçlerinde yapılan değişiklik sonucunda verilerin toplanmasına devam edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda 2017 yılındaki verimlilik oranı %43 olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında üretim süreçlerinde yapılan yeni teknoloji yatırımları ile yeni üretim süreçlerinin adaptasyon süreci başlamış ve 2. dönem de toplanan verilerin, yapılan analiz sonuçlarında işletmenin verimlilik düzeyi %45 olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemdeki verimlilik artışının bir önceki döneme göre bu kadar düşük olması çalışanların yeni sistemle olan uyumunun zaman alması ve üretim hatlarında çalışanların yeni sisteme direnç göstermesi olarak savunulmuş ve bu yaklaşım literatür ile desteklenmiştir. İkinci dönemin son dört ayı incelendiğinde verimlilik artış oranının dönem ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. 2019 yılı Endüstri 4.0 teknolojilerine adaptasyon sürecinin tamamlanması ile elde edilen veriler incelendiğinde, ortaya çıkan verimlilik oranının %54 olarak gerçekleşmesi ile bu teknolojilerin işletme verimliliğini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde birçok çalışmanın sonucu araştırma sonucunda ulaştığımız sonuçları destekler niteliktedir. Rübmann vd., (2015), Endüstri 4.0 teknolojilerinin işletmede üretim verimliliği nasıl etkilediği ile ilgili çalışma yapmışlardır. Çalışmada bu sistemlerin ve teknolojilerin standart internet tabanlı protokoller kullanarak birbirleriyle iletişime geçeceklerini. Bununla birlikte oluşan hataları tespit ederek, kendilerini yapılandırabileceklerini değişen duruma ayak uydurmak adına verileri analiz edebileceklerini, makinelerden sensörler ve internet bağlantısı sayesinde veri toplayabileceklerini ve analiz edebilmelerini mümkün kılarak daha düşük maliyetlerde yüksek kalitede ürünler üretmek için daha hızlı ve bir o kadar esnek ve verimli süreçler sağlayacağı vurgulanmıştır. Bu da üretim verimliliğini arttıracak, ekonomiyi değiştirecek, endüstriyel büyümeyi teşvik edecek ve iş gücünün profilini değiştirerek rekabet gücünü etkileyecektir. Sonuç olarak Endüstri 4.0'ı günümüzde endüstride kullanılan bağlantı platformlarına dayanan yeni bir endüstri çağı olarak düşünebiliriz (Lasi vd, 2014: 239).

Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili verilen bilgiler incelendiğinde otomasyon ve robot teknolojileri ile akıllı fabrikalar bağlamında ki yaklaşımlar insanların bir çoğunun işini kaybedeceği algısına neden olmaktadır. Weyer vd., (2015) çalışmasında, Endüstri 4.0 ile her ne kadar da dijitalleşme teknoloji gelişimi ile verimlilik ve işletme performansı artsa da, üretim süreçleri ve artan otomasyon seviyesinin daha az insan etkileşimi veya çalışsınız üretim tesislerinin ortaya çıkmayacağını iddia etmişlerdir. Bu sanayi devrimi verimlilik ve performans bağlamında beklide üretim alanındaki çalışan sayısını azaltacaktır fakat bu teknolojiler tüm dünya da yeni popüler iş kollarının ortaya çıkmasına neden olacaktır. Sonuç olarak Endüstri 4.0 teknolojilerinin tek amacının çalışan sayısında tasarruf etmeye indirgenmesi bu eko-sistemin, ve gelecekte bizi neyin beklediğinin anlaşılmadığını gösterecektir. Dördüncü Sanayi Devriminin insanlığa sunduğu önemli ve kapsamlı fırsat, teknolojileri sadece birer araç olarak görmekten ziyade ortaya çıkışı ile çevremizi kuşatan ve yaşamlarımızı şekillendiren sistemleri etkileme ve yönlendirme suretiyle en çok sayıda insana, ailelerini, organizasyonlarını ya da toplulukları olumlu yönde etkileme beceresi kazandırmanın yollarını bulmaktır (Schwab, 2019: 24). Bir başka ifade ile dördüncü sanayi devrimi, fiziksel, dijital ve biyolojik dünyaları kaynaştırarak insanlar ve teknoloji arasındaki çizgileri bulanıklaştırmaktadır. Bu değişikliklerin insanların çalışma biçimleri ve işletmelerin ürettikleri değer üzerindeki etkisi tüm ekonomi ve endüstrileri kapsayacak ve işin geleceğini yeniden tanımlayacaktır (World Economic Form, 20.05.2020, www3.weforum.org.)

Araştırmanın yapıldığı işletmenin Endüstri 4.0 teknolojilerini üretim süreçlerine entegre etmesi ile işletme performansında bir etkiye neden olup olmadığını analiz etmek için işletme ye ait 2017, 2018 ve 2019 yılları faaliyetlerine ilişkin bilançoları ile aynı yıllardaki faaliyetlerine ilişkin gelir

tabloları analiz edilmiştir. Analizde Stoklara ilişkin veriler, Karlılık, Satılan Malın Maliyetine ilişkin veriler incelenmiştir. Bu analizler sonucunda 2017, 2018 ve 2019 yıllarında Stok miktarları 2017 yılında 127.148,00 USD gerçekleşirken, 2018 yılının da stok tutarında bir önceki yıla göre %72,6 lık bir düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüş 2019 yılında da bir önceki faaliyet dönemine göre %36 daha az gerçekleşmiştir. 2017 yılı Karlılık toplamı 62.261,00 USD gerçekleşirken, 2018 yılında ki karlılık oranı bir önceki yıla göre TL bazında % 35 artarken USD doları bazında ise %5.5 artış göstermiştir. 2019 yılı verilerine göre ise işletmenin karlılığı bir önceki faaliyet dönemine göre %37,4 lük artış gerçekleşerek tamamlanmıştır. Satılan Malın Maliyeti oranları ise 2017 yılında 981.746,3 USD olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında işletmenin Satılan Malın Maliyetinde %28,8 oranında düşüş gerçekleşmiştir. 2019 yılı faaliyet döneminde ise bir önceki döneme göre %17 oranında da bir düşüş gerçekleşmiştir. İşletme performansını ölçmek adına finansal verilerden faydalandığımız araştırmamızda toplanan ve analiz edilen veriler incelendiğinde Endüstri 4.0 teknoloji kullanımının işletme performansını pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Literatür araştırması sonucunda elde edilen veriler, araştırma sonucunda ulaşılan sonuçları destekler niteliktedir.

Endüstri 4.0 bağlamında, çeşitli teknolojilerinin kuruluş ve organizasyonların sürdürülebilir performansları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu bulunmuştur(Kample vd., 2018: 408). Endüstri 4.0 teknolojilerinin tekstil firmasında yaptıkları çalışmada genel performans üzerinde olumlu etkisi olan üretim ve hizmet sektörü ile olumlu bir ilişkisi olan teknolojiler olduğunu belirtmişlerdir (İmran vd, 2019: 14). Endüstri 4.0 teknolojileri ile birlikte bir araya gelecek tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler ve insan ile makine arasındaki ilişkileri ile geleneksel üretim tekniklerinden daha fazla verimlilik sağlayacaklardır (Rübmann vd., 2015: 1). Koren ve Palcic (2015) çalışmalarında, Endüstri 4.0 teknolojilerinden üretim sistemlerinde akıllı fabrikalara dönüşümü ile %30 daha hızlı, %25 daha verimli hale geleceği savunulmuştur. Shrouf vd., (2014) çalışmalarında, Akıllı üretim gerçekleştirdiğini belirten kuruluşların %82 si üretimde sürekli verimlilik artışı yaşadıklarını, %49'u daha az ürün hatası ile karşılaştıklarını ve %45 ise müşteri memnuniyetinin arttığını belirtmişlerdir.

Dünyada gelişmiş ülkelerdeki birçok işletme, üretime yönelik birçok operasyonu için, rekabetçi fiyat politikalarının bir gereği olarak ve üretim maliyetlerini düşük düzeyde tutmak adına iş gücünün ucuz olduğu ülkeleri tercih etmektedir. Bunlara ek olarak tedarik zincirinin tek olması nedeniyle oluşacak teslimat risklerine karşı da tedarik zincirlerini çeşitlendirmek isteyeceklerdir. Endüstri 4.0 teknolojileri, gelişmiş ülkelerin işçilik maliyetine pozitif etki yaparak kısmen de olsa bazı üretim operasyonlarının ülkelerinde yapılmasına olanak sağlayabilecektir. Bu açıdan bakıldığında Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler ucuz iş gücü avantajını kaybetmekle karşı karşıya kalabilecektir. Bu bağlamda bakıldığında gelişmiş

ülkelerin Endüstri 4.0 teknolojileri ile sağlayacağı avantajları minimize edebilmek ve üretim kapasitesini doğru kullanabilmek adına dördüncü sanayi devriminin iyi anlaşılması, ülkemizde sanayi kuruluşları ile koordineli bir dönüşüm ortaya çıkarılması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- ACAR, D., ÖMÜRBEK, N., EROĞLU, A. H., 2006. “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Sektöründeki Uygulama Boyutları”, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(1), ss. 21-40.
- AHLSTRÖM, P., 1998. “Sequences in the Implementation of Lean Production”, European Management Journal, 16(3), ss.327-334.
- AKBEN, İ., AVŞAR, İ., 2018. “Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış”, Türk Sosyal ve Araştırmalar dergisi,3(1), ss.26-37.
- AKTAŞ, F., ÇEKEN, C., ERDEMLİ, Y. E., 2016. “Nesnelere İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alandaki Uygulamaları”, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2016), ss.37-54.
- AKYÜZ, K. C., KÜLAHLI, C., YILDIRIM, İ., BALABAN, Y., 2013. “İnegöl Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinde İleri İmalat Teknolojilerinin Kullanımı”, Süleyman Demirel Orman Fakültesi Dergisi, (14), ss.113-120.
- ALÇIN, S., 2016. “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0.”, Journal of Life Economics, 3(2), ss.19-30.
- ALEXANDER, A., ARUN C, S., 2017. “Mobile ECG Monitoring Device Using Wearable Non Contact Armband”, International Conference on Circuits Power and Computing Technologies, Kollam, ss.1-4.
- ALKIŞ, G., PİRTİNİ, S., ERTEMEL, A.V., 2020. “Lojistik Sektöründe Endüstri 4.0 Uygulamalarının Operasyonel Verimliliğe Etkisi”, Business & Management Studies: An International Journal, 8(1), ss.371-395.
- AL-MASHARI, M., ZAİRİ, M., 2000. “The Effective Application of SAP R/3: a Proposed Model Of Best Practice”, Logistics Information Management 13, ss. 156 -166.
- ALTAY, U., 2007. “Kurumsal Kaynak Planlaması ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma”, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- AMARATUNGA, D., BALDRY, D., MARJAN S., 2000. “Assessment of Facilities Management Performance-What Next”, MCB University Press, 18(1/2), ss. 66-75.
- ANGELES, R., 2009. “Anticipated IT Infrastructure and Supply Chain Integration Capabilities for RFID and Their Associated Deployment Outcomes” International Journal of Information Management”, 29(2009), ss. 219-231.
- ARDIÇ, M., 2019. “Kurumsal Kaynak Planlamasının Trabzon ve Artvin Orman Bölge Müdürlüklerindeki Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma”, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 23(1), ss. 229-247.

- ARMSTRONG, M., 2006. "A Handbook of Human Resource Management Practice", Kogan Page, London and Philadelphia, 10.th. Editions, ss. 977.
- ARSLAN, O., 2007. "21.yy Üretim Anlayışı: Çevik Üretim", Verimlilik Dergisi, 3(2007), ss. 57-70.
- AYTEKİN, S., 2009. "Tam Zamanında Stok Yönetimi(JUST IN TIME) Felsefesinin Hastane İşletmelerine Uygulanabilirliği ve Bir Üniversite Hastanesi Örneği", Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(21), ss.102-115.
- AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., MACINTYRE, B., 2001. "Recent Advances in Augmented Reality", IEEE, ss. 34-47.
- BAKİ, B., 2003. "21. Yüzyılın Üretim Paradigması: Çevik Üretim", İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 17(1-2), ss. 291-305.
- BAKOĞLU, R., 2001. "Örgütsel performans Kavramı ve Gelişimi", Öneri Dergisi, 4(15), ss. 39-45.
- BALOGUN, O, O., POPPLEWELL, K., 1999. "Towards the Integration of Flexible Manufacturing System Scheduling", International Journal of Production Research" 37(15), ss. 3399-3428.
- BARDODZIEJ, C., 2017. "The Concept Industry 4.0. In: The Concept Industry 4.0", Springer Gabler, Wiesbaden, ss. 27-50.
- BARETO, L. AMARAL, A. PEREIRA, T. 2017. "Industry 4.0 Implications in Logistics: an Overview", Procedia Manufacturing, 13(2017), ss.1245-1252.
- BASSET, M. A., MANOGARAN, G., MOHAMED, M., 2018. "Internet of Things(IoT) and Its Impact on Supply Chain: A Framework for Buiding Smart, Secure and Efficient Systems", Future Generation Computer System, 86(2018), ss.614-628.
- BAŞKOL, M., 2010. "Lojistik ve Lojistik Yönetimi", Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari bilimler Fakültesi Dergisi, 1(2), ss.46-62.
- BAYKOÇ, Ö. F., ABACI, S. DUYAR, M. 2002. "Tam Zamanında Üretim Sisteminin Servis Sistemlerine Uygulanabilirliği", Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi,(17), 4, ss. 139-155.
- BAYYURT, N., DUZU, G., 2008. "Performance Measurement of Turkish and Chinese Manufacturing Firms: A Comparative Analysis", Eurasian Journal of Business and Economics ,1(2), ss.71.83.
- BAYYURT, N., 2007. "İşletmelerde Performans Değerlendirmenin Önemi ve performans Göstergeleri Arasındaki İlişkiler", Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, ss. 577-592.
- BECKERT, S., 2016. "Empire of Cotton: A Global History", Penguin Books, London.

- BERTOT, C. J., CHOİ, H., 2013. “Big Data and Government Issues, Policies, and Recommendations”, The Proceedings of The 14.th International Conference on Digital Government Research” Quebec City, ss.1-10.
- BIÇKI, D., SOBACI, M, Z., 2011. “Yerel Yönetimden Yerel Yönetişime: Post-Fordizm Bağlamında Yerel Yönetimleri Anlamak”, Yönetim Bilimleri dergisi, 9(2), ss.215-234.
- BUGHİN, J., CHUI, M., MANYIKA, J., 2015. “An Executive’s Guide to the Internet of Things”, McKinsey Quarterly, ss. 1-9.
- BRADLEY M., J. ATKINS M., E. 2015. “Optimization and Control of Cyber-physical Vehicle systems”, Sensors (15), ss. 23020-23049.
- BRETTEL, M., FRIEDERICHSEN, N., KELLER, M., ROSENBERG, M., 2014. “How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective”, International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, 8 (1), ss. 37-44.
- BRYNJOLFSSON, E(a), MCAFEE, A., 2014. “The Scound Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies”, Norton &Company, ss.1-3.
- BRYNJOLFSSON, E(b), HOFMANN, P., JORDAN, J., 2010. “Cloud Computing and Electricity Beyond the Utility Model”, Communications of the Acm, 53(5), ss. 32-35.
- BULUT, E.,AKÇACI, T. 2017. “Endüstri 4.0 Ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi”, ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi, 4(7), ss55-77.
- CANDRA ,S., 2012. “ERP Implementation Success and Knowledge Capability”, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 65(2012), ss.141–149.
- CARR, N., 2008. “The Big Switch: Rewiring the World, From Edison to Google”, W. W. Norton &Company, 1. th Edition, Newyork&London, 263s.
- CHERDANTSEVA, Y., HILTON, J., 2013. “A Reference Model of Information Assurance & Security” International Conference on Availability, Reliabilty and Security, ss.546-555.
- CHIEN, M., SHIH, L., 2007. “An Empirical Study of The Implementation of Green Supply Chain Management Practies in The Electrical and Electronic Industry and Their Relation to Organizational Performance”, International Journal of Environmental Science and Technology, 4(3), ss. 383-394.
- CHONG, H., WHITE, R. E., PRYBUTOK, V., 2001. “ Relationship Among organizational Support, Jit Implementation and Performance”, Industrial management & Data Systems, 101(6), ss. 273-281.
- ÇELİKÇAPA, F, O., 2000. “Üretim Yönetimi ve Teknikleri”, Alfa basım yayım dağıtım, Bursa, s273.

- ÇETİN, O., ALTUĞ, N., 2005. “Çevik Üretim”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, ss.301-306.
- ÇOBAN, O., 2007. “Türk Otomotiv Sanayinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29, ss.17-36.
- DANEELS, A., SALTER, W., 1999. “What is SCADA”, International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, ss.(339-343).
- DANGAYACH, G. S., DESHMUKH, S. G., 2005. “Advanced Manufacturing Technology Implementation: Evidence from Indian Small and Medium Enterprises (SMEs)”, Journal of Manufacturing Technology Management, 16(5), ss. 483-496.
- DALENOGARE L., S. BENITEZ., G. B., AYALA., N. F., FRANK., G. A. 2018. “The Expected Contribution of Industry 4.0 Technologies for Industrial Performance”, Sciencedirect (204), ss.383-394.
- D’AVENI, R., 2015. “The 3-D Printing Revolution”, Harvard Business Review, 93 (5), ss. 40-48
- DAVUTOĞLU N., A, Akgül B., Yıldız E., 2017. “İşletme Yönetiminde Sanayi 4.0 Kavramı ile Farkındalık Oluşturarak Etkin Bir Şekilde Değişimi Sağlamak”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 52, ss. 544-567.
- DEMİRHAN, D., ARACIOĞLU, B., 2010. “İşletmelerde Kurumsal Kaynak Planlama Sistemlerinin Kullanımı ve Finansal Performans Üzerine Etkileri”, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1), ss. 77-96.
- DENGİZ, O., 2017. “Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi”, Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 15(1), ss.38-45.
- DİZDAR, N, E., ÖZEN, R., 2001. “Ahşap mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü Uygulamaları”, Teknoloji, 1-2, ss.1-9.
- DONG, Y., CARTER, R. C., DRESNER, E. M., 2001. “JIT Purchasing and Performance: an Exploratory Analysis of Buyer and Supplier Perspectives”, Journal of Operations Management, 19(2001), ss. 471-483.
- DÖKMEN, G., VURAL, T., 2011. “Maliye Politikalarının Keynesyen Olmayan Etkileri: Türkiye Örneği”, Maliye Dergisi, 161, ss. 118-132.
- DRATH, R., HORCH, A, 2014. “Industrie 4.0: Hit or Hype?”, IEEE Industrial Electronics Magazine, 8(2), ss. 56-58.
- DREXL, A, KIMMS, A, 2013. “Beyond Manufacturing Resource Planning MRPII”, Springer Science & Business Media, Kiel, Almanya, S.420
- DOMBROWSKI, U., WAGNER, T., 2014. “Mental Strain As Field Of Action in the 4th Industrial Revolution”, Procedia CIRP, 17 (2014), ss. 100-105.

- EBSO, (2015), “Sanayi 4.0”, Ege Bölgesi Sanayi Odası Araştırma Müdürlüğü, www.ebso.org.tr/ebso-media/documents/sanayi-40_88510761.pdf (19.07.2017).
- ELIA, V., GNONI, G. G., LANZILOTTO, A., 2016. “Evaluating The Application of Augmented Realty Devices in Manufacturing From a process Point of view: An AHP Based Model”, *Expert System Eith Applications*, 63(2016), ss. 187-197.
- ELINGER, E. A., 2000. “The Relationship Between Marketing/Logistics Interdepartmental Integration and Performance In U.S. Manufacturing Firms: Empirical Study”, *Journal of Business Logistics*, 21(1), ss.1-22.
- ELİTAŞ, C., ÇONKAR, K., ERKAN, M., 2006. “Teknolojik Gelişmelerin Üretim Maliyeti Unsurlarına ve Muhasebe Eğitimine Etkisi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), ss.327-342.
- ELLRAM, M. L., 1991. “Supply Chain Management The Industrial Organisation Perspective”, *International journal of physical Distribution & Logistics Management*, (21), ss.13-22.
- EREN, A. S., 2016. “The Relationships Between Enterprise Resource Planing (ERP) Implementation Benefits in Turkish Manufacturing Firms” *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(9), ss.93-111.
- FENG, M., TERZIOVSKİ, M., SAMSON., 2006. “Relationship of ISO 9001: 2000 Quality System Certification With Operational and Business Performance”, *Journal Of Manufacturing Technology Management*, 9(1), ss. 22-37.
- FIRAT, S. Ü. , Fırat, O. Z., 2017. “ Sanayi 4.0 Devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye”, *Toprak İşveren Dergisi*, (114), ss.10-23 .
- FRANK, A. G., DALENOGARE, L. S., AYALA, N. F., 2019. “Industry 4.0 Technologies Implementation Patterns in Manufacturing Companies”, *International Journal of production Economics*, (210), ss. 16-26.
- GALINDO, L. D., 2016. “The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Infirmation Technology”, *Norwegian Universty of Science and Technology*, ss.96
- GENÇ, S. 2018. “Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye”, *Sosyo Ekonomi Dergisi*, Sayı 26.
- GEROSKI, P, A., POMROY, R., 1990. “Innovation and The Evolution of Market Structure”, *The Journal of Industrial Economics*, xxxviii(3), ss. 299-314.
- GILCHRIST, A., 2016. “Industry4.0 The Industrial Internet of Things”, Apress, Bangken, Nonthaburi, Thailand.ss(259).
- GÖKSU, N., 2010. “İleri İmalat Teknolojileri Teorik ve Ampirik Yaklaşım”, *Fersa Matbacılık*, Ankara, 174s.

- GÖTZ, M. JANKOWSKA, B., 2017. “Clusters and Industry 4.0 – do they fit together?”, *European Planning Studies*, 25(9),1633-1653.
- GREEN, K. W. JR., WHITTEN, D., INMAN, R. A., 2008. “The Impact of Logistics Performance on Organizational Performance in a Supply Chain Context”, *An International Journal*, 13(4), ss. 317-327.
- GUNESEKARAN, A. 1999. “Just In Time Purchasing: An Investigation For Research And Applications”, *Int. Production Economics* 59, 77-84.
- GUNESEKARAN, A. 1999. “Agile Manufacturing: A Framework for Research and Development”, *Int. J. Production Economics*, 62(1999), ss. 87-105.
- GÜLEŞ, H. K., 2001. “Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinde İleri İmalat Teknolojileri Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”, *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*,(1), ss, 59-76.
- GÜNER, E., PAŞAOĞLU, H., 1999. “Bir Döküm Fabrikasında Malzeme İhtiyaç Planlaması Çalışması ve Parti Büyüklüğünün Belirlenmesi”, *Osman Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, C(XII), ss. 46-58.
- GÜNER, E., KARACA, M. E., 2004. “Tam Zamanında Üretim Sisteminde Tedarikçi İlişkileri ve En İyi Parti Büyüklüğü Üzerine Bir Uygulama”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4), ss. 443-454.
- GÜNER, M., KANAT, S., 2006. “Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği” <https://pdfs.semanticscholar.org/91c8/455901ba230d529b96d0662a9811e2743905.pdf>.
- HARLAND, C., 1994. “Supply Chain Management: Perceptions of Requirements And Performance In European Automotive Aftermarket Supply Chain”, *Warwick business School, Universtiy of Wawick*, (1-2), ss. (588).
- HARWOOD, S., 2003. “ERP: The Implementation Cycle”, *Butterworth-Heinemann an Important Imprint of Elsevier Science*, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, Burlington, 181.
- HASEEB, M., HUSSAIN, H. I., SLUSARCZYK, B., JERMSITTIPARSERT, K., 2019.”, *Industry 4.0: A Solution Towards Technology Challenges of Sustainable Business Performance*”*MDPI Social Science*, 8(154), ss. 1-24.
- HERMANN, M., PENTEK, T., OTTO, B., 2016. “Design Principles for Industry 4.0 Scenarios”, *49th. Hawaii International Conference on System Sciences*, ss.3928-3937.
- HOFMANN, E., RÜSCH, M. 2017. “Industry 4.0 And The Currentstatus as well as Future Prospects on Logistics”, *Computers in Industry*, 89, ss.23-34.
- IMRAN, M., HAMEED, U. W., HAQUE,A. U., 2018. “Influence of Industry 4.0 On The Production and Service Sektors in Pakistan: Evience From

- Textile and Logistics Industries”, MDPI Social Sciences, 7(246), ss.1-21.
- JENKINS, A. M., 1985. “Research Methodologies and MIS Research”, Elsevier Science Publis-Hers B. V, ss. 97-109.
- JESCHKE, S., SONG, H., BRECHER, C., RAWAT, D. B., 2017 “Industrial Internet of Things Cybermanufacturing Systems”, Springer International Publishing , Switzerland,s.715.
- JONES, T. C., RILEY, D. W., 1984. “Using Inventory for Competitive Advantage Through Supply Chain Management”, NCPDM Conference in Dallas, ss. 16-26.
- KANG, H, S., LEE, J, Y., CHOI, S., KIM, H., PARK, J, H., SON, J, Y., KIM, B, H., NOH, D, S., 2016. “Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing- Green Technology, 3(1), ss. 111-128.
- KAMPLE, S. S., GUNASEKARAN, A., GAWANKAR, S. A., 2018. “Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying the Current Trends and Future Perspectives”, Process Safety and Environmental Protection, 117(2018), ss. 408-425.
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. AND HELBIG, J., 2013. “Recommendations for Implementing the Strategicinitiative INDUSTRIE 4.0”, Final Report, Acatech National Academy of Science and Engineering, April 2013.
- KAPICI, S., 2019. “Tedarik Zinciri yönetiminde Dış Kaynak Kullanımının İşletmelere Etkileri: İzmir İlinde Bir Araştırma”, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Üretim Yönetimi Bilim Dalı, Doktora Tezi, ss.1-149.
- KARAMAN, R., 2009. “ İşletmelerde performans Ölçümünün Önemi ve Modern bir Performans Ölçme Aracı Olarak Balanced Scorecard”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Degisi, 8(16), ss. 411-427.
- KARASAR, N., 2005. Bilimsel Araştırma Yöntemi, 15. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, 368s, Ankara.
- KARLI, B., ÇELİK, Y., PAKSOY, S., 1996. “Türk Ekonomisinin Gelişmesinde Tarım Sanayi İlişkilerinin Rolü ve Tarımın Sanayi Sektörü ile Entegrasyonu”, Türkiye 2.Tarım Ekonomisi Kongresi, 2, ss. 4-6.
- KATO, H., BILLINGHURST, M., 1999. “Marker tracking and HMD Calibration for a Video-Based Augmented Reality Conferencing System”, Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality 99, ss.85-94.

- KHANNA, T., 1995. "Racing Behavior Technological Evolution in the High end Computer Industry", *Research Policy*, 24(1995), ss. 933-958.
- KOÇ, T., BOZDAG, E., 2009. "The Impact of AMT Practices on Firm Performance in Manufacturing SMEs", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(2009). Ss. 303-313.
- KOÇAK, A., 2007. "Malzeme Yönetiminde MRP ve Kanban Sistemlerinin Bütünleştirilmesi ve Melez Sistem Yapısının Geliştirilmesi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- KOÇAK, A., 2008. "Malzeme Yönetiminde Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Kanban Sistemlerinin Bütünleşmesinde Farklı Yaklaşımlar: Literatür Taraması", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), ss. 225-246.
- KOLBERG, D., ZÜHLKE, D., 2015. "Lean Automation Enable by Industry 4.0 Technologies", *IFAC- PapersOnline*, 48(3), ss. 1870-1875.
- KOJIMA, S., KAPLINSKY, R., 2004. "The Use Of Lean Production Index İn Explaining Transition to Global Competitiveness: the Auto Components Sector in South Africa", *Technovation*, 24(2004), ss.199-206.
- KOOTANEE, A, J., BABU, K. N., TALARI, H. F., 2013. "Just In Time Manufacturing System: From Introduction to Implement", *International Journal of Economics, Business and Finance*(1), ss, 7-25.
- KOREN, R., PALCIC, I., 2015. "The Impact of Technical and Organisational Innovation Concept on Product Characteristics", *Advances In Production Engineering&management*, 10(1), ss. 27-39.
- KÜÇÜKOSMANOĞLU, A, İ., 2010. "Financial Performance And Productivity Does Foreign Ownership matter" Bogaziçi University, İstanbul.
- MABERT, V. A., 2007. "The Early Road to Material requirements Planning", *Journal of Operations Management*,(25), ss, 346-356.
- MACDOUGALL, W. *Industrie 4.0 Smart Manufacturing Fort he Future*, Germany Trade and Invest, July 2014.
- MAHİROĞULLARI, A., 2005. "Endüstri Devrimi Sonrasında Emeğin İstismarını Bekleyen İki Eser: Germinal ve Dokumacılar", *İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Konferansları Dergisi*, 14(2), ss. 173-191.
- MIN, H., 2010. "Artificial Intelligence in Supply Chain Management: Theory and Applications", *International Journal of Logistics: Resarch and Applications*, 1(13), ss.13-39.
- MILLS, D. E., SCHUMANN, L., 1985. "Industry Structure With Fluctuatiy Demand", *American Economic Review*, 75(4), ss. 758-767.
- MONDEN, Y., 1986. "Applying Just in Time: The American – Japanese Experience", *Industrial Engineering and Management Press Institu of Industrial Engineers, USA*, 209.

- MONKS, G. J., 1996., İşlemler Yönetimi, çev.: S. Üreten, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 429s.
- MORTENSEN, T, S., MADSEN, O., 2018. “A Virtual Commissioning Learning Platform”, *Procedia Manufacturing*, 23(2018), ss. 93-98.
- NING, H., LIU, H., MA, J, YANG, T, L., HUANG, R., 2016. “Cyber-Physical- Social – Thinking Hyperspace Based Science and Technology”, *Future Generation Computer System*, 56(2016), ss 504 – 522.
- LALIC, B., MAJSTOROVIC, V., MARJANOVIC, U., DELIC, M., TASIC, N., 2017. “The Effect of Industry 4.0 Concept and E-learning on manufacturing Firm Performance: Evidence From Transitional Economy”, *IFIP International Federation for Information Processing*, 1(513), ss. 298-305.
- LALIC, B., TODOROVIC, T., CHETKOVIC, N., TASIC N., MARJANOVIC, U., 2018. “Strategic Outsourcing of SMEs in the Context of Industry 4.0: Evidence from Serbia”, Springer International Publishing AG, ss. 139-145.
- LASI, H., FETTKKE P., KEMPER, H-G., FELD, T., HOFFMANN M., 2014. “Industrie 4.0.”, *Business and Information Systems Engineering The International Journal Of Wirtschaftsinformatik*, 4(2014), ss. 261-264.
- LEE, IN. LEE, KYOOCHUN., 2015. “The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises”, *Business Horizons*, 58(4), ss. 431-440.
- LEE, J., DAVARI, H., SING, J., PANDHARE, V., 2018. “Industrial Artificial Intelligence for Industry 4.0 Based Manufacturing System”, *Manufacturing Letters*, (18), ss.20-23.
- LEWIS, M. W., BOYER, K. K., 2002. ‘Factor Impact AMT Implementation: An Integrative and Controlled Study’, *Journal of Engineering and Technology Management*, (19), ss.111-130.
- LUMMUS, R. R., VOKURKA, R. J., 1999. “Defining Supply Chain Management: a Historical Perspective and Practical Guidelines”, *Industrial Management & Data System*, 1(99), ss.11-17.
- PAMUK, N. S., SOYSAL, M., 2018. “Yeni sanayi devrimi endüstri 4.0 üzerine bir inceleme”, *Verimlilik Dergisi*, (1), ss.41-66.
- PAKSOY, T., 2005. “Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim-Dağıtım Modeli”, *Selçuk üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, ss. 435-454.
- PARKER, C., 2000. “Performance Measurement”, *Work Study*, 49(2), ss. 63-66.
- PEALKE, V., 2014. “Augmented Realty In the Smart Factory”, *IEEE Emerging Technology and Factory Automation, (EFTA)*, ss.1-4.

- PETRACHE, A. C., 2015. “Logistics- Evolution Through Innovation”, The Annals of The Universty of Oradea Economic Sciences,(1), ss.1141-1148.
- PORTER, E. M., HEPPELMANN, J. E., 2014. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition”, Harward Business Review, ss. 1-24.
- POSTACI, T., BELGİN, Ö., ERKAN, T. E., 2012. “Kobi’lerde Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Uygulamaları”, T.C. Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü,(723), ss.60.
- OESTERREICH, T. D., TEUTEBERG, F., 2016. “Understanding the Implications of Digitisation and Automation in The Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of a Research Agenda for The Construction Industry”, Computers In Industry, 83(2016), ss. 121-139.
- OETTMEIER, K., HOFMANN, E., 2017. “Additive Manufacturing Technology Adoption: an Empirical Analysis of General and Supply Chain Related Dterminants”, Journal Of Business Economics, 87(1), ss. 97-124.
- OLALERE, T., 2011. “Methodology in Accounting Research: A Critique of Taxonomy” [papers.ssrn.com, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1921192,](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1921192) (20.05.2020).
- ÖREN, K., 2016. “İşletmelerde Verimlilik ve Performansın Arttırılmasında Zaman Yönetimi”, Hak-İş Uluslar arası Emek ve Toplum Dergisi, 5(11), ss. 186-203.
- ÖZDEMİR, A. İ., 2004.”Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (23), ss.87-96.
- ÖZDOĞAN, O., 2019. Endüstri 4.0, 3. Baskı, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, 125s, İstanbul.
- ÖZSEVER, Ç., GENÇOĞLU, T., ERGİNEL, N., 2009. “İş Gücü Verimlilik Takibi İçin Sistem Tasarımı ve Karar destek Modelinin Geliştirilmesi”, DPÜ Fen Bilimleri Dergisi, 18, ss. 45-58.
- ÖZTEK, M. Y., 2005. “Performans Ölçümünde Esas Alınan Ölçütler”, Öneri Dergisi, 6(23), ss. 19-22.
- ÖZTEMEL, E., GÜRSEV, S., 2018. “Türkiyede Lojistik Yönetiminde Endüstri 4.0 Etkileri ve Yatırım İmkanlarına Bakış Üzerine Anket Uygulaması”, Marmara Fen Dergisi, (2), ss.145-154.
- ÖZTÜRK, E.,KOÇ, K. H. 2017. “Endüstri 4.0 ve mobilya endüstrisi”, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), ss.786-794.
- REİNER, G., 2005.”Customer- Oriented Improvement and Evaluation of Supply Chain Processes Supprted by Simulation Models”, International journal Of Production Economics, 96(2005), ss. 381-395.

- RESCH, A., BLECKER, T., 2012. “Smart Logistics a Literature Review”, Pionering Supply Chain Design a Comprehensive Insight Into Emerging Trends, Teknologies and Applications, Josef Eul Verlag GmbH, Lohmar- Köln, ss. 421.
- ROBLEK, V., MEŠKO, M., & KRAPEŽ, A., 2016. “A Complexview of Industry 4.0”, Sage Open, 6(2).
- ROSS, J.W., VITALE, M.R., 2000. “The ERP Revolution: Surviving vs. Thriving”, Information Systems Frontiers. 2 (2), ss. 233-241
- RUSSELL, S. J. ve NORVIG, P., 2016. “Artificial Intelligence A Modern Approach” perarson, 3, essex England, ss. 1145.
- RUTHERFORD, T, D., GERLERT, M, S., 2002. “Labour in Lean Times: Geography, Scala and The National Trajectories of Workplaca change”, Royal Geographical Society, February 2002, ss. 195-212.
- RÜBMANN, M., LORENZ, M., GERBERT, P., WALDNER, M., JUSTUS, J., ENGEL, P., HARNISCH, M., 2015. “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries”, BCG Perspectives ,ss. 1-14.
- SAATÇIOĞLU, Ö. Y., KÖK, G. T., & ÖZİSPA, N., 2018.“Endüstri 4.0 Ve Lojistik Sektörüne Yansımalarının Örnek Olay Kapsamında Değerlendirilmesi Evaluation Of Industry 4.0 And Its Reflections Of LogisticsSector: A Case Study”, Süleyman Demirel Üniversitesi Dergisi, 23, ss. 1675-1696.
- SCALA, I, S., MOISESCU, M, A., DUMITRACHE, I., MUNTEANU, , C, A., CARAMİHAI, S, I., 2015. “ Cyber Physical System Oriented Robot development Platform” Procedia Computer Science, 65(2015), ss. 203-209.
- SCHMIDT, R., MÖHRING, M., HARTING, C, R., REICHSTEIN, C., NEUMAIER, P., JOZINOVIC, P., HAERTING, R., REICHSTEIN, C., MOEHRING, M., 2015. “Industry 4.0- Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results” Springer International Publsing, 16(27).
- SCHREIBER, W., ALT, T., EDELMANN, M., EDLING, S. M., 2002. “Augmented Realty for Industrial Applications-A New Approach to Increase Productivty”, Interfaces&Devices, ss. 379-381.
- MONKS, G. J., 1996., İşlemler Yönetimi, Çev.: S. Üreten, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 429s.
- SCHWAB, K., 2016. Dördüncü Sanayi Devrimi, Çev.:Z. Dicleli, Optimistik Ofset, İstanbul, 195s.
- SEZEN, B., YILMAZ, C., GEZGİN, G., 2002. “Lojistik İşlevinin Pazarlama ve Üretim Birimleri Arasındaki Bağlayıcı Rolü ve İşletme Performansı Üzerindeki Etkileri”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 17(2), ss. 133-146.

- SEZGİN, S., 2018. “Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor”, Türkiye İktisadi Girişimi ve İş Ahlakı Dergisi, 11(1), ss.129-134.
- SHROUF, F., ORDIERES, J., MIRAGLIOTTA, G., 2014. “Smart Factories in Industry 4.0: A Review of The Concept and of Energy Management Approached in Production Based on The Internet of Things Paradigm”, IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, ss. 697-701.
- SLIGER, G., Stock, T., 2016. “Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0”, ScienceDirect, (2016), ss. 536-541.
- SOYUER, H., 1999. “Tam Zamanında Üretim Sistemleri’nin Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Uygulanma Koşulları”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(99), ss. 155-166.
- ŞENER, A, C., GÜNERHAN, G, G., 2001. “Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemlerinde Otomatik Kontrol”, Jeotermal Enerji Semineri, ss.213-245.
- ŞEKKELİ, Z. H., BAKAN, İ.,2018. “ENDÜSTRİ 4.0’IN ETKİSİYLE LOJİSTİK 4.0”, Journal of Life Economics, 5(2), ss.17-36.
- SIMCHI, L, D., KAMINSKY, P., SIMCHI, L, E., 2004. “Managing The Supply Chain: Definitive Guide”, Tata Mcgraw-Hill Education, ss.308.
- SPROTT, D., 2000. “Componentizing the Enterprise Application Packages”, Communication of Acm, 43(4), ss. 63-69.
- STEVENSON, W. J., 2002. “Operation Management, Mc Grawhill, New York. 906.
- STRANDHAGEN, J. O., VALLANDINGHAM, L. R., FRAGAPA, G., STRANDHAGEN, J. W., STANGELAND, A. B. H., SHARMA, N., 2017. “Logistics and Emerging Sustainable Business Models”, Adv, Manuf,2017 (5), ss.359-369.
- SUN, J., YAMAMOTO, H., MATSUI, M., 2018. “Horizontal İntegration Management: An Optimal Switching Model for Parellel Production System With Multiple Periods in Smart Supply Chain Environment”, International Journal of Production Economics, ss. 1-11.
- ŞİMŞEK, A. “A Compilation on Internet of Things in the Automotive Sector. Black Sea Journal of Engineering and Science”, 2(2), ss.66-72.
- TAN,C, L., VONDEREMBSE, A., 2006. “Mediating Effect of Computer-Aided Design Usage: From Concurrent Engineering to Product Development Performance”, Journal of Operations Management 24(2006), ss. 494-510.
- TAPPING, D., 2003. “The Lean Pocket Guide”, MCS Media, USA, 162,
- TANYAŞ, M., 1988. “ Üretim Planlama ve Kontrol II” Mess Yayını, İstanbul, 117.

- TAO, F., CHENG, J., QI, Q., 2018. “Digital Twin- driven Product Design, Manufacturing and Service With Big Data”, International Journal Of Manufacturing Technology, (2018)94, ss. 3563-3576.
- TAYLOR, F. W., 2003. Bilimsel Yönetim İlkeler, Çev.: B. Akın, Çizgi Kitabevi, Konya, 97s.
- TAYMAZ, E., SUIÇMEZ, H., 2005. “Türkiye’de Verimlilik Büyüme ve Kriz”, Turkish Economic Association,2005/4, ss.1-74.
- TECİM, V., 2004. “Sistem Yaklaşımı ve Soft Sistem Düşüncesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 19(2), ss.75-100.
- TELUKDARIE, A., BUHULAIGA, E., BAG, S., GUPTA, S., LUO, Z., 2018. “Industry 4.0 Implementation for Multinational”, Process Safety and Environmental Protection, 118(2018), ss. 316-320.
- TEKİN, M. ETLİOĞLU, M. TEKİN, E. 2017. “Endüstri 4.0 ve Lojistik Trendler”, Researchgate, ss.1-14.
- TEZCAN, N., 2019. “İşletmelerde Finansal Performans ve İhracat Düzeyi Arasındaki İlişki: Türkiye Otomotiv Sanayi Örneği” Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 16(2), ss. 87-191.
- TIMM, I. J., LORIG, F., 2015. “Logistics 4.0-A Challenge For Simulattion” Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference, ss.3118-3119.
- THOBEN, K. D., WIESNER, S. A., WUEST, T., 2017. “Industrie 4.0 and Smart Manufacturing- A Review of Research Issues and Application Examples”, International Journal Of Automation Technology,1(11), ss.1-16.
- TİKİCİ, M., AKSOY, A., DERİN, N., 2006. “Toplam Kalite Yönetiminin Radikal Unsurlarından Birisi Olarak Yalın Yönetim”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, c.5, ss.20-33.
- TOP, A., 2002. “Verimlilik ve Üretkenlik Üzerine Düşünceler”, Öneri Dergisi, 5(17) ,ss. 31-34.
- TUNÇER, P., 2013. “Değişim Yönetimi Sürecinde Değişime Direnme”, OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 32(1), ss. 373-406.
- TUNZELMANN, V. N., 2003. “Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions”, Structural Change and Economic Dynamics, (14), ss.365-384.
- TÜRKAN, Ö. U., 2010. “Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri”, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2), ss. 28-41.
- TÜRKER, M., BALLYEMEZ, F., BIÇER, A. A., 2005. “Üretim Zincirinin Önemi ve Maliyet Yönetimi”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, ss. 459-465.
- UÇMUŞ, E ., KAÇAR, S ., 2015. “Bir Akü Firmasında İşgücü Verimlilik Analizi Uygulaması”, Bildiriler Kitabı, Ulusal Verimlilik Kongresi, 5, ss. 97-123.

- UĞURLU, K., Aykut, P. A. J. O., 2019. “A Measure Against Unemployment Problem Expected to Occur by Industry 4.0: Cittaslow”, *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 16(1), ss.167-185.
- ÜSTÜNDAG, A., CEVİKCAN, E., 2018. “Industry 4.0: Managing The Digital Transformation”, *Springer Series in Advanced Manufacturing*, ss1-294
- YALÇIN, P. S., 2013. “Talep Yönetimi, Dağıtım Yönetimi ve Tedarik Tabanlı Yönetimi Uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansı Üzerindeki Etkileri”, *Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, ss. 1-61.
- YAMAN, R., KARAOĞLAN, A. D., ERGÜN, K., AKÇAL, H., AKÇAL, H., 2005. “Üretim İşletmelerinde ERP Sistemleriyle Uyumlu Olarak Çalışan ve Kendini Yenileyen Malzeme İhtiyaç Planlama Sisteminin Kurulması ve Bir Uygulama”, *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, ss. 13-18.
- YASIN, M. M., WAFI, M. A., SMALL M. H., 2004. “Just In Time Implementation in the Public Sector”, *International Journal of Operations & Production Management*, 21(9), ss. 1195-1204.
- YILDIZ, A., 2018. “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), ss.548-558.
- YILMAZ, Ü., DUMAN, B., 2019. “Lojistik 4.0 kavramına genel Bir Bakış: Geçmişten Bugüne Gelişim ve Değişim”, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), ss.186-200
- YIN, S., KAYNAK, O., 2015. “Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends”, *Proceedings of the IEEE*, Cilt: 103, Sayı: 2, ss. 143-146.
- YOŞUMAZ, İ., 2018. “Endüstri 4.0’a Geçiş Sürecinde Kurumsal Hafızanın Rolü”, *Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon*.
- YUE, X., CAI, H., YAN, H., ZOU, C., ZHOU, K., 2015. “Cloud – Assisted Industrial Cyber – Physical Systems: An Insight”, *Microprocessors and Microsystems*, 39(2015), ss. 1262-1270.
- YUMUŞAK, S., 2008. “İşgören Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesine Yönelik Bir Alan Araştırması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), ss. 241-251.
- YUSUF, Y. Y., SARHADI, M., GUNASEKARAN, A., 1999. “Agile Manufacturing: The Drivers, Concept and Attributes”, *Int. J. Production Economics*, 62(1999), ss.33-43.
- VICKERS, J., 1986. “The Evolution of Market Structure When There is a Sequence of Innovation”, *The Journal of Industrial economics*, 35(1), ss.1-12.
- VOSS, C. A., 1995. “Operations Management – From Taylor to Toyota – and Beyond?”, *British Journal of Management*, 6, ss. 17-29.

- WAN, J., Zhou, H. C. 2015. “ Industry 4.0: Enabling Technologies”, 2015 International Conference on Intelegent computing and Internet of Thing ss(135-140).
- WANG, S., Wan, J., Li. Di., Zhang, C., 2015. “ Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook”, Hindawi Puplicing Corparation, (2016), ss. 1-10.
- WELLER, C., KLEER, R., PILLER, F., 2015. “Int. j. Production Economics”, Int. J. Production Economics, 164(2015), ss. 43-56.
- WEYER, S., SCHMITT, M., OHMER, M., GORECKY, D., 2015. “Towards Industry 4.0- Standardization as Crucial Challenge for Highly modular, Multi-Vendor Production Systems”, Ifac-PapersOnline, 48(3), ss. 579-584.
- WILSON, F., DESMOND, J., ROBERTS, H., 1994. “Success and Failure of MRPII Implementation”, British Journal Of Management, (5), ss.221-240.
- WITKOWSKI, K., 2017. “Internet of Things, Big Data, Industry 4.0- Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management”, ScienceDirect 182(2017), ss. 763-769.
- XU, Xun., 2012. “From Cloud Computing to Cloud Manufacturing”, Robotics and Computer- Integrated Manufacturing, 28-1, ss(75-86).
- Q. JIAN, L. YING AND R. GROSVENOR., 2016. “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 And Beyond”, Procedia CIRP, vol. 52, pp. 173-178,.
- ZANELLA, A., BUI, N., CASTELLANI, F., VANGELISTA, L., ZORZI, M., 2014. “Internet of things for Smart Cities”, IEEE Internet of Things Journal, 1(1), ss. 22-32.
- ZHONG, Q. C. (2017). “Synchronized and Democratized Smart Grids to Underpin the Third Industrial Revolution”, *IFAC-Papers OnLine*, 50(1), ss. 3592-3597.

İnternet Kaynakları

www2.deloitte.com., Deloitte:

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>,(07,10,2019)

www.lojistikhatti.com., Lojistik Hattı:

TAVUKCUOĞLU, C., 2017.
<http://www.lojistikhatti.com/haber/2017/01/sanayi-4-0in-lojistik-etkileri>

www.otomot.net., Otonom Net:

<http://otomot.net/2007/06/12/toyota-tarihi/>

www.hbrturkiye.com, Harward Business Review:

LANSİTİ, M., LAKHANI, R, K., GUY, E., 2020.”Yapay Zeka Çağında Rekabet”,Harwards Business Review Türkiye, <https://hbrturkiye.com/dergi/yapay-zeka-caginda-rekabet> (02.02.2020).

www.magg4.com., Magg4:

<https://magg4.com/bulut-bilisim-ve-endustri-4-0-2/>, (06,10,2019)

www.tcmb.gov.tr., T.C. Merkez Bankası:

https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html (27.05.2020).

www3.weforum.org., World Economic Forum:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_NES_Whitepaper_HR4.0.pdf

www.simens.com, SIEMENS(2016).”Endüstri 4.0 yolunda”

http://cdn.endustri40.com/file/ab05aaa7695c5a6477b6fc06f3645/End%20C3%BCstri_4.0_Yolunda.pdf, 19.07.2017).

www. Tusiad.org, TUSİAD:

“Türkiyenin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gerekliklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi”,

file:///C:/Users/lenovo/AppData/Local/Packages/Microsoft.Microsoft Edge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/sanayi-40_1%20(1).pdf, 07.01.2020.

www3.weforum.org, WORLD ECONOMIC FORUM :

“Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact”Global agenda Council on the Future of Software&Society, 1-42 http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf, 07.01.2020.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı – Soyadı : İsa GEREKLİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Kahramanmaraş-01.01.1983

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi Karaman İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü (2002-2007)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı (2012-2014)

Doktora Öğrenimi : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı (2014-2020)

Bildiği Yabancı Diller : İleri Düzeyde İngilizce, Orta Düzeyde Fransızca

Bilimsel Faaliyetleri

* Gerekli, İsa, Bozkurt İbrahim, Mobil Reklam kabulünde Etkili Olan Etmenlerin Tüketici Tutumu Üzerine Etkisi(Sütçü İmam Üniversitesi Örneği), Smart Journal, 2020, 6(32), 812-814.

* Çelik Ziyad Tarık, Gerekli İsa, İş Süreçlerinin Yeniden Tasarımı: Fast Food Restoranı Çalışması. ICEB 2016 2 th. International Congress On Economics And

Business, New Economic Trends and Business Opportunities, 2016, Bosna Hersek.

* Muhasebe ve Finansta Güncel Konular, Bölüm Adı:(Dış Ticaret ve Dış Ticarete Vergiler)(2015).., Gerekli İsa, GNG Ofset, Editör: Doç. Dr. Yücel Ayrıçay, Doç Dr. Mahmut Yardımcıoğlu, Basım Sayısı:1, ISBN:978-605-86620-4-9, Türkçe Bilimsel Kitap

* Çelik, T., Gerekli, İ., Ertürk, S., Günay, Y., TMS 11 İnşaat Sözleşmeleri, , Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 2015, sayı:2.

* Çelik, T., Gerekli, İ., Ertürk, S., Günay, Y., Bilginer, m., TMS 20 Devlet Teşviklerinin Muhasebeleştirilmesi ve devlet yardımlarının Açıklanması, Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi,2015, sayı:2.

* Yardımcıoğlu, M., Ayrıçay, Y., Sabuncu, İ., Gerekli, İ., Türkiyede Sukuk: Kira Sözleşmeleri, Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 2014, sayı :1.

* Yardımcıoğlu, M., İlhan, A., Gerekli, İ., 2010-2013 Yılları arasında İş yapma Endeksi Göstergelerine Göre Türkiye Ve Meksika Ülkelerinin Karşılaştırılması, , Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 2014, sayı :1.

İş Deneyimi

Stajlar

- : Muhasebe Departmanı İntörn
2002-2004, Kahramanmaraş

Projeler

:

Çalıştığı Kurumlar

- : Kıbrıs Dayanışma Derneği, Şef
2007-2008, Londra, Birleşik Krallık
- Pizza Vieux Quebec, (Fast Food Restoran) İşletme Müdürü, Quebec City, Canada 2008-2010.
- Jaf Pret a Porter Erkek giyim ithalatçısı, İthalat Sorumlusu, 2010-2012, Montreal, Canada
- Kirik İç-Dış Tic, İhracat İşletmesi, İhracat Uzmanı, 2012-Halen, Kahramanmaraş
- Moda Line Konf Teks, Tar, Üm, Ltd, Şti, CEO, Erkek ve Bayan Gömlek Üreticisi, 2015- halen, Kahramanmaraş.

İletişim

E-Posta Adresi

: isagerekli@hotmail.com

Tel.

:

Tarih

:16.06.2020

EKLER

Ek 1. Günlük Üretim Verileri

Yıl	İş Günü	Std Zaman	Üretilen Adet	Yaratılan Değer (dk)	Direkt Çalışan Sayısı	FM Direkt (dk)	Direkt Toplam Çalışma (dk)	Toplam Bant Çalışma Zamanı (dk)	İşletme Verimliliği- %
2017	1. iş günü	15,51	460	7134,6	28		15120	15120	47,20%
2017	2. iş günü	15,51	360	5583,6	29	1320	16980	16980	32,90%
2017	3. iş günü	15,51	100	1551	30	360	16560	16560	9,40%
2017	4. iş günü	15,51	560	8685,6	31	1320	18060	18060	48,10%
2017	5. iş günü	15,51	560	8685,6	31	3600	20340	20340	42,70%
2017	6. iş günü	15,51	610	9461,1	31	600	17340	17340	54,60%
2017	7. iş günü	15,51	480	7444,8	31	3600	20340	20340	36,60%
2017	8. iş günü	14,76	780	11512,8	32		17280	17280	66,60%
2017	9. iş günü	14,76	600	8856	32	480	17760	17760	49,90%
2017	10. iş günü	14,78	580	8572,4	57		28215	28215	30,40%
2017	11. iş günü	14,78	1050	15519	32	1320	18600	18600	83,40%
2017	12. iş günü	14,78	200	2956	32		17280	17280	17,10%
2017	13. iş günü	14,78	390	5764,2	31		16740	16740	34,40%
2017	14. iş günü	14,78	580	8572,4	30	120	16320	16320	52,50%
2017	15. iş günü	14,78	500	7390	31	2250	18990	18990	38,90%
2017	16. iş günü	14,78	550	8129	31	720	17460	17460	46,60%
2017	17. iş günü	14,78	550	8129	31	720	17460	17460	46,60%
2017	18. iş günü	14,78	550	8129	31	360	17100	17100	47,50%
2017	19. iş günü	14,78	610	9015,8	31		16740	16740	53,90%
2017	20. iş günü	14,78	650	9607	30	1350	17550	17550	54,70%
2017	21. iş günü	14,78	570	8424,6	32	120	17400	17400	48,40%
2017	22. iş günü	14,78	200	2956	29		15660	15660	18,90%
2017	23. iş günü	12,66	570	7216,2	29	480	16140	16140	44,70%
2017	24. iş günü	12,66	680	8608,8	30,5	720	17190	17190	50,10%
2017	25. iş günü	12,66	580	7342,8	29,5	720	16650	16650	44,10%
2017	26. iş günü	12,62	600	7572	29,5		15930	15930	47,50%
2017	27. iş günü	12,62	570	7193,4	29		15660	15660	45,90%
2017	28. iş günü	12,62	620	7824,4	31	240	16980	16980	46,10%
2017	29. iş günü	12,62	650	8203	31	840	17580	17580	46,70%

2017	30. iş günü	12,62	835	10537,7	30	7200	23400	23400	45,00%
2017	31. iş günü	12,62	700	8834	30	960	17160	17160	51,50%
2017	32. iş günü	12,62	250	3155	31	1560	18300	18300	17,20%
2017	33. iş günü	13,53	0	0					0,00%
2017	34. iş günü	13,53	270	3653,1	31		16740	16740	0,00%
2017	35. iş günü	Olumsuz hava	Olumsuz hava	0	0		0	0	0,00%
2017	36. iş günü	13,53	300	4059	30		18000	18000	22,60%
2017	37. iş günü	13,53	230	3111,9	31		18600	18600	16,70%
2017	38. iş günü	14,21	380	5399,8	31		18600	18600	29,00%
2017	39. iş günü	14,21	410	5826,1	31	960	17700	17700	32,90%
2017	40. iş günü	14,21	470	6678,7	31	6300	23040	23040	29,00%
2017	41. iş günü	14,21	560	7957,6	31	0	16740	16740	47,50%
2017	42. iş günü	14,21	1000	14210	30		16200	16200	87,70%
2017	43. iş günü	14,21	560	7957,6	32	240	17520	17520	45,40%
2017	44. iş günü	14,21	475	6749,75	32	480	17760	17760	38,00%
2017	45. iş günü	14,21	250	3552,5	31		16740	16740	21,20%
2017	46. iş günü	14,88	60	892,8	23		12075	12075	7,40%
2017	47. iş günü	14,88	110	1636,8	29		15660	15660	10,50%
2017	48. iş günü	14,88	520	7737,6	32		17280	17280	44,80%
2017	49. iş günü	14,88	270	4017,6	30	840	17040	17040	23,60%
2017	50. iş günü	14,88	201	2990,88	31	2925	19665	19665	15,20%
2017	51. iş günü	14,88	69	1026,72	31	720	17460	17460	5,90%
2017	52. iş günü	13,31	400	5324	31		16740	16740	31,80%
2017	53. iş günü	13,31	400	5324	32		17280	17280	30,80%
2017	54. iş günü	13,31	550	7320,5	33	600	18420	18420	39,70%
2017	55. iş günü	14,88	20	297,6	34		18360	18360	1,60%
2017	56. iş günü	13,31	464	6175,84	33,5		18090	18090	34,10%
2017	57. iş günü	13,31	100	1331	34	480	18840	18840	7,10%
2017	58. iş günü	13,31	530	7054,3	34		18360	18360	38,40%
2017	59. iş günü	13,31	500	6655	33	480	18300	18300	36,40%
2017	60. iş günü	13,31	650	8651,5	32		17280	17280	50,10%
2017	61. iş günü	13,31	750	9982,5	33	600	18420	18420	54,20%
2017	62. iş günü	13,31	750	9982,5	32		17280	17280	57,80%
2017	63. iş günü	13,31	750	9982,5	32		17280	17280	57,80%

139 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2017	64. iş günü	13,31	218	2901,58	32		17280	17280	16,80%
2017	65. iş günü	13,31	432	5749,92	32		17280	17280	33,30%
2017	66. iş günü	13,31	730	9716,3	33		17820	17820	54,50%
2017	67. iş günü	13,31	580	7719,8	32	480	17760	17760	43,50%
2017	68. iş günü	13,31	54	718,74	31	0	16740	16740	4,30%
2017	69. iş günü	16,92	230	3891,6	32	0	17280	17280	22,50%
2017	70. iş günü	16,92	360	6091,2	31	0	16740	16740	36,40%
2017	71. iş günü	16,92	520	8798,4	30	0	16200	16200	54,30%
2017	72. iş günü	16,92	560	9475,2	31	480	17220	17220	55,00%
2017	73. iş günü	16,92	650	10998	34	0	18360	18360	59,90%
2017	74. iş günü	17,03	580	9877,4	29	0	15660	15660	63,10%
2017	75. iş günü	17,03	413	7033,39	31	0	16740	16740	42,00%
2017	76. iş günü	17,03	530	9025,9	31	120	16860	16860	53,50%
2017	77. iş günü	17,03	650	11069,5	31	720	17460	17460	63,40%
2017	78. iş günü	13,48	0	0	30	480	0	0	0,00%
2017	79. iş günü	13,19	315	4154,85	30	0	16200	16200	25,60%
2017	80. iş günü	13,19	582	7676,58	30	450	16650	16650	46,10%
2017	81. iş günü	13,19	1460	19257,4	31		16740	16740	115,00%
2017	82. iş günü	13,19	777	10248,63	31		16740	16740	61,20%
2017	83. iş günü	13,19	784	10340,96	30	600	16800	16800	61,60%
2017	84. iş günü	13,19	809	10670,71	32	360	17640	17640	60,50%
2017	85. iş günü	13,19	532	7017,08	29	1350	17010	17010	41,30%
2017	86. iş günü	13,19	243	3205,17	30		16200	16200	19,80%
2017	87. iş günü	13,19	651	8586,69	31	240	16980	16980	50,60%
2017	88. iş günü	13,19	827	10908,13	31		16740	16740	65,20%
2017	89. iş günü	13,19	864	11396,16	28		15120	15120	75,40%
2017	90. iş günü	13,19	818	10789,42	29		15660	15660	68,90%
2017	91. iş günü	13,19	879	11594,01	29	480	16140	16140	71,80%
2017	92. iş günü	13,19	750	9892,5	30	1080	17280	17280	57,20%
2017	93. iş günü	13,19	936	12345,84	30	840	17040	17040	72,50%
2017	94. iş günü	13,19	702	9259,38	31		16740	16740	55,30%
2017	95. iş günü	14,47	590	8537,3	30		16200	16200	52,70%
2017	96. iş günü	14,47	224	3241,28	28		12600	12600	25,70%
2017	97. iş günü	14,47	587	8493,89	28		15120	15120	56,20%
2017	98. iş günü	14,47	783	11330,01	28	720	15840	15840	71,50%
2017	99. iş günü	14,47	855	12371,85	30		16200	16200	76,40%

2017	100. iş günü	14,05	670	9413,5	29		15660	15660	60,10%
2017	101. iş günü	14,05	750	10537,5	29	120	15780	15780	66,80%
2017	102. iş günü	14,05	769	10804,45	31	360	17100	17100	63,20%
2017	103. iş günü	14,05	709	9961,45	30		16200	16200	61,50%
2017	104. iş günü	14,05	495	6954,75	31	240	16980	16980	41,00%
2017	105. iş günü	12,88	182	2344,16	31		16740	16740	14,00%
2017	106. iş günü	12,88	500	6440	30		16200	16200	39,80%
2017	107. iş günü	12,88	125	1610	31	480	17220	17220	9,30%
2017	108. iş günü	12,88	647	8333,36	31	480	17220	17220	48,40%
2017	109. iş günü	12,88	641	8256,08	31	240	16980	16980	48,60%
2017	110. iş günü	12,88	240	3091,2	30	600	16800	16800	18,40%
2017	111. iş günü	12,88	29	373,52	30	2805	19005	19005	2,00%
2017	112. iş günü	12,88	807	10394,16	28	360	15480	15480	67,10%
2017	113. iş günü	12,88	534	6877,92	30		16200	16200	42,50%
2017	114. iş günü	12,78	70	894,6	29	600	16260	16260	5,50%
2017	115. iş günü	12,78	452	5776,56	29	480	16140	16140	35,80%
2017	116. iş günü	14,34	697	9994,98	29	1020	16680	16680	59,90%
2017	117. iş günü	12,78	45	575,1	30		16200	16200	3,60%
2017	118. iş günü	12,78	14	178,92	30,5		16470	16470	1,10%
2017	119. iş günü	14,34	927	13293,18	30	120	16320	16320	81,50%
2017	120. iş günü	14,34	737	10568,58	30		16200	16200	65,20%
2017	121. iş günü	14,34	666	9550,44	30	4950	21150	21150	45,20%
2017	122. iş günü	14,34	618	8862,12	29		15660	15660	56,60%
2017	123. iş günü	14,34	871	12490,14	33	120	17940	17940	69,60%
2017	124. iş günü	14,34	804	11529,36	30	720	16920	16920	68,10%
2017	125. iş günü	14,34	572	8202,48	30	960	17160	17160	47,80%
2017	126. iş günü	14,14	1010	14281,4	30	1680	17880	17880	79,90%
2017	127. iş günü	14,34	580	8317,2	29	240	15900	15900	52,30%

141 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2017	128. iş günü	14,34	639	9163,26	29	360	16020	16020	57,20%
2017	129. iş günü	14,34	670	9607,8	29		15660	15660	61,40%
2017	130. iş günü	14,34	391	5606,94	29	360	16020	16020	35,00%
2017	131. iş günü	14,34	31	444,54	30		16200	16200	2,70%
2017	132. iş günü	14,34	790	11328,6	29	3360	19020	19020	59,60%
2017	133. iş günü	14,34	900	12906	29		15660	15660	82,40%
2017	134. iş günü	14,34	718	10296,12	31		16740	16740	61,50%
2017	135. iş günü	14,34	619	8876,46	31		16740	16740	53,00%
2017	136. iş günü	14,34	810	11615,4	31	1440	18180	18180	63,90%
2017	137. iş günü	14,34	701	10052,34	31	1560	17525	17525	57,40%
2017	138. iş günü	14,34	575	8245,5	31		16740	16740	49,30%
2017	139. iş günü	14,34	720	10324,8	31	480	17220	17220	60,00%
2017	140. iş günü	14,34	492	7055,28	31	600	17185	17185	41,10%
2017	141. iş günü	14,34	335	4803,9	31		16740	16740	28,70%
2017	142. iş günü	14,34	62	889,08	33		17820	17820	5,00%
2017	143. iş günü	14,34	687	9851,58	33		17820	17820	55,30%
2017	144. iş günü	14,34	710	10181,4	32	2040	19320	19320	52,70%
2017	145. iş günü	14,34	680	9751,2	33		17820	17820	54,70%
2017	146. iş günü	14,34	666	9550,44	33		17820	17820	53,60%
2017	147. iş günü	14,34	706	10124,04	30		13500	13500	75,00%
2017	148. iş günü	14,34	669	9593,46	32		17280	17280	55,50%
2017	149. iş günü	14,34	424	6080,16	30	1200	17400	17400	34,90%
2017	150. iş günü	14,34	67	960,78	30	1080	17280	17280	5,60%
2017	151. iş günü	14,34	616	8833,44	30	1080	17280	17280	51,10%
2017	152. iş günü	14,34	850	12189	30	840	17040	17040	71,50%
2017	153. iş günü	14,34	440	6309,6	32	1080	18360	18360	34,40%
2017	154. iş günü	14,34	668	9579,12	31	1800	18540	18540	51,70%
2017	155. iş günü	14,34	671	9622,14	32		17280	17280	55,70%

2017	156. iş günü	14,34	416	5965,44	30		16200	16200	36,80%
2017	157. iş günü	14,34	905	12977,7	32	2160	19440	19440	66,80%
2017	158. iş günü	14,34	700	10038	31		16740	16740	60,00%
2017	159. iş günü	14,34	938	13450,92	34	720	19080	19080	70,50%
2017	160. iş günü	14,34	720	10324,8	33		17820	17820	57,90%
2017	161. iş günü	14,34	744	10668,96	33	3360	21180	21180	50,40%
2017	162. iş günü	14,34	687	9851,58	33	3360	21180	21180	46,50%
2017	163. iş günü	14,34	671	9622,14	34		18360	18360	52,40%
2017	164. iş günü	14,34	1000	14340	34	3480	21840	21840	65,70%
2017	165. iş günü	14,34	471	6754,14	33	3360	21180	21180	31,90%
2017	166. iş günü	14,34	250	3585	34		18360	18360	19,50%
2017	167. iş günü	14,34	1055	15128,7	32		17280	17280	87,60%
2017	168. iş günü	14,34	394	5649,96	32,5	1200	18750	18750	30,10%
2017	169. iş günü	14,34	160	2294,4	33	3240	21060	21060	10,90%
2017	170. iş günü	14,34	574	8231,16	34	3360	21720	21720	37,90%
2017	171. iş günü	14,34	730	10468,2	35		18900	18900	55,40%
2017	172. iş günü	14,34	688	9865,92	34	11760	30120	30120	32,80%
2017	173. iş günü	14,34	602	8632,68	33	720	18540	18540	46,60%
2017	174. iş günü	14,34	918	13164,12	33	1080	18900	18900	69,70%
2017	175. iş günü	14,34	487	6983,58	33	1200	19020	19020	36,70%
2017	176. iş günü	14,34	11	157,74	33	1560	19380	19380	0,80%
2017	177. iş günü	12,79	139	1777,81	32		17280	17280	10,30%
2017	178. iş günü	12,79	811	10372,69	33		17820	17820	58,20%
2017	179. iş günü	12,61	370	4665,7	32		17280	17280	27,00%
2017	180. iş günü	12,61	870	10970,7	34		18360	18360	59,80%
2017	181. iş günü	12,61	700	8827	34		18360	18360	48,10%
2017	182. iş günü	12,61	800	10088	34	3000	21360	21360	47,20%
2017	183. iş günü	12,61	700	8827	32		17280	17280	51,10%

143 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2017	184. iş günü	12,61	755	9520,55	32		17280	17280	55,10%
2017	185. iş günü	12,61	851	10731,11	31		16740	16740	64,10%
2017	186. iş günü	12,61	826	10415,86	31		16740	16740	62,20%
2017	187. iş günü	12,61	810	10214,1	31	2885	19625	19625	52,00%
2017	188. iş günü	12,61	450	5674,5	31	195	16935	16935	33,50%
2017	189. iş günü	12,61	811	10226,71	27	780	15360	15360	66,60%
2017	190. iş günü	12,61	900	11349	27		14580	14580	77,80%
2017	191. iş günü	12,61	655	8259,55	27	975	15555	15555	53,10%
2017	192. iş günü	12,61	550	6935,5	25		13500	13500	51,40%
2017	193. iş günü	12,61	1540	19419,4	29	195	15855	15855	122,50%
2017	194. iş günü	12,79	400	5116	30	5070	21270	21270	24,10%
2017	195. iş günü	12,79	491	6279,89	29		15660	15660	40,10%
2017	196. iş günü	12,79	550	7034,5	30	4485	20685	20685	34,00%
2017	197. iş günü	12,61	731	9217,91	29		15660	15660	58,90%
2017	198. iş günü	12,61	1023	12900,03	30		16200	16200	79,60%
2017	199. iş günü	12,61	210	2648,1	30	7200	23400	23400	11,30%
2017	200. iş günü	12,66	477	6038,82	32	1200	18480	18480	32,70%
2018	201. iş günü	12,66	600	7596	33	120	17940	17940	42,30%
2018	202. iş günü	12,66	615	7785,9	32	1320	18600	18600	41,90%
2018	203. iş günü	12,66	1129	14293,14	32		17280	17280	82,70%
2018	204. iş günü	12,66	600	7596	31	8400	25140	25140	30,20%
2018	205. iş günü	12,66	647	8191,02	33	1200	19020	19020	43,10%
2018	206. iş günü	12,66	804	10178,64	32	600	17880	17880	56,90%
2018	207. iş günü	12,66	680	8608,8	31	1560	18300	18300	47,00%
2018	208. iş günü	12,66	280	3544,8	30		19800	19800	17,90%
2018	209. iş günü	12,66	304	3848,64	31	12500	29240	29240	13,20%
2018	210. iş günü	12,66	1100	13926	30		16200	16200	86,00%
2018	211. iş günü	13,77	400	5508	25	1200	14700	14700	37,50%

2018	212. iş günü	13,77	450	6196,5	29	480	16140	16140	38,40%
2018	213. iş günü	13,77	250	3442,5	31	2760	19500	19500	17,70%
2018	214. iş günü	13,77	114	1569,78	31	4200	20940	20940	7,50%
2018	215. iş günü	13,77	831	11442,87	31	960	17700	17700	64,60%
2018	216. iş günü	13,77	500	6885	30	1080	17280	17280	39,80%
2018	217. iş günü	13,77	610	8399,7	30	3120	19320	19320	43,50%
2018	218. iş günü	13,77	250	3442,5	32	2160	19440	19440	17,70%
2018	219. iş günü	13,77	310	4268,7	33	4875	22695	22695	18,80%
2018	220. iş günü	13,77	520	7160,4	32	1200	18480	18480	38,70%
2018	221. iş günü	13,15	90	1183,5	29	120	15780	15780	7,50%
2018	222. iş günü	13,15	150	1972,5	30	3000	19200	19200	10,30%
2018	223. iş günü	13,15	450	5917,5	28		15120	15120	39,10%
2018	224. iş günü	13,15	400	5260	29	1260	16920	16920	31,10%
2018	225. iş günü	13,15	500	6575	34		18360	18360	35,80%
2018	226. iş günü	13,08	600	7848	33	1920	19740	19740	39,80%
2018	227. iş günü	13,08	650	8502	29	480	16140	16140	52,70%
2018	228. iş günü	13,08	628	8214,24	25		13500	13500	60,80%
2018	229. iş günü	13,08	500	6540	24	1680	14640	14640	44,70%
2018	230. iş günü	13,08	600	7848	28	1200	16320	16320	48,10%
2018	231. iş günü	13,08	650	8502	29	2400	18060	18060	47,10%
2018	232. iş günü	11,98	442	5295,16	30	2640	18840	18840	28,10%
2018	233. iş günü	17,12	0	0	0	240	19140	0	0,00%
2018	234. iş günü	17,12	0	0	0	6300	23040	0	0,00%
2018	235. iş günü	17,12	300	5136	31	1920	18660	18660	27,50%
2018	236. iş günü	17,12	500	8560	32	5040	22320	22320	38,40%
2018	237. iş günü	17,12	500	8560	29		15660	15660	54,70%
2018	238. iş günü	17,12	500	8560	29		15660	15660	54,70%
2018	239. iş günü	17,12	500	8560	37		19980	19980	42,80%

145 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2018	240. iş günü	17,12	500	8560	33		15840	15840	54,00%
2018	241. iş günü	17,12	287	4913,44	34	2040	20400	20400	24,10%
2018	242. iş günü	12,28	0	0	33		17820	0	0,00%
2018	243. iş günü	12,28	650	7982	35		18900	18900	42,20%
2018	244. iş günü	12,28	650	7982	36		19440	19440	41,10%
2018	245. iş günü	12,28	480	5894,4	34		18360	18360	32,10%
2018	246. iş günü	12,28	400	4912	35	720	19620	19620	25,00%
2018	247. iş günü	12,28	400	4912	35		18900	18900	26,00%
2018	248. iş günü	12,28	360	4420,8	33		13860	13860	31,90%
2018	249. iş günü	17,12	0	0	35	1080	19980	0	0,00%
2018	250. iş günü	17,12	0	0	31		20460	0	0,00%
2018	251. iş günü	19	50	950	36		23760	23760	0,00%
2018	252. iş günü	19	300	5700	34		22440	22440	25,40%
2018	253. iş günü	19	250	4750	36		19440	19440	24,40%
2018	254. iş günü	19	350	6650	36		15120	15120	44,00%
2018	255. iş günü	19	500	9500	40	3960	25560	25560	37,20%
2018	256. iş günü	19	350	6650	37	960	20940	20940	31,80%
2018	257. iş günü	19	323	6137	29	840	16500	16500	37,20%
2018	258. iş günü	19,6	0	0	34		18360	0	0,00%
2018	259. iş günü	19,6	100	1960	33	420	22200	22200	8,80%
2018	260. iş günü	19,6	200	3920	32	1080	18360	18360	21,40%
2018	261. iş günü	19,6	250	4900	32	1680	18960	18960	25,80%
2018	262. iş günü	19,6	500	9800	30		16200	16200	60,50%
2018	263. iş günü	19,6	500	9800	33	1320	19140	19140	51,20%
2018	264. iş günü	19,6	500	9800	32	5880	23160	23160	42,30%
2018	265. iş günü	19,6	600	11760	31		16740	16740	70,30%
2018	266. iş günü	19,6	500	9800	33,6	2400	20544	20544	47,70%
2018	267. iş günü	19,6	500	9800	33	600	18420	18420	53,20%

2018	268. iş günü	19,6	500	9800	32	1320	18600	18600	52,70%
2018	269. iş günü	19,6	250	4900	33	840	18660	18660	26,30%
2018	270. iş günü	19,6	300	5880	34	600	18960	18960	31,00%
2018	271. iş günü	19,6	300	5880	32,5	360	17910	17910	32,80%
2018	272. iş günü	19,6	300	5880	28,6		15444	15444	38,10%
2018	273. iş günü	19,6	300	5880	32,5		17550	17550	33,50%
2018	274. iş günü	19,6	360	7056	34	1680	20040	20040	35,20%
2018	275. iş günü	19,6	300	5880	34	840	19200	19200	30,60%
2018	276. iş günü	19,6	315	6174	34,6	240	18924	18924	32,60%
2018	277. iş günü	19,6	313	6134,8	35,25		19035	19035	32,20%
2018	278. iş günü	19,6	310	6076	36	1740	21180	21180	28,70%
2018	279. iş günü	12,53	600	7518	34	8400	26760	26760	28,10%
2018	280. iş günü	12,53	800	10024	34	1560	19920	19920	50,30%
2018	281. iş günü	12,53	800	10024	35	1455	20355	20355	49,20%
2018	282. iş günü	12,53	760	9522,8	33	840	18660	18660	51,00%
2018	283. iş günü	12,53	750	9397,5	35		18900	18900	49,70%
2018	284. iş günü	12,53	880	11026,4	33	2730	20550	20550	53,70%
2018	285. iş günü	12,53	830	10399,9	32	1282	18562	18562	56,00%
2018	286. iş günü	12,53	600	7518	34	1388	19748	19748	38,10%
2018	287. iş günü	12,53	692	8670,76	33	960	18780	18780	46,20%
2018	288. iş günü	13,51	0	0	33,6	600	18744	0	0,00%
2018	289. iş günü	13,51	0	0	35	840	19740	0	0,00%
2018	290. iş günü	13,51	550	7430,5	35	960	19860	19860	37,40%
2018	291. iş günü	13,51	820	11078,2	35,6	1560	20784	20784	53,30%
2018	292. iş günü	13,51	750	10132,5	34,6	720	19404	19404	52,20%
2018	293. iş günü	13,51	0	0	36	2040	21480	0	0,00%
2018	294. iş günü	13,51	750	10132,5	33	600	18420	18420	55,00%
2018	295. iş günü	14,85	670	9949,5	36		19440	19440	51,20%

147 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2018	296. iş günü	14,85	720	10692	34	360	18720	18720	57,10%
2018	297. iş günü	14,85	800	11880	34	360	18720	18720	63,50%
2018	298. iş günü	14,85	800	11880	35,3	1080	20142	20142	59,00%
2018	299. iş günü	14,85	750	11137,5	33	6300	24120	24120	46,20%
2018	300. iş günü	14,85	650	9652,5	33	1440	19260	19260	50,10%
2018	301. iş günü	14,88	608	9047,04	33	480	18300	18300	49,40%
2018	302. iş günü	14,88	609	9061,92	33	480	18300	18300	49,50%
2018	303. iş günü	12,89	400	5156	34,6	240	18924	18924	27,20%
2018	304. iş günü	12,89	800	10312	30,6		16524	16524	62,40%
2018	305. iş günü	12,89	750	9667,5	30,5	2160	18630	18630	51,90%
2018	306. iş günü	12,89	701	9035,89	32	2250	19530	19530	46,30%
2018	307. iş günü	12,89	731	9422,59	29	3360	19020	19020	49,50%
2018	308. iş günü	15,01	0	0	33	7350	25170	0	0,00%
2018	309. iş günü	15,01	800	12008	32		17280	17280	69,50%
2018	310. iş günü	15,01	600	9006	33	7350	25170	25170	35,80%
2018	311. iş günü	15,41	550	8475,5	31		16740	17280	49,00%
2018	312. iş günü	15,41	550	8475,5	29,6	2040	18024	18564	45,70%
2018	313. iş günü	15,41	650	10016,5	29	2160	17820	18360	54,60%
2018	314. iş günü	15,41	700	10787	31	0	16740	17280	62,40%
2018	315. iş günü	15,41	600	9246	32	0	17280	17820	51,90%
2018	316. iş günü	15,41	500	7705	32	240	17520	18060	42,70%
2018	317. iş günü	15,41	500	7705	31	480	17220	17760	43,40%
2018	318. iş günü	15,41	500	7705	32	0	17280	17820	43,20%
2018	319. iş günü	15,41	500	7705	33	0	17820	18360	42,00%
2018	320. iş günü	15,41	840	12944,4	30,7	840	17418	17958	72,10%
2018	321. iş günü	15,41	720	11095,2	33	0	17820	17820	62,30%
2018	322. iş günü	15,41	722	11126,02	32	720	18000	18000	61,80%
2018	323. iş günü	14,21	350	4973,5	34	1080	19440	19440	25,60%

2018	324. iş günü	14,21	400	5684	32	360	17640	17640	32,20%
2018	325. iş günü	14,21	670	9520,7	33	11466	29286	29286	32,50%
2018	326. iş günü	14,21	600	8526	32	3240	20520	20520	41,50%
2018	327. iş günü	14,21	650	9236,5	31	2160	18900	18900	48,90%
2018	328. iş günü	14,21	700	9947	32	2040	19320	19320	51,50%
2018	329. iş günü	14,21	900	12789	32		17280	17280	74,00%
2018	330. iş günü	14,21	600	8526	33	540	18360	18360	46,40%
2018	331. iş günü	14,21	839	11922,19	32,6	480	18084	18084	65,90%
2018	332. iş günü	14,21	800	11368	31	240	16980	16980	66,90%
2018	333. iş günü	14,21	450	6394,5	31		16740	16740	38,20%
2018	334. iş günü	14,21	250	3552,5	31		16740	16740	21,20%
2018	335. iş günü	14,21	800	11368	30		16200	16200	70,20%
2018	336. iş günü	14,21	700	9947	29,7	120	16158	16158	61,60%
2018	337. iş günü	14,21	700	9947	30	0	16200	16200	61,40%
2018	338. iş günü	14,21	700	9947	30	0	16200	16200	61,40%
2018	339. iş günü	14,21	750	10657,5	30	0	16200	16200	65,80%
2018	340. iş günü	14,21	600	8526	30	0	16200	16200	52,60%
2018	341. iş günü	12,05	600	7230	31	0	16740	16740	43,20%
2018	342. iş günü	12,05	850	10242,5	32	0	17280	17280	59,30%
2018	343. iş günü	12,05	800	9640	32	0	17280	17280	55,80%
2018	344. iş günü	12,05	850	10242,5	31	0	16740	16740	61,20%
2018	345. iş günü	12,05	1000	12050	31	0	15810	15810	76,20%
2018	346. iş günü	12,05	700	8435	32	0	17280	17280	48,80%
2018	347. iş günü	12,05	700	8435	30,5	0	16470	16470	51,20%
2018	348. iş günü	12,05	800	9640	31	240	16980	16980	56,80%
2018	349. iş günü	12,05	910	10965,5	30	0	16200	16200	67,70%
2018	350. iş günü	13,65	100	1365	30	0	16200	16200	8,40%
2018	351. iş günü	13,65	300	4095	30	0	16200	16740	24,50%

149 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2018	352. iş günü	13,65	500	6825	31	0	16740	17280	39,50%
2018	353. iş günü	13,65	550	7507,5	31	0	16740	17280	43,40%
2018	354. iş günü	13,65	700	9555	30	480	16680	17220	55,50%
2018	355. iş günü	13,65	650	8872,5	31	2184	18924	19464	45,60%
2018	356. iş günü	13,65	720	9828	30	480	16680	17220	57,10%
2018	357. iş günü	13,65	750	10237,5	31	0	16740	17280	59,20%
2018	358. iş günü	13,65	650	8872,5	31	480	17220	17760	50,00%
2018	359. iş günü	13,65	500	6825	31	0	16740	17280	39,50%
2018	360. iş günü	13,65	650	8872,5	31	960	17700	18240	48,60%
2018	361. iş günü	13,65	92	1255,8	32	0	17280	17820	7,00%
2018	362. iş günü	13,65	450	6142,5	31	600	17340	17880	34,40%
2018	363. iş günü	13,65	720	9828	32	360	17640	18180	54,10%
2018	364. iş günü	13,65	750	10237,5	30,8	120	16752	17292	59,20%
2018	365. iş günü	13,65	750	10237,5	31	480	17220	17760	57,60%
2018	366. iş günü	13,65	720	9828	31	0	16740	17280	56,90%
2018	367. iş günü	13,65	760	10374	29,5	0	15930	16470	63,00%
2018	368. iş günü	13,65	701	9568,65	27	0	14580	15120	63,30%
2018	369. iş günü	13,65	800	10920	26	0	14040	14580	74,90%
2018	370. iş günü	13,65	650	8872,5	29	120	15780	16320	54,40%
2018	371. iş günü	13,65	650	8872,5	31	240	16980	17520	50,60%
2018	372. iş günü	13,65	700	9555	31	480	17220	17760	53,80%
2018	373. iş günü	13,65	125	1706,25	31		16740	17280	9,90%
2018	374. iş günü	13,3	450	5985	31	360	17100	17640	33,90%
2018	375. iş günü	13,3	350	4655	31	420	17160	17700	26,30%
2018	376. iş günü	13,5	550	7425	31	120	16860	17400	42,70%
2018	377. iş günü	13,5	850	11475	31	120	16860	17400	65,90%
2018	378. iş günü	13,5	150	2025	31,5		17010	17550	11,50%
2018	379. iş günü	13,5	400	5400	31,5		17010	17550	30,80%

2018	380. iş günü	13,5	520	7020	29,5	2100	18030	18570	37,80%
2018	381. iş günü	13,5	115	1552,5	35,7	600	19878	20418	7,60%
2018	382. iş günü	13,5	535	7222,5	33	240	18060	18600	38,80%
2018	383. iş günü	13,5	780	10530	34,8	240	19032	19572	53,80%
2018	384. iş günü	13,5	800	10800	35,6		19224	19764	54,60%
2018	385. iş günü	13,5	592	7992	32,8	2213,4	19925,4	20465,4	39,10%
2018	386. iş günü	13,5	150	2025	34	240	18600	19140	10,60%
2018	387. iş günü	13,97	750	10477,5	34,6	360	19044	19584	53,50%
2018	388. iş günü	13,45	750	10087,5	32,7	480	18138	18678	54,00%
2018	389. iş günü	13,45	850	11432,5	31,8		17172	17712	64,50%
2018	390. iş günü	13,45	850	11432,5	33,2	1680	19608	20148	56,70%
2018	391. iş günü	13,45	800	10760	32,4		17496	18036	59,70%
2018	392. iş günü	13,45	830	11163,5	32,4	600	18096	18636	59,90%
2018	393. iş günü	13,45	711	9562,95	30,3	240	16602	17142	55,80%
2018	394. iş günü	13,45	0	0	31,6	840	17904	18444	0,00%
2018	395. iş günü	15,77	300	4731	34,4	480	19056	19056	24,80%
2018	396. iş günü	15,77	700	11039	35,4	480	19596	19596	56,30%
2018	397. iş günü	15,77	632	9966,64	34,9	2880	21726	21726	45,90%
2018	398. iş günü	15,21	780	11863,8	33,3	1680	19662	19662	60,30%
2018	399. iş günü	15,21	780	11863,8	33,7	360	18558	18558	63,90%
2018	400. iş günü	15,21	520	7909,2	23,76		9979,2	9979,2	79,30%
2019	401. iş günü	16,13	350	5645,5	31,7	2160	19278	19278	29,30%
2019	402. iş günü	16,13	500	8065	30,6	2400	18924	18924	42,60%
2019	403. iş günü	16,13	375	6048,75	33,7	2880	21078	21078	28,70%
2019	404. iş günü	16,13	670	10807,1	34,5	240	18870	18870	57,30%
2019	405. iş günü	16,13	350	5645,5	32,7	10080	27738	27738	20,40%
2019	406. iş günü	16,14	550	8877	32,7	600	18258	18258	48,60%
2019	407. iş günü	16,14	750	12105	32,7		17658	17658	68,60%

151 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2019	408. iş günü	16,14	775	12508,5	32,6		17604	17604	71,10%
2019	409. iş günü	16,14	780	12589,2	31,8	960	18132	18132	69,40%
2019	410. iş günü	16,14	600	9684	31,7	3780	20898	20898	46,30%
2019	411. iş günü	16,14	600	9684	33,7	1320	19518	19518	49,60%
2019	412. iş günü	16,14	800	12912	33,7	1500	19698	19698	65,50%
2019	413. iş günü	16,14	750	12105	33,7	2160	20358	20358	59,50%
2019	414. iş günü	16,14	750	12105	33,7	2040	20238	20238	59,80%
2019	415. iş günü	16,14	750	12105	32,1		17334	17334	69,80%
2019	416. iş günü	16,14	600	9684	21,5		9997,5	9997,5	96,90%
2019	417. iş günü	16,14	500	8070	29,7		16038	16038	50,30%
2019	418. iş günü	16,14	400	6456	30,7	5610	22188	22188	29,10%
2019	419. iş günü	16,14	180	2905,2	31,4	2400	19356	19356	15,00%
2019	420. iş günü	15,35	150	2302,5	33,1		17874	17874	12,90%
2019	421. iş günü	15,35	500	7675	30,1	975	17229	17229	44,50%
2019	422. iş günü	15,35	800	12280	33,5	1920	20010	20010	61,40%
2019	423. iş günü	15,35	650	9977,5	33,2	1080	19008	19008	52,50%
2019	424. iş günü	15,35	800	12280	35,6	1800	21024	21024	58,40%
2019	425. iş günü	15,35	400	6140	32,8	2640	20352	20352	30,20%
2019	426. iş günü	16,15	800	12920	33,6	12000	30144	30144	42,90%
2019	427. iş günü	16,15	589	9512,35	32,9	2580	20346	20346	46,80%
2019	428. iş günü	15,35	850	13047,5	33,4	240	18276	18276	71,40%
2019	429. iş günü	15,35	1050	16117,5	30	1080	17280	17280	93,30%
2019	430. iş günü	13,54	700	9478	33,5	0	18090	18090	52,40%
2019	431. iş günü	13,54	750	10155	32,3	3780	21222	21222	47,90%
2019	432. iş günü	13,54	700	9478	34,2	0	18468	18468	51,30%
2019	433. iş günü	13,54	650	8801	34,7	0	18738	18738	47,00%
2019	434. iş günü	13,54	544	7365,76	32,4	0	17496	17496	42,10%
2019	435. iş günü	15,24	0	0	30,4	0	16416	16416	0,00%

2019	436. iş günü	15,24	400	6096	30,1	0	16254	16254	37,50%
2019	437. iş günü	15,24	470	7162,8	33,9	0	18306	18306	39,10%
2019	438. iş günü	15,24	750	11430	33,1	0	17874	17874	63,90%
2019	439. iş günü	15,24	750	11430	31,2	0	16848	16848	67,80%
2019	440. iş günü	15,24	700	10668	30,1	0	16254	16254	65,60%
2019	441. iş günü	15,24	500	7620	32,7	3420	21078	21078	36,20%
2019	442. iş günü	14,69	700	10283	32,8	0	17712	17712	58,10%
2019	443. iş günü	14,69	800	11752	34,2	0	18468	18468	63,60%
2019	444. iş günü	14,69	650	9548,5	34,2	0	18468	18468	51,70%
2019	445. iş günü	14,69	289	4245,41	34,4	0	18576	18576	22,90%
2019	446. iş günü	14,69	400	5876	29,5	0	15930	15930	36,90%
2019	447. iş günü	14,69	500	7345	33,8	0	18252	18252	40,20%
2019	448. iş günü	14,69	500	7345	30,5	0	16470	16470	44,60%
2019	449. iş günü	14,69	670	9842,3	34,8	0	18792	18792	52,40%
2019	450. iş günü	14,69	750	11017,5	32,7	480	18138	18138	60,70%
2019	451. iş günü	14,69	1210	17774,9	30,6	600	17124	17124	103,80%
2019	452. iş günü	14,92	900	13428	32,2	3240	20628	20628	65,10%
2019	453. iş günü	14,92	220	3282,4	31,2	0	16848	16848	19,50%
2019	454. iş günü	14,92	209	3118,28	33,6	11760	29904	29904	10,40%
2019	455. iş günü	14,92	600	8952	34,7	0	18738	18738	47,80%
2019	456. iş günü	14,92	600	8952	36,6	240	20004	20004	44,80%
2019	457. iş günü	14,92	600	8952	35,5	240	19410	19410	46,10%
2019	458. iş günü	14,92	750	11190	34,1	360	18774	18774	59,60%
2019	459. iş günü	14,92	630	9399,6	34,1	1680	20094	20094	46,80%
2019	460. iş günü	14,92	150	2238	32,4	360	17856	17856	12,50%
2019	461. iş günü	14,92	750	11190	33,8	1680	19932	19932	56,10%
2019	462. iş günü	14,92	600	8952	34,6	240	18924	18924	47,30%
2019	463. iş günü	14,92	300	4476	34,7	240	18978	18978	23,60%

153 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2019	464. iş günü	14,92	800	11936	32,2	960	18348	18348	65,10%
2019	465. iş günü	14,92	193	2879,56	29,8	0	16092	16092	17,90%
2019	466. iş günü	18,09	300	5427	30,9	2040	18726	18726	29,00%
2019	467. iş günü	18,09	350	6331,5	30,1	1080	17334	17334	36,50%
2019	468. iş günü	18,09	450	8140,5	29,7	840	16878	16878	48,20%
2019	469. iş günü	18,09	600	10854	31,9	4830	22056	22056	49,20%
2019	470. iş günü	18,09	650	11758,5	32,3	1080	18522	18522	63,50%
2019	471. iş günü	18,09	650	11758,5	30,6	1080	17604	17604	66,80%
2019	472. iş günü	18,09	500	9045	33,4	1080	19116	19116	47,30%
2019	473. iş günü	18,09	256	4631,04	34,1	960	19374	19374	23,90%
2019	474. iş günü	14,82	350	5187	31,1	3500	20294	20294	25,60%
2019	475. iş günü	14,82	700	10374	30,2	0	16308	16308	63,60%
2019	476. iş günü	14,82	500	7410	30,2	720	17028	17028	43,50%
2019	477. iş günü	14,82	500	7410	27,3	0	14742	14742	50,30%
2019	478. iş günü	14,82	350	5187	29,8	480	16572	16572	31,30%
2019	479. iş günü	14,82	100	1482	29,8	420	16512	16512	9,00%
2019	480. iş günü	14,82	700	10374	27,6	0	14904	14904	69,60%
2019	481. iş günü	14,82	968	14345,76	26,8	240	14712	14712	97,50%
2019	482. iş günü	14,82	850	12597	25,6	600	14424	14424	87,30%
2019	483. iş günü	14,82	750	11115	27,2	1080	15768	15768	70,50%
2019	484. iş günü	14,82	880	13041,6	28,8	0	13824	13824	94,30%
2019	485. iş günü	14,82	800	11856	26,1	0	14094	14094	84,10%
2019	486. iş günü	14,82	715	10596,3	24,2	0	13068	13068	81,10%
2019	487. iş günü	14,82	700	10374	20,5	0	11070	11070	93,70%
2019	488. iş günü	14,82	600	8892	22,1	120	12054	12054	73,80%
2019	489. iş günü	14,82	820	12152,4	19,2	0	10368	10368	117,20%
2019	490. iş günü	14,82	850	12597	22,6	240	12444	12444	101,20%
2019	491. iş günü	14,82	800	11856	24,2	720	13788	13788	86,00%

2019	492. iş günü	14,82	750	11115	23,9	0	12906	12906	86,10%
2019	493. iş günü	13,95	820	11439	25,2	0	13608	13608	84,10%
2019	494. iş günü	13,95	850	11857,5	24,2	0	13068	13068	90,70%
2019	495. iş günü	13,95	800	11160	26,3	0	14202	14202	78,60%
2019	496. iş günü	13,95	443	6179,85	26,9	360	14886	14886	41,50%
2019	497. iş günü	14,86	300	4458	22,8	720	13032	13032	34,20%
2019	498. iş günü	14,86	550	8173	26,7	360	14778	14778	55,30%
2019	499. iş günü	14,86	700	10402	27,2	9240	23928	23928	43,50%
2019	500. iş günü	14,86	750	11145	25,2	0	13608	13608	81,90%
2019	501. iş günü	14,86	850	12631	27,4	0	14796	14796	85,40%
2019	502. iş günü	14,86	595	8841,7	26,8	0	14472	14472	61,10%
2019	503. iş günü	13,93	300	4179	24,4	0	13176	13176	31,70%
2019	504. iş günü	13,93	400	5572	28,6	0	15444	15444	36,10%
2019	505. iş günü	13,93	450	6268,5	21,5	0	11610	11610	54,00%
2019	506. iş günü	13,93	350	4875,5	27,2	0	14688	14688	33,20%
2019	507. iş günü	13,93	540	7522,2	27,5	0	14850	14850	50,70%
2019	508. iş günü	13,93	880	9204,6	27	600	15180	15180	60,60%
2019	509. iş günü	13,53	782	10580,46	27	11760	26340	26340	40,20%
2019	510. iş günü	13,51	540	7856	32	720	18000	18000	43,60%
2019	511. iş günü	13,51	529	7146,79	32	600	17880	17880	40,00%
2019	512. iş günü	13,51	664	8970,64	33	2400	20220	20220	44,40%
2019	513. iş günü	14,46	623	8932	33	840	18660	18660	47,90%
2019	514. iş günü	14,46	727	10512,42	33	14280	32100	32100	32,70%
2019	515. iş günü	14,46	484	6998,64	33	480	18300	18300	38,20%
2019	516. iş günü	13,39	421	7241	34	2160	20520	20520	35,30%
2019	517. iş günü	13,39	570	7632,3	31	760	17500	17500	43,60%
2019	518. iş günü	13,39	400	5356	31	150	16890	16890	31,70%
2019	519. iş günü	13,39	882	11809,98	32	10080	27360	27360	43,20%

155 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2019	520. iş günü	13,39	500	6695	36	600	20040	20040	33,40%
2019	521. iş günü	13,39	563	7538,57	35	3840	22740	22740	33,20%
2019	522. iş günü	15,49	721	11168,29	36	3860	23300	23300	47,90%
2019	523. iş günü	14,69	632	9284,08	37	3480	23460	23460	39,60%
2019	524. iş günü	14,69	500	7345	36	720	20160	20160	36,40%
2019	525. iş günü	14,69	498	7432	32,5	600	18150	18150	40,90%
2019	526. iş günü	14,69	760	11164,4	37	276	20256	20256	55,10%
2019	527. iş günü	14,69	700	10283	37	1200	21180	21180	48,60%
2019	528. iş günü	14,69	800	11752	37	360	20340	20340	57,80%
2019	529. iş günü	15,49	500	7745	36	3510	22950	22950	33,70%
2019	530. iş günü	14,69	600	8814	35,6	720	19944	19944	44,20%
2019	531. iş günü	14,69	400	5876	36	320	19760	19760	29,70%
2019	532. iş günü	14,69	400	5876	35	312	19212	19212	30,60%
2019	533. iş günü	14,69	640	9401,6	36	552	19992	19992	47,00%
2019	534. iş günü	14,25	50	712,5	36	2757	22197	22197	3,20%
2019	535. iş günü	14,25	400	5700	36	200	19640	19640	29,00%
2019	536. iş günü	14,25	300	4275	37,5	440	20690	20690	20,70%
2019	537. iş günü	14,25	650	9262,5	36	320	19760	19760	46,90%
2019	538. iş günü	14,25	1200	17100	36	1235	20675	20675	82,70%
2019	539. iş günü	17,71	240	4250,4	36	1235	20675	20675	20,60%
2019	540. iş günü	17,71	151	2674,21	37	160	20140	20140	13,30%
2019	541. iş günü	17,71	100	1771	39	1440	22500	22500	7,90%
2019	542. iş günü	17,71	600	10626	37,5	276	20526	20526	51,80%
2019	543. iş günü	17,71	750	13282,5	38	276	20796	20796	63,90%
2019	544. iş günü	17,71	700	12397	38	975	21495	21495	57,70%
2019	545. iş günü	17,71	1100	19481	38	600	21120	21120	92,20%
2019	546. iş günü	17,71	700	12397	38	360	20880	20880	59,40%
2019	547. iş günü	17,71	1000	17710	38,3	480	21162	21162	83,70%

2019	548. iş günü	17,71	242	4285,82	38,3	0	20682	20682	20,70%
2019	549. iş günü	18,11	100	1811	38	1755	22275	22275	8,10%
2019	550. iş günü	18,09	600	10854	31,9	4830	22056	22056	49,20%
2019	551. iş günü	18,09	650	11758,5	32,3	1080	18522	18522	63,50%
2019	552. iş günü	14,86	850	12631	27,4	0	14796	14796	85,40%
2019	553. iş günü	14,25	1200	17100	36	1235	20675	20675	82,70%
2019	554. iş günü	18,09	450	8140,5	29,7	840	16878	16878	48,20%
2019	555. iş günü	14,82	700	10374	30,2	0	16308	16308	63,60%
2019	556. iş günü	14,82	500	7410	27,3	0	14742	14742	50,30%
2019	557. iş günü	14,86	850	12631	27,4	0	14796	14796	85,40%
2019	558. iş günü	13,93	880	9204,6	27	600	15180	15180	60,60%
2019	559. iş günü	13,39	421	7241	34	2160	20520	20520	35,30%
2019	560. iş günü	14,86	300	4458	22,8	720	13032	13032	34,20%
2019	561. iş günü	18,09	600	10854	31,9	4830	22056	22056	49,20%
2019	562. iş günü	17,71	1000	17710	38,3	480	21162	21162	83,70%
2019	563. iş günü	14,34	700	10038	31		16740	16740	60,00%
2019	564. iş günü	14,21	800	11368	30		16200	16200	70,20%
2019	565. iş günü	14,21	700	9947	29,7	120	16158	16158	61,60%
2019	566. iş günü	14,21	700	9947	30	0	16200	16200	61,40%
2019	567. iş günü	14,21	700	9947	30	0	16200	16200	61,40%
2019	568. iş günü	14,69	668	9812,92	32,5	600	18150	18150	54,07%
2019	569. iş günü	14,69	723	10620,87	35,6	720	19944	19944	53,25%
2019	570. iş günü	12,53	789	9886,17	33	960	18780	18780	52,64%
2019	571. iş günü	15,49	729	11292,21	36	3510	22950	22950	49,20%
2019	572. iş günü	15,41	722	11126,02	32	720	18000	18000	61,80%
2019	573. iş günü	18,09	668	12084,12	30,1	1080	17334	17334	69,71%
2019	574. iş günü	18,09	450	8140,5	29,7	840	16878	16878	48,20%
2019	575. iş günü	18,09	679	12283,11	31,9	4830	22056	22056	55,69%

157 | ENDÜSTRİ 4.0 ve AKILLI LOJİSTİK

2019	576. iş günü	18,09	650	11758,5	32,3	1080	18522	18522	63,50%
2019	577. iş günü	18,09	650	11758,5	30,6	1080	17604	17604	66,80%
2019	578. iş günü	18,09	500	9045	33,4	1080	19116	19116	47,30%
2019	579. iş günü	18,09	723	13079,07	34,1	960	19374	19374	67,51%
2019	580. iş günü	14,82	682	10107,24	31,1	3500	20294	20294	49,80%
2019	581. iş günü	14,82	700	10374	30,2	0	16308	16308	63,60%
2019	582. iş günü	14,82	500	7410	30,2	720	17028	17028	43,50%
2019	583. iş günü	14,82	500	7410	27,3	0	14742	14742	50,30%
2019	584. iş günü	14,82	825	12226,5	29,8	480	16572	16572	73,78%
2019	502. iş günü	14,86	595	8841,7	26,8	0	14472	14472	61,10%
2019	586. iş günü	14,82	700	10374	27,6	0	14904	14904	69,60%
2019	587. iş günü	14,82	968	14345,76	26,8	240	14712	14712	97,50%
2019	588. iş günü	14,82	850	12597	25,6	600	14424	14424	87,30%
2019	589. iş günü	14,69	670	9842,3	34,8	0	18792	18792	52,40%
2019	590. iş günü	14,69	750	11017,5	32,7	480	18138	18138	60,70%
2019	591. iş günü	13,5	728	9828	34	240	18600	19140	51,35%
2019	592. iş günü	13,97	750	10477,5	34,6	360	19044	19584	53,50%
2019	593. iş günü	13,45	750	10087,5	32,7	480	18138	18678	54,00%
2019	594. iş günü	13,45	850	11432,5	31,8		17172	17712	64,50%
2019	595. iş günü	13,45	850	11432,5	33,2	1680	19608	20148	56,70%
2019	596. iş günü	13,45	800	10760	32,4		17496	18036	59,70%
2019	597. iş günü	13,45	830	11163,5	32,4	600	18096	18636	59,90%
2019	598. iş günü	13,45	711	9562,95	30,3	240	16602	17142	55,80%
2019	599. iş günü	15,77	700	11039	35,4	480	19596	19596	56,30%

KONTROL YAPAN KİŞİ		Hülya Demirci																				KONTROL TARİH			18.05.2020					
BEDEN ÜRETİM BÖLÜMÜ																														
YAKA KAPAMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KOL TAKMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
YAN ÇATMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MANŞET TAKMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ETEK KIVIRMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
İLİK HATASI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DÜĞME PAT DİKİŞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
İLİK PATI DİKİŞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OMUZ ÜST ALMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ROBA ÜST ALMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ETİKET TAKMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
CEP TAKMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PENS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
APARTURA-BİYE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DÜĞME HATASI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
YAKA GAZE DİKİŞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MANŞET GAZE DİKİŞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KUŞAK DİKİŞİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Ek. 3 2017 Yılı Bilançosu

Grup - Hesap Adı	Önceki dönem	Önceki dönem	Önceki dönem	Cari Dönem	Cari Dönem	Cari Dönem
I. DÖNEN VARLIKLAR			701.522,28			1.009.508,15
A. HAZIR DEĞERLER		157.263,76			242.423,36	
1 .Kasa	2.492,02			179.749,24		
2 .Alınan Çekler	146.124,00			0,00		
3 .Bankalar	8.647,74			25.847,55		
4 .Verilen Çek ve Ödeme Emri (-)	0,00			-21.000,00		
5 .Diğer Hazır Değerler	0,00			57.826,57		
C. TİCARİ ALACAKLAR		172.214,39			209.146,03	
1 .Alıcılar	172.214,39			209.146,03		
E. STOKLAR		317.012,59			480.620,52	
1 .İlk Madde Ve Malzeme	180.832,62			235.668,30		
2 .Yarı Mamuller . Üretim	0,00			0,00		
3 .Ticari Mallar	0,00			86.200,10		
4 .Verilen Sipariş Avansları	136.179,97			158.752,12		
G. GELECEK AY. AİT GİDER.VE GEL.T		0,00			8.051,87	
1 .Gelecek Aylara Ait Giderler	0,00			8.051,87		
H. DİĞER DÖNEN VARLIKLAR		55.031,55			69.266,36	
1 .Devreden Katma Değer Vergisi	46.205,91			60.440,73		
2 .İndirilecek Kdv	0,00			0,00		
3 .Diğer Kdv	8.825,64			8.825,64		
II. DURAN VARLIKLAR			225.519,00			307.884,06
D. MADDİ DURAN VARLIKLAR		225.519,00			307.884,06	
1 .Tesis Makine Ve Cihazlar	0,00			300.060,27		
2 .Taşıtlar	30.840,68			30.840,68		
3 .Demirbaşlar	218.353,97			31.662,70		
4 .Birikmiş Amortismanlar (-)	-23.675,65			-54.679,59		
A K T İ F (VARLIKLAR)	927.041,28	927.041,28	927.041,28	1.317.392,21	1.317.392,21	1.317.392,21

Ek 4. 2018 Yılı Bilançosu

Grup - Hesap Adı	Önceki dönem	Önceki dönem	Önceki dönem	Cari Dönem	Cari Dönem	Cari Dönem
I. DÖNEN VARLIKLAR			1.009.508,15			1.518.682,85
A. HAZIR DEĞERLER		242.423,36			923.589,65	
1 .Kasa	179.749,24			2.166,59		
2 .Alınan Çekler	0,00			915.722,56		
3 .Bankalar	25.847,55			5.405,40		
4 .Verilen Çek ve Ödeme Emri (-)	-21.000,00			0,00		
5 .Diğer Hazır Değerler	57.826,57			295,10		
C. TİCARİ ALACAKLAR		209.146,03			385.334,35	
1 .Alıcılar	209.146,03			385.334,35		
E. STOKLAR		480.620,52			183.763,99	
1 .İlk Madde Ve Malzeme	235.668,30			3.767,76		
2 .Ticari Mallar	86.200,10			47.885,08		
3 .Verilen Sipariş Avansları	158.752,12			132.111,15		
G. GELECEK AY. AİT GİDER.VE GEL.T		8.051,87			8.051,87	
1 .Gelecek Aylara Ait Giderler	8.051,87			8.051,87		
H. DİĞER DÖNEN VARLIKLAR		69.266,36			17.942,98	
1 .Devreden Katma Değer Vergisi	60.440,73			9.117,34		
2 .İndirilecek Kdv	0,00			0,00		
3 .Diğer Kdv	8.825,64			8.825,64		
II. DURAN VARLIKLAR			307.884,06			326.954,60
D. MADDİ DURAN VARLIKLAR		307.884,06			326.954,60	
1 .Tesis Makine Ve Cihazlar	300.060,27			357.368,60		
2 .Taşıtlar	30.840,68			30.840,68		
3 .Demirbaşlar	31.662,70			31.662,70		
4 .Birikmiş Amortismanlar (-)	-54.679,59			-92.917,38		
A K T İ F (VARLIKLAR)	1.317.392,21	1.317.392,21	1.317.392,21	1.845.637,45	1.845.637,45	1.845.637,45

Ek 5. 2019 Yılı Bilançosu

31.12.2019 TARİHLİ AYRINTILI BİLANÇO

KRK İşletmesi

Sayfa No : 1 / 2

AKTİF (VARLIKLAR)	ÖNCEKİ DÖNEM (2018)		CARI DÖNEM (2019)	
AÇIKLAMA				
<i>I - DÖNEM VARLIKLAR</i>				
<i>A - Hazır Değerler</i>		923,5		789,7
1 - Kasa	2.1 66,59	89,65	146,8	49,25
2 - Alınan Çekler	915.7 22,56		38,11	
3 - Bankalar	5.4 05,40		643,9	
4 - Verilen Çekler ve Ödeme Emirleri (-)			17,01	
5 - Diğer Hazır Değerler	2 95,10		4.7 96,03	
<i>C - Ticari Alacaklar</i>			6.0 97,00	
1 - Alıcılar	385.3 34,37		2 95,10	
<i>D - Diğer Alacaklar</i>				
1 - Ortaklardan Alacaklar			639,1	
			91,08	
			1.311,5	
			42,72	

E - Stoklar						155.9
1 - İlk Madde ve Malzeme	3.7 67,76				9.9 13,28	10,71
4 - Ticari Mallar	47.8 85,08					
7 - Verilen Sipariş Avansları	132.1 11,15				145,9 97,43	
G - Gelecek Ay. Ait Gid. ve Gelir Tahakk.						8.0 51,87
1 - Gelecek Aylara Ait Giderler	8.0 51,87					
H - Diğer Dönen Varlıklar						8.8 25,64
1 - Devreden KDV	9.1 17,34					
3 - Diğer KDV	8.8 25,64					
DÖNEN VARLIKLAR TOPLAMI				1.518.6		2.913.2 71,27
				82,86		
II - DURAN VARLIKLAR						
D - Maddî Duran Varlıklar						311.0
4 - Tesis, Makine ve Cihazlar	357.3 68,60				357,3 68,60	04,52
5 - Taşlılar	30.8 40,68					
6 - Demirbaşlar	31.6 62,70				30.8 40,68	
8 - Birikmiş Amortismanlar (-)	92.9 17,38				66.2 56,87 143,4 61,63	
E - Maddî Olmayan Duran Varlıklar						64.2 74,58

5 - Özel Maliyetler				64.274,58	
DURAN VARLIKLAR					375.279,10
TOPLAMI					
AKTİF (VARLIKLAR)					3.288.550,37
TOPLAMI					
III - NAZIM					
HESAPLAR					
NAZIM HESAPLAR					
TOPLAMI					
GENEL TOPLAM					3.288.550,37

Ek 6. 2017 Yılı Gelir Tablosu

Grup - Hesap Adı	Önceki dönem	Önceki dönem	Cari Dönem	Cari Dönem
A. BRÜT SATIŞLAR		0,00		4.141.460,96
1 .Yurt İçi Satışlar	0,00		4.119.658,23	
2 .Diğer Gelirler	0,00		21.802,73	
B. SATIŞ İNDİRİMLERİ (-)		0,00		-17.177,34
1 .Satıştan İadeler (-)	0,00		-17.177,34	
C. NET SATIŞLAR		0,00		4.124.283,62
D. SATIŞLARIN MALİYETİ (-)		0,00		-
1 .Satılan Mamüller Maliyeti (-)	0,00		-	3.805.910,88
2 .Satılan Tic.mallar Maliyeti(-)	0,00		-3.711.916,28	
BRÜT SATIŞ KARI VEYA ZARARI		0,00		318.372,74
E. FAALİYET GİDERLERİ		0,00		-223.736,43
1 .Pazarlama Sat.ve Dağ.gid. (-)	0,00		-1.168,04	
2 .Genel Yönetim Giderleri (-)	0,00		-222.568,39	
FAALİYET KARI VEYA ZARARI		0,00		94.636,31
H. FİNANSMAN GİDERLERİ (-)		0,00		-31.399,25
1 .Kısa Vadeli Borçlanma Gid. (-)	0,00		-31.399,25	
OLAĞAN KAR VEYA ZARAR		0,00		63.237,06
I. OLAĞANDIŞI GELİR VE KARLAR		0,00		61.454,71
1 .Diğ.olağandışı Gelir Ve Karlar	0,00		61.454,71	
J. OLAĞANDIŞI GİDER VE ZARARLAR (0,00		-28.721,52
1 .Diğer O.dışı Gid.ve Zarar.(-)	0,00		-28.721,52	
DÖNEM KARI VEYA ZARARI		0,00		95.970,25
DÖNEM NET KARI VEYA ZARARI		0,00		95.970,25

Ek. 7. 2018 Yılı Gelir Tablosu

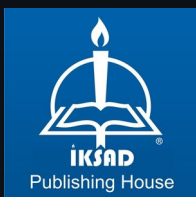
Grup - Hesap Adı	Önceki dönem	Önceki dönem	Cari Dönem	Cari Dönem
A. BRÜT SATIŞLAR		0,00		4.652.347,77
1 .Yurt İçi Satışlar	0,00		4.371.557,54	
2 .Diğer Gelirler	0,00		280.790,23	
C. NET SATIŞLAR		0,00		4.652.347,77
D. SATIŞLARIN MALİYETİ (-)		0,00		-
1 .Satılan Mamüller Maliyeti (-)	0,00		-	3.832.856,10
2 .Satılan Tic.mallar Maliyeti(-)	0,00		3.702.170,08	
2 .Genel Yönetim Giderleri (-)	0,00		-130.686,02	
BRÜT SATIŞ KARI VEYA ZARARI		0,00		819.491,67
E. FAALİYET GİDERLERİ		0,00		-456.434,75
1 .Pazarlama Sat.ve Dağ.gid. (-)	0,00		-694,45	
2 .Genel Yönetim Giderleri (-)	0,00		-455.740,30	
FAALİYET KARI VEYA ZARARI		0,00		363.056,92
H. FİNANSMAN GİDERLERİ (-)		0,00		-235.015,50
1 .Kısa Vadeli Borçlanma Gid. (-)	0,00		-235.015,50	
OLAĞAN KAR VEYA ZARAR		0,00		128.041,42
I. OLAĞANDIŞI GELİR VE KARLAR		0,00		111.098,15
1 .Diğ.olağandışı Gelir Ve Karlar	0,00		111.098,15	
J. OLAĞANDIŞI GİDER VE ZARARLAR (0,00		-3.789,33
1 .Diğer O.dışı Gid.ve Zarar.(-)	0,00		-3.789,33	
DÖNEM KARI VEYA ZARARI		0,00		235.350,24
DÖNEM NET KARI VEYA ZARARI		0,00		235.350,24

Ek.8. 2019 Yılı Gelir Tablosu**(01.01.2019 - 31.12.2019 DÖNEMİ) AYRINTILI GELİR TABLOSU****KRKK İşletmesi**

Sayfa No : 1 / 1

	ÖNCEKİ DÖNEM (2018)	CARİ DÖNEM (2019)
AÇIKLAMA		
A - BRÜT SATIŞLAR		
1 - Yurtiçi Satışlar	4.371.5	5.280.9
	57,54	60,69
3 - Diğer Gelirler	280.7	13.4 26,86
	90,23	
	4.652.3	5.294.3
	47,77	87,55
C - NET SATIŞLAR	4.652.3	5.294.3
	47,77	87,55
D - SATIŞLARIN MALİYETİ (-)	3.832.8	3.504.9
1 - Satılan Mamuller	3.702.1	3.457.0
Maliyeti (-)	70,08	20,91
2 - Satılan Ticari Mallar	130.6	47.8 85,08
Maliyeti (-)	86,02	
BRÜT SATIŞ KARI VEYA ZARARI		
E - FAALİYET GİDERLERİ (-)	456.4	1.789.4
	34,75	81,56
2 - Pazarlama, Satış ve Dağıtım Giderleri (-)	6 94,45	3 00,93

3 - Genel Yönetim Giderleri (-)	455.7 40,30			282.8 43,81			
FAALİYET KARI VEYA ZARARI							1.506.3 36,82
H - FİNANSMAN GİDERLERİ (-)		235.0 15,50				385.4 28,73	
1 - Kısa Vadeli Borçlanma Giderleri (-)	235.0 15,50			385.4 28,73			
OLAĞAN KAR VEYA ZARAR							1.120.9 08,09
I - OLAĞANDIŞI GELİR VE KARLAR		111.0 98,15				48.3 11,90	
2 - Diğer Olağandışı Gelir ve Karlar	111.0 98,15			48.3 11,90			
J - OLAĞANDIŞI GİDER VE ZARARLAR (-)		3.7 89,33					
3 - Diğer Olağandışı Gider ve Zararlar (-)	3.7 89,33			476.3 64,56		476.3 64,56	
DÖNEM KARI VEYA ZARARI							692.8 55,43
K - DÖN. KARI VERGİ VE Dİ.YA.YÜ.KAR.(-)						155.7 43,06	
1 - Dön.Karı vergi ve Diğ. Yasal Yük. Karş.				155.7 43,06			
DÖNEM NET KARI VEYA ZARARI		235.3 50,24					537.1 12,37



ISBN: 978-625-367-772-5