



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA  
SİSTEMLERİ İLE ÜRETİM YÜRÜTME  
SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONU:  
MAKİNE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR  
UYGULAMA**

**Mert Can HALICI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**06-2022**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Mert Can HALICI tarafından hazırlanan “KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA SİSTEMLERİ İLE ÜRETİM YÜRÜTME SİSTEMLERİ ENTEGRASYONU: MAKİNE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA” adlı tez çalışması 09/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan (Danışman)

Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN

#### Üye

Prof. Dr. Yakup KARA

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

#### Üye

### İmza

.....

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mert Can HALICI

Tarih: 07/06/2022

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA SİSTEMLERİ İLE ÜRETİM YÜRÜTME SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONU: MAKİNE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Mert Can HALICI

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN

2022, 92 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN  
Prof. Dr. Yakup KARA  
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN

Günümüz dünyasında, rekabet piyasalarında hayatta kalmak daha zor hale gelmiştir. Bu sebeple işletmeler varlıklarını koruyabilmek ve büyüebilmek adına teknolojinin gücünden yararlanma eğilimindedirler.

Bu tez kapsamında, makine imalatı sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin kurumsal kaynak planlaması sistemi ve üretim yürütme sistemi entegre edilmiştir. Bu entegrasyon ile birlikte işletmenin üretimi izlenebilir ve yönetilebilir hale gelmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kurumsal Kaynak Planlama, Sistem Entegrasyonu, Üretim Yönetimi, Üretim Yürütme Sistemi

**ABSTRACT**

**MS THESIS**

**INTEGRATION OF ENTERPRISE RESOURCE PLANNING SYSTEMS AND  
PRODUCTION EXECUTION SYSTEMS: AN APPLICATION IN THE  
MACHINERY MANUFACTURING INDUSTRY**

**Mert Can HALICI**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Industrial Engineering**

**Advisor: Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN**

**2022, 92 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN  
Prof. Dr. Yakup KARA  
Dr. Öğr. Üyesi Kemal ALAYKIRAN**

In today's world, it has become more difficult to survive in competitive markets. For this reason, businesses tend to benefit from the power of technology in order to protect their assets and grow.

Within the scope of this thesis, the enterprise resource planning system and production execution system of an enterprise operating in the machinery manufacturing sector are integrated. With this integration, it is aimed to make the production of the enterprise traceable and manageable.

**Keywords:** Enterprise resource planning, Manufacturing Execution System, Production management, System Integration

## ÖNSÖZ

Bu tez uygulamasını yapabilme fırsatım olduğu için öncelikle danışman hocam, sayın Prof. Dr. İsmail KARAOĞLAN'a, daha sonra tez çalışmamı bünyelerinde yürütmeme izin veren Denma Mühendislik Hizmetleri firması genel müdürü sayın Ömer Yasin AKBUĞA'ya ve ERP ve MES sistemlerinden faydalanmama izin veren VIO Ticari Sistemler markası kurucusu sayın Memduh DURMAZ'a ve benim bugünlere gelmemde emeği geçen ve desteklerini hiç esirgemeyen ailem ve dostlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu tez kapsamında yapılan çalışma, hâlihazırda üzerine çalışmış olduğum kariyerime yeni bir ufuk katarak kendimi geliştirmem de büyük faydası oldu. Bu tez kapsamında öğrendiğim bilgileri iş hayatıma empoze ederek, Türkiye Cumhuriyeti'ne hizmet veren Endüstri 4.0 devriminin temsilcisi olan bir mühendis olmaya devam edeceğim.

Mert Can HALICI  
KONYA-2022

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

AÜÇ: Ana Üretim Çizelgelemesi

CAQ: Measured Data Acquisition

CRM: Customer Relationship Management

CRP: Capacity Requirements Planning

ERP: Enterprise Resource Planning

HRM: Human Resource Planning

ISO: International Organization for Standardization

KKP: Kurumsal Kaynak Planlaması

MDC: Machine Data Collection

MES: Manufacturing Execution System

MESA: Manufacturing Execution Solutions Association

MPL: Material and Production Logistics

MPS: Master Production Scheduling

MRP: Material Requirements Planning

MRP-II: Manufacturing Resource Planning

NAMUR: Kimya Endüstrisinde Ölçüm ve Kontrol Teknolojisi Derneği

NCM: Non-Conformance Management

OEM: Original Equipment Manufacturer

PDA: Production Data Acquisition

SPC: Statistical Process Control.

TRM, DNC: Tool and Resource Management and Transmission of Machine Settings

ÜYS: Üretim Yürütme Sistemi

VDI: Verein Deutsche Ingenieure

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÜRETİM YÖNETİMİ.....</b>	<b>2</b>
2.1. Üretim Yönetimi Tanımı.....	2
2.2. Üretim Sistemlerinin Tasarım Kuruluş ve İşleyişi.....	2
2.3. Üretim Yönetiminin Amaçları .....	3
2.4. Stok Maliyeti ve Yönetimi .....	4
2.4.1. Stok Yönetimi.....	4
2.4.2. Stok Yönetiminin Önemi.....	5
2.4.3. Stok Yönetiminde Etkinlik İlkeleri .....	6
2.4.4. Stok Çeşitleri .....	8
2.5. Üretim Planlama.....	10
2.5.1. Ana Üretim Çizelgelemesi (MPS: <i>Master Production Scheduling</i> ).....	10
2.5.2. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP: <i>Material Requirements Planning</i> )... ..	11
2.5.2.1. MRP Girdileri .....	13
2.5.2.2. MRP Çıktıları.....	14
2.5.3. İmalat Kaynak Planlaması (MRP-II: <i>Manufacturing Resource Planning</i> ).....	15
2.5.3.1. Kapasite İhtiyaç Planlaması.....	15
2.6. Tesis Yerleşimi ve Bakımı .....	16
2.7. Kalite Kontrolü.....	17
<b>3. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI (ERP: <i>ENTERPRISE RESOUC</i></b>	
<b><i>PLANNING</i>) .....</b>	<b>18</b>
3.1.ERP'nin Tarihçesi.....	18
3.2.ERP Yazılımlarının Genel Özellikleri .....	19
3.3.ERP'nin Modüler Yapısı .....	21
3.4.ERP'nin Gereklilik Nedenleri.....	21
3.5.ERP Yatırımlarının Geri Dönüşü.....	22
3.5.1. Yazılım Fayda/Maliyet Analizi .....	23
3.5.2. Lisans Maliyeti .....	23
3.5.3. Yıllık Bakım Gideri .....	23
3.5.4. Danışmanlık ve Eğitim Maliyeti.....	24
3.6. ERP Sistemine Geçiş ve Kurulum Süreçleri.....	24
3.6.1. Yatırım Kararı.....	24
3.6.2. Uygulama Öncesi Süreci .....	24
3.6.2.1. ERP Ekibi/Organizasyonu .....	25
3.6.2.2. Yazılım Seçimi .....	26
3.6.2.3. Danışman .....	28
3.6.2.4. ERP Hedefler .....	28



3.6.2.5. İş Akışları.....	29
3.6.3. ERP Kurulum.....	29
3.6.3.1. Teknik Kurulum:.....	29
3.6.3.2. ERP Sistem Kurulumu.....	29
3.6.3.3. Canlı Kullanıma Geçiş.....	30
3.6.4. Kurulum Sonrası Çalışmalar.....	31
3.6.4.1. Sürekli İyileştirmeler.....	31
3.6.4.2. Yetersiz Kullanım.....	31
3.6.4.3. Yeni Modüller.....	31
3.6.4.4. Değişen Rekabet Şartları ve İş Süreçleri.....	32
3.7. ERP Uygulamalarının Başarısızlık Nedenleri.....	32
3.8. Alternatif Sistemler.....	33

#### **4. ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMİ (MES: MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM)..... 33**

4.1. MES Konseptinin Ortaya Çıkışı.....	33
4.2. Mevcut Standartlar.....	35
4.2.1. MESA.....	36
4.2.2. ISA S 95.....	37
4.2.3. NAMUR.....	37
4.2.4. VDI.....	38
4.3. İdeal MES Sistemi.....	38
4.3.1. Fonksiyon Grubu: Üretim.....	39
4.3.2. Fonksiyon Grubu: Kalite.....	41
4.3.3. Fonksiyon Grubu: İnsan Kaynakları.....	42
4.4. Teknik Gereksinimler.....	43
4.4.1. Veri Depolama.....	43
4.4.2. ERP ile İletişim.....	43
4.4.3. Üretim Yönetimi ile İletişim.....	43
4.5. Dikey ve Yatay Entegrasyon.....	44
4.6. İşletmede MES Sistemi Kullanımı.....	45
4.6.1. Organizasyonel Gereksinimler.....	45
4.6.2. Teknik Gereksinimler.....	46
4.6.3. Ekonomik Verim.....	46
4.6.3.1. Proses Yeteneği.....	46
4.6.3.2. Artan Makine Kullanımı.....	46
4.6.3.3. Çevrim Süresini Kısaltma.....	47
4.6.4. Kalite Sistemlerine Desteği.....	47

#### **5. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA SİSTEMLERİ İLE ÜRETİM YÜRÜTME SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONU: MAKİNE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA ..... 47**

5.1. Proje Yatırım Kararı.....	47
5.2. Üretimden Veri Toplama Sistemi Kurulumu.....	49
5.2.1. Operatör Paneli Tasarımı.....	49
5.2.2. Ara Yüz Tasarımı.....	50
5.2.3. Üretim Sahası Alt Yapısı Kurulması.....	51
5.2.4. Donanım Montajı.....	52
5.2.5. Operatör Eğitimleri.....	52

5.3.	Mevcut Durum Analizi .....	53
5.3.1.	Performans Kriteri Seçimi .....	53
5.3.2.	Mevcut Durum Analizi .....	54
5.3.3.	Darboğazların Belirlenmesi .....	56
5.4.	İyileştirme Çalışmaları .....	57
5.4.1.	İyileştirme Çalışmaları Planlanması .....	59
5.4.2.	Fiziksel İyileştirme .....	60
5.4.3.	Sistemsal İyileştirme .....	60
5.4.4.	Otomasyon Çalışmaları .....	61
5.5.	Verimlilik Analizi .....	62
<b>6.</b>	<b>DEĞERLENDİRME VE SONUÇ .....</b>	<b>65</b>
	<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>67</b>
	<b>EKLER .....</b>	<b>73</b>
	EK-1: MEVCUT DURUM ANALİZİ .....	73
	EK-2: 01.09.2021-31.12.2021 Arası Üretim Analizi .....	78
	EK-3: FABRİKA YERLEŞİM PLANI .....	79
	EK-4: İYİLEŞTİRME PLANI .....	80
	EK-5: ÜRÜN AĞAÇ YAPISI .....	81
	EK-6: OTOMASYON SİSTEMİ ÇIKTILARI .....	87
	EK-7: FİZİKSEL İYİLEŞTİRME ÖNCESİ VE SONRASI .....	88
	SONRASI RESİMLERİ .....	88
	ÖNCESİ RESİMLERİ .....	91

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında oluşan rekabetçi ortamda işletmelerin varlıklarını koruyabilmeleri rekabet güçlerine dayalıdır. Kaynakların sınırlı olduğu bir ortamda rekabet gücünün direk olarak verimlilikle doğru orantılı olduğu söylenebilir. Etkili bir üretim yönetim politikası geliştiren ve uygulayabilen işletmeler verimliliklerini yüksek tutabileceklerinin farkındadırlar. Özellikle 18 yy. İngiltere’inde “Sanayi Devrimi” ile başlayan endüstrileşme çağı gelişen teknolojinin çizdiği yolda ilerlemektedir. Bu ilerleyiş sırasında izlenen politikaların 1980’li yıllarda başlayan dijitalleşmeye ve 2013 Nisan ayında Almanya’da ilan edilen Endüstri 4.0 gibi uygulamalara dönüştüğü ifade edilmektedir. Böylece daha etkin üretim yönetim politikalarına sahip olan işletmelerin, rekabet güçlerinin ana kaynaklarının teknolojik alt yapılarına dayandığı gözlenmektedir.

Milenyum çağının başlangıcı yani 2000’den sonra teknolojik gelişmeler üstel bir ivme kazanarak hızlanmıştır. Teknolojik gelişmeler ile doğru orantılı olarak üretim yönetim sistemlerinde felsefede değişmeye başlamıştır. Artık işletmeler üretim sahalarını anlık takip edebilme imkânlarına sahiptirler. Böylece yeni gelişmelere çok daha hızlı adaptasyon sağlayabilmektedirler.

Teknolojik gelişmelerin hızlanmasında ki en önemli 2 kavram internet ve bilgisayar olmuştur. Bilgisayar sistemlerinin gelişmesi ile beraber işletmeler içerisindeki birçok işlem bilgisayar merkezli olmaya başlamıştır. İnternetin ortaya çıkışı ise iletişim dünyasında yeni bir çağ başlatmıştır. Günümüz dünyasında internet hayatımızın merkezine yerleşmiş durumdadır. Sadece işletmelerin değil günlük yaşamda insanların internet odaklı bir yaşam felsefesi izlediği görülmektedir. İşte bu 2 kavram yani “internet” ve “bilgisayar” teknolojik gelişmelere yön verdiği gibi literatüre de yeni kavramlar kazandırmıştır. Bunlardan ilki Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) “*Enterprise Resource Management (ERP)*” ve Üretim Yürütme Sistemidir (ÜYS) “*Manufacturing Execution Systems (MES)*” sistemleridir. Bu kavramlar işletmelerin üretim yönetim sistemlerinde kullandıkları bilgisayar tabanlı olan hayati organlarıdır.

Endüstri 4.0 devrimi 2013 yılında Almanya’da olmuştur. Bu çağın temel yapı taşı yine internettir. Endüstri 4.0’ın hayatımıza kazandırdığı yeni kavramlar hem işletmeler hem de insanlar açısından önemli alışkanlık değişikliklerine sebep olmuştur. Hali hazırda hayatımızda olan ERP ve MES kavramlarını, PLS ve sensörler ile birleşilerek üretime kendi kendine takip edip sonuçlarını insanlara raporlayan bütünleşik sistem yapılarını inşa etmiştir.

## **2. ÜRETİM YÖNETİMİ**

### **2.1. Üretim Yönetimi Tanımı**

2000 yılında milenyum çağının başlaması ile teknolojik gelişmelerde üstel ivmeli bir şekilde hızlanmıştır. Teknolojik gelişmelerdeki hız, özellikle rekabetçi piyasada işletmelerin varlığını koruyabilmesi ve ilerleyebilmesi, gelişen teknolojiye uyumu ile doğru orantılıdır. Gelişen teknoloji, hayatın her alanında yer edinmeye başladığı gibi üretimde de teknoloji kendini göstermeye başlamıştır. Üretim, insan ihtiyaçlarını karşılamak için mal ve hizmetlerin miktarını ya da faydalarını artırmaya yönelik faaliyetler bütünü olarak tanımlanabilir. (Barutçugil,1988, s.21) Üretim tanımından da anlaşabileceği üzere, gündelik hayatta doğan ihtiyaçların karşılanması için gerekli olan faaliyetler bütünüdür ve bu faaliyetler gerçekleştirilirken sistemin bütün parçaları üretim süreci ile ilişkilidir. Üretim yönetimi kavramı ise üretim süreci ile ilişkili bütün parçaları bir çatı altında toplayarak bir sistematik içerisine yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu parçalar, üretim, miktar, kalite, zaman, maliyet olarak belirtilir. Üretim yönetimi tanımını toparlayacak olursak mal ve hizmetlerin istenilen kalite ve standartlarda, istenilen zamanda ve en düşük maliyette elde edilebilmesi için gerekli kararın alımı ile ilgilenen bir işletme fonksiyonudur. (Acar, 1995, s.10).

### **2.2. Üretim Sistemlerinin Tasarım Kuruluş ve İşleyişi**

Üretim sistemi, makine, iş gücü ve sermaye olarak girdilerin, mal ve hizmet olarak çıktılara dönüşüm süreci olarak tanımlanabilir. Üretim sistemleri canlı ve dinamik sistemlerdir. Ekonomik, siyasi, çevresel, teknolojik faktörler etkilenecek şekilde üretimi etkileyen her türlü faktöre adapte olabilmektedir. Üretim sistemlerinin ana amacı girdilerin en etkin şekilde kullanılarak, çıktıları hedef kitleye optimum şekilde çevirmektir. Üretim sistemleri çalışırken, üretim planlama, stok kontrolü, kalite, maliyet, zaman yönetimi gibi pek çok parçayı bünyesinde bulundurmaktadır. Üretim yönetimi, işletmelerin müşteri ilişkileri yönetimi, insan kaynakları yönetimi, toplam kalite yönetimi, finans yönetimi gibi diğer süreçleri ile etkileşim halindedir ve bu süreçlerin sebep-sonuçları diğer süreçleri de etkilemektedir. Üretim Yönetimi sürecinin sonuçları diğer süreçlerin sebeplerinin %80'ni oluşturmaktadır. Üretim Yönetiminin ana felsefesi, girdileri çıktılara dönüştürmekten geçer. Bu dönüşüm süreci gerçekleşirken çıktılar 2 şekilde gözlenmektedir. İlki mal üretimidir. Mal üretim süreci için ana girdi hammadde olarak nitelendirilebilir. Mal üretim tesislerine “fabrika”

denilmektedir. İkinci hizmet üretimidir. Hizmet üretimi mal üretimine göre daha soyut kavramları içerir. Bu sebeple hizmet üretiminin ana girdisi iş gücüdür. Mal ve hizmet üretimi arasındaki en temel fark ise, mal stoklanabilir bir kavram olmakla beraber, hizmet üretilirken tüketilmektedir. Üretim sistemleri çalışma prensiplerine göre çeşitlenmektedir. Aşağıda üretim sistemi çeşitleri belirtilmiştir (Porter ve diğerleri, 1999, 190-193)

- Tek (job-proje) üretim sistemi
- Parti (batch) üretim sistemi
- Akıcı (flow) üretim sistemi
- Sipariş (Jobbing) üretim sistemi
- Sürekli (continuous) üretim sistemi
- Kitle (mass) üretim sistemi
- Grup teknolojisi sistemi
- Sıfır stoklu üretim (JIT) sistemi

### **2.3. Üretim Yönetiminin Amaçları**

Günümüzde işletmelerin teknolojik yatırımlarını en çok üretim sahalarına yaptığı gözlenmektedir. Bunun en önemli nedeni rekabete dayalı piyasada varlığını koruyabilmek ve gelişebilmektir. Üretimde teknolojinin kullanılması, üretim süresinin kısılması, üretim sırasında oluşan ıskarta ve firelerin minimize edilmesi, üretim esnekliği gibi faydalar sağlamaktadır. Bu faydalar ile üretim aşamasının planlaması çok daha kolay hale gelmektedir. Üretim planı yapabilen işletmeler, siparişlerini yönetebilir ve müşteri isteklerine daha etkili bir şekilde cevap verebilir. Üretim Yönetiminin İşletmelere sağladığı faydaları şu şekilde maddeleyebiliriz; (Şeşen ve Yeltekin, 2007, s.1-2; Singh, 1996, s.397-398)

- Müşteri isteklerine uygun optimum şekilde karşılanması,
- Üretim sahasında bir standart yakalayarak, üretilen her üründe aynı kalitenin sağlanması
- Üretim sürelerinin kısılması,
- Bilgisayarlı sistemler kullanarak şirket içi iletişimde kâğıt gereksinimi ortadan kaldırmak,
- Üretim analizleri doğru bir şekilde yaparak, etkenlik hesabını yapılması
- Stokların kontrol altında tutularak gereksiz stok maliyetlerinden kurtulmak

- Hammadde ve mamul aşamalarını takip ederek üretim sırasında oluşan atıl kapasite ve atıl stokların önüne geçmek,
- İdari personelin verilere düzgün bir şekilde ulaşabilmesini sağlayarak verilerin değerlendirilmesi için sağlıklı şartları sağlamak.

Üretim sistemlerini bilgisayar tabanlı ERP, MES ve MRP gibi sistemlerle desteklediğinde veri hareketlerin otomatikleştirilmesi idari kadro üstündeki gereksiz iş yükünü ortadan kaldırarak idari kadronun verileri düzgün bir şekilde değerlendirerek işletmeler için kritik olan konulara yoğunlaşabilmesi ve verilerin hızlı ve doğru bir şekilde transferlerinin sağlanması ile beraber sipariş yönetimi, stok yönetimi, finans yönetimi gibi işletmenin gücünü belirleyen süreçlerin yönetilebilmesini kolaylaştırarak işletmenin rekabete dayalı piyasalarda varlığını koruyabilmeyi ve ilerleyebilmesi için yol açacaktır.

#### **2.4. Stok Maliyeti ve Yönetimi**

Üretimin süreci girdilerin çıktılara dönüşüm sürecidir. Hammadde ve yardımcı malzemeler sistem somut girdileridir. Bu sebeple ihtiyaç olduğu zaman hammadde ve yardımcı malzemeler hazır olması üretim süreci için kritik bir konudur. Üretim sürecinin alt konulardan biri olan stok yönetimi etkili bir şekilde uygulanabilirse üretim sisteminin performansını doğrudan etkileyecektir. Stok yönetiminin temel konuları optimum stok seviyelerinin belirlenmesidir. Optimum stok seviyelerinin belirlenmesinde en önemli kriter stok maliyetini minimize etmek ve üretimin ihtiyacı olduğu anda gerekli malzemenin hazır olmasıdır. (Manap, 2003, s.10-11)

Etkili bir stok yönetimi günümüzde teknoloji sayesinde oldukça kolaylaşmıştır. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri stok yönetimi için kullanıcıların tek tek malzemeleri fiziksel olarak kontrol etmesinin önüne geçerek depoların anlık durumlarını bilgisayar ekranları üzerinden raporlamaktadır. Böylece depoların fiziksel olarak büyüklüğü, uzaklığı veya genişliği hiçbir önem teşkil etmemektedir.

##### **2.4.1. Stok Yönetimi**

Stok yönetimi, üretim yönetimini için kritik bir öneme sahiptir. Etkili bir stok yönetimi politikası üretim yönetimini oldukça kolaylaştıracaktır. (Çelikçapa, 1995, s.122). Stok; fiziksel olarak kullanıma veya satışa hazır olan maddelerin genel ifadesi olarak tanımlanmaktadır. Stok yönetimi aşağıdaki sorulara cevap aramaktadır;

- Ne kadar sipariş verilmelidir?
- Ne zaman sipariş verilmelidir?

Bu soruların cevapları doğrultusunda işletmenin stok yönetim politikası belirlenmektedir. İşletmeler de stok miktarları ve zamanları optimum şekilde belirlenerek stok maliyetleri, stok alanları ve vergilerini en uygun seviyede tutarlar. Etkili bir stok yönetiminin işletmelere kazandırdığı diğer bir avantaj ise değişken piyasa şartlarında kendilerini koruyabilmeleridir. İşletmelerde stok yönetimi görevini genel olarak üretim planlama birimi üstlenmektedir. Çünkü yapılan planlar stok seviyelerini etkileyeceği gibi stok seviyeleri de yapılan üretim planları üstünde önemli bir etkiye sahiptir.

#### **2.4.2. Stok Yönetiminin Önemi**

Stok, bir üretim sistemi içerisinde bulunan fiziksel varlıkların miktarsal ya da parasal karşılığı şeklindeki ifadesidir. İşletmeler, parasal kaynakların önemli bir kısmını stoklarına harcamaktadır. Bundan dolayı işletmeler için önemlidir. Üretim ve stok miktarının planlaması, kontrolü ve çıkan sorunların giderilmesi stok yönetiminin en önemli görevidir. Stok yönetimi politikaları işletmelere göre farklılık göstermektedir. İşletmelerin faaliyet gösterdiği sektörlerin getirileri önemli faktörlerden biridir. İşletmelerin ne kadar ve ne zaman sorularının cevabını verirken aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurmaktadırlar; (Akgüç, 1994, s.292-302).

- Gelecek dönemde üretimi planlanan mamul miktarı,
- Üretimin mevsimlik durumu,
- Emniyet stoku ihtiyacı,
- Büyük alımlarda sağlanacak tasarruflar,
- Hammadde fiyatları hakkındaki beklentiler,
- Hammadde veya maddenin dayanma süresi,
- Firma deposunun kapasitesi,
- Piyasadaki rekabet koşulları,
- Stok tutma riski ve maliyeti,
- Firmanın finansal olanakları,

Stok yönetiminin sağlıklı bir şekilde planlanması maliyetleri azaltacağı gibi, üretim sahasında ki zaman kayıplarının önüne geçer. Malzeme beklmelerini ortadan

kaldırır ve üretim sırası gelen hammaddeler ilgili yerlerde hazır bulunurlar. Ayrıca etkili bir stok yönetim politikası işletme yöneticilerine kriz anında işletme için riskleri minimize edebilme fırsatını sunar.

### **2.4.3. Stok Yönetiminde Etkinlik İlkeleri**

Etkili bir stok yönetim politikasının ilkeleri aşağıda belirtilmiştir; (Berk, 1995, s.141):

- Beklenen üretime paralel olarak değişen ve işletmenin üretim sürecindeki dalgalanmalara uygun bir hammadde akım politikası izlemek.
- Geleceğe yönelik doğru tahminlerle, hammadde fiyat artışlarını zamanında belirlemek böylece artan ihtiyacı düşük fiyattan karşılamak
- Sürümü ağır malları elden çıkararak stok tutma maliyetini düşürmek böylece nakit akımını arttırmak
- Stok tutma ve fırsat maliyetlerinde önemli artışa yol açıyorsa stoklardaki artışları önlemek.
- Likidite ve / veya stok sorunları ile karşı karşıya kalındığında stok düzeyini minimum kılmak.
- Madde darlığı nedeniyle olası bir zararı önlemek açısından stok dengesini planlı bir biçimde sürdürmek.
- Sağlanan mamul malların kalitesini incelemek, satış karlarının satışlara oranının sürekli izlenerek değerlendirmek.
- Henüz yerine getirilmemiş siparişlerin (backorder) özenle kaydedilmesi gerekir.
- Stoklardan edinilen karların ve stok kontrol fonksiyonunun belli aralıklarla değerlendirilmesi gerekir. Böylece sorunlar zamanında belirlenir ve düzeltici önlemler alınır. Kontrolün zayıf olduğu alanlarda stokları sınırlı tutmak gerekmektedir.
- Mallar ve maddeler yakından gözetilmeli, kaybolma ya da çalınma zararlarının azaltılması ve etkinliğinin artırılması için önlem alınmalıdır.
- İşletme satışlarının belirli mevsimlerde ya da belirli aylarda yoğunlaşması önemlidir.
- Kalite kontrolüne gereken önem verilerek, iadelerin ve müşterilerle muhtemel uyuşmazlıkların azaltılması gerekir.
- Satın alma, üretim ve dağıtım fonksiyonlarında teslim süreleri (lead time) minimum olmalıdır.



- Hammadde girişi ile üretimin tamamlanması arasında geçen zaman incelenerek üretim sürelerinin uygunluğu değerlendirilmeli, gerektiğinde mühendislik tekniğinin ve üretim faaliyetlerinin hızlandırılması için önlemler alınmalıdır.
- Çeşitli stok kalemleri arasında denge sağlanarak, aşırı stok yapılmış kalemler azaltılmalıdır.
- Fire ve alınmalara karşı önlem alınmalıdır.
- Gerektiğinde bilgisayar destekli ve yöneylem araştırmalarına dayanan uygun stok kontrol yöntemleri uygulanmalıdır.

İşletmelerin stok bulundurma nedenlerini aşağıda belirtilmiştir; (Tekin, 1996, s.9-14):

- Günlük kullanım miktarının belli olmaması,
- Üretim riski; üretim veya üretimle ilgili diğer faaliyetlerde makinelerin durması,
- Talepteki ani değişmeleri karşılamak amacıyla belli bir anda üretimi arttırmanın maliyetinin depolama maliyetinden yüksek olması,
- İş akışındaki kesilmeler,
- Emniyet stoku,
- Fiyat düşmelerinin önlenmek istenmesi

Envanter miktarı, avantaj ve dezavantajları beraberinde getirir. Buna göre fazla envanter miktarının avantajları:

- Yüksek miktarda daha az sayıda sipariş verildiğinden sipariş maliyeti daha az olacaktır.
- Büyük miktardaki siparişlerin verilmesi fiyat indirimi, daha az nakil maliyeti gibi satış maliyeti avantajlarını beraberinde getirecektir.
- Stoksuzluk maliyeti ortadan kalkacaktır, ama stok maliyetinde artışlar olacaktır.
- Siparişleri daha çabuk, bekletilmeden teslim edilecektir.
- Alıcıların fiyatların yükseleceği tahmin edilen bir piyasada spekülasyon kazançları sağlanabilecektir. (Gaither, 1992, s.471)

Az envanter miktarının avantajları ise şu şekildedir;

- Stok maliyeti azalır. Ürünün stoklamadan kaynaklanan eskime, yıpranma, çürüme riskleri ortadan kalkacaktır. Ama işletme her zaman stok tükenmesiyle

karşı karşıya kalabilir. Stokların tükenmesinin getireceği zarar tüketici doyumsuzluğu veya satışlarda kayıplar olarak görülebilir.

- İşletme birim başına daha az parayı stoklara yatırmakla, sermayeyi yatıracığı diğer yatırımların avantajlarından da maksimum seviyede yararlanabilecektir.

#### 2.4.4. Stok Çeşitleri

İşletmelerde üretim sistemleri içerisinde kullanılan stoklar çeşitlilik göstermektedir. Stokların bu şekilde sınıflandırılması işletmelerin stok yönetim politikası yönünden önemli bir konudur. Çünkü işletmelerde kullanılan stokların hepsi başka amaca hizmet etmektedir. Stokların sınıflandırılması ve her stok sınıfı için ayrı politikalar oluşturulması işletmelerde stok maliyetlerine etki edecek unsurlardan biridir. (Tekin, 1996, s. 8-14) Stoklar genel olarak dört sınıfa ayrılırlar:

**a) Hammadde Stokları:** Hammaddeler dışarıdan alınıp üretimde doğrudan kullanılarak son ürünü elde etmede yararlanılan malzemelerdir. Hammadde ile ifade edilen genelde metaller, boya, özel çelikler, kimyasal maddeler vb.'dir. Ayrıca motorlar, özel devreler, silindirler gibi organizasyon dışından alınan satın alma parçaları da organizasyonun hammadde stokları içinde yer alır.

**b) Sarf Malzeme Stokları:** Bakım-onarım malzemeleri, yedek parçalar, temizlik malzemeleri ve kırtasiye malzemeleri kastedilmektedir. Bu tür malzemeler (Örneğin karbon kâğıdı, kalem, ambalaj/paketleme malzemesi) üretimde doğrudan kullanılmazlar.

**c) Yarı Mamul Stokları:** Üretimdeki stok, fabrikanın sistemi içerisinde işlem gören veya işlem görmeyi bekleyen her çeşit malzeme, parça veya montaj parçasından oluşmaktadır.

**d) Son Mamul Stokları:** Burada kastedilen, tüm üretim aşamalarından geçerek tamamlanmış ürünlerdir. Bu ürünler; toptancı, perakendeci veya diğer satış noktalarına gönderilmek üzere stokta bekletilirler. (Çelikçapa, 1995, s.122-123)

Stok yönetim sistemi ile üretim yönetimi sistemi paralel bir şekilde çalışmaktadır. Stok yönetimi içerisinde malzemelerin türleri ve kullanım alanlarına göre sınıflandırılmasında ki asıl amaç üretim yönetim sistemlerinin düzgün bir şekilde yönetilebilmesidir. Ayrıca stok sınıflandırma sistemi ile işletmeler malzeme alımları

sırasında hangi tip malzemeye ne kadar harcama yapması gerektiğini finanse ederek üretimdeki oluşabilecek beklemelerin önüne geçecek ve maliyet anlamında kendilerini sıkıntıya sokacak olan durumlardan uzak duracaklardır. Stok yönetim sistemi sayesinde etkili bir üretim yönetim sistemi kurulması, müşteri ilişkileri yönetimi açısından da işletmeye oldukça güç kazandıracaktır.

Stok sınıflandırılması, 4 ana sınıfı haricinde işlevlerine göre stokları farklı kategorilere ayırarak ta yapılmaktadır. Bu kategoriler aşağıda belirtilmiştir; (Vogt, Pienaar ve De Wit, 2005; Martinich,1997,s.663)

**e) Çevrim (Cycle) Stoğu:** Ürünler ve malzemeler, partiler hâlinde sipariş edilirler. Dolayısıyla tüketim sürerken bir kısım stokta bekler. Bir satın alma veya üretim partisine karşılık gelen ve her parti için ikmal edilen stok miktarı, çevrim stoğu olarak düşünülür. (Al-Iryani ve Gassin, 2005, s.49)

**f) Tampon Stok (Buffer) veya Ara Stok:** Üretim akışını düzenlemek amacıyla iş merkezleri arasında tutulan stoktur.

**g) Emniyet (Safety) Stoğu:** Çevrim stoğunun dışında belirsiz talep ve belirsiz tedarik süresine karşılık olarak tutulur. Zorunlu kalmadıkça kullanılmamaya çalışılır. Eğer tedarik süresi ve talep miktarında beklenmeyen değişimler olmazsa sorun yoktur tüm siparişler zamanında yerine ulaşır ama tedarik süresi uzar veya talep miktarı artarsa stoksuzluk ortaya çıkar ve işletme zor durumda kalabilir. Bu durumları önlemek için işletmeler emniyet stokuna ihtiyaç duyarlar. İşletmeler stokların hangi düzeyin altına düşmesini istemiyorsa, ona göre minimum bir emniyet stoku bulundurmalıdır. Emniyet stoku firmanın maliyetini iki zıt şekilde etkiler. Stoksuzluk durumunun getireceği maliyetleri ortadan kaldırır aynı zamanda stok maliyetini arttırabilir. Emniyet stoku bulundurma, yıllık sipariş sayısını ve siparişler arası süreyi ve sipariş noktasını değiştirir. (Brealey, Myers ve Marcus 1997, s.562; . Al-Iryani ve Gassin, 2005, s.50).

**h) Mevsimsel (Seasonal) Stok:** Bir mevsim başlamadan önce mevsim boyunca oluşacak tüketimi karşılamak üzere tutulan stoktur. Örneğin kırtasiye sektöründe okul öncesi dönemde daha fazla stok bulundurulur.

**i) Spekülatif Stok:** Oluşabilecek fiyat değişimlerine karşı avantaj sağlayabilmek için tutulan stoktur. (Martinich,1997, s.663)

**j) Promosyon Stoğu:** Pazarlama kapsamında yapılan promosyon (indirimli satış, hediyeli satış vb.) durumlarında oluşabilecek fazla satışlar için bulundurulmuş stoktur.

**k) Transit Stokları:** Transit deyişi, ürünlerin bir yerden başka bir yere nakli sırasında kullanılır. Çevrim stoklarının bir parçası olarak da düşünülebilir. Yoldaki (sipariş edilmiş) stok olarak da adlandırılır. Çünkü kullanıma ve satışa hazır değildir. (Al-Iryani ve Gassin, 2005, s.48)

**l) Ölü (Âtıl) Stok:** Belirli bir süre boyunca talebi hiç olmayan ürünlerdir. Bazı firmalar bu ölü stokları satarak gelir elde ederler.

## 2.5. Üretim Planlama

Üretim Planlamada amaç bitmiş ürün, yarı mamul ve hammadde bazında, hangi malzemeden ne zaman ne kadar ihtiyaç olacak sorularına cevap verebilmektir. Üretim Planlama 3 kısımdan oluşmaktadır;

1. Ana Üretim Çizelgelemesi (MPS: *Master Production Scheduling*)
2. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP: *Material Requirements Planning*)
3. İmalat Kaynak Planlaması (MRP-II: *Manufacturing Resource Planning*)

(Martinich, 1997, s.719-735)

### 2.5.1. Ana Üretim Çizelgelemesi (MPS: *Master Production Scheduling*)

Ana üretim çizelgelemesi (MPS), işletmelere göre periyodu değişiklik gösterebilmekle beraber genel olarak minimum 1 aylık ve maksimum 1 yıllık dönem içerisinde üretimin ne üreteceğini ve ne zaman üreteceğini gösteren üretim planının ilk aşamasıdır. Ana üretim çizelgelemesi belirlenirken müşteri siparişleri ve kritik stok seviyeleri dikkate alınır. (Martinich,1997, s.720) Ana üretim çizelgelemesi belirlendikten sonra, üretim girdilerinin ihtiyaçlarını yani Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) aşaması başlar. Bu aşamada üretilecek olan ürünlere göre malzeme ihtiyaçları hesaplanır, üretim zamanlarına göre malzemelerin ne zaman temin edilmesi gerektiği belirtilir. Planlamanın son aşaması Kapasite İhtiyaç Planlamasıdır (CRP). Bu aşamada Ana üretim çizelgelemesine göre üretilmesi gereken zaman planına bağlı olarak,

üretim kapasite ihtiyaçları belirlenir. Eğer gerekli kapasite mevcut değilse, AÜÇ yeniden gözden geçirilmeli ve kapasite artırımına gidilebiliyorsa kapasite artırılmalıdır.

Etkili bir üretim planı kapasiteyi göz ardı etmeden gerçekçi olarak yapılır. (Erdem, 2000, s.23-24) AÜÇ genel olarak zaman cinsinden ifade edilmektedir. 1 aylık ve 1 yıllık olarak değişebilse de işletmelerin genel olarak kullandığı periyot aylık olmaktadır. Aylık plan döneminde planı alt periyotlara ayırmak etkili bir taktiktir. Aylık periyodun alt periyodu genel olarak haftalık olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla planlama ufku birer haftalık birkaç planlama periyodunu içerir. Malzeme ihtiyaç planlaması yapıldıktan sonra eğer bir satın alma durumu söz konusu ise üretim planının başlangıcında malzemelerin temin edilmiş olması gerekmektedir. Plan periyodu işletmelere göre değişiklik gösterebilir. AÜÇ periyodu son ürünlerin üretim tarihi en son olana göre belirlenir. Örneğin üç ürün üreten bir firmanın kümülatif ürün temin zamanları sırasıyla 7, 10 ve 12 ise AÜÇ en az 12 hafta uzunluğunda olmalıdır. AÜÇ'ün temel iki girdisi müşteri siparişleri ve ürün satış tahminleridir. Girdilere göre plan yapılabilmesi için, ölçülebilir birime sahip olmaları gerekmektedir. Ana Üretim Çizelgelemesinin mantıklı bir şekilde yapılmış olması, üretim sisteminin sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için önemli bir detaydır.

### **2.5.2. Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP: *Material Requirements Planning*)**

Malzeme İhtiyaç Planlaması, AÜÇ'e göre üretilecek olan ürünler için kullanılacak hammadde, yarı mamul ve yardımcı malzemeler geresinim miktarlarını belirleyerek stok kontrolünü yaparak ne kadar ve ne zaman ihtiyaç olduğunu belirlemektir. MRP sonucunda ortaya çıkan ihtiyaç listesine göre satın alma birimine talepler bildirilir. Üretim birimine ise üretilecekler listesi hazırlanır. (Acar, 1995; Erdem, 2000, s.34)

Malzeme ihtiyaç planlaması yapılırken AÜÇ dikkate alınmalıdır. AÜÇ'e göre üretilecek olan ürünlerin üretim zamanı belli olduğundan üretim başladığı anda malzemelerin hazır bulunması önem taşımaktadır. Bu politika ile beraber kullanılacak olan malzemeler hem stok maliyeti oluşturmayacak hem de üretim başlangıcında yaşanacak olan gecikmelerin önüne geçecektir. Özetle malzeme ihtiyaç planlaması yapılırken izlenecek olan politika, üretim başlamasını geciktirmeyecek kadar erken, stok maliyeti yedirmeyecek kadar geç sipariş vermektir. Stok elde bulundurmamanın maliyet dışında firma için oluşturduğu faydalar ayrıca stokların oluşturacağı yer kalabalığının önüne geçer, son kullanım süresi olan stokların bozulma durumlarını

engeller. (Chase, 1981). İşletmeler Malzeme ihtiyaç planlaması için günümüzde artık ERP sistemlerini kullanmaktadırlar. Bu bilgisayar tabanlı işletim sistemleri siparişleri ve kritik seviye analizlerini dikkate alarak verilen teslim tarihlerine göre malzeme ihtiyaç planlaması yaparak satın alma ve üretim departmanlarına gerekli bilgileri aktarmaktadırlar. Bilgisayar üstünden bu işlemlerin çok kısa bir şekilde yapılması planlamanın hızlı ve sağlıklı bir şekilde yapılması için önemli ölçüde fayda sağlamaktadır. (Landvater ve Christopher 1989, s.5 ; Erdem, 2000, s.2). Malzeme ihtiyaç planlaması için diğer bir kritik konuda malzeme teminleri için tedarikçi performanslarıdır. İhtiyaçlar belirlendikten sonra siparişler verilmesi sonrası tedarikçilerin malzemeleri zamanında teslim etmesi ile yapılan plana uyumu doğrudan etkilemektedir. Tedarikçilerin malzemeyi zamanında teslim etmesi demek üretimin zamanında başlayabilmesi anlamına gelmektedir. Bu sebeple satın alma biriminin tedarikçiler üzerindeki etkisi önem arz etmektedir.

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminde kullanılan ilkeler aşağıdaki gibidir;

- MRP sistemi, tüm stok birimlerinin temin sürelerinin bilindiğini varsayar.
- MRP sistemi, kontrolü altındaki tüm stok birimlerinin stoğa girip çıktığını varsayar.
- MRP sistemi, brüt ihtiyaçların tespiti aşamasında, bir montajı oluşturan tüm parçaların, o montaj parçası için iş emri verildiği an hazır olduğunu varsayar.
- MRP sistemi, kesikli dağıtım ve bileşen parçaların kullanıldığını varsayar.
- MRP sistemi, imal edilen parçalar için süreçleri bağımsız kullanıldığını varsayar. Yani herhangi bir stok biriminin imalatı için verilen iş emri tamamen kendi başına başlatılıp, bir diğer iş emrinin tamamlanmasını beklemeden bitirilir.

Stok yönetimi konusu işletmeler için en önemli noktadır. İşletmede etkili bir plan yapılabilmesi için, siparişlerin düzgün yönetilebilmesi için, finansal başarının elde edilebilmesi için stokların başarılı bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Günümüzde stok kaleminin ve girdi-çıkış hareketlerinin çok olduğu işletmelerde stok yönetimi ERP programları üstünden yapılmaktadır. ERP sistemlerinde stok girişleri ve çıkışları düzgün olduğu sürece stok yönetimi oldukça kolay bir şekilde yapılabilir. ERP sistemlerinde ki stok hareketleri 2 çeşittir. Stok girişleri ve stok çıkışları. Stok girişleri satın alma birimi tarafından yapılmaktadır. Stok çıkış hareketleri üretim ve satış birimi

tarafından yapılmaktadır. ERP sistemlerinde bu hareketlerin bileşenleri aşağıdaki şekildedir; (SAP, 2001, Material, s.18-19)

- Söz konusu stok biriminin parça numarası,
- Sipariş miktarı,
- Sipariş verilme tarihi,
- Siparişin tamamlanma tarihi (teslim tarihi).

Satın alınan stok birimleri için sipariş faaliyeti iki aşamada gerçekleşir;

- Stok kontrol tarafından satın almaya gönderilen alım talebi,
- Satın alma tarafından satıcıya gönderilen sipariş emri.
- Diğer taraftan, stok yönetiminde, eski bir işlemin düzeltilmesi de önemli bir fonksiyondur. Bu faaliyet, aşağıda belirtilen durumlar için söz konusudur:
  - Sipariş miktarını arttırma,
  - Sipariş miktarını azaltma,
  - Siparişin iptal edilmesi,
  - Sipariş teslim tarihinin öne alınması,
  - Sipariş teslim tarihinin geriye alınması (erteleme),
  - Siparişin ertelenmesi (teslim tarihinin belirsiz bir tarihe ertelenmesi).

#### **2.5.2.1. MRP Girdileri**

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin üç temel girdisi:

- 1) Ana üretim planı
- 2) Ürün ağacı bilgileri
- 3) Stok kayıt bilgileridir

Bu temel girdiler olmadan, MRP sistemi işleyemez (Martinich,1997, s.720-724). Bu nedenle MRP sistemini kullanmak isteyen işletmelerin öncelikle bu üç girdiyi sağlaması gereklidir.

### 2.5.2.2. MRP Çıktıları

MRP sisteminin çıktı raporları oldukça çeşitlidir ve işletmelerin özellikleri ile kullanıcıların isteklerine göre farklılıklar gösterir. İyi tasarlanmış ve kurulmuş bir MRP sistemindeki ana çıktı raporları şunlardır:

- 1) Sipariş Açma Raporları
- 2) Sipariş Önceliklerini Planlama Raporları
- 3) Kapasite İhtiyaç Planlama Raporları
- 4) Performans Kontrol Raporları

MRP sisteminin çıktıları genel olarak ne üretilecek ve ne alınacak sorularının cevaplarıdır. Bu cevaplar aşağıda verilmiştir; (Martinich, 1997, s.728)

- İş emirleri ve üretim program çizelgeleri – ürün ağacındaki her bir stok kalemi için ileri tarihli satın alma veya üretim iş emrinin miktar ve tarihlerini gösteren rapordur.
- İş emirleri – Üretilecek veya satın alınacak malzemelerin iş emirlerini oluşturur.
- Planlamadaki değişiklik raporları-açılmış siparişlerin teslim tarihlerindeki değişimler karşısında gerekli düzeltmeleri gösterir,
- Kapasite yükleme raporları – planlana temrine göre iş merkezleri ve departmanların yükleme raporlarını ve kapasitelerini gösterir.

Malzeme ihtiyaç planlamasının çıktıları kişiler için farklılık gösterebilir. Örneğin malzeme ihtiyaçları satın alma biriminin, üretilecek olan işler üretim birimini ilgilendirir. Yine de malzeme ihtiyaç planlamasının çıktıları bir sistemi ele aldığımızda bu sistemin temel noktalarıdır. Bunlar;

- Planlanan siparişler
- İş emirleri (Üretim siparişleri)
- Alım talepleri
- Yeniden çizelgeleme emirleri



### **2.5.3. İmalat Kaynak Planlaması (MRP-II: *Manufacturing Resource Planning*)**

İmalat kaynak planlaması, üretimin verimliliğini ve etkinliğini artırmak amacıyla, ihtiyaç duyulan anda, ihtiyaç duyulan yerde, ihtiyaç duyulan miktarda malzemenin bulundurulması için geliştirilmiş planlama tekniğidir. MRP'ye işletmenin diğer fonksiyonlarının dâhil edilmesi ile birlikte MRP-II geçilir. İmalat kaynak planlaması, satın alma, üretim kontrol, dağıtım, üretim maliyeti, tahmin, siparişler, mühendislik verileri ve faaliyetleri, fabrika düzeni gibi, tesis düzeyinde ki konularla ilgilendir. İmalat kaynak planlaması bütün fonksiyonları kontrol eder. İmalat kaynak planlaması planlama prosesi ile başlar. Tüm işletme içerisinde kullanılan veriler toplanır ve bir veri tabanı oluşur.

#### **2.5.3.1. Kapasite İhtiyaç Planlaması**

Kapasite, birçok kavram için kullanılabilir. Anlamı ulaşılabilecek üst sınır olarak nitelendirilir. Üretim için tanımlanacak olursa, bir üretim sisteminin belirli bir periyot içerisinde üretim gerçekleştirebileceği maksimum miktar anlamına gelmektedir. Kapasite ihtiyaç planlaması ise, üretim planına göre üretim aşamasında ne kadarlık bir faaliyete ihtiyaç var ve o plan dönemi içerisinde üretim sahasının kapasitesi gerekli olan faaliyetlere yetecek mi planlaması olarak düşünülebilir. İşletmelerde kapasite aynı birim üzerinden ifade edilir bu birimler genellikle adam/saat, adam/gün, miktar/gün, miktar/ay olarak kullanılır. (Singh, 1996, s.417) Kapasite ihtiyaç planlamasının, çıktı kontrolü, performans takibi ve düzeltici-önleyici faaliyetlerle kontrolü sağlanır. Kapasite ihtiyaç planlaması, AÜÇ'e göre yapılacak üretim için tezgâhların ve iş merkezlerin dağılımlarını yaparak, hangi iş nerede hangi sıra ile yapılacak atamaları yapılır ve önceden ortaya çıkabilecek sorunlar için çözümler hazırlanarak üretim içerisindeki olası duruşların önüne geçilmesi hedeflenir. (Tersine, 1988) MRP sonucunda oluşan çıktılar, yani iş emirleri ve alım taleplerine verilen termin tarihleri, kapasite ihtiyaç planlamasının bir girdisidir. MRP ile malzeme ihtiyaçları zaman ve miktar olarak belirlendikten sonra, kapasite ihtiyaç planlaması ile iş yüklemeleri yapılır. Eğer kapasite eksik çıkma durumu oluşur ise, imalat kaynakları artırılarak kapasite artırımına gidilir ve üretim gecikmesi engellenir. (Erdem, 2000, s.64-66)

## 2.6. Tesis Yerleşimi ve Bakımı

İşletmelerde üretim yönetimi kapsamında ele alınan konulardan biride tesis yer seçimi ve tesis içi yerleşimidir. Lojistik olarak işletmeler üretim tesislerini ya hammaddeye yakın ya da sevkiyat yapmak amaçlı lojistik anlamda güçlü olan konumlarda seçmek isterler. Ayrıca tesis yeri seçiminde dikkate alınan diğer konular, iş gücüne yakınlık, çevresel ve sosyoekonomik şartlar vb. olarak belirtilebilir. Tesis yeri belirlendikten sonra tesis içi yerleşiminde optimize bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. İşletmeler genel olarak tesis içi yerleşimlerini üretim akışlarına göre şekillendirmek ister. Hammadde girişi ve ürün çıkışı yerleri yola yakın olup, aralarındaki iş merkezleri yerleşimleri sıralı bir şekilde olmaktadır. Amaç üretim içerisindeki verimsiz hareketleri minimize etmektir. (Tompkins ve diğerleri, 1996) Üretim sahasında yerleştirilecek birimler aşağıda sıralanmıştır;

- Makinalar,
- Operasyonlar
- Hammaddeler
- Üretim Personeli,
- Makinaların Yerleri,
- Üretim Takvimi,

Üretim sürecinin düzenlenmesiyle ilgili temel amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Üretim maliyetlerinin kolaylaştırılması,
- Malzeme hareketlerini ve taşıma zamanının en aza indirilmesi,
- Yarı mamul stoklarının azaltılması,
- Üretim alanından etkin kullanımı ve makine-teçhizat yatırımının en aza indirilmesi,
- Personelden en yüksek verimin alınması, çalışma şartlarının güvenliği ve rahatlığının sağlanması,
- Kontrol süreçlerinin etkin bir şekilde yerine getirilmesi.

Üretim sisteminin bir diğer önemli konularından biri ve sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi adına kritik olan konu bakım yönetimidir. Üretim sahasında kullanılan alet ve tezgâhlar zamanla kullanıldıkça yıpranırlar. Bakım yönetimi politikası ise bu

yıpranmaların giderilebilmesi ve üretimdeki olası duruşların önüne geçmek için geliştirilir. Üretim aşamasında kullanılan alet ve tezgâhlar yapılan plan bakımı doğrultusunda gerekli bakım işlemlerine tabi tutulur. Bakım planı belirlenirken üretimin durulmaması ve yıpranma oranları dikkate alınır. Çünkü bakım planı doğrultusunda bakım işlemi gerçekleştirilecek olan alet veya tezgâh bakım sürecinde üretim aşamasında kullanılmayacaktır. Üretim planı yapılırken bu detay dikkate alınır.

ERP sistemlerinin kullanımı yaygınlaştıkça ERP programları temel modüllerinin içerisinde bakım modülünü de eklemeye başlamışlardır. Çünkü Bakım artık ikincil faaliyet olmaktan çok birincil ve kritik bir faaliyet kavramı haline gelmiştir. Bakımı yapılmayan tezgâh veya aletler üretim sırasında olası arızalara neden olabilir ve buda üretim sırasında istenmeyen duruş anlamına gelmektedir. Öyle ki özellikle son zamanlarda yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesi ile kestirimci bakım politikası mantığı yapay zekâyâ öğretilerek olası arızalar önden analiz edilerek bakım planı bu analizler doğrultusunda hazırlanır.

## **2.7. Kalite Kontrolü**

Kalite; ürün veya hizmetin belirlenmiş veya oluşabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyeti olarak tanımlanır. Özetle müşteri isteklerini karşılama kabiliyeti olarak söylenebilir. Ürün veya hizmetin kaliteli olduğunu nitelendirecek olan karar merceği müşteridir. Eğer müşteriler ürün veya hizmetten memnun kalmaz ise o zaman kaliteli değil demektir. (Martinich, 1997, s.563) Kalite yönetim sistemi, firmanın kalite politikasını üretim yönetim sistemi içerisindeki aşamalarda politikaya uyumunu sağlayabilmek için çalışır. Siparişlerin sisteme girmesinden son ürünün müşteriye sevkiyat sürecine kadar ki geçilen bütün süreçlerde bu kalite politikası aynı ciddiyet ve disiplinle takip edilmelidir. İşletmeler için müşterilere sundukları ürün veya hizmetlerin kaliteli olarak nitelendirilmesi oldukça önemlidir. İşletmelerde kalite yönetim sistemi oturdukça üretim sürecinde ortaya çıkan fire ve ıskarta kavramları işletmelerin gözünde ciddi bir problem kavramına dönüşmektedir. Kalite yönetim, üretim sürecinde ürün veya hizmetin oluşturduğu izleri takip etmekle görevlidir. Sonuç olarak müşterilerin belli durumlarda ürünlerin iadelerini yapabilme imkânları bulunduğundan dolayı, üretim sürecindeki oluşan ürünün ayak izleri, müşterilere karşı firmaların kendilerini savunabilecekleri delil olarak kullanabilirler. Ürünlerin üretim sürecindeki ayak izlerini izlenebilirlik numaraları ile takip edilir. Bu izlenebilirlik numaraları lot numarası, seri numarası ya da üretim numarası olarak da isimlendirilebilir. Üretim yönetim sistemlerinde izlenebilirlik kritik bir konu olduğu için ERP sistemleri ürünlere verilen

numaraların detayları daha önceden kaydettikleri için ilgili numara ile ilgili daha sonradan geçmişe yönelik analiz yapabilmek oldukça kolay hale gelmektedir.

### **3. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI (ERP: *ENTERPRISE RESOUC* *PLANNING*)**

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve bilgisayarların işletmeler içerisinde yerini alması ile birlikte, işletmeler süreç yönetimlerini zamanla bilgisayar üstünde çalışan sistemler üstünden yürütmeye başlamışlardır. Bu sistemlere “Kurumsal Kaynak Planlaması” adı verilmektedir. Uluslararası literatürde Enterprise Resouce Planning (ERP) sistemleri olarak da bilinir. ERP sistemleri, işletmelerde bulunan bütün birimleri tek bir çatı altında toplayarak, birbirlerine entegre etmeyi amaçlamaktadır. ERP sistemleri işletmelerin “Kurumsal Hafıza” oluşturmaktadır. ERP sistemleri 3 madde de tanımlanabilir;

1. ERP, bilgisayar yazılımı şeklinde alınıp satılabilen ticari bir maldır,
2. ERP, bir kurumun tüm süreç ve verilerini tek bir geniş kapsamlı ve bütünlük yapı altında toplayan bir gelişim amacıdır,
3. İş süreçlerine çözümler sunan bir altyapının anahtar ögesidir (Klaus, Rosemann ve Gable, 2000; Keçek ve Yıldırım, 2009, s.242).

#### **3.1.ERP'nin Tarihçesi**

ERP sistemlerinin temelleri endüstrinin 3. Devriminde atıldığı görülmektedir. Buda bilgisayarın ilk ortaya çıktığı ve sanayide bilgisayar destekli sistemlerin kullanılmaya başladığı 1960'lı yıllara denk gelmektedir. Tabi ki o zamanlar ERP sistemleri günümüzde ki gibi bütünlük sistemler şeklinde değil, ERP'nin bir alt süreci olan MRP sistemi olarak başlamıştır. İlk MRP yazılımı IBM tarafından geliştirilmiştir.

MRP sistemleri ilk olarak ortaya çıktıklarında malzeme ihtiyaç listesini hazırlanıyordu, daha sonra zamanla satın alma, stok, muhasebe gibi süreçler için içerisine dahil olmaya başladı. 1980'li yıllarda üretim yönetim felsefesinin gelişmesi ile MRP sistemleri üstüne, üretim yönetim konuları eklenerek MRP-II sistemleri ortaya çıktı. 1990'lı yıllara kadar üretime esas süreçlerin yanında destek süreçler için içerisine girmeye başladı. İnsan kaynakları, bakım-onarım, kalite gibi destek süreçlerle beraber ERP sistemleri ortaya çıktı. (Sirinigidi, 2000, s.376). 2000'li yılların başından itibaren internetin yaygınlaşması ile ERP sistemleri çevrim içi çalışan sistemler haline gelmiştir. Ayrıca ERP sistemlerine Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM), İnsan Kaynakları Yönetimi (HRM) gibi süreçlerin eklenmesi ile ERP sistemleri üretim süreçlerinin yanında üretim destek süreçlerini de kapsamaya başladı. ERP tarihçesine baktığımızda ilk ortaya çıkan MRP sürecinden bugüne geldiğinde ERP sistemleri bir işletmenin bütün süreçlerini kapsayan entegre bir sistem haline gelmiştir. ERP sistemleri günümüzde artık işletmeler tarafından bir yazılım satın almak yerine bir yatırım projesine dönüşmüştür. Yani ERP süreci başladığı zaman yazılım seçilip satın alındıktan sonra ERP sisteminin işletmeye kazandırılması için bir ekip kurularak bu ekip işletme içerisinde bütün birimlerin ERP sistemine entegrasyonunu sağlamakla görevlendirilmektedir. (Waldron, 1992, s:22-23)

### **3.2.ERP Yazılımlarının Genel Özellikleri**

ERP sistemi içerisinde birçok süreci bulunduran ve bu süreçleri yöneterek birbirleri arasındaki iletişim ve koordinasyonu sağlamaktadır. Özetle işletmelerin kurumsal hafızasını oluşturmaktadır.

- Üretim Yönetimi
- Müşteri İlişkileri Yönetimi
- Toplam Kalite Yönetimi
- İnsan Kaynakları Yönetimi
- Bakım Yönetimi
- Proje Yönetimi
- Finans Yönetimi
- Tedarik Zinciri Yönetimi
- Stok Yönetimi
- Planlama Yönetimi

ERP Sistemleri bütün sektörlerere hitap edebilmektedir. Her ERP projesi sürecinde ilgili sektöre ve işletmeye uyum sağlama esnekliğine sahiptir. ERP sistemlerinin modüler yapıda olması işletmenin sadece ihtiyaç duyduğu alanlarda yatırım yapmasını sağlamaktadır. Ayrıca veri erişimini anlık olarak sağladığı için hızlı ve doğru raporlamalar ERP sistemleri üstünden alınabilmektedir. ERP sistemleri pek çok sektöre cevap verebildiği gibi uluslararası alanda da gerekli dil desteği ile pek çok ülkede faaliyet gösterebilmektedir. (O'Leary, 2000). ERP sistemleri genel olarak incelenecek olursa, aşağıdaki maddeler ERP sisteminin genel özelliklerini belirtmektedir; (Klaus, Rosemann ve Gable, 2000; Verschoyle-King, 1999; Yegül, 2003, s.13; Keçek ve Yıldırım, 2009, s.245):

- 1) Tüm sektörleri hedef alan ve kurulumu esnasında özelleştirilebilen standart yazılım paketleridir. İlaveler (add-on) ile sektörel çözümler de geliştirilebilir (Bankacılık, Tekstil, Petrol sanayi gibi).
- 2) ERP, bir veri tabanı yönetimi yazılımı, ara katman yazılımı ya da bir işletim sisteminden ziyade, bir uygulama yazılımıdır. Uygulama, veritabanı ve sunucu olmak üzere üç katmandan oluşan bir istemci/sunucu mimarisinde çalışır.
- 3) Hem ana verileri hem de iş süreçlerine ait verileri tutan bütünleşik veritabanına sahip bir uygulamadır.
- 4) Temel iş süreçlerine, sahip olduğu en iyi iş uygulamaları (Best Business Practices) ile çözüm önerileri sunar.
- 5) Birçok kurum fonksiyonunu desteklemeyi hedeflediğinden dolayı işlevsel bir yapıya sahiptir.
- 6) ERP paketleri dünya genelinde, ülke ve bölge kavramlarından bağımsız çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır. Ancak ülkeden ülkeye farklılık gösteren yerel mevzuata tabi muhasebe işlemlerinin, özel belgelerin oluşturulması (teklifler, faturalar vs.) ve insan kaynakları yönetimi gibi işlevlerin, yerel gereksinimlere uygun olarak yapılmasına olanak sağlar.
- 7) ERP yazılımları, dünya ölçeğinde kullanım olanağı sağlayan işlevsellikleri sayesinde, tüm sektörlerde uygulama olanağı bulabilir.
- 8) ERP paketleri; tedarik yönetimi, sipariş yönetimi ve ödeme işlemleri gibi tekrar eden ve sürekli olan iş süreçlerini destekler.
- 9) Tüm uygulama alanlarında birbiriyle tutarlı grafik arayüzlere sahiptir.

10) İşletim sistemi ve donanımdan bağımsız olmakla birlikte, ERP tedarikçisinin önerdiği ve onayladığı donanım ve yazılımlar ile birlikte kullanılması, olası riskleri en aza indirir.

### **3.3.ERP'nin Modüler Yapısı**

ERP sistemlerinin en önemli özelliklerinden birisi modüler yapıda olmasıdır. Modüler yapı demek içerisinde hangi modül var ise ERP sistemleri o modüller üzerinden çalışmaktadır. Daha sonra bu modüller üzerinde ekleme veya çıkarma yapılabilmektedir. Ayrıca ilgili bir modül açıldığı zaman mevcut modüller üzerinde de yeni gelen modüle göre birtakım uyarlamalar olmaktadır. Bu şekilde bir işletme ERP projesini hem zaman içerisinde yayabilir hem de yatırım maliyetini düşürebilmektedir. ERP modül listesi aşağıda verilmiştir.

Modüler yapıların en önemli özellikleri hem bağımsız çalışabilmeleri hem de birbirleri ile ilişki içerisinde olabilmeleridir. Yani bir modülün çıktısı başka bir modülün girdisi olabilmektedir. Bu şekilde modüller birbirleri ile girintili çalışarak hem veri sağlığını korumaktadır hem de veri bütünlük yapısını sağlamış olmaktadır. Örnek olarak bir satış siparişinin üretimde ki durumunu ilgili satış numarası üzerinden takip edebilmek gibi.

(Özgül, 2006, 26; Keçek ve Yıldırım, 2009, s.246)

### **3.4.ERP'nin Gereklik Nedenleri**

ERP sistemleri günümüzde artık işletmeler için olmazsa olmaz bir yapı haline gelmiştir. Başlıca neden olarak, global dünya üstünde piyasalar oldukça rekabetçi hale gelmiştir. Rekabet piyasası içerisinde işletmelerin hayatta kalabilmeleri için hızlı olmaları gerekmektedir. ERP sistemleri işletmelerin üstündeki birçok iş yükünü aldığı gibi, sağlıklı verileri raporlayarak işletmelerin gerekli bilgileri hızlı ve güvenilir bir şekilde alabilmelerine imkân vermektedir. (Karakanian, 2000, 1-6).

Birçok işletme günümüzde teknolojik gelişmelerin sağladığı imkânları kullanarak, hızlı üretim, hızlı teslimat, düşük maliyet gibi rekabetçi piyasada kendilerine avantaj sağlayacak yetenekleri kazanmayı amaç belirlemişlerdir. Özellikle dünyanın globalleşmesi ile işletmeler uluslararası nitelik kazanmıştır. Birçok işletmenin tasarım merkezi ve üretim hattının farklı ülkelerde olduğu gibi dünyanın birçok noktasında satış ofisleri bulunmaktadır. Bu şekilde çalışan bir işletmenin dünyanın farklı alanlarındaki

süreçlerini tek çatı altında toplaması ve bunları tek merkezden yönetmesi için ERP sistemine sahip olma zorunluluğu getirmektedir. (Palanisvamy ve Frank, 2000, s.43).

İşletmelerin ERP sistemlerine neden sahip olmaları gerektiği sorusunun cevapları aşağıda verilmiştir; (Davenport, 2000, s.152; Ross ve Vitale, 2000, s.235-239):

- 1) Arka plandaki (back office) işlerin otomasyonu,
- 2) İş süreçleri arasında daha iyi bir koordinasyon için müşteri sipariş bilgileriyle finansal bilgilerin bütünleştirilmesi, üretim sürecinin ve insan kaynaklarının standartlaştırılmasıyla servis kalite seviyesinin yükseltilmesi, bireysel ve organizasyonel verimliliğin artırılması
- 3) Coğrafi olarak birbirinden uzak birimler arasındaki koordinasyon,
- 4) Kurumun farklı birimleri arasında terminoloji birliğinin sağlanması,
- 5) Bilgi teknolojisi altyapısını anlamayı ve bu yapıda çalışmayı kolaylaştıran tutarlı uygulama mantığı, tutarlı bilgi ve arayüze sahip olmak,
- 6) Bilgi teknolojisi altyapısını yönetmeyi kolaylaştıran tek bir sistemin varlığı,
- 7) Stratejik işletme kararlarının iyileştirilebilmesi için veriye kolay erişim ihtiyacı,
- 8) İşletme maliyetlerinde azalma beklentisi,
- 9) Süreçlerde müşteri katkısının artırılması beklentisi,
- 10) İşletmenin fonksiyonları arasındaki bütünleşme gereksinimi.

### **3.5.ERP Yatırımlarının Geri Dönüşü**

Bir bağımsız kuruluş tarafından yapılan ve 63 şirketi kapsayan bir çalışmada; ERP'nin yazılım, donanım, danışmanlık ve eğitim maliyetlerini kapsayan ortalama toplam sahip olma maliyetinin küçük şirketler için 500.000 dolardan başladığı, büyük şirketler içinse bunun 15 milyon dolara kadar çıkabildiği gözlenmiştir. Ayrıca işletmenin uygulama stratejine bağlı olarak ERP projelerinin başarıya ulaşma süresi oldukça uzayabilmektedir. Bir araştırmaya göre, ERP projelerinin tamamlanma ortalama olarak 2 yıl sürmektedir (Umble, Haft ve Umble, 2003). Bu süre, işletmenin proje sürecince yapmış olduğu çalışmaya, ayırdığı iş gücüne ve finansal kaynağına göre değişmektedir.

ERP projelerinin verimlilik göstermesi ortalama olarak 6 ay olarak belirtilmiştir. Ortalama yıllık getirisi 1,5 milyon dolar olarak hesaplanmıştır.

ERP projesi uygulayan 1322 firma üzerinde hesaplanan istatistiklere göre, işletmelerin %93'de proje süresi planlanan sürenin üstüne çıkmış, %59'unda proje maliyeti, planlanan maliyeti geçmiştir.



Bu istatistikler eşiğinde anlaşılmalıdır ki ERP sistemlerinin kurulması sadece yazılım satın almakla bitmediği gibi, bu yazılımın işletmeye uygulanma süresi bir proje şeklinde ele alınmalı ve proje yönetim disiplininin ERP projelerinde de aynı şekilde sergilenmesi gerekmektedir.

### **3.5.1. Yazılım Fayda/Maliyet Analizi**

ERP Projeleri bir işletmenin karar verirken o an için değil uzun vadeli bir proje şeklinde ele alınması gerekmektedir. Bu sebeple ERP projesi devreye alınırken hem mevcut durumdaki ihtiyaçları hem de uzun vade de ki stratejik planları göz önüne alınarak, ERP projelerinin hangi modülleri içereceği, kaç kullanıcı olacağı gibi kararlar alınır. Ayrıca ERP tedarikçisi firmanın mevcut modül listesi incelenerek uzun vade de hedeflenen noktada tedarikçi o işletmeye ne kadar destek verebilecek ölçülmesi gerekmektedir. (Bayraktar ve Efe, 2006, 703)

### **3.5.2. Lisans Maliyeti**

Lisans maliyeti, ERP sistemlerinde işletmelerin sistemlerini kullanabilmesi için tedarikçi firmaya ödediği bedel olarak tanılanır. Bu maliyetler ERP sistem tedarikçilerine göre değişkenlik göstermektedir. Lisans bedellerini etkileyen unsurlar aşağıda belirtilmiştir;

- Modül sayısı,
- Kullanıcı sayısı,
- Yazılım Şirketi

Lisans maliyetlerini belirleme şekilleri, firmalara göre değişkenlik göstermektedir. Bazı firmalar lisans bedelini tek seferde tahsil ederken, bazı firmalar yıllık veya aylık abonelik sistemi üzerinden lisans maliyetlerini tahsil etmektedir.

### **3.5.3. Yıllık Bakım Gideri**

Yıllık bakım anlaşmaları, ERP sistemleri ve diğer yazılım sektöründe faaliyet gösteren firmaların uyguladığı bir uygulamadır. Bu anlaşmalar yıllık yapılmaktadır. İlk satın alma işleminden sonra yazılım firmaları, yazılım üzerinde geliştirdikleri yeni

sürümler ve müşterilere sağladıkları teknik destekler için, müşterileri ile anlaşma yapmaktadırlar.

#### **3.5.4. Danışmanlık ve Eğitim Maliyeti**

ERP sistemleri geniş kapsamlı sistemlerdir. Bu sistemlerin piyasada farklı isimlerle birçok yazılım hizmeti sağlayan firmalar bulunmaktadır. Bu firmaların yazılımları arasında ara yüz ve işlevsellik olarak farklar bulunmaktadır. Bu sebeple yazılım firmaları, yazılımlarının kullanılabilmesi ve çalıştırılabilmesi için bünyelerinde eğitim ve danışman kadrosu bulundurmaktadırlar. Satış sonrası yazılım firmaları, kendi bünyelerindeki danışmanları ve eğitmenleri, iş ortaklıkları kurdukları işletmelere belirli süreliğine göndererek, ERP sistemi satın almış işletmelerin, yazılımı etkin bir şekilde kullanabilmesi amacı ile uyarılma süreci başlatır ve gerekli eğitimleri sağlar.

### **3.6. ERP Sistemine Geçiş ve Kurulum Süreçleri**

#### **3.6.1. Yatırım Kararı**

Bir işletme ERP sistemi yatırımı almadan önce, ERP sistemi kullanmaya hazır olduğuna dair kendi bünyelerinde bir fizibilite çalışması yapması ilk önceliktir. Çünkü ERP sistemi işletmede kültürel ve işlevsel olarak değişiklikleri yanında getirecektir. Eğer işletme bu değişim sürecini başarılı bir şekilde atlatamazsa işletmenin çalışanları üstünde ki iş yükü artacaktır ve buda çalışma ortamında verimsizliği ortaya çıkaracaktır (Minahan,1998, s.117). ERP sistemi yatırımı kararı alındıktan sonra işletmelerin yapacakları sıradaki iş bünyelerinde veya dışarıdan yeni personel tedarik ederek, bir ERP proje ekibi kurmak olmalıdır. Kurulacak olan bu ekibin amacı işletmenin ERP sürecini başarılı bir şekilde tamamlaması olacaktır.

#### **3.6.2. Uygulama Öncesi Süreci**

ERP proje ekibi kurulduktan sonra ERP hazırlık süreci başlamaktadır. Bu süreç işletme içerisindeki ERP sistemine geçiş öncesi işletmenin yapması gereken çalışmaların tamamlanması ile sonlanır. Bu aşamada ERP proje ekibi üst yönetim ile işletme çalışanları arasında köprü görevi göreceklerdir. ERP proje ekibi mümkün mertebe daha önceden bu şekilde projede yer almış olan kişiler ve ERP sisteminin kullanılacağı birimlerin sorumlularından oluşmalıdır. (Jarrar, Al-Mudimigh ve Zairi, 2000, s.124).

ERP proje ekibi ayrıca yönetime proje sürecinde neler olup bittiği ile ilgili gerekli verileri sağlamak ile görevlidir. Yönetimin ERP süreci ile ilgili doğru verileri erişebilmesi, yönetim desteğinin güçlenmesi için önemlidir. Çünkü ERP projelerinin başarıya ulaşmasındaki en önemli faktörlerden birisi yönetimin projeye gerekli desteği vermesinden geçmektedir.

### **3.6.2.1. ERP Ekibi/Organizasyonu**

ERP projelerinin başarıya ulaşmasının altında yatan sır olarak ERP proje ekiplerinin yetkinliği olarak değerendirilebilir. Proje ekipleri işletmenin ERP geçiş sürecindeki kilit rol oynamaktadırlar. Bunun sebepleri ERP projeleri, işletmelerin ve yazılım firmalarının birbirilerine ilk etapta yabancı olması ile ilgilidir. ERP süreçleri birçok farklı sektörde uygulanmaktadır. Yazılım firmaları birçok farklı sektöre hizmet verdikleri için genel olarak ERP yazılımlarını sektörlerin ortak özelliklerine göre tasarlamaktadırlar. Örneğin elik sektöründe faaliyet gösteren bir firma ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firma üretim sürecine başlamadan önce hammadde ve yardımcı malzemeleri tedarik etmesi gerekmektedir. Bu süreçte ERP yazılımları üstünde 2 firmada satın alma taleplerini açar ve siparişlerini takip eder. Lakin farklı sektörlerde faaliyet gösteren bu firmaların satın alma süreçlerinde sektörlerine özel birtakım unsurlar bulunabilmektedir.

Bu gibi nedenlerden ötürü ERP proje ekipleri yazılım firmaları ile işletmeler arasındaki köprü görevini stleneceklerdir. ERP proje ekibinde yer alacak kişilerin hem kendi sektörlerini ve süreçlerini hem de ERP sistemleri üstünde tecrübeli olmaları her iki tarafı da anlayabilmeleri için önemli bir detaydır.

ERP proje ekibinin yetkinlik seviyesinin önemi kadar, bu ekibe önderlik edecek olan proje yöneticisinin çok dikkatli bir şekilde seçilmesi ve bu sorumlulukların kendisine verilmesi gerekmektedir. Çünkü proje yöneticisi, işletme ile yazılım firması arasındaki iletişiminden sorumlu olduğu kadar, proje ekibinin içerisinde de iletişimi sağlık bir şekilde yürütmek ile görevlidir. Proje ekibi genel olarak yönetici ve ERP sistemi kurulacak olan birimlerin sorumlularından oluşmaktadır. Proje yöneticinin bu sebeple, ekip içerisinde rol alan diğer kişilerden farklı olarak, işletmeyi bütünü ile tanınması da önemlidir. Çünkü ERP sistemi bir bütündür ve her parçası sağlıklı bir şekilde çalışmalıdır.

ERP proje ekibi kurulurken, bahsedilen kritik noktalara dikkat edilmesi en önemli unsurdur. Ayrıca proje ekibi kurulduktan sonra, yönetim ekip ile sürekli iletişim içerisinde olmalıdır. İşletme yönetimleri ERP sistemlerine geçiş sürecinde doğrudan sistem içerisinde çalışan olmasalar dahi, sürecin sağlıklı bir şekilde yürüyebilmesi için kritik rol oynamaktadırlar. Günümüzde yönetimlerin yaptıkları en önemli hatalardan biri ERP yatırım kararı aldıktan sonra sorumlu kişileri seçip, kenara çekilmeleridir. Bu durumlarda, ERP projelerinde zaman aşımaları, öngörülmeleyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan her olumsuz durum ERP projelerinin maliyetlerinin artmasına ve başarı oranlarının azalmasına neden olmaktadır.

### 3.6.2.2. Yazılım Seçimi

ERP sistemlerinin piyasada birden fazla alternatifi bulunmaktadır. Bu alternatifler ara yüz ve işlevsellik olarak birbirinden farklılıklar göstermektedirler. İşletmeler bu aşamada hangi markayı kullanacaklarını seçmeleri gerekmektedir. ERP sistemlerinin markaları mantık olarak birbirilerine benzemektedir. İşletmeler marka seçimi sırasında dikkat etmesi gereken unsurlar, seçilecek olan markanın kendi sektörlerinde tecrübe sahibi olması ve ihtiyaç halinde kolay erişilebilir bir lokasyonda olmasıdır. Çünkü ERP süreçlerinde satın alma sürecinden sonra kurulum ve uyarlama aşamasında seçilecek olan markanın teknik kadrosuna ihtiyaç halinde kolay erişilebilir olması önemlidir. Bu şekilde ERP sisteminin devreye alınması hızlanacaktır. Ayrıca yakın lokasyonda olması destek ekibinin ulaşım maliyetlerini düşürecektir. Yazılım seçimi sırasında tedarikçi sayısını indirmek için aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır.

- Kurumsal hedeflere uygunluk
- İş süreçlerine uygunluk

- Tedarikçi destek ve hizmetlerinin değerlendirilmesi
- Sistem yapısı
- Modüler mimari
- Gelişmiş raporlama seçenekleri
- Kullanım kolaylığı
- Esneklik (kolay uyarlanabilme)
- Web tabanlı uygulama desteği
- Teknik garanti süresi,
- Yazılımın güvenilirliği ve güvenliği
- Lisans maliyeti
- Yıllık bakım giderleri
- Danışmanlık ve eğitim maliyetleri

Yukarıdaki kriterlere göre eleme yapıldıktan sonra, yazılım seçimini tamamlamak için önemli kriterler şu şekilde verilmiştir:

- 1) Tüm birimlerin yöneticilerinin yer alacağı bir değerlendirme kurulu kurulmalıdır.
- 2) Yazılımın dünya ve Türkiye ERP pazarındaki durumu izlenmelidir.
- 3) Yazılımın yerli muhasebe mevzuatına uygunluğu için bağımsız danışman şirketlerden alınmış onay mutlaka aranmalıdır.
- 4) Her birim kendisi için en kritik detayda incelenmesi gereken 10 madde/işleyişi belirlemeli ve bunlar satıcı firmalara iletilmelidir.
- 5) Satıcı firmalardan birer günlük tanıtım alınmalıdır. Satıcı firmaların yapacakları tanıtım öncesi işletmeyi tanımaları için bir günlük ziyaret planlanmalıdır. Tanıtım daha önceden belirlenen kritik işleyişleri içermelidir.
- 6) ERP çözümü sunan firmaların incelenmesi sırasında taleplerin standart yazılım ve yürürlükteki sürüm ile karşılaşıp karşılanamayacağına dikkat edilmelidir.
- 7) Her yazılım için en az iki kullanıcı firma ziyaret edilmelidir.

- 8) Firmaların sunduğu referans listesinde bulunan işletmelerin proje yöneticileri ile görüşme yapılmalıdır. Danışman firmanın Hizmet kalitesi ve tecrübeleri hakkında görüş alınmalıdır. Yazılımı satın alan fakat uyarlama gerçekleştiremeyen firma var ise bu firmaların ilgili yöneticileri ile görüşülmeli uygulamada görülen aksaklıklar ve olumsuzluklar hakkında bilgi alınmalıdır.
- 9) Danışmanlık desteği en önemli konudur. Satıcı firma veya çözüm ortaklarının tecrübeli danışman kadrosuna sahip olmasına önem verilmelidir.

### **3.6.2.3. Danışman**

Günümüzde ERP markalarının birçok farklı bölgede bayileri ve iş ortakları mevcuttur. Özellikle büyük markaların aynı bölgede birden fazla bayi veya iş ortağı olması olası bir durumdur. ERP markasına karar verildikten sonra, işletmeler hangi tedarikçiden alacağına karar vermesi gerekmektedir. Çünkü ERP projelerinin günümüzde ki kapsamı düşünüldüğünde, ERP projelerinin süreçleri oldukça uzun süreler almaktadır. Bu sebeple danışman şirketin tecrübesi, ERP projelerinin sürelerinin kısalması ve verimliliğin artması için bir kriter olmaktadır.

### **3.6.2.4. ERP Hedefler**

ERP sistemleri kurulurken işletmeler, bu sistemler ile ne tür hedeflere ulaşmaları gerektiğini önceden belirlemeleri oldukça önemli bir unsurdur. Çünkü ERP sistemleri verilen verilere göre raporlar sağlamaktadır. Bu aşamada yönetimin ERP sisteminden ne beklediği özellikle belgelenmelidir. Çünkü birçok proje hedefler belirlenmeden sürece başlanıldığı için belirli bir zamandan sonra gelen nokta hayal kırıklıkları yaratabilmektedir. Bu sebeple ERP projeleri aşamalandırılmalıdır. Her aşamanın kendi ulaşılması gereken hedefi olmalı ve bu hedefler ilgili aşamalar tamamlandığında kontrol edilmelidir. Bir aşama beklenen hedeflere ulaşmadan bir sonraki aşamaya geçmek oldukça tehlikeli ve sağlıksızdır.

### 3.6.2.5. İş Akışları

ERP projeleri, işletmelerin bir kere yürütecekleri projeler olduğu için, proje süreçlerini düzgün ve başarılı bir şekilde yürütmeleri gerekmektedir. Bu sürecin sağlıklı olabilmesi için ERP projelerinin belirli aşamalara bölünmesi en iyi yoldur. Her aşama kendi sürecini tamamlamadan bir sonraki sürece geçilmemelidir. Her aşamanın sağlıklı bir şekilde tamamlanması için, akış diyagramları çizilmeli, ilgili aşamanın hedeflerine ulaşıldığına dair kontroller yapılmalıdır.

### 3.6.3. ERP Kurulum

#### 3.6.3.1. Teknik Kurulum:

ERP sisteminin çalışacağı donanımlar tedarik edilir ve kurulum sürecini tamamlayacak olan firma ile görüşülüp donanımlar üstüne yazılımın kurulumu yapılır. Kurulum ister pilot bir bölge ile başlayabilir ister bütün şeklinde tamamlanabilir.

#### 3.6.3.2. ERP Sistem Kurulumu

Bu sürece test aşaması olarak da isim verilebilir. Canlı kullanıma geçilmeden önce teknik kurulum yapılan yerlerin ERP yazılımını çalıştırma süreci olarak düşünülmelidir. Bu süreçte dikkat edilmesi ve hazırlanması gereken unsurlar vardır bunlar aşağıda belirtilmiştir;

- 1) Projenin organize edilmesi ve detaylandırılması
- 2) Yeni sistem için vizyonu temel alan performans göstergelerinin tanımlanması
- 3) Detaylı başlangıç planının oluşturulması ve proje arındırma toplantısının organize edilmesi
- 4) Proje takımının ve diğer anahtar personelin eğitilmesi
- 5) Dökümantasyon:
  - İşletmenin mevcut durumunun analiz dökümantasyonu,
  - İhtiyaçların dökümantasyonu,
  - Ek geliştirme dökümantasyonu,
  - Eğitim dökümantasyonu,
  - Bilgi Sistemlerine yönelik teknik dökümantasyon

- 6) İşletmedeki tüm verilerin kesin bilgi içermesinin sağlanması
- 7) İş süreçleri analiz edilmeli.
- 8) Süreç analizine göre parametrelerin ayarlanması
- 9) İş süreçleri etkileşimine uygun yazılım geliştirme faaliyetleri
- 10) Teknik uyarılama
- 11) Test
- 12) Kullanıcıların eğitilmesi
  - Departman bazında grup eğitimlerle başlanmalı
  - Veri girişi esnasında kullanıcılara refakat edilmeli
  - Standart kullanım kılavuzları yerine şirkete özelleştirilmiş kılavuzlar hazırlanmalı
- 14) Son ayarlarının yapılması ve diğer bileşen/ürün/fabrikalar için aynı işlemlerin tekrar edilmesi
- 15) Sistemin sürekli olarak geliştirilmesi

### **3.6.3.3. Canlı Kullanıma Geçiş**

Bunun için en çok kullanılan 2 yöntem vardır. Bunlar;

#### **3.6.3.3.1. Big Bang yöntemi**

Bu yöntem adında da anlaşılacağı gibi, işletmenin bütün süreci bir anda başlatması ve eski alışkanlıkların bir kenara bırakılarak yeni sisteme adaptasyonun hemen geçilmesi için uygulanmaktadır. Oldukça riskli bir yöntemdir. Başarısızlık halinde geri dönüşü olmamaktadır. Bu yöntemin başarıya ulaşması için işletmenin çalışanlarının tek bir vücut gibi hareket etmesi gerekmektedir. Ayrıca mevcut alışkanlıkların bir kenara bırakılıp tamamen yeni sisteme adaptasyonun esas olduğu bu yöntem işletme çalışanlarına oldukça ağır bir iş yükü getirmektedir. Bu yöntem riskler barındırmaktadır. Fakat bu yöntemin altından kalkıldığı takdirde geçiş süreci oldukça hızlı olacaktır. Bu sebeple bu yöntemi geniş kapsamlı projelerde uygulanmaması gerekmektedir.

#### **3.6.3.3.2. Paralel Kullanım**

Bu yöntem, işletmenin mevcut durumda kullanmış olduğu sistemin çalışması devam ederken, yeni satın alınan sistemin devreye alınarak işletmenin bir süre çift kayıt



tutarak işlerini yürütmesidir. Bu yöntemin avantajları olası hata durumlarında işletmelerin hataları telafi edebilmesi olarak düşünülebilir. Yeni sistem oturduğunda mevcuttaki sistem terk edilir. Fakat bu yöntemin en büyük sorunu işletme çalışanları aynı işi çift tarafları yapacaklarından dolayı işletmenin süreçleri yavaşlayacaktır.

### **3.6.4. Kurulum Sonrası Çalışmalar**

#### **3.6.4.1. Sürekli İyileştirmeler**

ERP sistemlerinin özellikleri, firma var olduğu sürece sürekli gelişecek olmasıdır. Çünkü ERP sistemleri işletmelerin kapasitesine göre şekillenir. İşletmeler süreç içerisinde kendini yeni süreçlere adapte etmesi ve gelişen teknolojiye uyum sağlaması ile birlikte yeni kimlikler ve tanımlar kazanır. ERP sistemleri işletmelerin bu şekilde değişimine uyum sağlayabilmesi gerekmektedir. Bu sebeple ERP sistemleri sürekli iyileştirme prensibine uygun olarak, yazılımcıları tarafından güncel dünyaya adaptasyon konusunda güncellenmektedirler.

#### **3.6.4.2. Yetersiz Kullanım**

ERP sistemlerine geçiş sırasında işletmelerde yapılan en büyük hatalardan birisi, işletmenin bütün süreçlerini ERP sistemine aynı anda taşımaya çalışmasıdır. Hâlbuki ERP sistemleri bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilmelidir. Bu sebeple ERP sistemleri aşamalar halinde kullanıma başlanmalıdır. İşletmeler ERP sistemlerinde hangi sıra ile geçileceğini proje başlamadan belirlemelidir ki, süreç verimli bir şekilde ilerleyebilsin.

#### **3.6.4.3. Yeni Modüller**

ERP sistemleri satış sürecinde, işletmeler satış sürecinin başında hedeflediği modüller ile satın aldığı modüller arasında farklılıklar gözükmemektedir. Bunun sebebi işletmelerin ERP sistemlerini komple olarak istemeleri fakat ERP sistemlerinin getireceği maddi yükü zaman içerisinde yayma politikalarından geçmektedir. ERP sistemleri modüler yapılar olmasından kaynaklı olarak daha sonrada üstüne eklemeler yaparak satın alma süreci devam edebilmektedir.

#### **3.6.4.4. Değişen Rekabet Şartları ve İş Süreçleri**

Değişen teknoloji ile beraber, dünya sürekli bir değişim sürecindedir. Özellikle teknolojik gelişmelerdeki ivmenin yükselmesi ile beraber, piyasa şartlarında ve iş süreçlerinde değişimde hızlanmıştır. İşletmeler ERP sistemlerini kurduktan sonra o dönemki şartların değişimlerine adapte olabilmeleri için çalışmalarını yürütürken, ERP sistemlerini bu değişim sürecine dâhil etmeleri gerekmektedir. Bu durumda sadece işletmeler değil, ERP hizmet sağlayıcısı işletmelere de görevler düşmektedir. Kısaca ERP sistemlerinin güncelliğini koruyabilmesi ve adapte olabilmesi için bütün işletmeler çalışmalara katılmak zorundadır.

#### **3.7. ERP Uygulamalarının Başarısızlık Nedenleri**

ERP sistemleri kurulum sürecindeki yaşanan aksaklıklar, uzayan işler ve işletmelerin ERP sürecine yeterince önem vermemesi gibi durumlardan dolayı ERP sistemlerinin uyarılma süreçleri başarısızlıkla sonuçlanması gibi bir olasılık her zaman mevcuttur. Aşağıda ERP sistemlerinin neden başarısızlığa uğradığı ile ilgili maddeler verilmiştir;

- 1) Stratejik hedeflerin net tanımlanmaması
- 2) Üst yönetimin sisteme yeterince destek olmaması
- 3) Zayıf kurulum projesi yönetimi
- 4) Organizasyonun değişime katılmaması, destek vermemesi
- 5) Çok iyi bir kurulum projesi ekibinin seçilememesi
- 6) Son kullanıcılara yeterli eğitimin verilmemesi
- 7) Veri doğruluğunun sağlanamaması
- 8) Performans ölçütlerinin organizasyon değişimine destek vermemesi
- 9) Çok merkezlilik konusunun iyi irdelenmemesi
- 10) Teknik zorluklar (yazılım, donanım vb.).

ERP sistemleri birbirileri ile çalışan bütünleşik süreçlerden oluşur. Birbirilerinin çıktısı ve girdisi olan süreçlerin bir tanesinde yaşanan aksaklık bütün süreçleri doğrudan etkileyecektir. Bu sebeple ERP sistemlerini kullanan işletmeler iç disiplinlerini sağlamadığı sürece ERP sistemleri sağlıklı çalışmayacaktır. ERP sistemlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesinin ana unsuru yönetimin bu sistemi ne kadar sahiplendiğinden geçmektedir. İşletme yönetimleri eğer ERP sistemlerini benimseyerek

bu kültürü işletme içerisinde oturtmak için gerekli çalışmaları yapar ve destekler ise ERP sistemlerinin başarı oranı yükselecektir.

### **3.8. Alternatif Sistemler**

İşletmeler ERP sistemlerini kullanmak istemedikleri zaman yine de iş süreçlerini takip etmek istediği gibi durumlar olabilmektedir. Bu durumlarda ERP sistemlerinin alternatif sistemleri mevcuttur. Tabii ki bu sistemler ERP sistemleri gibi bütünleşik şekilde bir işletmeye baştan sona bütünleşik olarak tek çatıda toplayabilme kabiliyetine sahip değildir. Sadece kendileri ile ilgili kısımları kontrol edebilirler. Eğer işletme içerisinde birden fazla ERP alternatif sistemi var ise ve bunların beraber çalışması isteniyor ise, ara entegrasyon yazılımları ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlar genel olarak verimli bir entegrasyon sağlanamamaktadır. Aşağıda ERP sistemlerinin alternatif sistemleri verilmiştir;

- 1) Muhasebe tabanlı yazılımlar
- 2) Firmaya özgü geliştirilen yazılımlar
- 3) MRP yazılımları

## **4. ÜRETİM YÖNETİM SİSTEMİ (MES: *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM*)**

### **4.1. MES Konseptinin Ortaya Çıkışı**

MES Kavramının kökenlerine incek olursak bunun için 1980'li yıllara gitmemiz gerekmektedir. İşletme yönetimlerinde, üretim yönetimi, insan kaynakları yönetimi, kalite yönetimi kavramları ortaya çıkmaya başladı. Bu kavramlar neredeyse birbirinden bağımsız kavramlar olarak, bilgisayarlı sistemlerin desteği ile tek bir çatıda toplanmaya başlamıştır. Özellikle teknolojiye gelişmeler ile beraber, bilgisayar destekli üretim sistemlerinin gelişmesi ile bu bağımsız kavramlar arasındaki ilişkiler yeniden kurulmaya ve birbirileri ile bağımlı olduğu tanımları yapılmaya başlandı. Üretim personel ve kalite sistemlerinin birbirinden bağımsız olduğu gerçeği ortadan

kaldırılarak veri akışları ile birbirlerine bağlı olduğu konusuna karar kılındı. Lakin bu yaklaşım teoride doğru iken o günün şartları ele alındığında hala düzgün bir bilişim desteği olmadan bu ilişki kurulamadı. Bilişim desteği olmadan üretim yönetim politikasında ki bu yaklaşım desteklenmedi ve bu şekilde 1980'li yıllarda bu yaklaşım potansiyeline ulaşamadı.

1990'lı yılların başlarında veri toplama sistemi üreticileri, sistemlerine

- Çalışma zamanı
- PDA
- CAQ
- DNC

Kavramlarını ekleyerek, 1980'li yıllardan yetersiz kalan bilişim desteğine ulaşmış oldular ve üretim yönetim sistemlerini tekrar yükselen bir değer haline getirmeyi başardılar.

Bu sistem ile beraber imalat yapan işletmeler, üretim sahalarında veri toplayarak bu verileri tek bir çatı altında birleştirebilme imkânlarını yakaladılar. Ancak bu sistemlerde bir sorun vardı. Sistemin bileşenleri birbirlerinden bağımsızdı ve bu sistemleri tek çatıda toplayacak bir ara yüze ihtiyaç vardı.

Sistem 3 parçaya bölünmüş ve bu parçalar birçok görevi üstlenerek, üretim yönetim sistemlerini tek bir çatı haline getirmeye başladı. Bu parçalara verilen isimler aşağıda belirtilmiştir;

- Üretim: PDA, MDE, DNC ve kontrol istasyonları
- Personel: Personel çalışması süresi kayıtları, erişim kontrolleri, kısa süreli insan gücü planlaması
- Kalite: CAQ, kalite ölçüm verileri

Üretim sahasında da bu 3 kavram birbirleri ile bütünleşik durumdadırlar.

Üretim yaparken yeterli hıza çıkabilecek ve bu hızlı üretim aşamasında mümkün olduğunca yüksek kaliteyi yakalayabilecek kalifiye personele ihtiyaç vardır. Eğer bu 3 parça birbirinden bağımsız çalışıyor ise üretim sisteminin cevap hızı, normalde veri alışverişi yapan ve birbirleri entegre çalışan bütünleşik bir sistem içerisinde olması gereken cevap hızından oldukça yavaş kalacaktır. İşletmelerin bu hız kaybına katlanacak bir durumları yoktur. Çağın getirdiği hız kavramı rekabet piyasasının da ana odak noktalarından bir olmaya başlamıştır. Bu nedenle bu sistemlerin bütünleşik çalışması bir ihtiyaç haline gelmeye başlamıştır. Hatta bu sistemlerin kendi içlerinde

yatay entegrasyon yapması olmazsa olmaz haline gelmiştir. Günümüzde yatay entegrasyonu destekleyen sistemler mevcuttur.

Ağ bağlantılı veri sistemleri, ERP sistemleri, homojen çalışan bütünleşik otomasyon sistemler bu veri alışverişini hızlı bir şekilde yapabilmeyi mümkün kılmaktadır. Veriler standartlaştırılmış ara yüzler üzerinde gerekli kaynaklardan toplanarak gösterilir ve ilgili işlemler yapıldıktan sonra tekrar kaynaklara veri transferi gerçekleşir. Ağ tabanlı bu sistemler günümüzde MES sisteminin konseptinin inşa edilmesi için temel nokta olmuşlardır. Belirtilen bu sistemler 6R kuralını uyararak üretim yönetim sistemlerini oluşturmaktadırlar. Bu 6R kuralı aşağıdaki gibidir;

- Bir ürünün üretimi sırasında en ekonomik ve en verimli şartların sağlanması için, doğru kaynakların, doğru zamanda, doğru yerde, doğru kalitede ve doğru maliyetler ile tüm süreç içerisinde bulunması gerekmektedir.

MES sistemine sahip olan firmalar, doküman yönetimi, kalite güvence sistemi ve performans analizi konusunda zaten güçlü olduğu kabul edilir. Çünkü üretim aşamasına MES sistemi entegre edebilmiş firmalar belirli bir işletme kültürü seviyesine ulaşmıştır. Günümüzde MES sistemin asıl odaklandığı konular ise gerçek zamanlı üretim takip konusudur.

MES Sistemi, bir işletme içerisinde ERP sistemi ile üretim planı yapılmış olan AÜÇ'ün sonucunda açılan iş emirlerinin takip işlemini ERP sistemi üzerinden alır. MES içerisinde çalışan iş emirleri gerçek zamanlı üretim izlemesi ile üretim gerçekleştirme işlemlerini yürüterek tekrar ERP sistemine entegre olur. MES sistemi teknolojik seviye olarak ERP sisteminden daha yüksektir. Bu sebeple MES sistemleri işletmelerde ERP sistemi oturduktan sonra kurulması ve uyarlanması gerekmektedir.

#### **4.2. Mevcut Standartlar**

MES sistemi birçok kurum ve kuruluş tarafından ele alınmaktadır. Bu kurum ve kuruluşların asıl amacı MES sisteminin asıl sahip olması gereken önem düzeyini geliştirmek ve korumaktır. MES sisteminin çeşitli uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalardan iki tanesi önem arz etmektedir. Üretim için MES ve MES sektörü en önemli uygulama olarak görülmektedir. İlk uygulama daha çok MES sisteminin donanım tarafına hitap etmektedir. Bu uygulama MES sisteminin asıl büyük kısmını içermektedir. İkinci uygulama MES sisteminin çevrim içi çalışan, bildirimler ve geri bildirimler iletilmesini sağlayan kısımdır.

#### 4.2.1.MESA

MESA (*Manufacturing Execution Solutions Association*) adından da anlaşılacağı gibi bu uygulamayı benimseyen ilk kuruluş olmuştur. MESA'nın yaklaşımında 12 tane maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler şu şekildedir;

1. Ayrıntılı planlama; performans hassas şekilde hazırlanmış, siparişlerin sıra ve zaman optimizasyonları kaynakların sınırlı kapasitesine göre ayarlanması.
2. Kaynak yönetimi; makine, araçlar ve parçaların yönetilip izlenmesidir.
3. Kaynakların mevcut durumu görüntülenmesi.
4. Belge yönetimi; ürün, süreç, tasarım ve sipariş bilgilerinin ilgili yerlere mevcut kaliteyi korumak amaçlı dağıtılan talimatlar.
5. Malzeme yönetimi; kullanılan malzemenin mevcut işe yetecek şekilde organize edilmesi.
6. Performans analizi; ölçülen mevcut performansın kaydedilerek, hedeflenen performans ile karşılaştırılması.
7. Tedarik yönetimi; operasyonlar arası ve iş merkezleri arası malzeme sevklerinin organize edilmesi.
8. Bakım yönetimi; işlem yapılan makine ve teçhizatın üretim sırasında arıza vermemesi için kontrolü.
9. Süreç yönetimi; üretim hattı içerisindeki iş akışına uyumunun doğrulunun kontrolü.
10. Kalite yönetimi; ürün ve prosesin istenilen ölçülerde olup olmadığının denetlenmesi.
11. Veri toplama; proses verilerinin görselleştirilerek, toplanması kaydedilmesi ve ilgili yerlere yansıtılması.
12. Ürün takibi; ürünün üretim aşamasındaki durumunun haritalandırılması.

Bu maddelerin hepsi MES sistemini oluşturmaktadır. 2004 yılında Chicago şehrinde düzenlenen MESA konferansında C-MES kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavram işbirlikçi MES sistemi olarak da nitelendirilmektedir. MES sistemi üretim sahası ve ERP sistemi arasında bir aracılık eden yapı olmaktan çıkıp aynı zamanda kendisi de bir veri seti haline dönüşmüştür. MES sisteminin felsefesinin değişmesi ile üretici firmalarının anahtar terimi olan üretim yönetimi MES sistemleri üzerine yüklenmiştir. Günümüz dünyasında üretim yönetimi üzerine iç yapılarını geliştirmek isteyen işletmeler için MES sistemleri bir ihtiyaç haline gelmiştir.

#### **4.2.2. ISA S 95**

Yaklaşık 200 katılımcıdan oluşan bir üreticiler birliği ISA S 88 basit bir versiyonu olan ISA S 95 standardını oluşturmak için bir araya geldi. Buradaki amaç bir MES sisteminin ne anlama geldiğini tanımlamaktır. ISA S 95'e göre 3 seviyeli bir yapı kurulmalıdır. Bunlar ERP sistemi, MES sistemi ve otomasyon. Otomasyon seviyesi de kendi içerisinde 3'e ayrılmıştır. Tip 1, "sürekli veya proses üretim" olarak adlandırılır. Tip 2, "toplu üretim" olarak adlandırılır. Tip 3, "ayrık imalat" olarak adlandırılır. Burada ana unsur üretim yönetimi kavramı ile ilgilidir. ISA S 95, düzey 1 ve düzey 2 arasındaki ara yüzü kapsamlı bir şekilde ele alır ve bunu standartta 1. Ve 2. Kısımında tanımlar. 3. Bölüm ise düzey 2'deki faaliyet ile yani MES sistemi ile ilgilidir. Burada ana unsur olarak üretim yönetiminin kendisi, veri toplama, otomasyon seviyesi ile ara yüz, arıza yönetimi ve üretim istatistikleridir. Veri yapıları ve veri modelleri ile ilgili gereksinimler S 95'te belirgindir. MES sistemi için gerekli aktiviteler için aktivite modelleri tanımlanmıştır. İlk Modeller yani bakım işlemleri, kalite işlemleri, üretim işlemleri gibi modeller halihazırda mevcut olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım modeli birçok durumda belirli standartları içerdiği için belli bir seviyeye gelmiş işletmelerde kullanılması daha uygundur.

#### **4.2.3. NAMUR**

NAMUR, üretim sektöründe özellikle kimya ve ilaç endüstrisinin ağırlığı olduğu bir MES sistemi kullanıcı grubudur. NAMUR birliği, ISA S 95 uygulamasından esinlenerek kendi standartlarını oluşturmuşlardır. Veri akışı, üretim içerisinde kullanılan formlar ile ilerlemektedir. MES ile otomasyon sistemi arasındaki farkı tam anlamıyla belirlememişlerdir. Bunun olası nedeni üretim içerisindeki önemli kısımların yani kalite gibi süreçlerin el işçiliğinin hâkim olmasına dayanmaktadır. Bir üretim sahası içerisinde birden fazla büyük bir bölüm var ise, kaba planlama, ayrıntılı planlama, orta veya kısa vadeli planlama sınırlarının üretimdeki varyasyon çeşidinin çok olması dayanarak belirgin farklılıklar içermemesi gerekmektedir. NAMUR

uygulanması süreç odaklı tasarımlarda MES sistemini kurmak için pratik yöntemler içerir.

#### **4.2.4. VDI**

2004 yılında VDI birliği, standartları, mevcut bulguları ve piyasadaki gelişmeleri göz önüne alarak MES sisteminin bir tanımlama yapılması için çalışmalara başladı. Bu çalışmanın asıl amacı MES sistemine sabit bir anlam kazandırarak, piyasadaki yerinin belirlenmesi ile piyasada MES sistemi adı altında satılan aslına yansıtmayan ürünlerin önüne geçmektir. Üreticiler birliği gözünde MES sisteminin tam olarak ne olduğunu algısı güçlü bir şekilde ortaya kondu. Bu anlam sayesinde çeşitli imalat sektörleri arasında MES sisteminin ne olduğu ve işlevinin neler olduğu ortaya koydu. Yüksek otomasyon seviyesi, büyük ölçekli üretici ile küçük ölçekli üretici arasında farklı algılanmaktaydı. Hazırlanan kılavuz MES sisteminin bir üretim sistemi içerisinde gerçekleştirilmesi gereken görevlerin neler olduğunu ortaya koydu. Bu kılavuz hazırlanması sürecinde gerçek üretim sahaları baz alınarak terminoloji ile birleştirilmiştir. VDI birliğine göre MES sistemi şu görevleri yerine getirmesi gerekmektedir;

- Ayrıntılı planlama ve ayrıntılı zamanlama kontrolü
- İşletme kaynakları yönetimi
- Malzeme yönetimi
- Personel yönetimi
- Veri toplama ve işleme
- Arayüz yönetimi
- Performans analizi
- Kalite yönetimi
- Bilgi yönetimi

#### **4.3. İdeal MES Sistemi**

Şimdiye kadar anlatılan MES sistemlerinin yapısal özellikleri ve işlevleri düşünüldüğünde birbirinden farklı MES tanımlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Bu farklılıkların farklı sektörlerde ve farklı kullanıcılarda MES sisteminden beklentinin farklılıklarından doğmaktadır. Bu durumda ortaya şu soru çıkmaktadır “İdeal MES sistemi nasıl olmalıdır?”. Tüm imalat sektörleri düşünülünce bu sorunun cevabı hayır olacaktır. Yine de ideal bir MES sisteminin farklı üretim tipleri olmasına karşın bir üretim içerisinde ne gibi işlevlere sahip olması gerektiği ile ilgili kriterlerin ortaya konması gerekmektedir.



Bir MES sistemi, üretim sahasından veri toplayarak, üretim sürecindeki makine ve teçhizatın kontrollerini sağlayarak, sahadaki bu işlevlerini bir ara yüz veya ERP sistemi ile haberleşerek veri akışının sağlanması ile sorumludur.

Bu işlemler yapılırken MES sistemlerinin zaman çizelgesi olarak herhangi bir birime bağlı kalmadan, aylık, haftalık, günlük, dakikalık veya saniyelik periyotlar ile gerçek zamanlı olarak bütün üretim periyoduna hâkim olması gerekmektedir. Dolayısıyla bir ideal MES sisteminin işlevleri bölünebilir;

- MES sisteminin kendi işlevleri
- ERP sistemleri ile haberleşmesi
- Üretim sahası ile iletişimi

MES sistemleri alan olarak 3'e ayrılır; üretim, kalite ve personel. Bu fonksiyonlar içerisinde ihtiyaçlar doğrultusunda etkinleştirilebilen ve kullanılabilen modüller mevcuttur. Temel bir sistem, tüm modülleri gerçek zamanlı olarak birbirlerine bağlanmasını sağlar ve modülleri arası iletişimi işlevini yürütür. Bir diğer önemli görevi ise, veri akışını yönetmesidir. Bir MES sisteminin üretim, kalite ve personel alanlarına göre sağladıkları fonksiyonlar detaylı olarak incelenecektir.

#### **4.3.1. Fonksiyon Grubu: Üretim**

Üretim fonksiyon grubu aşağıdaki modülleri içerir;

- PDA: Üretim Verileri Aktarımı

Bu modülde sipariş bilgileri ve iş emri bilgileri kaydedilir. Miktar hesapları yapılırken, fire bilgileri hesaba dahil edilerek miktar hesapları fiili duruma göre güncellenir. Bu aşamada ayrıca sipariş bilgileri ile ilgili malzeme tüketimleri yazmak ve sipariş ile ilişkilendirmekte mümkündür. Üretimdeki vardiya, zaman yönünden biriken üretim verileri tekrar ERP sistemine aktarılarak ERP sistemi beslenir. Ayrıca Üretim üzerindeki gerçek zamanlı raporlar hazırlanarak yönetime sunulur.

- MDC: Makine Verisi Toplama

Makine ve teçhizatlar bu modülde yönetilir. Durum verileri, otomasyon üzerinden otomatik bir şekilde ya da manuel bir şekilde alınarak, üretim üzerinde ilgili yerlere yazdırılabilir. Bu veriler geleneksel terminal sistemleri üzerinden değil endüstriyel donanımlar ile de temin edilebilir. Eğer sistemin otomasyon olarak çalışması isteniyor ise üretim üzerinden veri besleyecek olan makine ve teçhizatların otomasyonu destekliyor olması gereklidir. Bu veriler daha sonra ERP sistemi üzerine kaydedilerek üretim ile ilgili analizler yapılabilir.

- Planlama Tablosu

Bu işlevin MES sistemi içerisinde olması tartışmaya açık bir konudur. ERP sistemleri içerisinde bu işlev ile ilgili modüller hali hazırda bulunmaktadır. MES sistemi içerisindeki planlama tablosu aslında daha çok planlama takip tablosu olarak adlandırılabilir. ERP sistemleri içerisinde yapılan planlamaya göre aktarılan zaman verileri MES sistemi üstünde bir rapor üzerinde işin ne zaman başlaması gerektiği veya ne zaman bitmesi gerektiği ile ilgili canlı takip olanağı sunabilir. Lakin MES sistemi içerisinde ilgili plan verileri ile ilgili değişiklikler yapma istekleri doğrultusunda MES sisteminde planda yapılan değişikliklerin basit düzeyde kalması esastır. Çünkü aynı şekilde ERP sistemi üzerinden yapılacak olan bir değişiklik MES sistemini etkileyeceği için MES sistemi üstünde yapılan bir değişiklik ERP sistemini etkileyecektir. ERP sistemi içerisindeki veri yoğunluğu düşünüldüğünde ERP sistemine müdahalenin minimum düzeyde bırakılması şarttır.

- TRM, DNC

MES sistemleri, üretim makine ve teçhizatlarını yönetebiliyor olmalıdır. Burada yönetmekten kasıt üretim envanter kaynaklarından ziyade makine ve teçhizatların teknik durumları ile ilgili olan kısımdır. Bakım ve arıza gibi durumlarda MES sistemi üzerinden müdahale edebilmek sistemin hızlı bir aksiyon alabilmesi adına önemli bir noktadır.

- MPL: Malzeme ve Üretim Lojistiği

Üretim aşamasında önemli bir nokta malzeme transferleridir. MES sistemi üzerinde malzeme hareketini kontrol edilebilmesi, üretimdeki malzeme tedarik zincirinin yönetimine büyük ölçüde destek katacaktır. Fakat bu işlevin bir depo yönetim

sistemi ile karıştırılmaması gerekmektedir. MES sisteminin ilgileneceği malzeme tedarik yönetimi sadece kullanılan ve hareketi devam eden malzemeler için geçerlidir.

#### **4.3.2.Fonksiyon Grubu: Kalite**

MES sistemi içerisindeki kalite fonksiyonları, ERP sistemindeki kalite yönetim modülü olarak düşünülmemelidir. MES sistemi kapsamındaki kalite fonksiyonları aşağıda verilmiştir;

- SPC: İstatistiksel Analiz Kontrol

SPC, üretim sırasında yapılan kalite ölçümlerinin, üretim için belirlenen kalite standartlarına uygunluğunu denetler. Ölçüm noktalarını ve ölçüm sonuçlarının olması gereken tolerans aralığında olup olmadığına bakılır. Bu şekilde kalite ölçümleri sonucu oluşan ölçüm değerlerinin eğilimleri ortaya çıkartılır. Bu veriler ERP sistemine gönderilerek kalitesel anlamda üretim aşamasında bir problem olup olmadığı kontrol edilebilir.

- NCM: Uygunsuzluk Yönetimi

Üretim sırasında oluşan uygunsuzluklar kayıt altına alınır. Daha sonra bu uygunsuzluklar ile ilgili yapılması gereken işlemler yani alınması gereken önlemler ve düzeltici-önleyici faaliyetlerin tanımlamaları yapılarak, aşamaları kaydedilir.

- Kalite Kontrol Modülü

Gelen hammaddelerin alım kalite testleri ve sevk edilen malların final kontrolleri yapılarak sisteme kaydedilir. Bu testler üretim partileri bazında olabilir yada tek tek ürün üzerinde de olabilir. Eğer kalite testlerinde herhangi bir sorun gözükmez ise işlemlere devam edilebilir.

- Kalite Cihazları Takibi

Üretimdeki bakım yönetimi ile benzer işlemlere sahiptir. Kalite ölçümleri için kullanılan alet ve teçhizatların belirli periyotlar ile kalibrasyonlarının tamamlanması gerekmektedir. MES sistemi aracılığı ile kalite ölçüm cihazlarının kalibrasyon durumları ve teknik durumları takip edilebilir.

- PDB: Veri İşleme Modülü

Bu modül ile kalitesel standartların sadece ürün üzerinde değil aynı zamanda üretim koşullarını da ilgilendiren durumlar takip edilir. İleri seviye bir sistem olması durumu ile genel olarak otomasyon seviyesi ve belirli bir seviyeye gelmiş işletmeler

tarafından kullanılmaktadır. Üretim sırasında üretim sahasının koşullarını takip ederek, üretim sahasının gerekli standartlara sahip olup olmadığı izlenebilir.

#### **4.3.3. Fonksiyon Grubu: İnsan Kaynakları**

- **Personel Takip**

Bu modül ile personelin işletme sahası içerisindeki hareketleri takip edilebilmektedir. Personel takip sırasında özellikle üretim personelinin takibi MES sistemi ile entegre edilir. Personel çalışma süreleri, giriş çıkış hareketleri ve devamsızlık durumlarını kapsar.

- **Ücret Hesabı**

MES sistemi personel verilerine göre, işletmenin personelinin ücret hesapları yapılabilir. İşletmenin çalışanlarına anlaşmış olduğu maaş, ikramiye, prim gibi konular, ücret hesapları sırasında MES sistemi üzerinden gelen personelin çalışma verileri ile entegre edilerek hakkeş hesapları yapılabilir.

- **Personel İhtiyaç Planlaması**

MES sistemi üzerinden, üretim planlamasının verdiği ana üretim planı doğrultusunda yapılan kapasite hesaplamaları ile üretim içerisinde ilgili yerlere personel teminleri için talepler oluşturulabilir. Bu şekilde üretim aşaması başlamadan ihtiyaçlar karşılanarak, üretim içerisindeki olası duruşların ve kayıpların önüne geçilmiş olur.

- **Eskalasyon Yöntemi**

MES sistemine entegre edilen alarm sistemleri ile üretim sırasında oluşabilecek arıza veya olası iş kazası gibi durumlarda sistemin otomatik alarm durumuna geçilmesi gibi otomasyonlar kurulabilir. Böylece üretim sırasında oluşabilecek kayıplar veya büyük sonuçların önüne geçilebilir.

## **4.4. Teknik Gereksinimler**

### **4.4.1. Veri Depolama**

MES sistemlerinde teknik olarak veriler her zaman güncel olmalı ve standartlaştırılmış halde olmalıdır. Önemli noktalardan biriside uyarlamalardır. Bir MES sistemin en önemli yeteneklerinden biri, her türlü üretim yapısına uyum sağlayabilme yeteneği olarak görülür. Eğer MES sistemleri standart bir paket mantığı ile çalıştırılmaya çalışılırsa farklı sektörlerin farklı ihtiyaçları için yetersiz kalacaklardır. Bu sebeple standart paketlerin içerisinde belli durumlarda aktif edilebilmesi için parametreler yerleştirilmelidir. Bu parametre kavramı uygulanırken, parametrelerin kompleks bir şekilde inşa edilmesinden ziyade basit ve kolay bulunur bir şekilde olması esastır. Modern bir MES sisteminde olması gereken özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Farklı sektörlerin farklı ihtiyaçlarına uyum sağlama yeteneği
- Parametrik ayarların basit ve ulaşılabilir olması

### **4.4.2. ERP ile İletişim**

Bir MES sisteminde aranan özelliklerden biri standart bir ara yüze sahip olmasıdır. Ayrıca MES sistemleri güncel ERP sistemleri ile haberleşebilmesi piyasada ki yerini sabitleştirme adına önemli bir özellik olmaktadır. Günümüzde birçok işletme ERP sistemi kullanmaktadır. İşletmeler bir MES sistemi almak istediklerinde mevcut ERP sistemlerine entegrasyonuna dikkat edeceklerdir.

### **4.4.3. Üretim Yönetimi ile İletişim**

Günümüzde MES sistemleri ERP sistemlerinin üretim sahası içerisindeki yardımcısı rolünde çalışmaktadırlar. Bu sebeple MES sistemleri ERP sistemleri ile üretimsel anlamda veri haberleşmesi yapmaktadırlar. Bu özellik MES sistemleri için bir standart haline gelmiştir. MES sistemleri ERP sistemlerine aktarabilecekleri verileri üretim sahasından toplamaktadırlar. Bu sebeple MES sistemlerinde olması gereken diğer bir özellik ise üretim sahasındaki makine ve teçhizat ile haberleşebilme özelliğidir. Günümüzde üretimde kullanılan teknoloji seviyesi arttıkça otomasyon

seviyeleri de yükselmektedir. Otomasyon seviyesi yüksek olan ortamlarda daha az insan ve daha çok robotik teknoloji kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. MES sistemlerine veri girişlerinin manuel olması durumlarında, yüksek otomasyon seviyesine sahip işletmeler MES sistemlerinden beklediklerini karşılayamayacaktır. Bu sebeple MES sistemlerinin üretim sahasındaki teknolojik donanımlar ile haberleşebilmesi ve onlarla veri transferlerini gerçekleştirebilmesi günümüz koşullarında MES sistemlerinden beklenen bir özellik haline gelmiştir.

#### **4.5. Dikey ve Yatay Entegrasyon**

Geçmişte, ERP ve otomasyon terimleri 2 farklı kavram olarak kullanılıyordu. Bu kavram birbirleri ile haberleşmek yerine, veriler manuel metotlarda aktarımları sağlanıyordu.

MES Sistemi kavramının günümüzde literatüre girmesi ile beraber, yeni bir felsefe ortaya çıktı. Bu yeni felsefe ERP ve otomasyon tabanlı 2 seviyeli sistemi, 3 seviyeli bir sisteme çıkardı. Bu şekilde ERP, MES ve otomasyon kısmı birbirleri ile bütünleşik bir şekilde çalışan bir ekosistem haline dönüştü. Bu ekosistem, üretim planı, gerçekleştirme zamanları, kalitesel veriler gibi üretim yönetimi odaklı çalışmaktadır.

Ekosistem içerisinde, üretim yönetim verileri her bir katman arasında anlık olarak transfer edildiği için, üretim gerçek zamanlı olarak izlenmeye başladı. Belirlenen periyot içerisinde üretim durumu nedir, makineler çalışıyor mu, hangi ürün ne zaman bitecek gibi soruların cevapları anlık olarak hazırlanan diyagramlar ile sunulmaktadır. Bu şekilde işletmenin üretim içerisindeki tepki hızının dakikalara hatta saniyelere düştüğü gözlemlenmektedir.

Bu ekosistemin katmanları arasında kesin sınırlar bulunmamaktadır. Bir işletme içerisinde ERP, MES ve otomasyon aynı anda bulunduğu zaman, toplanan veriler ister MES ister ERP sistemi üzerinden analiz edilerek yorumlanabilir. Ekosistemin 2 düzeyi olan ERP ve MES sistemleri, otomasyondan farklı olarak birbirleri ile sıkı ilişkiler içerisinde olup çift yönlü veri alışverişi mevcuttur. Otomasyon ise tek taraflı veri kaynağı olarak davranmaktadır.

Böyle sistemlerin varlığı beraberinde şu soruyu getirmektedir “Her üretim sahasının MES sistemine ihtiyacı var mı?”. Normal şartlar altında ERP sistemleri kendi içerisinde üretim yönetim modülü bulundurmaktadır. Bu sorunun cevabı açıkça ERP ve MES sistemleri arasındaki farkta yatmaktadır. ERP ve MES sistemleri arasındaki temel farklılık şudur;

- MES sistemleri teknolojik alt yapıya ihtiyaç duyar ve gerçek zamanlı olarak takibi hedefler
- ERP sistemleri ise ticari ve orta vadeli bir takip eğilimindedir.

Ayrıca diğer farklardan biri ise MES sistemi belirlenen plan dönemi içerisindeki üretim sahasının takibini yapar ve plan dönemi yeni plan döneminin takibine geçer. ERP sistemleri ise plan dönemlerinden ziyade daha çok gerçekleşmesi bitmiş üretim üzerine bir takip sağlamaktadır. Bu üretim takibini diğer modüller ile entegre ederek, sipariş, stok ve alım taraflarını da koordine etmektedir. Özetle MES sistemi ERP sisteminden farklı olarak üretim yönetimini saha içerisine yayarken ERP sistemleri üretimi yardımcı araç olarak kullanır.

Farklı üretim tipleri, farklı MES uygulamalarına ihtiyaç duyar, MES sistemlerinin yeteneği aynı zamanda ERP sisteminin kapasitesine bağlı olarak da şekillenir. 3 seviyeli yapı ile ERP ve üretim arasındaki bağlantıya MES sistemin eklenmesi ile dikey entegrasyon mümkün hale gelmiştir.

ERP ve MES sistemleri sayesinde, uzun vadeli ve manuel kayıt metodu ile devam eden veri iletişimi yerine, gerçek zamanlı haberleşen sistemlerin kendi aralarında verileri otomatik transfer metodu kullanılarak veri bütünlüğünün sağlanmasının yanında analizlerinde anlık olarak yapılabilir hale gelmesi sağlanmıştır. Ancak bu şekilde bir entegrasyon zincirinin teknolojik alt yapısının güçlü olması gerekmektedir. Zincirin halkalarından birisinde yaşanan sorun bütün sistem içerisinde soruna dönüşecektir.

## **4.6. İşletmede MES Sistemi Kullanımı**

### **4.6.1. Organizasyonel Gereksinimler**

MES sistemleri, işletmelerin büyüklüğünden ziyade, işletmelerin üretim yapısına bağlı olarak kullanımına ihtiyaç olup olmadığı sorgulanan bir sistemdir. İşletmelerin üretim yapıları farklı şekillerde olabilmektedir. Bir MES sisteminin, işletmede ihtiyaç duymasının altındaki asıl sebep üretim sahasının çoklu atölyelerden oluşması ve bu atölyeler arasındaki etkileşimin sağlıklı hale gelmesi ile ilgilidir. Bu sadece çoklu atölyelerde MES sistemi uygulanır gibi bir sonuç kesinlikle çıkarmamaktadır. Seri imalat bazlı tek atölye çalışan üretim sahaları da MES sistemi kullanabilmektedir. Böyle

üretim sahalarında MES entegrasyonu kolay ve basit bir şekilde kurgulanabilmektedir. Bir MES sisteminin kurulumu planlı bir şekilde yürütülmelidir. İlk aşama olarak MES sisteminin başlangıcı neresi olacak karar verilmelidir. İkinci adım olarak ise üretim planlaması ve kontrolüne göre MES sisteminin işlevi ne olacak karar verilmelidir.

#### **4.6.2. Teknik Gereksinimler**

MES sistemi, işletme içerisinde kullanılan sisteme dahil olabilmeli ve veri alışverişi gerçekleştirebilmelidir. Bunun için işletmenin ağ yapısına dahil olması gerekmektedir. Bu şekilde MES sistemi ağ alt yapısına dahil olduktan sonra aynı ağ üzerinde bulunan diğer sistemler ile haberleşebilecek ve veri alışverişini gerçekleştirebilecektir. Eğer ki MES sistemi üretim otomasyonları ile haberleşmesi gerekecek ise, bu ağ alt yapısı üretim sahası içerisinde geçirilerek üretim otomasyonlarının da aynı ağ alt yapısına dahil olması gerekmektedir.

#### **4.6.3. Ekonomik Verim**

##### **4.6.3.1. Proses Yeteneği**

Birçok işletme, ürün kalitesini kabul ettiği gibi ürünün kaliteli çıkması içinde prosesin kaliteli olması gerektiği görüşüne katılmaktadır. Bir diğer deyişle proses verimliliği yüksek olmalıdır. Ekonomik verimliliğin incelenmesinde ki ilk adım, verilerin süreç odaklı hedeflere ulaşmış olup olmadığı olacaktır. Belirlenen performans kriterleri, hedefler ile aynı birime sahipse somut veriler üzerinden ölçülebilir hale gelmektedir.

##### **4.6.3.2. Artan Makine Kullanımı**

Metal sektöründen örnek vermek gerekirse, makine kullanım oranı plan yaparken belirlenen orandan, gerçekte ortaya çıkan oran arasında büyük fark vardır. Gerçekte olan, planlanan seviyeden daha düşüktür. MES sistemi ile planlanmamış duruşların önüne geçerek, makine kullanım oranları iyileştirilebilir. MES sisteminin yatırımını, makine kullanım oranını artırarak, amorti etme süresi kısaltılabilir.



#### **4.6.3.3. Çevrim Süresini Kısaltma**

Teslim süresinin kısaltılması, hız odaklı rekabetçi piyasada oldukça önemli bir ekonomik getiri olacaktır. Üretimdeki verimlilik ile ters orantılı olarak siparişlerin teslim süreleri kısaltılabilir. MES sisteminin kullanılması doğrudan teslim sürelerinin kısaltılmasını sağlamayacaktır. MES sistemi üretimin mevcut durumunu göz önüne sererek, üretimdeki darboğazları belirleyecektir. Daha sonra belirlenen darboğazlar üstünde yapılan iyileştirme çalışmaları ile üretim çevrim süreleri kısalmaktadır.

#### **4.6.4. Kalite Sistemlerine Desteği**

Üretim yapan işletmelerde, özellikle 2000'li yıllardan sonra kalite sertifikaları önemli bir unsur haline gelmeye başlamıştır. Çünkü günümüz dünyası global olduğu için farklı ülkelerde bulunan imalatçılar birbirleri ile tedarik zincirleri kurmuşlardır. Farklı ülkelerde bulunan imalatçıların birbirleri ile ticarete başlamadan önce bir şekilde kendilerini tanıtabilmeleri gerekmektedir. Bunun en kabul gören metodu da işletmelerin sahip olduğu kalite belgelerini incelemektir. Günümüzde ISO 9001 ve ISO 16949 gibi önemli kalite belgeleri mevcuttur. Bu kalite belgelerine sahip olmak işletmeler aynı zamanda birtakım sorumluluklar getirmektedir. Bu sorumlulardan bazıları üretim izlenebilirliği ve dokümantasyonlardır. 2000'li yılların ilk başlarında dokümantasyon daha çok kâğıt üzerinden yürürken, teknolojik gelişmeler ile ERP sistemlerinin büyümesi ile dijital döküman kavramı ön plana çıkmaya başlamıştır. ERP sistemlerinin özellikle üretim tarafındaki dijital dokümanları oluşturma görevi de önemli ölçüde MES sistemi üzerinden yürütülmektedir. Örnek olarak üretim proses kontrolü yapan bir kalite kontrol teknikeri yapmış olduğu ölçümü elindeki terminal ile hangi iş emrinin hangi üretim aşamasında yaptığını sisteme anında işleyebilmektedir.

### **5. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA SİSTEMLERİ İLE ÜRETİM YÜRÜTME SİSTEMLERİNİN ENTEGRASYONU: MAKİNE İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

#### **5.1. Proje Yatırım Kararı**

Bu tez çalışması kapsamında, çelik imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın, günümüz rekabetçi piyasa şartlarına uyum sağlayabilmek adına üretim sahasına MES sistemi kurma süreci ele alınacaktır. Günümüzde işletmelerin birçoğu teknolojik gelişmelerin getirdiği avantajları kullanarak işletmelerini koruyabilmeyi ve geliştirebilmeyi hedeflemektedir. Özellikle 2000'li yıllarından başlarından itibaren

teknolojik gelişmelerde ki ivmenin yükselmesi ile beraber ortaya çıkan birçok yazılım ve donanım, gündelik hayatı ve iş hayatını kolaylaştırmak için hizmet vermektedirler. ERP sistemleri teknolojik gelişmeler ile bütün işletmelerin tanıştığı ve kendi sistemlerinde kullanmak istediği bir yazılıma dönüşmüştür. Çünkü ERP sistemleri ile beraber işletmeler iç süreçlerini kontrol altına alarak tek bir çatı altında birleştirebilmektedirler. Daha sonra popülerlik kazanan MES sistemleri ise özellikle üretim yapan işletmelerin vazgeçilmez bir yazılımı haline gelmeye başlamıştır. MES sistemleri ilk ortaya çıktıklarında donanımsal anlamda sınırlı alternatiflere sahiplerdi. Bu sebeple yatırım maliyetleri yüksekti. Yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle büyük ölçekli, özellikle bu maliyete katlanabilecek sermaye gücü yüksek olan işletmeler MES sistemlerini bünyelerinde kullanmaya başladılar. Bu işletmelerin birçoğu OEM firmalar ve OEM firma ölçeğindeki üreticiler olarak örnek verilebilir. Daha sonra teknolojik gelişmelerin devam etmesi ve MES sisteminin üstünde çalıştığı donanımlardaki sınırlı kaynaklar genişledikçe, MES sistemi kullanmaya başlayan firmalar sadece büyük ölçekli olmaktan çıkıp, orta ve küçük ölçekli firmalarda kullanıcı olmaya başladı.

Şu an günümüzde MES sistemi ERP sistemi ile entegre çalışan bir üretim yönetim sistemi olarak tanımlanabilir ve birçok üretici firma ERP sistemleri ile başladıkları bu süreçte yeterli seviyeleri ulaşmaya başladıkça üretimlerin MES sistemlerini entegre ederek, ERP sistemleri üzerinden yürüttükleri manuel kayıt metodu ile üretim takip metodunu, gerçek zamanlı üretim analizine döndürmektedirler. Özellikle otomotiv ve çelik sektörlerinde ki tedarik zinciri kavramının genişlemesi ve firmaların birbirilerine uygulamış oldukları politikalar sayesinde tedarik zincirinin her bir halkasına, kendi içerisindeki izlenebilirliği, etkenliği optimize etme gayesi edindirdi. Tabi ki MES sistemleri kendi başlarına etkenliği ve izlenebilirliği işletmelerde üstlenmemektedir. Lakin MES sisteminin işletmelere kazandırmış olduğu gerçek zamanlı üretim analizi yeteneği sayesinde, işletmeler üretim süreçlerindeki darboğazları tespit ederek ve iyileştirme çalışmalarını yaparak etkenlik optimizasyonuna başlamışlardır.

Tez kapsamında ele alacağımız firma da biraz önce bahsedilmiş olan nedenler ve sonuçları sayesinde üretimine MES sistemi entegre etme yatırım kararı almıştır. Firma yatırım kararını vererek, hâlihazır iş ortaklığı kurmuş olduğu ERP sağlayıcısı ile iletişime geçerek, ERP sistemi üzerinde çalışan bir MES sistemi çalışması için satın alma anlaşması yapılmıştır. Yapılan bu anlaşma kapsamında ERP sistemi sağlayıcısı

bünyesinde geliştirmiş olduğu MES sistemini firmaya kurarak, üretim takip işlemlerini, ERP sistemine kayıt metodundan, üretim sahasından operatör panelleri üzerinden yapılacak olan üretim kayıtları ile üretim takibini yaptıracaktır.

## **5.2. Üretimden Veri Toplama Sistemi Kurulumu**

### **5.2.1. Operatör Paneli Tasarımı**

Proje yatırım kararı alındıktan sonra, ERP hizmet sağlayıcısı ile görüşülerek satın alma işlemleri başlatıldı. Satın alma süreci içerisinde ERP hizmet sağlayıcısı tarafından firma içerisinde nasıl bir MES sistemi yapısı kurulması gerektiği ile ilgili toplantı süreçleri başladı.

Yapılan toplantılar sonucu alınan karar gereğince, proje 2 aşamaya bölünmüştür. İlk aşama olarak firma içerisinde sahadan verilerin operatörler tarafından manuel giriş yapılarak, firma içerisindeki bu dönüşüm sürecinin mavi yaka personeline adaptasyonu hedeflenmiştir.

İşletmeler içerisinde değişim süreçlerinin birçok örneği ile karşılaşmıştır. Özellikle yapısal ve kültürel anlamda değişim sürecine giren işletmelerde her zaman bu sürecin belirli tepkiler ile karşılaşılması olağan bir durumdur. Bu durumun yaşanmasındaki sebeplerin başında belirli edinilmiş alışkanlıkların terk edilmesi ve yerine yeni alışkanlıkların edinilmesidir. İnsanoğlunun psikolojik anlamda konfor alanını terk etmesi hemen olabilecek bir durum değildir. Psikolojik süreçler, ERP ve MES gibi işletme içerisinde kültürel değişim yaşatacak sistemlerin entegrasyonu sırasında dolaylı yönden sürecin gelişimi üzerinde etkilidir. Çünkü işletme çalışanları bu değişim sürecini benimsemedikleri sürece ve gerekli önemi göstermedikleri sürece, kâğıt üzerinde yapılacak işlerin, gerçekte verimli bir şekilde yapılması beklenemez. Bu tür durumlarda özellikle işletme yönetimleri hem çalışanlarını hem de süreci dikkate alarak optimum verimlilik sağlayacak stratejileri geliştirmeleri başlıca görevleridir.

Firma yönetimi ile yapılan toplantılar sonucunda işletmenin bu değişim sürecinin kabul etmesi için projenin aşamalı bir şekilde yürütülmesi kararı alınmıştır. Firma daha önce ERP sistemi kullandıkları için belirli bir seviyeye gelmiştir. Lakin üretim takibi ERP sistemi üzerinde manuel yapılmaktadır. Bu şekilde benimsenen alışkanlığın hemen terk edilmesi yerine, ERP üzerinden kayıt işlemlerini operatörlere devrederek üretim kayıtlarının makine başında bulunan operatör tarafından önünde çalışan operatör paneli üzerinden yapılması en uygun strateji olarak benimsenmiştir.

ERP sistemini sahibi olan işletme bu karar sonucunda, firmaya kuracakları operatör panellerini dokunmatik ekrana sahip bir tablet olarak tasarlamaya karar vermiştir. Üretim sahasında çalışacağı için bu tabletlerin üretim sahası koşullarına uygun olması gerektiği de diğer hedeflenen özelliklerden biridir.

Bu alınan kararlar sonucunda ERP sağlayıcısı, bir teknoloji şirketi ile anlaşarak, belirlemiş oldukları özelliklere uygun bir operatör paneli tasarımı yaptırmıştır.

Operatör paneli dokunmatik ekrana sahip, iç donanımını koruyacak endüstriyel kasa ile beraber tasarımı tamamlandıktan sonra üzerinde çalışılacak olan işletim sisteminin ne olacağı ile ilgili süreç başlamıştır.

Operatör paneli üzerinde çalışacak olan işletim sisteminin hem geliştirme maliyetleri hem de yazılımsal anlamda sunduğu geniş sınırlar hesaba katılınca Linux işletim sistemi olması gerektiği fikri kabul edilmiştir. Çünkü Linux işletim sistemi ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir. İstenildiği gibi konfigüre edilebilmektedir. Operatör panelinin içerisine ayrıca Ethernet yuvası da yerleştirilerek, operatör panellerinin işletmenin LAN sistemine dahil olabilmesi sağlanmıştır.

Tasarım süreci tamamlanan operatör paneli ilk prototip geliştirmesi tamamlandıktan sonra firmaya sunulmuş ve testlerine başlanmıştır. Yapılan testler sonucu ortaya çıkan problemler, tasarımcı firmaya iletilerek gerekli geliştirmeler ile düzeltilmiştir. Son düzeltmelerle beraber son halini alan operatör paneli seri üretim aşamasına geçerek firmanın ihtiyacı kadar olan adet üretilmiştir.

### **5.2.2. Ara Yüz Tasarımı**

Operatör paneli tasarımı yapılması aşamasının yürütülürken, ERP sağlayıcı tarafındaki yazılım ekibi içerisinde de aynı süreçte operatör paneli üzerinde çalışacak olan ara yüzün geliştirme süreci başlamıştır.

Operatör paneli üzerinde çalışacak olan ara yüz, operatörlerin bilgi giriş ekranı olacaktır. Bu ekran üzerinde planlama ekibi tarafından yapılan plan doğrultusunda ilgili tezgâhta çalışacak olan işlerin listesi, o anda çalışan iş ile ilgili detaylar ve operatör tarafından bilgi girişi yapılabilecek menüler bulunacaktır.

Bu ara yüz aynı zamanda ana sistem ile sürekli haberleşerek, veri alışverişinin sürekli olması sağlanacaktır. Yani ana sistem üzerinde yapılan bir işlem bu ara yüze anında gelecek, ara yüz üzerinden girilen bilgi ise ana sisteme anında düşecektir. Bu kurgudaki asıl amaç MES sisteminin asıl amacı olan, gerçek zamanlı üretim analizi yapabilmektir.

Günümüzde yazılım teknolojileri gelişen şartlara uyum sağlayarak artık bir uygulama üstünden değil, web tabanlı yazılım geliştirmeleri yapılmaktadır. Bunun sebepleri yazılımların çalışma mesafelerinin uzaması olarak verilebilir. Örnek olarak bir işletmenin, sahadan çalışan personeli işletmeden kilometrelerce uzakta, başka bir şehir hatta başka bir ülkede olabilir. Bu durumda sahadan çalışan personelin görevini sağlıklı yürütebilmesi için işletme ile sürekli diyalog da olması gerekmektedir. Her seferinde telefon ile bilgi almak yerine personel uzaktan işletmenin sistemine dahil olarak, ihtiyacı olan verilere anında ulaşabilmelidir.

Bu sebeplerle günümüzde geliştirilen yazılımlar mesafe gözetmeksizin tek merkez üzerinden çalışabilmesi adına web tabanlı yazılım olarak tasarlanmaktadır. Web tabanlı yazılımlar istenilen bölgeden internet arayıcılığı ile sisteme dahil olabilir.

ERP sağlayıcısı bu özellikleri baz alarak üretim sahasından veri girişi yapılacak olan ara yüzün web tabanlı olarak tasarlanması kararı almıştır. Bu şekilde operatörler çalıştıkları bölgeden tek dokunuş ile ana sistem ile veri haberleşmesi sağlayabileceklerdir.

Web tabanlı hazırlanan operatör ara yüzü, işlem yapılan iş emri bilgilerini içerdiği gibi, duruş, üretim miktarı, iskarta gibi üretim sırasında oluşan veri girişlerini yapılmasına imkân vermektedir.

Yazılım ekibi operatör panelinin geliştirilmesi sırasında, bu ara yüz geliştirmesini eş zamanlı olarak yürütmüştür. Bu sayede prototip geliştirmesi tamamlandığı zaman direk test aşamasına geçilebilmiştir.

### **5.2.3. Üretim Sahası Alt Yapısı Kurulması**

Donanım ve yazılım aşaması geliştirmeleri bittikten sonra, hazırlanan prototip üzerinden yapılan testler sonucunda, operatör panelleri son halini almıştır ve seri imalata başlamıştır. Üretim aşaması tamamlandıktan sonra üretim sahasına alt yapı kurulumu süreci başlamış oldu.

Bu süreç içerisinde firma tarafından üretim sahasına kurulacak olan kablolu ve elektrik hat çalışmaları için gerekli yerlerle anlaşılmıştır. Donanımların çalışması için 12 watt'lık bir elektrik gücü gereklidir. Fabrikalar elektrik alt yapısı kurarken üretim

hatlarında çalışan makinelerin düzgün çalışabilmesi adına elektrik gücünü nispeten yüksek tutarlar. Ayrıca olası elektrik kesintileri olması durumunda işletmenin zarar görmemesi için jeneratörler kuruludur. Firma elektrik alt yapısı için akım düşürücü parçalar ile operatör panellerinin güç alabileceği yuvaları kurdurtmuştur.

Ayrıca operatör panellerinin LAN'a dahil olması için üretim sahası içerisinde IPC 6 teknoloji, üretim saha koşullarına dayanıklı ve veri transferi kaliteli olan ağ kabloları kurdurtmuştur.

Server sisteminde iyileştirmeler yaparak, server üzerine binecek yükü kaldırmayı sağlamışlardır. Ayrıca, ayarlanabilir switch kullanarak operatör panellerinin server üzerine dahil edilirken sabit IP kullanarak, her makine başına kurulan cihazları servere tanıtmıştır. Firma bu şekilde alt yapı çalışmalarını tamamlamıştır.

#### **5.2.4. Donanım Montajı**

Firma gerekli alt yapı çalışmalarını tamamladıktan sonra, gelen operatör panelleri önce sisteme tanıtılarak, kullanılacağı olan makineler belirlenmiş ve sabitlenmiştir. Saha sonra paneller üzerinde gerekli yazılımsal kurulumlar tamamlanmış ve cihazlar montaj olmadan önce son kez test edilmiştir. Hata yakalanan cihazlar üretim yerine gönderilerek yenileri ile değiştirilmiştir.

Bu şekilde cihazların sağlıklı olduğu kanıtlandıktan sonra hangi panel hangi makineye sabitlenmiş ise ilgili makinenin üzerindeki müsait ve erişimi kolay bir alana montaj işlemleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra cihazların güç ve ağ alt yapılarına bağlanması ile son testler yapılmış ve cihazlar çalışır duruma getirilmiştir.

#### **5.2.5. Operatör Eğitimleri**

Montaj aşamasının tamamlanması ile kurulum aşaması tamamlanmıştır. Son işlem olarak operatörlere gerekli eğitimlerin verilmesi konusu kalmıştır. Firma ile anlaşarak eğitim planı yapılmıştır. ERP sağlayıcısı firmanın danışmanı daha sonra firmaya gelerek operatörlere ilgili eğitim sürecini başlatmıştır.

Eğitim süreci içerisinde operatörlere cihazların nasıl kullanılacağı, veri girişinin nasıl yapılacağı, ara yüz ilgi ilgili detaylar öğretilmiştir. Daha sonra operatörlerin canlı kullanımı yaptırılarak, izlenme süreci başlamıştır. Eğitimden sonraki ilk hafta operatörler veri girişlerine başlamıştır. Fakat gelen veriler değerlendirilmemiştir. Çünkü

buradaki amaç sadece operatörlerin sisteme alışması ve el alışkanlığı edinmeleridir. Daha sonra firmanın ve danışmanın gözetiminde sistemin canlı kullanımına start verilmiştir.

### **5.3. Mevcut Durum Analizi**

#### **5.3.1. Performans Kriteri Seçimi**

Firma bünyesinde MES sisteminin kurulumu tamamlandıktan sonra mevcut durum analizi yapabilme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada firmanın MES sistemi kurulduktan sonraki süreçte mevcut durumları girilen veriler ile analiz edilmeye başlanarak, firmanın durumu göz önüne çıkarılacaktır.

Mevcut durum analizi yapılırken, firma içerisinde öncelikle hangi performans kriterine göre analiz yapılması gerektiği belirlenmelidir. Performans kriteri seçimi bu tarz projelerin kritik noktasıdır. Çünkü MES sistemi sayesinde firma içerisinde birçok veri elde edilecektir. Oluşacak veri kalabalığı içerisinde inceleme yapmak zorlaşacaktır. Böyle durumlarda sistem içerisinde analiz yapabilmek için belirlenen performans kriterine göre veriler düzenlenir ve mevcut durum ortaya çıkar.

Günümüz dünyasında, piyasalarda kullanılan belli başlı performans kriterleri şu şekildedir;

Proje yapılan firmada performans kriterleri seçimi için toplantılar yapılmıştır. Bu toplantılara ERP sağlayıcısı firmada eşlik etmiştir. Bu toplantılar sonucunda firmanın mevcut durumu için kullanılacak olan performans kriterlerinin neler olacağı belirlenmiştir.

Firma bünyesinde belirlenen performans kriterleri “kapasite kullanım oranı” ve “performans” olarak seçilmiştir. Bu kriterlerin seçimindeki en büyük sebep, firma bünyesinde üretim şeklinin tamamen makine odaklı çalışması ve çok fazla kalitesel sorun ile karşılaşmaması olarak belirlenmiştir. Projenin ilerleyen süreçlerinde firmanın da MES sistemine adaptasyonu olgunlaşınca performans kriterlerinde güncelleme yapılacağı kararı da bu toplantılar sonucu alınmıştır

Toplam Ekipman Etkinlik (OEE: *Overall Equipment Effectiveness*) oranı piyasalarda hesaplanması ve elde edilmesi en zor performans kriteridir. Bunun karşılığında en doğru veri göstergesi de aynı zamanda OEE'dir. Etkinlik oranı bir üretim içerisinde çıkan bütün oranların çarpımına eşittir. Etkinliğin formülü;

$$\text{Toplam Ekipman Etkinliği} = \text{Performans} \times \text{Kalite} \times \text{Verimlilik}$$

Performans; yapılan işin belirlenen süre içerisinde yapılıp yapılmadığı oranı olarak tanımlanabilir.

$$\text{Performans} = \text{Hedeflenen Süre} / \text{Gerçekleşen Süre}$$

Kalite; isminden de anlaşabileceği gibi kalite oranı bir işletme içerisinde çıkan hatasız ürün oranı olarak düşünülebilir. Bu ölçüm sırasında hesaplanan diğer oran ise fire oranıdır. Fire oranı ve kalite oranının toplamı her zaman 1'dir.

$$\text{Kalite} = 1 - (\text{Hatalı Parça Sayısı} / \text{Toplam Parça Sayısı})$$

Verimlilik; bu oran bir işe başlamadan önce tedarik edilen hammaddenin son ürüne dönüşüm oranı olarak düşünülebilir. Verimlilik oranı sayesinde işletmeler hammaddelerin ve üretimin ne kadar başarılı olduğunu ölçebilir.

$$\text{Verimlilik} = \text{Çıkan Parça Sayısı} / \text{Giren Parça Sayısı}$$

### 5.3.2. Mevcut Durum Analizi

Firma bünyesinde performans kriteri seçimi süreci tamamlandıktan sonra, seçilen performans kriterleri aşağıda belirtilmiştir;

- Kapasite Kullanım Oranı
- Performans

Bu performans kriterleri ışığında firma bünyesinde gelen verilerin analiz aşaması başlamıştır. Firma 2 vardiya şeklinde çalışmaktadır. Gündüz vardiyası yani 1. Vardiya 08:00-18:00 saatleri arasında, gece vardiyası yani 2. Vardiya 18:00-03:00 arasında çalışmaktadır.

Firma bünyesindeki beyaz yakalar gündüz vardiyası içerisinde çalışmakta olduğu için öncelik olarak gündüz vardiyası, ölçümleri başlamıştır. Veri girişleri beyaz yakalı personelin gözetimi altında yapılmaktadır.

Projenin mevcut durum analizi süreci Ocak 2021-Kasım 2021 dönemleri arasında kapsamaktadır. 1 yıllık yapılan ölçüm sonuçları EK-1 bölümünde "Mevcut Durum Analizi" raporu olarak sunulmuştur. Bu rapor içerisinde ki firma bünyesinde yapılan analiz çalışmalarının detayları yer almaktadır.

Mevcut durum analizi sürecinde firma bünyesinde yapılmış olan çalışmalardan bazıları şu şekildedir.

- Ürün ağaçlarında birim çevrim süreleri eksik olan ürünler, MES sistemi üzerinde çalışırken üretim süresi ve üretim âdeti bölümü ile beraber kaba birim süreleri hesaplanarak ürün ağaçlarına yazdırılması.



- Çevrim süreleri eksik olan ürünler için zaman etüdü çalışmaları organize edilerek çevrim süreleri hesaplanacak ve ürün ağaçlarına yazılan kaba birim süreler ile kıyaslanması

ERP ve MES sistemleri yaşayan ve mevcut durumlara uyum sağlayan sistemlerdir. Bu sebeple firma içerisinde kurulum yapıldıktan sonra MES sisteminin ara yüzü üzerinde ve ERP sistemin yapısı üzerinde de sahada karşılaşılan durumlar için birtakım geliştirmeler yapılmıştır. Proje süreci içerisinde geliştirme gerekli olduğu noktalarda yapılmaya devam edilmiştir.

Yazılım firmasının proje başlangıcından itibaren yapmış oldukları geliştirmeler şu şekildedir;

- İş yüklemelerinin, terminal üzerinde çalışan uygulama üzerinden yapılması yerine, web tabanlı geliştirilen ara yüz üzerinden iş ataması yapılabilir hale getirildi. Bu geliştirmenin sebebi üretim sahası içerisinde idari yöneticilerin anlık olarak sisteme müdahale edebilmesi durumunu desteklemek içindir.
- İş yüklemeleri sırasında çok iş atama özelliği getirildi. Bu şekilde birden fazla işi ilgili makineye tek seferde yükleme özelliği kazandırıldı ve üretim sahasında anlık iş değişiklikleri durumlarının önü açıldı.
- İş yüklemesi sırasında iş sıralaması verilebilir hale geldi. Normal durumlarda uygulama üzerinden iş yüklemesi yapılırken iş sıralaması özelliği verilebilmektedir. Aynı özellik web üzerinden çalışan ara yüz de yapılabilir hale gelmesi, üretim sahasında yöneticilerin makine başına gittiklerinde ilgili iş planlarında değişiklik yapabilmesi sağlanmıştır.
- Üretim sahasında ortaya çıkan bir işin, birden fazla iş merkezinde yürütülebilir olması özelliği, özetle iş parçalama özelliği geliştirilmiştir.

Bu gibi işlemler mevcut durum analizi sürecinde, gerçek kullanım sırasında ortaya çıkmıştır. Firmalar üstüne düşen görevleri tamamladıkça projenin sağlıklı ilerlemesi devam etmiştir. Bugün geldiğimiz noktada firma bünyesinde belli noktalarda veri ölçümleri yapılabilir hale gelmiş ve firmanın içerisinde dönüşüm süreci mevcut durum analizi süreci ile paralel yürümektedir.

MES ve ERP sistemlerinin işletmelere kazandırdıkları en büyük kazanımlar aslında işletmelerin bu şekilde devrim başlatmalarıdır. Çünkü bu tür sistemler belirli seviye ve özelliklere sahip işletmelerin kullanabilecekleri sistemlerdir.

Özellikle Türkiye’de 2010 yılından sonra gelişen üretim teknolojileri ile beraber üretici firmaların dünya standartlarına uyum sağlayabilmesi adına ERP ve MES sistemlerini kullanmak istemeleri, işletmelerin idari açıdan eksik oldukları noktaların tamamlanması içinde kritik bir yol oynamaktadır.

### **5.3.3. Darboğazların Belirlenmesi**

Mevcut durum analiz aşaması tamamlandıktan sonra, işleme içerisinde darboğaz noktaları belirleme sürecine başlanmıştır. Darboğaz, bir üretim süreci içerisinde performans ve kapasitesinin sınırlı sayıda olduğu kaynaklar olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle darboğaz kavramı üretim süreci içerisinde ki en yavaş noktalar olarak da düşünülebilir.

Üretim içerisinde ki darboğaz noktalarının belirlenmesi ve bu darboğaz noktaları üzerine iyileştirilme çalışmalarının yapılması üretim sürecini hızlandıracaktır.

Proje kapsamında mevcut durum analizi tamamlandıktan sonra işletme içerisindeki kurulan kaizen ekibi ile hangi noktalarda iyileştirilme çalışmaları yapılması gerektiği ile ilgili toplantılar düzenlenmiştir. Bu toplantılar sonucunda faaliyet planları hazırlanmış ve kim hangi görevi üstlendiği kayıt altına alınmıştır.

İşletme içerisinde ki ana darboğaz noktası olarak malzeme transferi süreci dikkate alınmıştır. İşletme fiziksel olarak 2 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlere montaj hattı ve talaşlı imalat bölümleri olarak isim verilmiştir. Bu iki bölümün binaları karşılıklı olarak 2 farklı binadan oluşmaktadır. Talaşlı imalat bölümü CNC makinelerin ve depolama alanını bulunduğu bölümdür. İşletme içerisindeki birçok ana faaliyet bu bölümde gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu bölüm içerisinde çok fazla hareketlilik bulunmaktadır. Bu bölümde üretim süreci hammadde gelişinden başlayarak, gelen hammaddelerin istenilen ölçülerde kesilmesi ve sonrasında CNC tezgâhlar ile beraber talaşlı imalat işlemleri yapılması ile devam eder. Ürün rotasına bağlı olarak talaşlı imalat sonrasında parçalar sertleştirme ve kaplama işlemleri için işletme dışına gönderilmektedir.

İşletme dışarıdan fason üretim hizmeti satın almaktadır. Fason üretim kelime anlamı olarak, malzeme temini müşteri tarafından sağlanarak, malzeme üzerinde müşterinin isteğine göre üretim işlemi yapmak şeklinde tanımlanır. Diğer bir deyişle

Fason, sanayide üretim rotası içerisinde bulunan bazı operasyonların dış bir hizmet sağlayıcısına yaptırılması olarak düşünülür.

İşletmede kaplama ve sementasyon işlemleri fason operasyon olarak tanımlanmıştır. Üretim aşamasının ortasında veya sonlarına doğru ürünler fason işleme gönderilir. Fason transferleri ve mal kabulleri günlük yapıldığından dolayı firma içerisinde çok fazla sayıda malzeme transferi işlemi yapılmaktadır. Talaşlı imalat bölümünde süreci bitmiş malzemeler depolama alanına çekilerek sevk edilmeyi beklemektedir.

Montaj binası ise 2 ana bölümden oluşmaktadır. Bu binada ilk olarak montaj operasyonu yapılacak ürünler için bir montaj hattı ve lazer kesim makineleri bulunmaktadır. Lazer kesim makineleri ana üretim süreci içerisinde yer almamaktadır. İşletme içerisinde ayrıca bir imalat şekli olarak kullanılmaktadır. Tamamen bağımsız olarak düşünülebilir.

İşletme bünyesinde bulunan ürün ağaçları fason adımlarını takip etmeye tam olarak uygun değildir. Mevcut durumdaki ürün ağaçları fasona malzemenin sadece götürülüp getirilmesi ile ilgili takibi sağlamaktadır. Fakat işletme bünyesinde kullanılan ERP sistemi bütün bölümlerde kullanıldığından dolayı fason modülünün şu anki işleyişi üretim maliyetleri hesaplanması konusunda gerekli çıktıları sağlamamaktadır. İşletmenin detaylı yerleşim planı EK-3 bölümünde sunulmuştur.

#### **5.4. İyileştirme Çalışmaları**

Darboğazların belirlenmesi ile birlikte işletme içerisinde ki kurulan kaizen ekibi tarafından yapılacak olan iyileştirilme çalışmaları faaliyet planı hazırlanmıştır. Bu faaliyet planı doğrultusunda işletme içerisinde talaşlı imalat bölümü için bir 5S çalışması gündeme alınmıştır.

5S çalışmasının amacı firma içerisinde ki hareketlerin yoğun olduğu alanlarda daha kolay bir hareket alanı oluşturmaktır. Talaşlı imalat bölümünde ki bazı atıl alanlar depolama bölümlerine dönüştürülmüştür. Bu depolama alanı içerisinde ürünler depolanırken tanıtım etiketleri ile beraber depolama alanına kaldırılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı ileride bu malzemelerin bulunmasını kolaylaştırmaktır.

Ayrıca firma bünyesinde el terminali kullanımı gündeme alınmıştır. Bu el terminalleri ile beraber raflarda adresleme çalışmaları yapılması amaçlanmaktadır. Adresleme çalışması ile birlikte depolama alanında ki ürünler hızlı bir şekilde transfer sürecine dâhil olabilecektir. Çünkü işletme içerisinde ki hareket alanları üzerinde ki

işlemler ne kadar hızlı tamamlanırsa sirkülasyon daha kolay hale gelmektedir. Bu durumun sonucu olarak işletme içerisinde ki malzeme beklemleri minimuma indirilebilir.

İyileştirilme çalışmalarında odaklanılan diğer bir konu duruşlardır. İşletme bünyesindeki duruş bilgileri MES sistemi üzerinden ele edilebilir hale gelmiştir. Duruşlar üretim süreci içerisinde planlı duruşlar ve plansız duruşlar olarak 2'ye ayrılmaktadır.

Planlı duruşlar, işletme tarafından belirlenen ve belirli periyotlarda ki üretimin durması olarak tanımlanabilir. Bu duruşlara örnek olarak molalar ve tezgâh ayarları verilebilir. Planlı duruşlar işletme tarafından belirlendiği için bu duruşlar ile ilgili iyileştirme çalışmaları farklı bir alana girmektedir. Özellikle sanayide çalışanların gün içerisinde performans düşüklüğü yaşanmaması adına molalar önemli bir kavram haline gelmiştir. Bu tür duruşlar kayıp olarak görülmez, aksine üretim sürecinin bir parçası olarak kapasite hesapları sırasında dikkate alınmaktadır.

Plansız duruşlar ise üretim süreci sırasında yaşanan birtakım problemlerden dolayı üretimin durması olarak tanımlanabilir. Bu tip duruşlar planlı duruşlara göre işletme tarafından istenmez. Özellikle otomotiv sektöründe OEM üreticiler plansız duruşların önüne geçmek amacıyla üretim planlarının hazırlanması sırasında kapasite kullanım oranının %85 olarak belirlenmesi önermektedir. Çünkü plansız duruşlar günümüzde birçok firmanın alt yapısal olarak yetersizliği ve müdahale edilemeyen elektrik kesintisi gibi yaşanabilecek ani duruşlar yüzünden yaşanacak üretim gecikmelerinin önüne geçecektir.

MES sistemi ile beraber kayıt altına alınan duruşlar üzerinde yapılan analiz çalışmaları doğrultusunda odaklanılması gereken duruşlar ve nedenlerine göre faaliyet planı içerisinde iyileştirme çalışmaları yer almaktadır. İyileştirme çalışmaları EK-4 bölümünde “İyileştirme Planı” sunulmuştur.

Bu plan doğrultusunda iyileştirme çalışmaları 4 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler sırasıyla yapılarak, işletme içerisinde ki başarı oranının artırılması hedeflenmiştir. İyileştirme çalışmalarının bölümleri şu şekildedir.

- İyileştirme çalışmalarının planlanması
- Fiziksel iyileştirme

- Sistemsel iyileştirme
- Otomasyon çalışmaları

#### 5.4.1. İyileştirme Çalışmaları Planlanması

İyileştirme çalışmalarının bu aşamasında mevcut durum analizinden sonra yapılacak olan iyileştirme çalışmalarının planlanması yapılmıştır. Bu süreçte firma yetkilisi ile beraber yapılan görüşmeler sonucunda yapılacak olan iyileştirmeler için firma dışından bir hizmet sağlayıcısı üzerinden destek alınmasına karar verilmiştir. Danışmanlık hizmeti alımı görüşmeleri tamamlandıktan sonra bu iyileştirme çalışmalarını yapacak olan ekibin kurulum aşaması tamamlanmıştır.

İyileştirme ekibine “Kaizen ekibi” adı verilmiştir. Bu ekip firma içerisindeki yapılacak olan iyileştirme çalışmalarının neler olacağı ve ne zaman yapılacağı planlamasını yaparak iyileştirme planını oluşturmuşlardır.

Kaizen Ekibi firma içerisinde ki beyaz yaka personelden ve firma dışında ki sistem danışmanından oluşmaktadır. Kaizen ekibi şu şekildedir.

KAİZEN EKİBİ		
AD-SOYAD	ÜN VAN	GÖREV
Ömer Yasin AKBUĞA	Endüstri Mühendisi	Genel Müdür
Mustafa Avni AKYÜZ	Mali Müşavir	Muhasebe Müdürü
Mehmet KÖRÜK	Endüstri Mühendisi	Üretim Müdürü
Mevlâna EKİNCİ	Endüstri Mühendisi	Üretim Sorumlusu
Mert Can HALICI	Endüstri Mühendisi	Sistem Danışmanı

Kaizen ekibinin bu aşamadaki ilk faaliyeti insan kaynakları politikası üzerinde bir takım politika değişiklikleri yapmak oldu. Bu değişiklik sonucunda üretimde çalışan mavi yaka personelin, performansları doğrultusunda prim kazanabilecekleri bir sistem geliştirildi. Prim sistemi günümüzde uygulanan yaygın bir sistemdir. Çalışan başarıları üzerinde olumlu bir katkı sağladığı gerçeği tüm dünya üzerinde kabul görmüştür. Geliştirilen prim sistemi işletme içerisinde ki yapılacak olan sevkiyat hedefi üzerinden verilmiştir. Çünkü işletme sipariş odaklı üretim yapmaktadır. Prim sistemi 3 aylık oluşan 4 dönem üzerinden planlanmıştır ve ilk olumlu sonuçlarını Mart ayı sonu itibari ile hedefe ulaşılarak ilk primler hak edilmiş ve personele dağıtılmıştır.

#### **5.4.2. Fiziksel İyileştirme**

İyileştirme planına göre işletme içerisindeki yapılacak olan ikinci iyileştirme faaliyetleri fiziksel iyileştirme olmuştur. Firma içerisinde ki fiziksel şartlar iyileştirilmeden verimlilik artışının olmayacağı kanaatine varılmıştır. Fiziksel iyileştirme aynı zamanda işletme içerisinde ki hareket alanlarını da rahatlatacaktır.

Fiziksel iyileştirme süreci başladığında ilk olarak firma içerisinde ki hangi noktalarda olacağı seçilmiştir. Firma iki ana binandan oluşmaktadır. Bu binalar montaj bölümü ve talaşlı imalat bölümleridir. İşletme içerisindeki asıl hareketlilik talaşlı imalat bölümünde yapılmaktadır. Bu sebeple iyileştirme çalışmaları talaşlı imalat bölümünde yapılması kararı çıkmıştır.

Talaşlı imalat bölümünde yapılacak fiziksel iyileştirme için kazien tarafından mevcut durum analizi yapılarak hangi çalışmaların yapılacağı belirlenmiştir. Bu noktada yapılacak çalışmalar

- Yeni bir raf düzeni kurulması,
- Malzeme transferlerinin düzgün yapılması için demir palet sayısının artırılması
- Malzeme bekleme alanlarının belirgin hale getirilmesi
- İşleme merkezi önündeki çalışma alanlarının belirgin hale getirilmesi

İyileştirme çalışmalarının sonuçları tatmin edici şekilde firma içerisindeki fiziksel şartların gözle görülür bir şekilde iyileşmesine katkıda bulunmuştur. Kaizen ekibi tarafından öncesi ve sonrası resimleri çekilerek yapılan çalışmalar kayıt altına alınmıştır.

#### **5.4.3. Sistemsel İyileştirme**

İşletme bünyesinde hem ERP sistemi hem de MES sistemi kullanmaktadır. Dolayısıyla sistemsel olarak belirli bir seviyededirler. Bu sistem, işletme içerisinde ki satışları, üretimleri, sevkiyatları, alımlar, ödeme ve tahsilatları gibi işletmenin kritik süreçlerinin yönetimini sağlamaktadır. Tabi ki bu tarz sistemler yaşayan sistemler oldukları için sürekli gelişim göstermektedirler.

Sistem içerisinde ki ürün ağaç yapıları mevcut üretim takibi için yeterli olsa da kaizen ekibi tarafından yapılan incelemeler sonucu mevcut ürün ağaçlarının işletmenin dış fason işlemlerinin takibi için yeterli olmadığı kanaatine varılmıştır. Mevcut durumda ürün ağaçlarında ki fason adımlar bir şekilde belirlenmiş ve takibi yapılması sağlanmıştır. Fakat ERP sistemleri bütünleşik sistemler oldukları için bir modülün

çıktısı diğer modülün girdisi olarak kabul edilir. Bu noktada işletme içerisinde ki üretimin fason tarafı ile ilgili çıktılar, finans biriminin maliyet hesaplarında girdi olarak kabul edilebilecek bir seviyede olmadığı görülmüştür. Bu sebeple ERP sistemi içerisinde ki fason işlemlerinin takibinin yöntemsel bir değişikliğe gidilmesine karar verilmiştir.

Ürün ağaç değişikliği hemen yapılabilecek bir değişiklik olmadığından dolayı kaizen ekibi tarafından yapılacak olan sistemsel değişiklikler kontrollü bir şekilde ilerlemesi amacı ile zamana yayılmıştır. Bu noktada öncelikle mevcut ürün ağaç yapısı ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra bu ürün ağaç yapısı üzerinde ne gibi değişiklikler yapılacağı ile ilgili gerekli görüşmeler sağlanmıştır.

Yapılacak olan işlemlerin belirlenmesi ile beraber ana sistem üzerinden hemen bir değişikliğe gidilmesi kararı verilmemiş onun yerine bir test ortamı kurulması ve ürün ağacındaki yapılacak olan sistemsel değişikliğin ne gibi sonuçları olacağı test ortamında görülmesi hedeflenmiştir. Test işlemleri sonucunda ERP hizmet sağlayıcısı firma ile görüşerek, test sonucunda ortaya çıkan yazılım üzerindeki yapılması gereken değişiklikler paylaşılmış ve bir plan oluşturulmuştur. Bu noktada yazılım ekibi tarafından yapılacak olan güncellemeler 2 aylık bir periyoda yayılmıştır. Bu periyot mayıs başı itibari ile tamamlanarak ana sistemde yeni yapıya dönecektir. Test ortamında hazırlanan yeni ürün ağaç yapısı EK-5 bölümünde verilmiştir.

#### **5.4.4. Otomasyon Çalışmaları**

İyileştirme çalışmalarının son aşaması olarak belirlenen bu süreç ERP ve MES sistemi ile ilgilidir. İşletme içerisinde hali hazırda bulunan veri toplama sistemi manuel kayıt metodu ile veri girişi yapılması üzerine kuruludur. Zaten bu proje ilk olarak gündeme alındığında proje 2 aşamalı olacak şekilde planlanmıştır. Projenin 1. Aşaması manuel veri giriş metodu ile üretimden verilerin toplanabilir hale gelmesi sağlanarak verimlilik analizlerinin çıkartılması ve verimlilik artışı için iyileştirme çalışmalarının yapılması olarak planlanmıştır. 2022 yılının başlaması ile beraber 1 yıllık yapılmış olan veri analiz çalışmaları sonucunda mevcut durum analizi tamamlanmış ve üretim verileri sahadan toplanabilir hale gelmiştir. Yılbaşı sonrası ise iyileştirme çalışmaları başlatılmıştır. yılbaşında iyileştirme çalışmalarının planlaması yapılırken projenin 2. Aşamasına geçiş süreci de görüşülerek nisan ayında ilk başlangıcı yapılabileceği ihtimali üzerinden durulmuştur. Nitekim o şekilde de oldu ve nisan ayının ortası itibari ile sahadan manuel veri toplama sistemi yerine işleme merkezleri ile haberleşme

metodu ile üretim verileri direk toplanabilir ve ERP sistemine aktarılabilir olması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda işletme veri toplama için otomasyon sağlayıcısı bir firma ile görüşmüştür. Bu görüşmeler kapsamında hedefler paylaşılarak görüşülen firmanın ihtiyacı karşılayıp karşılamayacağı noktasında bir demo sürüm talep edilmiştir. Nisan ayı ortasında ilk kurulumlar yapılarak demo sürüm başlatılmıştır. Demo sürecinde kaizen ekibi tarafından yürütülecek ve otomasyon sisteminin hedefleri karşılayıp karşılamayacağı değerlendirilmesi yapılacaktır. Otomasyon sistemi demosunun ilk sonuçları EK-6 bölümünde verilmiştir.

Demo süreci başarıya ulaşması durumunda, mevcut sistem ile haberleştirilerek veri transferi yapılması sağlanması amaçlanmaktadır. Bu şekilde artık işletme içerisinde üretim verileri otomasyon dâhilinde anlık ve doğru bir şekilde toplanabilir hale gelecektir. Sistemin bu şekilde evrilmesi işletme içerisinde yapılacak olan üretim planlaması faaliyetlerinin, maliyet analizlerinin ve bütçeleme çalışmalarının önünü açacaktır. Bu proje kapsamında hedeflenen asıl çıktı işletmenin kurumsal planlaması sürecinde bir sonraki faaliyetler için veriler oluşturabilmektir.

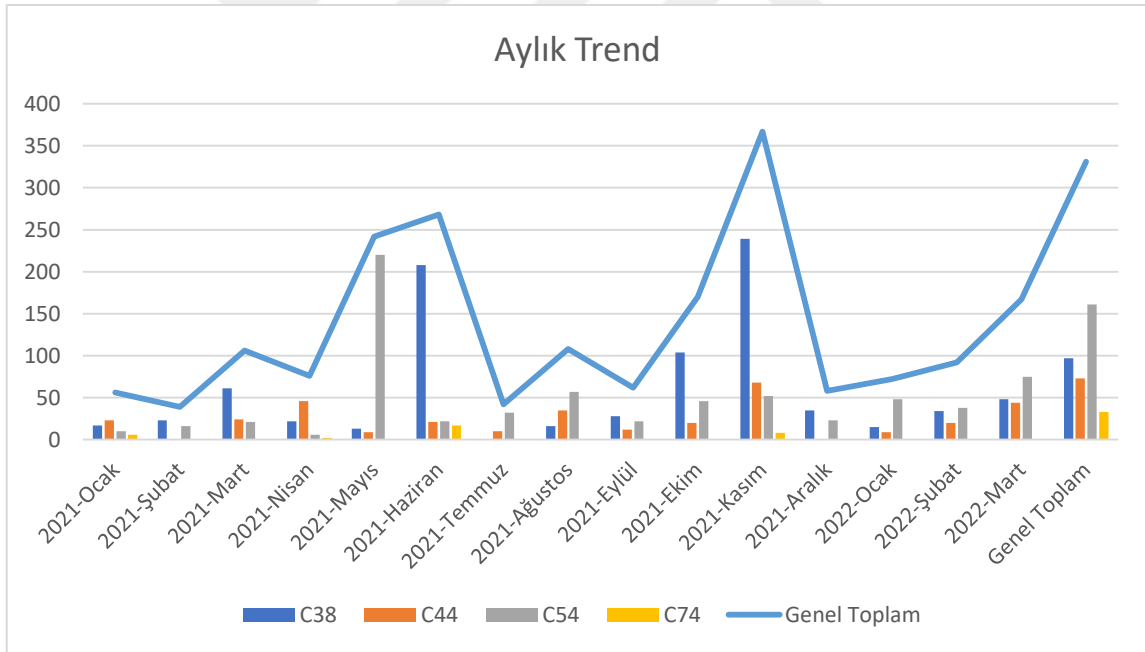
### **5.5. Verimlilik Analizi**

İyileştirme faaliyetleri sonucunda işletme bünyesinde çalışma ortamında hem fiziki hem de sayılar anlamında önemli bir verimlilik artışı olduğu gözle görülür bir gerçektir. Projenin bir bölümünde 2021 yılında mevcut durum analizi yapılarak işletmenin 1 yıllık verileri mevcut durum analiz raporunda sunulmuştu. İyileştirme çalışmalarının 2022 yılbaşı ile başlamasıyla birlikte işletme içerisinde ilk 3 aylık periyot mart ayı sonu itibari ile tamamlanmıştır. Zaten prim sistemi planlaması da 3'er aylık periyotlarla 4 dönem şeklinde olacaktır. Bu sebeple verimlilik analizini 2021 ilk 3 ayı ve 2022 ilk üç ay şeklinde yapılmıştır.

Yıl-Ay	C38	C44	C54	C74	Genel Toplam
--------	-----	-----	-----	-----	--------------



2021-Ocak	17	23	10	6	56
2021-Şubat	23		16		39
2021-Mart	61	24	21		106
2021-Nisan	22	46	6	2	76
2021-Mayıs	13	9	220		242
2021-Haziran	208	21	22	17	268
2021-Temmuz		10	32		42
2021-Ağustos	16	35	57		108
2021-Eylül	28	12	22		62
2021-Ekim	104	20	46		170
2021-Kasım	239	68	52	8	367
2021-Aralık	35		23		58
2022-Ocak	15	9	48		72
2022-Şubat	34	20	38		92
2022-Mart	48	44	75		167
<b>Genel Toplam</b>	<b>97</b>	<b>73</b>	<b>161</b>	<b>33</b>	



Yukarıdaki tablolar ve grafikler 2021 yılı ve 2022 yılının firma bünyesinde üretilen ürün gruplarının üretim sayılarıdır. Bu tablolardan anlaşılacağı üzere 2021 yılının ilk 3 aylık periyodundaki trend ile 2022 yılının ilk 3 aylık periyodunki trend arasında fark var bu da iyileştirme çalışmaları sayesinde işletmenin üretim adetlerinde bir yükseliş olduğunu göstermektedir.

Bu projenin amacını işletme içerisinde ki faaliyetlerin sayılara dökülebilir hale gelerek işletme içerisinde yapılması gereken iyileştirme noktalarını belirlemek ve sürekli iyileştirme politikası ile işletmenin verimliliğini artırmaktır.

Günümüz dünyasında artık rekabete dayalı piyasa koşulunda işletmelerin hayatta kalabilmesi için kurumsal kaynak planlamasına ihtiyaçları kesinlikle vardır. Çünkü kendi iç süreçlerini planlayabilen işletmeler, mevcut durum koşullarını kendilerini adapte edebilir hatta mevcut durum koşullarını belirleyebilirler. Özellikle üretim ağırlıklı çalışan firmalar üretim maliyet muhasebelerini hesaplamakta çok zorlanmaktadırlar. Gelişmiş bir kurumsal kaynak planlaması sürecinde maliyet hesapları otomatik hale gelebildiği gibi maliyet hesabından sonraki bütçeleme süreçleri faaliyetlerine geçiş yapmak çok kolaylaşır. Nihai hedef minimum maliyet ve maksimum verimlilik politikası ile işletmenin yönetimini sağlamaktır.

## 6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Proje kapsamında makine imalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede ERP ve MES sistemlerinin entegrasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın ana amacı işletmenin üretimini izlenebilir ve yönetebilir hale getirmek istemesidir. Bu entegrasyon çalışması sayesinde işletmenin teknolojik sistemleri tek bir çatıda buluşturulmuştur.

İşletme bünyesinde bulunan ERP ve MES sistemleri ile birlikte işletmenin gelişmiş bir kurumsal sistemi mevcuttur. Bu sistem içerisinde bütün iş süreçlerinin takibi ve raporlaması yapılmaktadır. İşletme bu proje kapsamında iş süreçlerinin içerisinde üretim yönetimi kısmını dâhil ederek, üretimini takip edebilir hale gelmek istemiştir. Üretim takibinin işletme yönünde önemi olarak, üretimlerinde ki verimliliklerini ölçülebilir hale gelerek yapılacak işlemler doğrultusunda verimliliğini artırmak ve bu süreçte üretim maliyetlerini sisteme dâhil ederek minimum maliyet ve maksimum verimlilik yarasına uygun bir şekilde çalışmak, değerlendirilebilir.

İşletme içerisinde ki verimlilik ve maliyet ölçülebilir hale geldikten sonra, rekabete dayalı piyasa koşullarında hayatta kalabilmesi ve büyüebilmesi için önemli bir veri havuzuna sahip olacaktır. Ayrıca firma bünyesinde bulunan beyaz yaka ekibi ile birlikte işletme sahibinin de sürecin bizzat içinde bulunması projenin ne kadar ciddiye alındığını göstermektedir. Proje çıktıları şu şekilde maddelenebilir;

- Üretim sürecini takip edilebilir hale gelmiştir.
- Üretim süreci içerisinde ki verimliliği etkilenen unsurlar belirlenmiştir.
- İyileştirme planı oluşturularak işletme içerisinde ki verimliliği düşüren unsurlar minimize edilmeye başlamıştır.
- Üretim maliyetleri hesaplanabilir hale gelmiştir.
- Üretim kontrol altına alınıp disipline edilmiştir.
- İşletmenin sistemi güncel teknolojik seviyeye yaklaştırılarak işletmenin teknolojik seviyesi yükseltilmiştir.

Bu proje işletme açısından daha başlangıçtır. Kurumsal kaynak planlaması sistemleri ve süreçleri dinamiktir. O günün koşullarını uyum sağlamak zorundadır. İşletmede kendi bünyesinde ki sistemi o günün koşullarına adapte ederek sürekli güncel kalmanın hedefindedir. Bu yüzyılda teknolojik gelişmelerin bu kadar hızlı ilerlemesi ve imkanların bu kadar gelişmesi işletmelerin yönetilebilirliğini oldukça kolaylaştırmaktadır. Eğer işletme yöneticileri yeterli vizyona ve misyona sahip olurlarsa

teknolojiyi sürekli takip ederek işletmeleri rekabete dayalı piyasa koşullarına hayatta tutabildikleri gibi, sektöre yön veren lokomotif firma haline getirebilirler.



## KAYNAKÇA

- A.Filiz. (t.y.). <http://www.biymed.com/pages/makaleler/makale15.htm>
- Acar, N. (1991). *Malzeme İhtiyaç Planlama*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 323, AIMS Software INC.
- Acar, N. (1995). *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları*. Ankara: MPM Yayınları.
- Akça, U. (t.y.). *ERP Proje Yönetimi*, <http://www.biymed.com/pages/makaleler/makale30.htm>,
- Akyol, B. (2003). Kurum Kaynakları Planlama (ERP) Sistem Seçimi, Kurulum Süreci Ve Bu Süreçlere Ait Bir Araştırma. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Al-Iryani, N ve T. Gassin. (2005). Logistics and Transport Management. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Göteborg: Göteborg University Economics and Commercial Law
- Altınkeser, H. (1999). Kurumsal Kaynak Planlaması. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen. Bil. Enst.
- Approach. *International Journal of Agile Management Systems*, 2.1, 24-32.
- Barutçugil S. İ. (1988). *Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri*, Bursa: Uludağ Üniversitesi Yayınları. S.21
- Berk, N. (1995). *Finansal Yönetim*. 2. baskı İstanbul: Türkmen Kitabevi, s.141
- Baskak M., ve H. Cetişli (2003) Kurumsal Kaynak Planlama:Başarılı Sistem Kurulumu İçin Kritik Etmenlerin Analizi. *İ.T.Ü. IV. Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı*. Denizli: İ.T.Ü.
- Bayındır, A., (2000), .Using The Output Of An ERP System In Companywide Performance Analyses. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Marmara Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktar, E.ve M. Efe. (2006) Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Ve Yazılım Seçim Süreci *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 689-709
- Bilgin, M. (2006). *Takı Sektör Profili* İstanbul Ticaret Odası Dış Tic Şubesi Uygulama Servisi. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-88.pdf>
- Brealey, R. A., S.C. Myers ve A. J. Marcus (1997). *İşletme Finansmanının Temelleri*, Ü
- Bozkurt, T. Arıkan ve H. Doğukan (çev.). İstanbul: Literatür Yayıncılık. s.562
- Browne, J.B., J. Harhen ve J. Shivnan. (1988). *Production Management Systems: A CIM Perspective*. 2nd Edition. Addison – Wesley Publishing Co.

- Chase, R.B. (1981). *Production and Operations Management*. 3rd Edition. Richard D. Irwin Inc. Çelikçapa, F. O. (1995) *Endüstri İşletmelerinde Üretim Yönetimi ve Teknikleri*. Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı. No: 116, s .122
- Çelebi, M.Suat. (1997). Üretim Kaynakları Planlaması. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Davenport, T. (1998). Putting The Enterprise Into The Enterprise System, *Harvard Business Review*, 76.4, 121–132.
- Davenport, T.H. (2000): *Mission Critical: Realizing The Promise of Enterprise Systems*, Boston: Harvard Business School Press.
- Demir, H. ve Ş. Gümüsoğlu. (2003) *Üretim Yönetimi*, Altıncı Baskı. İstanbul: Beta Yayın
- Gaither, N. (1992). *Production and Operation Management*. 5.baskı. Florida: The Dryden Press International Edition, Texas A &M University, s. 471
- Doumeingts, G., Y. Ducq, B. Vallespir ve S. Kleinhaus, (2000), .Production Management and Enterprise Modelling. *Computers in Industry*. 42, 245-263
- Düzakın, E. ve S. Sevinç. (2002). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) *Uludağ Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1, 189-218
- Erdem, S. (2000). Bilgisayara Dayalı MRPII (İmalat Kaynak Planlaması) Sistemi ve Bu Sistemin Gerektirdiği Veritabanı Yapısının Analiz Edilmesi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi S.B.E. İşletme Ana Bilim Dalı.
- ERP Software, *ERP Implementation Survey Report*, [http://www.erpsoftware-news.com/erp\\_implementation/](http://www.erpsoftware-news.com/erp_implementation/)
- Harwood, S. (2003). *ERP The Implementation Cycle*. H.Sümen (çev). İstanbul: Bileşim Yayınevi.
- <http://www.abasturk.com/erp/makaleler/makaleler-erp-sistemlerinin-temel-ozellikleri.htm>
- <http://www.abasturk.com/erp/makaleler/makaleler-erp-yazilim-seciminde-kullanilabilecek-kriterler.htm>
- <http://www.abasturk.com/erp/makaleler/makaleler-kobilerde-erp-secim-sureci.htm>
- <http://www.abasturk.com/erp/makaleler/makaleler-ekonomik-krizde-erp.htm>
- <http://www.erpdunyasi.com/web-linki/erp-yazilim-firmalari>
- [http://www.erpsoftware-news.com/erp\\_implementation/](http://www.erpsoftware-news.com/erp_implementation/)
- <http://www.erpuzmani.com/2009/10/13/erp-proje-ekibinin-olusturulmasi-isletmenin- ihtiyaclarinin-belirlenmesi-butce-olusturulmasi-uygun-projenin-secimi/>

<http://www.ias.com.tr/solutions/caniashcm.html>  
[http://www.ias.com.tr/erp/p-unsucces\\_erp.html](http://www.ias.com.tr/erp/p-unsucces_erp.html)  
<http://www.ias.com.tr/enterprise/news/20100430-aster-tekstil.html>  
[www.ifsworld.com/tr/solutions2/components\\_fact\\_features/cross\\_functional\\_components/detail.asp](http://www.ifsworld.com/tr/solutions2/components_fact_features/cross_functional_components/detail.asp)  
<http://www.open-source-erp-site.com/erp-cost.html>  
<http://www.open-source-erp-site.com/erp-modules.html>  
<http://www.paramatik.com/erp-maliyeti>  
<http://www.paramatik.com/erp-kurulumu>  
<http://www.paramatik.com/erp-maliyeti>  
<http://www.paramatik.com/erp-uygulama>  
<http://www.scribd.com/doc/6569961/ERP-iletmem-icin-Doru-Yatrm-m>  
<http://www.setyazilim.com.tr/Envanter-Yönetimi>  
<http://www.setyazilim.com.tr/Satınalma-ve-Tedarik>  
<http://www.setyazilim.com.tr/MRP>  
<http://www.24carat.co.uk>,  
IAS. (2008). *Canias ERP Tüm Modüller*. <http://www.ias.com.tr/solutions/canias-erp-p2.html>  
IFS Turkey. (t.y.). *IFS Modülleri (Uygulamaları)*.  
[http://www.ifsworld.com/tr/solutions2/components\\_fact\\_features/default.asp#](http://www.ifsworld.com/tr/solutions2/components_fact_features/default.asp#)  
Jacobson, S., J. Shepherd, M. D'Aquila, and K. Carter. (2007). The ERP Market Sizing Report 2006–2011, *Market Services Report*. AMR Research Inc.  
Jacobs, R.F.ve C.D. Whybark. (2000). *Why ERP?: A Primer On Sap Implementation*. Boston: Mcgraw-Hill.  
Jarrar, Y.F., A. Al-Mudimigh ve M. Zairi. (2000). ERP Implementation Critical Success Factors-The Role And Impact Of Business Process Management. *Management Of Innovation And Technology (ICMIT), 2000 IEEE International Caonference, 1, 122-127*.  
Karakanian, M. (2000). Choosing an ERP Implementation Strategy. *Practitioner, 2.7, 1-6*.  
Keçek, G. ve E. Yıldırım. (2009). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Ve İşletme Açısından Önemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi (www.esosder.org)*. 8.29, 241-258.

- Klaus, K., M. Rosemann ve G.G. Gable. (2000). What is ERP?, *Information Systems Frontiers*, 2.2, 141–176
- Kletti, (2007), *Manufacturing Execution Systems – MES*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Landvater, D.V., D.G. Christopher. (1989). *MRPII Standart System A Handbook for Manufacturing Software Survival*. Essex Junction: Oliver Wight Publications.
- Loudon, K.C. (1998). *Management Information Systems*. 5th Edition. USA: Prentice Hall International, Inc.
- Mabert, V. M., Soni, A. ve M.A Venkataramanan. (2000). Enterprise Resource Planning. Surve Of USA Manufacturing Firms., *Production And Inventory Management Journal*. 41.2, 52–58.
- Manap, G. (2003). Paranın Zaman Değeri ve Öğrenme Etkisi Altındaki Kesikli Zaman Değişken Talepli Parti Büyüklüğü Modelleri. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi S.B.E. İşletme Ana Bilim Dalı.
- Martinich, J.S. (1997). *Production And Operation Management*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- MEGEP (2007). *Ürün Depo Takibi*. [http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/pazarlama/moduller/urun\\_depo\\_takibi.pdf](http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/pazarlama/moduller/urun_depo_takibi.pdf)
- Microsoft Dynamics (t.y.). *ERP 'nin ABC'si* [http://www.microsoft.com/turkiye/dynamics/erp/erp\\_nedir.aspx](http://www.microsoft.com/turkiye/dynamics/erp/erp_nedir.aspx)
- Microsoft Dynamics (t.y.). *Üretim Yönetimi*. [http://www.microsoft.com/turkiye/dynamics/products/ax\\_uretim.aspx](http://www.microsoft.com/turkiye/dynamics/products/ax_uretim.aspx)
- Minahan, T. (1998). Enterprise Resource Planning: Strategies Not Included, *Purchasing Magazine*. 125.1, 112-127
- Porter, K., D. Little, M. Peck ve R.Rollins, (1999). Manufacturing Classifications: Relationships With Production Control Systems. *Integrated Manufacturing Systems*, 10.4, 189-198.
- Ross J. W. (1999). Surprising Facts About Implementing ERP. *IEEE IT Pro*, 1.4, 65-68.
- Ross, J.W. ve M.R. Vitale, (2000): The ERP Revolution: Surviving vs. Thriving, *Information Systems Frontiers*, 2.2, 233-241
- O'Leary, D. (2000). *Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk*. USA:Cambridge University Press.
- Oracle. (1999). *Oracle Process Manufacturing MPS/MRP*. [http://download.oracle.com/docs/cd/A60725\\_05/pdf/gemmsmr.pdf](http://download.oracle.com/docs/cd/A60725_05/pdf/gemmsmr.pdf)



- Özcan, S. (2008). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Lojistik Yönetiminin Önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 5.10, 276-300.
- Palanisvamy, R., ve T. Frank (2000). Enhancing Manufacturing Performance With ERP Systems. *Information Systems Management*, 17.3, 43-55.
- Özdemir, A. (2010). Üretim Yönetiminde ERP Süreci ve Altın Sektörü Üzerine Bir Uygulama, *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı
- Özgül, Ö. (2006). Bir İşletme İçin Topsis ve AHP ile ERP Yazılımının Seçimi., *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkan, M. (2002). ERP Sistemlerine Farklı Bir Bakış <http://www.danismend.com/konular/lojistikyon/ERP%20SISTEMLERINE%20FARKLI%20BIR%20BAKIS.htm>
- Özkan, M. (2007). ERP'nin Geleceği: CRM [http://www.danismend.com/konular/lojistikyon/loj\\_erp\\_ve\\_gelecek.htm](http://www.danismend.com/konular/lojistikyon/loj_erp_ve_gelecek.htm)
- Sanbay, G. (t.y.). ERP Projelerinin Hayata Geçirilmesi İçin Atılacak Adımlar. [http://www.ifsworld.com/tr/news\\_events/specialtr/mkl\\_erproje.asp](http://www.ifsworld.com/tr/news_events/specialtr/mkl_erproje.asp)
- SAP, (2001) Capacity Planning in MPS and MRP, [http://help.sap.com/printdocu/core/Print46c/en/data/pdf/PPCRPMRPMPS/PPCRP\\_MRPMPS.pdf](http://help.sap.com/printdocu/core/Print46c/en/data/pdf/PPCRPMRPMPS/PPCRP_MRPMPS.pdf)
- SAP, (2001) Material Requirements Planning PP-MRP. <http://help.sap.com/printdocu/core/print46c/en/data/pdf/PPMRP/PPMRP.pdf>
- Singh, N. (1996). *Computer Integrated Design And Manufacturing*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Stein,T. (1999): ERP's Fight For Life, *Information Week*, April 12, ss.59–66, <http://www.informationweek.com>
- Subba, R. S. (2000). Enterprice Resource Planing in Reengineering Bussiness. *Business Process Management Journal*, 6.5, 376-391.
- Sümen, H. (2006). ERP Projelerinde Başarı İçin Yeni Püf Noktaları. <http://www.ias.com.tr/enterprise/articles/erp-puf-nokta.html>
- Şeşen B. ve A. Yeltekin. (2007). Kurumsal Kaynak Planlaması ile Üretim Sistemi Arasındaki Bilgi Alışverişi. [http://www.estenerji.com/flash/197\\_Bildiri.pdf](http://www.estenerji.com/flash/197_Bildiri.pdf)
- Wikipedia, (t.y.). *Vendors of popular ERP software*. [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_ERP\\_vendors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ERP_vendors)
- Talu, Ş. (2004) *Sorularla Kurumsal Kaynak Planlama*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.

- Tanyaş, M., (1994) *Üretim Kaynakları Planlaması (MRP II) Çözümlerinin Geliştirilmesi, Hedefleri ve Yararları*. MRP II Üretim Kaynakları Planlaması Workshop Bildiriler Kitabı
- Tekin, M. (1996). *Üretim Yönetimi Cilt2*. 3. baskı Konya: Arı Ofset Matbaacılık
- Teltumbde, A., (2000), .A Framework For Evaluating ERP Projects., *International Journal Of Production Research*,38.17, 4507-4520.
- Tersine, R.J. (1988). *Principles of Inventory and Materials Management*. 3rd edition, New York: Elsevier Science Pub.
- Tompkins, J.A, J.A. White, Y.A. Bozer, E.H. Frazelle, J.M.A. Tancoco ve J.Trevino. (1996). *Facilities Planning*. 2nd Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Umble, E.J., R.R. Haft, M.M. Umble (2003): Enterprise Resource Planning: Implementation Procedures and Critical Success Factors, *European Journal of Operational Research*, 146, 241-257.
- Verschoyle-King, A. (1999): A New Role For Treasury In The Age of ERP, *TMA Journal*, 19.3, 59-60.
- Vogt, J.J. W.J. Pienaar ve P.W.C. De Wit. (2005). *Business Logistics Managements Theory and Practice*. Cape Town: Oxford University Press.
- Waldron, D. (1992). What Follows MRPII? Enterprise Resource Planning, *Professional Engineering*. 5, 22-23
- Weston, F.C. (2001) ERP Implementation And Project Management, *Production and Inventory Management Journal*, 42, 75–80.
- Yegül, F.M. (2003). Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Ve Türkiye'deki Uygulamaları. *Yüksek Lisans Semineri*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

## **EKLER**

### **EK-1: MEVCUT DURUM ANALİZİ**

#### **ARALIK 2021 DENMA MÜHENDİSLİK VE MAKİNE**

2009 yılında Konya'da kurulmuştur. Kuruluş tarihinden itibaren üretimini özel tip redüktör imalatı üzerinde yoğunlaştırarak, başta hafif tip inşaat makinaları olmak üzere birçok farklı sektörde yer alan yurtiçi ve yurtdışı müşterilerine kaliteden taviz vermeden, zamanında hizmet vermektedir. Ayrıca uzun yıllara dayanan modelcilik tecrübesi ile deneyimli personel ve hızla gelişmekte olan teknolojiyi harmanlayarak, müşterilerinin her türlü model ve talaşlı imalat ihtiyaçlarına karşılık vererek üst düzey müşteri memnuniyeti sağlamayı hedeflemektedir. Yedek parça imalatı sektöründe uzun yıllar boyunca edindiği sektörel bilgi ve tecrübeleri yarına taşımayı ve sektöründe öncü ve belirleyici olmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda sloganını “Hedef Yaşamı Kolaylaştırmak” olarak belirlemiştir.

DENMA MÜHENDİSLİK VE MAKİNE olarak konusunda dünyadaki bütün teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek müşterilerine en son teknolojiyi ekonomik, estetik, ergonomik ve uzun ömürlü olması avantajı ile sunmaktadır. Bununla kalmayıp “Gerçek Kalite İyi Hizmettir” anlayışına sahip 2000'li yıllarda kaliteli, çağdaş, memnuniyet verici hizmet vermenin çabası ve uğraşı içindedir. Müşteri memnuniyetini her zaman ön planda tutan firmamız, müşterilerimizden gelen talepleri her zaman dikkate alarak müşteri isteklerine anında cevap verebilmektedir. Sürekli gelişme anlayışı içinde, müşterilerimizin ihtiyaç ve beklentilerini tam olarak karşılayarak güçlü ve güvenilir bir kuruluş olarak tanınmak ana ilkemizdir, Kuruluşumuz yurt dışına olan bağımlılığı azaltmak ve ülke ekonomisine katkı sağlamak amacıyla yedek parça üretmektedir. Kuruluşumuz ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerini tanımlamak, kuruluşumuza ait iç ve dış hususları anlamak için gerekli araştırmaları yapar. İç ve dış hususların kombinasyonları kuruluşumuzun hedeflerinin geliştirilmesini ve yakalanmasını etkileyebilir, Kuruluşumuzu etkileyen iç ve dış hususlar bir proses olarak ele alınır. Bu proses kuruluşumuzun amaç/hedefler ve sürdürülebilirliğini etkileyen hususlardır. İç bağlamımız; değerlerimiz, kurum kültürü ve performansı ve kurumsal bilgi birikimimizdir. Dış bağlamımız ise; kuruluşumuzla ilgili ülkenin politik yapısı/ ekonomik çevre, sosyal yapı, teknolojik değişiklikler, çevre şartları, yasal şartlar, pazar ve rekabet şartları ve rakiplerin durumları olarak tanımlanmıştır.

## DENMA MÜHENDİSLİK VE MAKİNE MİSYONUMUZ

Yedek parça sektörünün en güvenilir firması olarak, güvenli yedek parça çözümleriyle, müşterilerimizin rekabet gücünü artırmak,

## DENMA MÜHENDİSLİK VE MAKİNE VİZYONUMUZ

Türkiye'de takip edilen ve ilkleri başaran bir firma olarak gelecek nesillere anılacak bir Dünya markası bırakmak.

## NİTELİKLİ PERSONEL VE BİLGİLERİ

İşletme CNC Torna, CNC İşleme Merkezi, Lazer kesim, Montaj, Kaynak, Satın Alma ve Muhasebe bölümlerinden oluşmaktadır. Bu bölümlerde çalışan personellerin büyük bir çoğunluğu tecrübeli ve kalifiye bir kısmı da yetiştirilmek üzere iş başı yapmış vasıfsız personellerdir. İşletmede 7si beyaz yaka olmak üzere toplam 25 kişi çalışmaktadır.

No	Personel Kodu	Personel Adı Soyadı	Departman Adı	Görev	Statü
1	320-0120	MUSTAFA AVNİ AKYÜZ	İDARİ PERSONEL	Muhasebe ve İnsan kaynakları	Beyaz yaka
2	335-0001	MEHMET FİKRET TURAL	İDARİ PERSONEL	Satın Alma	Beyaz yaka
3	335-0002	MUSTAFA KALCI	İŞLEME MERKEZİ	Usta başı	Mavi yaka
4	335-0003	ÖZGÜR KOÇOĞLU	İŞLEME MERKEZİ	Yatay iş. Mer. Op.	Mavi yaka
5	335-0004	ADEM ADSIZ	İŞLEME MERKEZİ	İş. Mer. Gece sorumlusu	Mavi yaka
6	335-0005	HÜSEYİN (EMRE) ŞEN	PRES KAYNAK	Montaj sorumlusu	Mavi yaka
7	335-0006	KAMİL YANIK	TORNA	Usta başı	Mavi yaka
8	335-0008	MEHMET KÖRÜK	ORTAK	Üretim müdürü/ Endüstri Müh.	Beyaz yaka
9	335-0016	NİHAT ES ASSAF	PRES KAYNAK	Kaynak ve Montaj elemanı	Mavi yaka
10	335-0045	SÜLEYMAN ERÇETİN	İŞLEME MERKEZİ	İş. Mer. Operatörü	Mavi yaka
11	335-0069	İBRAHİM ÖZER	ORTAK	Mutfak	Mavi yaka
12	335-0073	SERDAL BÜYÜKDUYMAZ	ORTAK	Kalite Kontrol Sorumlusu	Beyaz yaka
13	335-0076	MUHAMMET ASLAN	LAZER	Lazer kesim sorumlusu	Beyaz yaka
14	335-0077	MUHAMMET ÇİÇEK	TORNA	Torna Op.	Mavi yaka
15	335-0078	YUSUF MUHAMMED	LAZER	Lazer operatörü	Mavi yaka
16	335-0081	KEMAL KÖRÜK	ORTAK	Tedarik ve fason op. Sorumlusu	Beyaz yaka
17	335-0083	MEHMET SARI	İŞLEME MERKEZİ	İş. Mer. Operatörü	Mavi yaka
18	335-0084	AHMET CEFFAL	PRES KAYNAK	Kaynak ve Montaj elemanı	Mavi yaka
19	335-0086	HAMDİ YARDIMCI	İŞLEME MERKEZİ	İş. Mer. Operatörü	Mavi yaka
20	335-0088	AHMET EL ASSAF	LAZER	Lazer operatörü	Mavi yaka
21	335-0090	TOLGA GÖNEN	TORNA	Torna Op.	Mavi yaka
22	335-0092	İBRAHİM SAMAT	TORNA	Torna Op.	Mavi yaka
23	335-0095	ONUR GÖKÇE	İŞLEME MERKEZİ	İş. Mer. Operatörü	Mavi yaka
24	335-0098	MEVLANA EKİNCİ	ORTAK	Endüstri Müh.	Beyaz yaka
25	335-0100	UMUT YARALIOĞLU	LAZER	Lazer operatörü	Mavi yaka

## **TEKNOLOJİK ALT YAPI:**

İşletme içerisinde bölümlere uygun teknolojik araç ve gereçler kullanılmaktadır. Kalite kontrol bölümünde kullanılan teknolojik araçlar: bilgisayarlar, Mitutoyo 570S 3D ölçüm cihazı, dijital kumpaslar vb. dijital ölçüm aletleri.

### **CNC Torna bölümünde kullanılan teknolojik araçlar:**

1. TOPTURN 12" CNC TORNA,
2. TOPPER 10" CNC TORNA,
3. VİCTOR 8" CNC TORNA,
4. YOUJI CNC DİK TORNA,
5. GOODWAY DİK TORNA,
6. Dijital ölçüm cihazları, iş takibi amaçlı raspberry pi işlemcili dokunmatik bilgisayarlar,
7. Top beta350 otomatik sürücü.

### **CNC İşleme Merkezi bölümünde kullanılan teknolojik cihazlar:**

1. Finetech 1000 işleme merkezi
2. Topper 1300 işleme merkezi
3. Toyoda yatay işleme merkezi
4. Kao-ming işleme merkezi
5. Spinner işleme merkezi
6. Dijital ölçüm cihazları
7. Şarjlı matkap vb. elektronik el aletleri
8. İş takibi amaçlı raspberry pi işlemcili dokunmatik bilgisayarlar.

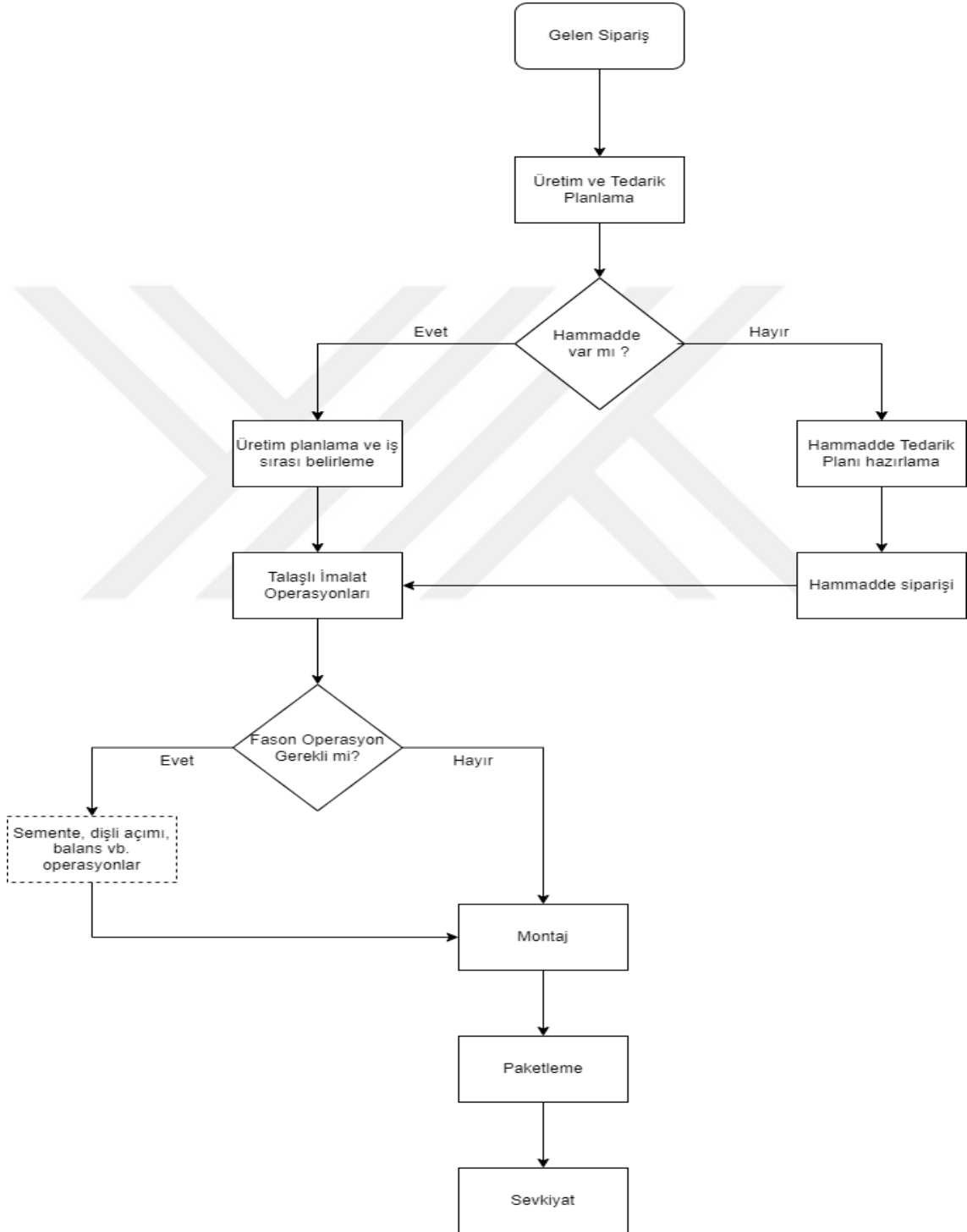
### **Kaynak, montaj ve lazer kesim bölümlerinde kullanılan teknolojik cihazlar:**

1. Gedik welding kaynak cihazı
2. Wicon kaynak cihazı
3. 150 ve 60 ton pres
4. Jetco tezgâh üstü matkap
5. Weida radyal matkap
6. As kaynak Mastermig350 kaynak cihazı
7. Klavuz çekme matkabı
8. Kama açma makinesi
9. Nucon REX315 4000 watt lazer kesim tezgâhı

## YAZILIMSAL ALT YAPI:

İşletmede bulunan bilgisayarlarda kullanılan yazılımsal araçlar;

1. Microsoft Office programları,
2. Vio ERP programı,
3. Solidworks,



## AYLIK ÜRETİM MİKTARI

İşletmemizde gelen siparişlere göre üretim yapılmakta olup 2021 yılı Ocak-Kasım ayları arasındaki aylık üretilen ve müşterilerimize teslim edilen yedek parça ve redüktör dişli sayılarının analizi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ay	Redüktör ad.	Cilas	Ofmer Yedek	Toplam	Günlük ortalama
Ocak	106	9130	1302	10538	479
Şubat	61	9508	148	9717	441,68
Mart	117	6556	400	7073	321,5
Nisan	138	2082	1230	3450	156,82
Mayıs	41	2608	668	3317	150,77
Haziran	242	4117	1402	5761	261,86
Temmuz	47	1572	30	1649	74,95
Ağustos	117	5301	1073	6491	295,05
Eylül	114	3883	588	4585	208,41
Ekim	114	3732	553	4399	199,95
Kasım	96	1421	1744	3261	148,23
<b>Aylık Ortalama</b>	<b>108,45</b>	<b>4537,27</b>	<b>830,73</b>	<b>5476,45</b>	<b>248,93</b>

Tablo Ek-1: Ürün Sınıflarının 2021 Aylık Satış Miktarları

Montaj operasyonu tarafımızca gerçekleştirilen C38, C44, C54, TP25/32, TP32/36, TP42/45 Redüktör dişli takımları modellerinin analizi de şu şekilde olmaktadır.

AY	C38	C44	C54	TP25/32	TP32/36	TP42/45
OCAK	17	23	10	0	0	0
ŞUBAT	23	0	16	14	8	0
MART	61	24	21	0	9	0
NİSAN	22	41	1	18	0	0
MAYIS	13	9	19	0	0	0
HAZİRAN	27	21	22	30	8	9
TEMMUZ	0	10	30	0	0	7
AĞUSTOS	16	35	35	0	25	0
EYLÜL	28	12	22	27	0	0
EKİM	10	20	41	18	25	0
KASIM	23	31	19	11	12	0
<b>TOPLAM</b>	<b>240</b>	<b>226</b>	<b>236</b>	<b>118</b>	<b>87</b>	<b>16</b>
<b>ORTALAMA</b>	<b>21,82</b>	<b>20,55</b>	<b>21,45</b>	<b>10,73</b>	<b>7,91</b>	<b>1,45</b>

Tablo Ek-2: Ürün Gruplarının 2021 Aylık Montaj Miktarları

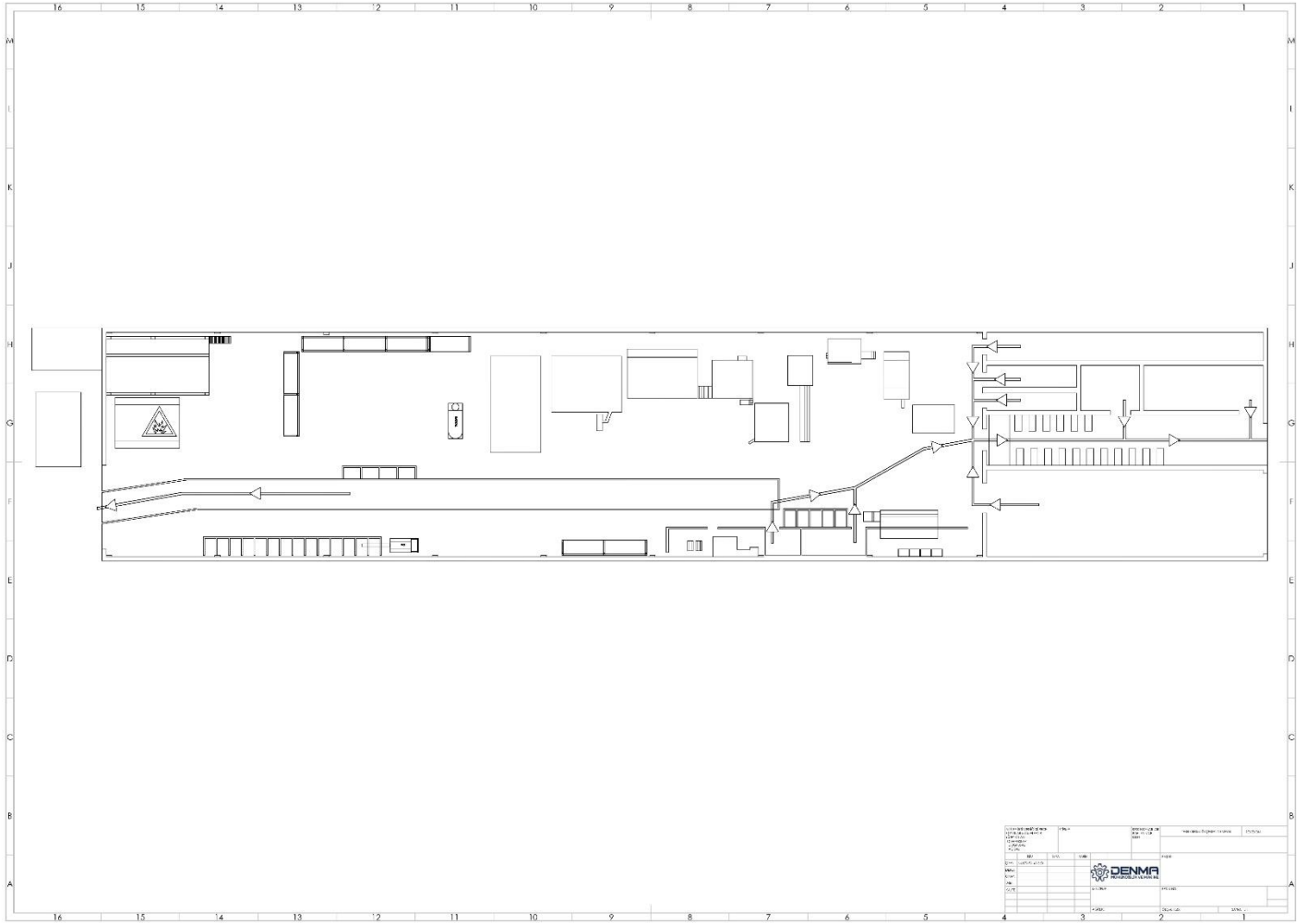
## TEDARİKÇİ GENEL ÇALIŞMA ŞEKLİ

Müşterilerimiz tarafından bizden talep edilen siparişler doğrultusunda, stok kontrolü yapıp gelen siparişlerin üretiminde kullanılacak hammadde ve yarı mamullerin belirlenmesinin ardından stokta bulunmayan miktarda hammadde





### EK-3: FABRİKA YERLEŞİM PLANI



# EK-4: İYİLEŞTİRME PLANI

## İYİLEŞTİRME PLANI

DENMA MÜHENDİSLİK VE MAKİNE  
MEVLANA EKİNCİ

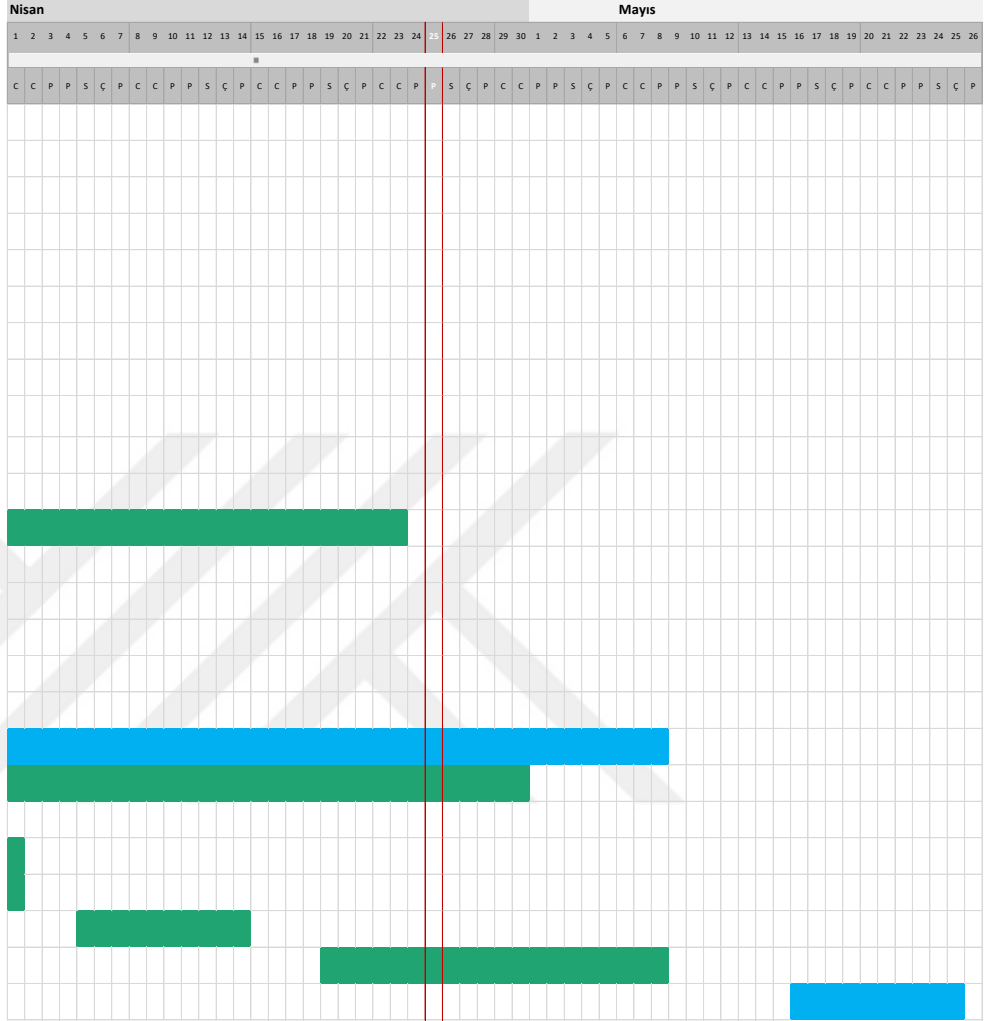
Proje Başlangıç Tarihi:  
Kaydırma Arlığı:

Gösterge:

FİRMA  
BÜNYESİNDE

DIŞ KAYNAKLI

Aşamalar	Atanan	İlerleme	Başlangıç	Günler
<b>İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINI PLANLAMASI</b>				
DANIŞMAN GÖRÜŞMELERİ	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	3.01.2022	7
PROJE EKİBİ KURULMASI	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	10.01.2022	7
İYİLEŞTİRME ALANLARININ BELİRLENMESİ	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	17.01.2022	15
İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ POLİTİKALARI BELİRLENMESİ	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	1.01.2022	
<b>FİZİKSEL İYİLEŞTİRME</b>				
İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI YAPILACAK ALAN SEÇİMİ	MEHMET KÖRÜK	%100	31.01.2022	1
MEVCUT DURUM ANALİZİ	MEVLANA EKİNCİ	%100	1.02.2022	7
YAPILACAK ÇALIŞMALARIN BELİRLENMESİ	MEHMET KÖRÜK MEVLANA EKİNCİ ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	8.02.2022	1
HAZIRLIK ÇALIŞMALARINI	MEHMET KÖRÜK MEVLANA EKİNCİ	%100	9.02.2022	10
YENİ DEPO SİSTEMİ MONTAJI	MEHMET KÖRÜK	%100	20.02.2022	2
ADRESLEME ÇALIŞMALARINI	MEVLANA EKİNCİ	%90	23.02.2022	60
SAHA YERLEŞİMİ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINI	MEHMET KÖRÜK MEVLANA EKİNCİ	%100	1.03.2022	5
<b>SİSTEMSEL İYİLEŞTİRME</b>				
MEVCUT ÜRÜN AĞAÇ YAPISI ANALİZİ	MEVLANA EKİNCİ	%100	1.03.2022	7
YAPILACAK DEĞİŞİKLİKLERİN PLANLAMASI	MEHMET KÖRÜK MEVLANA EKİNCİ	%100	10.03.2022	15
YENİ AĞAÇ YAPISI İLE SİSTEM TESTLERİ	MEVLANA EKİNCİ	%100	25.03.2022	7
SİSTEM GÜNCELLEMELERİ	MERT CAN HALICI		10.03.2022	60
YENİ SİSTEM ALT YAPII ÇALIŞMALARINI	MEVLANA EKİNCİ	%70	1.04.2022	30
<b>OTOMASYON ÇALIŞMALARINI</b>				
OTOMASYON NOKTASI KURULACAK OLAN ALANLARIN SEÇİLMESİ	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	1.04.2022	1
OTOMASYON SAĞLAYICI GÖRÜŞMELERİ	ÖMER YAŞIN AKBÜĞA	%100	1.04.2022	1
OTOMASYON KURULUMU	MEVLANA EKİNCİ	%100	5.04.2022	10
OTOMASYON SİSTEMİ TESTLERİ	MEVLANA EKİNCİ	%15	19.04.2022	20
OTOMASYON VE ERP SİSTEMİ ENTEGRASYONU	MERT CAN HALICI MEVLANA EKİNCİ	%0	16.05.2022	10



## EK-5: ÜRÜN AĞAÇ YAPISI

DENMA MÜH.MAK.OTOM.TİC.LTD.ŞTİ			
Ürün Ağacı: 152-0151 - REDÜKTÖR DİŞLİ TAKIMLARI C38ST			
Ürün Ağacı			
Ürün (152-0151) REDÜKTÖR DİŞLİ TAKIMLARI C38ST		Baz 1 AD	
Stok Kodu	Stok Adı	Miktar	Bim
Oper: (15) MONTAJ	İş.Mrk: (015) MONTAJ		
151-0077	36002 GÖVDE C38	1 AD	
Oper: (7) 1.FREZELEME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
150-0233	36002 GGG50 GÖVDE DÖKÜMÜ C38	1 AD	
Oper: (47) RADYAL MATKAP İLE DELİK DELME VE KLAVUZ	İş.Mrk: (003) MATKAP		
151-0078	36003 ORTA YATAK C38	1 AD	
Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	İş.Mrk: (002) TORNA		
150-0275	36003 GG30 ORTA YATAK DÖKÜMÜ C38	1 AD	
Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	İş.Mrk: (002) TORNA		
Oper: (44) DELİK DELME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0079	36005 BÜYÜK DİŞLİ KOMPLE C38	1 AD	
Oper: (16) PRES İŞLEMİ	İş.Mrk: (007) PRES		
151-0080	36004 BÜYÜK DİŞLİ C38	1 AD	
151-0081	36006 DİŞLİ BURCU C38	1 AD	
Oper: (42) PRES SONRASI SARI BURÇ TORNALAMA	İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0082	36007 YARIM YATAK BRONZU C38	2 AD	
Oper: (35) 1. TARAMA	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
150-0279	36007 CUSN12 YARIM BRONZ DÖKÜMÜ C38	2 AD	
151-0085	36010 BAĞLANTI KOLU KOMPLE C38	1 AD	
Oper: (16) PRES İŞLEMİ	İş.Mrk: (007) PRES		
151-0084	36009 BAĞLANTI KOLU C38 (İNDİKSİYONLU)	1 AD	
Oper: (9) İNDİKSİYON İŞLEMİ	İş.Mrk:		
151-0084-1	36009 BAĞLANTI KOLU C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD	
Oper: (7) 1.FREZELEME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
150-0282	36009 G52 BAĞLANTI KOLU DÖKÜMÜ C38	1 AD	
Oper: (22) 2.FREZELEME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0083	36008 KOL BURCU C38	1 AD	
Oper: (14) MATKAP DELME İŞLEMİ	İş.Mrk: (003) MATKAP		
151-0086	36011 EKSANTRİK MİL C38	1 AD	
Oper: (57) EKSANTRİK SEMENTE SONRASI FINİŞ TORNALAMA KOMPLE	İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0086-3	36011 EKSANTRİK MİL C38 (SEMENTEDEN GELEN)	1 AD	
Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	İş.Mrk:		
151-0086-2	36011 EKSANTRİK MİL C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD	
Oper: (24) EKSANTRİK ALIN DELİKLERİ VE FATURA İŞLEME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0086-1	KSM 36011 090X210MM 4140 EKSANTRİK MİL C38	1 AD	
Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	İş.Mrk: (005) TESTERE		
150-0091	090 4140	10,50	KG
Oper: (25) EKSANTRİK UZUN SAP KABA TORNALAMA	İş.Mrk: (002) TORNA		
Oper: (26) EKSANTRİK KISA SAP KABA TORNALAMA	İş.Mrk: (002) TORNA		
Oper: (27) EKSANTRİK KAMA KANALI VE DELİK İŞLEME	İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
Oper: (56) EKSANTRİK SEMENTE ÖNCESİ FINİŞ TORNALAMA KOMPLE	İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0087	36012 ORTA MİL DİŞLİ C38	1 AD	
Oper: (39) SEMENTE SONRASI MİL ÜSTÜ FINİŞ İŞLEME	İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0087-4	36012 ORTA MİL DİŞLİ C38 (SEMENTESİ YAPILMIŞ)	1 AD	
Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	İş.Mrk:		
151-0087-3	36012 ORTA MİL DİŞLİ C38 (DİŞLİSİ AÇILMIŞ)	1 AD	
Oper: (46) DİŞLİ AÇIMI	İş.Mrk:		
151-0087-2	36012 ORTA MİL DİŞLİ C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD	

. . . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . 151-0087-1	. . . KSM 36012 Q80X135MM 7131 ORTA MİL DİŞLİ C38	1 AD
. . . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . . 150-0018	. . . Q80 7131	5,40 KG
. . . Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . Oper: (38) MİL ÜSTÜ KAMA KANALI AÇMA	. . . İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0088	36013 PİNYON DİŞLİ C38	1 AD
. Oper: (39) SEMENTE SONRASI MİL ÜSTÜ FINISH İŞLEME	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 151-0088-4	. 36013 PİNYON DİŞLİ C38 (SEMENTE YAPILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. . İş.Mrk:	
. . 151-0088-3	. . 36013 PİNYON DİŞLİ C38 (DİŞLİSİ AÇILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (46) DİŞLİ AÇIMI	. . İş.Mrk:	
. . 151-0088-2	. . 36013 PİNYON DİŞLİ C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD
. . . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . 151-0088-1	. . . KSM 36013 Q50X249MM 7131 PİNYON DİŞLİ C38	1 AD
. . . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . . 150-0107	. . . Q50 7131	3,70 KG
. . . Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . Oper: (38) MİL ÜSTÜ KAMA KANALI AÇMA	. . . İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0089	36014 HELİS ORTA DİŞLİ C38	1 AD
. Oper: (51) SEMENTE SONRASI DELİK İÇİ FINISH İŞLEME	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 151-0089-4	. 36014 HELİS ORTA DİŞLİ C38(SEMENTE YAPILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. . İş.Mrk:	
. . 151-0089-3	. . 36014 HELİS ORTA DİŞLİ C38(DİŞLİSİ AÇILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (46) DİŞLİ AÇIMI	. . İş.Mrk:	
. . 151-0089-2	. . 36014 HELİS ORTA DİŞLİ C38(İŞLENMİŞ)	1 AD
. . . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . 151-0089-1	. . . KSM 36014 Q140X43 MM 7131	1 AD
. . . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . . 150-0023	. . . Q140 7131	5,50 KG
. . . Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . Oper: (10) KAMA AÇMA	. . . İş.Mrk: (009) KAMA İŞ MERKEZİ	
151-0090	36015 KOMPLE KAPLİN C38	1 AD
. Oper: (41) SEMENTE SONRASI KAPLİN DELİK İÇİ VE MİL ÜSTÜ İŞLEM	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 151-0090-2	. 36015 KOMPLE KAPLİN C38 (SEMENTE YAPILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. . İş.Mrk:	
. . 151-0090-1	. . 36015 KOMPLE KAPLİN C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD
. . . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . 150-0285	. . . 36015 4140 KOMPLE KAPLİN DÖKÜMÜ C38	1 AD
. . . Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (002) TORNA	
. . . Oper: (40) KAPLİN DİL YUVASI VE DELİK İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0091	36016 KAPLİN DİLİ C38	1 AD
. Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. İş.Mrk:	
. 151-0091-2	. 36016 KAPLİN DİLİ C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD
. . Oper: (7) 1.FREZELEME	. . İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. . 151-0091-1	. . KSM 36016 Q45X69MM KAPLİN DİLİ C38	1 AD
. . . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . . 150-0108	. . . Q45 7131	0,87 KG
. . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . Oper: (22) 2.FREZELEME	. . İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0092	36017 KAPLİN DİL SACI C38	1 AD
. Oper: (53) HAVŞA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 151-0092-1	. IZR KSM 36017 KAPLİN DİL SACI C38	1 AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. . İş.Mrk: (006) LAZER	
. . 150-0194	. . 4,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,05 KG
151-0093	36019 ÖN KAPAK C38	1 AD
. Oper: (7) 1.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	

. 150-0289	. 36019 GGG50 ÖN KAPAK DÖKÜMÜ C38	1 AD
. Oper: (22) 2.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0107	36020 ÖN KAPAK YATAĞI C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0291	. 36020 GGG30 ÖN KAPAK YATAĞI DÖKÜMÜ C38	1 AD
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (34) DELİK DELME VE KLAVUZ İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0108	36022 SFERO ARKA KAPAK C38	1 AD
. Oper: (7) 1.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 150-0293-2	. 36022 SFERO ARKA KAPAK DÖKÜMÜ C38	1 AD
. Oper: (22) 2.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0108-1	36021-01 ÇELİK ARKA KAPAK LAMASI C38	1 AD
. Oper: (35) 1. TARAMA	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 151-0500	. KSM 36021-01 70X20X145 ÇELİK ARKA KAPAK LAMASI C38	1 AD
. Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (005) TESTERE	
. 150-0792	. 70*20 1040 veya CK45 LAMA	1,60 KG
. Oper: (7) 1.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. İş.Mrk: (011) YÜZEY İŞLEM	
151-0109	36023 D72 RULMAN KAPAĞI C38	2 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0331	. 36023 D72 RULMAN KAPAĞI LZR KSM C38	2 AD
. Oper: «Operasyonu Olmayan»	. İş.Mrk: «Belirsiz»	
. 150-0331-1	. 36023 GGG50 D72 RULMAN KAPAĞI HAM DÖKÜMÜ C38	1,50 KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (34) DELİK DELME VE KLAVUZ İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0110	36024 D62 RULMAN KAPAĞI C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0332	. 36024 D62 RULMAN KAPAĞI LZR KSM C38	1 AD
. Oper: «Operasyonu Olmayan»	. İş.Mrk: «Belirsiz»	
. 150-0332-1	. 36024 GGG50 D62 RULMAN KAPAĞI HAM DÖKÜMÜ C38	0,75 KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (34) DELİK DELME VE KLAVUZ İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0111	36025 PİNYON DİŞLİ KAPAĞI C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0333	. 36025 PİNYON DİŞLİ KAPAĞI LZR KSM C38	1 AD
. Oper: «Operasyonu Olmayan»	. İş.Mrk: «Belirsiz»	
. 150-0333-1	. 36025 GGG50 PİNYON DİŞLİ KAPAĞI HAM DÖKÜMÜ C38	0,81 KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (34) DELİK DELME VE KLAVUZ İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0112	36026 ARKA KAPAK YATAĞI C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0293	. 36026 GGG30 ARKA KAPAK YATAĞI DÖKÜMÜ C38	1 AD
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (34) DELİK DELME VE KLAVUZ İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0113	36027 DİNGİL MİLİ C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 151-0113-1	. KSM 36027 Q25X521MM DİNGİL MİLİ C38	1 AD
. Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (005) TESTERE	
. 150-0012	. Q30 SOĞUK ÇEKİM 1040	2,90 KG
. Oper: (44) DELİK DELME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	

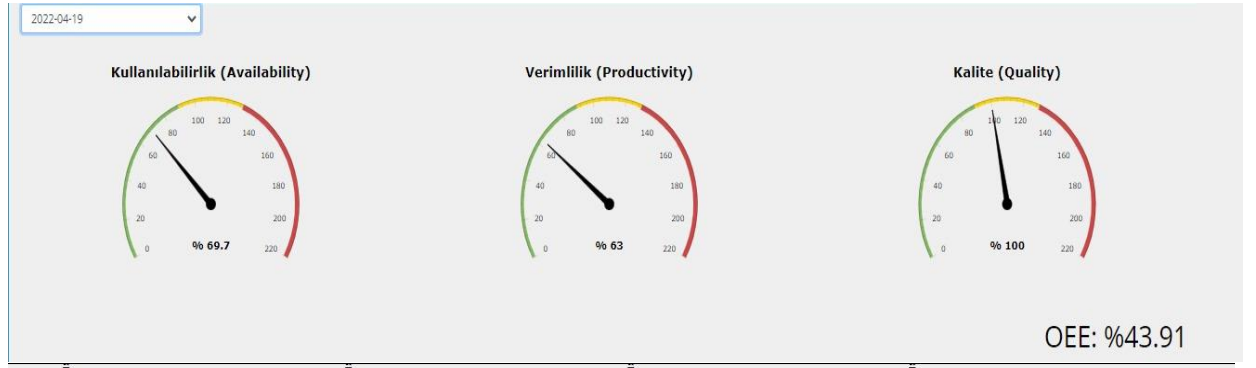
151-0095	36028 DİŞLİ PULU C38	1 AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER	
. 150-0194	. 4,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,05 KG
151-0094	36029 KASNAK PULU C38	1 AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER	
. 150-0194	. 4,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,04 KG
151-0114	36030 VOLANT C38	1 AD
. Oper: (10) KAMA AÇMA	. İş.Mrk: (009) KAMA İŞ MERKEZİ	
. 151-0114-2	. 36030 VOLANT C38 (BALANS YAPILMIŞ)	1 AD
. . Oper: (1) BALANS İŞLEMİ	. . İş.Mrk:	
. . 151-0114-1	. . 36030 VOLANT C38 (İŞLENMİŞ)	1 AD
. .   Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. .   İş.Mrk: (002) TORNA	
. . 150-0294	. .   36030 GG30 VOLANT DÖKÜMÜ C38	1 AD
. .   Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. .   İş.Mrk: (002) TORNA	
151-0096	36031 MOTOR SACI HAM C38	1 AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER	
. 150-0195	. 5,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	1,29 KG
151-0097	36033 DİL BASKI LAMASI C38	1 AD
. Oper: (7) 1.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 150-0870	. LZR KSM 36033 DİL BASKI LAMASI C38	1 AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. . İş.Mrk: (006) LAZER	
. . 150-0205	. . 10,00 MM 1500X3000 ST52 SAC	0,40 KG
. Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. İş.Mrk: (011) YÜZEY İŞLEM	
151-0183	42034 M12*80 ÖZEL MİL C44-C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0027	. Q15 TRASMİSYON MİL 1040	0,11 KG
151-0115	36036 PEDAL UZATMA LAMASI C38	1 AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER	
. 150-0200	. 10,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,35 KG
151-0319	52037 PEDAL SACI	1 AD
. Oper: (54) BÜKÜM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (016) BÜKÜM İŞLEMİ	
. 151-0478	. LZR KSM 52037 PEDAL SACI	1 AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. . İş.Mrk: (006) LAZER	
. . 150-0195	. . 5,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,29 KG
151-0116	36038 PEDAL MİLİ C38	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 151-0116-1	. KSM 36038 Q35X147MM PEDAL MİLİ C38	1 AD
. . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . İş.Mrk: (005) TESTERE	
. . 150-0101	. . Q35 1040 ST52-3	1,11 KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. Oper: (35) 1. TARAMA	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
151-0360	52091 30*10 PEDAL LAMA C38-C44-C54	1 AD
. Oper: (53) HAVŞA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 151-0360-1	. LZR KSM 52091 30*10 PEDAL LAMA C38-C44-C54	1 AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. . İş.Mrk: (006) LAZER	
. . 150-0200	. . 10,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,22 KG
151-0103	36040 STANDART KOL SACI C38	1 AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER	
. 150-0197	. 8,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	1,05 KG
151-0354	52041 D10*33 MİL C38-C44-C54-C74	1 AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA	
. 150-0009	. Q10 TRASMİSYON MİL	0,02 KG
151-0355	52043 KOL AYAR LAMASI C38-C44-C54-C74	1 AD
. Oper: (7) 1.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ	
. 151-0355-1	. KSM 52043 50X25X31 KOL AYAR LAMASI C38-C44-C54-C74	1 AD
. . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . İş.Mrk: (005) TESTERE	

. . 150-0085	. . 50*25 LAMA	0,31	KG
. Oper: (22) 2.FREZELEME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0100	36045 EKSANTRİK MİL MUHAFAZA SACI C38	2	AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER		
. 150-0202	. 1,50 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,10	KG
151-0099	36046 STANDART MUHAFAZA SACI C38	1	AD
. Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER		
. 150-0202	. 1,50 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,20	KG
150-2932	36047-1 LZR KSM RULO BAĞLANTI C38	1	AD
150-2933	36047-2 LZR KSM RULO BAĞLANTI C38	1	AD
151-0356	52048 M8*45 13 ALTI KÖŞE C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0152	. 13 ALTI KÖŞE OTOMAT (115MnPlb30)	0,05	KG
151-0357	52049 M8*65 13 ALTI KÖŞE C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0152	. 13 ALTI KÖŞE OTOMAT (115MnPlb30)	0,07	KG
151-0117	36050 MUHAFAZA MİLİ C38	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 151-0117-1	. KSM 36050 Q18X193MM MUHAFAZA MİLİ C38	1	AD
. . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (006) TESTERE		
. . 150-0013	. . Q18 S.Ç TRASMİSYON MİL 1040	0,39	KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0249	52051 MUHAFAZA SACI C54	1	AD
. Oper: (54) BÜKÜM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (016) BÜKÜM İŞLEMİ		
. 151-0249-1	. LZR KSM 52051 MUHAFAZA SACI C54	1	AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER		
. . 150-0688	. . 2 MM X 1400 X 3000 SAC	1,60	KG
151-0126	36059 DAYAMA GÖNYESİ GÖVDE C38	1	AD
. Oper: (35) 1. TARAMA	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
. 150-0296	. 36059 GGGS0 DAYAMA GÖNYESİ DÖKÜMÜ C38	1	AD
. Oper: (44) DELİK DELME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0127	36060 M32*6 MİL C38	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-2827	. Q32 1040 SOĞUK ÇEKİM	0,35	KG
151-0128	36061 MİL ŞAPKASI C38	1	AD
. Oper: (45) SEMENTE İŞLEMİ	. İş.Mrk:		
. 151-0128-2	. 36061 MİL ŞAPKASI C38 (İŞLENMİŞ)	1	AD
. . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. . 151-0128-1	. . KSM 36061 MİL ŞAPKASI C38	1	AD
. .   Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. .   İş.Mrk: (006) TESTERE		
. .   150-0099	. .   Q54 1040	0,34	KG
. . Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. . Oper: (44) DELİK DELME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0497	36097 DAYAMA SOMUNU C38	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-2926	. Q42-Q25 BORU	0,32	KG
. Oper: (20) 2.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
151-0358	52064 20*5 LAMA C38-C44-C54-C74	6	AD
. Oper: (54) BÜKÜM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (016) BÜKÜM İŞLEMİ		
. 151-0358-1	. LZR KSM 52064 20*5 LAMA C38-C44-C54-C74	6	AD
. . Oper: (13) LAZER KESİM	. İş.Mrk: (006) LAZER		
. . 150-0195	. . 5,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,30	KG
151-0119	36070 20X8 LAMA ŞARTEL BAĞLANTI C38	2	AD
. Oper: (54) BÜKÜM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (016) BÜKÜM İŞLEMİ		
. 151-0119-1	. LZR KSM 36070 20X8 LAMA ŞARTEL BAĞLANTI C38	2	AD

. . Oper: (13) LAZER KESİM	. . İş.Mrk: (006) LAZER		
. . 150-0197	. . 8,00 MM 1500X3000 ST37 SAC	0,44	KG
. Oper: (53) HAVŞA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
151-0359	52087 D40*D28,5-L17 PEDAL PULU C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-2926	. Q42-Q25 BORU	0,15	KG
151-0350	109180 RULO C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0011	. Q40 1040 SOĞUK ÇEKİM	0,60	KG
151-0349	109170 D25-D18*45 BORU C38-C44-C54-C74	5	AD
. Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (005) TESTERE		
. 150-0679	. Q25,5-Q18,2 ST37/52 KALİBRE BORU	0,45	KG
151-0351	109202 KOL TOPUZU C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0012	. Q80 SOĞUK ÇEKİM 1040	0,30	KG
151-0361	115000 ŞARTEL BAĞLAMA SACI C38-C44-C54-C74	1	AD
152-0106	D20,5 - D25,5 DÖKÜM TEKER	2	AD
. Oper: (2) BOYAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (008) BOYAHANE		
. 152-0106-1	. D20,5 - D25,5 DÖKÜM TEKER (İŞLENMİŞ)	2	AD
. . Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. . İş.Mrk: (002) TORNA		
. . 150-3162	. . D20,5 - D25,5 HAM DÖKÜM TEKER	3,00	KG
151-0352	194520 M14-D18 ÖZEL CIVATA C38-C44-C54-C74	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0034	. 22 ALTI KÖŞE 1040	0,15	KG
151-0353	194610 D18 MOTOR MİLİ	1	AD
. Oper: (44) DELİK DELME	. İş.Mrk: (001) CNC İŞLEME MERKEZİ		
. 151-0353-1	. KSM 194610 Q18X195 MM D18 MOTOR MİLİ	1	AD
. . Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. . İş.Mrk: (005) TESTERE		
. . 150-0013	. . Q18 S.Ç TRASMİSYON MİL 1040	0,40	KG
151-0120	363636 Q8-41MM Q1,20 TEL YAY	1	AD
150-0543	8*7*50 KAMA	1	AD
150-0544	14*9*40 KAMA	1	AD
150-0545	14*9*75 KAMA	2	AD
150-0487	6207 ZZ RULMAN	3	AD
150-0501	6206 ZZ RULMAN	1	AD
150-0546	35*62*8 KEÇE	1	AD
150-0407	G1/2 YAĞ GÖSTERGESİ	1	AD
150-0408	G1/2 KONİK TAPA	1	AD
. Oper: (19) 1.TORNALAMA İŞLEMİ	. İş.Mrk: (002) TORNA		
. 150-0186	. Q22 OTOMAT	0,08	KG
151-0508	Q8 GÖVDE PİMİ C38	2	AD
. Oper: (17) TESTERE KESİM İŞLEMİ	. İş.Mrk: (005) TESTERE		
. 157-0601	. Q8 TRASMİSYON MİL	0,02	KG
150-0542	PG16/23 KÖRÜKLÜ RAKOR	2	AD



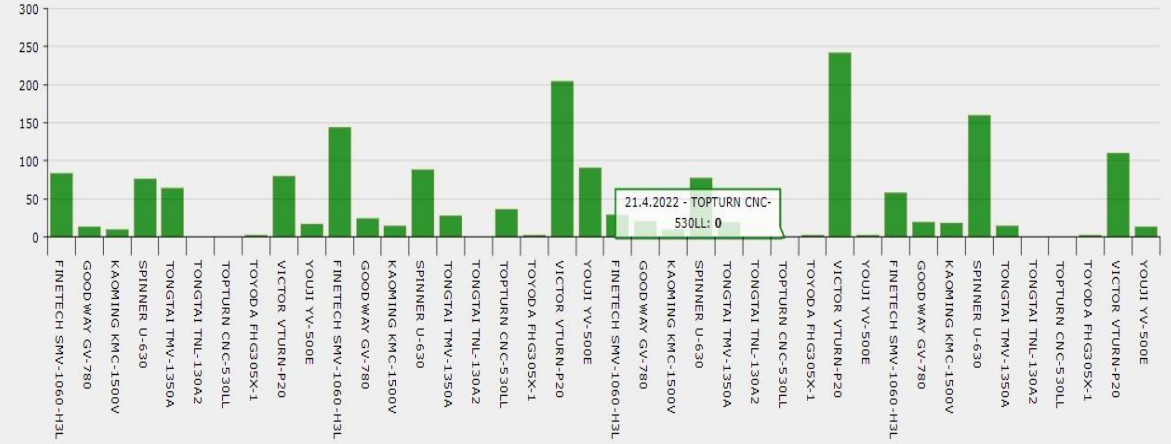
## EK-6: OTOMASYON SİSTEMİ ÇIKTILARI



### Makine Bazlı Verimlilik Detayı

Makine Adı	Operatör Adı	Tarih	Çalışma Süresi(dk)	Kullanılabilir Zaman(dk)	Operasyon Süresi(dk)	Teorik Sakma Talamı	Yapılması Gereken Üretim	Planlı Duruş Süresi(dk)	Hurda Sayısı	Üretim Adet	Makine Kullanılabilirlik (%)
FINETECH SMV-1060-H3L	Onur GÖKÇE	04.19.2022	540	540	332	14	136	47	0	84	91.30
GOODWAY GV-780	İbrahim SAMAT	04.19.2022	540	540	191	2	36	281	0	13	47.96
KACMING KM-C-1500V	Hamdi YARDIMCI	04.19.2022	540	540	289	1	20	176	0	10	67.41
SPINNER U-630	Onur GÖKÇE	04.19.2022	540	540	315	12	130	92	0	76	82.96
TONGTAI TMV-1350A	Hamdi YARDIMCI	04.19.2022	540	540	241	10	144	217	0	64	58.81
TONGTAI TNL-130A2		04.19.2022	540	540	0	0	0	0	0	0	0.00
TOPTURN CNC-530LL	Muhammet ÇİÇEK	04.19.2022	540	540	0	0	0	0	0	0	0.00
TOYODA FHG305X-1		04.19.2022	540	540	312	0	5	31	0	3	84.26
VICTOR VTURN-P20		04.19.2022	540	540	526	13	42	311	0	80	42.41
YOUJI YV-500E	İbrahim SAMAT	04.19.2022	540	540	246	2	37	154	0	17	71.48

### Makine Bazlı Verimlilik



**EK-7: FİZİKSEL İYİLEŞTİRME ÖNCESİ VE SONRASI  
SONRASI RESİMLERİ**







## ÖNCESİ RESİMLERİ





