



T. C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÖNEYLEM BİLİM DALI**

**DÜNYA SINIFINDA İMALAT KAVRAMI VE
BİR LOJİSTİK UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Evren GEÇGİL

BURSA- 2018



T. C.

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
YÖNEYLEM BİLİM DALI**

**DÜNYA SINIFINDA İMALAT KAVRAMI VE
BİR LOJİSTİK UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Evren GEÇGİL

DANIŞMAN:

Prof. Dr. H. Kemal SEZEN

BURSA - 2018

T. C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ekonometri Anabilim Dalı, Yöneylem Bilim Dalı'nda 701117004 numaralı Evren Geçgil'in hazırladığı "Dünya Sınıfında İmalat Kavramı ve Bir Lojistik Uygulaması" konulu yüksek lisans ile ilgili tez savunma sınavı, 16.01.2019 günü 11:00 - 13:00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin / çalışmasının başarılı (başarılı / başarısız) olduğuna oybirliği (oybirliği / oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)
Prof. Dr. H. Kemal SEZEN
Uludağ Üniversitesi

Üye
Akademik Unvanı, Adı Soyadı
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi V. Sinem ARIKAN KARCI

Üye
Akademik Unvanı, Adı Soyadı
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut ATLAS
Atlas

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

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 25.12.2018

Tez Başlığı / Konusu: Dünya Sınıfında İmalat Kavramı ve Bir Lojistik Uygulaması

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan...119... sayfalık kısmına ilişkin, 25.12.2018 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %13... 'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1) Kaynakça hariç
- 2) Alıntılar hariç / dahil
- 3) 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

25.12.2018



Adı Soyadı : Evren Geçgil
Öğrenci No: 701117004
Anabilim Dalı: Ekonometri
Programı: Yöneylem
Statüsü: Y. Lisans Doktora


Danışman
Prof. Dr. H. Kemal SEZEN

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Dünya Sınıfında İmalat Kavramı ve Bir Lojistik Uygulaması” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntıların kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

18.01.2019
EVREN GEÇGİL

Adı Soyadı : Evren Geçgil
Öğrenci No: 701117004
Anabilim Dalı: Ekonometri
Programı: Yöneylem
Statüsü: Y. Lisans Doktora

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Evren GEÇGİL
Üniversite: Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı : Ekonometri
Bilim Dalı : Yöneylem
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı: xviii + 119
Mezuniyet Tarihi : / / 20.....
Tez Danışmanı : Prof. Dr. H. Kemal SEZEN

DÜNYA SINIFINDA İMALAT KAVRAMI VE BİR LOJİSTİK UYGULAMASI

1900'lü yılların başlarında otomobilin ilk seri üretimleri Amerika ve Avrupa kıtasında başlamasına rağmen, 1970'li yıllarla beraber Japon otomobil endüstrisi, yalın yönetimle rekabet üstünlüğünü ele geçirmiştir. Dünya sınıfında imalat kavramı 1995'li yıllarda yalın yönetimin bir devamı olarak Japonya'da ortaya atılmış ve tüm dünyada birçok üretim şirketi tarafından benimsenerek; bu şirketlere rekabet avantajları sağlamıştır.

Bu doğrultuda yazında ilk olarak Yalın Yönetim felsefesi değer ve kayıp kavramlarıyla beraber ortaya koyularak, dünya sınıfında imalat kavramına giriş yapılmaya çalışılmıştır. Dünya sınıfında imalat bölümünde, WCM' in yapısı ortaya koyularak, görevli olan birimler ve kullanılan teknikler açıklanmaya çalışılmıştır.

Avrupa ve Amerika kıtasında 2008' li yıllarda hissedilen ekonomik krizler aşlında Asya kıtasına kaymış olan üretim üstünlüğünün ilk somut göstergeleridir. Bu eksen kaymasını geri kazanmak için, son dönemde endüstri 4.0 adında Almanya merkezli bir kavram dile getirilmiştir. Dolayısıyla dünya sınıfında imalat kavramına endüstri 4.0 başlığı eklenerek çalışmaya vizyon kazandırılmaya çalışılmıştır.

Uzmanlaşmaya dayalı gelişen seri üretimler, küreselleşen dünyayı bir pazar haline dönüştürmüş, buna paralel olarak kıtalar arası taşıma faaliyetleri ile lojistik kavramı daha önemli hale gelmiştir. Bu doğrultuda yazında, tedarik zinciri ve lojistik kavramının ne olduğu ve çerçevesi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Yazının uygulama bölümü, üretim yapan bir fabrikada, dünya sınıfında imalat birimlerden biri olan lojistik uygulamalarıyla somutlaştırılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Yalın Yönetim, Dünya Sınıfında İmalat, Endüstri 4.0, Tedarik Zinciri, Lojistik

ABSTRACT

Name and Surname : Evren GEÇGİL
University : Bursa Uludağ University
Institution : Social Science Institution
Field : Econometrics
Branch : Optimization Research
Degree Awarded : Master
Page Number : xviii + 119
Degree Date : / / 20.....
Supervisor (s) : Prof. Dr. H. Kemal SEZEN

WORLD CLASS MANUFACTURING AND A LOGISTICS IMPLIMENTATION

Although the early steps of automobile manufacturing started by 1900 at America and Europe, after 1970 Japan manufactures has taken the leadership with lean management.

World class manufacturing, which is a new version of lean management was first practised by Japans after 1995 and started to be used by different manufacturing plants all over the world.

In this view, in first section, lean management philosophy, waste and value definitions are given as a base of world class manufacturing. Later on concept of world class manufacturing, its structure, pillars, technics are tried to be figured out in the second section.

The economic crisis at America and Europe by 2008 was a brief indicator of losing leadership of manufacturing to Asia. Industry 4.0 is shown as a recovery plan by Germany, to regain the manufacturing leadership to Europe. Hence, in third section, Industry 4.0, its concepts, what it is, is tried to be explained to have a vision of what manufacturing will be like in the future.

Specialism and mass production has turned futher countries into markets. Logistics and its concept has became more and more important as a result of global deliveries of the goods. In the final section, logistics activities as a pillar of world class manufacturing will be practised in a manufacturing plant.

Keywords:

Lean Management, World Class Manufacturing, Industry 4.0, Supply Chain, Logistic

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda, tecrübesiyle ve değerli bilgi birikimiyle bana yol gösteren, büyük bir özveriyle bana destek olan, değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kemal SEZEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmam esnasında manevi desteklerini esirgemeyen annem Hatun Geçgil, babam Haydar Geçgil ve eşim Özlem Geçgil'e minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Evren GEÇGİL

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
TABLolar	xii
ŞEKİLLER	xvii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM YALIN YÖNETİM

1.1. Yalın Yönetimin Tarihsel Gelişimi.....	2
1.2. Yalın Yönetimle Gelen Rekabet Üstünlüğü.....	6
1.3. Yalın Yönetim Felsefesi.....	9
1.4. Yalın Yönetimin Temel Bileşenleri.....	11
1.4.1. Sürekli İyileştirme	11
1.4.2. Saygı.....	11
1.5. Değer ve Kayıp Kavramı.....	13
1.5.1. Değer Kavramı.....	13
1.5.2. Kayıp Kavramı.....	13
1.5.2.1. Aşırı Üretim.....	13
1.5.2.2. Envanter.....	13
1.5.2.3. Kusurların Düzeltilmesi.....	13
1.5.2.4. Bekleme.....	14
1.5.2.5. Gereksiz Taşıma.....	14
1.5.2.6. Hareket.....	14
1.5.2.7. Aşırı İşlem.....	14
1.5.2.8. Beyin İsrafı.....	14
1.6. Yalın Yönetimin Sınırları	15

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA SINIFINDA İMALAT

2.1	Dünya Sınıfında İmalat Kavramı.....	16
2.2	Dünya Sınıfında İmalat Tanımı ve Yapısı.....	17
2.3.	Dünya Sınıfında İmalattaki Birimler.....	21
2.3.1.	Odaklanmış İyileştirme	21
2.3.2.	İsraf ve Kayıp Analizi	21
2.3.3.	Otonom Bakım.....	23
2.3.4.	Profesyonel Bakım.....	23
2.3.5.	Kalite.....	24
2.3.6.	Lojistik.....	24
2.3.7.	Erken Ürün ve Ekipman Yönetimi.....	25
2.3.8.	Çevre.....	25
2.3.9.	İş Güvenliği.....	25
2.3.10.	İnsan Gelişimi.....	26
2.4.	Dünya Sınıfında Üretimde Kullanılan Araçlar.....	28
2.4.1.	4M, Balık Kılıcı Metodu.....	28
2.4.2.	5S Metodu.....	28
2.4.3.	5N + 1K Analizi.....	28
2.4.4.	5 Neden Analizi.....	28
2.4.5.	AM, WO, PM, SAF Hata Kartları.....	29
2.4.6.	Heinrich Pramidi.....	29
2.4.7.	Ekipmanların ABC önceliklendirilmesi.....	29
2.4.8.	FMEA- Hata türleri ve Etkileri Analizi.....	29
2.4.9.	Kanban	29
2.4.10.	Kaizen.....	29
2.4.11.	MURI Analizi.....	29
2.4.12.	MURA Analizi.....	30
2.4.13.	MUDA Analizi.....	30
2.4.14.	Spaghetti Diyagramı.....	30
2.4.15.	Altın Alan Analizi	30
2.4.16.	Tek Nokta Dersi	30

2.4.17. Standart Yapış Talimatı	30
2.4.18. Poka Yoke.....	30
2.4.19. İnsanlara Birşey Öğretme Yöntemi	30
2.4.20. HERCA.....	31
2.4.21. Deney Tasarımı	31
2.4.22. Süreç nokta analizi	31
2.4.23. Kalite Matrisleri	31
2.4.24. Kalite Yönetim Matrisi.....	31
2.4.25. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED).....	31
2.4.26. Hareket Ergonomisi Metodu	31
2.4.27. Değer Akış Haritalama	32
2.4.28. Malzeme Matrisleri.....	32
2.4.29. X Matris.....	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0

3.1. Endüstri 4.0'ın Tarihsel Gelişimi	33
3.2 Endüstri 4.0'ın Ortaya Çıkışı.....	34
3.3. Endüstri 4.0'ın Bileşenleri.....	37
3.3.1 Nesnelerin İnterneti (IOT).....	37
3.3.2 Sanal Gerçeklik	38
3.3.3 Büyük Veri Analizi.....	39
3.3.4. Eklemeli Üretim.....	40
3.3.5. Robotlar.....	40
3.3.6. Bulut.....	41
3.3.7 Siber Güvenlik	42
3.3.8. Simülasyon.....	42
3.3.9. Yatay ve Dikey Entegrasyon.....	43
3.4. Endüstri 4.0'ın Lojistik Süreçlerine Etkileri.....	44

4. BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ ve LOJİSTİK

4.1. Tedarik Zinciri Kavramı.....	46
4.2. Tedarik Zinciri Süreçleri.....	48
4.3. Tedarik Zincirinde Bilinmesi Gereken Kavramlar.....	49
4.3.1. Sipariş Akış Süresi.....	49
4.3.2. Sipariştten Tahsilata Süresi	50
4.3.3. Üretim Akış Süresi	50
4.3.4. İş Etüdü.....	50
4.3.5. Ürün Ağaçları.....	50
4.4. Lojistik Sistemi ve Bileşenleri	51
4.4.1 Üretim Planlama ve Kavramları.....	51
4.4.1.2 MRP.....	52
4.4.1.3. MRP II ve ERP.....	53
4.4.1.4. İtme-Çekme Sistemleri.....	54
4.4.1.5. Kanban.....	55
4.4.2. Malzeme Tedariği ve Yönetimi.....	56
4.4.2.1. ABC Analizi.....	56
4.4.2.2. Stok Yönetimi.....	57
4.4.3. Gümrükleme.....	59
4.4.4. Nakliye.....	61
4.4.4.1. Paketleme.....	61
4.4.4.2 Taşımacılık.....	61
4.4.4.2.1. Karayolu taşımacılığı.....	61
4.4.4.2.1.1. Milkrun Sistemi.....	62

4.4.4.2.2. Demiryolu taşımacılığı.....	62
4.4.4.2.3. Denizyolu taşımacılığı.....	63
4.4.4.2.4. Havayolu Taşımacılığı.....	63
4.4.5. İç Lojistik.....	64
4.4.6. Depolama.....	65
4.4.6.1. FIFO.....	65
4.5. Lojistik Bilgi İşlem Teknolojileri.....	66
4.5.1. EDI.....	66
4.5.2. Barkod Sistemi.....	67
4.5.3. RFID.....	67
4.6. Yeşil Lojistik.....	68

5. BÖLÜM

LOJİSTİK UYGULAMASI

5.1. Aşama 0 , Model Alan Seçimi.....	71
5.1.2. Hattın Mevcut Durum Analizi.....	72
5.1.3. Üretim hattındaki operatörlerin yürüme analizleri.....	73
5.2. Aşama 1 , Hat Yanındaki Çalışmalar.....	74
5.2.1. 5 S Faaliyetleri	76
5.2.2. Malzeme Sınıflandırmalarının Yapılması.....	76
5.2.3. Paketlemelerin İyileştirilmesi.....	77
5.2.4. Sabit Yer.....	79
5.2.5. Standart Gösterim.....	80
5.2.6. Fabikanın Parsellere Ayrılması.....	81
5.2.6.1. Raf Uzunluklarının Gruplanması.....	81

5.2.6.2. Montaj hattındaki Ekipmanların Alan İhtiyacı.....	82
5.3. Aşama 2, Fabrika içerisindeki Lojistik.....	87
5.3.1. Giriş Ambarından Gelen Malzemelerin Yönetim Değişikliği.....	87
5.3.1.1. Ambarda Toplama alanının yapılması.....	87
5.3.1.2. Tren rotalarının sığa kontrolleri.....	91
5.4. Aşama 3, Fabrika Dışı Lojistik.....	93
5.5. Aşama 4, Planlama Süreçleri.....	97
5.5.1. İyileştirme Çalışmaları	98
5.5.2. Montaj hattına kanban çekme sisteminin uygulanması.....	102
5.5.3. Üretim Planındaki Ani Sapmaların Analiz Edilmesi.....	104
5.6. Aşama 5, İç ve Dış Lojistiğin Yeniden Değerlendirilmesi	110
5.6.1. Dış lojistiğin yeniden değerlendirilmesi.....	110
5.6.2. İç lojistiğin yeniden değerlendirilmesi.....	110
5.7. Aşama 6, Satış ve Satınalmanın Uyumlaştırılması.....	111
5.7. Aşama 7, Sıralı Üretim.....	111
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	112
KAYNAKÇA.....	115

KISALTMALAR

a.g.e.	Adı Geçen Eser
a.g.k	Adı Geçen Kitap
a.g.m.	Adı Geçen Makale
a.g.tz.	Adı Geçen Tez
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AM	Otonom Bakım
APICS	Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Derneği
BI	Yapay Zeka
C.	Cilt
CD	İsraf ve Kayıp Analizi
çev.	Çeviren
ed.	Editör
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması
FI	Odaklanmış İyileştirme
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar
GPS	Cografik Konumlandırma
IOT	Nesnelerin İnterneti
IP	İnternet Protokolü
Iss.	Issue
JIS	Tam Sırasında
JIT	Tam Zamanında
LCS	Lojistik
M2M	Makinelerin Haberleşmesi
Max	Maximum
max SL	Hattaki maximum stok
Min	minimum
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
NIST	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
no.	Numara
OEE	Ekipman Kullanım Oranı
OUT	Üst Sipariş Noktası
OWL	Almanyadaki Endüstri 4.0 Şirketleri
p.	Page
PD	İnsan Gelişimi
PM	Uzman Bakım
pp.	Page to page
QC	Kalite
RFID	Radyo Frekanslı Tanımlama

S.	Sayı
s.	Sayfa
SAF	İş Güvenliği
SAP	Almanya'da ki yazılım şirketi
SCM	Tedarik Zinciri Yönetimi
ss.	Sayfadan sayfaya
TIE	Toplam Endüstri Mühendisliği
Tlu	Yükleme, boşlatma süresi
Top	Toplam
TPM	Toplam Üretken Bakım
Tpr	Vagon hazırlık süresi
tps	Toyota üretim sistemi
TQC	Toplam Kalite Kontrol
TQM	Toplam Kalite Yönetimi
Tr	Nakliye süresi
vb.	Ve benzeri
Vol.	Volume
Wcm	Dünya sınıfında imalat
WO	Üretim Yeri Organizasyonu
3D	Üç Boyut
3-PL	Üçüncü Parti Lojistik

TABLolar

Tablo:1 Yıllar İtibariyle Dünya Motorlu Araç Üretimi (1000 adet).....	7
Tablo 2 : Ortalama bir Montaj Tesisinin Özellikleri , 1989.....	8
Tablo 3: Japon Yönetim Tarzı ile Amerikan Yönetim Tarzlarının Karşılaştırılması...10	
Tablo 4: WCM de görevli olan Teknik Birimlerin Ana Faaliyetleri.....	27
Tablo 5: Endüstri 4.0 ın Ambarlama ve Nakliye Süreçlerine Olan Etkileri.....	45
Tablo 6: Tedarik Zinciri Yönetiminin Temel Safhaları.....	48
Tablo 7: Çekme ve İtme Üretim Felsefesinin Karşılaştırılması.....	55
Tablo 8: Uluslararası Ticarete Kullanılan Teslim Şekilleri.....	60
Tablo 9: Taşıma Türlerinin Karşılaştırılması.....	64
Tablo 10: Malzeme Sınıfları ve Hat Yanı Stok Hedefleri.....	76
Tablo 11: Aşama 1'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu.....	86
Tablo 12: Giriş ambarından montaj hatlarını besleyecek tren sayıları.....	89
Tablo 13: Aşama 2'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu.....	92
Tablo 14: Tedarikçi analizleri.....	93
Tablo 15: Aşama 3'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu.....	95
Tablo 16 : MRP' ye girilecek siparişler.....	102
Tablo 17 : Aşama 4 'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu....	109

ŞEKİLLER

Şekil 1: Üretim Sistemlerinin Gelişiminde Önem Taşıyan Birey Ve Kurumlar	3
Şekil 2 : Sakichi Toyoda'nın Geliştirdiği ve Patentini Aldığı Tekstil Makinası.....	4
Şekil 3: Henry Ford'un Ürettiği İlk Seri Araç, 1909 Model , Model T...5.....	5
Şekil 4: Toyota Yönetim İlkeleri.....	12
Şekil 5: Yalın üretimin çerçevesi.....	15
Şekil 6: Schonberger in Geliştirdiği WCM Modeli.....	16
Şekil 7: WCM'i Oluşturan Kavramlar.....	17
Şekil 8: WCM in Yapısı.....	19
Şekil 9 : WCM deki Birimlerin Aşamaları ve Yapısı.....	20
Şekil 10: İsrاف ve Kayıp Analizi (CD) nin Diğer Birimlere Girdi Sağlaması.....	22
Şekil 11: Sanayi Devrimleri.....	33
Şekil 12: Endüstri 4.0 deki Almanya nın ve Avrupa nın Karşılaştırılması.....	35
Şekil 13: Sanal Gerçeklik Örneği.....	39
Şekil 14 : Tedarik ve Talep Zinciri.....	47
Şekil 15 : Tedarik ve Talep Zinciri.....	47
Şekil 16: Lojistik Süreçleri.....	48
Şekil 17: Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli.....	58
Şekil 18: Yeniden Sipariş Geçme Noktası.....	58
Şekil 19: Lojistikteki yedi aşama.....	70
Şekil 20: Hatların Kayıpları.....	71

Şekil 21: Hattın yanına karışık şekilde bırakılan malzemeler.....	72
Şekil 22: Üretim operatörlerinin parçaları alma ergonomisi.....	72
Şekil 23: Üretim Operatörlerinin Yürüme Analizi.....	73
Şekil 24 : Örnek bir 5S Çalışması.....	74
Şekil 25 : Hattaki Kirlilik Haritası.....	75
Şekil 26 : Yatay ve Düşey Altın Bölgeler.....	78
Şekil 27: Paketleme İyileştirmeleri.....	78
Şekil 28 : Montaj Hattındaki Malzemeler.....	79
Şekil 29: Malzeme Rafları Yapılmış Montaj Hattı.....	79
Şekil 30: Hattaki Yatay Altın Bölge Durumu.....	80
Şekil 31: Hattaki Düşey Altın Bölge Durumu.....	80
Şekil 32: Montaj Hattındaki Raflar ve Raf Etiketi.....	80
Şekil 33: Raf Uzunluklarının Histogramı.....	81
Şekil 34: U şeklindeki bir montaj hattının üstten görünümü.....	82
Şekil 35: Fabrikanın Parsellenmesi.....	85
Şekil 36: Hattın yanındaki giriş ambarı malzemesi.....	87
Şekil 37: Giriş Ambarına yapılan malzeme toplama alanı.....	87
Şekil 38: Kutunun malzeme toplama alanındaki yeri.....	88
Şekil 39 : Hattaki operasyon numaraları	88
Şekil 40 : Trenin Hacimsel Taşıma Sığasını Test Ederken Yapılan 7 Çevrimli Analiz..	90
Şekil 41: Planlama süreçleri için, mevcut durum 1. seviye değer akış haritası.....	97

Şekil 42: Operasyon bazında kayıplar, değer katan işlemler ve atıl bekllemeler.....	99
Şekil 43: Hattaki kayıpların detay gösterimi.....	99
Şekil 44: Fikstür İyileştirmesi.....	100
Şekil 45: Sıkıcı İyileştirmesi.....	100
Şekil 46: Pedallı vakum iyileştirmesi.....	100
Şekil 47: Yapılan iyileştirmeler sonrasında hattın operasyon analizleri.....	101
Şekil 48: Bitmiş ürün ambarı ile Montaj arasındaki Kanban sistemi.....	103
Şekil 49: Sevkiyat ambarında kullanılan gruplama tablosu.....	103
Şekil 50: Üretim Çizelgelemeye uyum oranlarının göstergeleri (Planlanan Sıraya Uyum, Planlanan Zamana Uyum).....	105
Şekil 51: 5 Kök Neden analizi ile hat duruşlarının incelendiği excel tablosundan bir görüntü.....	107
Şekil 52: Üretim sırasının bozulmasının üretim bölgelerine göre sınıflandırılması.....	108
Şekil 53: Üretim sırasının bozulmalarının ilgili WCM birimine göre sınıflandırılması.	108

GİRİŞ

Günümüzde uzmanlaşmanın zorunlu bir koşulu olarak; firmalar belli bir ürüne odaklanmakta ve üretim süreçlerini bu doğrultuda şekillendirmektedirler. Gelir seviyesi, demografik yapı gibi etmenlerin göz önünde bulundurulmasıyla yapılan pazar bölümlendirme ve ürün segment yapısıyla; firmalar üretilecek ürüne ait önceden tahmin edilen bir öngörü sipariş seviyesiyle süreçlerine başlamaktadırlar.

Ürün geliştirme süreçleri kalite fonksiyon yayılımı ve kalite evi gibi metotlarla somutlaştırılırken; diğer taraftan endüstrileşme süreci ile ürünün piyasadaki talep seviyesini karşılayacak üretim hızının, birim ürünün üretilmesi için gerekli olan işlem süresinin mikro hareket etütleri gibi zaman etütleriyle analiz edilmesiyle başka bir kanaldan paralel olarak devam etmektedir. Piyasadaki talebi karşılayacak şekilde işlemler en verimli olacak işlem kısımlarına göre; banko adı verilen alt üretim birimlerine dağıtılmakta ve endüstrileşme süreçleri bu banko ekipmanların tasarımı ve devreye alınmasıyla devam etmektedir.

Bu çalışma yapılırken, piyasada yüksek talebe sahip olduğu bilinen aynı tipteki birden çok ürünün; bağımsız hücre birimlerinde üretildiği bir fabrika ortamındaki çalışmalara odaklanılacaktır.

Teorik kısımda Dünya Sınıfında İmalat kavramı (WCM) özündeki Yalın Üretim kavramıyla birlikte ortaya koyulmaya çalışılacak ardından günümüzde hızlıca yayılmış olan Endüstri 4.0 kavramına giriş yapıp, Tedarik Zinciri ve Lojistik kavramı incelenecektir.

Uygulama kısmında ise hücre tipi üretimlerinin olduğu bir fabrikaya dünya sınıfında imalat kavramının lojistik uygulamaları yansıtılmaya çalışılacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YALIN YÖNETİM

Bu bölümde yalın yönetimin tarihçesine değinilecek ardından yalın yönetimin sağladığı faydalar ortaya koyularak, yalın yönetimi ortaya çıkaran felsefe anlaşılmasına çalışılacaktır. Ardından yalın kavramının detayına girilecektir.

1.1. YALIN YÖNETİMİN TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsanoğlunun bütün çabası üretim üzerine kurulmuştur. Üretim olmadan gereksinimleri karşılayacak mal ve hizmet üretimi söz konusu değildir. Toplumlar ekonomik, sosyal, kültürel, politik, teknolojik gelişme gösterdikçe üretim olayı daha düzenli ve organize duruma gelir.¹

İnsanlık tarihinde on sekizinci yüzyıl, tarihteki en büyük teknolojik ilerleme sayılabilecek endüstri devrimine sahne olmuştur. Endüstri devrimi makine üretimiyle başlamıştır. Eskiden elle yapılmakta olan işler artık makinelerde yapılyordu. Ancak yeni makineler enerjiye ihtiyaç duyuyordu. Gelişmiş malzemelere ve imalat tekniklerine kolaylıkla ulaşılabilirdiği için de buhar enerjisi kullanışlı bir hale gelmiştir.²

18.yy'ın ikinci yarısından itibaren , buharlı makinanın keşfi ve birçok buluşun belirmesiyle, tezgah ve atölye tipi el üretimi yerine, icatlarla daha da gelişmiş makinaların kullanılmaya başlandığı fabrika üretimlerine geçiş yapılmıştır. Buhar gücü ile çalışan yük gemileriyle ürünler sınırlar ötesine taşınabilmiş ve demiryolu ulaşımının gelişmesiyle ulaşım ve etkileşim giderek daha da kolaylaşmıştır.³

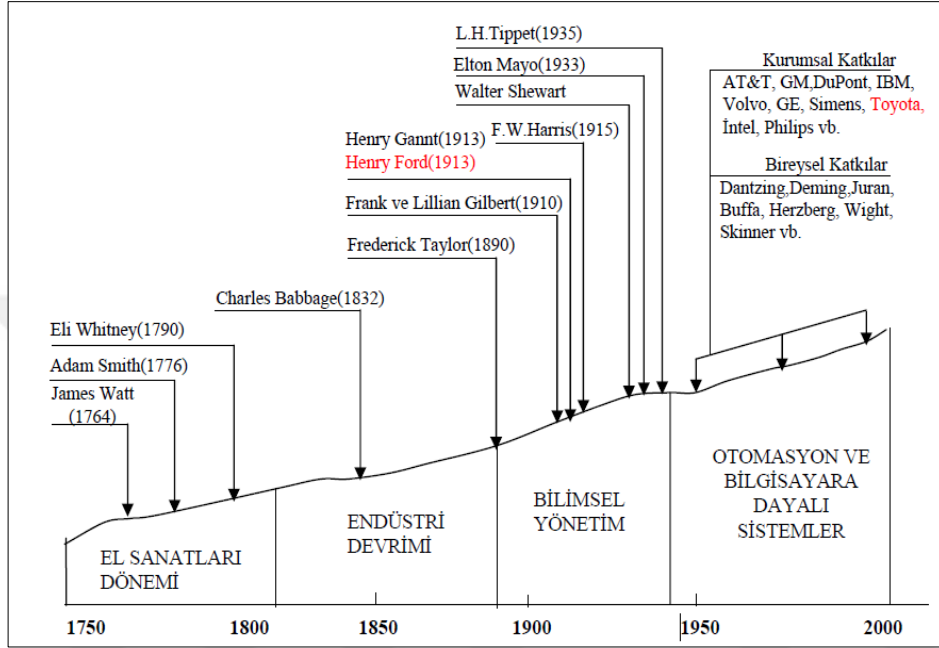
¹ Erol Manisalı, *İktidata Giriş*, İstanbul:DER Yayınları, 2006, s. 29.

² James L. Adams, *Bir Mühendisin Dünyası*, cev. Cem Soydemir, 7.b,Tübitak Popüler Bilim, 1999, s. 21.

³ Gökçe Entemiz, *Rekabet Ortamında Otomotiv Sanayinin Yer Seçimi Yönlendiriciler ve Mekansal Etkileri*, “İstanbul Metropolitan Alan ve Yakın Çevresi” Örneği, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, 2009, s 6.

Teknoloji, endüstri devrimi süresince Avrupa'nın ekonomik sağlığı açısından vazgeçilmez bir hale gelmiştir. İnsanların şehirlere akın etmesiyle birlikte uzmanlaşma da ön plana çıkmıştır.⁴

Tarihsel süreç içerisinde üretim sistemlerinin gelişmesine çok önemli katkılar sunan kişi ve kurumlar Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Üretim Sistemlerinin Gelişiminde Önem Taşıyan Birey Ve Kurumlar

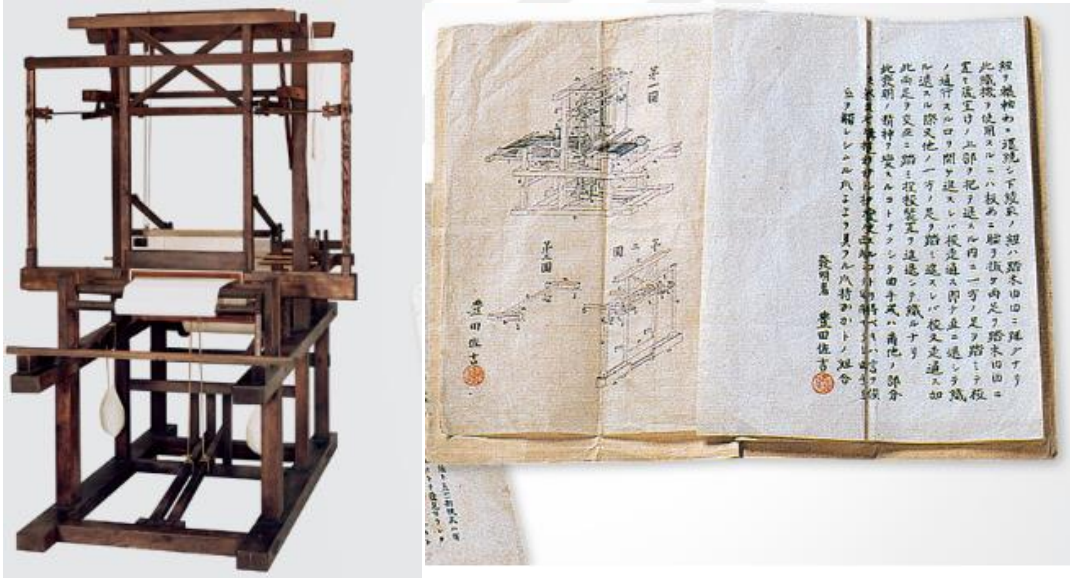
Kaynak: Joseph G. Monks, *İşlemler Yönetimi, Teori ve Problemler*, cev. Sevinç Üreten, İstanbul: Nobel Yayınları, 2001, s.1.

James Watt'ın buhar makinası icadı ihtiyaç duyulan gücü sağlamış; Adam Smith *Ulusların Zenginliği* isimli eserinde iş bölümünün gerekliliğini ortaya atmış; Eli Whitney "birbiriyle değiştirilebilir parçalar" fikrini belirtmiş, Charles Babbage ise işi ekonomik boyutta analiz ederek, yeteneğe göre ücretlendirmeyi savunmuştur. Frederick Taylor; zaman etüdü ve iş standartlarını, Frank ve Lillian Gilbert; insanla ilgili faktörleri ve hareket ekonomisini, Henry Gantt; çizelgeleme sistemlerinin kullanılması, Henry Ford; montaj hatlarındaki seri üretim uygulamalarını, F.W.Harris; ekonomik sipariş miktarı modelini, Walter Shewart; istatistiksel kalite kontrolünü, Elton Mayo;

⁴ Adams, a.g.e, s.22.

davranışla ilgili faktörleri ve L.H.C.Tippet; iş örnekleme konularını üretim sistemlerine kazandırmışlardır. ⁵

Toyota Üretim Sistemi'nin kökenleri ise, yirminci yüzyılın başlangıcına dayanmaktadır. Sistemin babaları Sakichi Toyoda, oğulları: Kiichiro Toyoda ve Eiji Toyoda'nın yanı sıra bir imalat mühendisi olan Taiichi Ohno idi. Daha sonra tekstil endüstrisinde çalışan Sakichi Toyoda, iplik koptuğunda durması gereken özel bir mekanizma ile motorlu bir tezgah icat etmiştir. Bu mekanizma, daha sonra Toyota Üretim Sistemi'nin dayandığı iki ana sütundan biri olan Jidoka sisteminin (insan üretimi ile otomasyon) bir temeli olmuştur. Bu sistem sayesinde bir arıza tespit sensörünün uygulanması ile, insan kaynaklı kusurlardan kaynaklanan hatalar azaltılmış ve üretimde artış yaşanmıştır. ⁶



Şekil 2 : Sakichi Toyoda'nın Geliştirdiği ve Patentini Aldığı Tekstil Makinası

Kaynak: The Story of Sakichi Toyoda, Toyota Industries Corporation
https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda_sakichi/index.html (8.10.2017)

⁵ Hakan Aydın, *Yalın Üretim sistemi, değer akış haritalama yöntemi ve yalın üretim sisteminin çalışanlara etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme AnaBilim Dalı Uluslararası Kalite Yönetimi Bilim Dalı, 2009, S.4

⁶ Lukasz Dekier, "The Origins and Evolution of Lean Management System", *Journal of International Studies*, Vol. 5, No 1, 2012, p.47.

1903 yılında, Sakichi, makine mekanizmasını durdurmadan, otomatik olarak mekik ipliğini yenileyen ilk otomatik mekik değiştirme mekanizmasını icat etmiştir. Bu mekanizma ile donatılan, dünyanın ilk mekik değiştirme otomatik tezgahı olan Tip T'yi üretmiştir. Kanegafuchi Boseki A.Ş. bu mekik değiştiren mekanizmayı geniş tezgahlarına eklemiş ve performans testlerini gerçekleştirmiştir.⁷

Aynı yıllarda Amerika'da, 1903 yılında Ford Motor şirketi kurulduğunda, Henry Ford üretilecek araba türü konusunda diğer ana hissedarlarla aynı fikirde değildi. Ford, küçük bir kâr marjı ile ucuz bir otomobili çok sayıda üretmek istiyordu. Zira fiyatın azaltılmasıyla otomobil pazarının daha da genişleyebileceğine inanıyordu. Hissedarlar ise az sayıda ama lüks bir otomobil üreterek daha çok kâr elde edebileceklerine inanıyordu. İlk yıl, şirket iki türden de araba üretmiştir. 1908'de Ford Motor şirketi ucuz bir kitle pazarı ürünü olan, Model T Ford'un üretimine başlamıştır. 1909 ilkbaharında, Model T, basit ve dayanıklı tasarımıyla satışta pazar lideri olmuştur. Popülerliği ve ticari başarısı nedeniyle şirket diğer modelleri terk etmiş ve Ford'un Model T üretimine yoğunlaşmıştır.⁸



Şekil 3: Henry Ford'un Ürettiği İlk Seri Araç, 1909 Model , Model T

Kaynak: <https://www.britannica.com/technology/Model-T>, (8.10.2017)

1910 yılında, Sakichi Toyoda Amerika'yı ilk kez ziyaret etmiş ve yeni otomotiv döneminin farkına varmıştır. 1913 yılında 'Model T' otomobilinin seri

⁷ Toyota Industries Corporation, The Story of Sakichi Toyoda, https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda_sakichi/index.html, (8.10.2017)

⁸ Stephen Meyer, *Mass Production an Human Efficiency: Toe Ford Motor Company, 1908-1921*, Ph.D Thesis, Rutgers University The State University of New Jersey, 1977, p.25.

üretimini tanıtan Ford üretim sisteminden oldukça etkilenmiştir. Yine de, Toyoda ailesinin planlarını somutlaştırmak için 20 yıla ihtiyacı vardı. 1929'da Kiichiro Toyoda, otomotiv endüstrisindeki şirketleri incelemek amacıyla ABD'ye gelmiştir. Kiichiro ABD'de tanık olduğu uygulamaları, 1937 yılında kurduğu Toyota Motor Company üretimlerinde uygulamaya başlamaya karar vermiştir.

Ancak o dönemde Japonya'daki talepler daha az olduğu için, çeşitli otomobiller zorunlu olarak daha az sayıda üretilmiştir. Seri üretim otomotiv endüstrisinde rekabet edebilmek için Toyota, üretim yöntemlerini değiştirmek zorunda kalmıştır. Kiichiro Toyoda, müşterilerin arzu ettiği, yüksek kaliteli ve uygun fiyatlı bir otomobil üretmek için hızlı ve esnek bir süreç yaratmanın zorunlu olduğunu tam olarak anlamıştır. Kiichiro, otomobili tam zamanında üretim sisteminde üretmek için hazırlık çalışmalarına başlamıştır. Amacı, üretim sayısını yükseltirken, dikkatli bir şekilde israfları azaltmaktır.⁹

1.2. YALIN YÖNETİMLE GELEN REKABET ÜSTÜNLÜĞÜ

O yıllarda Japonya'da faaliyet gösteren Toyota , Kiichiro'nun tam zamanında üretim prensipleriyle verimliliğini gerçekten de artırmıştır. Dünyadaki motorlu araç üretimlerinde Japonya'nın gösterdiği atılım Tablo 1'de görülmektedir.

⁹ Lukasz Dekier, a.g.m., pp.47-51.

Tablo:1 Yıllar İtibariyle Dünya Motorlu Araç Üretimi (1000 adet)

	Almanya	Fransa	İtalya	İngiltere	ABD	Japonya	Diğer	Toplam
1900	2	3	-	-	4	-	-	9
1905	16	22	-	-	25	-	-	63
1910	13	38	-	14	187	-	3	255
1915	-	-	15	-	970	-	30	1.015
1920	-	40	21	-	2.227	-	94	2.382
1930	71	230	46	237	3.363	1	186	4.134
1940	72	-	-	134	4.513	51	172	4.942
1950	306	358	128	784	8.006	82	914	10.578
1960	2.055	1.370	645	1.811	7.905	814	1.889	16.489
1970	3.842	2.750	1.854	2.099	8.284	5.289	5.301	29.419
1980	3.879	3.378	1.612	1.313	8.010	11.043	9.330	38.565
1990	4.977	3.769	2.121	1.566	9.783	13.487	12.852	48.555
1991	5.035	3.611	1.878	1.454	8.811	13.245	12.895	46.929
1992	5.194	3.768	1.687	1.540	9.702	12.499	13.699	48.089
1993	4.032	3.156	1.277	1.569	10.898	11.228	14.626	46.786
1994	4.356	3.558	1.535	1.695	12.263	10.554	15.540	49.501
1995	4.667	3.475	1.667	1.765	11.986	10.196	16.227	49.983
1996	4.843	3.589	1.545	1.924	11.799	10.346	17.286	51.332
1997	5.023	2.577	1.815	1.940	12.131	10.975	20.544	55.005
1998	5.727	2.954	1.693	1.981	12.003	10.050	19.191	53.599
1999	5.688	3.180	1.701	1.976	13.019	9.985	20.986	56.535
2000	5.198	3.351	1.738	1.817	12.810	10.145	22.479	57.538
2001	5.692	3.629	1.580	1.685	11.425	9.777	22.602	56.390

Kaynak: Atilla Bedir, Türkiye’de Otomotiv Sanayi Gelişme Perspektifi, *Devlet Planlama Teşkilatı, İktisadi Sektörler ve Kordinasyon Genel Müdürlüğü*, No: 2660 2002, s. 3

1950 yılına kadar, özellikle Birinci ve İkinci Dünya Savaşı yılları ağırlıklı olmak üzere dünya motorlu araç üretiminin yüzde 80’inden fazlası ABD önderliğinde gerçekleştirilmiştir. 1950’li yıllara gelindiğinde ise Avrupa ülkeleri motorlu araç üretiminde kendilerini ciddi olarak hissettirmişlerdir. 1960 yılında, ABD’nin toplam üretimdeki payı yüzde 47,9’a düşmüş, Almanya’nın payı yüzde 12,5’e, İngiltere’nin yüzde 11’e, Fransa’nın ise yüzde 8,3’e ulaşmıştır. Japonya, 1960 yılından sonra otomotiv sanayinde oldukça hızlı bir gelişme göstermiş ve 1960 yılında yüzde 4,9 olan dünya üretimi içerisindeki payını 1980 yılında 11 milyon adetlik bir üretim miktarıyla yüzde 28,6’lık bir paya ulaştırmış ve motorlu araç üreticisi ülkeler içerisinde birinci sıraya yükselmiştir. Japonya bu başarısıyla, 1970’li yıllardan sonra dünyanın en büyük motorlu araç ihracatçısı ülke olma konumuna ulaşmıştır.

Daha sonraki yıllarda Japon otomotiv firmalarının uluslararası yatırımları hız kazanmış, bu durum da ihracat pazarlarında daralmaya sebebiyet verdiği için, Japonya’da ki yerleşik işletmelerin üretimlerinde nispeten düşüşler olmuştur. 1980’li

yılların ortalarından sonra ise, Japonya'ya benzer bir şekilde, ihracata dayalı bir büyüme başarısı Güney Kore'de gözlenmekte olup; Güney Kore, dünya otomotiv sanayii içerisinde önemli bir konuma ulaşmıştır. 1980'den sonra ve özellikle 1990'lı yıllarda, ABD, Japonya ve Avrupa'nın otomotiv sanayiinde gelişmiş ülkelerinin dışındaki diğer ülkelerde, otomotiv sanayii üretiminin giderek arttığı ve üretimin yüzde 40'ının sözkonusu ülkelerde üretilir konuma geldiği görülmektedir. Bu duruma, otomotiv sanayiinde büyük üreticilerin üretimlerini kendi ülkelerinden ziyade, bazı rekabetçi üstünlüklere sahip diğer ülkelere kaydırmaları ve bu ülkeleri üretim merkezi olarak seçmeleri etkili olmaktadır.¹⁰

Kitlesel üretimden sadece gerekli olanı üretmeye yönelik geçiş, Toyota Üretim Sistemi (TPS) ile sağlanmıştır. Toyota Üretim Sistemi, yalın üretim olarak da tanımlanmaktadır. Yalın üretim, seri üretim ile karşılaştırıldığında fabrikadaki üretim alanı, aletlere yapılan yatırımlar, yeni bir ürün geliştirmek için gerekli mühendislik saatleri gibi faktörlerde yarı yarıya bir kazanç sağlamaktadır. Toyota Üretim Sistemi, Japonların modern dünyaya açıldıktan yüz yıl sonra icat ettiği kapsamlı bir üretim yönetimi teknolojisidir. Bu sistemin temel fikri, fabrikalarda talep değişimlerine esnek bir şekilde uyum sağlamak için sürekli bir ürün akışı sağlamaktır.¹¹ Ülke bazında firmaların üretim performanslarının karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 : Ortalama bir montaj tesisinin özellikleri , 1989

	Japon Firmaları	Amerikan Firmaları	Avrupa Firmaları
Üretkenlik (saat/araç)	16,8	25,1	36,2
Kalite (Montaj Hataları / 100 araç)	60	82,3	97
Onarım Alanı (montaj alanının % 'si)	4,1	12,9	14,4
Parça Stoğu (8 örnek parça için- gün)	0,2	2,9	2
Öneri / Çalışan	61,9	0,4	0,4
Yeni Üretim İşçilerinin Eğitimi (saat)	380,3	46,4	173,3

Kaynak: Daniel and Womack, James P., The Machine that changed the world, NY 1990, s.56

¹⁰ Atilla Bedir, "Türkiye'de Otomotiv Sanayi Gelişme Perspektifi", *Devlet Planlama Teşkilatı, İktisadi Sektörler ve Kordinasyon Genel Müdürlüğü*, No.2660, 2002, s. 5

¹¹ Yoshiki Matsui, "An empirical analysis of just-in-time production in Japanese Manufacturing companies", *International Journal of Production Economic*, Vol.108, No.1, 2007, p.163

Tablo 2’de görüldüğü üzere, yalın üretim sistemini yaygın olarak uygulayan Japon otomobil üreticileri, ABD ve özellikle Avrupa’lı üreticilere göre gerek üretkenlik ve gerekse kalite açısından oldukça üstün durumdadırlar. Ayrıca, Japon üreticilerin, çok daha az parça stoğu ile çok daha az kalite kontrol ve bakım onarım alanıyla üretimi gerçekleştirdikleri görülmektedir. ABD’de yaklaşık üç günde bir, Avrupa’da iki günde bir tedarik yapılmasına rağmen Japonya’da günde beş kez malzeme tedarigi yapılmaktadır. Japonya’da işçilerin iş organizasyonu ve üretim işlemleriyle ilgili kararlara esas teşkil edebilecek öneriler sunmaları ve neticede kararlara katılımında bulunmaları oldukça önem arz etmektedir. Bu durum, çalışan başına öneri göstergesiyle açıkça görülmektedir. Ayrıca, işçilerin tek bir iş yapmaktan ziyade, çok yönlü vasıflar edinebilmeleri için işçi eğitimi Japonya’da, ABD ve Avrupa’lı üreticilere göre oldukça önemlidir. Bu hususların da verimlilik artışında etkili olduğu açıktır.¹²

1.3. YALIN YÖNETİM FELSEFESİ

Yalın yönetim, Toyota Üretim Sistemi’nin ve yalın üretimin bir devamıdır. Şu anda dünyanın en popüler yönetim sistemlerinden biri olarak da kabul edilmektedir. Etkinliği birçok tanınmış bilim adamı ve uygulayıcı tarafından tekrar tekrar kanıtlanmış ve tanımlanmıştır.¹³

İnsanlar bir şirkette çalışmaya başlayıp, çalışma ortamına alışmaya başlayınca, şirketin yapısını sezmeye başlar ve o şirkette neye değer verildiğini öğrenirler. Geçmişlerinden getirdikleri kültürel ilkeler aynı kalsa bile, tavır ve davranışlarını şirketteki yapıya uygun şekilde değiştirmektedirler.¹⁴

Şintoizm, Konfüçyüsçülük, Taoculuk ve Budizm’in bir karışımına dayanan Japonya ahlakındaki iyilik, Japonların sanayileşmesine, örgütlenmesine ve yönetimine de şekil veren bir ideoloji yaratmıştır. Japon yönetimi insan kaynaklarına özel önem vermekte, işe alım uzun vadeli bir yatırım olarak görülmektedir. Seçim, bilgi ve mesleki becerilerin entegrasyonu için gerekli olan kişisel özelliklere öncelik verilerek yapılmaktadır. Japonya’da uygulanan istihdam sistemi, çalışanların temel işlerinden biri olan iş güvencesine daha çok destek vermektedir. Şirketler “Size güveniyoruz ve sizin

¹² Atilla Bedir, a.g.m., s.17.

¹³ Lukasz Dekier, a.g.m., p.47.

¹⁴ James M. Morgan, Jeffrey K. Liker, *Toyota Ürün Geliştirme Sistemi*, çev.Aysel Yılmaz, İstanbul: Farba Yayınları, 2007, s.237.

önümüzdeki 50 yıl boyunca beraber çalışacağımız kişi olduğunuzu inanıyoruz” felsefesiyle hareket etmektedirler.¹⁵

Japon kültüründe bireyler topluma faydası dokunduğu ölçüde değer kazanabilmektedir. Bireyci toplum yerine, bütünü düşünen kollektif sorumluluk anlayışlarını işlerine de yansıtmaktadırlar.¹⁶

Japon ve Amerikan Yönetim Tarzlarının karşılaştırılması Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Japon Yönetim Tarzı ile Amerikan Yönetim Tarzlarının Karşılaştırılması

Japon Yönetim Tarzı	Amerikan Yönetim Tarzı
Uzun vadeli çalışma için güven verme	Kısa vadeli iş imkanı sunma
Ölçmeye dayalı yavaş Terfi	Yükselmek için Eşit fırsatlar
Eğitimlerle desteklenen Rotasyonlar ve buna bağlı gelişen esnek işçilik	Uzmanlaşmaya odaklanmış İşçilik
Tekil karar almada sıkı tutum / Kollektif sorumluluk	Tekil kararlar ve tekil sorumluluklar
Sıkı kurallar yerine, informal şekilde bir kontrolü sağlama	Belirgin şekilde kurallar üstünden kontrol sağlama
Çalışanlar önce gelir.	Üretkenlik önce gelir.
Hiyerarşiye dayalı olmayan Açık İletişim,	Yatay ve kısıtlanmış iletişim
Topluluk Dürtüsü ve Birlik heyecanı	Para ile gelen motivasyon

Kaynak: Evelyne Ingrid Mitu, Mile Vasic, “Comparative Management of Human Resources between USA and Japan” , *Valahian Journal of Economic Studies*, vol.9 (23), No 1, 2018, s.97

¹⁵ Evelyne Ingrid Mitu, Mile Vasic, “Comparative Management of Human Resources between USA and Japan” , *Valahian Journal of Economic Studies*, Vol.9, No.23, 2018, p.97.

¹⁶ Hamdi Özçelikel, *Bir Personel Yöneticisinin Gözüyle Japon Yönetim Sistemleri*, İstanbul: MESS Yayınları, 1994, s.7

1.4. YALIN YÖNETİMİN TEMEL BİLEŞENLERİ

Toyota, Japon felsefesini, değerlerini ve üretim ideallerini bir araya getirmiştir. Toyota Üretim Sistemi'nin temelini oluşturan ilkeler ve davranışlar sürekli iyileştirme ve saygı olmak üzere iki ana sütundan oluşmaktadır:

1.4.1. Sürekli İyileştirme

Sürekli iyileştirme ilkeleri, zorlukların üstesinden gelmek, sürekli yenilik yapmak ve sorunların nedenini aramak olarak özetlenebilir. Bu ilkenin aşamaları;

1. Zorluklarla mücadelede cesaret ve yaratıcılık göstermek
2. Sürekli olarak yenilik ve gelişim hedefiyle iş faaliyetlerini iyileştirmek
3. Genchi Genbutsu (git ve gör) tekniği ile doğru kararları vermek, fikir birliği oluşturmak ve hedefleri olabildiğince hızlı bir şekilde gerçekleştirmektir.

1.4.2. Saygı

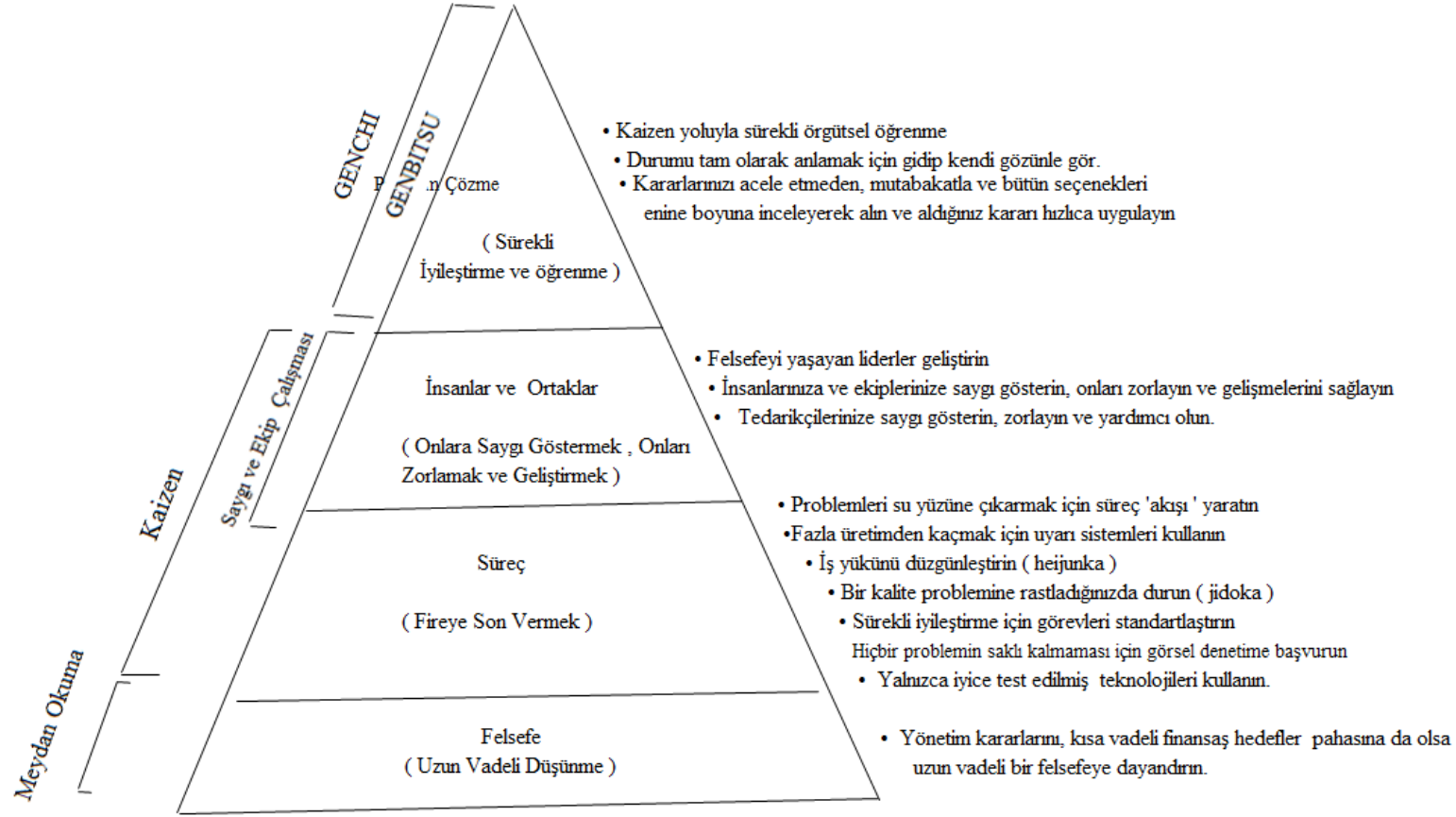
İnsanlara saygı ile ilgili ilkeleri ve grup çalışmasını geliştirmenin yollarını içermektedir. İlkeleri, insanlara saygı duyma ve grup çalışmasıdır.

1. İnsanlara saygı duyma: Karşılıklı anlayış için her türlü çabayı sarfetmek, sorumluluk üstlenmek ve karşılıklı güveni geliştirmek için mümkün olan her şeyi yapmayı kapsamaktadır.
2. Grup çalışması: Kişisel ve profesyonel gelişimi teşvik etmek, kalkınma için fırsatları paylaşmak, bireysel ve grup performansını en üst düzeye çıkarmaktır. ¹⁷

Toyota, yerleşik ilkeleri ve davranışlarıyla yönetim ve insanlar için temel bir felsefe yaratmıştır. Özellikle ABD'de pek çok araştırmacı, Amerikan şirketlerine Toyota felsefesini taşıma yollarını araştırmıştır. 2004 yılında Michigan asıllı Amerika'lı profesör olan Jerry Liker, 'The Toyota Way' adlı bir kitap yazmıştır. ¹⁸ Liker' in belirtmiş olduğu Toyota tarzı dörtlü model ve 14 prensip Şekil 4'de verilmiştir.

¹⁷ Alexander C. Tsigkas, *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*, Springer, 2013, p.45.

¹⁸ Tsigkas, a. g.e., p.46.



Şekil 4: Toyota Yönetim İlkeleri

Kaynak: Jeffrey K. Liker , *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi*, cev. Ümit Şensoy, İstanbul: Orhan Holding , 2005, s.27,

1.5. DEĞER VE KAYIP KAVRAMI

Bu kısımda Toyota felsefesinin, yıllar içerisinde fabrikalara uygulanmasıyla, tekrarlı şekilde ortaya çıktığı deneyimlenmiş değer ve kayıp kavramları açıklanmaya çalışılacaktır.

1.5.1. Değer Kavramı

Değerin ne olduğuna müşteri karar vermektedir. Dolayısıyla müşterinin hizmet karşılığında bedelini ödemeyi kabul ettiği her şey değer kavramı içerisindedir.

1.5.2. Kayıp Kavramı

Kayıp, değer katmayan herşey olarak tanımlanmaktadır. Bir fabrika ortamında sıkça karşılaşılan kayıplar aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

1.5.2.1. Aşırı Üretim:

Aşırı üretim, işletmelerin müşterinin isteğinden fazlasını ürettiği zaman ortaya çıkmaktadır. Diğer kayıpları da tetikleyen bir kayıp olduğu için bu en kötü israftır. Fazlaca yapılan üretim, beklemeyle ilgili ek kusurlara, ek stok maliyetlerine, süreç içerisinde gereksiz hareketlere ve ek taşımalara yol açmaktadır.

1.5.2.2. Envanter

Envanter, bir ürünü imal etmek için gerekli malzemelerin elde fazlaca tutulması sonucu oluşmaktadır. Üretimde kullanılmayan malzemeler fabrika içindeki alanları gereksiz yere kaplamaktadır. Stok hatalarına bağlı olarak malzemeler depoda atıl durumda bile kalmış olabilmektedir. Rekabetçi şirketler, envanterlerini kontrol etmekte ve böylece gereksiz malzemeler için para harcamamaya, şirketin nakit akışına katkıda bulunmaktadırlar.

1.5.2.3. Kusurların Düzeltilmesi

Kusurlar, arızalı olduğu düşünülen ürünlerdeki istenmeyen özelliklerdir. Kusurlar, insan hatası, ekipman arızası ya da her ikisinin bir sonucu olarak ortaya

çıkabilmektedir. Kusurların düzeltilmesi yeniden çalışma nedeniyle ek zaman aldığı için bitmiş ürünün maliyetini artırmaktadır.

1.5.2.4. Bekleme

Bir üretim sürecindeki her görev, yukarı ve aşağı yönde gerçekleşen süreçlere bağlıdır. Operatörler, ekipmanlar veya malzemeler herhangi bir sebepten dolayı üretim sürecini geciktirdiğinde sonraki süreçler boş yere beklemektedir. Buna bağlı olarak zaman harcanır ve üretim maliyetleri kademeli şekilde eklenerek artmaktadır.

1.5.2.5. Gereksiz Taşıma

Bilginin, eşyaların, malzemelerin, parçaların ve bitmiş ürünlerin başka yerlerden gereksiz yere taşınması zaman, kaynak ve para harcanmasına yol açmaktadır.

1.5.2.6. Gereksiz Hareket

Gereksiz hareketler özellikle üretim operatörleri ile ilgilidir. Gereksiz hareketler, detay yapılmayan iş talimatlarından, metot eksikliğinden, zayıf süreç tasarımından veya çalışma alanının uygun olmamasından kaynaklanmaktadır.

1.5.2.7. Aşırı İşlem

Aşırı işlem, gerekenden daha yüksek kalitede ürün üretme anlamına gelmektedir. Müşteri isteklerinin net bir şekilde ortaya koyulup, ürüne gereksiz ek özellikler eklemekten kaçınmak gerekmektedir. Zira eklenecek herşey ürünün maliyetini artıracığı için şirketin piyasada ürün satamamasına yol açabilecektir.

1.5.2.8. Beyin İsrafi

'İşi en iyi yapan bilir'den hareketle, her seviyedeki çalışanın kendi yaptığı işteki iyileştirme önerilerinin alınması gerekir. Ayrıca personelin becerilerini ve yeteneklerini uygun bir şekilde kullanmamak hatta onlarla etkileşime girmemek bile gelişim fırsatlarının kaçırılmasına yol açar.¹⁹

¹⁹ Sanjay Bhasin, *Lean Management Beyond Manufacturing*, Springer, 2015 s. 4

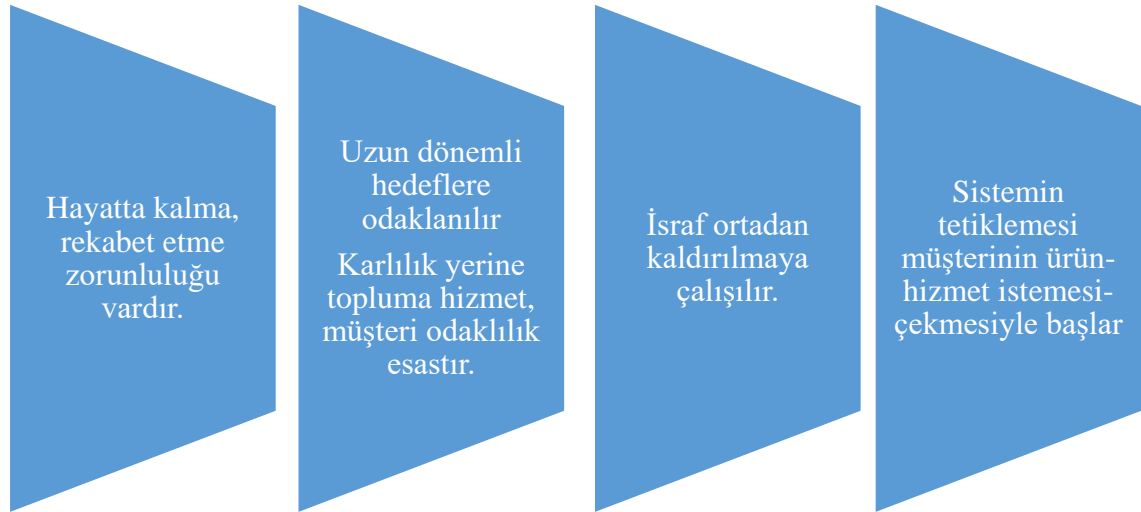
1.6. YALIN YÖNETİMİN SINIRLARI

Şüphesiz ki yalın yönetim de belli sınırları olan, her yere uygulanabilecek bir yaklaşım değildir. Bu sınırları doğru şekilde anlayabilmek için önce yalın yönetimin ne olduğunu belirtilmelidir. Yalın yönetim, 5 yalın ilkede özetlenebilir.

- Değer tanımı müşteri tarafından yapılmaktadır. Müşteri odaklılık esastır.
- İsrarlar yok edilmeye çalışılır.
- Yığın işlemler yerine süreçte sürekli bir akış sağlanmaya çalışılır.
- İşlemler, İtme değil çekme temelli tetiklenir.
- Sürekli gelişme hedeflenmektedir.

Yalın yönetim, rekabet ortamında, müşteri odaklı kalmaya çalışarak , sürekli gelişmeyi hedefleyen özünde insan olan bütünsel bir yaklaşımdır.

Yalın üretimin çerçevesi Şekil 5 'de belirtilmiştir.²⁰



Şekil 5 : Yalın üretimin çerçevesi

Kaynak: H.Kemal Sezen , Arzu Eren Şenaras, Fatma Sert Eteman, “Yalın Yaklaşım, Uygulanabilme Sınırları, Ötesi”, XVIII. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu 2017, Trabzon, 2017, s.8

²⁰ H.Kemal Sezen , Arzu Eren Şenaras, Fatma Sert Eteman, “Yalın Yaklaşım, Uygulanabilme Sınırları, Ötesi”, XVIII. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu 2017, Trabzon, 2017, s.8

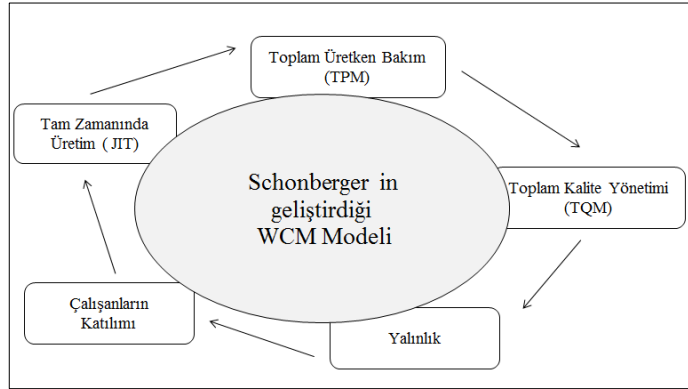
İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA SINIFINDA İMALAT

2.1 DÜNYA SINIFINDA İMALAT KAVRAMI

“Dünya Sınıfında İmalat” kavramı ilk olarak 1984'te Hayes ve Wheelwright tarafından kullanılmıştır. Hayes ve Wheelwright, dünya çapında üretim yöntemlerini bir dizi uygulama olarak tanımlamış ve bu uygulamaların kullanımının üstün performansa yol açacağını; üretim yeteneklerini artırmış bir şirketin bu şekilde stratejik bir silaha sahip olacağını ve bu şekilde küresel bir rekabet avantajı elde edeceğini ifade etmişlerdir.

Hayes ve Wheelwright, işgücünün geliştirilmesi, teknik olarak yetkin bir yönetim grubunun geliştirilmesi, kaliteden ödün vermemek, çalışanların katılımını teşvik etmek ve en son teknoloji, ekipman ve tesislere yatırım yapmak gibi bir takım uygulamalardan söz etmektedirler. Schönberger bu kavramları geliştirmiş ve sürekli iyileştirmeye odaklanarak, Hayes ve Wheelwright tarafından belirtilen uygulamalara tedarikçi ilişkileri, ürün tasarımı ve tam zamanında üretimi de eklemiştir. ABD'de bulunan dünya çapındaki üreticiler de bu kavramları kendi süreçlerinde uygulamışlardır.²¹



Şekil 6: Şonberger in Geliştirdiği WCM Modeli

Kaynak: Fabio De Felice, Antonella Petrillo, Stanislao Monfreda, *Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry*, InTech, 2015, p.3

²¹ Milan Fekete, *World Class Manufacturing- The Concept for Performance increasement and knowlage acquisition*, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovenská republika, Fakulta managementu, Katedra stratégíe a podnikania , 2013, s.1

Dünya Sınıfında İmalat (WCM) terimi uzun zaman önce bilinmesine rağmen, bugün bile özellikle üretim organizasyonlarında uygulamalara yeni yeni başlanmaktadır. WCM halen, yalın üretim, tam zamanında üretim (JIT), altı sigma, toplam kalite yönetimi (TQM) gibi süreç optimizasyonu için halihazırda yaygın olarak bilinen kavramlara göre daha büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu kavramlar genellikle süreçlerin hızına ve kalitesine ulaşılmasına odaklanırken, WCM, üst yönetimin katıldığı çalışmaları da bünyesinde toplamaktadır.²²

2.2 DÜNYA SINIFINDA İMALAT TANIMI VE YAPISI

WCM, “Düşük fiyatlarla en yüksek kalitede ürünler üretme” ilkesine dayanarak kuruluşların rekabet avantajı elde etmelerini sağlayan araçlar sunmaktadır. Geçmişten gelen metodolojiler ve dünyanın en iyi şirketlerinin elde ettiği sonuçlarla harmanlanan kavramlar, Dünya Sınıfında İmalat modelinin temelini oluşturmuştur. Dünya Sınıfında İmalat aşağıdaki kavramları temel alarak, daha fazla fonksiyonu biraraya getiren yeni bir modeldir.²³



Şekil 7: WCM'i Oluşturan Kavramlar

Kaynak: İbrahim Bozağaç, “Tofaş – World Class Manufacturing”, <https://lean.org.tr/tofas-world-class-manufacturing/>, 2018, (5.9.2018)

²² Milan Fekete, a.g.m, s.7

²³ K. Pałucha, “World Class Manufacturing model in production management”, *Material Science and Engineering*, Vol.58, No.2, p.p:227-234, 2012, s.228

WCM'in Yapısında yer alan aşağıdaki bileşenler WCM ana odağını oluşturur.

- Toplam Kalite Kontrol (TQC),
- Toplam Endüstri Mühendisliği (TIE),
- Toplam Üretken Bakım (TPM),
- Tam Zamanında Üretim (JIT)

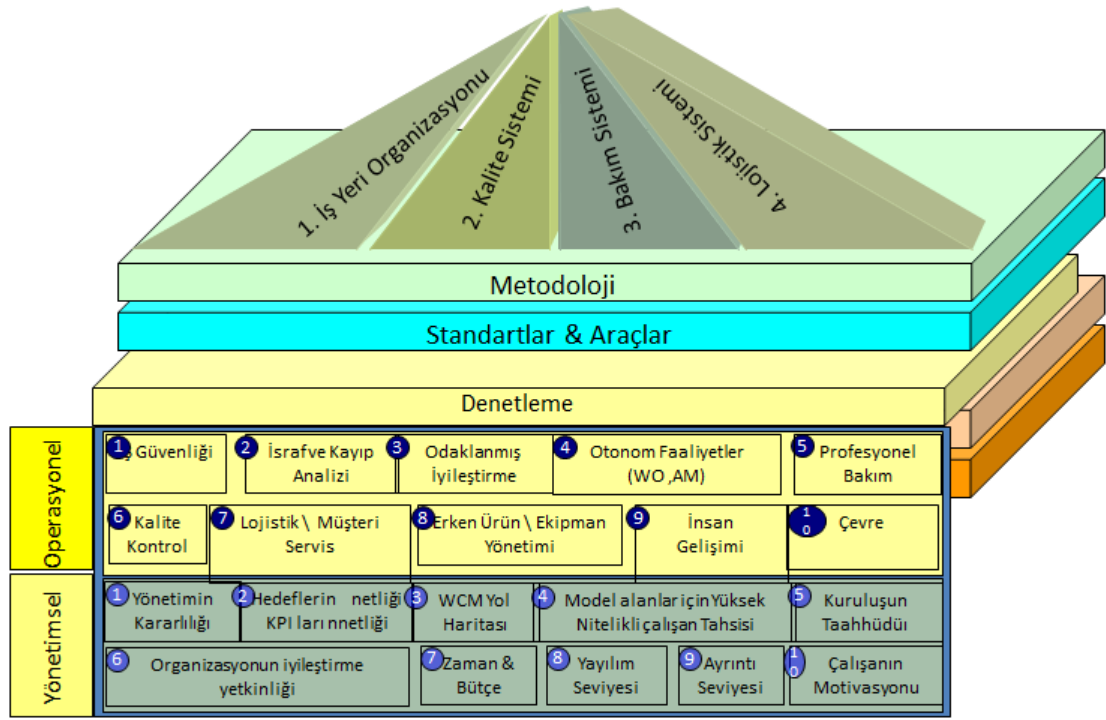
Toplam Kalite Kontrol (TQC), sıfır hata elde etmek için kaliteyi iyileştirme odağıyla hareket etmektedir. Toplam Endüstri Mühendisliği (TIE), sıfır kayıp elde etmek için, verimlilik üzerine odaklanan endüstri mühendisliği yöntemlerini kullanan işyeri organizasyonudur. Toplam Üretken Bakım (TPM), sıfır duruş süresinin elde edilebilmesi için teknik verime odaklanan bakım yöntemlerinin yerine getirilmesidir. Tam Zamanında Üretim (JIT), malzemeyi 'tam zamanında' kullanarak sıfır stoğa ulaşmaya çalışan bir yöntemler bütünüdür. Çalışan katılımının tüm bileşenlerini doğru bir şekilde bağlandığında, şirket değer yaratır ve yüksek müşteri memnuniyeti sağlanmış olur.²⁴

Toyota Üretim Sistemi dünya standartlarında imalat (WCM) modelleri üzerinde bir iz bırakmıştır. Fiat gibi bazı gruplar da WCM'yi yeniden yorumlamıştır. Fiat'ın WCM'si, kalite ve maliyet tasarrufuna odaklanan bir stratejiye odaklanmaktadır. Fiat'ın WCM'inde iş güvenliği sağlandıktan sonra sürece israf ve kayıp analizi ile başlanır. Performans ölçüm sistemi karmaşık ve resmi bir denetim ve kıyaslama sürecine dayanmaktadır.²⁵

²⁴ Peter Poor, Marek Kocisko, Radoslav Krhel , "World Class Manufacturing (WCM) Model as a tool for Company Management", *27th DAAAM International symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*, y.y, 2016 s. 387

²⁵ Andrea Chiarini, Emidia Vagnoni, "World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension", *International Journal of Production Research*, Vol. 53, No. 2, 2014, s.1

WCM in yapısı Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8: WCM in Yapısı

Kaynak: : İbrahim Bozağaç, “Tofaş – World Class Manufacturing”, <https://lean.org.tr/tofas-world-class-manufacturing/>, 2018, (5.9.2018)

WCM ‘in yapısındaki 10 teknik birimden olan maliyetlerin yayılımı, kayıpların raporlanmasına odaklanmaktadır. İşyeri organizasyonu, işyerinde iş istasyonlarının iyileştirilmesine; iş güvenliği, tesisteki çalışma ortamının güvenliğinin sağlanmasına çalışmaktadır. Kalite ıskartayı azaltmaya; odaklanmış iyileştirme projelerdeki iyileştirmelere uygun araçlar sağlamaya; insan gelişimi çalışanlara eğitimler vermeye; lojistik ve müşteri hizmetleri tesis içindeki malzeme stoğunu düşürmeye ve müşteri hizmetleri seviyesini arttırmaya; profesyonel bakım tesisteki arızalarının azaltılmasına çalışmaktadır.²⁶

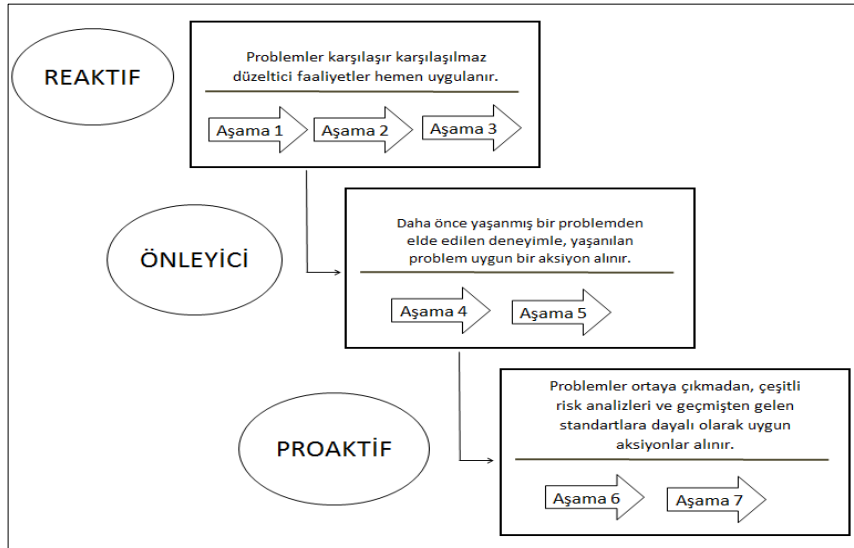
WCM sürecinde, tüm süreçlerin sürekli iyileştirilmesine çalışılmakta ve organizasyon yapısındaki pozisyonlarına bakılmaksızın tüm çalışanların katkısı

²⁶ Teresa Murino v.d. *A world class manufacturing implementation model*, Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering, Department of Materials Engineering and Operations Management , University of Naples ,Napoli- Italy, 2014, s.374.

alınmaktadır. WCM’i uygulayan firmalar, dışarıdan gelen bağımsız uzmanlar tarafından periyodik olarak denetlenmektedir.²⁷

Schonberger , 1996 yılında WCM’ i uygulayan firmalarda WCM’deki başarı kriterleri olarak kullanabilecekleri ‘müşteri odaklı prensipler’ veya ‘prensipere dayalı yönetim’ olarak bilinen 16 ilkeyi uygulamaya koymuştur. 16 ilkenin her biri için, en yüksek seviyesi 5 puan olmak üzere bir ölçek belirlemiştir. 67 puandan fazla puan alan herhangi bir firmanın olgunluk aşamasında olduğu düşünülmektedir.

Her bir birim, bu metodolojiyi uygulamak için gereken yedi adıma sahiptir. Önceki adım tamamlanmadan bir sonraki adıma geçilememektedir. Her bir adımda yapılan projeler, yetkin bir ekiple ve belli maliyet fayda analizlerinin yapılmasıyla yürütülür.²⁸



Şekil 9: WCM deki Birimlerin Aşamaları ve Yapısı

Kaynak: Fabio De Felice, Antonella Petrillo, Stanislao Monfreda , “Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry” , *InTech*, 2015 , s.5.

²⁷ Pałucha K. , a.g.m. , s. 230

²⁸ Mohammad Amin Okhovat , v.d. , “Development of world class manufacturing framework by using six-sigma, total productive maintenance and lean” , *Scientific Research and Essays* , Vol. 7(50), pp. 4230-4241, 24 , 2012, s 2

2.3. DÜNYA SINIFINDA İMALATTAKİ BİRİMLER

Dünya sınıfında imalatta görevli birimler ve açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

2.3.1. Odaklanmış İyileştirme (FI, Focused Improvement)

Odaklanmış iyileştirmenin amacı israf ve kayıp analizi çalışmalarında tespit edilen kayıpları önceliklendirerek büyük kayıpları ortadan kaldırmaktır. Bu yöntem ile sınırlı olan işletme kaynaklarının, küçük öncelikli konulara yönlendirilmesinin önüne geçilmiş olmaktadır. Sorun çözüldükten sonra başka alanlarda ortaya çıkmaması için düzeltici eylemler ve spesifik standartlar geliştirilmektedir.

Odaklı iyileştirme, yöntemi olmayan ve standardı belli olmayan işler nedeniyle oluşan kayıpları azaltmak için önemli araçlar sağlamaktır. Bunu yaparken de problemlerin zorluk seviyesine göre proje ekibine hızlı kaizen, kaizen, standart kaizen, ileri ve büyük kaizen proje atamalarını yapmaktadır. Projede kullanılan analiz araçları ve problemlerin nedenlerinin tanımlanması yoluyla kayıpların azaltılmasına çalışılmaktadır.

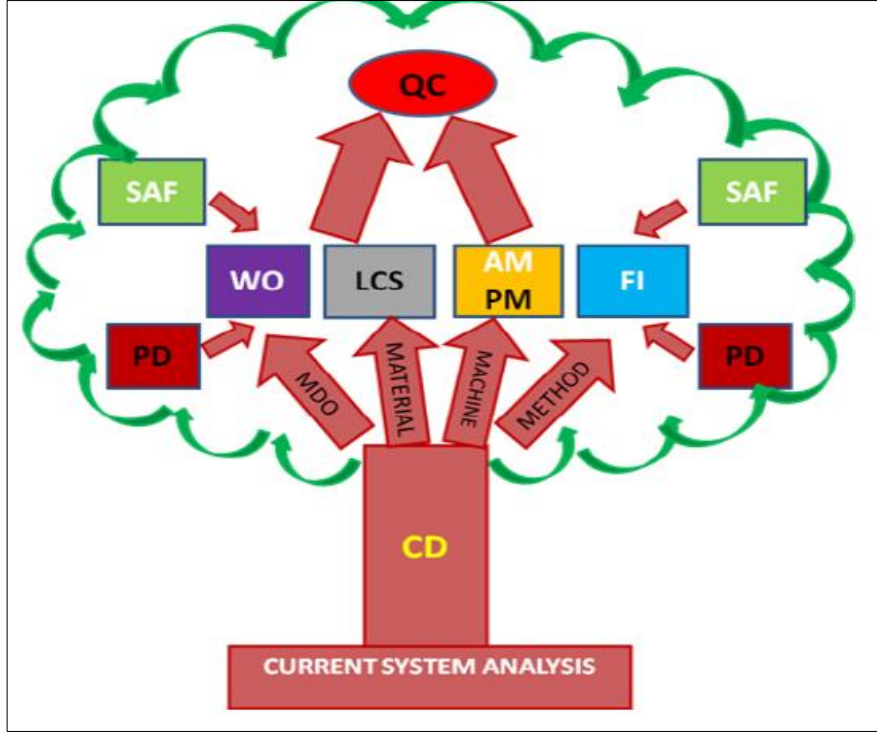
Karşı tedbirleri uygulamak ve uygun kaynakları devreye almak için 5N + 1K, 4M ve 5 Neden gibi araçlar kullanılmaktadır. Farklı araçların kullanılması nedeniyle projeyi yapacak ekipte olası herhangi bir eğitim açığını gidermek için de insan gelişimi birimiyle ortak paralel çalışmalar yürütülür.²⁹

2.3.2. İsrif ve Kayıp Analizi (CD, Cost Deployment)

Maliyetlerin yayılımı çalışmalarında öncelikle kayıp ve israfların miktarının tespit edilmesi ve bunların azaltılmasına yönelik bir program yürütülür. Bunu yapabilmek için öncelikle iyi bir ölçüleme yapmak gerekmektedir. Kayıpları tanımlamak, bu kayıpların yerini belirlemek, önceliklendirmek, bütçelemek amacıyla yürütülen faaliyetlerin bütünü içerir. Bu çalışmalar maliyetleri aşağı indirip sürdürülebilir bir gelişme sağlamak için gereklidir.³⁰

²⁹ Murino T., a.g.m., s.373

³⁰ Paľucha K., a.g.m., s. 230



Şekil 10: İsrar ve Kayıp Analizi (CD) nin Diğer Birimlere Girdi Sağlaması

Kaynak: Murino T., a.g.m. , s.374

CD'de çeşitli kayıplar ve ait oldukları makro kategoriler tanımlanır. Örneğin, işçilik faaliyetlerinin kayıpları, dengeleme kayıpları, eğitim eksiklikleri 'operatör kaybı' makro kategorisine bağlanırken; küçük makine duruşları, makine kurulumu sırasındaki oluşan kayıplar 'makine' makro kategorisine aittir. Her bir birim için ayrı ayrı tanımlanan kayıplar, maliyetlendirme adımını ve bu maliyetlerin makro kategoriye dağıtımını başlatmaktadır. Kaybın büyüklüğündeki önceliklendirmeye ve makro kategori ile kayıp arasındaki bu bağlantıya dayanarak, kayıpları azaltmak için ilgili birimin faaliyetlerinin başlatılması gerekmektedir.³¹

³¹ Murino T., a.g.m. , s.373

2.3.3. Otonom Bakım (AM, Autonomus Maintance)

Bir tesisteki üretim kayıplarının ve kalite problemlerinin ortaya çıkmasındaki temel bileşenlerden biri de ekipmanla ilgili sorunlardır. Ekipmanla ilgili sorunların bir kısmı da, insanlar tarafından kullanılan bu ekipmanların uygun şekilde temizlenmemesi, yağlanmaması ve denetlenmemesi gibi uzmanlık gerektirmeyen, görece daha basit bakım faaliyetlerinin yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Otonom bakım faaliyetleri, o makineyi kullanan operatörlerin bu basit bakım faaliyetlerini kendi başına yaparak, daha ağır bakımlarla uğraşan profesyonel bakım ekibine zaman kazandırmayı da amaçlamaktadır.³²

2.3.4. Profesyonel Bakım (PM, Profesional Maintance)

Deneyimli bakım personeli tarafından yürütülen planlı bakım faaliyetleri arıza kaynaklı makine duruşlarını yok etmekte ve verimliliği artırmaktadır. Arıza bakım, önleyici bakım ve kestirimci bakım olarak üç ana tip bakım faaliyetinden oluşmaktadır. Önleyici bakım ve kestirimci bakım arızanın çıkmaması için uygulanan faaliyetlerdir. Yine de zaman içerisinde beklenmedik arızalar görülebilmektedir. Bu arızalar arasında geçen süreler analiz edilerek yıllık, aylık ve haftalık bakım görevleri belirlenmektedir³³

Profesyonel bakım, meydana gelen arızalara sistematik önleyici tedbirlerin alındığı birimdir. Aşağıdaki faaliyetlere odaklanılmaktadır.

- Arıza analizi ve kötüye gidişin geri kazanılması ve düzeltilmesi
- Bakım standartların tanımlanması
- Makinelerin zayıf noktalarına karşı tedbirler ve komponentlerin ortalama ömürlerinin uzatılması
- Periyodik bakım sisteminin tesisi
- Korumaya yönelik bir bakım sisteminin tesisi
- Planlı bir bakım sisteminin kurulması ve bakım maliyetlerinin yönetimi³⁴

³² İbrahim Boazağaç, *World Class Manufacturing on Automobile Industry and applications of Autonomous Maintance in press Shop* (Yüksek lisans Bitirme Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği , 2010 , s.8

³³ Tokutaro Suzuki , *TPM in Process Industries*, Productivity Press., New York, 1994, s.15

³⁴ Fiat Grup, Fiat Auto Üretim Sistemi için Metot ve Enstrümanlar, Dünya Klasında Üretim, y.y. 2006, s.45

2.3.5. Kalite

Alınan birçok önleyici çalışmalara rağmen, müşteriler karşılaştıkları hatalı ürünlerle ürün veya hizmetlerden memnun olmadıkları durumlarla karşı karşıya kalabilmektedir. Reddedilen ürünlerin maliyeti şirket için önemli bir masraf haline gelir. WCM'in bu birimi, müşterilere yüksek kaliteli ürünleri minimum maliyetle sunmak ve personelin kalite problem çözme becerilerini arttırmak için tasarlanmıştır.³⁵

Kalite birimi, kalite güvence matrisleri ile uygunsuzluk kaynaklarının analizi ve hataların tamir işlemlerinin ve ıskartalarının çözümlenmesine; kalite bakım matrisi ile, arzu edilen kaliteyi ve proses kabiliyetini güvence altına alan operasyonel şartların tanımlanmasına; iyileştirme ekiplerinin teşkil edilmesine, eğitimine ve yönetimine ; X matris ile kalite noktalarındaki koruma ve bakım çevrimlerinin tanımlanmasına; standart çalışma prosedürlerinin tanımlanmasıyla da kontrolün sağlanmasına ve standartlaştırılmanın yapılmasına çalışmaktadır.³⁶

2.3.6. Lojistik

Malzeme sıkıntısı nedeniyle üretimi yeniden planlamamak için elde tutulan ve gerekli olduğu düşünülen büyük stoklar, şirket içi ve tedarikçiler ile tesis arasındaki malzeme akışı için uygun koşulların yaratılması, taşımaların en aza indirilmesi, tedarikçiden alınan malzemelerin nakliye sürelerinin azaltılması, envanter hatalarının giderilmesi, lojistik biriminin odaklandığı konular arasındadır. Sırasıyla aşağıdaki aşamalara yönelik projelere odaklanılmaktadır.

- Hattın yeniden düzenlenmesi
- İç lojistiğin yeniden düzenlenmesi
- Dış lojistiğin yeniden düzenlenmesi
- Planlama süreçlerindeki iyileştirmelerle üretimin seviyelendirilmesi
- Satış, üretim ve satınalma kordine edilerek; sıralı bir üretimin yapılması³⁷

³⁵ Pałucha K. , a.g.m. , s. 230

³⁶ Felice, a.g.m. , s. 8

³⁷ Fiat Auto, *Üretim Sistemi için Metot ve Enstrümanlar*, Dünya Klasında Üretim, FIAT Grup, .y.y. 2006, s.53

2.3.7. Erken Ürün ve Ekipman Yönetimi

Bu birimin amacı yalnız bir tasarımla hızlı ve ekonomik bir ürün geliştirmek ve kullanımı kolay ekipmanların devreye alınmasını sağlamaktır. Mevcut ekipmanlarda yapılmış olan iyileştirmeler, otonom bakım ve planlı bakım aktivitelerinden elde edilen bilgi birikimleri, yeni ürün ve yeni ekipmanın tasarım aşamasında kullanılmaktadır. Bunun sonucunda seri şartlarda daha kolay üretilen bir ürün ve kullanımı daha basit ekipmanlar ortaya çıkmaktadır.³⁸

2.3.8. Çevre

Çevre birimi, çevre yönetiminin yasal gerekliliklerini yerine getirmek, belirlenmiş ISO 14000 standartlarını karşılamak ve bunların sürekli iyileştirilmesi faaliyetlerini yürütmektedir. Ana faaliyetleri şunlardır:

- Periyodik çevre denetimlerinin yapılması
- Risk analizlerinin yapılması.
- Enerji tüketimlerinin azaltılması sağlamak.
- Üretim alanı içerisinde çevre ile ilgili iyileştirmelerin yapılmasını sağlamak.
- Yeşil lojistik ve yeşil satınalma faaliyetlerine liderlik etmek.

2.3.9. İş Güvenliği

Çalışma ortamının sürekli iyileştirilmesine, kazayı oluşturan faktörlerin ve tehlikeli olayların azaltılmasına odaklanmaktadır. Ana faaliyetleri aşağıda belirtilmiştir.

- Kazaların ve kaza nedenlerinin analizlerinin yapılması
- Benzer konularda alınabilecek ortak tedbirlerin genişletilmesi
- Güvenlik standartlarının oluşturulması
- Otonom denetimlerle her operatörün çalıştığı alandaki risk analizlerini gerçekleştirilmesi
- Ergonomi analizlerinin yapılarak olası meslek hastalıklarının önüne geçilmesi³⁹

³⁸ Ahmet Bingöl, *Toplam Üretken Bakım (TPS) yönetim sisteminin örgüt kültürü üzerindeki etkileri ve bir üretim işletmesinde uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İşletme Bilim Dalı, 2012, s.24

³⁹ Fiat Auto, a.g.e., s.23.

2.3.10. İnsan Gelişimi

İnsan gelişimi birimi, eğitim sistemi aracılığıyla, herbir iş pozisyonu için uygun bir beceri ve niteliğin sağlanmasına çalışmaktadır. Öncelikle çalışanların becerilerinin 5 bilgi düzeyine göre ortaya koyulması, sonrasında istenilen yetkinlik seviyesine ulaşılması için eğitim faaliyetlerinin planlanması birimin yapması gereken faaliyetler arasındadır. Her bir personelin bilgi ve operasyonel beceri seviyesi kayıt altına alınmaktadır.⁴⁰

⁴⁰ Murino T., a.g.m. , s.373

Tablo 4: WCM de görevli olan Teknik Birimlerin Ana Faaliyetleri

BİRİM	ANA AMAÇ	DiĞER AMAÇLAR
İş Güvenliği	İş Güvenliğinin sürekli olarak iyileştirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Kaza sayılarında belirgin bir azalış sağlamak • Çalışma ortamı ergonomisini iyileştirmek • İş Güvenliği Kültürü yaratmak
İsraf ve Kayıp Analizi	İsrafların ve Maliyetlerin Analiz edilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Temel kayıpları bilimsel ve sistematik olarak tanımlamak • Beklenen ekonomik getirileri rakamlarla ortaya koymak • Getirisi daha büyük olan kayıpları ortaya koymak
Odaklanmış İyileştirme	İsraf ve Kayıp Analizi' birimince tanımlanan kayıpları yönetmek için gerekli eylemlerin önceliklendirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Üretim tesisinde bulunan en önemli kayıpları, verimsizliği azaltarak büyük ölçüde yok etmek . • Ürünün rekabet gücünü artırmak için, maliyetindeki katma değeri olmayan faaliyetleri ortadan kaldırmak . • Problem çözme konusunda özel mesleki beceriler geliştirmek.
Otonom Aktiviteler	Üretim yerinin sürekli geliştirilmesi	<p>Otonom Bakım (AM) ve Üretim yeri Organizasyonu (WO) olarak iki alt gruba ayrılır.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Otonom Bakım : Üretim sisteminin verimliliğini ekipman uzmanları tarafından bakım politikaları aracılığıyla geliştirmeyi amaçlar. • Üretim yeri Organizasyonu: Üretim yerindeki MUDA, MURA MURI kayıplarını ortadan kaldırmayı amaçlar.
Profesyonel Bakım	Kesinti ve arızaların sürekli olarak iyileştirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> • Arıza analiz tekniklerini kullanarak makinelerin verimliliğini arttırmak • Arızaları sıfırlamak için bakım teknisyenleri ve bakım çalışanları arasındaki işbirliğinin sağlamak.
Kalite	Müşteri beklentilerini sürekli olarak karşılanması	<ul style="list-style-type: none"> • Kaliteli ürünlerin üretilmesini sağlamak • Müşteri ile Fabrika arasındaki uyumsuzluğu dengelemek • Çalışanların becerilerini arttırmak
Lojistik	Stokların Optimizasyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Stok seviyelerini önemli ölçüde azaltmak. • Malzeme Elleçlemelerini azaltmak.
Erken Ekipman ve Erken Ürün Yönetimi	Kurulum süresi ve maliyetlerinin optimizasyonu ile birlikte yeni ürünlerin özelliklerinin optimizasyonu	<ul style="list-style-type: none"> • Yeni Ürün ve Makinaların planlandığı zamanda devreye girmesini sağlamak • Yeni Ürün ve Ekipman devreye almada ve hızlı ve kararlı bir yapı sağlamak • Ekipman ve Ürünlerin ömürlerince ortaya çıkabilecek çeşitli maliyetleri en baştan azaltmak • Bakımı kolay Ekipmanlar ortaya koymak
İnsan Gelişimi	Çalışanların yetkinliklerinin artırılması	<ul style="list-style-type: none"> • Yapılandırılmış bir eğitim sistemi aracılığıyla her iş istasyonu için doğru becerileri sağlamak • Özel uzmanlık gerektiren bakım işçilerinin, teknoloji uzmanlarının rollerini geliştirmek,
Çevre ve Enerji	Çevre ve Enerji ile ilgili sürekli gelişim	<ul style="list-style-type: none"> • Çevre Düzenlemeleri ve çevre şartlarına uygunluğu kordine eder • Bir enerji kültürü geliştirmek ve kayıp enerji maliyetlerini düşürmek

Kaynak: Felice, a.g.m., s.7

2.4. DÜNYA SINIFINDA ÜRETİMDE KULLANILAN ARAÇLAR

WCM, tüm kararların objektif olarak ölçülen verilere ve analizine dayanarak yapılmasını gerektirir. Bu nedenle, dağılım diyagramları, histogramlar ve tüm geleneksel veri analiz araçları kullanılır. İmalat sisteminin tüm bileşenlerinde çalışmalar yürütebilmek için aşağıdaki araçların gerekli olduğu anlaşılmaktadır.⁴¹

2.4.1. 4M, Balık Kılıcı Metodu

Bir probleme yol açan, olası faktörlerin nedenlerinin ve alt-nedenlerinin liste halinde görülmesinde yardımcı olmaktadır. 4M metodu, yöntemler (methods), malzeme (material), makine (machine), operatör (man) olarak 4 kategoriye ayrılmaktadır.

2.4.2. 5S Metodu

İşyerinin düzen, organizasyon ve temizlik açısından iyileştirilmesiyle mükemmellik elde etmek için kullanılır. 5S metodu, ayıklama (seiri); düzenleme (seiton); temizlik (seiso), standartlaştırılma (seiketsu), eğitim ve disiplin (shitsuke) teknikleri içermektedir.

2.4.3. 5N + 1K Analizi

Bir problemin bütünüyle analiz edilmesini sağlamak için kullanılır. 5 N ve 1 K' ya karşılık gelen, kim, ne, niye, nerede, ne zaman, nasıl sorularıyla problemi tanımlamaya çalışan bir analiz metodudur.

2.4.4. 5 Neden Analizi

Bir problemin nedenlerini ardışık sorular dizisiyle analiz etmek için kullanılır. Bu şekilde problemin ortaya çıkmasındaki gerçek kök sebeplere ulaşmayı amaçlamaktadır.

⁴¹ Felice, a. g.m., s. 12

⁴¹ Andrea Chiarini, Emidia Vagnoni, "World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension", *International Journal of Production Research*, Vol. 53, No. 2, 2014, s.1

2.4.5. AM, WO, PM, SAF Hata Kartları

Bir makina, montaj hattı veya iş güvenliğiyle ilgili tespit edilen herhangi anormalliği bildirmek için yapılan etiketlemedir.

2.4.6. Heinrich Pramidi

Ölümler, ciddi, küçük, yakın kazalar, tehlikeli durumlar ve güvensiz ortam veya güvensiz davranış gibi güvenliği etkileyecek olayların zaman içinde nasıl bir gelişim gösterdiğini kayıt altına almak için kullanılmaktadır.

2.4.7. Ekipmanların ABC önceliklendirilmesi

Bakım kaynaklarının kullanımını optimize etmek için (insan ve makina) tesisleri önceliklerine göre sınıflandırmaya yarayan bir enstrümandır.

2.4.8. FMEA- Hata türleri ve Etkileri Analizi

Hata ve problemlerin çok geç ve çok pahalı bir hale gelmeden önce tespit edip önüne geçmek için kullanılan bir ürün veya proses analiz tekniğidir.

2.4.9. Kanban

Üretim planlama ve üretim çizelgelemeyi otonomlaştıran bir üretim yönetimidir.

2.4.10. Kaizen

Basit, standart, makro kaizen olarak 3 e ayrılmaktadır. İşi en iyi yapan bilir mantığından hareketle, çalışanların verdiği iyileştirme önerileriyle üretkenliği artırmaya yarayan günlük bir alışkanlıktır. Doğru bir şekilde yapıldığında işyerini insanileştiren, aşırı çalışmayı ortadan kaldıran bir süreçtir.

2.4.11. Muri Analizi

Operatörlerin çalışma ergonomilerine bağlı oluşan kayıpları analiz eden iş metodu yöntemlendindedir.

2.4.12. Mura Analizi

Operatörlerin ara ara oluşan düzensiz işlerine veya hareketlerine bağlı oluşan kayıpları analiz eden yöntemdir.

2.4.13. Muda Analizi

Operatörlerin yaptığı işlerde hemen tespit edilen, sürekliliği olan, katma değer yaratmayan işleri kapsamaktadır.

2.4.14. Spaghetti Diyagramı

Bir iş sürecindeki gerçek fiziksel akış ve mesafeleri detaylandırmak için kullanılan görsel bir yöntemdir.

2.4.15. Altın Alan Analizi

Operatörlerdeki ergonomiye bağlı yorgunluğu azaltmak ve operatörlerin hareketlerini en aza indirmeyi amaçlayan iş operasyonlarının analizidir.

2.4.16. Tek Nokta Dersi

Operatör eğitimlerinde kullanılan basit ve anlaşılabilir şekilde operatörlerin neyi nasıl yapmasını gerektiğini anlatan görsel bir eğitim tekniğidir.

2.4.17. Standart Yapış Talimatı

İşi yapan operatörlere, yoruma açık bir nokta bırakmadan standart bir iş tanımı ortaya koymayı amaçlayan talimatlardır.

2.4.18. Poka Yoke

Seri üretim koşullarında dalgınlığa bağlı gerçekleşebilecek olası insan hatalarını önlemek için geliştirilmiş bir önleme tekniğidir.

2.4.19. İnsanlara Birşey Öğretme Yöntemi

İşi yapacak operatörlerin eğitim düzeyini test etmek için 4 sorudan oluşan bir görüşmedir.

2.4.20. Herca

Yaşanmış veya atlatılmış kazalardaki insan hatalarının neden ortaya çıktığını anlamaya çalışan bir tekniktir.

2.4.21. Deney Tasarımı

Birçok faktörün bireysel ve etkileşimli etkilerinin sonuca nasıl etki ettiğini belirleyebilmelerini sağlayan bir tekniktir.

2.4.22. Süreç nokta analizi

Yapılan işin operasyonel standartlarını korumak ve iyileştirmek için kullanılır. Bunu yaparken de sıfır hata ile çalışmayı da amaçlar.

2.4.23. Kalite Matrisleri

Üründeki uygunsuzluklar ile üretim sisteminin aşamaları arasındaki korelasyonları gösteren bir dizi matristir.

2.4.24. Kalite Yönetim Matrisi

İstenen kalitede üretim yapmak ve bunu sürekli şekilde korumak için makinelerin çalışma koşullarını tanımlamak ve korumak için kullanılan bir araçtır.

2.4.25. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (SMED)

Tekli dakikalarda kalıp değişimi, tip değişimlerinin on dakikanın altında yapılabilmesi için kullanılan bir teknikler bütünüdür.

2.4.26. Hareket Ergonomisi Metodu

Hareketin verimliliğini değerlendirmek ve optimize etmek için kullanılan analiz yöntemidir.

2.4.27. Değer Akış Haritalama

Bir işletmenin sreğlerindeki israfını vurgulayarak, belirli bir ürünle ilgili olarak müşteri ve tedarikęiler arasındaki değer akışı aracılığıyla mevcut malzeme ve bilgi akışını temsil etmeye yardımcı olur.

2.4.28. Malzeme Matrisleri

Malzemeleri önem veya kritiklik seviyelerine göre A-B-C kategorilerine ayıran bir matristir.

2.4.29. X Matris

Genel olarak, bir liste ile bitişik iki liste arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için iki çift element listenin karşılaştırılmasına imkan sağlayan bir kalite iyileşirme enstrümanıdır.⁴²

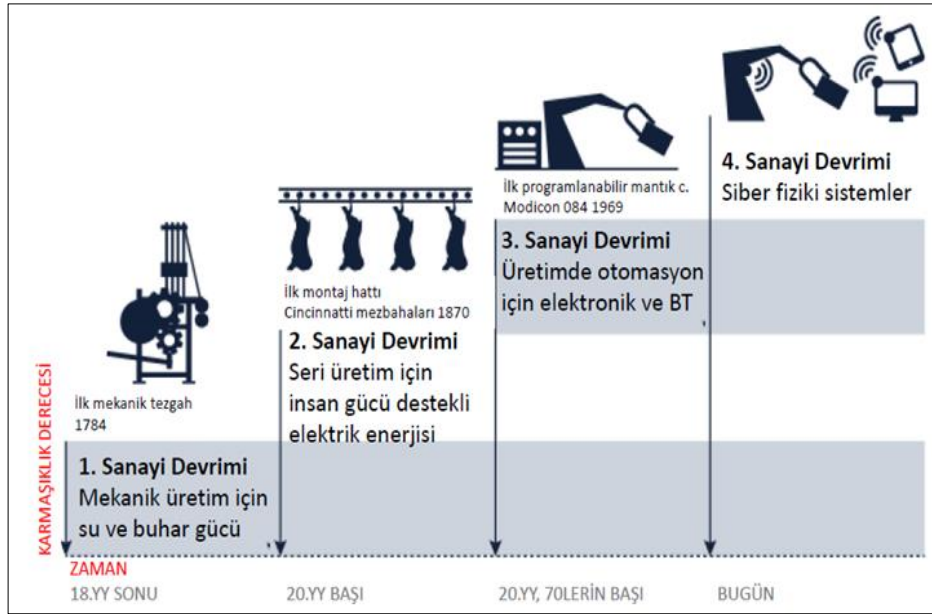
⁴² Fabio De Felice, a.g.e, s. 10

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ 4.0

1900' lü yılların başlarında otomobilin ilk seri üretimleri Amerika ve Avrupa kıtasında başlamasına rağmen, 1970' li yıllarla beraber Japon otomobil endüstrisi, yalın yönetimle rekabet üstünlüğü ele geçirmiştir. Avrupa ve Amerika kıtasında 2000' li yıllarda hissedilen ekonomik krizler aslında Asya kıtasına kaymış olan üretim üstünlüğün ilk somut göstergeleridir. Bu eksen kaymasını geri kazanmak için, son dönemde Endüstri 4.0 adında Almanya merkezli bir kavram dile getirilmiştir. Dolayısıyla dünya sınıfında imalat kavramına Endüstri 4.0 başlığı eklenerek çalışmaya vizyon kazandırılmaya çalışılacaktır.

3.1. ENDÜSTRİ 4.0 ' IN TARİHSEL GELİŞİMİ



Şekil 11: Sanayi Devrimleri

Kaynak: Selcen Öztürkcan, "4. Sanayi Devrimi", *ODTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü 50. Yıl Sempozyumu*, Ankara, 2016, s.7

İlk sanayi devrimi 1760'tan 1840'a kadar uzanan buharın icadı ile başlayan, makinaların ilk üretimi ve demiryollarının yapımıyla devam eden bir süreçtir. İkinci sanayi devrimi 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında elektrikle ve montaj hatlarıyla başlayan ve beraberinde seri üretimi getiren bir süreçtir. Üçüncü sanayi devrimi 1960'larda başlayan bilgisayar veya dijital devrim çağı olarak da adlandırılan 1960'larda yarı iletkenlerin gelişimi ile başlamıştır. 1960'larda ilk bilgisayar işlemleri, 1970'lerde ilk kişisel bilgisayarlar, 1990'larda internet ortaya çıkmıştır.⁴³

Dördüncü sanayi devrimi, üç boyutlu yazıcı, gelişmiş robot ve yapay zeka, yüksek teknoloji sensörleri, bulut bilişim, nesnelerin interneti, akıllı tezgahlar dahil olmak üzere dijital teknolojideki yenilikçi gelişmelerin kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 olarak da anılır. Endüstri 4.0 kapsamında, geleceğin fabrikalarında Siber-Fiziksel-Sistemler, makinelerle ve insanlar arasındaki bağlantıyı sağlayacaktır.

Akıllı makineler, sadece üretim hatlarının otomasyonunu sağlamakla kalmayacak birbirleriyle de iletişim kuracaktır. Bu devrim ile üretim sorunları, çok sayıda sensörden alınan devasa ölçekteki verinin yapay zeka yardımıyla analiz edilerek beraberinde doğru kararların alınabildiği bir ortamı getirecektir. Bu devrimin başlangıçta çoğunlukla imalat sanayini etkilediği kabul ediliyor olsa da, bu yenilikler perakendecileri, operasyon şirketlerinin yanı sıra servis sağlayıcılarını da etkileyecektir.⁴⁴

3.2 ENDÜSTRİ 4.0 'IN ORTAYA ÇIKIŞI

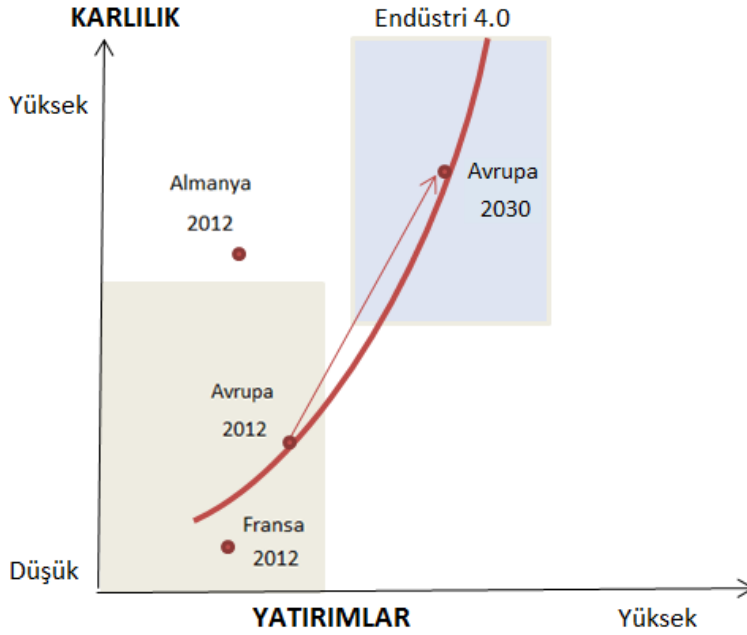
2011 yılında yapılan Hannover Fuarından bu yana Endüstri 4.0 kavramı yeni sanayi devrimi vizyonunu tetiklemiştir. İlk defa üç Alman mühendis tarafından ortaya atılan bu kavram, 2016 yılında Davos'taki Dünya Ekonomik Forumu toplantısında 'Dördüncü Sanayi Devrimi' ana sloganıyla düzenlenen toplantılarla da diğer ülkelere yayılmıştır. Avrupa da etkili olan 2009 yılındaki ekonomik krizine, üretim

⁴³ Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, y.y., 2016, s. 11

⁴⁴ Benny Tjahjono, v.d., "What does Industry 4.0 mean for Supply Chain ?", *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, Spain, 2017, S.2*

maliyetlerini daha da aşağılara indirilebilecek bir çözüm alternatifi olarak sunulmuştur.⁴⁵

İlk olarak Almanya’da ve sonrasında ABD gibi sanayileşmiş ülkelerde ifade edilmeye başlanmış ve giderek daha fazla odaklanılan Endüstri 4.0 kavramı; sanayileşmiş ülkelerin yıllar içerisinde kaybettikleri rekabetçiliklerini tekrar ele geçirmek için ortaya attıkları teknolojik çalışmalar bütünüdür. Boston Consulting Group’un 2015 yılında yapmış olduğu bir araştırmaya göre, Endüstri 4.0’ın yaygın olarak kullanılmaya başlanmasının önümüzdeki 10-15 yıl içerisinde Alman ekonomisi üzerinde çok önemli katkılar yapması beklenmektedir. Bu katkının üretim dönüştürme maliyetlerinde % 15-25’e varan bir maliyet azalışı sonucunda 90– 150 milyar euro’ya ulaşan bir maliyet indiriminden bahsedilmektedir.⁴⁶



Şekil 12: Endüstri 4.0 deki Almanya'nın ve Avrupa'nın Karşılaştırılması

Kaynak: Marina Crnjac, Ivica Veza, Nikola Banduka, From Concept to the Introduction of Industry 4.0, *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, Vol. 8 No 1, 2017, s. 29

⁴⁵ Sabine Pfeiffer, *The Vision of BIndustrie 4.0 in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded*, Nanoethics CrossMark, 2017, s.1.

⁴⁶ Gürcan Banger, *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, Dorlion Yayınları, Ankara 2016, s.78

3.2.1. Endüstri 4.0 in Almanyadaki Yapılanması

OWL, arkasında Alman devletinin de güçlü desteğiyle , akıllı teknik sistemler alanında çalışan, Almanya genelinde 180 şirketin, üniversitenin araştırma kurumlarının ve kuruluşlarının yaptığı bir ittifaktır. OWL içinde yapılan projelerin finansal desteği Alman devleti tarafından karşılanmaktadır. Her biri yüzbin euro civarında olan 46 farklı araştırma üzerinde çalışılmaktadır. Bir küme örneği şirketi olan OWL, Beckhoff, Harting, KEB, Lenze, Phoenix İletişim, Wago ve Weidmuller gibi küresel elektronik konektörler pazarının % 75'ine sahip üreticilerle endüstriyel alandaki standartları belirlemekte ve otomasyon, ekipman, tesis, imalat yapan şirketlerin imalatlarına yardımcı olacak elektronik bileşenleri üretmektedir.

Bosch Grubu, önde gelen teknik ekipman tedarikçisi konumundadır. Şirket, kendi üretim üslerini konuşturabilme amacı ile teknoloji ve yazılım geliştirmeye odaklanmıştır. Bosch Rexroth Fabrikası (Bosch Grubunun bir parçası) akıllı cihazlar için ekipman ve çözümler üretirken; Bosch Software Innovations tarafından tasarlanan yazılım, tüm ekipman bakımı sürecini optimize etmeye çalışmaktadır.

Festo, bilimsel alandan ve endüstriden ortaklarla birlikte, en son iletişim teknolojilerini geleneksel endüstriyel üretim süreçleriyle birleştirmek için çözümler üzerinde çalışmaktadır. Yeni üretim süreçlerinde var olacak olan esnek ekipmanlar ve bunların bağlı olduğu tüm sistemleri yönetecek mikrosistem yapılarını içeren, son derece hassas bir teknoloji üstünde çalışmaktadır. Aynı şekilde robotların ve insanların ortak çalışmasını sağlayacak çözümler üzerinde de çalışmaktadır.

SAP, halihazırda her boyuttaki şirkete ve çeşitli endüstriyel alanlara yazılım satışı yapan konusunda lider bir şirkettir. Şirketler, piyasadaki baskı ve değişimlere bağlı olarak ürün yaşam döngüsünde kısalmalara, daha karmaşık ürünlere ve müşteriye göre uyarlanmış çeşitliliklerle karşı karşıyadırlar. Üreticiler, sensörleri ve mikroçipleri aletlere, makinelere, taşıtlara, binalara ve hatta hammaddelere sokarak 'akıllı' hale getirmektedir. SAP'nin Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmaları, sürdürülebilir yenilik, değişime hızlı bir şekilde cevap verebilen üretim, operasyonlarda mükemmeliyet ve ürün hizmetleri şeklinde dört alanı kapsayacak şekilde belirlemiştir.⁴⁷

⁴⁷ Crnjac, v.d., a.g.m., s. 28

3.3. ENDÜSTRİ 4.0 'IN BİLEŞENLERİ

Endüstri 4.0 aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır.

- Nesnelerin İnterneti (IOT)
- Sanal Gerçeklik
- Büyük Veri Analizi
- Eklemeli Üretim
- Robotlar
- Bulut
- Siber Güvenlik
- Benzetim
- Dikey ve Yatay Entegrasyon

3.3.1 Nesnelerin İnterneti (IOT)

Nesnelerin İnterneti; fiziki dünyadaki nesnelerin içine gömülen veya bunlara eklenmiş sensörlerinin kablosuz ya da kablolu bağlantılar aracılığı ile internete bağlanmalarını sağlayan bir yapıyı ifade etmektedir.⁴⁸

'Nesnelerin İnterneti' kavramı ilk kez, 1995 yılında MIT otomatik kimlik merkezi'nin kurucularından biri olan Kevin Ashton tarafından kullanılmıştır. IOT, kavramı nesnelere gömülü olan sensörlerin maliyeti pahalı olduğu için pek yayılamamıştır ancak 2012 ve 2013 yılları arasındaki 18 aylık bir süre içinde, takip için kullanılan radyo frekanslı tanımlama (RFID) çiplerinin maliyetinin % 40 düşmesiyle artık on sentin altında alınabilmektedir. RFID ler bir güç kaynağına ihtiyaç duymamaktadır; çünkü verileri, kendilerine yansıtılan radyo sinyallerinden gelen enerjiyi kullanarak aktarabilmektedirler.

İçinde jiroskop, ivme ölçerler ve basınç sensörleri gibi yapıları entegre şekilde barındıran mikro-elektromekanik sistemlerin de fiyatı son beş yılda % 90 oranında düşmüştür. IOT'nun yaygınlaşmasını yavaşlatan diğer bir engel mevcut IPv4 internet protokolü olmuştur. IPv4 internet sadece 4,3 milyar benzersiz adrese izin verebilecek

⁴⁸ Banger, a.g.e., s.186

sığıya sahiptir. (Internet üzerinde her cihaza bir internet protokol adresi atanmalıdır). Şu anda Internet'e bağlı 2 milyardan fazla kişi tarafından IP adresleri kullanılıyorken her bir nesnenin IP adresinin sisteme kaydı olanaksızdır. Ancak ağ mühendisleri tarafından IPv6 adında yeni bir internet protokolü versiyonu geliştirilmiştir. Bu sayede sığıya şaşırırtıcı şekilde 340 trilyon trilyon trilyon seviyesine ulaşacaktır. Bu sayede önümüzdeki 10 yıl içerisinde internete bağlı olması öngörülen 2 trilyon cihaz için yeterli sığıya karşılanmış olacaktır.⁴⁹

3.3.2 Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik ses, video, grafik veya GPS verileri gibi bilgisayar tarafından üretilip duysal girdi ile artırılıp canlandırılan elemanların, gerçek dünya ortamıyla entegre edilmesi ile oluşturulan yeni bir algı ortamıdır. Sanal gerçeklikle insan duysuna hitap edecek ve hislerini harekete geçirecek veriler bilgisayar tarafından yapılandırılıp zenginleştirilmekte ve ortaya çıkan yeni gerçeklik kullanıcının algısına sunulmaktadır. Zenginleştirme gerçek zamanlı gerçekleşmekte ve çevredeki öğeler ile etkileşime girilmektedir.⁵⁰

Artırılmış gerçeklik tabanlı sistemler, bir depodaki parçaların seçilmesi ve mobil cihazlar üzerinden onarım talimatlarının gönderilmesi gibi çeşitli hizmetleri desteklemektedir. Yönetim çalışanlara karar verme ve çalışma talimatlarını iyileştirmek için gerçek zamanlı bilgi sağlamak amacıyla artırılmış gerçekliği kullanabilir. İşçiler, onarım gerektiren gerçek sisteme bakarak belirli bir parçanın nasıl değiştirileceğine dair onarım talimatlarını alabilirler.⁵¹

Sanal Gerçekliğin ileride nasıl kullanılabileceğine dair bir örnek Şekil 13'de gösterilmiştir.

⁴⁹ Jeremy Rifkin , *The Zero Marginal Cost Society* , Palgra ve Macmilan, 2017, s..63

⁵⁰ Özcan Arkan , *Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine bir Baka Çalışması* ,(Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe ve Finansman, 2018 , s.26

⁵¹ Saurabh Vaidyaa, Prashant Ambadb, Santosh Bhoslec , “Industry 4.0”, *2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering*, India., 2018, s. 237



Şekil 13: Sanal Gerçeklik Örneği

Kaynak: The Future of manufacturing, How to Manufacture-a-Smarter-Factory, K3 SYSPRO, 2015, S. 5

3.3.3 Büyük Veri Analizi

Nesnelerin İnterneti'nin de devreye alınmasıyla artık her zamankinden daha fazla veri olacaktır. Bu verileri işleme, anlama ve yönetme yeteneği de buna paralel olarak geliştirilmesi zorunlu alanlardan biridir. Daha büyük veriden faydalanmak, endüstri uygulamalarında daha iyi ve hızlı karar verebilmeyi sağlayacaktır. Otomatik karar verme, vatandaşlar için karmaşıklıkları azaltabilecek; işletmelerin ve hükümetlerin gerçek zamanlı hizmetler sunmasına ve müşteri etkileşimlerinden, ödemelerine kadar her şey için destek vermesine imkan sağlayacaktır. Karar vermede büyük verilerden yararlanmanın riskleri ve fırsatları vardır. Karar vermek için kullanılan veri ve algoritmaların doğruluğu hayati öneme sahip olacaktır. Vatandaşın gizlilik konusundaki endişelerinin giderilmesi, iş ve yasal ortamlarındaki hesap verebilirliğinin sağlanması, birtakım kanuni düzenlemeleri gerekli kılacaktır. Bugün yapılan standart işlemlerin, büyük verilerden faydalanarak yapılmaya başlanması aşağıdaki faydaları da beraberinde getirecektir.⁵² Olumlu etkiler;

- Daha iyi ve hızlı kararlar
- Daha fazla gerçek zamanlı karar verme
- Yenilik için açık veriler
- Vatandaşlar için azaltılmış karmaşıklık ve daha yüksek verimlilik

⁵² Klaus Schwab, The Fourth Industrial Revolution , World Economic Forum, 2016, s. 133

- Maliyet tasarrufu
- Yeni iş kategorileri
- Avukatlar için yeni iş

3.3.4. Eklemeli Üretim

Eklemeli üretim teknolojisinde, bir yazıcının içindeki erimiş plastik, erimiş metal veya diğer eriyik malzeme, fiziksel bir ürün katmanı oluşturmak için yönlendirilir. Bu şekilde üst üste tabakaların birikmesiyle bir nesne oluşturulur. Eklemeli üretim şu an, otomotiv, havacılık ve medikal sektörlerinde kullanılmaktadır. Seri üretilen ürünlerden farklı olarak eklemeli üretimle imal edilen ürünler kolayca özelleştirilebilir. Mevcut boyut, maliyet ve hız kısıtlamaları giderek aşıldığında, eklemeli üretim yaygın hale gelecektir.⁵³

Endüstri 4.0 ile, eklemeli imalat yöntemleri, karmaşık, hafif tasarımlar gibi imalat avantajları sunan küçük boyutlu özelleştirilmiş ürünler üretmek için yaygın olarak kullanılacaktır. Eklemeli üretim makinaları yüksek performansla çalışmaya başladığında, merkezi hammadde besleme sistemleri, nakliye mesafeleri ve malzeme stokları azaltacaktır. Üretimler, erimiş çökeltme yöntemi, seçici lazer eritme ve seçici lazer sinterleme gibi ek üretim teknolojileri kullanılarak daha hızlı ve daha ucuz yapılabilecektir. Eklemeli üretimle, seri üretim yerine müşterilerin bireysel ihtiyaçları karşılayan kişiye özgü ürünler üretilebilecektir. Eklemeli üretim ayrıca ürün geliştirme süreçlerinin hızlanmasına ve tasarımdan direkt üretime geçilmesine de olanak sağlayacaktır.⁵⁴

3.3.5. Robotlar

Yakın zamana kadar, robotların kullanımı otomotiv gibi belirli endüstrilerde sıkı kontrol edilen görevlerle sınırlıydı. Ancak bugün, robotlar, tüm sektörlerde ve hassas tarımdan, hastaneye kadar geniş bir yelpazede giderek daha fazla görev almaktadır. Robot teknolojisindeki hızlı ilerleme, insanlar ve makineleri gündelik işlerinde bir araya getirecektir. Buna ek olarak, diğer teknolojik gelişmeler nedeniyle,

⁵³ Jeremy Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*, Palgrave Macmillan, 2017 ,s.75

⁵⁴ Vaidya S., a.g.m. , s.236

robotlar karmaşık biyolojik yapılardan esinlendirilen yapısal ve işlevsel tasarımlarıyla daha uyumlu ve esnek hale gelmektedir.⁵⁵

Uluslararası Robotlar Federasyonu'na göre, imalat işlerinde dünyada şu anda 1,1 milyon çalışan robot vardır. Robotlar, daha verimli ve öngörülebilir iş sonuçları sağlamak için tedarik zincirlerini de düzenlemektedirler.⁵⁶

3.3.6. Bulut

Bulut kavramı özünde işletimin veya hesaplamının kişinin kendi masaüstü, dizüstü, mobil cihaz, hatta bir kuruluşun sunucuları yerine, internet üzerinden verilmesidir. Bir kuruluş için bu, kullanım tabanlı bir ücret hatta muhtemelen ücretsiz bir uygulama demektir.

Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü ,NIST, 2009 yılının ortalarında, bulut kavramının şu tanımını sunmuştur: Bulut bilişim, yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının (örneğin, ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve paylaşılan ağlar) paylaşılan havuzuna uygun, isteğe bağlı ağ erişimini sağlayan bir modeldir.⁵⁷

Günümüzün popüler bulut bilişim uygulama ve servisleri olan Google Mail, Google Docs, Microsoft Skydrive, Google App Engine ve Amazon EC2 söz konusu bulut bilişim modelleri üzerinden hizmet vermektedirler.⁵⁸ Bulut Teknolojisinin sağladığı faydalar aşağıda belirtilmiştir.

- Tam zamanında bilgi işlem gücü ve altyapısı
- Azaltılmış bakım ve yükseltmeler
- Geliştirilmiş kaynak kullanımı esnekliği, esnekliği, verimliliği
- Geliştirilmiş ölçek ekonomileri
- Geliştirilmiş işbirliği yetenekleri

⁵⁵ Schwab K., a.g.e., s. 20.

⁵⁶ Klaus Schwab, a.g.y. s 142

⁵⁷ David C. Wyld, *Moving to the Cloud: An Introduction to Cloud Computing in Government*, Department of Management College of Business Southeastern Louisiana University, IBM Center for The Business of government, 2009, s.12

⁵⁸ Özcan Arkan, a.g.m. s.21

- Kullanıma dayalı fiyatlandırmaya girme yeteneği, yüksek masraflı sabit sermaye maliyeti yerine değişken bir masraf hesaplaması

3.3.7 Siber Güvenlik

Günümüzde var olan bir çok veri, analizler ve yazılım zekâsıyla bilgiye dönüşmektedir. Bilgiye dayalı geliştirilen iş modelleri ise iş hayatında daha doğru kararlar almamızı sağlamaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte ihtiyaç haline gelen standart haberleşme protokolleri, kritik endüstriyel sistemlerin ve üretim hatlarının artan etkileşimleri, siber güvenlik tehditlerine olan ihtiyacı da beraberinde artırmıştır. Bu dönüşümler, işletmelerin kendilerine siber ve veri güvenliği sistemleri kurarak büyük yatırımlara ihtiyaç duyacağı anlamına gelmektedir. Makine ve kullanıcıların merkezi ara birimle olan erişiminde ihtiyaç duyduğu güvenilir haberleşme protokolleri, üretim sürecinin sanal ortamlarla uzaktan kontrolü gibi süreçler siber saldırıya açıktır⁵⁹

Sony Pictures, TalkTalk, Target ve Barclays, gibi şirketlerin tahminlerine göre siber saldırıların işletmelere toplam maliyeti yıllık 500 milyar dolar civarındadır. Kurumsal ve müşteri verilerinin çalınmasının ise hisse senedi fiyatları üzerinde önemli bir olumsuz etkisi vardır.⁶⁰

3.3.8. Benzetim

Weyer ve diğerleri 2016 yılında yaptıkları çalışmada yeni nesil akıllı fabrikaların oluşturulabilmesi için fiziksel dünya ile dijital bileşenlerinin bir araya gelmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Benzetim araçlarının kullanılmaya başlanmasıyla, mühendislik ve karar verme sistemlerine daha fazla destek sağlanacaktır. İç ve dış müşteriden gelen değişiklik taleplerinin, imalattaki yansımaları ve etkileri tasarım aşamasında anlaşılabilirken zamanında reaksiyon verebilmesi amaçlanmaktadır. Benzetimlerin tüm süreçlerde

⁵⁹ Vaidya S., a.g.m. , s.235

⁶⁰ Klaus Schwab, a.g.y. , s 59

yapılabilmesi için fabrikalarda kullanılacak cihazların, takım makinalarının, üretim modüllerinin daha akıllı bir siber-fiziksel sistemlere dönüştürülmesi gerekmektedir.

Geleneksel benzetim teknolojileri çoğunlukla tasarım ve mühendislik safhalarında kullanılırken, geleceğin fabrikalarında çok disiplinli benzetimlerin her alanda özellikle üretimin arttığı aşamalarda bile kısa zamanda doğru karar verebilme için kullanılması beklenmektedir. Bu durum “**eş zamanlı benzetim**” olarak adlandırılmaktadır. Eş zamanlı benzetimin başarılı olarak uygulanabilmesi için doğru dijital temsilin fiziksel kopyasına uygun şekilde az değişim göstermesi beklenmektedir. İlgili benzetim modellerinde dinamik zenginlik, iç tedarik hazırlığı, fiziksel & dijital fabrika arasındaki veri alışverişi ve gerçek dünyadaki tüm değişimler sanal ortamda görüntülenebilmelidir.⁶¹

3.3.9. Yatay ve Dikey Entegrasyon

Endüstri 4.0, entegrasyonu temel olarak iki boyutuyla özetlemiştir:

- Tüm değer yaratma ağında yatay entegrasyon,
- Dikey entegrasyon ve ağ bağlantılı üretim sistemleri

Yatay entegrasyon, müşteri tipi aynı olan farklı şirketler veya benzer ürünler üreten prosesler arasındaki entegrasyondur. Dikey entegrasyon, farklı alt sektörlerde müşterisi olan şirketlerin veya bir fabrikadaki alt ve üst proseslerin entegrasyon şeklidir.⁶²

⁶¹ Serap Çelen, “Sanayi 4.0 ve Simülasyon”, *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir, 2017, s. 16

⁶² Vaidya S., a.g.m., s.235.

3.4. ENDÜSTRİ 4.0 'IN LOJİSTİK SÜREÇLERİNE ETKİLERİ

Tedarik zinciri entegrasyonu, tarafları bir araya getirmekle ilgilidir. Tedarik zinciri süreçlerine Endüstri 4.0 'ı entegre etmenin geniş bir çalışma kapsamı vardır, ancak bunlardan en belirgin olanı, Endüstri 4.0' a yatkın tedarikçileri seçmektir. Klasik manada bir satınalma sürecindeki en uygun fiyatı veren tedarikçileri seçmek yerine, toplamda kârlı ve sürdürülebilir kârlılık algısına sahip ortaklarla çalışılması bir zorunluluk olarak gelecektir. Karşılıklı bilgi paylaşımı da önem kazanacağı için entegrasyonların yeterince açık olduğundan emin olunması gerekmektedir. Diğer taraftan tedarikçiler ve müşterilerin bu entegrasyonun getireceği siber risklerden korunmak için ne kadar güvenli olduğu da üzerinde çalışılması gereken ayrı bir konudur.⁶³

B. Tjahjonoa ve diğerleri, birlikte yaptıkları çalışmada Endüstri 4.0 'ın lojistik süreçlerine özellikle de 'nakliye' ve 'ambarlama' süreçlerine olan etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Yaptıkları ankete dayalı çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Katılımcıların % 53'ü sipariş hazırlama, tedarikçilere iletişim süreçlerinde fırsatlar sunacağını düşünüyor.
- Katılımcıların % 61'ü ulaştırma lojistiği süreçlerinde fırsatlar sunacağını düşünüyor.
- Katılımcıların % 66'sı depo süreçlerinde fırsat olabileceğini düşünüyor.
- Katılımcıların % 71'i malzeme tedarik süreçlerine olumlu etki yapacağını düşünüyor.

Yapılan analizde, sanal ve artırılmış gerçeklik, 3D-Baskı ve simülasyon gibi belirli teknolojilerin uygulanmasının, bazı avantajlar sağlacağı da düşünülmektedir.⁶⁴

Endüstri 4.0'ın ambarlama ve nakliye süreçlerine olan etkileri Tablo 5'de belirtilmiştir.

⁶³ Jargon Buster , *How-to-Manufacture-a-Smarter-Factory-Full*, k3 syspro,2015, s.10.

⁶⁴ TJAHOA Benny, v.d.,a.g.m., s.8

Tablo 5: Endüstri 4.0 ın Ambarlama ve Nakliye Süreçlerine Olan Etkileri

Endüstri 4.0 Teknolojileri	NAKLIYE SÜREÇLERİ										AMBARLAMA SÜREÇLERİ								
	Kamyon yükleme kapasitelerinde etkinlik	Kamyonun boşaltılması için sıra bekleyişlerde azalış	Kamyonun anlık izlenebilirliği	Taşınan malzeme sayısında azalış	Malzemelerin Tam zamanında teslim alması	Tedarikçiden tam zamanında çıkış	Eksiksiz ve hasarsız teslimat	Kamyon nakliye sürelerinde azalma	Müşteri ile iletişim	Siparişin Doğruluğu ve Tamlığı	Kamyonun rampadaki işlem süresinde azalış	Doğru irsaliye girişleri	Malzeme kabul sürelerinde azalış	Malzeme Depolama sürelerinde azalış	Stok başına kullanılan alanda azalış	Sarf malzeme tüketimlerinde azalış	Siparişin başına harcanan işçiliklerde azalış	Siparişin hazırlama ve dağıtım sürelerinde azalış	Malzeme yokluğu kaynaklı duruşlarda azalış
Sanal Gerçeklik	+	+					+				+		+	+	+		+	+	
Eklemeli Üretim																	+	+	
Simülasyon																		+	
Büyük Veri Analizi							+		+							+	+	+	+
Bulut			+			+	+	+	+			+							
Siber Güvenlik							+		+										
Neslerin İnterneti	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	
Elektronik aletlerin küçülmesi	+	+	+		+		+		+	+	+			+	+		+	+	
Otomatik tanımlama ve veri toplama	+	+	+		+		+		+	+	+	+		+	+		+	+	
RFID	+	+	+		+		+		+	+	+	+		+	+		+	+	
Robotlar, Drone		+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		
Makinelerin Haberleşmesi (M2M)			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Yapay Zeka (BI)		+		+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Kaynak: TJAHOA Benny, v.d.,a.g.m., S.2

4. BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ ve LOJİSTİK

4.1. TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMI

Günümüzde küresel rekabette, malların fiziksel olarak yer değiştirmesi, bir sektörün verimliliğinde ve kârlılığında önemli rol oynamaktadır. Bu hareketli mal sistemi tedarik zinciri yönetimi (SCM) olarak gelişmiştir. İlk olarak Oliver ve Webber tarafından ortaya atıldığından bu yana "Tedarik zinciri" terimi bir bilim olarak hızla gelişmiştir. Masteika ve Cepinskis tedarik zincirini; malzeme ve parça temini, geliştirme ve montaj, stokların depolanması ve takip edilmesi, kabul ve yönetim sırası, tüm kanallardan dağıtım, müşteriye sevkiyat, tüm faaliyetleri takip etmek için gerekli bilgi sistemleri de dahil olmak üzere müşteriye hammadde ürün tedarikinin genel bir faaliyeti olarak tanımlamaktadır.⁶⁵

Bir tedarik zinciri üreticiler, tedarikçiler, nakliyeciler, depolar, toptancılar, perakendeciler ve müşterilerden oluşmaktadır. Tedarik zincirinin içerisindeki kuruluşların tamamı müşteriye değer katmaya çalışmaktadır. Bu nedenle, tedarik zincirinin etkin yönetimi, üretilen ürün ve hizmetlerde rekabet avantajı oluşturmak ve devam ettirmek için önemlidir.⁶⁶

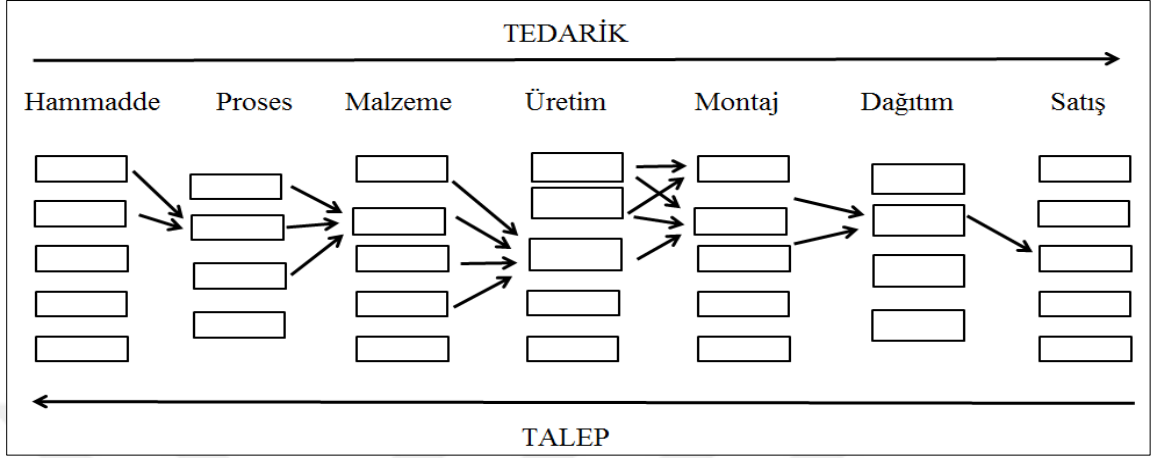
Tedarik zinciri içerisindeki çoğu işletme, birbirine mal alıp, mal verme döngüsüyle bağlıdır. Bu yapı içerisinde bir işletme sadece doğrudan müşterileri ve tedarikçileri tarafından etkilenmez, aynı zamanda tedarik zincirindeki iki, üç veya daha fazla seviyedeki müşteriler ve tedarikçiler tarafından da etkilenebilir. Oluşabilecek herhangi bir durumda , değer zinciri içindeki diğer firmaların etkilenmemesi için, hem üst hem de alt taraftaki üreticilerin tümü ara stok tutmaktadır.⁶⁷

Şekil 14 ve Şekil 15’de tedarik zincirinin gösterimi ve yapısı yer almaktadır.

⁶⁵ Rangga Primadasa, Salman Alfarisi , *Lean Supply Chain Management (LSCM) Framework for Palm Oil Industry in Indonesia*, Department of Industrial Engineering Universitas Muria Kudus,2018, s.2

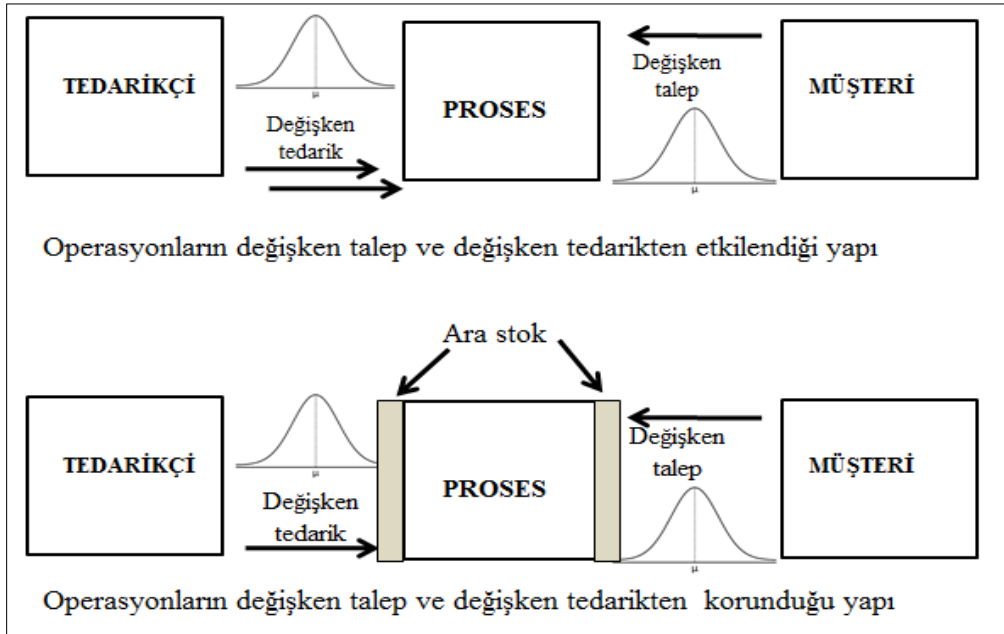
⁶⁶ Michael Kwamega , Abrokwah Eugene , Dongmei Li , “Supply Chain Management Practices and Agribusiness Firms’ Performance: Mediating Role of Supply Chain Integration”, *South African Journal of Business Management*, vol.49, No.1, 2018, pp.2-11.

⁶⁷ John Meredith Smith, *Logistics & the Out-bound Supply Chain*, Manufacturing Engineering Modular Series, Penton Press, 2002, s.87



Şekil 14 : Tedarik ve Talep Zinciri

Kaynak: John Meredith Smith, *Logistics & the Out-bound Supply Chain*, Manufacturing Engineering Modular Series, Penton Press, 2002, s.88

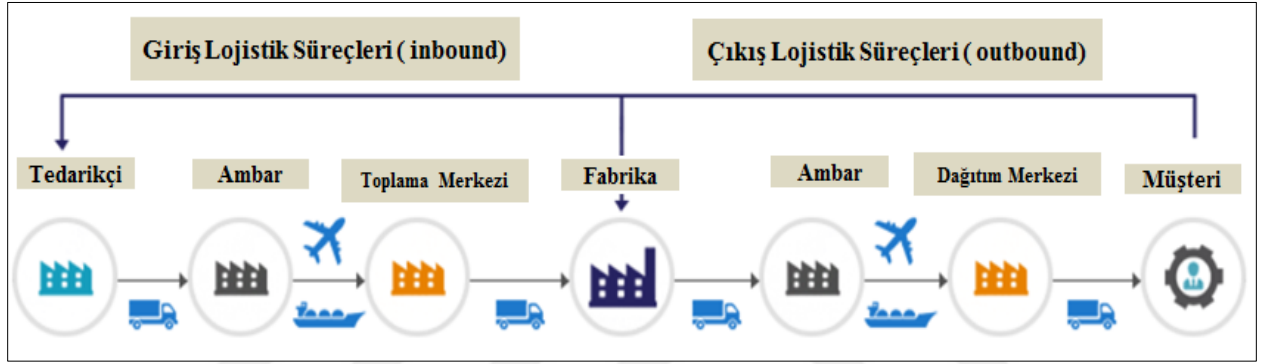


Şekil 15 : Tedarik ve Talep Zincirindeki Ara Stoklar

Kaynak: John Meredith Smith, *Logistics & the Out-bound Supply Chain*, Manufacturing Engineering Modular Series, Penton Press, 2002, s.88,

4.2. TEDARİK ZİNCİRİ SÜREÇLERİ

Tedarik Zinciri süreçleri, üretim yapan bir fabrika için 3 ana başlık altında toplanmaktadır. Şekil 15 de bu 3 ana başlık gösterilmeye çalışılmıştır. Bunlar dışındaki lojistik faaliyetleri, uzmanlaşmış firmalardan hizmet alımı şeklinde yürütülmektedir. Lojistik terminolojisinde, üçüncü parti lojistik (3-PL) denen bu hizmet alımına bir alt başlıkta değinilmiştir.



Şekil 16: Lojistik Süreçleri

Kaynak: Eusu Logistics Corporation, <http://www.eusu-logistics.com/en/elis.jsp>, 2015, (10.10.2018)

Bu 3 ana Lojistik sürecinin kapsamı Tablo 6’da açıklanmaya çalışılmıştır.

Tablo 6: Tedarik Zinciri Yönetiminin Temel Safhaları

Giriş (inbound) Lojistik Süreçleri	Üretim Süreçleri ve Malzeme Yönetimi	ÇIKIŞ (Outbound) Lojistik Süreçleri
FİZİKSEL TEDARİK	DAHİLİ İŞLEMLER	FİZİKSEL DAĞITIM
Tedarik Sistemleri	Üretim Sistemleri	Dağıtım Sistemleri
Hammadde / Yarımamul	Süreç Planlama	Tamamlanmış ürünler
Hızlı parça temini	Üretim Sistemleri	Depolama \ Sevkiyat Ambarı
Satınalma programları	Programlama \ İmalat	Dağıtım Zinciri
Depolama \ Giriş Ambarı	Kurum içi Taşıma	Hedef Pazar ve Müşteriye sunum

Kaynak: Metin Çancı, Murat Erdal, *Lojistik Yönetimi*, İstanbul: UTİKAD Yayınları , 3. Baskı, 2009, s.52

4.2.1. Üçüncü parti lojistik

Üçüncü parti lojistik (3-PL), lojistik yönetiminin dış kaynak kullanımını tanımlamak için kullanılan terimdir. 3-PL faaliyeti, lojistik fonksiyonun bir kısmını veya tamamını içerebilir. Örneğin, bazı şirketler yalnızca nakliye için üçüncü taraf sağlayıcıları kullanırken, diğerleri ise depolama ve dağıtım dahil, bazıları ise tedarik zincirlerinin çoğunu veya tümünü yönetmek için üçüncü taraf şirketlere güvenmektedir. Bu şekilde şirket, ana faaliyetlerine daha fazla odaklanabilmekte ve hizmet aldığı konuda daha profesyonel bir yönetime kavuşmaktadır.⁶⁸

4.3. TEDARİK ZİNCİRİNDE BİLİNMESİ GEREKEN KAVRAMLAR

Tedarik zincirini oluşturan, tedarik lojistiği, üretim lojistiği ve sevkiyat lojistiği kavramlarını anlayabilmek ve prosesler arasındaki stoğun ne kadar olması gerektiğini belirleyebilmek için zaman etütleri ve değer akış haritalama yöntemlerinin kullanılması gereklidir..Her ne iş yapılıyor olursa olsun, ister montaj hattındaki üretim, isterse tırla yapılan nakliye, tümünde gerekli zaman ölçülmeli ve prosesler arasında duruşu engellemek için ara stok tutulmalıdır.

Aşağıda yalın üretimde sıklıkla kullanılan bazı kavramlar açıklanarak süreç şekillendirilmeye çalışılacaktır, Zira fabrika içi ve fabrika dışı lojistiği aynı mantıkla yürütülmektedir.

4.3.1. Sipariş Akış Süresi

Siparişlerin işleme konulması ve üretime sokulması sırasındaki gecikmeler ve müşteri siparişlerinin üretim sığasını aşması durumunda ortaya çıkan gecikmeler dahil olmak üzere, üretim akış süresine, ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar süreçteki harcanan sürenin eklenmesiyle belirlenmektedir. Diğer bir ifadeyle, müşterinin ürün için beklediği süreyi ifade etmektedir.

⁶⁸ William J. Stevenson, *Operations Management*, Saunders College of Business , Rochester Institute of Technology, McGraw-Hill Education, 12th Edition, 2015, p. 678

4.3.2. Siparişten Tahsilata Süresi

Bir müşteri siparişinin alınmasından, üreticinin müşterinin yaptığı nakit ödemeyi tahsil etmesine kadar geçen süredir. Bu, ödeme koşulları, vb. nedenlerle üreticinin siparişe göre üretim yapma veya stoktan sevkiyat yapma çalışma tarzına bağlı olarak *sipariş akış süresinden* daha az veya daha çok olabilmektedir.

4.3.3. Üretim Akış Süresi

Bir parçanın bir proses veya değer akışında bütün yolu bir baştan bir başa geçmesi için gereken süredir. Fabrika seviyesinde bu çoğu kez *kapıdan – kapıya süresi* olarak da adlandırılmaktadır.⁶⁹

4.3.4. İş Etüdü

Kurumsal Kaynak Planlaması'nda, gerekli işçilik miktarlarını belirleyebilmek için, ERP sistemlerine zaman etütlerinin işlenmesi gerekmektedir.⁷⁰

İş etüdü, bir işin metot ve zaman etüdü teknikleriyle detaylı incelenmesidir. Metot etüdü, etkin yöntemlerin geliştirilmesi, uygulanması ve maliyetlerin düşürülmesi amacıyla, bir işin yapılışındaki mevcut ve önerilen yolların kaydedilmesi ve eleştirilerek incelenmesidir. Zaman etüdü çalışması ise bir görevi yerine getirmek için gereken süreyi belirlemek için yapılan ölçümleme metodudur.⁷¹

4.3.5. Ürün Ağaçları

Ürün ağaçları bitmiş ürün üretmek için gerekli tüm hammadde ve satın alınması gereken parçaların bir listesidir. Bu liste satın alınması gereken diğer ek parçaları ortaya çıkaran daha alt

⁶⁹ Yalın Enstitü, *Çevrim Süresi (CYCLE TIME) Nedir?*, <https://lean.org.tr/cevrim-suresi-cycle-time-nedir/>, 10.10.2018

⁷⁰ Jörg Thomas Dickersbach, *Characteristic Based Planning with mySAP SCM™*, Springer, Germany, 2005, s.3.

⁷¹ Marvin E. Mundel, *Motion and Time Study*, Prentice-Hall, 3th edition, 1960, s.1

başlıklara indirgenebilir. MRP sistemleri her bir bitmiş ürün için gerekli olan ürünleri bu şekilde ortaya koyarlar.⁷²

4.4. LOJİSTİK SİSTEMİ VE BİLEŞENLERİ

Lojistik sistemi aşağıdaki alt süreçlerden oluşmaktadır.

- Üretim Planlama
- Malzeme tedariki ve yönetimi
- Nakliye
- Gümrükleme
- Depolama
- İç Lojistik

4.4.1 Üretim Planlama ve Kavramları

4.4.1.1 Ana Üretim Çizelgesi

Sanayi ortamında MRP/ERP sistemleri genellikle tedarik zinciri işlemlerinin planlanması amacıyla kullanılmaktadır. MRP/ERP sistemlerinde iş akışı genel olarak gelecekteki üç-altı aylık zaman dilimi içerisinde üretilecek bitmiş ürünlerin güncellenmesi ile başlar. Talep ve tahmin bilgileri daha sonra envanter, üretim ve sevkiyat bilgileriyle birleşerek Ana Üretim Çizelgesi'nin hesaplanmasını sağlamaktadır.

Ana Üretim Çizelgesinin oluşturulması aşamasında genellikle iki yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntem daha çok her dönemde üretilen yüksek hacimli ürünler için kullanılan 'Üst Sipariş Noktası' (order-up-to, OUT) yöntemidir. İkinci yöntem ise düşük hacimli veya yüksek tip değişimi maliyetleri olan ürünler için kullanılan ekonomik sipariş modelidir.

Daha sonrasında Ana Üretim Çizelgesi, ürün ağaçlarına kadar ayrıştırılarak, yapılacak işlerin tip dönme zaman ve maliyetlerini de göz önüne alan detaylı bir üretim planlama

⁷² Tommaso Rossi , "Improving Production Planning Through Finite-capacity MRP", *International Journal of Production Research*, vol.55, s.2, 2017, p.1.

yapılmaktadır. Sonrasında herbir üretim birimine (makineler, iş istasyonları, montaj hatları vs..) iş atanmaları yapılır.⁷³

4.4.1.2 MRP

Orlicky'nin 1976'da Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) üzerine yaptığı çalışmalar uzun yıllar boyunca popülerliğini sürdürmüştür. Dahası, birkaç yıl öncesine kadar üretim işletmelerinin %75'lik bir kısmı MRP'yi malzeme planlama konusunda ana yöntem olarak kullanmaktaydı. Günümüzde dahi dinamik talep dalgalanmalarına adapte olabilmesi ve iç-dış tedarikçilerden neyin ne kadar tedarik edilmesi gerektiğini önceden bildirebilmesi sayesinde güncel ve işletmeler tarafından kullanılan bir araçtır.

Ancak saha uygulamalarında kullanıldığında MRP'nin tesis sığa sınırlarını göz önüne almaması, sabit teslimat süresi varsayımında bulunması gibi bir takım zayıf noktaları ortaya çıkmaktadır. Bu kusurlu süreç kullanıcıların planlarını gözden geçirmeleri nedeniyle büyük bir emek sarfetmelerine sebep olmaktadır. Nihayetinde MRP'nin saha uygulamalarından MRP II sistemi gelişmiştir.⁷⁴

1957 yılında kurulan, Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Derneği (APICS), MRP'yi "Malzeme gerekliliklerini hesaplamak için ürün ağaçları verisi, envanter verisi ve Ana Üretim Çizelgesi kullanan bir teknikler dizisi" olarak tanımlamıştır.

1960'ların ortalarından itibaren birçok işletme 'yeniden sipariş verme noktası' sisteminden MRP'ye geçerek envanter tutma maliyetlerini azaltmış, müşteri hizmetlerini iyileştirmiş ve daha az sevkiyatla işlemlerini gerçekleştirmeye başlamıştır. Ancak bazı yazarlar MRP sistemini analiz etmiş ve bu sistemin dünyanın değişkenliği göz önüne alındığında, Üretim Planlama ve Kontrol için en iyi sistem olmadığını belirtmişlerdir. Huq ve Huq; MRP'nin sadece malzeme gerekliliklerinin planlanması için kullanılabileceğini ancak bu sistemin uygulamada eksik olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak MRP bitmiş ürün için yapılan talep tahminlerinden

⁷³ Li, Q., and Disney, S.M., "Revisiting Rescheduling: MRP Nervousness and The Bullwhip Effect", *International Journal of Production Research*, 55 (7), 2017, s.1

⁷⁴ Rossi , a.g.m., p.3

beslendiğinden dolayı belirsizlik yaratarak; kabul edilemez envanter performanlarına, sevkiyatlarda yüksek maliyetlere ve israflara sebep olmaktadır.

MRP sistemi gelişiminden itibaren yeni özellikler kazanarak MRP II'ye ve daha sonrasında Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) na evrilmiştir. Her ne kadar zaman içerisinde teknoloji ve pazar ihtiyaçları değişse ve gelişse de ERP'deki bilgi sistemlerini yöneten temel mantık hâla 1960'lı yıllarda geliştirilen geleneksel MRP sistemidir.⁷⁵

4.4.1.3. MRP II VE ERP

Standart MRP sistemi bitmiş ürün gereksinimleri almakta ve net malzeme gereksinimini hesaplamaktadır. Kapalı döngü sistemi MRP işlevini yerine getirir, ancak sığa planını üretmek için işleme devam etmektedir. Aynı plan, üretim dönemi boyunca her iş istasyonunda gerekli olan yükü, ay, hafta veya gün bazında olacak şekilde göstermeye çalışmaktadır. Sığa planı, her iş istasyonunda oluşturulacak iş yükünü net gereksinimlerle göstermek için yönlendirme dosyası kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu, dönem boyunca üretilecek tüm kalemler için beklenen toplam hazırlık ve çalışma sürelerini göstermektedir.

MRP II üretim işletmesinin tüm kaynaklarını verimli bir şekilde kullanması için geliştirilmiş bir yöntemdir ve çeşitli fonksiyonlarla ilişkilidir. Bu fonksiyonlar;

- Stratejik Planlama
- Talep Yönetimi
- Satış ve Operasyon Planlama
- Ana Üretim Çizelgesi
- MRP I
- Sığa ve Tedarikçi İhtiyaç Planlama şeklindedir.⁷⁶

⁷⁵ Kortabarria, A.,v.d., “Material management without forecasting: From MRP to demand driven MRP“, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 632-650, 2018, p.634.

⁷⁶ Janakkumar Tanna, Ankur Vyas, “Case Study on Manufacturing Resource Planning”, *Claro:Journal of Engineering*, y.y.,2017, p.4.

ERP, bireysel uygulamaları, tüm işletmenin veri ve iş süreçlerini bütünleştiren tek bir uygulamaya bağlayan bir sistemi anlatmak için kullanılan bir terimdir. ERP Sistemi, pazarlama, satış, üretim, depolama, planlama, finans, muhasebe, dağıtım, insan kaynakları yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi ve mühendislik gibi tüm iş fonksiyonları ile entegre edilmiştir. ERP, envanter takibi, gelir takibi, gelir takibi, satış tahmini, sipariş takibi gibi faaliyetler ile ilgili işlemleri oldukça kolaylaştırır. Tedarik zincirinde ERP sisteminin çeşitli faydaları şunlardır:

- Web tabanlı sipariş takibi ve işlemeyi gerçekleştirebilen gelişmiş e-ticaret entegrasyonu
- İş zekası işlevlerinin geliştirilmesi.
- Teknoloji altyapısının yükseltilmesi
- Operasyonların daha verimli çalışmasının sağlanması
- Kurumsal bilgilere anında erişim
- Verilerin hassasiyetinin geliştirilmesi
- Hataların azaltılması
- Yönetimin verimliliğinin artırılması
- İlgili verilerin merkezileştirilmesi

4.4.1.4. İtme-Çekme Sistemleri

İtme ve çekme sistemleri arasındaki temel ayırım, talebi karşılamak için üretim siparişlerinin iş istasyonlarına nasıl verildiğidir. İtme üretimi gelecekteki talep tahminine dayanmaktadır. Bir sonraki talebin bilgisinin, gerçek siparişler, tahminler veya her ikisinin bir birleşimi olarak mevcut olduğu varsayılır. Ancak, çekme talebi mevcut talebin cevabı ile başlatılmaktadır. Envanterden çıkarılan ürünler ve sonrasında stokların ikmalinin yapılması için üst üretimin tetiklenmesi işlemi mevcuttur.

Bir itme sisteminde, bir makine bir sonraki makineye istek beklemeden parçalar üretir. Diğer taraftan, bir çekme sisteminde ise üretim bir sonraki makineden bir talep aldıktan sonra yapılmaktadır. Çekme sistemlerinin itme sistemlerinden daha iyi olduğu yaygın olarak kabul

edilmektedir. Genel olarak, çekme sistemleri devam eden çalışma yükünü azaltır veya ortadan kaldırır; itme sistemleri ise daha yüksek işletme maliyetlerine yol açan stoklara neden olur.⁷⁷

İtme ve çekme prensipli üretim kontrol sistemleri, itme sistemi müşterinin ihtiyaçlarının tahminine dayalı olduğu, çekme sistemi ise efektif müşteri ihtiyaçlarına dayandığından, birbirinden farklıdır. Sonuç olarak, itme sistemi durumunda aşırı üretim ve / veya stok sıkıntısı oluşabilir, ancak çekme sisteminde bu durum gerçekleşemez.⁷⁸

Tablo 7: Çekme ve İtme Üretim Felsefesinin Karşılaştırılması

Çekme Üretim Felsefesi	İtme Üretim Felsefesi
Efektif müşteri ihtiyaçlarına dayalı üretim	Müşteri ihtiyaçları tahminine dayalı üretim
Daha kısa süreli üretim süresi	Daha uzun süreli üretim süresi
Daha düşük iş yükü	Daha yüksek iş yükü
İsraf eliminasyonu için sistematik çaba	İsraf eliminasyonu için yetersiz çaba
Basit iş akışları	Daha karmaşık iş akışları
Daha yüksek kaynak kullanım oranları	Daha düşük kaynak kullanım oranları
Daha az alan ihtiyacı	Daha fazla alan ihtiyacı
Daha küçük adetlerle üretim	Daha büyük adetlerle üretim

Kaynak: Peter Tamas , “Application of Simulation Modeling for Formation of Pull-Principled Production Control System”, *Journal of Production Engineering*, Vol.19, No.1, 2016, pp.99-100

4.4.1.5. Kanban

Kanban, kullanıcılarına ne yapmaları gerektiğini söyleyerek daha etkili bir şekilde çalışmalarına yardımcı olabilecek bir süreç aracıdır. Bu sistem; daha geniş kapsamdaki işin tamamlanmasına yardımcı olacak bilgiler içeren, her iş parçasına eklenmiş kartları kullanmaktadır. İmalatta, bu kartlar görevleri tetiklemek ve bir ürünün ne zaman ve ne kadar gerekli olduğunu bildirmek için bir sinyal görevi görür. Ürünler üretilirken kartlar projenin aşamaları arasında taşınır. Toyota'nın kuruluşundan bu yana, bu iş yönetimi felsefesi yazılım geliştirme, perakende envanter yönetimi ve bilgi teknolojisi gibi diğer sektörlerde uygulanmaktadır.

⁷⁷ Mariam Houti , Laila El Abbadi, Abdellah Abouabdellah , Lean ERP: A hybrid approach Push /Pull, 2016 3rd International Conference on Logistics Operations Management, 2016,p.3.

⁷⁸ Peter Tamas , Application of Simulation Modeling for Formation of Pull-Principled Production Control System, *Journal of Production Engineering*, Vol.19, No.1,2016, pp.99-100.

Kanban, Japoncada tabela veya kart anlamına gelir ve Kanban panosu, çalışmalarını görselleştirmek, organize etmek ve tamamlamak için kullanılan bir araçtır. Kanban, sınırlı bir proje veya devam eden, düzenli bir çalışma farketmeksizin, tekrarlayan herhangi bir süreç için oldukça uygundur. Kanban panoları ekip üyelerinin devam eden işlemleri görselleştirmelerine ve tamamlanan görevlerin ilerlemesi ile birlikte kalan çalışmalarını görmelerine izin verir. Kanban panoları yapılacak, yapımı devam eden ve yapımı biten olmak üzere az üç listeye sahiptir. Her liste, süreç boyunca sürüklenen ve taşınan kartlarla doldurulur. Görevler zaman sınırlı değildir, ancak görevlerin görselleştirilmesi gereken sürenin tahmin edilmesi konusunda yardımcı olabilmektedir.⁷⁹

4.4.2. Malzeme Tedariği ve Yönetimi

4.4.2.1. ABC Analizi

Stok yönetim sisteminde binlerce stok kalemi bulunabilir. Bütün stok kalemlerinin aynı derecede kontrol edilmesi anlamsız, hatta çok zor olabilir. Stokta bulunan çeşitli stok kalemlerinin ne derecede kontrol edilmeleri gerektiğini saptamak için stokların kritikliğine veya değerlerine göre sınıflandırmak gerekir. Bunlar A, B, C olarak üç sınıfa ayrılmaktadırlar.

A kategorisindeki malzemeler, adetsel olarak envanterin yaklaşık % 15-20'sini temsil ederken; değer olarak envanterin % 80'ini temsil etmektedir.

Orta değerli parasal hacme sahip, B sınıf malzemeler, genel olarak adetsel olarak envanterin yaklaşık % 30-35'sini temsil ederken; değer olarak envanterin % 15'ini temsil etmektedir.

C sınıf malzemeler, en düşük parasal hacme sahip malzemeler olup, adetsel olarak envanterin yaklaşık % 50'sini temsil ederken; değer olarak envanterin % 5'ini temsil etmektedir.⁸⁰

⁷⁹ Jaclyn McLean, "Robin Canham, Managing the Electronic Resources Lifecycle with Kanban", *Open Information Science*, Vol.2, 2018, p.35.

⁸⁰ R Mishra, *Materials Management* , Lovely Professional University, Phagwara, Delhi, Excel Books ,2013, s.24

4.4.2.2. Stok Yönetimi

Bir iş kolu veya endüstrisi kesintisiz çalışmayı garanti etmek için genellikle mâkul bir düzeyde stok bulundurur. Geleneksel anlamda, stok zararlı olmasına rağmen gerekli görülür. Çok az olursa pahalı üretim aksamalarına, çok fazla olursa âtıl sığâya neden olur. Stok problemi bu iki uç noktayı dengeleyecek stok düzeyini belirlemektedir.

Stok tutma politikası iki soruya yanıt arar:

- Siparişler ne zaman verilmelidir ?
- Siparişin büyüklüğü ne kadar olmalıdır ?

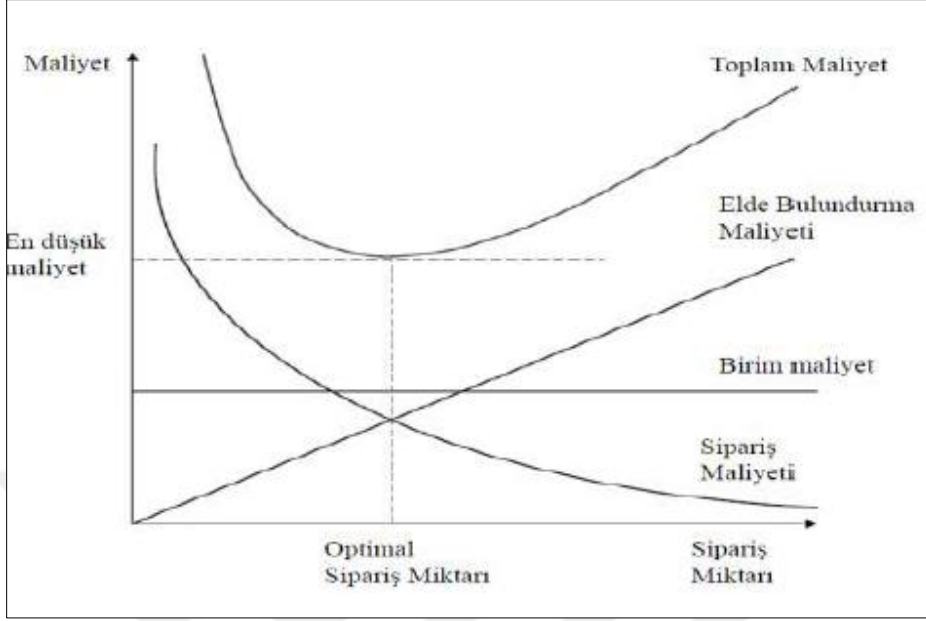
Birinci sorunun yanıtı ekonomik sipariş miktarını verir ve aşağıdaki maliyet modelinin minimum kılınmasıyla elde edilir.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Toplam} \\ \text{stok} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Satınalma} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Hazırlık} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Elde bulundurma} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Elde bulundurmama} \\ \text{maliyeti} \end{array} \right)$$

İkinci sorunun cevabı ise çalıştığımız stok sistemine bağlıdır. Stok sistemi ‘periyodik gözden geçirme’ modelini gerektiriyorsa, yeni siparişin ele geçmesiyle periyotların başlangıcı aynı zamana rastlar. Alternatif olarak, stok sistemi ‘sürekli gözden geçirme’ modelini esas alıyorsa, yeni siparişler yeniden sipariş noktası adı verilen, önceden belirlenmiş bir düzeyin altına düştüğünde verilir.⁸¹

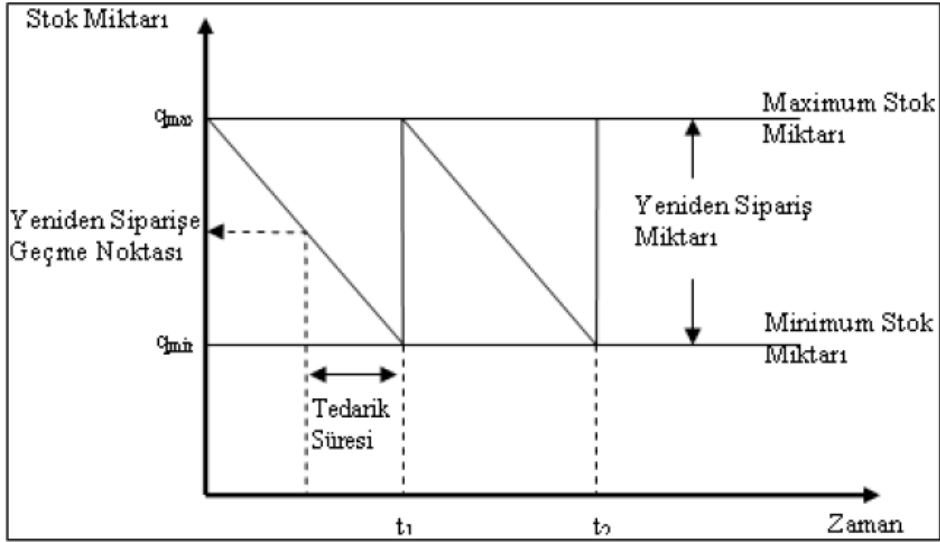
Ekonomik sipariş miktarı modeli Şekil 17’de , yeniden sipariş geçme noktası Şekil 18’de gösterilmiştir.

⁸¹ Hamdy A. Taha, *Yöneylem Araştırması*, Literatür yayınları, 6. Baskı, çev. Ş.Alp Baray- Şakir Esnaf, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, 2000, s. 433



Şekil 17: Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli

Kaynak: Ramazan Yıldız, Ekonomik Sipariş Miktarı Modelinin bir Üretim İşletmesinde belirli bir ürün grubuna yönelik incelenmesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2015



Şekil 18: Yeniden Sipariş Geçme Noktası

Kaynak: Yuriy Smirnov, Reorder point, <http://financialmanagementpro.com/reorder-point/>, 8.10.2018

4.4.3. Gümrükleme

Yabancı bir ülkeyle gerçekleştirilen dış ticaret faaliyetlerinde, ürün veya hizmetlerin gümrüklü sahalardan geçişi sırasında devletle olan ilişki ve işlemlerin yürütülmesi gümrükleme faaliyeti olarak tanımlanır. Genel olarak, temel bir ihracat izni sürecinin iş akışı aşağıdaki gibidir.

- Ürünlerin üretimini tamamlama, paketlenme ve ihracat için hazır hale getirme
- Nakliye organizasyonu
- Konteynerin, yüklerin yükleneceği yerden fabrikaya taşınması veya malların taşıyıcının depolarına teslim edilmesi veya malların yükleme limanına nakli
- İhracat yapan ülkenin mevzuatına uygun olarak gerekli belgelerin hazırlanması
- Kabul edilen kanal vasıtasıyla sevkiyatın gümrük beyannamesinin hazırlanması
- İhracatçı ülkenin gümrük idaresince, gerekirse belge ve / veya malların muayenesinin yapılması
- Malların ihracatçı ülkenin gümrük bölgesinden ayrılması.
- İhracat gümrük beyannamesi ile işlemin kapatılması.⁸²

Fabrika ortamında bir ürünü tedarik etme faaliyeti, tedarikçiye siparişin iletilmesi ile sınırlı değildir. Ürünün teslim şeklinin nasıl olacağı konusunda da ayrıca anlaşılması gerekmektedir.

Uluslararası Ticaret Odası , standart sözleşmeye bu teslim şekillerinin de eklenmesi gerektiğini belirtip, bir ‘ teslim şekilleri standartı ‘ yayınlamıştır. Uluslararası ticarete kullanılan teslimat şekilleri Tablo 8’de belirtilmiştir.

⁸² Betül Eyüboğlu, Gümrükleme Süreci Nedir Nasıl Yönetilir?, <https://www.igeme.com.tr/gumrukleme-sureci-nedir-nasil-yonetilir/>, 5.10.2018

Tablo 8: Uluslararası Ticarete Kullanılan Teslim Şekilleri

		INCOTERMS 2010 KURALLARI											
		SORUMLULUK TABLOSU											
		Ücretler / Masraflar	Paketleme	Yükleme Masrafları	Belirtilen Yere Teslim	İhracat Harç & Vergiler	Yükleme Limanı Terminal Masrafları	İç Taşıma Yükleme	İç Taşıma Masrafları	Sigorta	Varış Limanı Terminal Masrafları	Varış Yerine İç Taşıma	İthalat Harç ve Vergiler
Tüm Taşıma Şekilleri	EXW	Fabrikada Teslim	Alicı & Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı
	FCA	Taşıma Vasıtasının Yanında Teslim	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı
Deniz ve İç Kara Suları	FAS	Gemi Yanına Teslim	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı
	FOB	Gemiye Yükleyerek Teslim	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı
	CFR	Mal Bedeli ve Navlun Ödenmiş	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı	Alicı
	CIF	Mal Bedeli, Sigorta ve Navlun Ödenmiş	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı	Alicı
Tüm Taşıma Şekilleri	CPT	Navlun Ödenmiş	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı
	CIP	Navlun ve Sigorta Ödenmiş	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı
	DAT	Terminalde Teslim	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı	Alicı
	DAP	Belirtilen Noktada Teslim	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Alicı
	DDP	Gümrük Vergileri Ödenmiş Olarak	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı	Satıcı

Kaynak: y.y., incoterms, www.suatransport.com/, 20.10.2018

4.4.4. Nakliye

Üretilen bir ürünün bir yerden başka bir yere fiziksel taşıma işleminin tümüne denilmektedir. Paketleme işi de nakliye sürecinin bir parçası olarak kabul edilmektedir.

4.4.4.1. Paketleme

Ambalajlar, ürünler tedarikçiden müşteriye taşınırken kullanılmaktadır. Bu nedenle dağıtım sürecinin bir parçası olarak kabul edilmektedirler. 2 temel işlevi vardır.

- Ürününün yalnızca açıklamasını değil, aynı zamanda referans numaralarını, üretim seri numaralarını, satış ve kullanım tarihlerini vermek.
- Ürünü, dağıtım sırasında oluşabilecek hasarlardan korumak ve depolama süreçlerinde ürünün içeriğine izinsiz müdahaleleri engellemek⁸³

4.4.4.2 Taşımacılık

Bir ürünün bir yerden bir yere fiziksel olarak yer değiştirmesidir. Karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu taşımacılığı olarak 4' e ayrılır.

4.4.4.2.1. Karayolu taşımacılığı

Çoğu ülkede, karayolları yetkililer tarafından ulusal altyapının bir parçası olarak algılanmakta bu doğrultuda karayolu taşımacılığına etkin bir şekilde kaynak sağlanmaktadır.

Karayolu taşımacılığı, diğer ulaşım araçlarından farklı olarak, bir ürünü bir yerden başka bir yere, mola vermeksizin veya araçtan araca ara aktarma yapmaksızın taşıyabilmektedir. Bu nedenle, diğer taşıma araçları bir gereklilik haline geldiğinde bile, aynı araçta doğrudan teslimat sunma kabiliyeti sağlamaktadır.

Son yıllarda pek çok gelişmiş ülkede karayolu altyapısına önemli yatırımlar yapılmasına rağmen, bu durum karayolu trafiğindeki artışla dengelenerek, birçok şehir ve kentsel alanda ciddi tıkanıklıklara yol açmıştır. Bu durum teslimat hedeflerinin karşılanmasında bir risk teşkil etmektedir.

Karayolu taşımacılığının özellikle otomotiv sektöründeki yaygın uygulamalarından biri de Milkrun sistemidir.

⁸³ John Meredith, a.g.e, s.68

4.4.4.2.1.1. Milkrun Sistemi

Özellikle otomotiv sektörü başta olmak üzere birçok sektörde üretkenliği artırmak, işletme ve yatırım maliyetlerini mümkün olan en düşük seviyede tutmak için yalın teknikler başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Yalın yaklaşımın genel amacı, tipik olarak tedarik zincirindeki katma değer yaratmayan faaliyetleri azaltarak, üretim hiyerarşisinin tüm düzeylerindeki israfları ortadan kaldırmaktır. İşletme içi ve tabanındaki stokları en düşük seviyede tutmak için, bazı yeni lojistik kavramlarına örnek olarak milkrun sistemleri uygulanmaktadır. Bir milkrun, sabit bir rota ve zaman çizelgesi kullanarak, hammadde ve mamul malları teslim eden döngüsel bir taşıma sistemidir.⁸⁴

Çevrimsel ürün taşımacılığı olarak bilinen Milkrun sistemi, Kuzey İngiltere'de başlamıştır. Bu ulaşım sistemi süt ürünü ile ilgili tedarik ve dağıtım sorunlarını çözme amacıyla geliştirilmiştir. Bu sayede kamyonların, sütle dolu şişeleri tedarik etmek için önceden belirlenen bir rotayı izleyerek her istasyonu ziyaret etmeleri sağlanmıştır. Akıllı bir yol planlama sistemi izledikçe, bu kamyonlar ayrıca boş şişeleri de geri dönerken toplamaktaydılar. Bu sistem daha sonra, üretim, dağıtım ve diğer sektörlerde de yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Milkrun sistemi, fabrika içi lojistik için hammaddelerin süpermarketten üretim hatlarına tedarik edilmesinin yanı sıra, imalat ve montaj istasyonları tarafından yapılan komple ürünlerin depoya teslim edilmesinde de sıklıkla kullanılmaktadır.⁸⁵

4.4.4.2.2. Demiryolu taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı, hem ağır hem de yüksek hacimlerdeki malları kara taşımacılığına göre daha az maliyetlerle taşımaktadırlar. Diğer ulaşım türlerine kıyasla, raylı sistemler, nakliye programlarına nispeten daha iyi şekilde uymaktadırlar. Kara taşımacılığına göre yolculuk süreleri daha uzundur. Demiryolu ağlarına bazı

⁸⁴ David Gyulai, "Milkrun Vehicle Routing Approach for Shop-floor Logistics", *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 2013, p.127.

⁸⁵ Ashik Takvir, "Milkrun 4.0" for Smart Manufacturing," *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Volume 3, Issue 2, 2018, p. 125.

Avrupa ülkelerinde, özellikle de Fransa ve Almanya'da önemli ölçüde yatırım yapılmışken, diğer gelişmiş ülkeler ise nispeten daha az yatırım yapmışlardır.⁸⁶

4.4.4.2.3. Denizyolu taşımacılığı

Taşıma faaliyetleri tarihsel olarak önce deniz yoluyla başlamıştır. Dünyanın ¾ ü sularla kaplı olup, tarihte ilk yerleşmeler su kenarlarında gerçekleşmiştir. Böylelikle taşımacılıkta ilk olarak denizyolu kullanılmıştır.

Dünya ticaretinin % 92'si deniz taşımacılığı ile gerçekleşmektedir. Denizyolu taşımacılığının tercih edilme nedenleri arasında öncelikli olarak düşük maliyetli ve güvenli olması yer almaktadır.

Taşıma sürelerinin uzunluğu, limanlarda yaşanan alt yapı yetersizliği, hava koşullarına bağlı olarak taşıma riski de denizyolu ile taşıma şeklinin olumsuzlukları arasında yer almaktadır.

Denizyolu kullanımının artırılması için özellikle limanların altyapılarının iyileştirilmesi, karayolu ve demiryolu ile olan bağlantılarının artırılması, bu doğrultuda gerekli olacak gemi sayısının karşılanması gerekmektedir.

4.4.4.2.4. Havayolu Taşımacılığı

Günümüzde havayolu taşımacılığı daha çok özellikli ürünlerin taşınmasında tercih edilmektedir. Bu ürünler arasında yaş sebze ve meyve, kesme çiçek gibi taşınmasında donanımlı araç gerektiren ürünler yer almaktadır.

Bu taşımacılık türünün seçilmesindeki en temel etken hız faktörüdür. Böylelikle depolama maliyetlerinde de düşüş söz konusudur. Diğer tercih nedenleri ise; sunulan hizmette sıfır hatanın hedeflenmesi, pazar değeri yüksek ürünler için güvenilir olması, ürünlerde kayıp ve fire oranlarının düşük olması, kayıp risk oranının düşüklüğü nedeniyle sigorta maliyetleri üzerinde olumlu etki yaratmasıdır.

Bunun yanında birim taşıma maliyetleri, diğer taşıma türlerine göre oldukça yüksektir. 500 kilometreden daha uzak mesafeler için elverişlidir. Hava alanlarının şehirden uzaklığı, depoların teknik yetersizliği ve yetersiz sığa ile çalışmaları bu tip taşımacılığın tercih edilirliğini azaltmaktadır.⁸⁷

⁸⁶ John Meredit Smith, a.g.e, 63-64

⁸⁷ Ersin Turan, Nakliye Sektöründe Taşıma Türleri, <https://webnak.com.tr/blog/nakliye-sektoru-tasima-turleri/>, 10.10.2018

Taşıma türlerinin karşılaştırması Tablo 9’da yapılmıştır.

Tablo 9: Taşıma Türlerinin Karşılaştırılması

	Karayolu	Demiryolu	Denizyolu	Havayolu
Maliyet	orta	görece az	az	yüksek
Hız	orta	fazla	az	fazla
Güvenilirlik	şehirlerde yavaş	görece fazla	fazla	fazla
Kapasite	düşük	fazla	fazla	düşük
Çevreye etkisi	çok	görece az	az	görece fazla
Aktarmasız direkt taşıma	evet	tam olarak değil	tam olarak değil	tam olarak değil
Hükümetlerin desteği	evet	bazı ülkelerde	tam olarak değil	tam olarak değil

Kaynak: John Meredith Smith, Logistics & the Out-bound Supply Chain, Manufacturing Engineering Modular Series, Penton Press, 2002, s.63-64

4.4.5. İç Lojistik

İç lojistik kavramı, depo veya fabrikadaki malzemelerin taşınmasıyla ilişkilidir. Tesis yerleşimi, malzeme taşıma araçları, depodaki stok alanları, sipariş toplama stratejileri, malzeme taşıma araçlarının hareketine ilişkin operasyonel kurallar, iç lojistiği etkileyen etmenlerdir .

Her bir faaliyetin tipik bir depoda işletim maliyeti farklıdır. Ancak genel olarak idari kabul süreci maliyetlerin %15’ini, depolama süreci maliyetlerin %20’sini, sipariş toplama süreci maliyetlerin %50’sini ve sevkiyat da maliyetlerin %15’ini içermektedir .

İç lojistik sisteminin tasarlanmasında malzeme taşıma araçlarının seçilmesi de büyük önem arz etmektedir. Temel olarak malzeme taşıma araçları; forkliftler, transpaletler, çek çek araçları, trenler, konveyör ağı ve otomatik yönlendirmeli araçlardan oluşmaktadır.

Genel olarak endüstriyel bir işletmede malzeme taşıma faaliyeti; çalışanların sayısı açısından tüm personelin %25’ini, kullanılan alan açısından tüm fabrika alanının %55’ini ve işlem süresi açısından da toplam üretim süresinin %87’sini içermektedir.

İlgili yüzdelerden de anlaşılacağı üzere iyileştirme yapılabilecek, israflardan arındırılabilir geniş bir alan bulunmaktadır.⁸⁸

4.4.6. Depolama

Tedarik zinciri yönetiminde depolama işlemi, ürünlerin fabrika içinden müşteriye gönderilmesi periyodu ile sınırlanmasına rağmen, ürün güvenliğini sağlaması açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Depolar, genellikle ihracatçılar, ithalatçılar, toptancılar, üreticiler vb. tarafından kullanılır. Depolar kamyonları yüklemek ve boşaltmak için yükleme araçları ile donatılmıştır, mal taşımak için vinç ve forkliftlere sahiptir ve ayrıca ürünler palet raflarına ISO standartlarındaki paletler ile yerleştirilir. Depolar, firmaların maliyet seviyeleri ve müşteri hizmetleri açısından başarıya ulaşmasını sağlamak için tedarik zincirlerinde temel rol oynamaktadır.

Depolardaki mevcut bir sorun, kullanılan eski ve geleneksel yöntemlerin oldukça kalabalık ortam koşulları ile birleştirilmesidir. Bu, çok yavaş malzeme hareketine neden olmakla birlikte aynı zamanda stok tutma maliyetlerinde ve işletme maliyetlerinde artışa yol açmaktadır. İşletmeler bu artışın maliyetlerini kabul etmek istemedikleri için de her zaman yeni ve daha iyi yöntemler için bir talep oluşmaktadır.⁸⁹

4.4.6.1. FIFO

FIFO, yani First-In-First-Out (İlk giren ilk çıkar) yöntemi, stok yönetiminde oldukça etkili olan bir depolama tekniğidir. FIFO için temel kavram, hazırlanan ve depoya yerleştirilen ilk ürün grubunun satılan veya çıkarılan ilk ürün olması gerektiğidir. Çoğu ambar taşımacılığında, FIFO kuralı, teslimat emirleri akışı için kullanılır. FIFO paradigması, her siparişin kendi önceliğine sahip olduğu durumlar için uygun değildir.⁹⁰

⁸⁸ Ayşegül Koçan, *İç Lojistikte Setleme / Sıralama Sistematiğinin Tasarımı ve Otomotiv Sektöründe bir Uygulama*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 2014, s.46

⁸⁹ Azianti Ismail, *Improvement of Worksite Control in Warehouse*, 5th International Symposium on Technology for Sustainability, At UiTM Shah Ala, Malaysia, 2015, p.1.

⁹⁰ Azianti Ismail, a.g.m. , p.1.

4.5. LOJİSTİK BİLGİ İŞLEM TEKNOLOJİLERİ

Tedarik zincirinde kullanılan çeşitli bilgi işlem teknolojilerinin avantajları şu şekildedir;

- Tedariğin her bir aşamasında anlık veri aktarımı
- Bilgi kullanılabilirliği ve görselleştirme sağlanması,
- Geliştirilmiş tedarik zinciri ağı
- En aza indirilmiş gecikme süreleri
- Tedarik zincirinin her aşamasında yerel ve küresel bazda iletişim
- Bilgi aktarım sorununun azaltılması
- Mal dağıtım hizmetini iyileştirmek
- Mağazalarda stok durumunu korumak
- Koordinasyon ve bilgi paylaşımı
- Sipariş takibi ve teslimat koordinasyonu
- Stok seviyesi üzerinde daha fazla kontrol sahibi olma

4.5.1. EDI

EDI (Electronic Data Interchange), kurumlar arası iş verilerini elektronik yollarla iletmek için kullanılan standart bir formattır. Elektronik belgelerin veya iş verilerinin bir bilgisayar sisteminden diğerine, kağıt bazlı siparişler, onaylar ve ticaret ortakları arasındaki faturalar için elektronik eşdeğer olarak aktarılması amacıyla kullanılır.

Tedarik zinciri yönetimi için elektronik veri değişimi sistemini kullanmanın çeşitli önemli nedenleri;

- Doğruluk ve verimlilik artışı
- Yazı ve kağıt işçiliğinin azaltılması
- Stok azaltılması
- JIT sistemlerinin kolaylaştırılması
- Fonların elektronik transferi
- Operasyon kontrollerinin geliştirilmesi

- Faturalandırma olanaklarının iyileştirilmesi olarak belirtilebilir.

4.5.2. Barkod Sistemi

Barkodlar, makineler tarafından okunmaya uygun bir biçimde bir numara veya kodun gösterilmesidir. Tedarik zinciri boyunca, süreçlerin her aşamasında ürünleri tanımak ve takip etmek için geniş çapta kullanılmaktadır. Barkodlar, yatay ya da dikey bir sıraya dizilen bir dizidir. Örneğin, bir depoda alınan ürünler depo yönetim sistemi tarafından tanımlanabilir ve depoda stoklara eklenebilir. Barkod tarayıcıları, süpermarketlerin ve hipermarketlerin çıkışlarında sıklıkla görülebilir. Burada kod, ürün adını ve üreticisini belirtmektedir. Barkod kullanımının çeşitli avantajları şu şekildedir;

- RFID etiketlerinden çok daha küçük ve daha hafiftir ve bu nedenle kullanımı daha kolaydır.
- RFID etiketlerine kıyasla daha ucuzdur
- Barkodlar, yerleştirildikleri çeşitli materyallerde aynı hassasiyetle çalışır.
- Barkodlar, ticari ürünler için norm olduklarından dünya çapında bir teknolojidir.
- Barkodlar hemen hemen her ögede bulunur ve kullanımı ile ilgili hiçbir gizlilik sorunu yoktur.⁹¹

4.5.3. RFID

Radyo Frekans Tanımlama Teknolojisi (RFID), ürünü radyo dalgaları aracılığıyla tanımlayan ve izleyen bir ürüne yapıştırılmış bir etiketi içerir. Bu teknolojinin üç bölümü vardır:

- Tarama anteni
- Verileri yorumlamak için bir kod çözücüye sahip bir alıcı-verici
- Bilgi ile önceden ayarlanmış bir RFID etiketi.

⁹¹ Sushil Kumar Choudhary , “Study about the Types of Information Technology Service for Supply Chain Management”, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, Vol.2, 2016, pp.1-4

Tarama anteni, RFID etiketi ile bir iletişim aracı sağlayan bir radyo frekans sinyali gönderir. RFID etiketi tarama anteninin frekans alanı içinden geçtiğinde aktivasyon sinyalini tespit eder ve bilgi verisini tarama anteni tarafından alınacak olan mekanizma içine aktarır.

RFID sistemi, tedarik zinciri yönetiminde büyük bir ilerleme noktası olmakla birlikte; işletmelerin bu teknolojiyi başarılı bir şekilde uygulamak ve entegre etmek için önemli ölçüde ön planlama ve test yapmaları gerekmektedir. RFID sisteminin bazı avantajları şu şekildedir;

- RFID etiketlerinin tarayıcının bir görüş alanında konumlandırılması gerekmez.
- RFID etiketleri barkodlardan daha hızlı okunabilir.
- RFID etiketleri çok daha büyük mesafelerde çalışabilir; bilgi bir etiketten 300 ft'ye kadar okunabilir.
- Yüksek güvenilirlikli bir sistemdir.
- RFID etiketleri, ürün bakımı, nakliye tarihleri ve son kullanma tarihleri gibi büyük bir veri havuzunu taşıyabilir.
- Sistem kurulduktan sonra oldukça az insan katılımı ile çalıştırılabilir.
- RFID etiketlerinin tekrar kullanılabilinmesi mümkündür.⁹²

4.6. YEŞİL LOJİSTİK

Lojistik sektörü, mal ve hizmetlerin başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar planlama, düzenleme, uygulama ve kontrol etme yoluyla müşteri ihtiyaçlarını karşılaması gereken oldukça karmaşık bir sektördür. Lojistik fonksiyonları, malzemelerin taşınması, depolanması, elleçlenmesi, ambalajlanması ve bilgilerin işlenmesini kapsamaktadır. Dünya Ekonomik Forumu, lojistik kaynaklı sera gazı emisyonlarının küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 5,5'ini oluşturduğunu tespit etmiştir. Verimsiz lojistik operasyonlar, çevre ve insan sağlığı üzerinde negatif etkiler barındırmakta ve bu da büyük sera gazı emisyonu, kirlilik, gürültü, atık ve önemli yakıt tüketimi gibi birçok çevresel sorunlara yol açmaktadır. Buna karşın, pek çok araştırmacı

⁹² Sushil Kumar Choudhary , a.g.m. , s.4

etkili ve verimli bir yeşil tedarik zinciri yönetimi ve yeşil lojistiğin şirketlerin ekonomik, çevresel, operasyonel ve sosyal performansı açısından olumlu olabileceğini belirtmiştir. Dahası, çeşitli yeşil lojistik uygulamaları, olumsuz çevresel etkileri önemli ölçüde azaltabilir ve maliyet azaltma, enerji tasarrufu ve rekabet edebilirliği geliştirebilir veya artırabilir.⁹³

Yeşil işletme, çevre dostu olarak değerlendirilen iş uygulamaları olarak tanımlanabilir iken; yeşil lojistik ise, lojistik endüstrisinin ekolojik etkisini daha geniş bir çevreye yayma girişimlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Yeşil lojistik uygulamalarının çeşitli yararlarına örnek olarak;

- Karbondioksit emisyon azaltımı
- Rekabetçi avantaj elde etme
- Düzenlemelere uyum sağlama ve riskleri azaltma
- Kalite ve ürünlerde iyileştirmeler
- Sevkiyat ve taşıma işlemlerinde iyileştirmeler⁹⁴

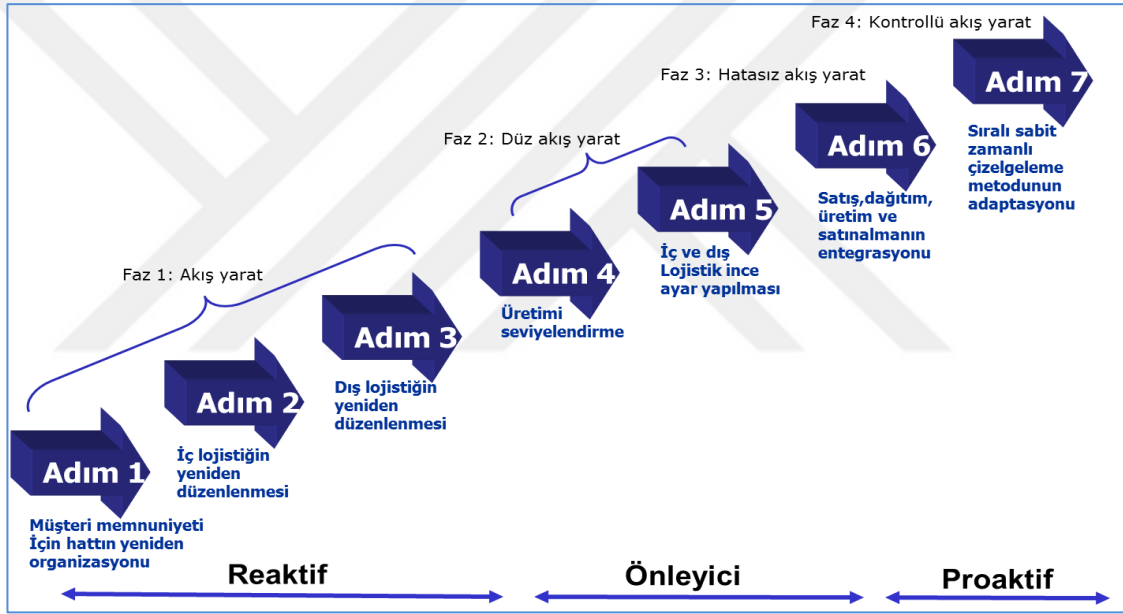
⁹³ Dong-Fang Wang , “The Green Logistics Impact on International Trade: Evidence from Developed and Developing Countries” , *Sustainability*, Vol.10., 2018, pp.1-2.

⁹⁴ Madhushree L. M., Revathi R., Aithal P. S. ,” Competitive Strategies in Green Business-A Case Study on Aegis Logistics Ltd” , *International Journal of Case Studies in Business, IT and Education (IJCSBE)*, 2018, pp.2-6

5. BÖLÜM

LOJİSTİK UYGULAMASI

Bu bölümde WCM'in lojistik alanına uygulaması ele alınmıştır. Uygulama Bursa'da otomotiv sektöründe çalışan uluslararası bir firmada yapılmıştır. Lojistik birimi, yedi aşamadan oluşan aşağıdaki süreçler üstünden, yedinci ve en son aşamada, tedarikçilerden sıralı malzeme tedarikine, fabrika içerisinde sıralı üretime ve müşteriler için sıralı sevkiyatlar yapma hedefine ulaşmaya çalışmaktadır. Lojistikteki yedi aşama Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19: Lojistik'teki yedi aşama

Yapılan uygulama çalışmasında, aşağıda belirtilen teknikler kullanılmıştır.

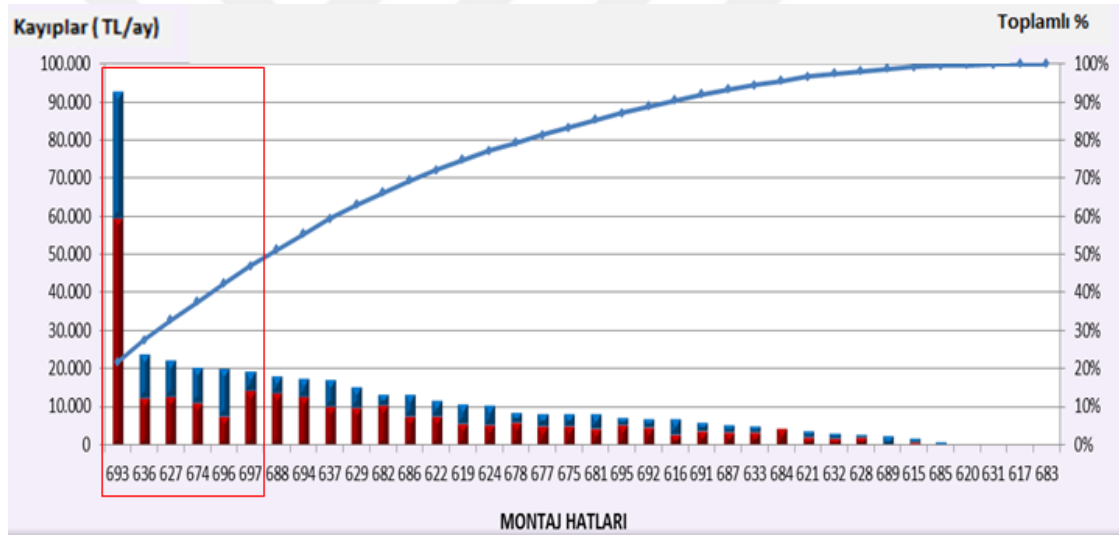
- ABC Analizi
- 5 Neden Analizi
- Kanban
- İş ve Zaman Etüdü
- Spaghetti Diyagramı
- Altın Alan Analizi
- Değer Akış Haritalama

5.1. AŞAMA 0, UYGULAMA ALANIN SEÇİMİ

WCM' in 10 teknik biriminden biri olan, maliyetlerin yayılımı birimiyle beraber, yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, uygulama alanına üretim kayıplarının en çok olduğu hatlar göz önünde bulundurularak karar verilir.

Hatların tümünün kayıpları sıralandığında toplam kayıpların;

- % 50'sine sahip olan hatlar, AA sınıfı
- % 50 ile % 70 arası hatlar A sınıfı
- % 70 ile % 90 arasındaki hatlar B sınıfı
- % 90 ile % 100 arasındaki hatlar C sınıfı olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 20: Hatların Kayıpları

Grafikte görülen kırmızı renkli kayıplar, değer katmayan faaliyetlerden; mavi renkli kayıplar ise dengeleme kayıplarından gelmektedir.

693 nolu hattın kaybının en çok olduğu görülmüş ve bu doğrultuda bu hat uygulama alanı olarak belirlenmiştir.

5.1.2. Hattın Mevcut Durum Analizi

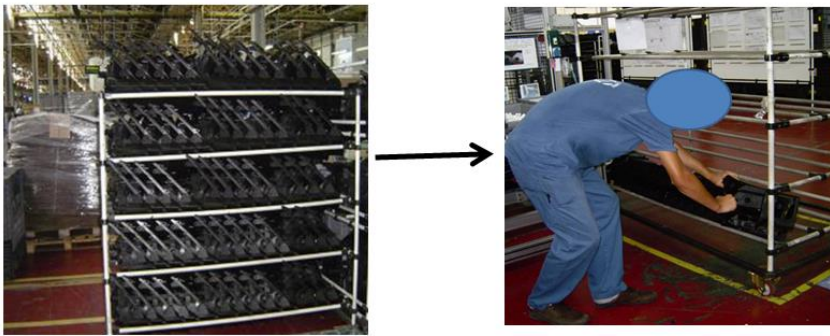
Mevcut durumla ilgili aşağıdaki gözlemlerde bulunulmuştur:

- Kutu içi adetler, hattın saatlik kullanımına göre yüksektir.
- Hattın yanında karton kutulu veya poşetli malzemeler vardır.
- Üretim operatörleri, parçaları büyük ölçülerdeki paketlemelerden standart sürelerde alamamaktadır.
- Üretim operatörlerinin eğilmeleri ergonomik açıdan uygun değildir.
- Lojistik operatörleri, getirdikleri malzemeleri hattın yanına karışık şekilde bırakmaktadır.
- Üretim operatörleri, hattın yanında bırakılan malzemeler içinden ihtiyaçları olan malzemeyi arayarak bulmaktadırlar.

Montaj Hattında kullanıldığı haliyle paketlemelerden bir kaç örnek Şekil 21 ve Şekil 22’de verilmiştir.



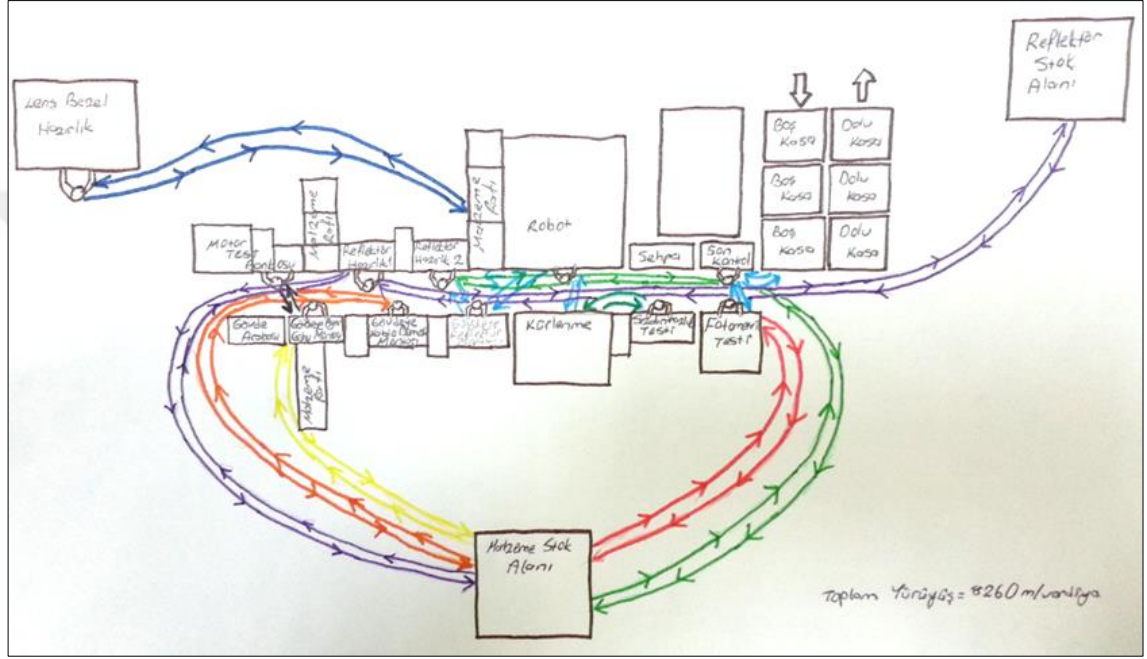
Şekil 21: Hattın yanına karışık şekilde bırakılan malzemeler



Şekil 22: Üretim operatörlerinin parçaları alma ergonomisi

5.1.3.1.Üretim hattındaki operatörlerin yürüme analizleri

Kullanılacak olan malzeme, forklift operatörlerince hat yanına bırakılan paletlerin içinden üretim operatörlerince alınmaktadır. Bu süre zarfında hat içinde oluşan yürüme Şekil 23’de gösterilmiştir. Her bir ayrı renk ayrı operatörün hareketlerini temsil etmektedir.



Şekil 23: Üretim Operatörlerinin Yürüme Analizi

Üretim operatörleri hattın yanına bırakılmış olan malzemeleri almaya yürüyerek gitmektedir. Bu yürüme 8.260 m/ vardiya büyüklüğüdür.

Normal bir insanın yürüme hızı 5 km/saat kabul edilmektedir. Buna göre bir vardiyada 1,6 saatlik yürüme kaybı vardır. En çok yürüme, en fazla hacme sahip olan kutu içi miktarlarının en az olduğu içeride üretilen yarımamul parçalarda görülmektedir. Bunlara ek olarak giriş ambarından gelen, yarımamullere göre nispeten daha küçük olan malzemelerde ise malzemeyi arama , kutudan kutuya aktarma gibi kayıplar daha çok görülmektedir.

5.2. AŞAMA 1 , HAT YANINDAKİ ÇALIŞMALAR

Bu aşamada yapılacak faaliyetler aşağıda belirtilmiştir.

- 5S faaliyetleri
- Malzeme sınıflandırma
- Standart paketleme
- Sabit yer
- Standart gösterim
- Sabit miktar
- Standart renkler

5.2.1. 5 S Faaliyetleri

Yapılan 5S faaliyetleriyle hattın yanındaki gereksiz olan herşey atılacaktır. Tanımlamalarla ve aranılanın kolaylıkla bulunabildiği bir ortam oluşturulup, karmaşa giderilmeye çalışılacaktır.

Aşağıdaki bir örneği verilen 5S faaliyetleri hattın tümüne uygulanmış ve hattın kirlilik kaynakları Şekil 25’de ortaya koyulmuştur. Bitmiş ürün kasasında kullanılan ara seperatörler hattın yanında çok fazla olduğu için ek alan kaplamaktadır. İyileştirme kapsamında bitmiş ürün kolilerine bir cep takılarak o kasada kaç adet ara seperatör kullanılıyorsa yalnızca o kadar seperatör koyulmaya başlanmıştır.

ÖNCE



SONRA



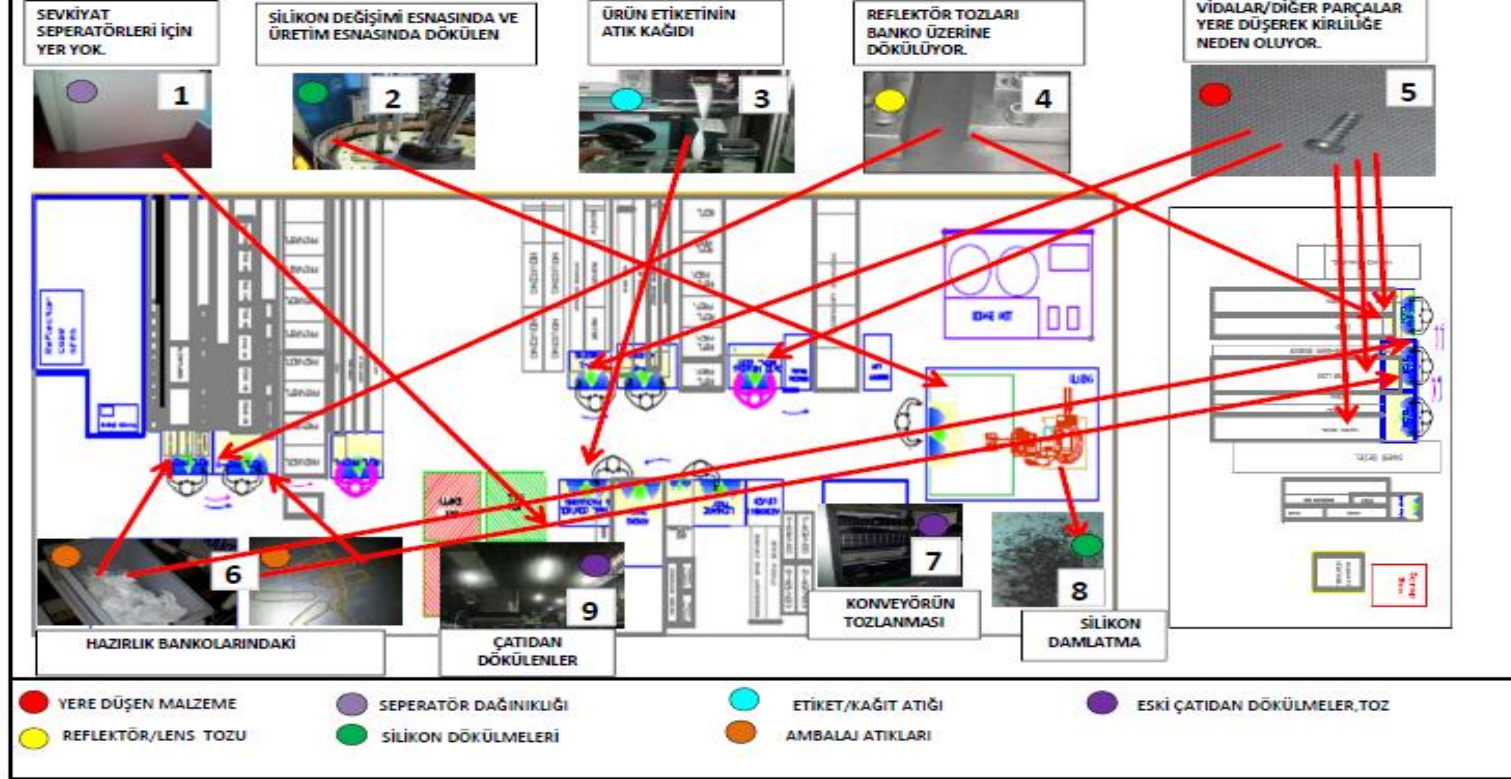
Şekil 24 : Örnek bir 5S Çalışması

KİRLİLİK KAYNAKLARI HARİTASI

KİRLİLİK KAYNAĞI ADEDİ 14 ADET

KİRLİLİK KAYNAĞI ÇEŞİDİ 7 ADET

GÖRSEL TANIMLAMA



Şekil 25 : Hattaki Kirlilik Haritası

5.2.2. Malzeme Sınıflandırmalarının Yapılması

5.2.2.1. Hacimli Malzeme

Eğer bir malzeme 60*40*40 cm kasaya 1 tane sığıyorsa, bu malzeme ‘ hacimli malzeme’ olarak tanımlanmaktadır.

5.2.2.2. Pahallı Malzeme

Bir hatta beslenebilecek malzemeler, fiyata göre büyükten küçüğe sıralanıp; ilk % 50’ lik kısmını oluşturan malzemeler alındığında pahallı malzemeler bulunmaktadır.

5.2.2.3. Sık Değişen Malzeme

Montaj hattındaki bir rafın bir gözüne altı farklı malzeme besleniyorsa bu rafa koyulan altı adet malzemenin herbiri sık değişen malzeme olarak tanımlanmaktadır.

5.2.2.4. Ucuz ve Küçük Malzeme (C sınıfı malzeme)

Vida gibi ucuz ve çok küçük malzemeler bu gruba girmektedir.

5.2.2.5. Normal Malzeme (B sınıfı malzeme)

Yukarıdaki sınıflara girmeyen malzemeler, normal malzeme olarak adlandırılmaktadır.

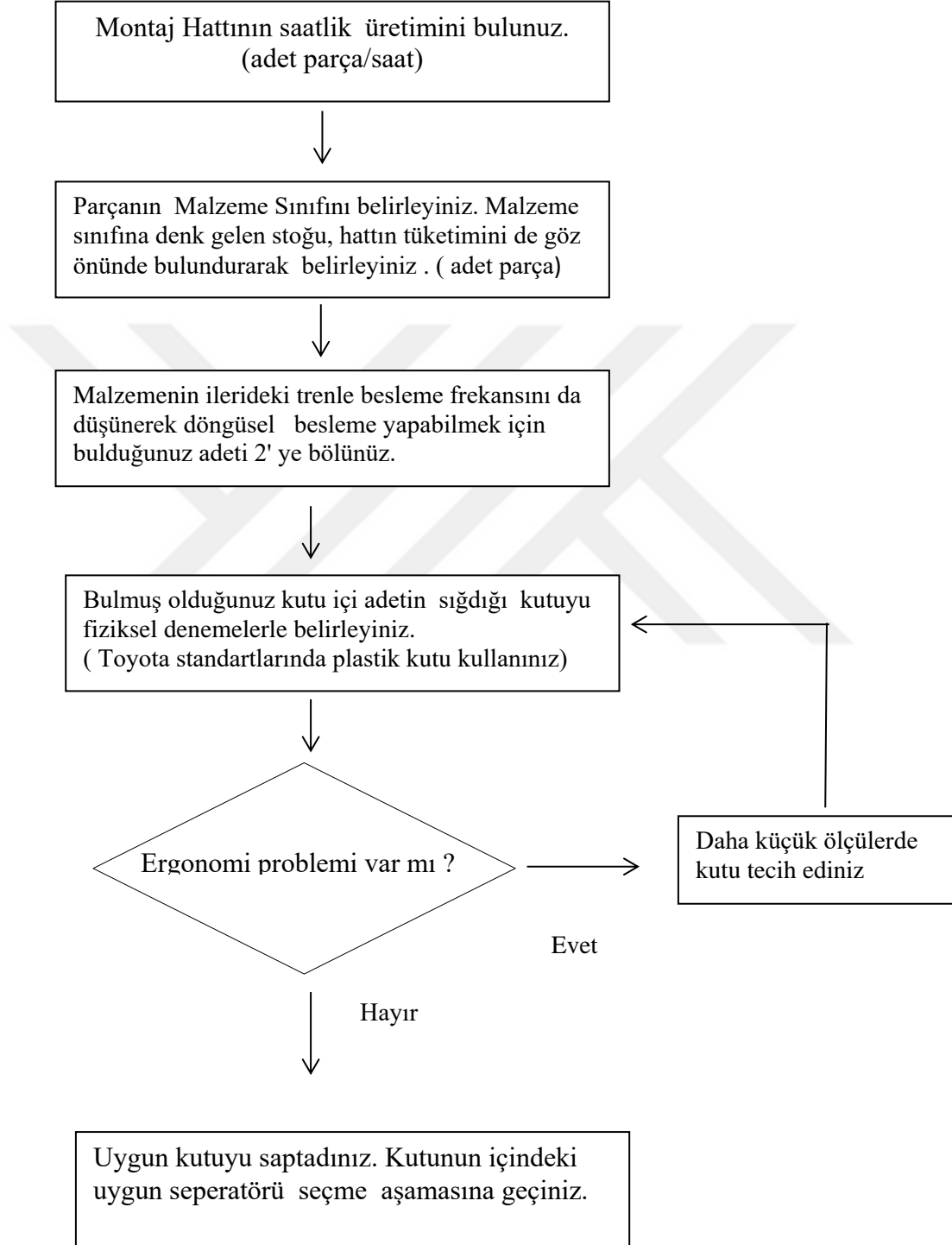
Hacimli, pahallı ve sık değişen malzemelerin her bir eşleştirmesinde ayrı bir malzeme sınıfı oluşmaktadır. Tablo 10’da malzeme sınıfları ve bu malzemelere ait hat yanı stok hedefleri belirtilmiştir.

		HACIMLI	PAHALLI	SIK DEGIŞEN	Hat Yanı Stok Hedefleri
AA	AA1	X	X	X	0,5 saat
	AA2	X	X		
	AA3		X	X	
	AA4		X		
A	AB1	X		X	0,5 saat
	AB2	X			
	AC			X	
B	B				4 saat
C	C				16 saat

Tablo 10: Malzeme Sınıfları ve Hat Yanı Stok Hedefleri

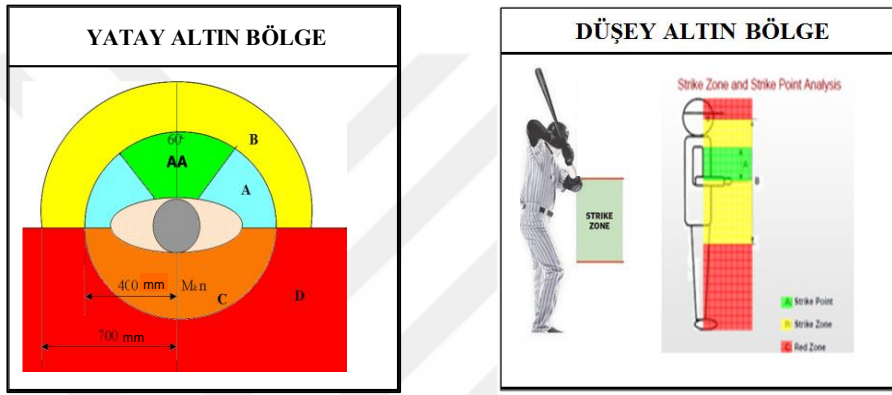
5.2.3. Paketlemelerin İyileştirilmesi

Aşağıdaki algoritma takip ederek uygun paketlemeler belirlenmeye çalışılacaktır.



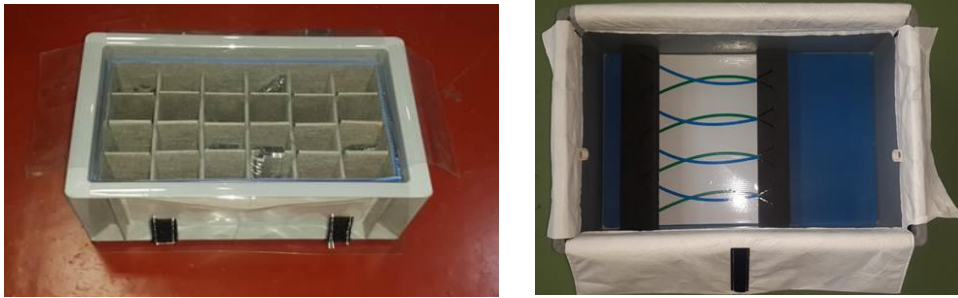
5.2.3.1. Ergonomi

Gün boyu aynı işi yapan üretim operatörlerinin, montajını yapacakları malzemeleri ergonomik noktalardan almamaları, hem operatör sağlığı hem de vardiya sonunda yorulmaların oluşmasına bağlı, standart sürenin üstünde üretim yapmalarına yol açmaktadır. Bu nedenle belirlenecek kutu ölçülerinin, ergonomik bölgelere girebilecek küçüklükte olması gerekmektedir. Ergonomik bölgeler, Şekil 26'da yatay ve düşeyde yeşil renk ile gösterilmiştir.



Şekil 26 : Yatay ve Düşey Altın Bölgeler

Büyük taşıma arabaları yerine küçük adetlerle taşımaya olanak sağlayan ergonomik kutulara ait iyileştirmelerinden birkaç örnek Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27: Paketleme İyileştirmeleri

5.2.4. Sabit Yer

İlk durumda malzemelerin hattın yanındaki karışık yerleşimi Şekil 28’de gösterilmiştir.



Şekil 28 : Montaj Hattındaki Malzemeler

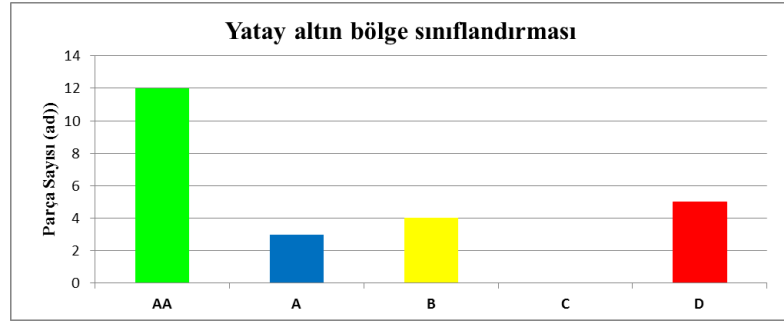
Montaj hattı için uygun paketlemeler belirlendikten ve her bir malzemeden hat yanında kaç kutu ihtiyacı olduğu hesaplandıktan sonra; hattın üretim operatörleri tarafında da, operatörlerin kullandıkları malzemeyi hep aynı yerden almaları gerekir ki, standart işlem sürelerine ve uygun ergonomik koşullara erişilebilsin.

Bu doğrultuda montaj hatlarına kayar rulolardan oluşan ekipmanlar kullanılarak raf yapılması gerekmektedir. Model bir hatta yapılmış malzeme rafları Şekil 29’da görülmektedir.

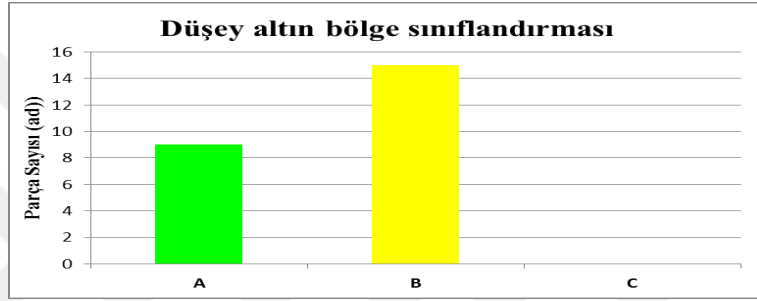


Şekil 29: Malzeme Rafları Yapılmış Montaj Hattı

Raf yapımı sonrası operatör parça alma yerlerindeki son durum aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 30: Hattaki Yatay Altın Bölge Durumu



Şekil 31: Hattaki Düşey Altın Bölge Durumu

5.2.5. Standart Gösterim

Montaj hattına beslemesi yapılan farklı malzemeler vardır. Hangi malzemenin hangi rafa yükleneceğinin karıştırılmaması gereklidir. Bu nedenle her rafın arkasına, lojistik operatörünün kutuyu nereye yüklemesi gerektiğini anlayabilmesi için malzeme etiketi asılmıştır.



693 Hattı		HAVALANDIRMA BORUSU	
Malzeme Kodu		03913077600000	
Kutu Tipi		Operasyon	
KP20		30	
Max	Min		
4	2		

Şekil 32: Montaj Hattındaki Raflar ve Raf Etiketi

5.2.6. Fabikanın Parsellere Ayrılması

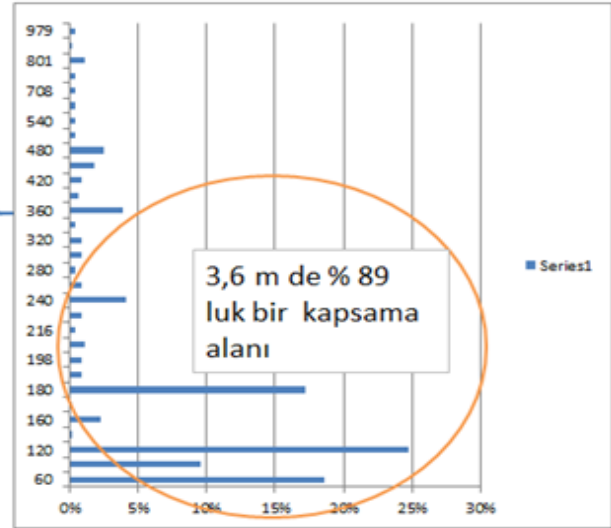
Model alanda başlayan raf çalışmalarının fabrikanın tümüne doğru bir şekilde yayılması için öncelikle fabrika alanının doğru parsellere ayrılması gerekmektedir.

Zira, hatlara raf yapılması için hatların mevcut parsellerinin değişmesi gerektiği model alandaki çalışmada görülmüştür. İleriye dönük olarak da fabrika içindeki malzeme beslemelerinde kullanılan ekipmanın forklift yerine trene dönüş yapılacağı için ara yollar 3,5 m den 2,5 m ye düşecektir.

Bu kısımda öyle bir dikdörtgen ölçüsü ortaya koyulmaya çalışılacaktır ki, bu dikdörtgen ölçüsü; fabrika için bir standart olacak ve bu alan ileride devreye girecek yeni projelerde de yeterli bir alan olacaktır. Bu aşamada fabrikanın yerleşim şablonu ortaya çıkmış olacaktır.

5.2.6.1. Raf Uzunluklarının Gruplanması

Raf Uzunluğu (cm)	Raf Sayısı (adet)	Raf Sayısı (Yüzde)
60	81	19%
90	42	10%
120	108	25%
129	1	0%
160	10	2%
172	1	0%
180	75	17%
195	4	1%
198	4	1%
200	5	1%
216	2	0%
222	4	1%
240	18	4%
267	4	1%
280	2	0%
300	4	1%
320	4	1%
356	2	0%
360	17	4%
400	3	1%
420	4	1%
445	8	2%
480	11	3%
528	2	0%
540	2	0%
600	2	0%
708	2	0%
780	2	0%
801	5	1%
960	1	0%
979	2	0%
4800	4	1%
alt toplam	436	100%

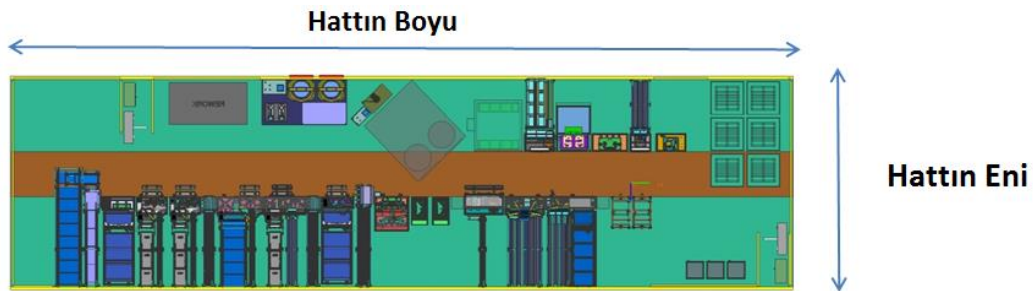


Şekil 33: Raf Uzunluklarının Histogramı

Rafların uzunluklarına bakarak, kritik bir karar verilmesi gerekmektedir. Eğer tek kriter, gerekli stok adetini hatta koymak olarak alınırsa, alan anlamında kaynak israfı yapmış olur. Zira 4 adet malzeme için de 48 metre uzunluğunda raf gerekmektedir. Bunun yerine yığılmanın olduğu bir aralık saptayarak ilerlemek tüm süreçler düşünüldüğünde daha dengeli bir yaklaşım olacaktır. Rafların % 90'nı 360 cm uzunluğundadır. Bu nedenle hatlar için bu değer temel alınması gerekmektedir. Geriye kalan malzemeler için, teknolojik yatırım gerektiren çift katlı otomatik besleme çözümü devreye alınmalıdır. Çift katlı otomatik beslemelerde, bir raftan üst üste 2 kutu gönderilmekte; operatör ise sanki tek katlı rafmış gibi çalışabilmektedir. Böylelikle kapsam dışında bırakılan malzemelerin raf uzunlukları yarı yarıya düşeceği için kapsama alanı % 98'e ulaşmış olacaktır.

5.2.6.2. Montaj hattındaki Ekipmanların Alan İhtiyacı

Hatların kurulacağı dikdörtgen genişliklerinin hesaplanması, üretilen ürüne göre değişebilir. Bu çalışmadaki ölçüler bu çalışmaya özgüdür. Her fabrika kendi ürün gamına göre bu çalışmayı uyarlamalıdır. Ancak U tipi / I tipi hücresel montaj hatlarının tümünün yerleşim mantığı bu şekildedir.



Şekil 34: U şeklindeki bir montaj hattının üstten görünümü

Hattın en uzunluğunun hesabı şu şekilde yapılmaktadır:

Hattın enini belirleyen en önemli etken raf uzunluklarıdır. Bu raf uzunlukları bir önceki hesapta, 360 cm olarak belirlenmiştir. Diğer bir etken, banko ölçülerinden gelen

banko derinliğidir. Operatörlerin elinin yetişme mesafesine bağlı olarak bu derinlik 80 cm den fazla olmamalıdır. Zira "altın bölge" denilen operatör uzanma mesafelerinden daha fazla olan derinlikler, çalışan ergonomisini bozduğu için üretim zamanları bu durumdan olumsuz etkilemektedir. Bunun dışındaki diğer bir etmen operatörlerin daha rahat çalışabilmesi için gerekli olan operatör boşlukları ve üretilen ürüne has ekipman etkileridir.

Hattın En Hesabı:

Etkenler	Birim (cm)	Adet	toplam
Raf Uzunluğu	360	2	720
Banko Derinliği	80	2	160
Operatör Çalışma Alanı	100	2	200
Fırın Etkisi	120	1	120

Not: U tip yerleşim olduğu için bazı Etkenler simetrikdir . Bu yüzden bazı etmenler 2 ile çarpılmıştır.

Alt Toplam

12	m
----	---

Hattın boy hesabı şu şekilde yapılmaktadır:

Montaja dayalı üretimin yapıldığı hatlarda, müşteri hızını yakalayabilmek için montaj operasyonları banko adındaki alt istasyonlara bölüştürülür. Ürünün üretim teknolojisine bağlı "fırın", "test bankoları" gibi ek istasyonlar; görsel yönetim beklentileri, hattın yanında verimlilik takibinin yapıldığı panolar gibi ek unsurlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Hattın boy Hesabı:

Etkenler	Birim (cm)	Adet	toplam
Banko Sayısı	80	12/2	480
Fırın Etkisi	200	1	200
Test Bankoları	150	1	150
Bitmiş Ürün Kasası	120	2	240
Raf Etkisi	40	10/2	200
Hat Durum Panoları	140	1	140

Not: U tip yerleşim olduğu için bazı etkenler simetrikdir . Bu yüzden bazı etmenler 2 ye bölünmüştür.

Alt Toplam

14,1	m
------	---

Montaj hatlarına malzeme dağıtan trenlerin aynı anda iki tanesinin yan yana geçebilmesi, beklemeleri yok ederek verimsiz çalışmalarının önüne geçecektir. Bu nedenle trenin taşıdığı en büyük kasa enleri baz alınarak bir trenin 1,2 m den geçebileceği; 2 tren için 2,4 m lik bir yol olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. 10 cm lik bir emniyet payıyla beraber Yaya yürüyüş yolları için 80 cm lik standart bir pay da göz önünde bulundurulmalıdır.

Yol ve Yaya Genişliklerinin belirlenmesi:

Etkenler	Birim (cm)	Adet	Toplam
Tren eni	120	2	240
Tren emniyet payı	10	1	10
Yaya Yolu	80	1	80

Alt Toplam

3,3 m	m
-------	---

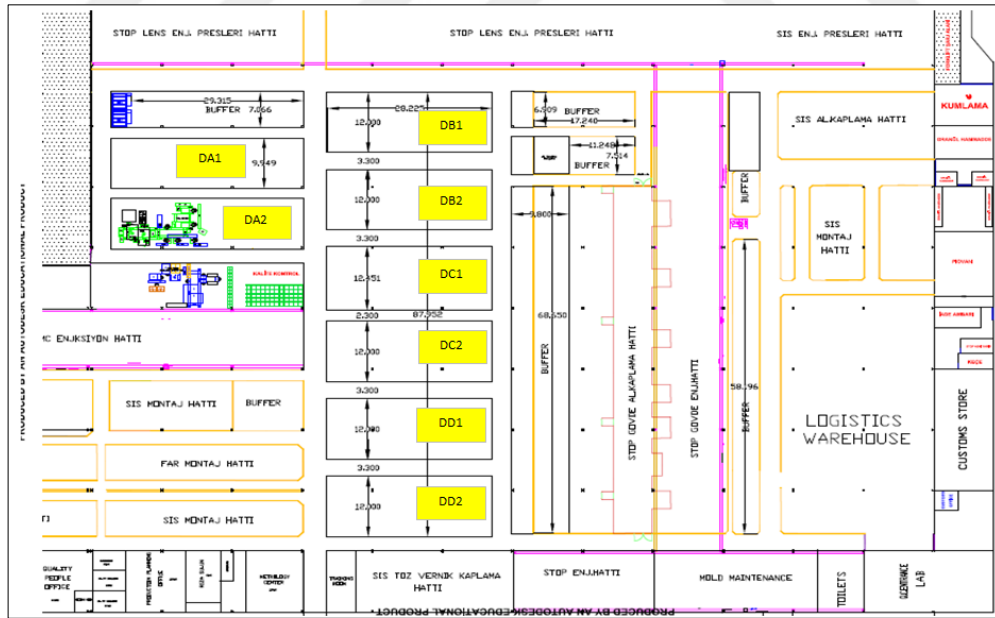
Özetle;

- Montaj hatlarının kurulması gereken dikdörtgen uzunluğu 12 m* 14,1 m olarak belirlenmiştir.
- Ana yol genişlikleri aynı anda iki adet trenin yan yana geçilebileceği ve yanlarında da yaya yollarının olacağı şekilde 3,3 m olarak belirlenmiştir.

Fabrikanın pazar payında hedeflediği yere bağlı olarak; kaç ayrı ürüne teklifte bulunacağı; bir fabrikada olması gereken dikdörtgen sayısını belirleyecektir. Bu noktada belirleyici etmen daha çok satış departmanı, genel müdür ve fabrika ortaklarının tutum ve beklentileri olacaktır.

Ancak alan kısıtına bağlı fabrikada çalışabilecek hat sayısına bakılmaksızın her projeye teklif verildiğinde, belli bir süre sonra fabrika yerleşiminde sıkışıklıklar oluşacak buna bağlı olarak süreçler doğru şekilde işletilemeyecek ve yalın üretim tekniklerinden uzaklaşılmasına bağlı üretim maliyetleri artacaktır.

Bu nedenle sürece çok genel bakıp; gerekirse satış hedefleri ile örtüşen; daha büyük bir fabrikaya geçilip geçilmeyeceğinin kararını en baştan verilmesi gerekir. Aşağıdaki yerleşimde, fabrikayı 12 m* 28,2 m lik parsellere bölünmüş olarak görülmektedir. Bu büyük parselde 2 adet hat kurulacaktır. Sırt sırta kurulacak 2 hat arasında yol bırakmaya gerek yoktur.(Dikdörtgen boyu olan 14,2 m uzunluk * 2 hat= 28,2 m ye denk gelmektedir.)



Şekil 35: Fabrikanın Parsellenmesi

Aşama 1' e ait yapılan çalışmalar doğrultusunda ilk duruma ve son duruma ait değerlendirme tablosu, Tablo 11' de verilmiştir.

AŞAMA 1 ÖNCESİ VE SONRASI DURUM DEĞERLENDİRME TABLOSU											
KONTROL MADDELERİ				34	76	DEĞERLENDİRME STANDARTLARI					
Birim	No.	Konu	KRİTERLER	ÖNCEKİ PUAN	SONRAKİ PUAN	Derece			Puanlandırma Deceleri		
						D	O	Y	D (düşük)	O (orta)	Y (yüksek)
Lojistik	1.01	Yönetimsel	Lojistik aktivitelerinin takip edildiği pano var mı ?	0	0	0	2	4	Yok	Var ama güncel değil	Var ve güncel
Lojistik	1.02	Yönetimsel	Aşama 1'e yönelik yapılacak çalışmalar için faaliyet planı var mı ?	0	2	0	2	4	Yok	Var ama detay seviyesi uygun değil	Var ve uygun
Lojistik	1.03	Yönetimsel	İyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için üretim ve lojistik ekiplerinin Aşama 1'e yönelik olarak eğitimleri yapılmış mı ?	0	2	0	2	5	Hayır	Sınırlı seviyede	Evet
Lojistik	1.04	Çevre	Üretim alanındaki gereksiz malzemeler belirlenmiş mi ? Bunların uzaklaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılıyor mu ?	0	4	0	3	4	Hayır	Kalan malzemeler var	Evet
Lojistik	1.05	Çevre	Üretim alanı içerisindeki, etiket, palet parçası gibi Lojistik kaynaklı kirlilik kaynakları belirlenmiş mi ?	0	2	0	2	5	Hayır	% 100'lük bir seviyede değil	Evet
Lojistik	1.06	Eğitim	Lojistik operatörünün temel 5S faaliyetleri bilgisi var mı ? Temizlik , düzen gibi faaliyetlerin niçin yapıldığına dair farkındalığı var mı ? (operatöre sorunuz)	3	3	0	3	5	Hayır	Tam değil	Evet
Lojistik	1.07	Tanımlama	Kutu içindeki malzemelerin ne olduğu malzeme etiketi olarak da tanımlı mı ?	6	6	0	3	6	Tanımlı değil	Bazı malzemelerin var.	Evet
Lojistik	1.08	Tanımlama	Kutu içindeki malzeme ile etikette tanımlı olan malzeme aynı mı ?	5	5	0	3	5	Kutularda etiket yok	Bir kaç malzemede farklılık var	Evet
Lojistik	1.09	Uyumluluk	Kutunun koyulduğu yer tanımlı yapılmış mı ? Kutu etiketi ile kutunun koyulduğu yer tanımlı aynı mı ?	3	6	0	3	6	Uyumsuz	Bir kaç malzemede uyumsuzluk var	Sorunsuz
Lojistik	1.10	Tanımlama	Hat yanında tanımlı belirli bir stok alanı var mı ?	3	6	0	3	6	Hayır	Tümüyle değil	Evet
Lojistik	1.11	Stok	Hat yanındaki malzemenin ne kadar olması gerektiği belirlenmiş mi ? En fazla ve en az seviyeleri tanımlı mı ?	3	6	0	3	6	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	1.12	ABC Analizi	Malzemelerin ABC analizi yapılarak, malzemeler sınıflandırılmış mı ?	0	6	0	3	6	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	1.13	Kutu	Kutu içi adetler, ABC malzeme sınıflandırmasını doğrultusunda belirlenmiş mi ?	0	6	0	3	6	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	1.14	Yönetimsel	Kutu tipleri belirlenirken üretim operatörlerinin parça alma ergonomileri dikkate alınmış mı ?	0	6	0	3	6	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	1.15	İşçilik Analizi	Lojistik süreçlerini yapan üretim operatörlerinin yürümleri analiz ediliyor mu ?	3	6	0	3	6	Hayır	Bazılarının yapılmış	Evet
Lojistik	1.16	Aktivitelerin ayrılması	Tüm lojistik faaliyetleri lojistik operatörü tarafından mı yapılıyor ? Üretim ve lojistik operatörünün iş tanımları belirlenmiş mi ve ayrılmış mı ?	3	6	0	3	6	Hayır	Tümü değil	Evet
Lojistik	1.17	Yönetimsel	Fabrika seviyesinde mevcut değer akışı ve gelecek değer akış şemaları belirlenmiş mi ?	0	3	0	3	5	Hayır	Detay seviyesi yetersiz	Detaylı yapılmış
Lojistik	1.18	Ekipman	Lojistik operatörün kullanacağı ekipmanlar belirlenmiş mi ?	5	5	0	3	5	Hayır	-	Evet
Lojistik	1.19	Ekipman	Lojistik operatörünün kullanacağı ekipmanlarla ilgili Otonom Bakım Birimi ile irtibata geçilmiş mi ? Ekipman tedariki Bakım Biriminin görüşleri dikkate alınarak mı yapılıyor ?	0	0	0	2	4	Hayır	Kısmen	Evet
TOPLAM									100		

Tablo 11 : Aşama 1 'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu

5.3. AŞAMA 2, FABRİKA İÇERİSİNDEKİ LOJİSTİK

Hat yanındaki stokların beslenmesinde forklift kullanılmaktadır. Stoklar karışık bir yığın şeklinde hattın içindeki bir alana bırakılmaktadır. Lojistik operatörü, ne kadar malzeme getireceğini vardiya başında üretim takım liderine sorarak belirlemektedir.



Şekil 36: Hattın yanındaki giriş ambarı malzeme

5.3.1. Giriş Ambarından Gelen Malzemelerin Yönetim Değişikliği

5.3.1.1. Ambarda Toplama alanının yapılması

Lojistik operatörleri daha önce giriş ambarının içine girip belirledikleri adete denk gelen kutuyu fiziken de alıp, SAP yazılımından malzeme çıkışlarını yapmaktadırlar. Hat yanından forkliftle besleme iptal edilip trenle taşımaya geçileceği için giriş ambarının yanına ‘malzeme toplama alanı’ yapılmıştır.

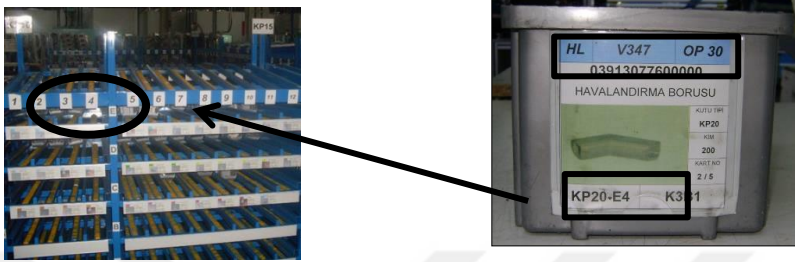


Şekil 37: Giriş Ambarına yapılan ‘malzeme toplama alanı

Malzeme toplama alanlarının amacı hatlara malzeme dağıtımını yapan tren operatörünün daha hızlı ve dengeli tur zamanları yakalayabilmesini sağlamaktır. Ambara malzeme toplama alanlarının yapılmasıyla montaj hattındaki rafların yapılma mantığı aynıdır. Montaja raf yaparken üretim operatörlerinin yürümesini engelleyip, standart bir işlem süresi yakalayıp; hat içindeki diğer operatörlerin birbirini

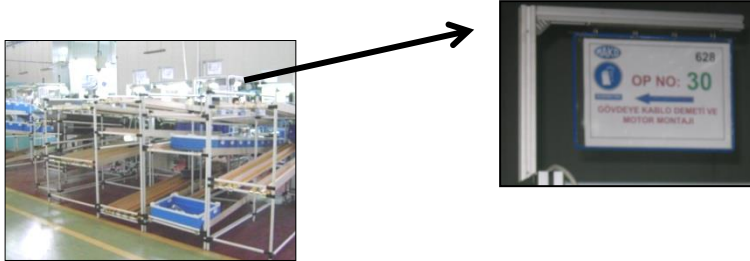
beklemeleri kaynaklı duruşlarının önüne geçilmeye çalışılmıştı. Tren operatörü de standart bir dağıtım süresine sahip olduğunda, malzemeyi bekleyen çok sayıda hat tren kaynaklı duruş yaşamayacaktır.

Malzeme toplama alanının önden gösterimi aşağıya belirtilmiştir. Bu alandaki her kutunun sabit bir adresi vardır.



Şekil 38: Kutunun malzeme toplama alanındaki yeri

Hatta beslenen her bir kutunun hangi hatta ve hattın hangi alt operasyona teslim edileceği de kutulara yapıştırılmış sabit 'taşıma kanban kartlarında' gösterilmiştir. Örneğin bu malzeme V347 hattının, 30 nolu operasyonuna beslenmektedir. İlgili ifadenin görseli aşağıda verilmiştir.



Şekil 39 : Hattaki operasyon numaraları

Kutuya yapıştırılan taşıma kanbanında yer alan 2/5 bilgisi de çevrimde 5 kutu olduğu, bu kutunun çevrimdeki ikinci kutu olduğu ifade etmektedir.

Çevrimde kaç kutu ya da kanban olması gerektiği trenin toplam çevrim süresiyle ilgilidir. Daha önce hat yanı stoğu malzeme sınıflarıyla belirlenmiştir.

Genel olarak iki - kutu (two-bin) mantığında olduğu gibi tren tur süreleri malzeme sınıflarının yarısı kadar olmalıdır. Fabrikanın tümünde ne kadar tren olması

gerektiği hesaplanırken, trenin taşımadaki hacim kısıtı ve toplam işlem süresi dikkate alınır.

AA ve A sınıf malzemelerde hat yanı stok hedefi 30 dk olup, teorik tren tur süresi 15 dk yı aşmamalıdır. B sınıf malzemelerde hat yanı stok hedefi 240 dk olup, teorik tren tur süresi 120 dk yı aşmamalıdır. C sınıf malzemelerde hat yanı stok hedefi 16 saattir. C sınıf malzemeler vida gibi nispeten daha küçük malzemeler olduğundan, ayrı bir tren yerine B sınıf mevcut trenlerdeki sığa boşlukları içerisinde yönetilecektir.

Bu analize göre ilgili rota için 3 vagonlu şekilde çalışması durumundaki hacimsel doluluk % 114 leri bulmaktadır. Bu nedenle bu rotanın sığa olarak dengelenmesi gerekmektedir. Diğer rotalar için de benzeri zamansal ve hacimsel yükler ortaya koyularak yapılan dengelemeler doğrultusunda toplam 5 trenin gerekli olduğu saptanmıştır.

Hacim kısıtıyla ilgili yapılan analiz Şekil 40 ' da gösterilmiştir.

Gerekli tren sayısı	Malzeme Sınıfları	Hat yanı stok hedefi	Teorik tur süresi
3	AA	30 dk	15 dk
	A	30 dk	15 dk
2	B	240 dk	120 dk
	C	16 saat	8 saat

Tablo 12: Giriş ambarından montaj hatlarını besleyecek tren sayıları

		Her turda çıkan kutu sayıları							Hacimsel doluluk oranı							
		68 87 87 87 90 85 83							94% 113% 114% 114% 115% 104% 110%							
		2,55 3,05 3,07 3,08 3,12 2,82 2,98							Vagon sayısı							
Hat	Malzeme tanımı	Raftaki kutu adeti	Çevrim 1	Çevrim 2	Çevrim 3	Çevrim 4	Çevrim 5	Çevrim 6	Çevrim 7	Çevrim 1	Çevrim 2	Çevrim 3	Çevrim 4	Çevrim 5	Çevrim 6	Çevrim 7
629	GRIP	2	0	1	0	1	1	0	1	0,00	0,05	0,00	0,05	0,05	0,00	0,05
629	SPRING	2	0	1	0	1	0	1	1	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
629	RELEASE ROD	2	1	1	1	1	1	2	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
629	PIN	2	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
629	PAWL	2	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
629	SCREW#M4	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
629	COVER/TAPA PALA	3	1	1	2	1	1	2	1	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01
629	PLATE B.	14	9	10	9	7	9	10	10	0,22	0,24	0,22	0,17	0,22	0,24	0,24
629	BRACKET An.	2	0	1	0	1	0	1	1	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
629	RATCHET	2	0	0	1	0	0	1	0	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
629	RETAINING CLIP	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
629	PLASTIC HOLDER	2	0	1	1	0	1	1	1	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
629	SWITCH P32L	2	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
629	GRIP COVER	9	6	6	7	4	6	7	6	0,29	0,29	0,34	0,19	0,29	0,34	0,29
629	SCREW CONSOLE BRACKET	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
629	BUTTON CHROME	2	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
629	BUTTON	2	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
830	GRIP COVER	3	2	2	2	2	2	2	2	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
830	BUTTON	2	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
830	RELEASE ROD	3	1	2	1	2	2	1	1	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01
830	PROTECTOR LHD	2	1	1	2	1	2	1	1	0,05	0,05	0,11	0,05	0,11	0,05	0,05
830	PROTECTOR RHD	3	1	2	2	2	2	1	2	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11	0,05	0,11
830	COVER	4	2	3	3	2	3	2	2	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
830	RATCHET	2	0	1	0	1	0	1	0	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
830	PIN	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
830	PIN	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
830	PIN	2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
830	BRACKET CONSOLE RH	4	3	3	3	3	3	2	3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
830	BRACKET CONSOLE LH	3	2	2	2	2	2	1	2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,03

Şekil 40 : Trenin Hacimsel Taşıma Sığasını Test Ederken Yapılan 7 Çevrimli Analiz

5.3.1.2. Tren rotalarının zamansal sığa kontrolleri

Trenlerin hacimsel kontrollerini yaptığımız gibi, çevrimsel yeterliliklerine de bakmalıyız. Tren tur zamanları çevrimde elleçlediğimiz kutu sayısına bağlı olarak doğrusal artış gösterecektir.

Temel varsayımlar:

- Bölge seçimi : Mümkün olduğunda birbirine yakın olan hatlar seçilmelidir.
- Parça seçimi: Örneğin AA sınıfı malzemeleri seçmiş olalım.
- Bir çevrimdeki malzeme yüklenen istasyon sayısı: 1 .. (n+1) .. (n+a)
- Yükleme / Boşaltma süresi : Malzemeyi yüklemek, boşaltmak için gereken süre (T_{lu})
- Vagon hazırlık süresi : Malzeme toplama alanında malzemeyi vagon koyma süresi (T_{pr})
- Nakliye süresi: Aktivite noktaları arası nakliye süresi (Tr)
- Hattaki maximum stok : En fazla 30 dk. (max SL)
- Dağıtım frekansı: Her 15 dk da bir

Trenin çevrimi aşağıdaki kuralı sağlanmalıdır.

$$Top\text{-}besleme\ zamanı < Max\ hattaki\ stok - Dağıtım\ frekansı$$

Bu durumda;

$$Top\text{-}besleme\ zamanı < 15\ dk$$

Besleme çevriminin hesabı:

$$Top\text{-}Besleme\ zamanı = (T_{lu} + T_{pr} + T_r)_n + (T_{lu} + T_{pr} + T_r)_{n+1} + \dots + (T_{lu} + T_{pr} + T_r)_{n+a}$$

15 dk lık besleme süresini aşmayacak kadar hat bu rotaya atanmış olur.

Burada belirtilmesi gereken diğer önemli bir husus, montaj hattındaki ani tip değişimi gibi plansız zamanlarda standart tur sürelerinde çalışması gereken trenlerin düzenini bozmamak için, 1 adet acil trenin de çevrime katılma zorunluluğudur.

Aşama 2 de yapılan çalışmalar doğrultusunda ilk durum ve sonraki durum Tablo 13'de belirtilen kriterler üstünden değerlendirilmiştir.

AŞAMA 2 ÖNCESİ VE SONRASI DURUM DEĞERLENDİRME TABLOSU

				25	70	DEĞERLENDİRME STANDARTLARI					
Birim	No.	Konu	KRİTERLER	ÖNCEKİ PUAN	SONRAKİ PUAN	Derece			Puanlandırma Deceleri		
						D	O	Y	D (düşük)	O (orta)	Y (yüksek)
Lojistik	2.01	Yönetimsel	Hat beslemesinde hangi ekipman kullanılıyor ?	5	10	0	5	10	Transpalet	Forklift	Tren
Lojistik	2.02	Yönetimsel	Lojistikte kullanılan ekipmanın geçeceği yol büyüklükleri yeterli mi ? Fabrikada buna uygun yerleşim çalışmaları yapılmış mı ?	5	5	0	5	10	Çalışma yok	Çalışma var , yerleşim değişikliği yok	Yeterli
Lojistik	2.03	Yönetimsel	Ardışık prosesler arasında FIFO' ya uygun şekilde malzeme besleniyor mu ?	10	10	0	5	10	Hayır	her bölgede değil	Evet
Lojistik	2.04		Lojistik operatörünün çalışma talimatı var mı ? İş akışlarına uygun mu çalışıyor ?	10	10	0	5	10	Talimat yok	Talimat var, talimata uygunsuz çalışılıyor	Talimata uygun bir çalışma var
Lojistik	2.05		Malzeme dağıtma süreçleri çekme mi yoksa itme prensiplerine göre mi yapılıyor ?	0	10	0	5	10	İtme	Kısmi itme	Çekme
Lojistik	2.06		Malzeme dağıtma süreçlerinde çağrı sistemi var mı ? Operatör insiyatif alıyor mu ?	5	10	0	5	10	Hayır	-	Evet
Lojistik	2.07		Tren frekansları hat yanı stok seviyeleri göz önüne alınarak mı belirlenmiş ?	0	10	0	5	10	Hayır	Darboğaz olan raflar var.	Evet
Lojistik	2.08		Tren'nin çalışma zamanlarını dengeleyebilmek için süpermarket alanları belirlenmiş mi ?	0	10	0	5	10	Çalışma yok	Çalışma var ama süpermarket yok.	Süpermarket var.
Lojistik	2.09		Tren operatörünün malzeme dağıtımını kolaylaştıracak görseller var mı ?	0	10	0	5	10	Hayır	Kısmi	Evet
Lojistik	2.10		Tren kapasite analizleri doğru yapılmış mı ?	0	5	0	5	10	Hayır	Eksik	Evet
TOPLAM									100		

Tablo 13 : Aşama 2 'ye ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu

5.4. AŞAMA 3, FABRİKA DIŞI LOJİSTİK

Fabrika dışı lojistikle fabrika içi tren atamaları mantık olarak aynıdır. İç lojistikteki taşıma ekipmanı tren iken, dış lojistikte kamyon veya tır kullanılır. İç Lojistikte malzeme yönetim metodu kanban kartları iken fabrika dışında MRP sisteminden çıkan siparişlerdir.

Fabrika içindeki trenlerin doluluk oranını artırmak için tüketim hızları aynı olan malzemeler aynı rotaya atandığı gibi dış lojistikte de kamyon doluluklarını artırmak için aynı mantıkla yakın bölgelerdeki mal sevketme hacmi birbirine yakın tedarikçileri de aynı milkrun rotasına alınmaktadır.

Tedarikçilerin sınıflandırması tedarik lojistiğinin ABC analizi gibidir. Yapılan analizlerde tedarik edilen malzemelerin % 36'sının Avrupa'dan, % 6'sı denizaşırı ülkelerden, % 58'inden Türkiye'den alındığı görülmüştür. Deniz aşırı sevkiyatların ayda bir, Avrupa'daki sevkiyat sıklığının haftada iki kez olduğu, yerli alımlarda ise günde 5 kez, günde 1 kez, haftada 1 kez , 15 günde bir kez gibi sevkiyat sıklıklarının olduğu görülmüştür.

Ancak asıl odaklanılması gereken yerli alımlar olduğu görülmektedir. Yerli alımların yapıldığı tedarikçilerin fabrikaya olan uzaklığı, kaç adet malzeme kodu tedarik edildiği, hacimsel olarak dolulukları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Şehir	Fabrikaya olan uzaklık (KM)	Tedarik edilen parça sayısı	Tedarik edilen malzeme sayısı (%)	Tedarik edilen hacim m3 kümülatif (%)
BURSA	< 10	927	38%	34%
	< 20	449	18%	17%
	< 60	531	22%	45%
BURSA toplam		1907	78%	96%
İSTANBUL	< 200	17	1%	0%
	< 250	158	6%	1%
	< 300	207	8%	3%
	< 400	121	5%	0%
İSTANBUL toplam		503	20%	4%
İZMİR	< 400	2	0%	0%
İZMİR toplam		2	0%	0%
KOCAELİ	< 100	1	0%	0%
	< 200	2	0%	0%
KOCAELİ toplam		3	0%	0%
MANİSA	< 300	9	0%	0%
	< 400	32	1%	0%
MANİSA toplam		41	2%	0%
Genel toplam		2456	100%	100%

Tablo 14: Tedarikçi analizleri

Tablo 14 incelendiğinde, yerli malzeme alımlarının malzeme sayısı olarak % 78'inin, hacim olarak da % 96' sının Bursa'dan yapıldığı görülmektedir. Bursa' daki en uzak tedarikçiler ise 60 km lik bir mesafe içerisinde yer almaktadır.

Malzeme ihtiyaçlarının haftada 2 kez çalıştırılan MRP ile planıldığı ve MRP'de planlanan üretim çizelgelerine, ekipman arızaları gibi nedenlerle vardiyalık bazda uyulmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak acil malzeme talepleri, malzeme temini yapan mühendislerce gün içindeki telefonlarla tedarik edilmektedir. Giriş ambarında da bu doğrultuda plan dışı stok tutulduğu gözlemlenmiştir.

Ancak genel itibariyle çalışma yapıldığında fabrikanın halihazırda kurulu bir milkrun sistemi var olduğundan bu kısımla ilgili çok detay çalışmalara girilmek yerine planlama süreçlerindeki sorunlar anlaşılmaya çalışılmıştır. Zira planladığını gerçekleştirebilme oranları 6 saat seviyesine çıkarsa , Bursa'da yer alan tedarikçilerin tümünden sıralı sevkiyatla (JIS) malzeme alınabilecektir.

Nakliye optimizasyonları çalışmaları kapsamında, MRP den çıkan sonucu, Yöneylem Araştırması tekniklerinden olan en kısa yol algoritmalarına girdi olarak kullanıp dinamik bir rotalama çalışması yapılması gerektiği görülmüştür. Bu rotalama, kamyonun içindeki yüke de yükleme simülasyonları yapıp, tedarikçilerin kamyon içindeki yükleme yapacakları yerleri görsel olarak ortaya koyan bir çıktı sağlayacak detayda yapılmalıdır.

Ayrıca kamyonlara takılacak GPS izleme sistemleri ve RFID etiketleriyle kamyonların izlenip, nakliye sürelerinin net bir şekilde ortaya koyulması çalışılabilecek diğer alanlar olarak görülmektedir.

Aşama 3'e ait önceki ve sonraki durumun değerlendirmesi Tablo 15'de verilmiştir.

AŞAMA 3 ÖNCESİ VE SONRASI DURUM DEĞERLENDİRME TABLOSU

KONTROL MADDELERİ				48	52	DEĞERLENDİRME STANDARTLARI					
Birim	No.	Konu	KRİTERLER	ÖNCEKİ PUAN	SONRAKİ PUAN	Derece			Puanlandırma Deceleri		
						D	O	Y	D (düşük)	O (orta)	Y (yüksek)
Lojistik	3.01	Yönetimsel	MRP'nin çalışma sıklığı, nakliyelerin frekansıyla uyumlu mu ?	3	3	0	3	6	MRP haftada 1 kez çalışıyor.	MRP, Haftada 2 kez çalışıyor.	Günlük MRP çalışıyor.
Lojistik	3.02	Paketleme	Aşama 2 de belirlenen hat yanındaki geri dönüşümü plastik kutular, tedarikçi süreçlerine de yaygınlaştırılmış mı ? Bu doğrultuda ambarda kutudan kutuya aktarmalar yok edilmiş mi ?	4	6	0	4	6	Hayır	Kısmi yaygınlaştırma yapılmış	Fayda / Maliyet analizine göre olabileceklerin tümü için yaygınlaştırmaya gidilmiş.
Lojistik	3.03	Akış	A sınıf pahalı parçalar tedarikçiden JIS denen tam zamanında sıralı sevkiyatla mı alınıyor ? Buna yönelik Fayda / Maliyet analizi yapılmış mı ?	0	0	0	4	7	Hayır	Analiz var ama JIS uygulanmıyor.	Evet
Lojistik	3.04	Paketleme	Tedarikçiden alınan parçaların kutu içi adetleri sabit mi ?	6	6	0	4	6	Hayır	Sapmalar yaşanıyor	Evet
Lojistik	3.05	Paketleme	Kutu ölçüleri, nakliye süreçlerini destekleyecek şekilde , Galia standartlarında mı belirlenmiş ?	6	6	0	4	6	Hayır	Sapmalar yaşanıyor	Evet
Lojistik	3.06	Paketleme	Tedarikçi performansları takip edilip, Satınalma birimi ile ortak bir iyileştirme çalışması yapılıyor mu ?	4	4	0	4	6	Hayır	Takip var, iyileştirme yok	Takip ve iyileştirme var.
Lojistik	3.07	Akış	Tedarikçilerden alınan malzeme tedariki MRP yerine Kanban gibi daha otomatik bir yapıya kavuşturulmuş mu ?	0	0	0	4	6	MRP	Kanban	Dinamik Kanban
Lojistik	3.08	Yönetimsel	Tedarikçilerin analizi yapılmı mı ?	4	6	0	4	6	Hayır	Bazı tedarikçiler için yapılmış.	Tümü için evet
Lojistik	3.09	Yönetimsel	Geri dönüşümlü plastik kutuların takibinin yapıldığı RFID destekli bir yazılımla takip ediliyor mu ?	2	2	0	2	8	Fikir yok	Başka yöntemlerle takip var.	İleri teknolojik yapı kullanılarak takip yapılıyor.
Lojistik	3.10	Yönetimsel	Hasarlı geri dönüşümlü plastik kutular takip edilip yerine yeni sağlam kutu tedariki yapılıyor mu ?	2	2	0	2	6	Takip yok	Takip var ama bütçe problemleri var.	Takip var , bütçe öngörülmüş, kasa alımı da yapılıyor.
Lojistik	3.11	Akış	Nakliyeler tedarikçiler tarafından mı yoksa Milkrun sistemi ile mi yapılıyor ?	8	8	0	4	8	Tedarikçiler yapıyor.	Kısmi	Olabilecek her yer için Milkrun yaygınlaştırması yapılmış.
Lojistik	3.12	Yönetimsel	Tedarikçiden yola çıkan malzemeler için, yol stoğu takip ediliyor mu ? Olası problemler için önlem alınıyor mu ?	4	4	0	4	9	Hayır	Yetersiz	Evet
Lojistik	3.13	Akış	MRP deki siparişler tedarikçilere otomatik ASN' ler ile mi gönderiliyor yoksa mail, fax ile mi gönderiliyor ?	3	3	0	3	7	Fax, mail	Bazı tedarikçilere ASN gönderiliyor.	Tüm tedarikçilere ASN ile gönderiliyor.
Lojistik	3.14	Akış	Tedarikçi, müşteriye ait kutu etiketlerini internetten alıp kutulara yerleştiriyor mu ? İkinci bir etiketleme yapılıyor mu ?	4	4	0	4	7	İkinci etiketleme var	Bazı tedarikçilere yaygınlaştırılmış.	Tüm tedarikçilere yaygınlaştırılmış.
Lojistik	3.15	Akış	Kamyonların fabrikaya geliş zamanları yığılmayı önleyecek şekilde planlanmış mı ?	4	4	0	4	6	Yığılma var	Planlı ama etkin değil	Planlanmış ve etkin
TOPLAM						100					

Tablo 15 : Aşama 3 'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu

5.5. AŞAMA 4, PLANLAMA SÜREÇLERİ

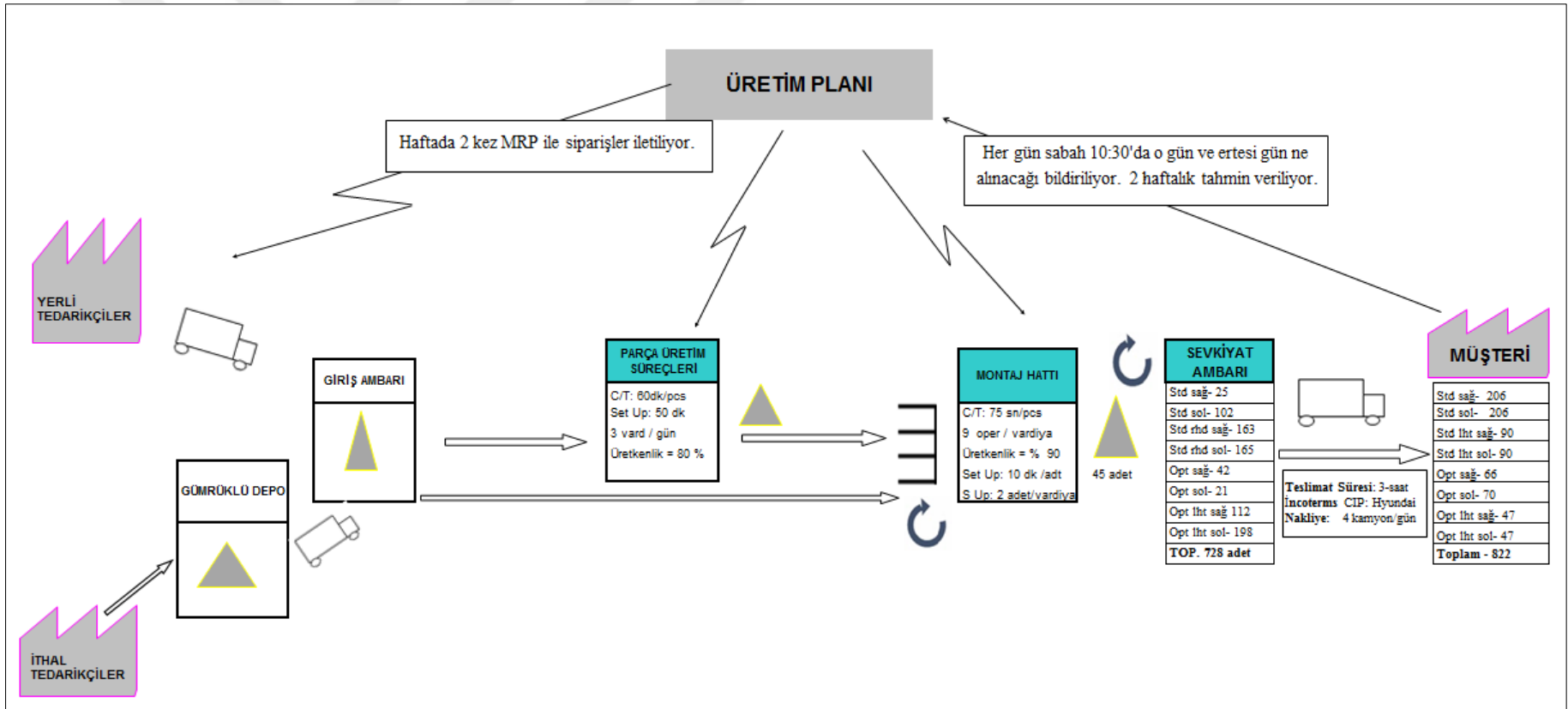
Planlama , müşteri siparilerini karşılamaya çalışan, bunu yaparken de bekleme kayıplarının olmaması için malzeme ve işgücü kaynaklarını kordine etmeye çalışan birimdir.

Bu kaynaklar yönetilirken de bitmiş ürün stoklarının belli bir seviyede kalması gerekmektedir. Ancak gerçek hayatta, ‘müşteri siparişlerindeki değişkenlikler’ veya arızalara bağlı duruşları dengeleyebilmek için ek stoklar tutulmaktadır.

İdeal bir planlama süreci aşağıdaki unsurları bünyesinde barındırmalıdır.

- Müşteri talep değişkenlikleri kabul edilebilir seviyelerde olmalıdır. Değişkenliği yönetmek için ek stok tutulması gerekir.
- Planlanan – gerçekleşen oranlarının yüksek olması gerekmektedir.
- Montaj hattının hızı müşteri hızına eşit olmalıdır. Buna bağlı olarak, operatörlerin başka hatlara yönlendirmesinin yol açtığı planlama birimine ait yönetim kayıpları ortaya çıkmamalıdır.
- Montaj hatlarındaki tip değişim süreleri, müşterinin milkrun araçlarının mal toplama süresince aldığı karışımı (farklı tip ve adet) üretmesinde engel oluşturmayacak şekilde az olmalıdır.
- Üretim çizelgeleme , vardiya içindeki sırayı adet sırası bazında göstermelidir.
- MRP'nin çalışma frekansı tedarikçilerden mal alımı destekleyecek sıklıkta olmalıdır. MRP anlamını yitirmemelidir.
- Üretim kayıpları planlamayı aksatacak büyüklükte olmamalıdır. Montaj hattının genel verimliliği % 95 seviyesinde olmalıdır.

Planlama süreçlerini anlayabilmek için, model alan üstünden, hattın mevcut durum analizi birinci seviye basit bir değer akış haritalama üstünden Şekil 41’de gösterilmiştir.



Şekil 41: Planlama süreçleri için, mevcut durum 1. seviye değer akış haritası

Mevcut durumla ilgili tespitler aşağıdaki gibidir.

- Müşteri hergün sabah 10:30'da bugüne ve yarına ait alım planını kendi internet sitesinden yayınlamaktadır. Siparişler bu sistemden manuel alınmaktadır.
- Müşteri günde toplam 822 adet olmak üzere toplam 8 adet farklı üründen alım yapmaktadır.
- Müşteri günde 2 vardiya çalışmaktadır. Montaj hattı ise müşterinin bu talebini karşılamak için günde ortalama 2,38 vardiya çalışmaktadır.
- Fiziken 2,38 vardiyalık bir üretim olamayacağı için hat bazı günler 3 vardiya bazı günler 2 vardiya çalışmaktadır. Planlama mühendisi operatörlere her hafta farklı montaj hatlarına yönlendirerek dengeleme yapmaya çalışmaktadır.

5.5.1. İyileştirme Çalışmaları

İlk olarak montaj hattının hızının müşteri hızına eşitlenmesi için hattın içindeki kayıpları yok edip, operasyonlarda yeniden dengeleme yapılması gerekmektedir.

Müşteri günde 2 vardiyada ortalama 822 adet ürün almaktadır. Hattaki planlı duruşlar olan vardiyadaki 30 dk yemek, 10'ar dk lık 2 adet çay molası ve vardiyada planlı tip değişimi 10'ar dk dan 2 adet düşülerek;

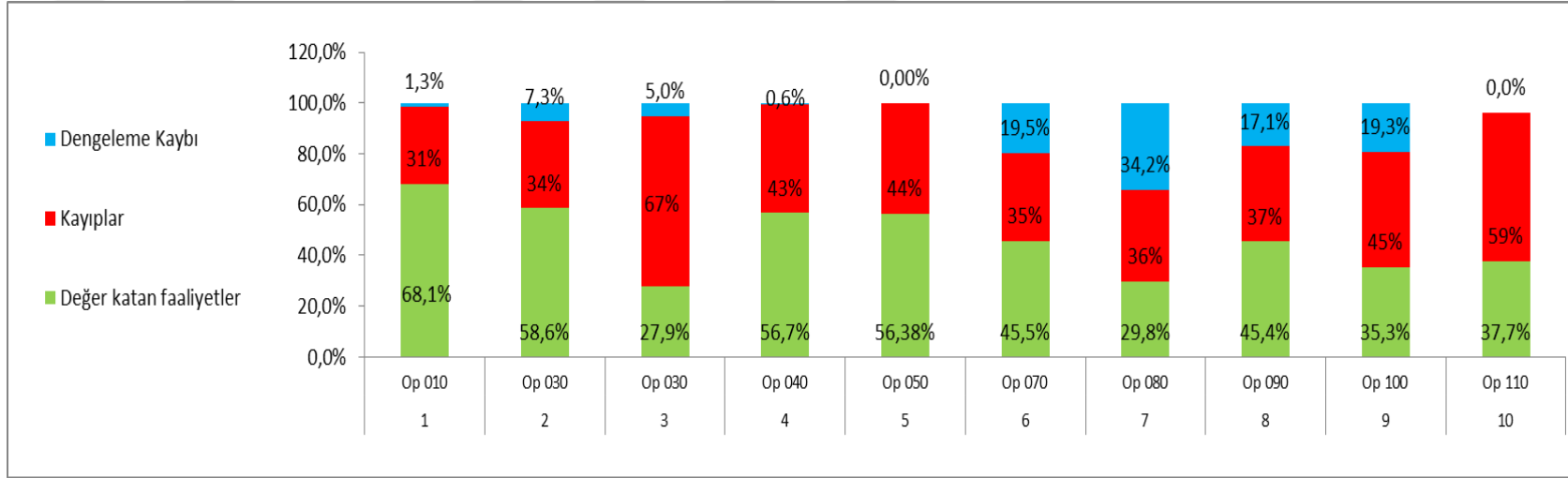
$(2 \text{ vardiya/gün}) * (8 \text{ saat/vardiya}) * (60 \text{ dk/saat}) - (30+10+10) * (2 \text{ vardiya/gün})$
 $= 860 \text{ dk}$ 'lık zaman kalmaktadır. Hattın üretkenliği olan % 90'nı düşersek; $860 * 0,90 = 774 \text{ dk}$ lık bir net çalışma kalmaktadır. Üretkenliğin içinde zaten var olan 2 adet/ vardiya olan planlı tip değişim süresini tekrar ekleyip, 8 kod için 7 tip dönüşümünden 70 dk düşerek kalan net süreye ulaşılmalıdır.

$$(774 \text{ dk/gün}) + ((2 \text{ vard/gün}) * (2 \text{ adt/vardiya} * 10 \text{ dk/setup})) - (7 \text{ adt/gün}) * (10 \text{ dk/set up}) = 744 \text{ dk/gün}$$

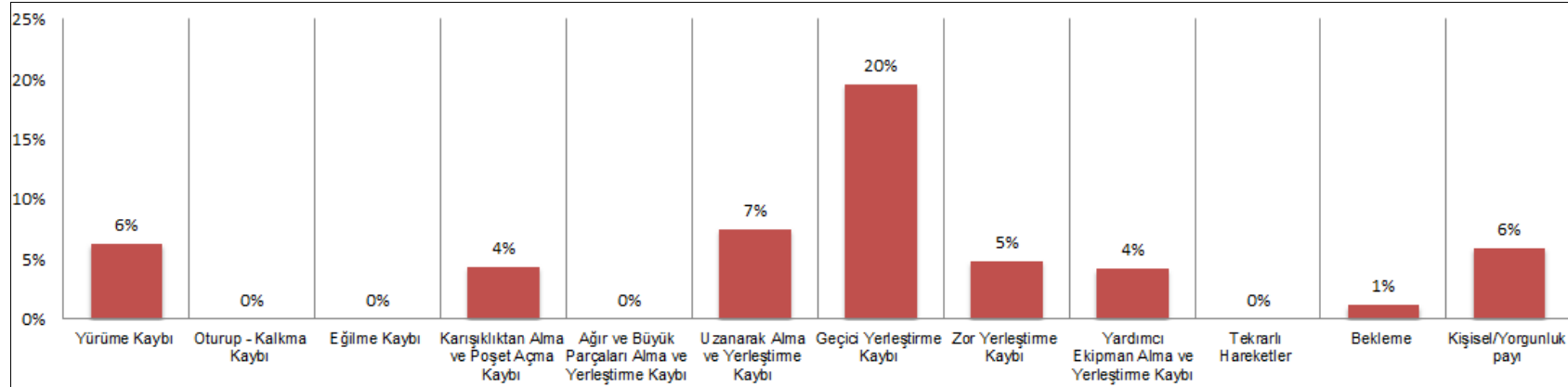
$$\text{Hedef çevrim} = 744 \text{ dk} / 822 \text{ adet ürün} = 0,9 \text{ dk/parça} = 54,3 \text{ sn/parça'dır.}$$

Mevcut durumda hatta 9 kişi çalışmakta ve çevrim zamanı 75 sn/ parça'dır. İleride hattın çevrim hızı 54,3 sn/parça'ya düşürülmeye çalışılmalıdır.

Hatta zaman ve metot etütleri yapılarak, kayıpların hangi işlemde olduğu Şekil 42'de gösterilmiştir.



Şekil 42: Operasyon bazında kayıplar, değer katan işlemler ve atıl beklmeler

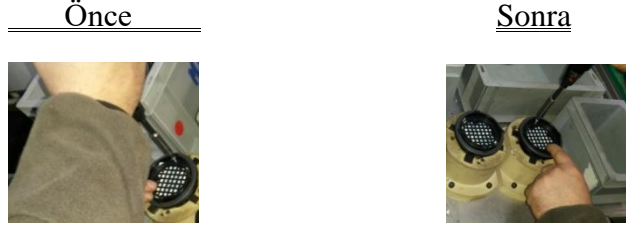


Şekil 43: Hattaki kayıpların detay gösterimi

Yapılan iyileştirme çalışmalarına ait bazı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Önce: Kapak hazırlık işleminde kapak hazırlık işlemi tek fikstürle yapılmaktadır. Tek el kullanımı sebebiyle kayıplar fazladır.

Sonra: Fikstür sayısı ikiye çıkarılarak kayıplar azaltılmıştır.



Şekil 44: Fikstür İyileştirmesi

Önce: Vida sıkıcısı yavaş olduğu için, vida sıkma sırasında operatör makine işlem süresince atıl bir bekleme yaşamaktadır.

Sonra: Sıkıcı hızı artırılarak işlemin hemen bitmesi sağlanmıştır.



Şekil 45: Sıkıcı İyileştirmesi

Önce: Fital söküldükten sonra fitil tabanı atılırken ele yapıştığı için çevrim zamanında sapmalar oluşmaktadır.

Sonra: Operasyona pedallı vakum tabancası eklenerek işlem zamanı standartlaştırılmıştır.



Şekil 46: Pedallı vakum iyileştirmesi

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sınıflandırma		Σ (sn)	Op 010	Op 030	Op 030	Op 040	Op 050	Op 070	Op 080	Op 090	Op 100	Op 110
↑	Değer katan faaliyetler	254,30	37,54	32,30	15,36	31,24	31,08	25,10	16,40	25,04	19,44	20,80
	Yürüme Kaybı	31,17	2,70	2,70	0,00	0,90	0,00	2,82	1,80	4,05	9,00	7,20
	Oturup - Kalkma Kaybı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Eğilme Kaybı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Karışıklıktan Alma ve Poşet Açma Kaybı	21,60	0,00	1,44	1,44	3,96	9,36	2,34	3,06	0,00	0,00	0,00
	Ağır ve Büyük Parçaları Alma ve Yerleştirme Kaybı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Uzarak Alma ve Yerleştirme Kaybı	37,15	0,46	0,45	28,21	0,69	1,36	0,77	1,16	2,04	0,00	2,01
	Geçici Yerleştirme Kaybı	97,20	6,84	4,86	2,70	9,18	10,44	8,46	10,98	11,70	16,02	16,02
	Zor Yerleştirme Kaybı	23,94	5,40	6,48	3,24	5,94	0,00	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
	Yardımcı Ekipman Alma ve Yerleştirme Kaybı	20,70	1,44	2,88	1,44	2,88	2,88	1,98	2,88	2,88	0,00	1,44
↓	Tekrarlı Hareketler	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Bekleme	5,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,68
	Toplam zaman (sn)	491,74	54,38	51,11	52,39	54,79	55,12	44,35	36,28	45,71	44,46	53,15
	Dengeleme Kaybı	57,50	0,74	4,01	2,73	0,33	0,00	10,77	18,84	9,41	10,66	
	Kişisel/Yorgunluk payı	29,50	3,26	3,07	3,14	3,29	3,31	2,66	2,18	2,74	2,67	3,19
Mevcut çevrim süresi (sn)		674,22	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91	74,91
Hedef çevrim zamanı (sn)		496,10	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12	55,12
Gerçek çevrim zamanı (kişisel paylar eklenmiş) (sn)		525,86	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43	58,43
Makine Süresi (sn)		0,00										
Toplam değer katmayan süre (sn)		237,44	16,84	18,81	37,03	23,55	24,04	19,25	19,88	20,67	25,02	32,35

Şekil 47: Yapılan iyileştirmeler sonrasında hattın operasyon analizleri

Sonuç ve değerlendirmeler:

Hattaki mevcut çevrim süresi 9 operatörle 75 sn/ parça iken, hedef çevrim süresi 54,4 sn/parça'ya ulaşabilmek için çeşitli iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan dengeleme çalışmalarıyla 10 kişiyle 58,43 sn/parça'lık üretime seviyelerine gelinebilmektedir. Bu daha fazla iyileştirme yapılması gerektiği anlamına gelmektedir.

	Mevcut	Hedef
Operator Sayısı	9	10
Çevrim süresi (sn)	75	54,4
Toplam Ödenen Zaman (dk)	11,24	9,06

Hatta yapılan metot ve zaman etüt çalışmaları yardımıyla hattaki operaör sayısı 9 dan 10 a çıkarılmış hatta bir banko daha eklenebileceği görülmüştür. Toplamda ise iyileştirmelere bağlı toplam ödenen zamanda % 20 lik azalış sağlanabilmektedir.

5.5.2. Montaj hattına kanban çekme sisteminin uygulanması

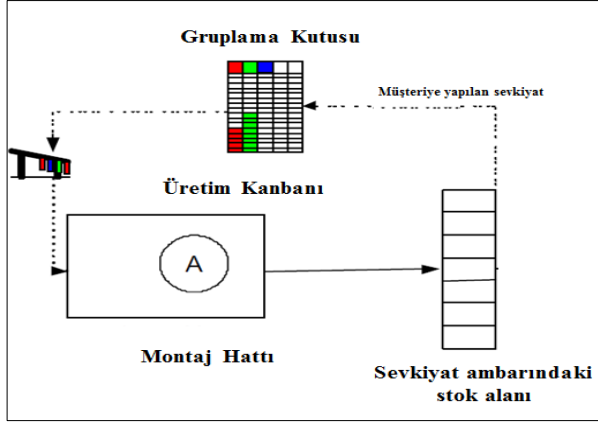
Montaj hattının hızı müşteri hızına yaklaştığı için artık operatörlerin yönetilmesine gerek kalmamaktadır. Yani stok fazlalığına bağlı hattın durdurulup, operatörlerin başka bir hatta yönlendirilmesine gerek kalmamaktadır.

Hattın malzeme ihtiyaçlarını yönetmek için de MRP'ye hergün müşterinin çektiği adet ortalaması girebilecektir. Böylelikle operatör ve malzeme ihtiyaçları bir sistematiğe oturtularak, Kanban yapısının kurulabilmesinin zemini hazırlanmıştır.

		Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
Ürünler	Std sağ	206	206	206	206	206	206
	Std sol	206	206	206	206	206	206
	Std lht sağ	90	90	90	90	90	90
	Std lht sol	90	90	90	90	90	90
	Opt sağ	66	66	66	66	66	66
	Opt sol	70	70	70	70	70	70
	Opt lht sa	47	47	47	47	47	47
	Opt lht sol	47	47	47	47	47	47

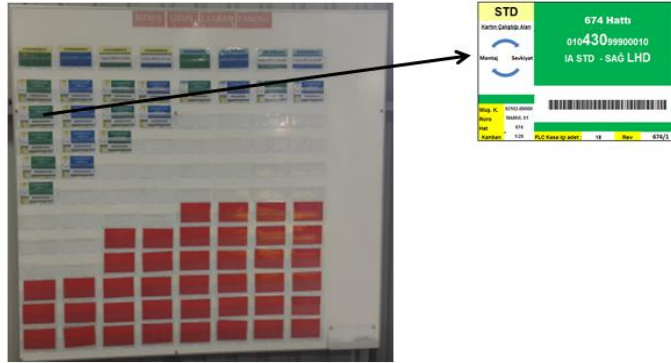
Tablo 16 : MRP' ye girilecek siparişler

Fiziki kurulumu yapılacak olan Kanban sürecinin iş akışı şekil 48'de gösterilmiştir.



Şekil 48: Bitmiş ürün ambarı ile Montaj arasındaki Kanban sistemi

Gruplama Kutusunun çalışma mantığı şu şekildedir. Montaj hattında üretilen bir ürünün müşteriye sevk edilen kasası dolduğunda kasaya 1 adet kanban kartı da koyulur. Müşteriye yapılan her bir sevkiyat sonrası ise bu kart müşteri kasasından alınır ve gruplama kutusundaki ilgili yere koyulur. Her sütun ayrı bir koda aittir. Süreç bu şekilde her bir bitmiş ürün için kırmızı alana kadar ayrılan yere ulaşınca kadar aşağıya doğru tekrar edilir. Kırmızı alana ulaşıldığında ilgili kartların tümü toplanır ve gruplanır. Böylelikle montaj hattının belli üretim adetleriyle (batch) üretim yapılması sağlanmış olur.



Şekil 49: Sevkiyat ambarında kullanılan gruplama tablosu

Sevkiyat ambarındaki tren ile kartlar hatta götürülür ve hattaki FIFO mantığı ile çalışan sıralayıcıya asılır.

Bu döngü ile montaj hattındaki üretimler müşterideki fiziki mal çekişlerinden tetiklendiği için, planlama süreçleri fiziki tüketimler üstünden kendiliğinden yapılabilecek bir yapıya kavuşmuş olmaktadır.

Üretim herhangi bir sebepten aksadığında o kart grubu toplanıp kenara alınır bir sonraki siparişe geçilir ancak sorun giderilir giderilmez kenara alınan üretim tekrar yapılmalıdır.

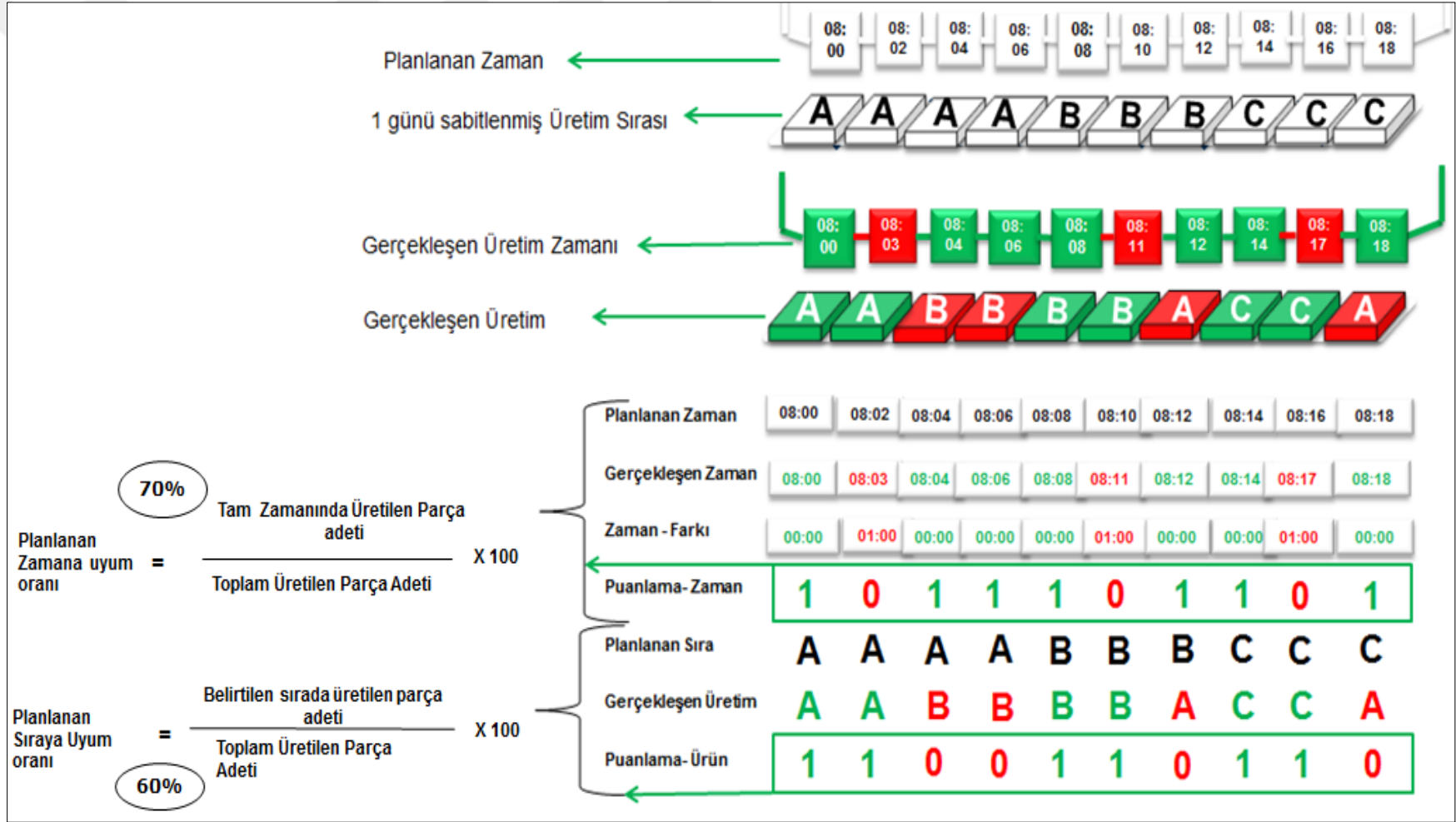
5.5.3. Üretim Planındaki Ani Sapmaların Analiz Edilmesi

Üretim sırasında herhangi bir sebeple üretim sırası bozulabilir ancak bu problemlerin neler olduğunu anlayarak, problemlerin kök sebeplerini iyi etüt etmek gerekmektedir.

Günümüzde üretim duruşlarına kayıp gözüyle bakılmakta ve yalnızca bu kayıplara çözümler üretilmeye çalışılmaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki bu şekildeki bir algı ile lojistik birimi giriş ambarında gereksiz stok tutmak, bunları elleçlemek zorunda kalmaktadır. Bu süreçlerdeki raf yatırımları, reachtruck gibi kaldırma indirme ekipmanları, indirme kaldırma sırasında oluşan işçiliklerin tümü ve stoğa bağlanan paranın tümü kayıptır.

Aşama 3’de tedarikçi yapısı incelenirken, yerli malzeme alımlarının malzeme sayısı olarak % 78’inin, hacim olarak da % 96’sının Bursa’dan tedarik edildiği ve Bursa’daki en uzak tedarikçilerin ise 60 km lik bir mesafe içerisinde kurulduğu görülmüştü. Dolayısıyla tedarikçilerden tam zamanında sevkiyatlar alınabilmesi için üretim çizelgelemesinin en az 6 saat sabitlenmesi gerekir ki bu kayıplar oluşmasın.

Mevcut durumun ne olduğunu anlayabilmek için planlama süreçlerine iki adet gösterge eklenmiştir. Bunlar , planlanan sıraya uyum ve planlanan zamana uyum göstergeleridir. Bu göstergelerin hesaplanış mantığı Şekil 50’de gösterilmiştir. Planlama mühendisi 6 saatlik bir üretim çizelgelemesini önceden yapmakta ve montaj hattı da bu çizelgelemeye uymaya çalışmaktadır. Çizelgelemeden sapmadaki sebepler kayıt altına alınarak, problemlerin gerçek kök sebeplerine “5 Neden” metodu ile ulaşılmaya çalışılmaktadır. Aşağıda sürecin yapısı ortaya koyulmuştur.



Şekil 50: Üretim Çizelgelemeye uyum oranlarının göstergeleri (Planlanan Sıra Uyum, Planlanan Zamana Uyum)

Uygulama yapılırken daha önce belirlenmiş olan 6 saatlik çizelgelemeden her bozulmada, üretim takım liderinin bir kök sebeple beraber kaç kasalık bozulmanın da olduğu bilgisinin girilmesiyle sürece başlanmıştır. Ancak takım liderinin kısıtlı bir bilgi sahibi olacağı göz önünde bulundurularak, ilgili birimlerdeki sorumlu mühendislerden açıklamalar alınmaya çalışılmıştır. Bu şekilde gerçek kök sebebe ulaşıncaya kadar sürece devam edilmiştir. Aşağıda bir örnek üstünden sürecin nasıl işletildiği gösterilmiştir.

Seviye 1 :

Montaj Üretim (Takım Lideri) → Lojistik (Tesellüm)

“ Tesellüm ambarından malzeme gelmediği için hat durdu.”

Seviye 2 :

Lojistik (Tesellüm) → Lojistik (Yerli Malzeme Tedarik)

“Ambarda malzeme bitmişti.”

Seviye 3:

Lojistik (Yerli Malzeme Tedarik) → Lojistik (Montaj Planlama)

“Montaj hattı MRP de belirtilen plandan daha fazla malzeme istedi.”

Seviye 4 :

Lojistik (Montaj Planlama) → Kalıp Bakım

“Kalıptaki arıza nedeniyle montaj hattı ani tip döndü, MRP de belirtilen planın dışına çıkıldı.”

Seviye 5 :

Kalıp Bakım → Satış

“Kalıp, müşteri ile anlaşılacak baskı sayısını tamamlamıştır, yeni kalıp yatırımına gidilmesi gerekmektedir.”

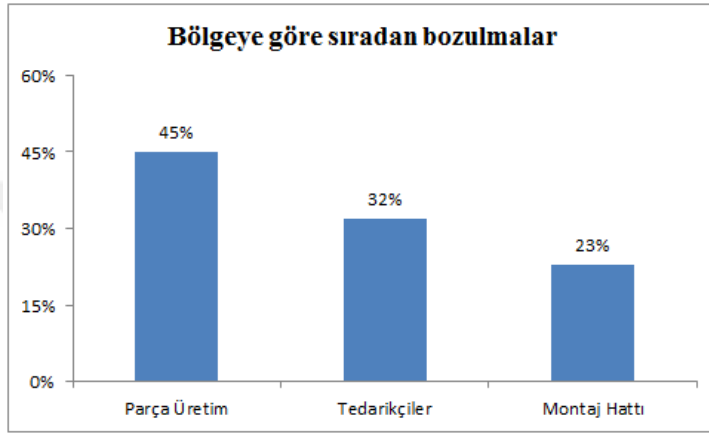
5 Neden ile gerçek kök sebeplerin ortaya çıkarılmasına yönelik bir uygulamanın ekran görüntüsü Şekil 51’de verilmiştir.

								SEVİYE 1			SEVİYE 2		SEVİYE 3		SEVİYE 4	
HAT	TARİH	VAR...	ÜRÜN	Personel	Kasa	DK	Per*DK	İlgili BİRİM	KÖK NEDEN	AÇIKLAMA	2.İlgili BİRİM	2.BİRİM AÇIKLAMASI	3.İlgili...	3.BİRİ...	4.İlgili...	4.BİRİM...
D263_FL	18.06.2018	Vardiya...	01049699900010	9	5	16	72	OA PARÇA UR...	PARÇA ÜRETİM/ MALZEME YOKLUĞU	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
D263_FL	18.06.2018	Vardiya...	01049699900010	9	4	16	57	DİGER	DİGER	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
V363	18.06.2018	Vardiya...	01037599900010	9	1	1		DİGER	DİGER	TEDARİKÇİD...	YERLİ MALZEME ...	TEDARİKCI KALIP ARIZASI	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
V363	18.06.2018	Vardiya...	01037599900010	9	1	12	10	DİGER	DİGER	TEDARİKÇİD...	YERLİ MALZEME ...	TEDARİKCI KALIP ARIZASI	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
V363	18.06.2018	Vardiya...	01037199900010	9	6	13	70	DİGER	DİGER	TEDARİKÇİD...	YERLİ MALZEME ...	TEDARİKCI KALIP ARIZASI	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
356_FI...	18.06.2018	Vardiya...	01058099900010	10	1	3	3	DİGER	DİGER	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
356_FI...	18.06.2018	Vardiya...	01058099900010	10	1	17	17	DİGER	DİGER	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
356_FI...	18.06.2018	Vardiya...	01058099900010	10	1	20	20	DİGER	DİGER	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
356_FI...	18.06.2018	Vardiya...	01057099900010	12	1	16	19	DİGER	DİGER	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
PANDA_...	18.06.2018	Vardiya...	02058099900010	5	1	38	19	AA PARÇA UR...	PARÇA ÜRETİM/ MALZEME YOKLUĞU	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
PANDA_...	18.06.2018	Vardiya...	02058099900010	5	1	56	28	AA PARÇA UR...	PARÇA ÜRETİM/ MALZEME YOKLUĞU	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ
B98 PH2...	18.06.2018	Vardiya...	01059092200010	6	3	30	54	YONETİMSEL	TEMİZLİK (YONETİMSEL)	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ	SECINIZ

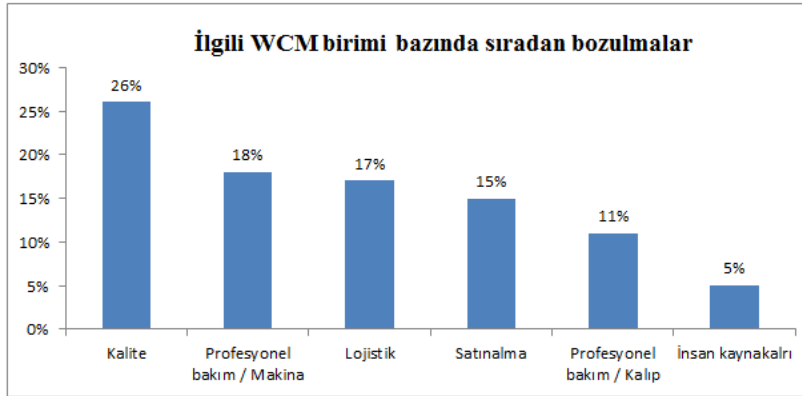
Şekil 51: 5 Kök Neden analizi ile hat duruşlarının incelendiği excel tablosundan bir görüntü.

Uygulama alanında planan sraya uyum oranı % 60, planlanan zamana uyum oranı % 70 olarak bulunmuştur.

Yapılan kök sebep analizlerinde, daha önceden çizelgelenmiş olan montaj üretimlerinin bozulma sebepleri bölge ve birim bazında Şekil 52 ve Şekil 53'de gösterilmiştir.



Şekil 52: Üretim sırasının bozulmasının üretim bölgelerine göre sınıflandırılması



Şekil 53: Üretim sırasının bozulmalarının ilgili WCM birimine göre sınıflandırılması

Sonuç olarak, üretim çizelgelemesinin bozulmasındaki ana sebebin parça üretim süreçlerindeki kalite problemleri olduğu görülmüştür. Kalite biriminin bu alana yönelik çalışmalar yapması gerekmektedir. Aşama 4'e ait öncesi ve sonrası durum değerlendirme tablosu, Tablo 17'de gösterilmiştir.

AŞAMA 4 ÖNCESİ VE SONRASI DURUM DEĞERLENDİRME TABLOSU

KONTROL MADDELERİ				23	59	DEĞERLENDİRME STANDARTLARI					
Birim	No.	Konu	KRİTERLER	ÖNCEKİ PUAN	SONRAKİ PUAN	Derece			Puanlandırma Deceleri		
						D	O	Y	D (düşük)	O (orta)	Y (yüksek)
Lojistik	4.01	Yönetimsel	MRP' ye girilen adetler müşteri ihtiyaçları doğrultusunda mı belirlenmiş ?	3	5	0	3	5	Fazla giriliyor.	Değişken bitmiş ürün stoğu	Dengeli adetler
Lojistik	4.02	Yönetimsel	Üretim operatörlerinin çalıştıkları hatlar sık sık değişiyor mu ?	3	5	0	3	5	Evet	Kısmen	Hayır
Lojistik	4.03	Yönetimsel	Hattaki darboğaz analizi yapılmış mı ? Bu darboğazı gidermeye yönelik faaliyetler yapılmış mı ?	5	5	0	3	5	Hayır	belli bir yere kadar	Evet
Lojistik	4.04	Yönetimsel	Darboğazın makina kalıp değişimi olması durumunda SMED faaliyetleri yapıyor mu ?	4	4	0	4	7	Hayır	yetersiz SMED	Evet
Lojistik	4.05	Yönetimsel	Önceki üretim bölümlerinin hızları sonraki müşteri istasyonlarıyla dengeli mi ?	0	0	0	4	6	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	4.06	Planlama	Her bitmiş ürünün belli aralıklarla üretilmesi için Sabit bir üretim şablonu belirlenmiş mi ? (3A2B5C, 3A2B5C)	0	0	0	4	8	Hayır	Var ama uygulanamıyor	Evet
Lojistik	4.07	Planlama	Kalıptaki SMED iyileştirmeleri ve Preslerdeki arızaların azaltılması faaliyetleri sonrası parçaların ana stok alanlarında da azalma oluştu mu ?	0	0	0	4	8	Hayır	Kısmen	Evet
Lojistik	4.08	Planlama	Ardışık parça üretim bölümlerinde çekme prensipleri uygulanıyor mu ?	0	4	0	4	8	Hayır	Bazılarında	Evet
Lojistik	4.09	Planlama	Satışı az olan ve satışı çok olan ürünler, ek mesailer yapılmadan, ideal bir karmada ve sabit bir vardiya planında mı üretiliyor ?	0	4	0	4	8	Hayır	Kısmi mesai var	Evet
Lojistik	4.10	Yönetimsel	Planlamanın daha iyi yapılabilmesi için fabrika içi ve dışı kısıtlar belirlenmiş mi ve bunları iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılıyor mu ?	0	0	0	4	8	Hayır	Kısmen	Tümü belirli
Lojistik	4.11	Yönetimsel	Çizelgelemeye uyum oranları olan, Zamana Uyum ve Sıraya Uyum ölçülüyor mu ?	0	8	0	4	8	Hayır	Yalnızca biri	Her ikisi de
Lojistik	4.12	Planlama	Planlamanın verdiği plan dışında aşırı üretim yapıyor mu ?	4	8	0	4	8	Evet	Bazı üretim alanlarında	Hayır
Lojistik	4.13	Yönetimsel	Planlanmış olan üretim çizelgesinden oluşan sapmalar kayıt altına alınıp analiz ediliyor mu ?	0	8	0	4	8	Hayır	Evet, yüzeysel	Evet, detaylı
Lojistik	4.14	Planlama	Montaj hattının tip değişimleri sabit bir üretim adetinde mi yapılıyor ?	4	8	0	4	8	Hayır	Bazen değişken aralıklı	Evet
TOPLAM									100		

Tablo 17 : Aşama 4 'e ait Önceki ve Sonraki Durumun Değerlendirme Tablosu

5.6. AŞAMA 5, İÇ VE DIŞ LOJİSTİĞİN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.6.1. Dış lojistiğin yeniden değerlendirilmesi

Planlama süreçlerindeki iyileştirmeler yapılabildikten yani üretim çizelgelemesi 6 saatlik bir zaman diliminde sabitlenebildikten sonra, fabrika dışı lojistiğin yeniden çalışılması gerekmektedir. Zira milkrun yapısının, tam zamanında sıralı sevkiyat yapısına doğru evrilmesi gerekecektir.

Siparişlerin yerli tedarikçilere MRP ile iletilmesi yerine, internet üstünden siparişlerin tedarikçilere anlık iletilmesi gerekecektir.

5.6.2. İç lojistiğin yeniden değerlendirilmesi

Vagonlu trenlerle yapılan malzeme tedarikinde kutu içi adetlerin nispeten daha az olduğu malzemeler çok fazla işçilik ihtiyacı oluşturmaktadır.

Bu nedenle malzemeyi uzaktan yüksek adetlerle getirip hattın yanından küçük adetlerle beslenmesine yönelik bir yapı oluşturulmalıdır.

Bunun için fabrikada öncelikle lay out çalışmalarının tekrar gözden geçirilip hattın yanında ek bir süpermarket daha yapılması gerekmektedir.

Hattın yanına yapılan bu süpermarkete yerleştirilen hızlı giden malzemeler buradan lineer ilerleyen araçlar ile (LGV- Linear Quiqed Vehicle) hatta dolu malzemeyi otomatik yükleyip, boş kasaları otomatik olarak almalıdır.

5.7. AŞAMA 6, SATIŞ VE SATINALMANIN UYUMLAŞTIRILMASI

Bu aşama, tedarikçilerden sıralı malzeme tedarikinin yapılabilmesi için satınalma birimiyle ve müşterilere sıralı sevkiyatların yapılabilmesi için satış birimiyle yapılacak alt yapı çalışmalarını içermektedir. Yapılan çalışmada bu aŐamaya yönelik bir uygulama yapılamamıŐtır.

5.8. AŞAMA 7, SIRALI ÜRETİM

LojiŐiğin bu aŐaması montaj hattında müşterinin istediği parça sırasında üretim yapılmasını kapsamaktadır. Montaj hattındaki bu sıralı üretimler tedarikçiden alınan malzemerin de sıralı Şekilde tedarik edilmesiyle yapılmaktadır..

Bu aŐamanın devreye alınabilmesi için fabrikadaki diğer birimlerin de dünya standartlarında, arızaların olmadığı, ıŐkartaların olmadığı bir çalışma ortamı sağlaması gerekmektedir. Yapılan çalışmada bu aŐamaya yönelik bir uygulama yapılamamıŐtır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

WCM, israfları azaltmak ve kayıpları yoketmek için bir dizi aracın kullanımından öte başlı başına bir yönetim şeklidir. Teknik çalışan on birimin dışında, üst yönetimin de on konu üstünden gelişim sürecine katılması sağlanmıştır.

Teknik her bir birimin ne yapmaları gerektiği aşama aşama belirlenerek uygulayıcılara bir yol haritası sunulmaktadır. Bu yönüyle WCM, uygulanabilirlik açısından yalın üretimden daha üstün bir yapıya sahiptir.

Uygulamanın bir nolu aşamasındaki faaliyetler olan doğru paketleme seçimleri, üretim operatörlerinin yürümelerini azaltan malzeme raf uygulamaları, lojistik ve üretim çalışanlarının iş tanımlarının ve sınırlarının oluşturulması; üretim operatörlerinin standart iş yapmasına yol açmış ve dolayısıyla da işin standart zamanda yapılabilmesine olanak sağlayarak üretim verimliliğinin artmasını sağlamıştır. Üretim çalışanlarının raftaki daha küçük ölçülerdeki kutulardan malzeme alabilmeleri neticesinde vardiyada 8.160 m olan yürümleri 4.500 m /vardiya seviyesine düşürülmüştür. Üretim birimi sonraki aşamalarda hat yanındaki iş yükü dengelemelerini yeniden yaparak çalışan azaltımına gidebilecektir.

Ek olarak, hat yanındaki stok seviyeleri de sınırlandırılarak daha önce ortalama 2 gün seviyesinde olan hat yanı stokları A sınıf malzemelerde maksimum 30 dk, B sınıf malzemelerde 4 saatlik seviyeye düşürülmüştür. Ayrıca bu aşamada fabrikanın tümünde parselleme çalışmaları yapılarak sonraki aşamaların alt yapıları oluşturulmuştur. Daha önce büyüklü küçüklü birbirinden farklı ölçülerde parseller varken önerilen durumda fabrika 12 m en ve 28 m boy ölçüsündeki dikdörtgenlere ayrılmıştır. Her bir dikdörtgen arasında 3,3 m lik yollar bırakılarak, Aşama 2'de forklift yerine tren ile malzeme taşınabilmesinin alt yapısı sağlanmıştır. Aşama 1'de yapılanlar faaliyetler doğrultusunda model alanda 34 olan puan seviyesi 76'ya yükseltilmiştir.

İkinci aşamadaki iç lojistik iyileştirmeleriyle bir trenin, birden çok hatta milkrun mantığında nasıl malzeme dağıtabileceği ortaya koyulmuştur. Bunun için ilk olarak malzeme taşıma ekipmanı olan forklift değiştirilerek yerine arkasına ek vagonlar takılabilen trenler devreye alınmıştır. Daha fazla montaj hattına aynı tur içinde

bakılması gerekeceği için rota tayini ve sığa analizlerinin nasıl yapıldığı da örnekler üstünden ifade edilmiştir. Yapılan hesaplamalar doğrultusunda 5 adet tren ile tüm hatların giriş ambarından gelen malzemelerinin tümünün taşınabileceği ortaya koyulmuştur. Malzeme çağrı sistemleriyle ilgili olarak basit ama işler bir taşıma kanbanı uygulamasının nasıl yapılabileceği uygulamalar üstünden ifade edilmiştir. Bu malzeme çağrı sistemleriyle hat yanındaki stok seviyesi operatör insiyatifinden çıkarılarak tüketimlerden beslenen bir yapıyla sınırlandırılmıştır. Yapılan faaliyetlerle aşama 2'deki mevcut puan, 25 seviyesinden 70 puan seviyelerine yükseltilmiştir.

Üçüncü aşamada tedarikçilerin analizleri yapılarak; yerli malzeme alımlarının malzeme sayısı olarak % 78'inin, hacim olarak da % 96' sının Bursa'dan yapıldığı tespit edilmiştir. Bursa'daki en uzak tedarikçiler ise 60 km lik bir mesafe içerisinde yer almaktadır. Yerli alımlardan günde 35 kamyonluk yük olması nedeniyle de haftada 2 kez çalıştırılan MRP'nin, çalışma sıklığının az olduğu görülmüştür. Ayrıca üretimdeki sıkıntılar nedeniyle MRP'nin etkinliğinin azaldığı, telefonlarla acil malzeme tedarikinin yapıldığı saptanmıştır. Buna bağlı olarak üretimdeki sıkıntılarının, giriş ambarında 5 günlük stoğa yol açtığı görülmüştür. Bu aşamadaki iyileştirmelerin devreye alınabilmesi için MRP'deki planlanan üretimlerin gerçekleşme oranlarını iyileştirmek gerektiği anlaşılmış ve bir sonraki aşama olan planlama süreçlerine geçiş yapılmıştır. Zira üretim çizelgelemesinde yapılacak 6 saatlik sabitleme ile Bursa'daki % 78 lik malzeme grubunun stoğu 8 saatlik seviyeye indirilebilecektir. Endüstri 4.0 çalışmalarının lojistik alanında uygulama alanı bulabileceği, yapay zekaya dayalı dinamik milkrun rotalama, GPS sistemleriyle yapılan kamyon takipleri ve otomatik ambarlama yapıları bu aşamada ileride yapılabilecek çalışmalar olarak değerlendirilmektedir.

Dördüncü aşamada planlama süreçlerine yalın üretim teknikleriyle yaklaşmış ve müşteri ile aynı hızda olmayan montaj hattının hızı müşteri hızına eşitlenmeye çalışılmıştır. Zira bitmiş ürün stoğunun belli bir seviyede tutulması kısıtı varken, hız farklılıklarının ancak operatörlerin başka üretim hatlarına kaydırılmasıyla yönetilebileceği görülmüştür. Bu süreç beraberinde operatörlerin yönetim sürecini de getirmektedir. Üretim hızları eşitlenen ardışık süreçlerde üretim kanbanlarıyla süreç tamamen otomatikleştirilmeye çalışılarak planlama mühendislerinin müdahalelerine gerek kalmayacağı ortaya koyulmuştur.

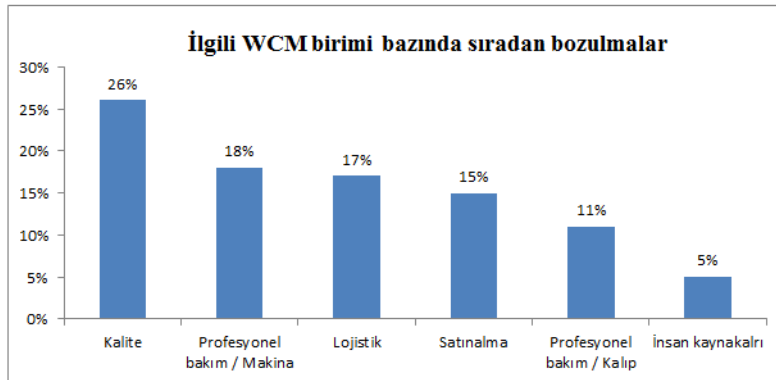
Bu bakış açısının model alana yansması olarak hattaki mevcut çevrim süresi 9 operatörle 75 sn/ parça iken, hedef çevrim süresi 54,4 sn/parça'ya ulaşabilmek için çeşitli iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan dengeleme çalışmalarıyla 10 kişiyle 58,43 sn/parça'lık üretime seviyelerine gelinebilmektedir.

	Mevcut	Hedef
Operator Sayısı	9	10
Çevrim süresi (sn)	75	54,4
Toplam Ödenen Zaman (dk)	11,24	9,06

Hatta yapılan metot ve zaman etüt çalışmaları yardımıyla hattaki operaör sayısı 9 dan 10 a çıkarılmış hatta bir banko daha eklenebileceği görülmüştür. Toplamda ise iyileştirmelere bağlı toplam ödenen zamanda % 20 lik azalış sağlanabilmektedir.

Planlama süreçleri otomatikleştirildikten sonra tedarikçilerden tam zamanında sevkiyat alınabilmesi için, 6 saatlik üretim çizelgeleri sabit tutulmaya çalışılmıştır. Uygulama alanında planan sıraya uyum oranı % 60, planlanan zamana uyum oranı % 70 olarak bulunmuştur. Üretimde ortaya çıkan çeşitli sıkıntılar nedeniyle oluşan üretim değişkenlikleri 5 Neden metoduyla araştırılarak, parça üretim süreçlerindeki kalite problemlerinin iyileştirilmesi gerektiğine dair yönlendirmelerde bulunulmuştur.

Uygulamanın sonraki aşamalarına geçiş yapılabilmesi için parça üretimdeki kalite problemlerinin iyileştirilmesi gerektiği ortaya koyulmuştur. Çalışma bu aşamada daha ileri gidememiştir.



KAYNAKLAR

- ADAMS James L., *Bir Mühendisin Dünyası*, cev. Cem Soydemir, 7.b,Tübitak Popüler Bilim, 1999.
- ARKAN Özcan , *Endüstri 4.0 Kavramı ve Endüstri 4.0 Dönüşümünün Üretim Maliyetlerine Etkisi Üzerine bir Baka Çalışması* ,(Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe ve Finansman, 2018.
- AYDIN Hakan, *Yalın Üretim sistemi, değer akış haritalama yöntemi ve yalın üretim sisteminin çalışanlara etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme AnaBilim Dalı Uluslararası Kalite Yönetimi Bilim Dalı, 2009.
- BANGER Gürcan, *Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme*, Dorlion Yayınları, Ankara 2016.
- BEDİR Atilla, “Türkiye’de Otomotiv Sanayi Gelişme Perspektifi”, *Devlet Planlama Teşkilatı, İktisadi Sektörler ve Kordinasyon Genel Müdürlüğü*, No.2660, 2002.
- BHASİN Sanjay, *Lean Management Beyond Manufacturing*, Springer, 2015.
- BİNGÖL Ahmet, *Toplam Üretken Bakım (TPS) yönetim sistemin örgüt kültürü üzerindeki etkileri ve bir üretim işletmesinde uygulama* (Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İşletme Bilim Dalı , 2012.
- BOZAĞAÇ İbrahim, *Tofaş – World Class Manufacturing*, <https://lean.org.tr/tofas-world-class-manufacturing/> , (5.9.2018)
- BOZAĞAÇ İbrahim, *World Class Manufacturing on Automobile Industry and applications of Autonomous Maintance in press Shop* (Yüksek lisans Bitirme Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği , 2010 .
- BUSTER Jargon, *How-to-Manufacture-a-Smarter-Factory-Full*, k3 syspro,2015
- CHIARINI Andrea, VAGNONI Emidia, “World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension”, *International Journal of Production Research*, Vol. 53, No. 2, 2014.
- CHOUDHARY Sushil Kumar, “Study about the Types of Information Technology Service for Supply Chain Management”, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, Vol.2, 2016.

- CRNJAC Marina, VEZA Ivica, BANDUKA Nikola, From Concept to the Introduction of Industry 4.0, *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, Vol. 8 No 1, 2017, s. 29.
- ÇANCI Metin, ERDAL Murat, *Lojistik Yönetimi*, İstanbul: UTİKAD Yayınları , 3. Baskı, 2009.
- ÇELEN Serap, “Sanayi 4.0 ve Simülasyon” , *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry* , Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir, 2017,
- DEKIER Lukasz, “The Origins and Evolution of Lean Management System”, *Journal of International Studies*, Vol. 5, No 1, 2012, pp. 46-51.
- DICKERSBACH Jörg Thomas, *Characteristic Based Planning with mySAP SCM™* , Springer, Germany, 2005
- ENTEMİZ Gökçe, *Rekabet Ortamında Otomotiv Sanayinin Yer Seçimi Yönlendiriciler ve Mekansal Etkileri*, “İstanbul Metropolitan Alan ve Yakın Çevresi” Örneği, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, 2009.
- Ersin Turan, *Nakliye Sektöründe Taşıma Türleri*, <https://webnak.com.tr/blog/nakliye-sektoru-tasima-turleri/>, 10.10.2018
- Eusu Logistics Corporation, y.y., <http://www.eusu-logistics.com/en/elis.jsp>, 2015, (10.10.2018)
- EYÜBOĞLU Betül, *Gümrükleme Süreci Nedir Nasıl Yönetilir?*, <https://www.igeme.com.tr/gumruklem-sureci-nedir-nasil-yonetilir/>, 5.10.2018
- FEKETE Milan, *World Class Manufacturing- The Concept for Performance increasement and knowlage acquisition*, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovenská republika, Fakulta managementu, Katedra stratégie a podnikania , 2013.
- FELICE de Fabio, PETRILLO Antonella, MONFREDA Stanislao , “Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry” , *InTech*, 2015 .
- Fiat Grup, *Üretim Sistemi için Metot ve Enstrümanlar*, Dünya Klasında Üretim, y.y. 2006
- GYULAI David, “Milkrun Vehicle Routing Approach for Shop-floor Logistics”, *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 2013.
- HOUTI Mariam , ABBADI Laila El, ABOUABDELLAH Abdellah , *Lean ERP: A hybrid approach Push /Pull*, *2016 3rd International Conference on Logistics Operations Management*, 2016

- Joseph G. Monks, *İşlemler Yönetimi, Teori ve Problemler*, çev. Sevinç Üreten, İstanbul: Nobel Yayınları, 2001
- KOÇAN Ayşegül, *İç Lojistikte Setleme / Sıralama Sistematiğinin Tasarımı ve Otomotiv Sektöründe bir Uygulama*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 2014.
- KORTABARRIA A.,v.d., “Material management without forecasting: From MRP to demand driven MRP“, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 632-650, 2018
- KWANEGA Michael ,EUGENE Abrokwah, Lİ Dongmei , “Supply Chain Management Practices and Agribusiness Firms’ Performance: Mediating Role of Supply Chain Integration”, *South African Journal of Business Management*, vol.49, No.1, 2018, pp.2-11.
- LI Q. , DISNEY S.M., “Revisiting Rescheduling: MRP Nervousness and The Bullwhip Effect”, *International Journal of Production Research*, 55 (7), 2017
- LİKER K. Jeffrey , *Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi*, çev. Ümit Şensoy, İstanbul: Orhan Holding , 2005.
- MADHUSHREE L. M.,REVALTHI R.,AITHAL P. S. ,” Competitive Strategies in Green Business-A Case Study on Aegis Logistics Ltd” , *International Journal of Case Studies in Business, IT and Education (IJCSBE)*, 2018, pp.2-6
- MANİSALI Erol, *İktidata Giriş*, İstanbul:DER Yayınları, 2006.
- MATSUI Yoshiki , “An empirical analysis of just-in-time production in Japanese Manufacturing companies”, *International Journal of Production Economic*, Vol.108, No.1, 2007.
- MCLEAN Jaclyn, CANHAM Robin, Managing the Electronic Resources Lifecycle with Kanban”, *Open Information Science*, Vol.2, 2018
- MEYER Stephen, *Mass Production an Human Efficiency: Toe Ford Motor Company, 1908-1921*, Ph.D Thesis, Rutgers University The State University of New Jersey, 1977.
- MISHRA R., *Materials Management* , Lovely Professinal University, Phagwara, Delhi, Excel Books ,2013, s.24
- MITU Evelyne Ingrid , VASIC Mile, “Comparative Management of Human Resources between USA and Japan” , *Valahian Journal of Economic Studies*, Vol.9, No.23, 2018.
- MORGAN M. James, LİKER K. Jeffrey, *Toyota Ürün Geliştirme Sistemi*, çev.Aysel Yılmaz, İstanbul: Farba Yayınları, 2007.
- MUNDEL Marvin E. , *Motion and Time Study*, Prentice-Hall, 3th edition, 1960

- MURINO Teresa v.d. , *A world class manufacturing implementation model*, Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering, Department of Materials Engineering and Operations Management , University of Naples ,Napoli- Italy, 2014
- OKHOVAT Mohammad Amin, v.d. , “Development of world class manufacturing framework by using six-sigma, total productive maintenance and lean”, *Scientific Research and Essays* , Vol. 7(50), pp. 4230 -4241, 24 , 2012
- ÖZÇELİKEL Hamdi, *Bir Personel Yöneticisinin Gözüyle Japon Yönetim Sistemleri*, İstanbul: MESS Yayınları, 1994.
- ÖZTÜRKCAN Selcen, “4. Sanayi Devrimi”, *ODTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü 50. Yıl Sempozyumu*, Ankara, 2016.
- PALUCHA K. , “World Class Manufacturing model in production management”, *Material Science and Engineering*, Vol.58, No.2 , p.p:227-234, 2012
- POOR Peter, KOCİSKO Marek, KRHEL Radoslav , “World Class Manufacturing (WCM) Model as a tool for Company Management”, *27th DAAAM International symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*, 2016.
- RIFKIN Jeremy, *The Zero Marginal Cost Society* , Palgra ve Macmilan, 2017.
- ROSSI Tommaso, “Improving Production Planning Through Finite-capacity MRP”, *International Journal of Production Research*, vol.55, s.2, 2017
- Sabine Pfeiffer, *The Vision of BIndustrie 4.0 in theMaking—a Case of Future Told, Tamed, and Traded*, Nanoethics CrossMark, 2017.
- SCHWAB Klaus, *The Fourth Industrial Revolution* , World Economic Forum, y.y., 2016.
- SEZEN H.Kemal, ŞENARAS Arzu Eren, ETEMAN Fatma Sert, “Yalın Yaklaşım, Uygulanabilme Sınırları, Ötesi”, *XVIII. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu 2017*, Trabzon, 2017
- SMIRNOV Yuriy, *Reorder point*, <http://financialmanagementpro.com/reorder-point/>, 8.10.2018
- SMITH John Meredit, *Logistics & the Out-bound Supply Chain*, Manufacturing Engineering Modular Series, Penton Press, 2002.
- STEVENSON William J. , *Operations Management*, Saunders College of Business , Rochester Institute of Technology, McGraw-Hill Education, 12th Edition, 2015.
- SUZUKİ Tokutaro, *TPM in Process Industries*, Productivity Press., New York, 1994

- TAHA Hamdy A. , *Yöneylem Araştırması*, Literatür yayınları, 6. Baskı, çev. Ş.Alp Baray- Şakir Esnaf, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, 2000, s. 433
- TAKVIR Ashik, “Milkrun 4.0” for Smart Manufacturing,” *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Volume 3, Issue 2, 2018.
- TAMAS Peter, “Application of Simulation Modeling for Formation of Pull-Principled Production Control System”, *Journal of Production Engineering*, Vol.19, No.1, 2016, pp.99-100
- TANNA Janakkumar , VYAS Ankur, Case Study on Manufacturing Resource Planning, *Claro:Journal of Engineering*, 2017, p.4
- The Future of manufacturing, *How to Manufacture-a-Smarter-Factory*, K3 SYSPRO, 2015.
- TJAHJONOA Benny, v.d., “What does Industry 4.0 mean for Supply Chain ?” , *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017*, Spain, 2017.
- Toyota Industries Corporation, *The Story of Sakichi Toyoda*, https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda_sakichi/index.html, (8.10.2017).
- TSİĞKAS C. Alexander C., *The Lean Enterprise: From the Mass Economy to the Economy of One*, Springer, 2013.
- VAIDYAA Saurabh, AMBADB Prashant, BHOLEC Santosh , “Industry 4.0”, *2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering*, India,, 2018.
- WANG Dong-Fang, “The Green Logistics Impact on International Trade: Evidence from Developed and Developing Countries”, *Sustainability*, Vol.10., 2018.
- WYLD David C., *Moving to the Cloud:An Introduction to Cloud Computing in Government*, Department of Management College of Business Southeastern Louisiana University, IBM Center for The Business of government, 2009
- y.y., *incoterms*, www.suatransport.com/, 20.10.2018
- Yalın Enstitü, *Çevrim Süresi (CYCLE TIME) Nedir?* , <https://lean.org.tr/cevrin-suresi-cycle-time-nedir/>, 10.10.2018

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Evren Geçgil
Tez Adı	Dünya Sınıfında İmalat Kavramı ve Bir Lojistik Uygulaması
Enstitü	Sosyal Bilimler
Anabilim Dalı	Ekonometri
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Prof. Dr. H. Kemal Sezen
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni Kısıtlama	<input type="checkbox"/> Patent Kısıt (2 yıl) <input type="checkbox"/> Genel Kısıt (6 ay) <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 16.01.2019
İmza : 