

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜRETİM KAYIP MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE BİR  
UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İzlem TEKİN**

**Anabilim Dalı : İşletme Mühendisliği**

**Programı : İşletme Mühendisliği**

**OCAK 2009**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜRETİM KAYIP MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE BİR  
UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İzlem TEKİN  
(507051019)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 21 Ocak 2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sıtkı GÖZLÜ (İTÜ)  
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU  
(İTÜ)  
Yrd. Doç. Dr. Bersam Bolat (İTU)**

**OCAK 2009**





## ÖNSÖZ

Global dünyada, rekabet edebilirliğin en önemli şartı düşük üretim maliyetleridir. Özellikle yalın üretim, TPM gibi yaklaşımların maliyet düşürmedeki başarısı kayıpların üzerine giderek, iyileştirmek ve yok edici çalışmalarda bulunarak maliyetleri azaltmaktan geçmektedir. Öncelikli olarak bu kayıpların maliyetlerinin doğru bir şekilde belirlenmesi ve daha sonrasında karşı tedbirler alınması önemlidir. Özellikle işletmelerin yönetim takımları için, üretim sahalarının vaziyetlerinin maliyet olarak ifade edilebilirliğinin sağlanması stratejik kararların doğru ve hızlı bir şekilde verilebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Kayıpların azaltılması için, başarı faktörlerinden biri, bu amaç doğrultusunda sistematik bir yöntemin belirlenip uygulanmasıdır. Bu çalışmada amaca yönelik olarak, üretimdeki farklı proses ve işlemlerin maliyetlerini analiz etmeye yönelik çalışma yapılmış ve daha sonra bu süreçlerde meydana gelen performans kayıpları belirlenerek, kayıp maliyetleri hesaplanmıştır. Bu yöntem ile, ortaya çıkan kayıp maliyetleri değerlendirilebilecek, kayıpları ortadan kaldırmaya ve yok etmeye yönelik iyileştirme çalışmaları tasarlanıp, iyileştirme faaliyetleri sonucu elde edilen getiriler tespit edilebilecektir.

Bu çalışmamda bana yardımları ile her zaman yol gösteren değerli hocam Prof.Dr. Sıtkı GÖZLÜ'ye, tez çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen ve çalışma hayatında kişisel gelişim ve mesleki eğitime verdiği önem ile kendimi pek çok çalışandan şanslı hissetmemi sağlayan, Üretim Yöneticisi Sayın Ömer Faruk Özer'e, çalışma azminin yanısıra karakterine de hayran olduğum değerli insan Bahadır Bayrak'a, hayatım boyunca her zaman yanımda olan sevgili aileme en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

OCAK 2009

İzlem TEKİN

Endüstri Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xv</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xvii</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	2
1.2 Literatür Özeti .....	3
1.3 Metodoloji .....	6
1.3.1 Üretimde kayıp analizi .....	6
1.3.1.1 Pilot tezgah seçimi .....	6
1.3.1.2 Üretim kayıplarının belirlenmesi .....	7
1.3.2 Üretim maliyetlerinin belirlenmesi .....	10
1.3.2.1 Üretim maliyeti .....	10
1.3.2.2 Faaliyetlerin tanımlanması .....	10
1.3.2.3 Faaliyetlerin maliyetlendirilmesi .....	10
1.3.2.3 Üretim birimi maliyetlerinin belirlenmesi .....	11
1.3.3 Kayıp maliyet analizi .....	11
1.3.3.1 Kayıp zamanların faaliyetler ile ilişkilendirilmesi .....	11
1.3.3.2 Kayıp maliyetlerinin belirlenmesi .....	15
1.3.3.3 İyileştirme konularının tespit edilmesi .....	15
<b>2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM</b> .....	<b>17</b>
2.1 TPM Tanımı .....	17
2.1.1 TPM gelişiminin 5 prensibi .....	19
2.1.2 TPM prensiplerinin açılımı .....	19
2.2 TPM Gelişiminde 12 Adım .....	20
2.2.1 Üst yönetim TPM deklarasyonu .....	20
2.2.2 TPM başlangıç eğitimi ve TPM kampanyası .....	20
2.2.3 Model Uygulama .....	20
2.2.4 TPM prensiplerinin ve hedeflerinin belirlenmesi .....	20
2.2.5 TPM gelişimi için ana plan hazırlanması .....	21
2.2.6 TPM başlatma .....	21
2.2.7 Ekipman etkinliğini yükseltmek için sistem kurulması .....	21
2.2.7.1 Ekipman etkinliği için kobetsu kaizen .....	21
2.2.7.2 Otonom bakım (jishu hozen) sisteminin kurulması .....	21
2.2.7.3 Planlı bakım .....	23
2.2.7.4 Üretim ve bakım elemanlarının eğitim düzeyinin yükseltilmesi .....	24
2.2.8 Yeni ürün ve ekipman için başlangıçta kontrol sisteminin kurulması .....	24
2.2.9 Kalitede bakım sisteminin kurulması .....	24
2.2.10 Ofis TPM .....	24
2.2.11 Hijyen ve eğitimin sağlanması .....	25



2.2.12 TPM'in tam anlamıyla uygulanması .....	25
2.3 TPM'in 9 Temel Ögesi .....	25
2.3.1 Kronik kayıpların azaltılması ve sıfır arıza aktiviteleri.....	25
2.3.1.1 Kronik kayıpların azaltılmasında günlük önlemler	25
2.3.1.2 Kronik kayıpların azaltılmasında öncelikli ekipmanda sıfır arıza	25
2.3.1.3 Kronik kayıpların iyileştirilmesine göre yaklaşım	26
<b>3. OEE .....</b>	<b>27</b>
3.1. OEE nedir? .....	27
3.2 OEE'den kimler yararlanır? .....	27
3.3 16 büyük kayıp .....	28
3.3.1 Ekipman etkinliğini kısıtlayan 7 büyük kayıp.....	29
3.3.2 Makine yükleme zamanını kısıtlayan kayıplar.....	31
3.3.3 İş gücü etkinliğini kısıtlayan 5 büyük kayıp .....	31
3.3.4 Malzeme ve enerjiye ilişkin 3 büyük kayıp .....	32
3.4 OEE hesaplama yöntemi .....	33
<b>4. FAALİYET TABANLI MALİYETLENDİRME .....</b>	<b>35</b>
4.1 Maliyet Muhasebesi.....	35
4.1.1 Maliyet kavramı .....	35
4.1.2 Maliyet hesaplamaları .....	36
4.1.2.1 Maliyet birimi ve maliyet taşıyıcısı	36
4.1.3 Geleneksel maliyet muhasebesi kavramı .....	36
4.1.4 Geleneksel maliyet sistemleri.....	38
4.1.5 Geleneksel maliyet muhasebesinin yetersiz kalma nedenleri .....	39
4.2 Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi.....	40
4.2.1 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin temel kavramları .....	43
4.2.1.1 Kaynaklar	43
4.2.1.2 Faaliyet	43
4.2.1.3 Faaliyet merkezi	43
4.2.1.4 Maliyet havuzu	44
4.2.1.5 Maliyet etkeni	44
4.2.3 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin yapısı .....	44
4.2.4 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin tasarlanması.....	45
4.2.4.1 Faaliyetlerin belirlenmesi	45
4.2.4.1.1 Faaliyet hiyerarşisi	46
4.2.4.2 Faaliyetlerin gruplandırılması	47
4.2.4.3 Faaliyetlerin maliyetlendirilmesi	48
4.2.4.4 Maliyet etkenlerinin seçimi	49
<b>5. UYGULAMA .....</b>	<b>51</b>
5.1 Üretim Kayıp Analizi .....	51
5.1.1 Üretim kayıplarının belirlenmesi .....	51
5.1.1.1 Mesai süresi	51
5.1.1.2 Çalışılabilir süre	52
5.1.1.3 Çalışılan süre	52
5.1.1.4 Performans etkinliği	53
5.1.1.5 Kalite oranı	54
5.1.2 OEE hesaplama yöntemi .....	55
5.2 Üretim Maliyetlerinin Belirlenmesi .....	57
5.2.1 Üretim maliyetleri .....	57
5.2.2 Faaliyetlerin tanımlanması .....	58
5.2.2.1 İşletme faaliyetlerinin tanımlanması	58

5.2.2.2 İç üretim takımı faaliyetlerinin tanımlanması	59
5.2.3 Faaliyet maliyetlerinin belirlenmesi.....	61
5.2.3.1 Direkt işçilik maliyetlerinin aktarımı	63
5.2.3.2 Endirekt işçilik, memur maaşları, diğer giderler, sosyal giderler maliyetlerinin aktarımı	64
5.2.3.2.1 Endirekt işçilik	64
5.2.3.2.2 Memur maaşları	66
5.2.3.2.3 Sosyal giderler	67
5.2.3.2.4 Diğer imalat giderleri	67
5.2.4 Üretim birimi maliyetlerinin belirlenmesi .....	68
5.2.4.1 Endirekt işçilik faaliyetleri	68
5.2.4.2 Mühendislik ve yönetim faaliyetleri	69
5.2.4.3 Tamir bakım	71
5.2.4.4 Enerji Giderleri	71
5.2.4.5 Amortisman giderleri	72
5.3 Kayıp Maliyet Analizi .....	73
<b>6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>81</b>



## KISALTMALAR

<b>ABC</b>	: Activity Based Costing, (Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme)
<b>FLC</b>	: First Line Capability, (İlk Seferde Doğru Üretim Yeterliliği)
<b>GÜG</b>	: Genel Üretim Giderleri
<b>GÜM</b>	: Genel Üretim Maliyetleri
<b>IE</b>	: Industrial Engineering, (Endüstri Mühendisliği)
<b>JIPM</b>	: Japan Institute of Plant Maintenance, (Japon Fabrika Bakım Enstitüsü)
<b>JIT</b>	: Just In Time, ( Tam Zamanında Üretim)
<b>MTBF</b>	: Mean Time Between Failures (İki Arıza Arasındaki Ortalama Süre)
<b>MTTR</b>	: Mean Time To Repair (Duruşların Ortalama Süresi)
<b>PM</b>	: Preventive Maintenance, (Önleyici Bakım)
<b>SMED</b>	: Single Minute Exchange of Die, (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)
<b>TPM</b>	: Total Productive Maintenance, (Toplam Verimli Bakım)
<b>TQM</b>	: Total Quality Management, (Toplam Kalite Yönetimi)
<b>OEE</b>	: Overall Equipment Effectiveness, ( Genel Ekipman Etkinliği)



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 2.1 : TPM tanımı (üretim alanı).....	17
Çizelge 2.2 : TPM tanımı (fabrika geneli).....	18
Çizelge 5.1 : 1600-2 tezgahı aylık duruş süreleri .....	53
Çizelge 5.2 : İşletmede tanımlanan faaliyetler .....	59
Çizelge 5.3 : İç üretim takımı faaliyet listesi.....	61
Çizelge 5.4 : Direkt işçilik maliyet etkeni .....	63
Çizelge 5.6 : İç üretim takımı endirekt işçi sayıları.....	66
Çizelge 5.7 : İç üretim takımı memur sayıları .....	67
Çizelge 5.8 : Faaliyet maliyetleri .....	68
Çizelge 5.9 : Faaliyet maliyet etkenleri .....	68
Çizelge 5.10: Endirekt işçilik faaliyetlerinin üretim birimlerine dağıtımı .....	69
Çizelge 5.11: Plastik üretim mühendislik ve yönetim faaliyetlerinin..... üretim birimlerine dağıtımı .....	69
Çizelge 5.12: Üretim birimleri maliyetleri .....	70
Çizelge 5.13: İç üretim takımı tamir bakım temizlik giderleri .....	71
Çizelge 5.14: Faaliyet merkezleri enerji giderleri .....	72
Çizelge 5.15: Aylık amortisman giderleri .....	72
Çizelge 5.16: 1600-2 tezgahı üretim maliyetleri .....	73
Çizelge 5.17: 1600-2 kayıp- faaliyet maliyeti matrisi .....	75



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : Plastik üretim iş akış şeması.....	6
Şekil 1.2 : Üretimde 16 büyük kayıp .....	9
Şekil 3.1: Ekipman etkinliğini kısıtlayan kayıplar .....	29
Şekil 3.2: İş gücü etkinliğini kısıtlayan kayıplar .....	31
Şekil 3.3: OEE kayıpları .....	33
Şekil 4.1 : Geleneksel maliyet sistemi .....	42
Şekil 4.2 : Faaliyet tabanlı maliyet sistemi .....	42
Şekil 4.3 : İki aşamalı FTM sistemi.....	44
Şekil 5.1 : 1600-2 Tezgahı kayıp yapısı .....	55
Şekil 5.2 : 1600-2 tezgahı kayıp analizi.....	57
Şekil 5.3 : 1. ve 2. aşama maliyet dağıtımı .....	62
Şekil 6.1 : 1600-2 tezgahı dönüşüm maliyeti .....	77
Şekil 6.2 : 1600-2 tezgahı transformasyon maliyeti kayıp pareto grafiği.....	78





## ÜRETİM KAYIP MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE BİR UYGULAMA

### ÖZET

İşletmeler küresel rekabet ortamında başarılı hale gelebilmek için maliyetlerini düşürmek ve özellikle üretim sahalarında verimliliği sağlamak zorundadırlar. Maliyet düşürme hedefinin gerçekleştirilmesi öncelikle, kayıpların belirlenmesi ve sonrasında giderilmesi için faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu çalışma da, özellikle yönetim kademesi tarafından kullanılabilir, üretimdeki kayıpların tanımlanmasına ve kayıp maliyetlerinin belirlenerek, iyileştirme çalışmaları için, önceliklendirme yapılabilmesine imkan verecek bir metodoloji geliştirilmiştir. Üretim maliyetleri, günümüz koşullarında yetersiz kaldığı düşünülen geleneksel maliyet sistemi yerine katma değerli faaliyetleri tanımlamaya yardımcı olduğu için, Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme yöntemi felsefesi benimsenerek çalışılmış ve üretim kayıpları bir performans izleme yöntemi ile tanımlanmıştır. Daha sonra bu kayıpların maliyetleri belirlenmiştir. Kayıp maliyetlerinin belirlenmesi, özellikle çalışanların katılımıyla gerçekleştirilecek iyileştirme faaliyetlerinin planlanması ve önceliklendirilmesi amacıyla kullanılabilir ve kısıtlı kaynakların işletmenin amaçları doğrultusunda doğru getiri sağlayabilecek alanlara tahsis edilmesi sağlanabilecektir. Yapılan iyileştirmelerin işletmeye ne kadar getiri sağladığı ve planlanan iyileştirme çalışmalarının performansları yine bu yöntem kullanılarak ölçülebilecektir.

Bu çalışmada üretim birim performanslarının ölçülmesinde ingilizcede OEE (Overall Equipment Effectiveness) olarak ifade edilen “Toplam Tezgah Kullanım Etkinliği” yöntemi kullanılmıştır. OEE kullanılabilirlik, performans oranı ve kalite oranı değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir. Çalışmada geliştirilen yöntem, bir üretim işletmesinde uygulanmıştır.

Çalışmada ilk olarak ingilizcede TPM (Total Productive Maintenance) olarak ifade edilen “Toplam Verimli Bakım” felsefesinde ki 16 büyük kayıp analiz edilmiş ve üretimde gerçekleşen kayıplar ile meydana gelme yerleri belirlenmiştir. OEE ile üretim performansı ölçülmüştür.

İkinci olarak maliyet hesaplamalarında daha kesin sonuçlar verdiği için Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme yöntemi felsefesi benimsenerek üretim birim maliyetleri, öncelikle faaliyetler daha sonra faaliyet maliyetleri hesaplanarak belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde kayıpların maliyetlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Kayıplar ile maliyet faktörleri arasında ilişki kurularak, kayıp maliyetleri hesaplama yöntemi formülize edilmiştir.

Tüm kayıp maliyetleri hesaplandıktan sonra, iyileştirme çalışmalarında kullanılmak üzere önceliklendirme yapılarak kaynakların, kayıpların azaltılması için ayrılması sağlanmıştır.

Gelecekte yapılacak çalışma olarak, bu çalışmada belirlenen kayıp maliyetleri kullanılarak, hedef maliyetlendirme yöntemi ile hedef yaygınlaştırma yapılması öngörülmektedir.

# **DETERMINATION OF COSTS RESULTING FROM MANUFACTURING LOSSES AND AN APPLICATION**

## **SUMMARY**

Effectiveness in manufacturing organizations is essential to reduce costs for success in global competition. The key to manufacturing cost reduction is first of all to study various manufacturing losses and classify them. Then, the relationships between the losses and their cost and cost factors must be studied. There have been a limited number of studies that have addressed to methodology of investigating cost of manufacturing losses. The purpose of this study is to develop a methodology called “Analysis of Costs Resulting Manufacturing Losses” based on the ABC model in order to measure costs resulting from manufacturing losses, to provide a decision support tool for the managerial staff of companies to reorder cost reduction priorities and to provide a useful approach for estimating the cost of recovered manufacturing losses as a result of TPM activities.

In this study, OEE (Overall Equipment Effectiveness) metric is used for identifying the performance of individual manufacturing units. OEE is formulated as the function of availability efficiency, performance efficiency, and quality efficiency and used in this study to identify the manufacturing losses of the manufacturing unit. The methodology is evaluated by studying an example in this paper. It has been concluded that it can be usefully applied in real world manufacturing fields.

In the first phase of this study, an analysis of costs resulting from manufacturing losses is conducted and an application of a case study is presented. The steps of the methodology are as follows:

First, the manufacturing losses must be identified for various losses in the manufacturing systems; their locations and durations are determined using the TPM 16 big losses categories. Manufacturing loss rate and equipment performance rate are measured by using OEE.

Second, the manufacturing cost and also manufacturing unit cost are computed by using ABC (Activity Based Costing) because ABC systems provide accurate computation. ABC methodology includes such steps as identifying activities, determining activity cost drivers, computing the activity costs, and finally identifying the manufacturing unit or product costs. All sources of costs in the manufacturing unit are computed.

Third, losses are converted into manufacturing costs. Losses and relationships of cost factors are determined and their equations are presented in the study. For example, to calculate the breakdown cost in the systems, total breakdown time in the manufacturing period, source of breakdown loss for consumption rate and sources of costs are needed.

After estimating the total costs of each loss, we can determine priorities for manufacturing losses and their recoverable costs and organize improvement activities like kaizen methods in TPM. The priority of improvement programs can be adjusted according to the results of this analysis.

As future research, estimated recoverable costs would be used as a controllable cost of kaizen costing method, which targets the elimination of the losses completely. These estimated loss costs would be used for the computation of the target reduction rate, which is the ratio of the target reduction amount to the cost base.

## **GİRİŞ**

Günümüz koşullarında ayakta kalabilmenin en önemli yolu kaliteli ürünleri rekabet edebilir bir fiyat ile sunabilmektir. Bu amaç için şart olan üretim maliyetlerinin düşürülmesi, üretim sahalarının etkili ve verimli kullanılabilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu gerçek Esnek Üretim sistemleri, Yalın Üretim, Toplam Kalite Yönetimi gibi verimliliği artırmaya yönelik pek çok yöntem ve metodolojinin kullanımını gerekli kılmaktadır [1].

Bu tekniklerden bir diğeri olan Toplam Verimli Bakım (TPM) üretimde, kalitede stok ve maliyetlerde oluşan kayıpları azaltmayı, verimi en yüksek seviyelere getirmeyi ve çalışanların motivasyonunu artırmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. TPM üretimin gerçekleştiği her türlü makine ve ekipmanın verimli kullanımı ile sıfır arıza ve sıfır kaybı hedefler. Arızalar gerçekleştiğinde üretim durur, teslimatlar gecikir ve kayıplar ortaya çıkar.

Sürdürülebilir rekabet gücü için ingilizcede TPM (Total Productive Maintenance) olarak ifade edilen “Toplam Verimli Bakım” yaklaşımının benimsediği felsefe kayıpların azaltılmasıdır. Verimliliği artırıp, kayıpları azaltmak için öncelikle kayıpların ölçülmesine yönelik performans ölçüm sistemleri kullanmak, daha sonra bu kayıpların azaltılması ve ortadan kaldırılması için iyileştirme çalışmaları yapmak ile sağlanabilmektedir.

İşletmelerin, alanlarındaki kabul edilebilir kayıp oranının belirlenmesi, gelecek dönemler için bu oranın düşürülmesine yönelik iyileştirme çalışmalarının yapılması dünya klasında üretim için başarı faktörü olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada üretim kayıp maliyetlerinin belirlenebilmesine yönelik, “Üretim Kayıp Maliyet Analizi” yaklaşımı geliştirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde tezin amacına, ingilizcede OEE (Overall Equipment Effectiveness) olarak ifade edilen “Toplam Tezgah Kullanım Etkinliği” ne, Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme (FTM) ile ilgili literatür taramasına ve çalışmanın metodolojisine yer verilmiştir.

İkinci bölümde, Toplam Verimli Bakım felsefesi ve TPM de tanımlanan üretim kayıpları olgusuna ve TPM yaklaşımıyla tanınan, her ayrıntıyı içine almış üretim performans ölçüm yöntemi olan Overall Equipment Effectiveness (OEE) hakkında ayrıntılı bilgiye yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, kayıp maliyetlerinin belirlenmesinde yararlanılan Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme metodu hakkında bilgi yer almaktadır.

Dördüncü bölümde uygulamanın yapıldığı kurutucu işletmesi plastik enjeksiyon tezgahındaki OEE hesaplaması ve finansal olmayan kayıp analizine yer verilmiş olup, beşinci bölümde plastik enjeksiyon tezgahı aylık maliyeti FTM yönteminin felsefesinden yararlanılarak hesaplanmış ve performans kayıplarının maliyetlerini belirlemeye yönelik bir metot sunulmuştur. Son bölümde ise araştırmanın limitleri ve öneriler kısmı yer almaktadır.

## **1.1 Tezin Amacı**

Üretim maliyetlerinin doğru ve kesin bir biçimde belirlenmesi için geliştirilen en önemli yöntemlerden biri Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme yaklaşımıdır. Bu yöntem maliyetlerin faaliyetler nedeni ile oluştuğu ilkesine dayanmaktadır ve bu ilke FTM'nin ürün ve hizmet maliyetlerini belirlemek kadar performans ölçüm ve maliyet azaltma yöntemi olarakta kullanılmasına neden olmaktadır. Çünkü FTM yüksek maliyetlere sebep olan katma değersiz faaliyetlerin azaltılması amacına hizmet etmektedir. Bu çalışmada üretim kayıp maliyetlerinin belirlenmesinde FTM yaklaşımından faydalanmanın, geleneksel maliyet yöntemine göre daha iyi sonuç vereceği düşünülmüştür.

Literatürde OEE ve FTM hakkında ayrı ayrı pek çok çalışma bulunmasına rağmen, üretim kayıp maliyetlerinin belirlenmesiyle ilgili olarak çok az sayıda çalışma mevcuttur fakat bu kayıpların FTM yöntemi felsefesi ile belirlenmesine yönelik çalışma ile karşılaşılmamıştır.

Çalışmada yukarıda bahsedilenler doğrultusunda bir performans göstergesi olan ve üretim kayıplarını tesbit etmekte kullanılan araç OEE ile üretim kayıplarının belirlendiği, FTM yönteminden faydalanılarak maliyetlerinin tesbit edildiği, zaman bazında belirlenen kayıpların üretim kayıp maliyetlerini hangi oranda oluşturduğunu

belirlemeye yönelik bir model oluşturulmuştur. Ve böylece yapılacak iyileştirme çalışmaları için önceliklendirme ve kaynak tahsisinin doğru bir şekilde yapılacağı etkin ve hızlı yönetim karar verme aracı tanımlanmıştır. Bu amaca ulaşmakta ise aşağıdaki hedeflerin adım adım gerçekleştirilmesi gerekmektedir;

Kayıp analiz sistematığı oluşturmak,

Maliyetler ile kayıplar arasındaki ilişkiyi kurmak,

TPM kapsamında ki iyileştirme çalışmaları ile geri kazanılabilecek maliyetleri departman bazında belirlemek,

Maliyetleri düşürmek için iyileştirme çalışma konu ve önceliklerinin belirlenmesi.

## **1.2 Literatür Özeti**

TPM felsefesinin kurucularından sayılan Nakajima (1988) OEE adı verilen ve ekipmanların tek başlarına olan verimliliğini ölçmeye çalışan bir metrik tanımlamıştır. Bu metrik kayıpları, kullanılabilirlik, performans ve kalite oranı adı altında tanımlamakta ve ölçmektedir. Bu performans ölçüm yöntemi, ekipman ve teçhizat verimliliğinin artırılmasında büyük rol oynamaktadır. Nakajima tezgah etkinliğini etkileyen kayıpları 6 kategoride tanımlamıştır [2].

Konopka ve Trybula (1996) OEE uygulamasının yer aldığı, kapasite kullanım darboğaz etkinlik sistemi adı verilen bir yöntem tanımlamışlardır. OEE de ölçülen kayıp zamanlarda ne kadar çıktı kaybı olduğunu belirlemeye yönelik yöntemde, hesaplamalarda yükleme zamanı yerine, takvim zamanı kullanılmaktadır [3].

Benjamin S.Blanchard (1997) a göre üretim kayıpları gerçekleşince, gidermek için ortaya çıkan bakım aktiviteleri için harcanan işgücü ve malzeme yüksek maliyetlere neden olmaktadır. Benjamin S.Blanchard bu durumu bir buzdağının görünmeyen yüzü gibi tanımlamış ve saklı maliyetler olduklarını ifade etmiştir. Bu durumun ise bazı ürünlerin ilk hesaplanandan daha yüksek maliyetler ile üretilmelerine neden olduğunu belirtmiştir. Blanchard çalışmasında, sistem tasarımının ilk aşamalarında TPM in sürekli iyileştirme felsefesi benimsenerek, ürün yaşam döngüsü maliyetlerinde azalmanın sağlanmasına yönelik sistem değerlendirme ve geliştirme prosesini sunmuştur [4].



Scott and Pisa (1998) OEE konusundaki çalışmaların önemli ve hala gelişmekte olduğuna değinip yetersiz bulduklarını belirtmişlerdir. Tezgah ve teçhizatların tek tek performanslarının ölçülmesinden ziyade, tüm fabrikanın performansını tespit etmek üzerine yoğunlaşılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Çünkü esas amaç olarak, işletmedeki bireysel yüksek performans yerine bütünlük yüksek performansın yakalanması gerektiği diğer bulgularıdır. Farklı, bağımsız sistem, alt sistem, makine ve prosesler arasındaki aktivite ve ilişkilerin bütünlüştürüldüğü çalışmaları ile literatüre yeni bir terim “ Toplam Fabrika Etkinliği” terimini kazandırmışlardır [5].

Jonsson ve Lesshammer, (1999) OEE yönteminin kullanıldığı performans ölçüm sistemi tasarlamışlardır. Üretim sahalarında OEE ile ölçülen kayıpların, kalite tekniklerini kullanan çalışanların oluşturduğu küçük grup aktiviteleri ile azaltılabileceğini ileri sürmüşlerdir [6].

Yamashina ve Kubo (2002) ya göre üretimde maliyetlerin düşürülmesi en önemli problemlerden birisidir. Bunun için özellikle son zamanlarda TPM, TQM(Total Quality Management), IE(Industrial Engineering) ve JIT( Tam Zamanında Üretim) gibi teknikler ve üretim sistemleri kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemler, etkili bir şekilde kullanılsalar bile maliyet düşüşlerini garanti etmemektedirler. Hatta uygulamaları sırasında, maliyette artışlar bile gözlenebilmektedir. Literatürde, üretim maliyetlerinin azaltılması için kullanılabilecek bir metodolojinin eksikliğini öne süren Yamashina ve Kubo , üretim kayıplarını tanımlayarak, üretim maliyetlerini düşürmeye yönelik sistematik bir yöntem tanımlamışlardır. [1]

Huang ve arkadaşları [2003], üretim sistemlerinin verimliliğini ölçmeye yönelik , genel çıktı etkinliği adı verilen OEE tabanlı bir yöntem tanımlamışlardır. Verimlilik açısından gelişimi açık noktaları belirlemek için, bu çalışmada kısıtlar teorisi ve duyarlılık analizi gibi yöntemler kullanmışlardır. Yöntemin uygulanabilirliği, gerçek bir örnek olay ile sunulmuştur. [7]

Ohwoon Kwon ve Hong Chul Lee (2004) TPM aktiviteleri ile yapılan iyileştirmeler sayesinde ne kadar kazanç sağlandığını finansal olarak tespit etmeye yönelik bir hesaplama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu modelin toplam tezgah etkinliğinin hesaplanabildiği tüm üretim süreçlerinde kullanılabildiğini ifade etmişlerdir [8].

Muchiri P, Pintelon L. ve diğeri (2008) ,Üretimde iyileştirmeye açık alanları tanımlamak için çeşitli üretim kayıplarının ortaya çıkarıldığı, performans ölçüm sistemini OEE göstergesini kullanarak oluşturmaya çalışmışlardır. İki farklı endüstri uygulamasına yer verilen çalışmada, teori ve pratik arasındaki farkı analiz etmeye çalışmışlar ve üretim kayıplarını ölçmeye ve sınıflandırmaya yönelik bir yapı oluşturmuşlardır [9].

FTM ilk olarak Kaplan ve Cooper (1998) tarafından geleneksel maliyet sistemine bir alternatif olarak sunulmuştur. Daha sonra ise farklı sektörlerde kullanımı giderek artmıştır. Kaplan ve Cooper FTM ürün ile ürünü üretmek için kullanılan kaynaklar arasında ilişki kurarak modeli tanımlamışlardır [10].

Verimlilik ve kalite geliştirmenin önemli olduğu günümüz koşullarında, FTM 'nin önemini artırdığını belirten Gunasekaran ve Sarhadi (1998), FTM 'nin üretim sektöründeki uygulamalarını içeren bir çalışma sunmuşlardır. Öncelikle literatür taramasını içeren çalışmada, çeşitli işletmelerde FTM sisteminin üretimde uygulamalarına yer verilmiş ve sonuçlar tartışılarak bir yöntem sunulmuştur [11].

Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme/Yönetim kavramı,geleneksel maliyetlendirmenin birtakım eksiklerini gidererek, stratejik karar vermede daha doğru kararlar alınmasına katkıda bulunmaktadır. Gupta ve Galloway (2003) çalışmalarında FTM / Yönetim ( Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme / Yönetim ) 'in karar vericilerin etkin karar vermelerini sağlayacak bir bilgi sistemi olarak nasıl kullanılacağıyla ilgili kavramsal bir yapı sunmuşlardır [12].

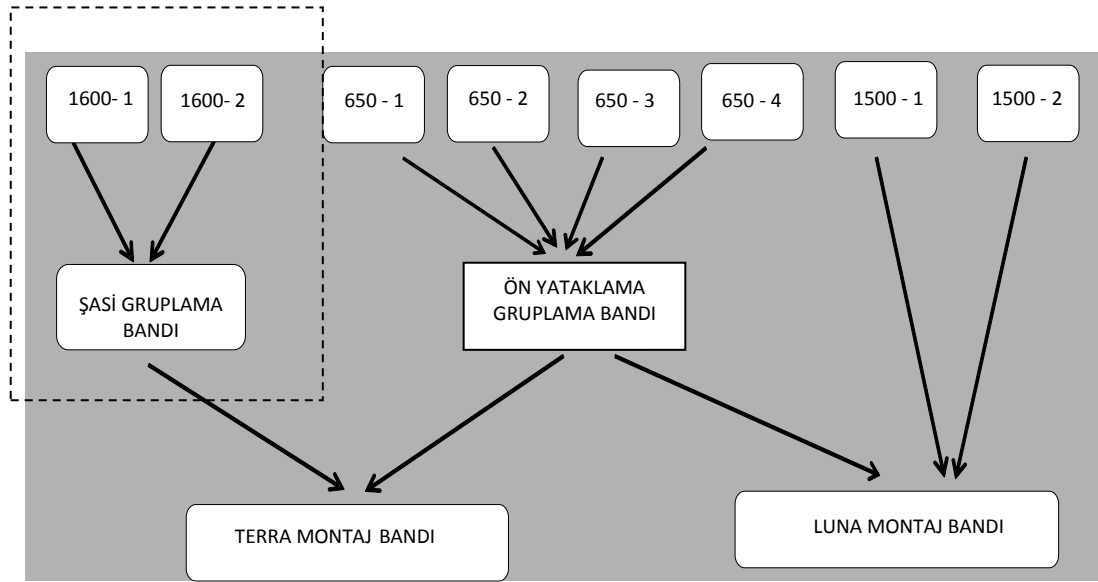
Rezaia ve arkadaşları (2008), Esnek üretim sistemlerinde ürün maliyetlerini hesaplamada, FTM yaklaşımı ile geleneksel maliyetlendirmenin birlikte kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. FTM yönteminin uygulanması aşamasında maliyet ağacı adı verilen bir yaklaşım kullanmışlardır. Her bir parça için kaynakları ve faaliyetleri tanımlamışlar ve farklı formüller kullanarak ürün maliyetlerini hesaplamışlardır. Örnek olaylarında her iki yöntemi kullanarak ulaştıkları sonuçlarda FTM yönteminin daha güvenilir olduğunu ortaya koymuşlar, aynı zamanda katma değerli ve katma değersiz olmayan faaliyetlerin belirlenmesi sonucu, iyileştirme alanlarının tanımlanabildiğini göstermişlerdir. [13]

## 1.3 Metodoloji

### 1.3.1 Üretimde kayıp analizi

#### 1.3.1.1 Pilot tezgah seçimi

Çalışmanın yapılacağı üretim sisteminde teçhizatların performanslarının ölçüm ve takibi için, kayıpların sistematik bir şekilde belirlenmesini sağlayan ve bu kayıplardan yola çıkarak, genel bir performans oranı elde edilen OEE izleme ve takip yöntemi kullanılmaktadır. Buradan yola çıkılarak, pilot olarak seçilen tezgahta kayıp zaman analizi yapılarak tüm kayıpların tanımlanması sağlanacaktır.



Şekil 1.1 : Plastik üretim iş akış şeması

Uygulama yapmak üzere, kurutucu işletmesinde tezgah sayısının en fazla olduğu, iç üretim takımına bağlı bölüm olan plastik üretim birimi seçilmiştir.

Plastik üretim bölümü Çamaşır Kurutma Makinesinin plastik şasi grubunu ve ön yataklama grubunu üretmektedir. Plastik hammadde öncelikle, plastik enjeksiyon tezgahlarına alınır ve burada parçalar basılır, daha sonra elde edilen parçalar montaj bantlarında gruplanır ve bu gruplu parçalar ana montaj bandına iletilir. Yukarıdaki Şekil 1.1'de Plastik Şasi Grubunun ve Ön Yataklama Grubunun iş akışı verilmektedir. İşletmede Terra ve Luna olmak üzere başlıca iki model ayrı montaj bantlarında üretilmektedir.

1600 – 1 tezgahında terra model üst şasi parçası, 1600 -2 tezgahında ise terra model alt şasi parçası basılmaktadır. Alt ve üst şasi parçaları yaşlandırma yapıldıktan sonra şasi gruplama bandında şasi grubu haline getirilmekte ve Terra montaj bandına, bitmiş ürünün bir parçası olmak üzere gönderilmektedir. 1500 -1 tezgahında Luna üst şasi parçası, 1500 – 2 tezgahında ise Luna alt şasi parçası basılmaktadır. Luna model şasi, terra modelde olduğu gibi, gruplanmamakta, doğrudan Luna montaj bandına iletilmektedir. 650 ton tezgahlarda ise üretim programının uygunluğuna bağlı olarak, terra model için, petekli ve düz önyataklama ile petekli ve düz önyataklama kapağı, Luna model için ise ön yataklama iç ve dış parçaları basılmaktadır. İç ve dış önyataklama parçaları ön yatak gruplama bandında gruplanıp, Luna montaj bandına iletilmektedir. Bazı terra ürünlerde Petekli ön yataklama ile petekli ön yataklama kapağı, Gruplama bandında gruplanmakta ve Terra montaj bandına gönderilmekte iken, bazı terra ürünlerde ise düz ön yataklama kullanılmakta ve aynı şekilde akışı takip etmektedir.

Birbiri ardı sıra işlemlerin gerçekleştiği üretim sistemlerinde, bir tezgahta meydana gelen kayıp, ardışık tezgah yada montaj bantalarında da kayba neden olmaktadır. Bu nedenle modelimizde ele alınan pilot tezgahtaki kayıpları incelerken, sistemde meydana gelen kayıpları göz ardı etmemek ve modelin doğru sonuç vermesini sağlamak üzere , pilot tezgah seçiminde bu noktaya dikkat edilmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği üzere, şasi parçaları şasi gruplama bandına gelmeden önce, enjeksiyon tezgahlarından çıktıktan sonra, yaşlandırmaya tabi tutulmaktadırlar. Yaşlandırma işlemi nedeni ile, tezgahlarda yaşanan kayıplar bir sonraki operasyonları etkilememekte, şasi parçaları emniyet stoğu vazifesi görmektedir. Bu nedenle çalışmanın uygulama bölümünde üst şasi parçasının üretildiği 1600-2 tezgahı incelenecektir.

### **1.3.1.2 Üretim kayıplarının belirlenmesi**

Kayıp zamanların analiz edilmesi için öncelikle, hangi tür kayıpların nerelerde meydana geldiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için, Şekil 1.2’ de ekipmalarda 16 büyük kaybın gerçekleşme durumlarını gösteren matris kullanılmaktadır. Böylece ekipmanın performansı ve kayıp oranı ile, bu kayıpların nelerden meydana geldiği belirlenmekte ve takip edilmektedir. Ayrıca OEE ve

kayıpların bir arada gösterildiği grafik ile bu değerlerin görsel olarak ifade edilmesi de kullanılan bir yöntemdir.

	MAKİNE							İŞGÜCÜ					MALZEME VE ENERJİ			Kayıplar	OEE	
	Arıza	Setup	Başlama Kayıpları	Kesici, Jig Değişimi	Hız Düşümü	Küçük Duruşlar	Hatalı Üretim,tamir	Kapatma Kaybı	Yönetim Kayıpları	Hat Organizasyon Kayıpları	Manipülasyon	Hareket Kayıpları	Ölçme ve Ayar	Malzeme kayıpları	Enerji Kayıpları			Kalıp, fixtüre ve jig kayıpları
TEZGAH																		
<b>1600-1</b>																		
(%)																		
<b>1600-2</b>																		
(%)																		
<b>1500-1</b>																		
(%)																		
<b>1500-2</b>																		
(%)																		

Şekil 1.2 : Üretimde 16 büyük kayıp

## **1.3.2 Üretim maliyetlerinin belirlenmesi**

### **1.3.2.1 Üretim maliyeti**

Üretim maliyetleri, üretim adedine bağlı olmayan sabit maliyetler ile adede bağlı olan değişken maliyetlerden oluşmaktadır. Amortisman maliyeti, sabit maliyet, malzeme, direkt işçilik, indirek işçilik, enerji, tamir bakım, küçük demirbaş, işletme malzemesi gibi giderler değişken maliyetleri oluşturmaktadır .

İşletmelerde ürün maliyetleri finans bölümü tarafından hesaplanmaktadır. Ürün farklı proseslerden farklı maliyetler yaratarak geçmektedir. Ve bu proseslerin maliyetlerini tespit etmek için, toplam maliyetin proseslere göre ayrımı yapılmaktadır. Çalışmada bu ayrım faaliyet tabanlı maliyetlendirme felsefesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fakat tüm işletme maliyetleri değil, sadece üretim birimi maliyetlerinin dağıtılmasına odaklanılmıştır ve bu dağıtım yapılırken FTM yöntemi prensipleri benimsenmiştir.

### **1.3.2.2 Faaliyetlerin tanımlanması**

FTM maliyet sisteminin en önemli aşamalarından biri faaliyetlerin belirlenmesidir. Özellikle kayıp analizinde amaç, ortaya çıkan katma değersiz fakat maliyete neden olan aktiviteleri tanımlamak olduğu için, FTM yaklaşımı uygun görülmüştür. Burada amaç özellikle destek faaliyetler sırasında ortaya çıkan indirekt giderlerin maliyetlendirilmesidir. Tüm işletme açısından bir süreç değerlendirme yapmak faaliyetlerin tanımlanması açısından fayda sağlamıştır. Daha sonra çalışmanın uygulama alanının faaliyetleri, uygun bir biçimde sınıflandırılmıştır. Çalışmada süreç geliştirme veya yeni süreç tasarımıyla ziyade, kayıp analizi için bir alt yapı oluşturmak hedeflendiğinden, faaliyetler çok fazla ayrıntıya girmeden değerlendirilmişlerdir.

### **1.3.2.3 Faaliyetlerin maliyetlendirilmesi**

Faaliyetler tanımlandıktan sonra bu faaliyetlerin maliyetlendirilmesi gerekmektedir. Bazı giderler faaliyetlere doğrudan aktarılabilecek iken ,bazılarının faaliyetler tarafından ortak kullanılan bir yapıda olduğu görülmüştür. Bu durum da faaliyetlerin maliyetlendirilmesi için, maliyet ile faaliyet arasında sebep sonuç ilişkisi kurulan maliyet etkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Faaliyetlerin belirlenmesi aşamasındaki gibi, gözlem ve görüşmeler yapılarak maliyet etkenleri belirlenmiş ve

daha sonra kaynakları tüketme durumlarına göre maliyetler faaliyetlere, maliyet etkenleri yardımı ile dağıtılmışlardır.

### **1.3.2.3 Üretim birimi maliyetlerinin belirlenmesi**

FTM’de faaliyet maliyetleri belirlendikten sonra, ürün maliyetlerinin belirlenmesi aşamasına geçilmektedir. Çalışmada ürün maliyetini oluşturan faaliyetler ve buralardaki kayıplar üzerinde durulmaktadır. Yani alt şasi parçasının basıldığı 1600-2 tezgahı maliyetlerine ulaşmak hedeflenmiştir. 1600-2 tezgahının faaliyetleri hangi oranda tükettiği ise, faaliyetlerin maliyetlendirilmesinde olduğu gibi ,maliyet etkenleri yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

### **1.3.3 Kayıp maliyet analizi**

Farklı proseslerdeki üretimi gerçekleştirmek için, prosesin özelliklerine göre farklı maliyetlere katlanması gerekmektedir. Proseslerde kayıplar meydana geldikçe, maliyetler artmaktadır. Çünkü harcamalar devam ederken, katma değerli faaliyetler oluşmamaktadır. Eğer bu kayıplar çeşitli iyileştirilme faaliyetleri ile engellenebilirse, bu maliyetler azaltılabilecektir. Bu nedenle bahsedilen kayıpların maliyetleri “Geri Kazanılabilecek Maliyetler” olarak tanımlanmıştır.

#### **1.3.3.1 Kayıp zamanların faaliyetler ile ilişkilendirilmesi**

Tezgahların aylık fiili çalışma maliyetleri elde edildikten sonra, aylık fiili çalışma süresine bölünerek, tezgahın saatlik maliyeti elde edilebilmektedir.

Prensip olarak, proseste herhangi bir duruş meydana geliyor ise, o süreye karşılık gelen maliyetler kayıp anlamına gelmektedir. Fakat bazı duruşlar sırasında tüm maliyetler tam olarak gerçekleşmez. Örneğin arıza sırasında makine enerji çekmez ya da kısmen enerji çeker. Bu nedenle hangi kayıp oluşurken, hangi maliyetlerin hangi oranlarda kaybolacağı tespit edilmiş ve bir matris yardımıyla analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu matris oluşumu daha iyi açıklanabilmek için, bu bölümde kayıplar ve faaliyetler için birtakım göstergeler kullanılacaktır.

Kaynaklar,  $K_i$  ( $i= 1, 2, \dots, 12$ ) sırası ile, Direkt İşçilik  $K_1$ , Teknisyenlik Faaliyetleri  $K_2$ , vb. üretim birim maliyetlerinin elde edilmesi aşamasında kaynak tanımlanmaktadır.



Kayıplar  $D_j$  ( $j=1,2,\dots,16$ ) sırası ile gösterilecektir. Örnek vermek gerekirse, Arıza Kaybı  $D_1$ , Setup Kaybı  $D_2$ , gibi. Bu kayıp süreler üretim kayıplarının belirlenmesi aşamasında elde edilmektedir.

Kaynak,  $K_i$  ( $i= 1, 2,\dots, 12$ ) saatlik maliyeti ( $MK_i$ ) olarak tanımlanmıştır.

Bölümün en önemli aşaması, kayıpların faaliyet maliyetlerini tüketme ve kayba neden olma oranlarının ( $TK_iD_j$ ) tespit edilmesidir. Bu amaçla işletmede faaliyetlerden sorumlu kişiler ile yüzyüze görüşmeler yapılmış ve oluşan kayıpların maliyetlerde ne kadar kayıp yarattıkları Çizelge 1.1 deki Kayıp- Kaynak tüketim oranı matrisi kullanılarak tespit edilmiştir.

Direkt işçilik faaliyetleri, tezgahta üretim faaliyetinin yerine getirilmesi anlamına gelmektedir. Proseste meydana gelen her türlü duruş, üretimin gerçekleşmesini engellemekte ve kayba neden olmaktadır.

Organizasyon yapısı nedeni ile tezgahlarda arızalar meydana geldiğinde, takım teknisyenlerinin bilgilerinin olması gerekmesi, ve ilk müdahale ile giderilemeyen durumlarda, mühendisten önce teknisyen müdahalesinin gerekmesi nedeni ile arıza kayıpları teknisyen faaliyetlerinde %50 lik kayba neden olmaktadır.

Kalıp bakım ve arıza bakım durumlarında, bu faaliyetlerin dışındaki faaliyetlerde kayıp oluşmamaktadır.

Mühendislik ve yönetim faaliyetlerinde de teknisyenlik faaliyetlerinde olduğu gibi, arıza duruşlarında, bu faaliyetlerin tüketilmesinden dolayı, kayıp %50 oranında ortaya çıkmaktadır.

Sabit kıymet tamir bakım masraflarının, periyodik bakım faaliyetleri dışında, arızalarda tüketiliyor olması kayba neden olmaktadır. Küçük demirbaş ve işletme malzemesi maliyetlerinde ise, hatalı ürün kayıpları maliyette kayba sebep olmaktadır. Ayrıca tüm duruşlar işletme malzemesinde belli oranda kayıp yaratmaktadır.

Arızalar sırasında tezgah belli oranda enerji çektiği için, %20'lik kayıp yarattığı tespit edilmiştir. Tüm kayıplar amortisman maliyetlerinde kayba neden olmaktadır.

**Çizelge 1.1: Kayıp göstergeleri**

KAYIPLAR	GÖSTERGE
Arıza	Arıza nedenli duruş süresi (saat/ay): SD1, Arıza Kaybının(D1) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): T KiD1
Setup	Setup nedenli duruş süresi (saat/ay): SD2, Setup Kaybının(D2) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD2
Başlama Kaybı	Başlama kaybı nedenli duruş süresi (saat/ay): SD3, Kaybın (D3) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD3
Kesici Jig Değişimi	Kesici jig değişimi nedenli duruş süresi (saat/ay): SD4, Kaybın (D4) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD4
Hız Düşümü	Hız düşümü nedenli kayıp süre (saat/ay): SD5, Kaybın (D5) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TD5Ki
Küçük Duruşlar	Küçük Duruş nedenli kayıp süre (saat/ay): SD6, Kaybın (D6) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD6
Hatalı Üretim, Tamir	Hatalı Üretim nedenli kayıp süre (saat/ay): SD7, Kaybın (D7) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD7
Kapatma Kaybı	Kapatma Kaybı nedenli duruş süresi (saat/ay): SD8, Kaybın (D8) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD8
Yönetim Kayıpları	Yönetim nedenli duruş süresi (saat/ay): SD9, Kaybın (D9) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD9
Hat Organizasyon Kaybı	Hat organizasyonu nedenli duruş süresi (saat/ay): SD10, Kaybın (D10) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD10
Manipülasyon	Manipülasyon nedenli duruş süresi (saat/ay): SD11, Kaybın (D11) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD11
Hareket Kayıpları	Hareket kaybı nedenli duruş süresi (saat/ay): SD12, Kaybın (D12) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD12
Ölçme ve Ayar	Ölçme ve Ayar nedenli duruş süresi (saat/ay): SD13, Kaybın (D13) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiD13
Malzeme Kayıpları	Kayıp sürelerde oluşan hurda ürün sayısı (q) * Birim ürün malzeme maliyeti ( m)
Enerji Kayıpları	Duruş süresi (saat/ay): SDj(j=1,2....16) , Kaybın (Dj) Kaynak (Ki)( i=1,2....12)Tüketim Oranı (%): TKiDj

**Çizelge 1.2:** Kayıp – kaynak tüketim oranı matrisi

	Mekanik Arıza (D1a)	Elektrik Arıza (D1b)	Kalıp Arızası (D1c)	Tezgah Ayarı (D2a)	Insert Değişimi (D2b)	Kalıpta Parça Kalması (D1d)	Hız Kaybı (D5)	Hatalı Ürün İşçilik Kaybı (D7)	Başlama Kaybı (D3)	Yönetim (D9)
<b>Direkt İşçilik Faaliyetleri (K1)</b>	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100
Teknisyenlik Faaliyetleri (K2)	% 50	% 50	% 50	% 100	% 100	% 50	% 100	% 100	% 100	% 100
Kalıp Bakım (K3)	% 0	% 0	% 70	% 70	% 70	% 0	% 0	% 0	% 0	% 0
Arıza Bakım (K4)	% 70	% 70	% 70	% 0	% 0	% 70	% 0	% 0	% 0	% 0
<b>Endirekt İşçilik Faaliyetleri</b>										
Mühendislik Faaliyetleri (K5)	% 50	% 50	% 50	% 100	% 100	% 50	% 100	% 100	% 100	% 100
Yönetim Faaliyetleri (K6)	% 50	% 50	% 50	% 100	% 100	% 50	% 100	% 100	% 100	% 100
<b>İdari Faaliyetler</b>										
İşletme Malzemesi (K7)	% 20	% 20	% 20	% 20	% 20	% 20	% 20	% 100	% 20	% 20
Küçük Demirbaş (K8)	% 0	% 0	% 0	% 0	% 0	% 0	% 0	% 100	% 0	% 0
Sabit Kıymet Tamir Bakım (K9)	% 70	% 70	% 70	% 0	% 0	% 70	% 0	% 0	% 0	% 0
<b>Tamir Bakım Faaliyetleri</b>										
Elektrik (K10)	% 20	% 20	% 20	% 100	% 100	% 20	% 100	% 100	% 100	% 100
Su (K11)	% 20	% 20	% 20	% 100	% 100	% 20	% 100	% 100	% 100	% 100
Amortisman (K12)	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100

### 1.3.3.2 Kayıp maliyetlerinin belirlenmesi

Elde edilen tezgah saatlik maliyeti ile kayıp zamanların toplam maliyeti hesaplanmaktadır. Fakat bahsedildiği gibi kayıp zamanların maliyetlerde farklı oranlarda gerçekleşmesinden dolayı, kayıp - faaliyet matrisinde belirtilen değerlerden yararlanılarak tüm maliyetin içindeki kayıp maliyetler hesaplanabilmektedir.

Kayıp maliyetinin belirlenmesi formülasyonu şu şekildedir (1.1);

$$\text{Kayıp Maliyeti} = \sum_{i=1}^{12} (\sum_{j=1}^{16} MKi * SDj * TKiDj) \quad (1.1)$$

Kayıp maliyet kalemlerini, hangi tür performans eksikliklerinin oluşturduğu ve toplamdaki payları tespit edildikten sonra, sonuçlar doğrultusunda kayıpları gidermeye yönelik faaliyetler planlanmaktadır. Özellikle TPM uygulayan işletmelerde Kobetsu Kaizen komitesinin kaizen konu başlıklarını oluşturmada kullanabileceği bir yöntem elde edilmiş olmaktadır. Bu iyileştirmeler sonucunda hesaplanan kayıpların büyük bir çoğunluğu geri kazanılabilecektir.

### 1.3.3.3 İyileştirme konularının tespit edilmesi

Kayıp maliyetleri belirlendikten sonra, en yüksek olan faaliyetler için çeşitli iyileştirme konu başlıkları açılmalı ve özellikle çalışma ekipleri oluşturularak faaliyetler düzenlenmelidir. Yapılan çalışmalar sonucunda geri kazanılan maliyetler ve getiriler yine aynı yöntem ile hesaplanmalıdır.



## 2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM

### 2.1 TPM Tanımı

TPM üretim faaliyetlerine katılan tüm çalışanların katılımını gerektiren, operatörlerin sorumlu oldukları makine ve teçhizat hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlayıp, “benim makinem” felsefesini benimsemelerini amaçlayan, böylece arızaları ve kayıpları önleyerek ekipman etkinliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen bir yaklaşımdır.

TPM özgün bir Japon yönetim sistemidir. 1950 ve 1960 yılları arasında ABD’de çok popüler olan koruyucu bakım PM (Preventive Maintenance) prensiplerinin, İngilizcede JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) olarak ifade edilen (Japon Fabrika Bakım Enstitüsü) başkanı Seichi Nakajima tarafından sistemli bir şekilde geliştirilmesi ile 1971 yılında ortaya çıkmıştır.

TPM kavramı ilk olarak üretim departmanlarında ortaya çıksa da, daha sonraları tüm işletme düzeyinde uygulama alanı bulduğu görülmektedir. Üretim alanlarından sonra, ofisler, mühendislik sektörü ve satış gibi departmanlara yayılmasıyla birlikte uygulamadaki başarısının arttığı görülmüştür. Bu nedenle aşağıdaki Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de her iki anlamıyla, “Üretim Alanı” ve “Fabrika Geneli” TPM tanımları yer almaktadır [14].

**Çizelge 2.1:** TPM tanımı (üretim alanı)

<b>TPM (ÜRETİM ALANI)</b>
1- TPM, ekipman verimliliğini maksimize etmeyi hedefler.
2- TPM, ekipmanın hayat döngüsü boyunca, bütünsel koruyucu bakım faaliyetlerini içeren bir sistem kurmayı hedefler.
3- TPM, faaliyetleri ekipmanı kullanan, planlamasından sorumlu olan ve bakım faaliyetlerini yerine getiren tüm operatörleri kapsar.
4- TPM, üst yönetimden, operatörlere tüm çalışanların katılımına dayanır.
5- TPM, koruyucu bakımı küçük grup aktiviteleri gibi motivasyon tekniklerini kullanarak gerçekleştirir.

**Çizelge 2.2: TPM tanımı (fabrika geneli)**

<b>TPM (FABRİKA GENELİ)</b>
1- TPM, tüm üretim sisteminin verimliliğini maksimize etmeyi hedefler.
2- TPM, tüm üretim alanındaki ve nihai üründeki tüm kayıpların önlenmesini amaç edinir. Bunu da üretim sistemi yaşam döngüsü boyunca, “sıfır kaza, sıfır hata, sıfır arıza” felsefesini benimseyen bir sistem kurarak gerçekleştirmeye çalışır.
3- TPM, üretim, yönetim ve tüm destek departmanlar da uygulanır.
4- TPM, üst yönetimden, operatörlere tüm çalışanların katılımına dayanır.
5- TPM, felsefesi olan “Sıfır Kayıp”ı küçük grup aktiviteleri ile gerçekleştirmeyi hedefler.

TPM’deki toplam kelimesi şu anlamları ifade eder [2];

**Toplam Etkinlik:** TPM’in ekonomik etkinliği ve karlılığı sağlaması durumunu belirtmektedir.

**Toplam Bakım Sistemi:** TPM’in Önleyici bakım, koruyucu bakım ve tüm bakım faaliyetlerinin geliştirilebilir olduğunu ifade etmektedir.

**Toplam Katılım:** Özellikle operatörlerin gerekli eğitim desteği sağlanarak, küçük grup aktiviteleri ile iyileştirme faaliyetlerine katılımını, böylece yukarıdan aşağıya tüm çalışanların katılımını hedeflemektedir [15].

Arıza ve hataların en büyük etkenlerinden biri insan faktörüdür. Arızalar oluştuğunda üretimin tümünde kayıplar meydana gelir. Bu nedenle tek bir arıza bile bir fabrikanın tamamında aksamalara yol açabilir.

Arızalı ekipmanın alışılmamış derecede ses yapması yada titreşim oluşması normal olmayan bir durumun göstergesidir. Eğer çalışan operatörler bunu önceden tespit edebilecek bilgiye sahip iseler arızaları oluşmadan önlemek mümkün olacaktır. Arızaları azaltmanın ve hatta ortadan kaldırmanın en etkili yolu TPM sisteminin uygulanmasıdır.

### **2.1.1 TPM gelişiminin 5 prensibi**

Aşağıda TPM gelişimi ilkeleri yer almaktadır [14] ;

- 1- Üretim verimliliğinin sağlanması için sistem kurulması;
  - ✓ Kobetsu Kaizen
  - ✓ Otonom Bakım
  - ✓ Planlı Bakım
  - ✓ Operatör ve Bakımcıların Eğitimi
- 2- Yeni ürün ve ekipman için akış kontrol sisteminin kurulması
- 3- Kalite bakım sisteminin kurulması
- 4- Ofis TPM
- 5- Sağlık, hijyen ve çevre koruma sisteminin oluşturulması.

TPM ürün kalitesinin, verimliliğin ve güvenliğin sürekli iyileştirilmesi için, organizasyonun tüm departmanları arasında, özellikle üretim ve bakım bölümleri arasında sinerjik ilişkilerin olmasını sağlar [16].

### **2.1.2 TPM prensiplerinin açıklımı**

Ekipman verimliliğini artırmak için, ekipman ile ilgili tüm çalışanların katılımının sağlanacağı ve yönetici ile yönetici yardımcılarının liderlik edebileceği küçük grup çalışmaları yapılmaktadır. Bu faaliyetler “Kobetsu Kaizen” olarak adlandırılmaktadır. Kaizen yaklaşımının bir yönetim felsefesi olarak, TQM, JIT, TPM ve yeni ürün geliştirme aktiviteleri arasında birleştirici bir rol üstlendiği savunulmaktadır [17] .

Bakım departmanı planlı bakım için sistem kurmaktadır. Böylece arıza kaynaklı üretim aksamalarının önüne geçilebilecektir. Bu faaliyet ise “ Planlı Bakım” olarak adlandırılmaktadır.

Planlama, üretim mühendisliği gibi departmanlar bakım önleme sisteminin yaygınlaştırılması için çalışmalıdırlar. Bakım gerektirmeyecek ekipmanın tasarlanması ve ekipmanın kurulumu yapıldıktan sonra en kısa sürede faaliyetlerin gerçekleşmesi için çaba göstermelidirler.



TPM' in geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıyla ilgili bölüm, eğitim programının hazırlanması ve gerçekleştirilmesinden sorumludur.

## **2.2 TPM Gelişiminde 12 Adım**

TPM uygulamasında başarıyı yakalamak için, belli bir zaman programına yayılmış 12 adımı içeren bir süreci izlemek gerekmektedir [2].

### **2.2.1 Üst yönetim TPM deklarasyonu**

Üst yönetimin TPM' den beklentilerini çalışanlara aktardığı başlangıç deklarasyonu yapılması.

### **2.2.2 TPM başlangıç eğitimi ve TPM kampanyası**

TPM' in asıl amacı insan kaynağı ve ekipmanı geliştirerek, şirket kültürünü değiştirmek olduğu için, ilk olarak TPM felsefesi hakkında tüm çalışanları bilgilendirmeyi hedefler. Bu amaç sadece üretimde çalışanları değil, tüm organizasyon çalışanlarını kapsamaktadır. Eğitim verilmeden yapılan çalışmalar, başarıya giden yolda bir engel teşkil etmektedir. TPM başlangıç aşamasında özellikle Japonya'daki işletmeler motivasyon, yetkinlik ve çalışma ortamı faktörlerini geliştirmeye ve iyileştirmeye önem vermektedirler [18].

### **2.2.3 Model Uygulama**

Yeni yönetim tarzının benimsendiği model uygulamalar başlatılır. Bu modellerde uygulamalar yapılıp, başarıya ulaşıldıktan sonra tüm fabrika geneline yaygınlaştırma yapılır.

### **2.2.4 TPM prensiplerinin ve hedeflerinin belirlenmesi**

TPM'in uygulanmasını sağlamak başlı başına bir hedefdir. TPM'de hedeflerin belirlenmesi için öncelikle mevcut durumun analiz edilmesi gerekmektedir. Bunun için kayıplar saptanır ve giderilmesine yönelik hedefler belirlenir. Bu durumda hedeflerin zorlayıcı olması önem taşımaktadır. Aksi takdirde iddiasız, basit hedeflere ulaşmak dahi zordur. Öncelikle analizler sonucu organizasyonun hedefleri üst düzey tarafından belirlenir, daha sonra bu hedefler doğrultusunda , departmanların

hedefleri oluşturulur ve en sonunda ise üretim alanındaki bölümlerin hedefleri açıklanır. Böylece üst düzeyden en alt kademeye kadar, organizasyonun stratejik hedefleri doğrultusunda, hedef yayılımı gerçekleştirilmiş olmaktadır [19].

### **2.2.5 TPM gelişimi için ana plan hazırlanması**

TPM hazırlık aşamasından gelişim aşamasına kadar yapılacak faaliyetlerin planlanması gerekmektedir. Bu plan organizasyonu PM ödülüne götürecektir ayrıntıda hazırlanmalı ve gerektiğinde revizeler yapılabilir [2].

### **2.2.6 TPM başlatma**

TPM giriş hazırlık aşamaları, organizasyonda ki üst ve orta derecede ki kişiler tarafından yerine getirilmektedir. Bu sistemin alt yapısını oluşturduktan sonra uygulamaların tüm organizasyona yayılmasını sağlamak gerekmektedir. Tüm çalışanların üst yönetim ile fikir birliğini sağlamak amacıyla bir toplantı düzenlenir. TPM başlama vuruşu “ Kick-Off” denilen bu toplantıda, organizasyonun en üst düzey kişisi tarafından, TPM hedefleri ve prensipleri ile TPM ana plan çalışanlar ile paylaşılır.

### **2.2.7 Ekipman etkinliğini yükseltmek için sistem kurulması**

#### **2.2.7.1 Ekipman etkinliği için kobetsu kaizen**

Kobetsu kaizen, çalışanlar tarafından oluşturulan grupların, kayıpları çeşitli yöntemler yardımı ile gidermeye yönelik faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu uygulamaların başında kronik kayıplar açısından en kötü durumdaki ekipmanın seçileceği bir pilot uygulama yapmak doğru olmaktadır. Böylece elde edilecek faydalar net bir biçimde gösterilebilecek ve TPM faaliyetlerinin ekipman etkinliğini artırmada ne derece faydalı olduğu gözlemlenecektir [15].

#### **2.2.7.2 Otonom bakım (jishu hozen) sisteminin kurulması**

Otonom bakım çalışanların çalıştıkları ekipman üzerinde gerekli bazı bakım işlemlerini yapması anlamına gelmektedir. Otonom kelimesinden de anlaşılacağı üzere, operatörlerin bakım departmanından bağımsız olarak, ekipmanlarının bakımında kendi kendilerine yeterli rol almaları için gerekli aktiviteleri kapsamaktadır. Otonom bakım çok sistematik ve adım adım takip edilen bir süreci

kapsamaktadır. Operatörlerin makineler ile ilgili ilk yapmaları gereken şey, temizlik, kontrol, yağlama ve sıkma ile tezgahlar için normal olan koşulların sağlanmasıdır.

Otonom bakım 7 adımda uygulanabilmektedir [15];

1. Temizlik ve kontrol
2. Karşı tedbirler
3. Geçici standartların oluşturulması
4. Eğitim ve genel kontrol
5. Otonom kontroller
6. Standartlaştırma
7. Tam otonom bakım

Yöneticiler her otonom bakım adımını denetlerler ve eğer takım yeterli bulunursa bir sonraki seviyeye geçilebilir.

### **1. Temizlik**

Ekipmanın kir ve tozdan temizlenip, korunmasını kapsamaktadır. Bu aktiviteler küçük unsurların açığa çıkmasına yardımcı olmaktadır.

### **2. Karşı Tedbirler**

Kirlenme nedenleri araştırılarak, temizlenmesi zor bölgelerin kolay temizlenebilir hale getirilmesi için çalışılmalıdır. Böylece kirlenmenin önüne geçilerek, temizlik için harcanan zaman kaybının önüne geçilmektedir [15].

### **3. Geçici Standartların Oluşturulması**

Genel temizlik işlemlerinden sonra, geçici otonom bakım standartlarının oluşturulması amaçlanır.

İlk üç aşama ekipmanı kötüye gidişten koruyacak aktivitelerdir. Bunlar, temizlik, yağlama, ve civataların sıkılması gibi işlemler ile makinenin günlük çalışması için gerekli olan koşulları sağlamayı kapsar.

#### **4. Eğitim ve Genel Kontrol**

Çalışan operatörlere bakım konularında çeşitli ( filtreler, yağlayıcı, basınçlı hava sistemi) eğitimler verilir. Böyle çalışan kişi bakımı ne şekilde yapacağını bilir ve ekipman üzerinde tespit ettiği küçük çaplı hataları düzeltebilir.

#### **5. Otonom Kontroller**

Otonom bakım faaliyetlerine başlanarak, ekipmanların istenilen şekilde çalışması sağlanmış olur.

#### **6. Standartlaştırma**

3. adımda oluşturulan geçici standartlar yerine kalıcı standartlar tanımlanmaktadır.

#### **7. Tam Otonom Bakım**

Gerçek otonom bakım faaliyetlerinin başlamasıdır. Bu seviye her takımın birbirinden bağımsız olarak bakım aktivitelerini sürdürdüğü ve TPM' in gerçek bir iş haline geldiği adımdır.

##### **2.2.7.3 Planlı bakım**

Planlı bakım da amaç arızaların olmadığı makine ve teçhizatlara sahip olmaktır. Arıza durumu makinenin tanımlanmış fonksiyonunu kaybetmesi durumudur. Arıza buzdağının sadece görünen kısmıdır. Bunların temelinde gizli bozukluklar yatmaktadır ve TPM arızaları önlemek için gizli bozuklukların ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Bakım departmanı tarafından oluşturulur, bakım personelinin uyumlu hızlı ve sistematik çalışmalarıyla başarı sağlanabilir [20].

Düzeltilici bakım, zamana dayalı bakım, koruyucu bakım sistemlerinin kesinlikle kurulması gerekmektedir. Planlı bakım uygulama aşamaları şu şekildedir;

- ✓ Mevcut durum ve ölçüm kriterlerinin belirlenmesi,
- ✓ Otonom bakım desteği ve bozulmayı düzeltme,
- ✓ Veri toplama ve değerlendirme sisteminin kurulması,
- ✓ Periyodik bakım sisteminin kurulması, yedek parça ve yağlama yönetimi,
- ✓ Kestirimci bakım sisteminin kurulması,

✓ Değerlendirme ve bütçe sistemi.

#### **2.2.7.4 Üretim ve bakım elemanlarının eğitim düzeyinin yükseltilmesi**

Gerekli bilgi, beceri ve eğitime sahip olmayan çalışanlardan yüksek derecede başarı ve yaratıcılık beklemek doğru olmamaktadır. Bu nedenle özellikle makine ve teçhizat ile birebir ilişki içinde olan çalışanların eğitim düzeylerinin yükseltilmesi gerekmektedir. TPM uygulayan işletme iş başı eğitimleri ve dışarıdan alınan eğitimler ile çalışanların bireysel beceri seviyesini yükselterek TPM uygulamalarında ortak performans gelişimine katkıda bulunmayı hedeflemelidir. Ayrıca TPM'in bir diğer amacında vasıflı çalışanların yetiştirilmesidir [19].

#### **2.2.8 Yeni ürün ve ekipman için başlangıçta kontrol sisteminin kurulması**

Ürünlerin tasarım aşamasında kolay üretilebilir olmalarına dikkat edilmelidir. Özellikle ürünün ilk seri üretime geçişinde hatasız olması hedeflenmelidir. Aynı şekilde satın alınan makine ve ekipman ilk devreye alınmasında hatasız olarak seri üretime geçmesi amaç edinilmelidir. Kullanılacak ekipmanın kullanımının, temizliğinin, bakımının kolay olması, set-up sürelerinin kısa olması ve çalıştırılmasının masrafsız olması büyük önem taşımaktadır.

#### **2.2.9 Kalitede bakım sisteminin kurulması**

Hataların oluşmasına imkan vermeyen sistemlerin tasarlanması hedeflenmelidir. Müşteri şikayetleri, üretim hurdaları ve yeniden işlemler gibi konular incelenmeli ve çözüme ulaştırılmalıdır.

#### **2.2.10 Ofis TPM**

Bu aşamada TPM felsefesinde de belirtildiği gibi, TPM in sadece üretimde çalışanları değil, ofislerde çalışanları da kapsadığı mantığı oluşturulmaktadır. Malzeme temininden ürünün müşteriye teslim edilmesine kadar geçen sürecin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Mali işler, üretim planlama, üretim mühendisliği vb.gibi birimleri kapsamaktadır [15].

### **2.2.11 Hijyen ve eğitimin sağlanması**

Sağlıklı ve güvenli çalışma ortamının sağlanması hedeflenmektedir. Bu aşamada sıfır kaza ve sıfır kirlilik sağlanmaya çalışılmaktadır. TPM'i başarı ile uygulayan işletmelerde iş kazasına rastlanmamaktadır.

### **2.2.12 TPM'in tam anlamıyla uygulanması**

Bu aşamada TPM tam anlamıyla uygulanmaya başlanmış olmalıdır.

## **2.3 TPM'in 9 Temel Ögesi**

TPM felsefesinin 9 temel ögesi aşağıdaki gibidir.

- Kronik Kayıpların Azaltılması
- Otonom Bakım Aktiviteleri
- Planlı Bakım Aktiviteleri
- Bakımda Kalite
- Kaizen Geliştirme
- Erken Ürün Yönetimi
- Ofis TPM
- Güvenlik
- Çevre

### **2.3.1 Kronik kayıpların azaltılması ve sıfır arıza aktiviteleri**

Bakım departmanı için önemli nokta, sürekli meydana gelen arızaları önlemek, sık sık sorun çıkaran ekipmanlarda oluşabilecek arızaları bulmak ve düzeltici aktiviteler ile arızaları önlemektir.

#### **2.3.1.1 Kronik kayıpların azaltılmasında günlük önlemler**

Bakım ekibi ekipman arızalarını takip etmeli, nedenlerini analiz etmeli, iyileştirme çalışmaları için kaizenler yürütmeli, ve sürekli oluşan arızaları önleyici çalışmalarda bulunmalıdır. Tüm bunların gerçekleştirmekte kullanılacak bakım kayıt formları yardımcı olacaktır.

#### **2.3.1.2 Kronik kayıpların azaltılmasında öncelikli ekipmanda sıfır arıza**

Sıfır hatanın elde edileceği kayıpların fazla olduğu ekipman, kobetsu kaizen aktiviteleri için seçilmiş pilot ekipman olarak adlandırılmaktadır. Burada oluşan kayıplar analiz edilmeli, sürekli oluşan arızaları önlemek için bir ölçüm

planlanmalıdır. Sıfır hataya ulaşmak için pilot ekipman, ingilizcede MTBF (Mean Time Between Failures) olarak ifade edilen, yani ortalama iki arıza arasında geçen süreye göre, yine ingilizcede MTTR (Mean Time To Repair) olarak ifade edilen ortalama arızayı çözme süresine göre analiz edilmeli, mevcut bakım metotları geliştirilmeli ve bakım standartları hazırlanmalıdır.

### **2.3.1.3 Kronik kayıpların iyileştirilmesine göre yaklaşım**

Organizasyondaki kayıplar iki türdürler [15];

#### **Aniden ortaya çıkanlar**

Ara sıra meydana gelirler, çalışma şartlarındaki ani değişikliklerden kaynaklanırlar. Bu tür kayıplar değişen koşullar veya arızalı çalışan parçalar tekrar eski durumuna getirilerek giderilebilir. İşletmeyi zor durumda bıraksalar da teşhis edilmesi ve çözümü kolaydır.

#### **Kronik kayıplar,**

Çoğu zaman kanıksanmış olan kayıplar ile karşılaşılabilir. Bu tür kayıpların zorluğu sadece tek bir nedene bağlı olmamalarından kaynaklanır. Çözümü için güçlü analizler gerekmektedir. Bu nedenle de etkin iyileştirme yöntemlerinin bulunması oldukça güçtür.

Aşağıdaki şekilde kronik kayıplar ve arasıra ortaya çıkan kayıpların şekli görülmektedir.

### **3. OEE**

#### **3.1. OEE nedir?**

OEE (Overall Equipment Effectiveness), her ayrıntıyı içine almış bir ekipman ve üretim verimliliği ölçüsüdür.

İlk olarak, Nakajima'nın OEE konseptini tanıttıktan sonra, SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) ekipman verimliliğini ölçmeye ve tanımlamaya yönelik bir standart oluşturmuştur [21].

OEE, ekipman imalindeki karışıkların yol açtığı problemlere üretkenliği sürekli arttırmak için geliştirilmiş bilimsel bir yöntemle yaklaşır. Önceleri bu iyileştirme aktivitesi en iyi fabrikanın tüm üretimini etkileyen darboğaz ekipmanlara uygulanabiliyordu. Sonradan, bu metotlar fabrika tabanında her ekipmana uygulanmaya başlandı.

#### **3.2 OEE'den kimler yararlanır?**

Hem üye firmalar (müşteriler) hem de ekipman imalatçıları (tedarikçiler) OEE metotlarının yerine getirilmesinden faydalanmaktadır. OEE işlemlerine ortak katılım tedarikçinin ekipman üretkenliğini arttırmakta, ekipman üretkenliğindeki artış müşteri fabrikanın üretkenliğini arttırmakta, ekipmanın iş sahibine maliyeti azaltmakta ve hem müşterinin hem de tedarikçinin karları artmaktadır.

Bu yöntemin kullanılmasında önemli bir yarar çapraz fonksiyonel ekiplerin problem çözümlerinden şirketin elde edeceği güçtür. Üretkenlik artırma takımları uzun vadeli müşteri/ tedarikçi ortaklığıyla gerçekleştirilebilir. Buna ek olarak, tedarikçiler ekipman iyileştirme faaliyetlerinde kullanılan OEE aracını müşteri bazında uygulayabilirler ve gelecek kuşak teknolojilerinin gelişmesinde katkısı olacak önemli bir ürünün tasarımını sağlayabilirler. OEE geliştirme yöntemleriyle, tedarikçiler müşteri memnuniyetinde büyük bir artış hissedeceklerdir [14].



### **3.3 16 büyük kayıp**

Aşağıda işletmelerde verimliliği etkileyen kayıplar sınıflandırılmış ve açıklamaları verilmiştir [15]:

#### **1- Ekipman etkinliğini kısıtlayan 7 büyük kayıp**

- Arıza Kayıpları
- Setup ve Ayar Kaybı
- Kesici ve Jig Değişimi
- Başlangıç Kayıpları
- Küçük Duruş Kayıpları
- Hız Düşümü
- Hatalı Üretim ve Tamir Kayıpları

#### **2- Makine yükleme zamanını kısıtlayan kayıplar**

- Kapatma Kayıpları

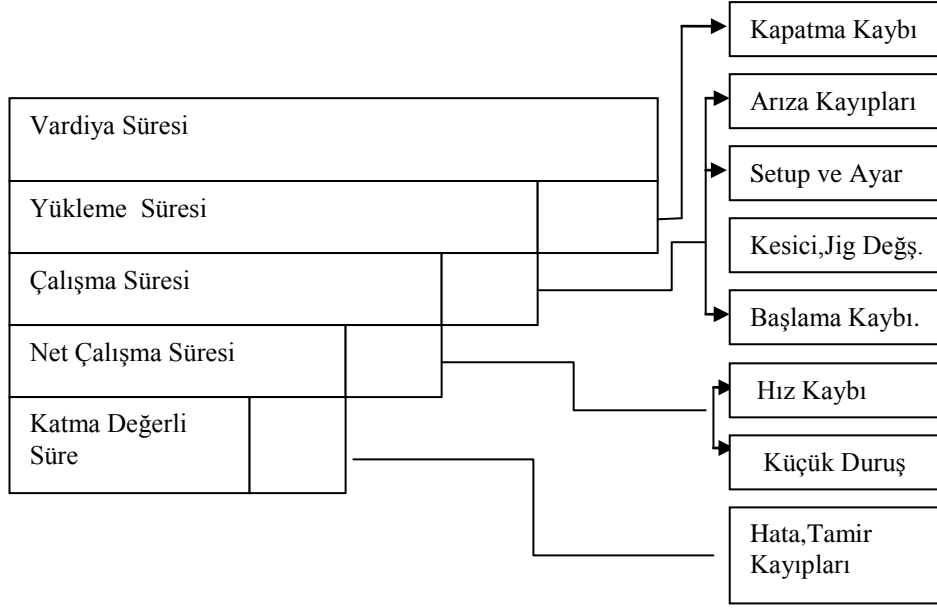
#### **3- İşgücü etkinliğini kısıtlayan 5 büyük kayıp**

- Yönetim Kayıpları
- Hareket Kayıpları
- Hat Organizasyon Kayıpları
- Manipülasyon
- Ölçme ve Ayar

#### **4- Malzeme ve enerjiye ilişkin 3 büyük kayıp**

- Ürün Kayıpları
- Enerji Kayıpları
- Kalıp, fixtür ve jig kayıpları

### 3.3.1 Ekipman etkinliğini kısıtlayan 7 büyük kayıp



**Şekil 3.1:** Ekipman etkinliğini kısıtlayan kayıplar

Aşağıda açıklanacak makine yükleme zamanını kısıtlayan kayıpla birlikte Şekil 3.1’de 7 büyük kayıp ekipmanın verimini düşürür. Aşağıda öncelikle ekipmanda gerçekleşebilecek 6 büyük kayıp açıklanacaktır [14].

#### a) Arıza kayıpları:

10 dk’dan daha fazla duruşa neden olan ekipman olumsuzluklarına arıza kaybı denir. Arızaların sebepleri makinelerin yanlış kullanımı ve bakımı, bilgisizlik, dikkatsizlik olabilir. Ürün teslimatında gecikmelere neden olabildiği gibi çalışanların moralinin bozulmasına da sebebiyet verebilirler.

#### b) Model değişim süresi ve Ayar kayıpları:

Model değiştirmek için geçen süredir. Ürün çeşidi artıkça bazı durumlarda yeni model ürün için hazırlık ve ayar için harcanan süre, asıl üretimden daha fazla vakit alabilir. Esnek üretim, yani ürün çeşidinin fazla olması için model değişim sürelerinin azaltılması gerekmektedir. Literatürde iki iyi bilinen yöntem bulunmaktadır, bunlardan biri Shigeo Shingo’nun SMED(Single Minitu Exchange of Die) yani (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi) metodu diğeri ise, Edward Hay’ın buna benzer bir yöntemidir. TPM’de çalışanlara özellikle kalıp bakımcılarına

öğretilen SMED, yöntemi ile amaç tekli dakikalarda kalıp değişimini gerçekleştirmektir [22].

**c) Kesici ve Jig Değişim Kayıpları:**

Makine üzerinde bulunan sert kesici uç, taş matkap ucu gibi elemanların ömrü kısıtlıdır. Bunların üretim zamanı içinde değiştirilmesi halinde kayıplar yaşanabilir.

**d) Başlangıç Kayıpları:**

Özellikle soğuk havalarda makinelerin çalışmaya başlaması ve kararlı bir hale gelmesi uzun sürebilir. Çünkü hidrolik üniteler yağ ısınana kadar yavaş çalışmaktadırlar. Bu nedenle doğru kalitede ürün alınana kadar zaman geçmektedir. Bu tür kayıplara başlangıç kayıpları denmektedir. Zamanlayıcı kullanarak veya rejim tutma problemleri önlenerek azaltılabilirler.

**e) Hız Kaybı:**

Maksimum hızda çalıştırıldıkları zaman ürün kalitesinin düştüğü makineler düşük hızda çalıştırılırlar. Buna hız kaybı denmektedir. Bu kaybın çeşitli nedenlerine; Herhangi bir kayışın gevşemesi ve kimse fark etmeden makinenin hızının düşmesi, Çalışanların tasarımın gerektirdiği hızı bilmemesi,ve yine çalışanların hiçbirinin makinenin ne kadar hızda çalışabileceğini merak etmemesi ,örnek olarak verilebilir. Hız kayıplarının azaltmak için, geliştirilmiş çeşitli yöntemler mevcuttur [19].

**f) Küçük duruş:**

Makinelerde giderilmesi 10 dk'dan az zaman alan malzeme sıkışması, nedeni bilinen termik şalter açmaları gibi problemler “küçük duruş” olarak bilinirler. Çalışanlar makineyi tekrar eski durumuna döndürmek kolay olduğu için bu gibi problemleri pek önemsemezler. Ancak bu gibi duruşların toplamı çok büyük kayıplara sebep olur. Sık sık tekrar eden bu durumlar, operatörleri sürekli meşgul eder ve kaza riskini artırır. Küçük duruşlardan bireysel öneri sistemleri, kalite çemberleri, kaizen ekipleri, iyileştirme ekipleri gibi yöntemler yardımı ile kurtulmak mümkündür.

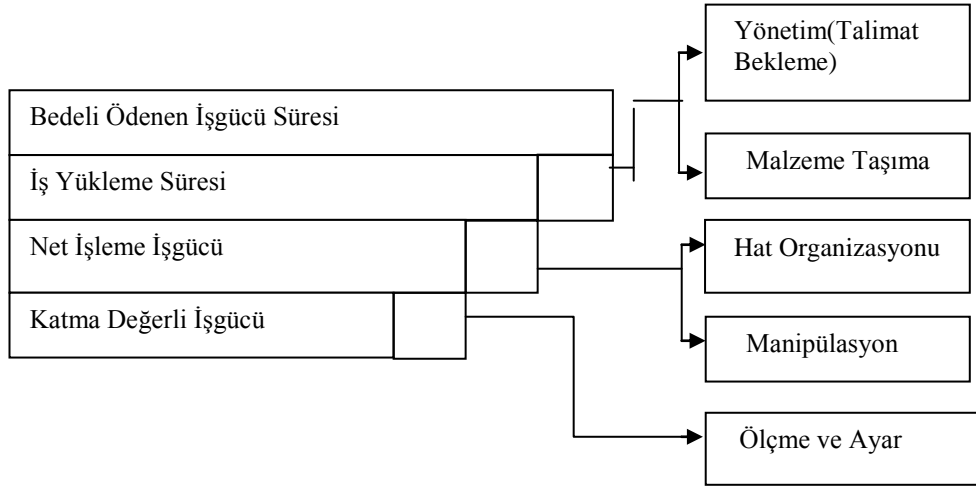
### g) Hata ve Tamir Kayıpları:

Hurda veya tamir edilmesi gereken ürünler için makineler boşa çalışmış olmaktadır. Üretimde ürünü ilk seferde doğru yapmak esastır. Bu ingilizcede FLC( First Line Capability) olarak ifade edilen “İlk Seferde Doğru Üretme” endeksi ile değerlendirilir. İlk defada hatalı olup, tamir gören ürünlerin bu işlem için gerektirdiği masraflar “Kayıp” olarak nitelendirilirler [2].

### 3.3.2 Makine yükleme zamanını kısıtlayan kayıplar

Yemek paydosları, ihtiyaç molaları, ücret hediye dağıtımı, sunuşlar, toplantılar, şenlikler, törenler gibi olaylar bu kayba neden olmaktadır. Bu durumlardan kurtulmak için önerilen yöntem makinelerin nezaretsiz çalıştırılmasıdır (No Touch Operation) [14].

### 3.3.3 İş gücü etkinliğini kısıtlayan 5 büyük kayıp



Şekil 3.2: İş gücü etkinliğini kısıtlayan kayıplar

Yukarıdaki 5 işgücü kaybı, işçilik verimini düşürür.

### a) Yönetim(Talimat Bekleme) Kayıpları:

Bu bekleme grubunu yönetim kararlarından dolayı geciken malzeme, ekipman, takım ve talimat kayıpları oluşturmaktadır.

### **b) Malzeme Taşıma:**

Çalışanın, standart işinin yanında, malzeme getirip götürme, araç gereç arama, makinelerdeki takılmaları giderme vb. yaptığı hareketler yalın ilkelerine göre katma değersiz hareketler olarak değerlendirilirler [14].

### **c) Hat Organizasyonu:**

Dengelenmemiş üretim hatlarında darboğaz ekipmanlar diğer operasyonların beklmelerine neden olmaktadır. Diğer operasyondaki işler ne kadar doğru ve hatasız çalışırsa çalışsın yine de hattın hızını darboğaz ekipman belirlemektedir.

### **d) Manipülasyon Kayıpları:**

Üretim elemanlarının yapmak zorunda kaldıkları, değer yaratmayan, kaldırma, indirme, sürüklenme, parça temizleme, hava tutma... vb. faaliyetlerine ilişkin kayıplardır.

### **e) Ölçme ve Ayar:**

Sık sık yapılan gereksiz ölçme ve ayarlar nedeniyle oluşan kayıplardır.

## **3.3.4 Malzeme ve enerjiye ilişkin 3 büyük kayıp**

### **a) Ürün Kayıpları:**

Üründe hatalı üretim nedeni ile hurdaya atılan veya proseslerdeki mühendislik firesinin fazla olması nedeni ile hurdaya ayrılan malzeme kayıplardır.

### **b) Enerji Kayıpları:**

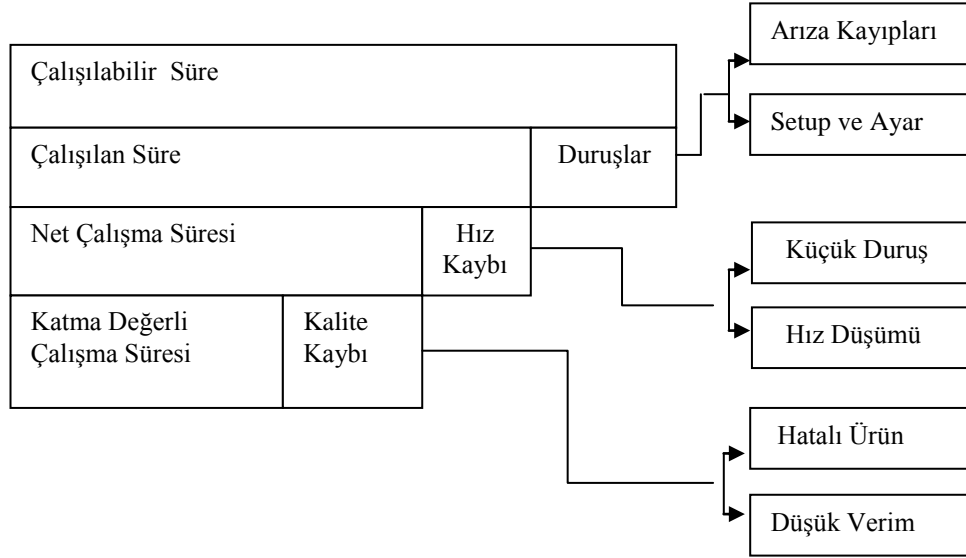
Hatalı ürün nedeni ile boşa kullanılmış enerji, gereksiz yere açık bırakılan makine ve aydınlatmada harcanılan enerji kayıplardır.

c) Ekonomik ömrünü doldurmadan devre dışı kalan ekipman , kalıp aparat ve el aletlerinin hurdaya ayrılmasıdır.

### 3. 4 OEE hesaplama yöntemi

- OEE bir ekipmanın önceki durumu ile, iyileştirmeler sonucunda yeni durumu hakkında karşılaştırma ve gelişimini takip etme olanağı sağlar.
- Bir ekipmanın performansı beklenenden kötü olduğunda , gelişime açık alanların tesbit edilmesine imkan verir,
- Benzer ekipmanlar arasında karşılaştırma yapma olanağı verir [23].

Önceki konularda ekipmanlarda meydana gelen kayıpların tanımları verilmiştir. Bu kayıplardan yola çıkarak OEE formülize edilecektir [9].



Şekil 3.3: OEE kayıpları

OEE, Şekil 3.3'te verilen altı büyük kaybın, Kullanılabilirlik (A), Performans ( P) ve Kalite(Q) oranlarının bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir (3.1).

$$OEE = A * P * Q \quad (3.1)$$

İşletmede mesai süresi, ekipmanın üretim yapabileceği süre olarak tanımlanır [14]. Bu genelde, toplam iş süresinden, resmi tatillerin çıkarılmasıyla elde edilir. Çalışılabilir süre ise, mesai süresinden, işletmede planlı duruş olarak tanımlanan duruşların çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır. Yemek molaları, planlı bakım duruşları,

eğitim, ödöl, tören için geöen zaman vb. planlı duruş tanımındadırlar. Çalışılan süre ise, çalışılabilir süreden, meydana gelen planlı olmayan, arıza, model değişim süreleri vb. duruş sürelerinin çıkarılması ile elde edilmektedir **(3.2)**.

$$\text{Kullanılabilirlik (A)} = (\text{çalışılan Süre} \setminus \text{çalışılabilir Süre}) * 100 \quad (3.2)$$

Net alışma süresi, çalışılan süre ile, teorik olarak o ürünü elde etmek için gerekli zaman arasındaki farktır. Bu fark küçük duruşlardan ve hız kayıplarından meydana gelmektedir. Performans etkinliği denilen bu oran toplam üretilen ürün ile bir ürünün çevrim süresi'nin çarpılması ve sonucun çalışılan süreye bölünmesi ile elde edilmektedir **(3.3)**.

$$\text{Performans Etkinliği (P)} = [(\text{Toplam Üretim Adedi} * \text{Çevrim Süresi}) / \text{çalışılan Süre}] * 100 \quad (3.3)$$

Katma değerli çalışma süresi ise, net çalışma süresinin ne kadarının hatasız ürün için, harcıdığı ile ilgilidir. Çünkü hatalar katma değeri olmayan işlemlerdir. Kalite oranı hatasız üretim adedinin toplam üretim adedine bölünmesi ile elde edilmektedir **(3.4)**.

$$\text{Kalite Oranı (Q)} = [(\text{Toplam Üretim Adedi} - \text{Hatalı Üretim Adedi}) / \text{Toplam Üretim Adedi}] * 100 \quad (3.4)$$

## **4. FAALİYET TABANLI MALİYETLENDİRME**

### **4.1 Maliyet Muhasebesi**

#### **4.1.1 Maliyet kavramı**

Maliyet en geniş anlamda, “Belirli bir amaca ulaşmak için katlanılan fedakarlıkların toplamı” [24] şeklinde tanımlanabilir. Bu tanıma göre kişinin, ya da örgütlerin her çeşit faaliyetlerinin bir maliyeti olduğu söylenebilir.

İktisadi faaliyetler insan ihtiyaçlarının giderilmesini sağlayacak mal ve hizmetlere sahip olabilmek için girişilen faaliyetlerdir. Maliyet tanımı sadece ekonomik faaliyetler için yapıldığında şu şekli alır:

“İktisadi anlamda maliyet, satış değeri olan bir mal ya da hizmete sahip olabilmek için katlanılan ölçülebilir fedakarlıkların toplamıdır.”[24]

Sözü edilen fedakarlık iki şekilde anlaşılabilir. Bunlardan birincisi, bir mal satın almak için elden çıkarılan nakit veya herhangi bir iktisadi varlığın kıymeti, ya da mal satın alınmıyor da üretiliyor ise bu üretimde kullanılan varlık ve hizmetlerin parasal kıymetidir.

Ölçülebilir fedakarlıkların ikinci şekli ise, bir mal ya da hizmet edinebilmek için elden çıkarılan, ya da kullanılıp tüketilen iktisadi varlıklar ile edinilebilecek ya da üretilebilecek diğer mal ve ya hizmetlerden en değerlisinin işletmeye sağlayacağı yarardır.

Muhasebeciler maliyeti birinci tanımda olduğu gibi kullanırlar fakat özellikle ikinci tanımda bahsedilen fırsat maliyeti, yönetimde karar verme durumlarında tercih edilen maliyet tanımıdır.



#### 4.1.2 Maliyet hesaplamaları

Maliyet hesaplamaları, herhangi bir maliyet dönemi itibari ile Maliyet Birimlerinin ve Maliyet Taşıyıcılarının maliyetlerini belirleme işlemidir.

Maliyet hesaplamalarında;

- Hangi maliyet giderlerine katlanıldığı,
- Bu maliyet giderlerine işletmede nerede katlanıldığı,
- Bu maliyet giderlerine neden katlanıldığı,

Sorularına cevaplar bulunmaya çalışılır. Bunun için ise aşağıdaki çalışmalar yapılır [25].

- Maliyet gideri türleri hesaplaması
- Maliyet gideri yerleri hesaplaması

##### 4.1.2.1 Maliyet birimi ve maliyet taşıyıcısı

Maliyeti hesaplanmak istenen her şey bir **maliyet birimi'** dir. Bir ürün, bir ürün grubu, ürün türü, atölye, yönetici faaliyetleri, bir iş, bir faaliyet, bir karar, bir gider yeri birer maliyet birimi olabilir.

Maliyet taşıyıcısı, maliyet giderlerinin yükleneceği son maliyet birimidir. Bu son maliyet birimi genelde işletmenin ürettiği ürün veya hizmetlerdir. Ürettiği ürün maliyetini hesaplamak isteyen bir işletme, bu maliyet hesaplama sürecinde, önce çeşitli maliyet birimlerinin maliyetini hesaplamak, sonra bu maliyetleri maliyet taşıyıcılarına yüklemek durumundadır.

Birim maliyet, maliyet taşıyıcılarının bir adedinin maliyetidir. Toplam maliyet ise, maliyet taşıyıcılarının tamamının maliyetidir.

#### 4.1.3 Geleneksel maliyet muhasebesi kavramı

Geleneksel üretim ortamlarında üretim yapan sanayi işletmelerinin kullandığı maliyet sistemleri genelde, geleneksel maliyet muhasebesi olarak adlandırılır. Geleneksel üretim ortamları genellikle, standart ürünlerin üretildiği, otomasyonun

fazla olmadığı, üretimin daha çok emeğe dayalı olarak yapıldığı ortamlardır. Bu ortamlarda maliyet muhasebesinin temel görevi, stok değerlendirme ve finansal tabloların hazırlanması amacıyla üretilen ürünlerin maliyetlerinin hesaplanmasını sağlamaktır.

Farklı üretim ortamları için tasarlanmış olan maliyet muhasebesi sistemleri, günümüzde de aynı prensipler çerçevesinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla üretim ve hizmet süreci değişirken, maliyet muhasebesi bu değişimin gerisinde kalarak kendisini yenileyememiştir. İşletmelerin örgütsel yapısı ve rekabetin boyutları yıllar boyunca önemli ölçüde değişikliğe uğrarken, maliyet muhasebesi ve yönetim kontrol sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasında çok küçük yenilikler yapılmıştır.

Geleneksel olarak ürün maliyetlendirmesi yapılırken, üç temel maliyet unsuru esas alınır [26]. Bunlar; direkt işçilik maliyeti, direkt hammadde maliyeti ve genel üretim maliyetleridir. Bir ürün maliyetinin hesaplanabilmesi için, bu üç maliyet unsurunun bilinmesi gerekir. Bunlardan direkt işçilik ve direkt hammadde maliyetleri, ürün maliyetlerine doğrudan yüklenebildiğinden, bu iki maliyet unsuruna direkt maliyetler denilmektedir. Genel üretim maliyetleri ise, direkt işçilik ve direkt hammadde maliyetlerinde olduğu gibi, doğrudan ürün maliyetlerine yüklenemezler. Bu maliyet unsurları birtakım dağıtım anahtarları kullanılarak ürün maliyetlerine yüklenirler. Bu nedenle bu maliyet unsurlarına endirekt maliyetler denilmektedir.

### **Direkt hammadde maliyeti**

Direkt hammadde maliyeti, bitmiş ürün temel yapısını oluşturan tüm hammaddelerin maliyetidir. Adından da anlaşıldığı gibi direkt hammadde, ürün bünyesine direkt olarak giren, ürünün esasını teşkil eden hammaddelerdir. Bunların maliyeti kolayca tespit edilerek doğrudan ürün maliyetine yüklenir. Mobilya üretiminde ki kereste örnek olarak verilebilir.

### **Direkt işçilik maliyeti**

Ürün maliyetinin ana unsurlarından birisi de direkt işçiliktir. Direkt işçilik maliyeti, ürünün üretiminde bizzat çalışan, hammaddenin bitmiş ürün haline gelmesine emeği ile doğrudan katkıda bulunan işçiliğin maliyetidir. Direkt işçilik maliyetleri ürün maliyetine doğrudan yüklenir. Her bir ürün için ne kadar direkt işçilik harcandığını

tespit etmek mümkündür. Makinelerin başında çalışan işçilerin ücretleri direkt işçilik maliyeti içinde yer alır.

### **Genel üretim maliyetleri**

Direkt hammadde ve direkt işçilik dışında kalan tüm üretim maliyetleri, genel üretim maliyetlerini (GÜM) oluşturur. Bu maliyetlerin üretilen ürün ile ilişkileri “genel” olup, doğrudan bir ilişki yoktur. Bu nedenle bu maliyetleri doğrudan ürün maliyetine yüklemek mümkün değildir. Bu nedenle genel üretim maliyetleri ancak bir dağıtım işlemi ile ürünlere yüklenmektedir.

#### **4.1.4 Geleneksel maliyet sistemleri**

Maliyet sistemleri üretilen ürünlerin hesap dönemleri ya da faaliyet dönemleri itibarıyla maliyet fiyatını hesaplayan, giderleri izleyen, kontrol edilmesine yardımcı olan sistemlerdir [26] .

Endüstri işletmelerinde maliyet sisteminin kurulması özellikle işletmenin üretim teknolojisine göre yapılmalıdır. Üretilen ürünlerin maliyetlerinin hesaplanmasında ürün türleri, işletme büyüklüğü, örgüt yapısı ve üretimde kullanılan teknoloji etkindir. Bu nedenle işletmelerin uyguladıkları üretim teknolojisine, üretilen ürünlere uygulanacak sistemden beklenenlere göre en uygun maliyet sistemi kurulmalı ve koşullara göre ayarlanmalıdır.

Geleneksel üretim yapan işletmelerde üretim yapısına bağlı olarak, safha ve sipariş maliyet sistemi olmak üzere iki maliyet sistemi söz konusudur. Bu iki sistem arasındaki temel fark şu şekildedir [24] .

Sipariş maliyet sisteminde, birbirinden fiziksel olarak ayrılabilen her iş ya da üretim partisi için katlanılan üretim maliyetleri ayrı ayrı izlenir ve toplanır. Safha maliyet sisteminde ise bir muhasebe dönemi boyunca üretilen tüm ürünler için katlanılan üretim maliyetleri hesaplanır. Sipariş maliyeti sisteminde önemli olan muhasebe dönemi değil, bir işin ya da üretim partisinin kendisidir. İki sistem arasındaki bu farklılık, kullandıkları üretim dallarının farklılığından doğar. Sipariş maliyeti sistemi, üretilen ürünlerin farklı derecelerde dikkat ve özen istediği ve bu nedenle de farklı iş partileri halinde birbirinden ayrılabilirdiği sanayi dallarında uygulanır. Bu tür

sanayi kollarına örnek olarak, makine sanayi, uçak sanayi, mobilya sanayi, inşaat sanayi gösterilebilir.

Safha maliyet sistemi, benzer birimlerin kitle halinde üretildiği ve üretim sürecinin birbirini izleyen çeşitli üretim safhalarından oluştuğu iş kollarında uygulanır. Bu gibi iş kollarında üretilen ürünleri birbirinden ayırarak farklı üretim partileri şeklinde ele alma olanağı yoktur. Bu tür iş kollarına örnek olarak gıda sanayi, madencilik, çimento, plastik sanayi, tekstil sanayi vb. gösterilebilir [24].

Safha ve sipariş maliyet sistemlerinde kullanılacak maliyet rakamlarının yapısı, diğer sistemleri oluşturur. Diğer bir deyişle, kullanılacak maliyet bilgisinin gerçek, standart, tahmini olması veya değişken maliyetlerden oluşmasına göre diğer maliyet sistemleri de söz konusudur.

Maliyetleri izleme şekli safha ve sipariş maliyet sistemlerine göre belirlenirken, hangi rakamların (fili, standart veya tahmini) kullanılacağı ve hangi (tam veya değişken) maliyetlerin dikkate alınacağı diğer sistemlerden birinin seçimi ile olur. Örneğin, bir işletme maliyetleri safha maliyet sistemine göre izlerken, fiili maliyet rakamlarını kullanabilir ve sadece değişken maliyetleri dikkate alabilir. Böylece bu işletmenin maliyet sistemi, safha+fiili+değişken maliyet sistemlerinden oluşacaktır.

#### **4.1.5 Geleneksel maliyet muhasebesinin yetersiz kalma nedenleri**

İşletmeler için muhasebe bilgi sistemleri, kurum içi ve kurum dışına finansal ve yönetsel bilgi sağlayan yapılar olarak tanımlanırlar.

Finansal muhasebe ve yönetim muhasebesinin bilgi kaynağı olan bu sistemin, hızlı güvenilir ve doğru bilgi üretmesi, amaçlara hizmet edecek şekilde yapılandırılmış olması esastır. Muhasebe bilgi sistemleri artık, sadece işletmenin geçmişteki performansını raporlayan bir araç olmaktan çıkmış ve yönetim kararlarının alınmasında rol oynayan, stratejik bilgi kaynakları haline gelmiştir [27].

Dünyada 1980'den sonra yaşanan hızlı değişim, ekonomiyi de derinden etkilemiştir. İletişim ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, bilginin ulaşılabilirliğini artırmış ve yeni yöntem arayışları getirmiştir. Muhasebe sistemindeki bu değişim anlayışı da dünyada yaşanan bu hızlı değişimin bir yansıması olmuştur. Hızlı bilgi akışıyla beraber üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle, rekabet daha da artmış

işletmeler bu şartlara uyum sağlamak amacı ile yeni yaklaşımlara ihtiyaç duymuşlardır.

Ürün ve hizmetlerin daha doğru olarak maliyetlendirilmesi, faaliyetlere ve süreçlere ait kaynak maliyetlerinin ölçülmesi, maliyetlerin kontrolü, iyi bir mali planlama ve performans değerlemesinin yapılabilmesi iyi bir maliyet ve yönetim muhasebesi sisteminin kurulması ile gerçekleşebilir [27].

Geleneksel maliyet sistemleri Genel Üretim Giderlerini (GÜG) ürünlere dağıtmak için, direkt işçilik saati ya da makine saati gibi miktara ilişkin ölçüler kullanırlar. Miktarla ilişkin dağıtım ölçüleri, bir ürünün üretilen birimlerinin sayısı oranında tüketilen kaynakları doğru bir şekilde ölçer. Bu gibi kaynaklar direkt işçilik, malzeme, enerji ve makineye ilişkin maliyetleri içerirler. Oysaki pek çok organizasyonel kaynak, fiziksel miktara bağlı olmayan faaliyetleri içerir. Miktarla ilişkin olmayan faaliyetler malzeme taşıma, malzeme tedarik, kurma-yerleştirme, ilk parça muayenesi gibi destek faaliyetlerini içerir. Ürünlerin üretim miktarları oranında tüm kaynakları tükettiğini kabul eden geleneksel ürün maliyetleme sistemleri, bu nedenle ürün maliyetlerini yanlış rapor edebilir.

Geleneksel ürün maliyetleme sistemi, firmaların dar bir ürün aralığında üretim yaptığı, direkt işçilik ve malzemenin baskın maliyet faktörleri olduğu zamanlarda tasarlanmıştır. Bu zamanlarda, GÜG nispeten azdı ve uygun olmayan GÜG dağıtımından kaynaklanan çarpıklık önemli değildi. Yine bu zamanlarda, bilgi işlem maliyetleri yüksek olduğundan daha kapsamlı GÜG dağıtım metodlarını haklı göstermek zordu. Bu gün firmalar daha geniş aralıkta ürünler üretmekte, direkt işçilik yalnızca toplam maliyetlerin küçük bir parçasını temsil etmektedir ve GÜG oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Yeni üretim ortamları olarak nitelendirilen otomasyon teknolojisinin kullanıldığı, esnek üretim ortamlarında geleneksel maliyet yöntemleri kullanılarak hesaplanan ürün maliyetleri, gerçek maliyetleri yansıtmaktan oldukça uzaktır.

#### **4.2 Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi**

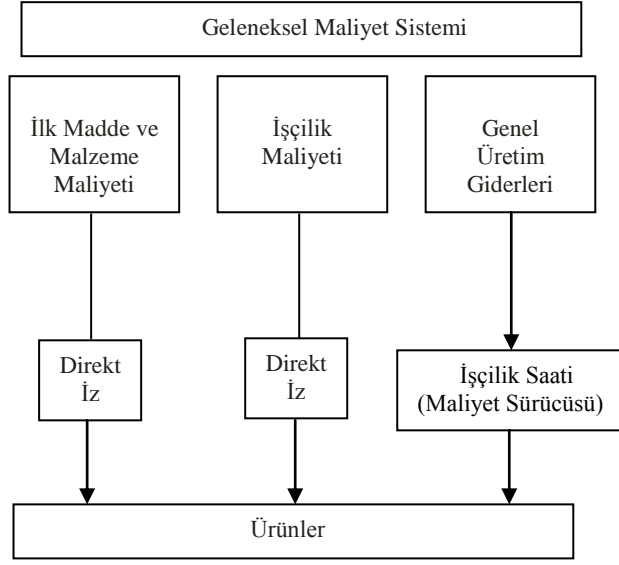
Genel üretim maliyetlerini ürünlere direkt işçilik saati ya da makine saati gibi tek bir maliyet taşıyıcısı ile dağıtan, geleneksel maliyet sistemi, tek bir ürün çeşidine daha

fazla, bir diğere ise tükettiğinden daha az maliyet yüklemek gibi hatalara neden olabilmektedir .

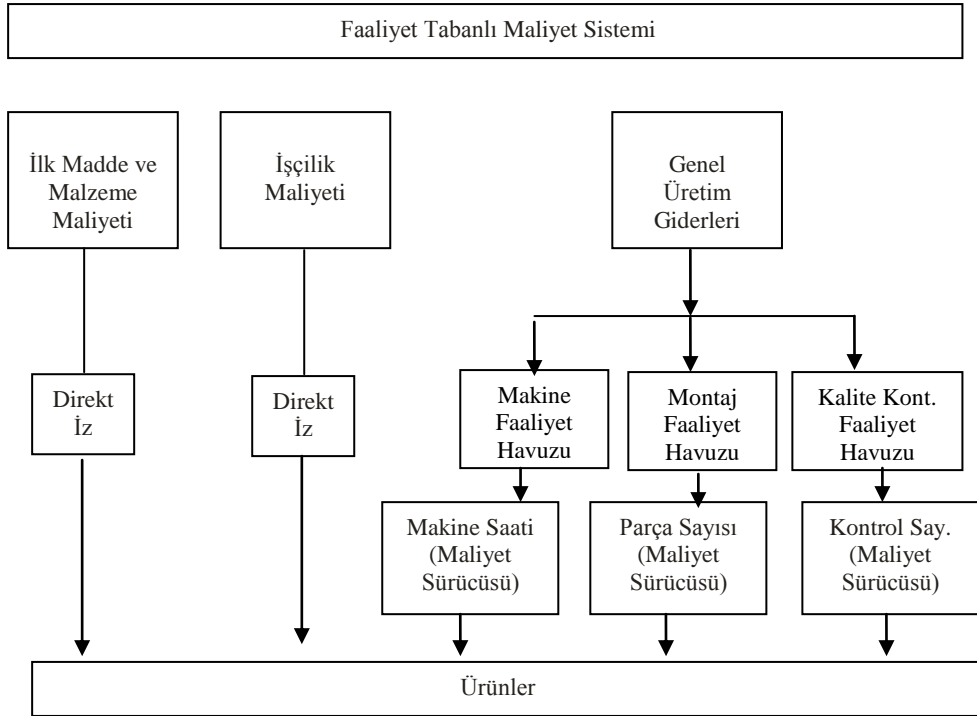
Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin (FTM) öncülerinden olan Cooper ve Kaplan bu yöntemi bir muhasebe sisteminden çok stratejik amaçlı bir araç olarak tanımlamaktadırlar [28].

Genel anlamda faaliyete dayalı maliyet sistemi, bir işletme bünyesindeki faaliyetlerin maliyetini hesaplayan ve bu maliyetleri ürünlere ve müşterilere yansıtan bir muhasebe teknolojisi olarak tanımlanabilir. Yani yöntemin temel mantığı, faaliyetlerin belirli maliyetle elde edildiği, ürün ve müşterilerin farklı oranda faaliyet tükettiği esasına dayanır. Geniş anlamda ise faaliyet tabanlı maliyet sistemi şöyle tanımlanabilir [29].

“Bir işletmeye ait faaliyetler ve ürünler ile ilgili veri tabanını oluşturan, işleyen ve onu koruyan bir bilgi sistemidir. Faaliyet tabanlı maliyet sistemi gerçekleştirilen faaliyetleri tanımlar, bu faaliyetlerle ilgili maliyetleri izler ve bu faaliyetlere ait maliyetlerin ürünlere yüklenmesinde çeşitli maliyet dağıtım anahtarları kullanılır. Bu dağıtım anahtarları, ürünler ile ilgili faaliyet tüketimlerini yansıtır. Bu faaliyet tabanlı maliyet sistemi, yönetim tarafından hem ürünler ile hem de faaliyetlerle ilgili çeşitli amaçlar için kullanılır” biçiminde ifade edilmiştir. Faaliyet tabanlı maliyetlendirmenin geleneksel sistemle olan farklılığı Şekil 4.1 ve 4.2’ de verilmiştir [30]:



**Şekil 4.1 : Geleneksel maliyet sistemi**



**Şekil 4.2 : Faaliyet tabanlı maliyet sistemi**

#### **4.2.1 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin temel kavramları**

Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin sahip olduğu temel kavramlar aşağıdaki gibidir [31];

##### **4.2.1.1 Kaynaklar**

Kaynaklar, faaliyetlerin yapılabilmesi için başvuru olan veya yönetilen ekonomik unsurlardır. Yani maliyetlerin asıl kaynağını oluşturan unsurlardır. Bir üretim işletmesinde kaynaklar direkt işçilik ve malzemeyi, üretim desteğini, üretimin dolaylı maliyetlerini ve üretim dışındaki maliyetleri kapsamaktadır.

Kaynaklar, faaliyet tabanlı maliyet sisteminin ilk finansal girdilerini sağlayan unsurlardır. İşletme kaynaklarının hangi kategorilerde toplanacağı önemli bir adımdır. Bu açıdan sistemin kaynakların neler olduğuna karar verirken ve bunların maliyetlerini tespit ederken başvurulacak ilk yer, işletmenin büyük defter kayıtlarıdır.

##### **4.2.1.2 Faaliyet**

FTM sistemindeki en önemli kavramlardan biri olan “faaliyet” bir fonksiyonu yerine getirebilmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanabilir. “İşlemler” ise bir amaç birliği olmaksızın bağımsız olarak yapılan detay çalışmaları tanımlamak için kullanılır. Örneğin bir satın alma süreci, içinde pek çok alt işlemi barındırması ve bir fonksiyonu yerine getirmesi açısından bakıldığında bu süreç bir faaliyet olarak değerlendirilmelidir. İşletmenin tüm faaliyetlerinin tanımlanması ve maliyetlerin tanımlanana faaliyetlere göre izlenmesi bu sistemin temelini oluşturmaktadır [27].

##### **4.2.1.3 Faaliyet merkezi**

Faaliyet merkezi genel olarak “bir işletme için önem taşıyan faaliyetlerin bir arada toplandığı yerler” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle faaliyet merkezleri, homojen faaliyetlerin fonksiyonel veya ekonomik olarak gruplanmasıdır. Bu durumda işletmedeki faaliyetler çok sayıda olacağından ve hepsinin ayrı olarak izlenmesi ekonomik olarak yapılabilir olamayacağından, bu faaliyetlerin bir kaç tanesinin birer faaliyet merkezi olarak ele alınacağı konusunda bir karar verilebilir [31].



#### 4.2.1.4 Maliyet havuzu

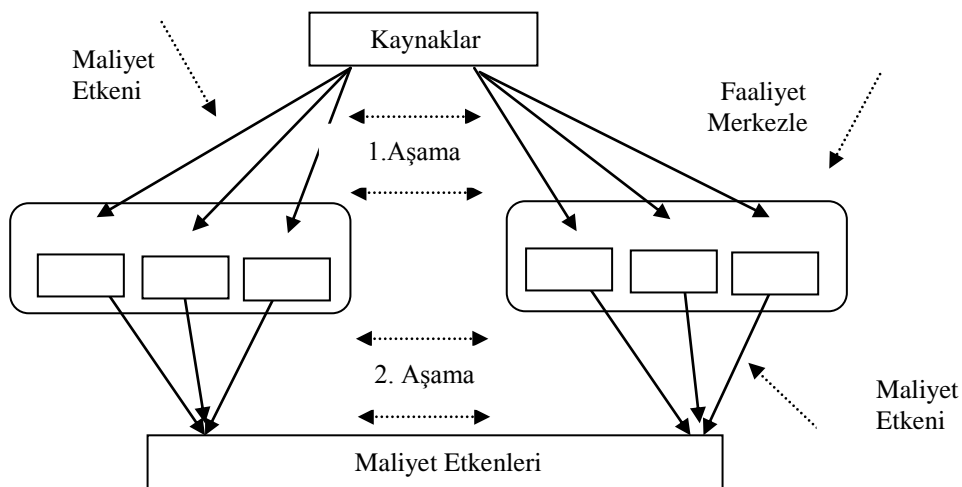
Faaliyetlerin tükettiği kaynakların toplam tutarının faaliyetler itibariyle belirlenmesi işlemine “maliyet havuzu” oluşturma adı verilir. Faaliyetlerin belirlenmesi işlemi tamamlandıktan sonra sıra bu faaliyetlerin maliyetlendirmesine gelir. Maliyet havuzunun sağlıklı oluşturulabilmesi için temel şart işletmenin faaliyetlerinin, alt faaliyetlerinin ve bunların tükettiği kaynakların neler olduğunun iyi belirlenmesidir.

#### 4.2.1.5 Maliyet etkeni

FTM sistemindeki önemli kavramlardan bir tanesi de maliyet etkeni kavramıdır. Maliyet etkeni bir işin ya da faaliyetin maliyetinin belirlenmesinde kullanılan ölçü olarak tanımlanabilir. Maliyet etkeni belli bir faaliyetin karakteristik özelliklerini taşır ve tekrarlanması halinde o faaliyetin maliyeti aynı oranda artar. Kısaca maliyet etkeni faaliyet maliyetlerinin elde edilmesinde kullanılan ve belli bir faaliyete özgü ölçü birimidir [27].

#### 4.2.3 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin yapısı

Faaliyet tabanlı maliyet sisteminde Şekil 4.3'te görüldüğü üzere temel olarak iki aşamadan söz edilebilir. İlk aşama işletmedeki tüm üretim faaliyetlerini amaca uygun olacak şekilde) belirlemek ve bu faaliyetleri ortak faaliyet havuzlarında topladıktan sonra bu faaliyetlerin maliyetlerini belirlemektir. Faaliyetlerin maliyetleri belirlendikten sonra ikinci aşama bu maliyetlerin ürünlere aktarılması aşamasıdır [32].



Şekil 4.3: İki aşamalı FTM sistemi

#### **4.2.4 Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin tasarlanması**

Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin tasarlanması işletmeden işletmeye farklılık gösterse de genelde beş adımdan oluşmaktadır. Bunlar [27];

- i. Faaliyetlerin belirlenmesi
- ii. Faaliyetlerin gruplandırılması
- iii. Genel üretim giderlerinin faaliyetlere göre yeniden dağıtımı
- iv. Maliyetlerin ürünlere aktarımı için uygun maliyet etkenlerinin seçimi
- v. Faaliyet maliyetlerinin ürünlere yüklenmesi

olarak sıralanabilir.

##### **4.2.4.1 Faaliyetlerin belirlenmesi**

Faaliyet tabanlı maliyet sisteminin en önemli aşamalarından biri destek faaliyetleri sırasında ortaya çıkan endirekt giderleri ürünlerle ilişkilendirecek faaliyetlerin belirlenmesi aşamasıdır. Üretime hazırlık safhası dahil olmak üzere, tüm faaliyetlerin birbiri ile çakışmayacak biçimde saptanması gerekir. Bu faaliyetler hammadde ve malzeme satın alma, üretim planlama, kalite kontrol, malzeme hareketleri, makine ayarları, ürün geliştirme, araştırma geliştirme, satış sonrası destek faaliyetleri gibi maliyet açısından ürünler arasında farklılık yaratacak faaliyetlerdir. Bu sistemin çok bilinmediği ve yaygınlaşmadığı dönemlerde işletmelerde ki faaliyetlerin belirlenmesi oldukça zor bir aşamaydı. Günümüzde işletmeler FTM için hazırlanmış yazılım programlarında ki faaliyet listesinden istedikleri faaliyetleri seçebilmektedirler. Fakat burada önemli olan faaliyet isimlerinin belirlenmesi değil, faaliyetlerin amaca uygun bir şekilde sınıflandırılmasıdır. Bu nedenle yazılım paketlerinin olması, standart bir uygulamanın olması anlamı taşımamaktadır.

İşletmelerde gerçekleşen faaliyetlerin sayısı oldukça fazladır. Faaliyetleri 500-600 başlık altında toplamak çok büyük bir emek ve maliyet demektir. Eğer amaç müşteri ve ürün bazında maliyet analizi yapmak ise, faaliyetleri müşteri ve ürün bazında farklılık yaratacak şekilde gruplandırmak ve faaliyet sayısını 10-30 aralığına çekmek daha anlamlı olacaktır. Fakat amaç daha detaylı bilgilere gereksinim duyan süreç geliştirme veya yeni süreç tasarımı ise o zaman faaliyetlerin daha detaylı olarak

izlenmesi gerekecektir. Kısacası, faaliyet sayısının işletmenin büyüklüğüne, karmaşıklığına ve amacına göre değiştiği söylenebilir [28].

#### **4.2.4.1.1 Faaliyet hiyerarşisi**

Geleneksel maliyet sistemindeki GÜG' ler esas gider merkezlerinde biriktirildikten sonra, bu giderler işletme bazında veya gider merkezleri bazında seçilen yükleme katsayıları ile ürünlere yüklenir. Bu yükleme katsayılarının hesabında direkt işçilik saati, makine saati, kullanılan hammadde miktarı gibi üretim hacmi ile doğrudan ilişkili ölçütler kullanılır. Bunun anlamı şudur: Eğer bir ürünün üretim miktarı % 15 artarsa, bu ürünün üretimi için kullanılacak, direkt işçilik saati, makine saati ve direkt hammadde miktarı da % 15 artacaktır. GÜG yükleme katsayısı bu ölçütlerden biri ise o zaman yüklenecek toplam GÜG de % 15 artacaktır. Oysa endirekt giderlere bakıldığında, bu giderlerin pek çoğunun üretim hacmiyle birebir ilişkili olmadığı kolayca görülebilir.

Faaliyetler ürünler tarafından sadece birim bazda değil, çeşitli seviyelerde tüketilmektedir. Bu açıdan faaliyetler çeşitli seviyelerde gruplandırılmaktadır. Maliyet hiyerarşisi olarak tanımlanan sınıflandırılmaya göre faaliyetler 4 ana gruba ayrılmaktadır [33].

#### **Birim düzeyindeki faaliyetler**

Bu faaliyetler üretilen her birim veya verilen her bir hizmet için tekrarlanan faaliyetlerdir. Bu faaliyetler üretim hacmi ile doğru orantılıdır. Birim düzeyindeki faaliyetlerde üretim adedi arttıkça faaliyetler de aynı oranda artar. Örneğin %100 kalite kontrol yapılan bir işletmede kontrol faaliyetleri birim düzeyinde bir faaliyettir.

#### **Parti düzeyindeki faaliyetler**

İşletmeler genellikle üretim planlama bölümünün hazırladığı üretim miktarlarına ve çeşitlerine göre faaliyette bulunurlar. Sürekli üretim tarzında üretim yapmayan işletmeler ürünlerini partiler halinde üretirler. Bazı üretim dışı faaliyetler de yine belli bir ürün grubu için ve belli bir parti için yapılıyor olabilir. Bu durumda yapılan faaliyet birim seviyesinde değil, parti seviyesinde yapılıyor demektir. Maliyetler parti seviyesinde hesaplanır ve ürünün bu faaliyeti kullanımına göre maliyetlendirme yapılır. Örneğin kalite kontrol faaliyetleri birim seviyesinde de değil de, parti

seviyesinde yapılıyor ise bu faaliyet parti düzeyinde faaliyettir. Yine makine ayarları belli bir parti için yapılıyor ise ayarlama faaliyeti de parti düzeyinde ki bir faaliyettir.

### **Ürün düzeyindeki faaliyetler**

Belli bir ürün çeşidi ile ilgili olarak yapılan faaliyetlerdir. Bu faaliyetlere ürün bazında gerçekleşen mühendislik, araştırma geliştirme faaliyetleri örnek olarak verilebilir. Müşteri bazında istenen ürüne özel şartnameler, testler veya teknik destek faaliyetleri de müşteri düzeyinde ki faaliyetler olarak bu faaliyet grubuna eklenebilir.

### **Tesis düzeyindeki faaliyetler**

Herhangi bir ürüne ya da müşteri grubuna göre ayrıştırılmayan ama üretimin sürekliliğini sağlamak için yapılan faaliyetler bu faaliyet grubu içinde yer alırlar. Bina kira ve sigortası, güvenlik, spor sahaları, kafeterya gibi ortak kullanım alanları ile ilgili faaliyetler tesis düzeyindeki faaliyetler olarak sıralanabilir. Bu faaliyetlerle ilgili maliyetler ürünlere geleneksel maliyet sisteminde olduğu gibi yüklenir.

#### **4.2.4.2 Faaliyetlerin gruplandırılması**

Geleneksel maliyet muhasebesi kodlarına göre sınıflandırılmış genel üretim giderlerinin belirlenen faaliyet bazında tekrar sınıflandırılması zaman ve emek isteyen bir çalışmayı gerektirir [27].

Uzun gözlem ve istatistik çalışmalar ile belirlenen faaliyetler, eğer ortak özellikler gösteriyorlar ise bu faaliyetlerin gruplandırılması veya faaliyet havuzlarının oluşturulması yoluna gidilir. Çünkü çok sayıda faaliyet olması bu sistemin kullanımını zorlaştıracaktır. Faaliyetler gruplandırılırken iki noktaya dikkat edilmelidir. Birincisi ortak havuza atılacak faaliyetler belli bir maliyet nesnesi için tüketiliyor olmalıdır. Başka bir şekilde söylenecek olursa, bu havuzda gruplandırılacak faaliyetlerin her biri belli bir ürün grubu tarafından kullanılıyor olmalıdır. Örneğin, araştırma geliştirme bölümündeki mühendislerin maaşları, bu bölümde kullanılan bilgisayar yazılım paketleri için yapılan harcamalar, bu bölümde kullanılan malzeme giderleri gibi unsurlar birleştirilerek, mühendislik faaliyetleri havuzu oluşturulabilir. Çünkü bu giderler belli bir faaliyetin sürdürülmesi için o süreç içinde kullanılan destek faaliyetlerdir.

Faaliyetlerin gruplandırılması ile ilgili ikinci nokta ise, faaliyetlerin aynı maliyet etkeninin kullanıp kullanmadığıdır. Örneğin, mühendislik bölümü üzerinde çalıştığı ürün grubunda harcadığı süreye göre maliyet aktarımı yapıyor ise ve tüm mühendislik giderleri için ortak maliyet etkeni mühendislik süresi ise bütün mühendislik faaliyetlerinin gruplandırılmasında sakınca yoktur. Bu giderlerin ürünlere mühendislik süresi yerine farklı anahtarlar yardımı ile yüklenmesi durumunda bu faaliyetlerin ve onlara ait maliyetlerin aynı havuzda biriktirilmesi mümkün değildir [27].

#### **4.2.4.3 Faaliyetlerin maliyetlendirilmesi**

Faaliyet tabanlı maliyetleme iki-aşamalı dağıtım sürecini kullanmaktadır. Birinci aşamada, maliyetler ürünlere yüklenmeyi beklemek üzere biriktirildikleri faaliyet merkezlerine dağıtılırlar. Bu aşamada maliyetler faaliyet merkezlerine ya doğrudan yüklenirler veya birinci aşama maliyet etkenleri kullanılmak suretiyle dağıtılırlar .

İşletmeler mümkün olduğu takdirde, maliyetlemedeki çarpıklığı önlemek için, maliyetleri, faaliyet merkezlerine doğrudan yüklemeyi tercih ederler. Örneğin, bir işletme, malzeme taşıma adında bir faaliyet merkezine sahipse, malzeme taşımayla doğrudan ilişkili tüm maliyetler belirlenerek, gerçekleştikleri anda malzeme taşıma faaliyet merkezine yüklenir. Bu maliyetlere ücretler, amortismanlar ve kullanılan çeşitli işletme malzemeleri de dahil edilebilir. İki veya daha fazla faaliyet merkezi tarafından paylaşılan bazı kaynaklardan doğabilecek malzeme taşıma faaliyeti ile ilişkili diğer maliyetler, bu maliyetleri oluşturan ve kullanımı kontrol eden, bazı birinci aşama maliyet etkenlerine göre, bu faaliyet merkezlerine dağıtılırlar. Örneğin, üretim alanı, malzeme taşıma faaliyet merkezi ile birlikte birkaç faaliyet merkezi tarafından paylaşılıyor olabilir. Bu takdirde, üretim alanı ile ilişkili maliyetler, her bir faaliyet merkezi tarafından işgal edilen alana göre, bu faaliyet merkezlerine dağıtılacaktır .

Faaliyet tabanlı maliyetlemedeki birinci aşama maliyet etkenleri dikkatlice incelendiğinde, bunların geleneksel hacim tabanlı maliyetlemede hizmet yeri maliyetlerinin dağıtımında kullanılan dağıtım anahtarları ile aynı özellikte oldukları görülür.

#### 4.2.4.4 Maliyet etkenlerinin seçimi

İki-aşamalı dağıtım sürecinin ikinci aşaması, maliyetlerin, faaliyet merkezlerinden ürünlere aktarılmasını içerir. Bu da, ikinci aşama maliyet etkenlerinin seçilmesi ve kullanılması ile gerçekleştirilir.

Maliyet etkeni, yürütülen bir faaliyetle ilgili olarak maliyetlerin oluşmasına neden olan herhangi bir faktör veya faktörlerdir. Maliyet etkeni, bir faaliyeti tüketen ürünle, o faaliyetin toplam maliyeti arasında nedensel bir ilişki sağlar [34].

İkinci aşamada kullanılacak bir maliyet etkeninin seçiminde iki faktör dikkate alınmalıdır [35];

Ölçme Maliyeti (maliyet etkeni ile ilgili bilgilerin edinilmesindeki kolaylık),

Korelasyon Derecesi (maliyet etkeninin ölçüsü ile ürünlerin içerdiği faaliyetler arasındaki korelasyon derecesi).

**Ölçme maliyeti:** Faaliyet tabanlı maliyetleme yöntemi, hacim tabanlı maliyetlemeye nazaran oldukça fazla olan doğruluk derecesini, daha fazla maliyet etkeni kullanmak suretiyle elde etmektedir. Söz konusu maliyet etkenleriyle ilgili ölçme maliyetini azaltmak için, faaliyet tabanlı maliyetleme nicelik olarak elde edilmesi daha kolay olan maliyet etkenlerini kullanmaya çalışır. Bu kısmen, ürünler tarafından tüketilen faaliyetleri dolaylı olarak gösteren ve diğer maliyet etkenlerinin yerine geçen maliyet etkenleri kanalıyla sağlanır. Örneğin; muayene süresi yerine muayene sayısının kullanılması gibi. Bir faaliyetin süresini gösteren maliyet etkenleri yerine, o faaliyet ile gerçekleştirilen işlemlerin sayısını gösteren maliyet etkenlerinin kullanılması, faaliyet tabanlı maliyetleme yönteminin tasarımında ölçme maliyetlerini azaltmak açısından önemli bir tekniktir [28].

**Korelasyon derecesi:** Ürünler tarafından tüketilen faaliyetleri sadece dolaylı olarak gösteren maliyet etkenlerinin kullanımı, raporlanmış ürün maliyetlerinin çarpık olması riskini taşır. Çünkü bu tür maliyet etkenleri, faaliyetlerin gerçek tüketimini doğru olarak göstermezler. Örneğin, muayene süreleri değişken ise, maliyet etkeni olarak muayene sayısını kullanmak, muayene saatlerini maliyet etkeni olarak kullanmak kadar yüksek bir korelasyon sağlayamayacaktır. Muayene sayısı maliyet etkeni olarak kullanıldığı takdirde, uzun muayene süresi gerektiren bir ürün düşük

maliyetlenirken, kısa muayene süresi gerektiren bir ürün de yüksek maliyetlenecektir.

Belirlenen maliyet etkeninin, bir faaliyetin ürünler tarafından gerçek tüketimini ne kadar iyi temsil ettiği, her bir faaliyetin maliyet etkeni kanalıyla ürünlere yüklenen miktarları ile, ürün tarafından tüketilen gerçek miktarların korelasyonu ile ölçülür. İşlem-tabanlı maliyet etkenleri, bir faaliyetin gerçek tüketimi ile nadiren tam korelasyon içindedirler. Çünkü bu maliyet etkenleri, ürünün üretim sürecini önemsemeden aynı miktarda faaliyeti tükenmiş olarak ürünlere yüklerler. Bu varsayımın neden olduğu çarpıklıklar da, maliyet etkenlerinin, birbirine zıt yönde tüketimi gerçekleşen iki maliyet etkenine ayrılmasıyla azaltılabilir.

## 5. UYGULAMA

Uygulama çalışması 2. Bölümde üretim sisteminin tanıtıldığı bir çamaşır kurutma makinesi işletmesinde yapılmıştır. İşletmede tüm tezgahlarda olduğu gibi, 1600 -2 tezgahında da performans ölçümü için, üretim verileri kayıt altına alınmaktadır. OEE vardiyalık bazda takip edilebilmekle birlikte, bu çalışmada kayıp analizi aylık veriler ile, 1600 -2 tezgahında uygulanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında tek bir tezgah için yapılan tüm çalışmalar, işletmedeki diğer tüm tezgahlar için yapılıp sonuç bir matriste bölüm bazında gösterilmektedir.

Çalışmada öncelikle, performans izleme aracı olan OEE hesaplama yöntemi tanımlanacak, daha sonra burada gerçekleştiğini gördüğümüz zaman bazlı kayıpların, ve geri kazanılabilecek maliyetlerin hesaplanması detaylı olarak sunulacaktır.

### 5.1 Üretim Kayıp Analizi

#### 5.1.1 Üretim kayıplarının belirlenmesi

Aşağıda OEE hesaplamasında kullanılacak zamanların tanımları verilmektedir;

##### 5.1.1.1 Mesai süresi

Kurutucu işletmesinde OEE hesaplamalarında mesai süresi olarak, maksimum ürünün üretilebileceği süre alınmaktadır. Bu yaklaşım Nakajima' nın çalışmasında belirttiği gibidir. Ağustos ayına ait veriler kullanıldığı için, 31 iş günü, her gün ise 24 saat olduğundan;

*Mesai Süresi = 44.640 dk* dır.



### 5.1.1.2 Çalışılabilir süre

Duruşların sınıflandırılmasında literatürdeki araştırmacıların da farklı yaklaşımları vardır. OEE hesaplanırken planlı duruşlar gibi kapasite kullanımını azaltıcı unsur göz önüne alınmamaktadır.

İşletmede planlı bakım için harcanan zaman ile, vardiyada iki kez verilen 10 dakikalık molalar ve yemek molası, planlı duruşlar grubuna dahil edilmiştir (5.1). İdari duruş başlığı ise, aylık talebi karşılayacak çalışma programına göre kapasite planlaması yapılan plastik enjeksiyon tezgahlarının, çalışma günleri dışında kalan zamanı ifade etmektedir.

$$\text{Planlı Duruşlar} = \text{Planlı Bakım} + \text{Mola} + \text{İdari Duruşlar} \quad (5.1)$$

$$\begin{aligned} \text{Planlı Duruşlar} &= 81 \text{ dk} + 232 \text{ dk} + 16.012 \text{ dk} \\ &= 16.325 \text{ dk} \end{aligned}$$

$$\text{Çalışılabilir Süre} = \text{Mesai Süresi} - \text{Planlı Duruşlar} \quad (5.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Çalışılabilir Süre} &= 44.640 \text{ dk} - 16.325 \text{ dk} \\ &= 28.315 \text{ dk} \end{aligned}$$

### 5.1.1.3 Çalışılan süre

Çalışılabilir süreden, meydana gelen duruşların çıkarılması ile çalışılan süreye ulaşılmaktadır. Bu duruş tanımları şu şekildedir;

Plastik enjeksiyon tezgahlarında, farklı model basılmak istendiğinde, kalıp değişikliği gerekmektedir. Bu duruş model değişimi için hazırlık süresi olarak tanımlanmıştır. Ayrıca model aynı olsa da küçük işlevsel farklılıklar için itici ara parça değişikliğine gidilmektedir. Bu durum da itici değişikliği, olarak kayıt altına alınmaktadır. Bu analizler sonucunda uzun kalıp değiştirme süreleri SMED (Single Minute of Exchange of Dies) gibi yöntemler kullanılarak düşürülmeye çalışılmaktadır. İşletmenin mekanik üretim bölümüne göre plastik enjeksiyon tezgahlarında hazırlık süresi kayıpları daha düşük orandadır. Aynı zamanda hazırlık süreleri sonunda ürünün istenen spesifikasyonlarda elde edilebilmesi için, gerekli olan ayar için harcanan süre de bu kayıp başlığı altındadır. Bir partinin son

parçasının üretimi ile, sonraki partinin ilk hatasız parçasının üretimi arasında geçen süre model değişim süresi olarak tanımlanmıştır.

Tezgahlarda meydana gelen mekanik, elektrik, kalıp arızaları da genel olarak arızalar başlığında toplanmıştır. 1600-2 plastik tezgahında içinde bulunulan ay meydana gelen duruşlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

**Çizelge 5.1:** 1600-2 tezgahı aylık duruş süreleri

<b>DURUŞ TANIMI</b>	<b>SÜRE (DK)</b>
Mekanik Arıza	2207
Elektrik Arıza	71
Kalıp Arızası	57
Tezgah Ayarı	130
İtici Değişimi	60
Kalıpta Parça Kalması	465
<b>Toplam</b>	<b>2990</b>

$$Duruşlar = Arıza + Model değişim süresi + Ayar için harcanan süre \quad (5.3)$$

$$Duruşlar = 2207 + 71 + 57 + 130 + 60 + 465$$

$$= 2990 \text{ dk}$$

$$Çalışılan Süre = Çalışılabilir Süre - Duruşlar \quad (5.4)$$

$$Çalışılan Süre = 28.315 - 2990$$

$$= 25.325 \text{ dk}$$

#### 5.1.1.4 Performans etkinliği

Teorik çevrim süresi ile gerçekleşen çevrim süresi arasındaki farktır. Üretilen ürün adedinin teorik çevrim süresine göre ne kadar zamanda üretilmesi gerektiği ile, ürün için gerçekte ne kadar zaman harcandığı arasındaki fark değerlendirilir. Zayıf ve bakımsız makinelere, yavaşlatılmış makineler, verimsiz ve gereksiz işlemler, malzeme değişkenlikleri performans etkinliğini etkileyen etmenlerdir.

$$\text{Toplam Üretim Adedi} = 18.760$$

$$\text{Teorik Çevrim Süresi} = 80 \text{ (sn)}$$

$$\text{Toplam Üretim Adedi} * \text{Teorik Çevrim Süresi} = 25.013 \text{ (dk)} \quad (5.5)$$

$$\text{Çalışılan Süre} = 25.325 \text{ (dk)}$$

$$\text{Hız Kaybı} = 25.325 - 25.013$$

$$= 312 \text{ (dk)}$$

#### 5.1.1.5 Kalite oranı

Hatalı üretim adedinin çıkarıldığı sağlam parça üretim adedi ile toplam üretim adedinin oranı olarak hesaplanmaktadır (5.6).

$$\text{Toplam Üretim Adedi} = 18.760$$

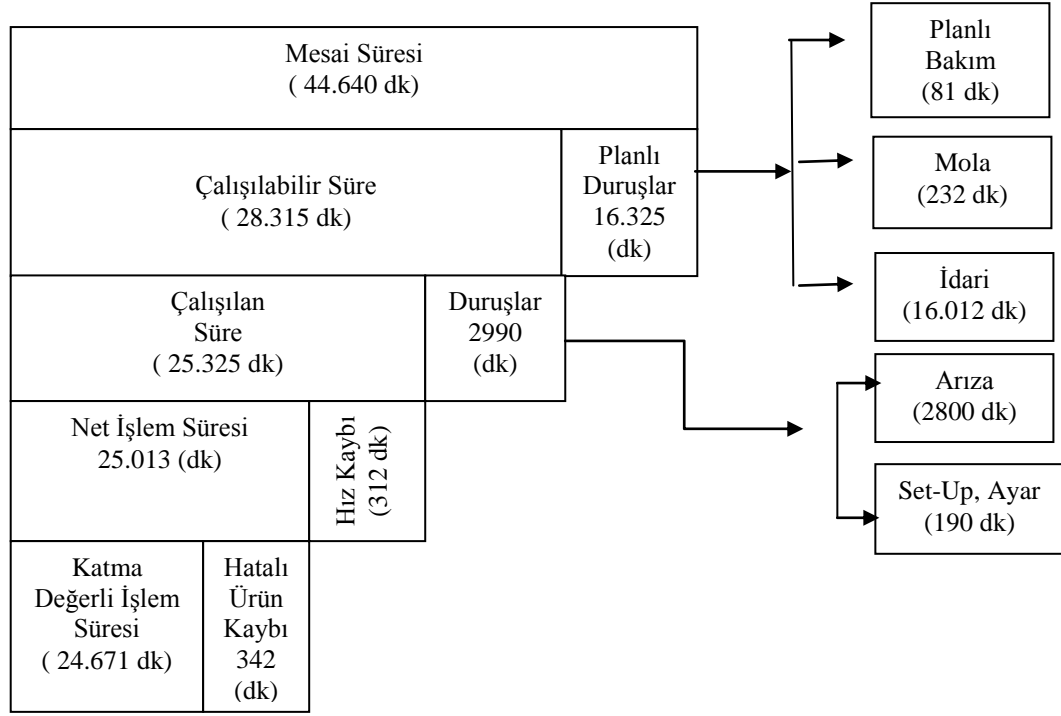
$$\text{Hatalı Üretim Adedi} = 257$$

$$\text{Sağlam Üretim Adedi} = 18.760 - 257$$

$$= 18.503$$

$$\text{Hatalı Ürün Kaybı} = \frac{257 * 80}{60} \quad (5.6)$$

$$= 342 \text{ (dk)}$$



Şekil 5.1 :1600-2 Tezgahı kayıp yapısı

### 5.1.2 OEE hesaplama yöntemi

Şekil 5.1’de verilen 1600-2 tezgahı kayıpları, Kullanılabilirlik (A) , Performans Etkinliği (P) ve Kalite oranının (Q) bir fonksiyonu olan OEE hesaplanarak ortaya çıkarılacaktır. Aşağıda OEE değişkenlerinin tanımı verilmiştir (5.7).

$$OEE = (A) \times (P) \times (Q) \quad (5.7)$$

Toplam bir aylık çalışma zamanı, mesai süresi olarak tanımlanmış olup, bu süreden planlı duruşlar çıkarılarak çalışılabilir süre tespit edilmiştir. Nakajima’ nın belirttiği şekilde 6 büyük kayba neden olan duruşlar tanımlanarak, çalışılabilir süreden bu duruşların çıkarılması ile toplam çalışılan süreye ulaşılmıştır. Bu iki parametrenin birbirine oranı ile OEE nin bir fonksiyonu olan kullanılabilirlik tanımlanmış olmaktadır (5.8).

$$Kullanılabilirlik (A) = \frac{\text{Çalışılan Süre}}{\text{Çalışılabilir Süre}} \quad (5.8)$$

$$= \frac{25.325}{28.315} \times 100$$

$$= \% 89,44$$

Performans etkinliğinde ise küçük duruş ve hız kayıpları birlikte ölçülmektedir. Teorik çevrim süresi ve üretim adedinin çarpılması ile elde edilen zamanın çalışılan süreye oranı bize bu fonksiyonun değerini vermektedir (5.9).

$$P.Etkinliği (P) = \frac{\text{Toplam Üretim Adedi} \times \text{Cycle Time}}{\text{Çalışılan Süre}} \quad (5.9)$$

$$= \frac{25.013}{25.325} \times 100$$

$$= \% 98,76$$

Kalite oranı toplam üretim adedi ile hatalı üretim adedi arasındaki farkın, toplam üretim adedine oranıdır. Böylece kalitesiz üründen kaynaklı kayıplar gözlenebilecektir (5.10).

$$Kalite Oranı (Q) = \frac{\text{Toplam Üretim Adedi} - \text{Hatalı Üretim Adedi}}{\text{Toplam Üretim Adedi}} \quad (5.10)$$

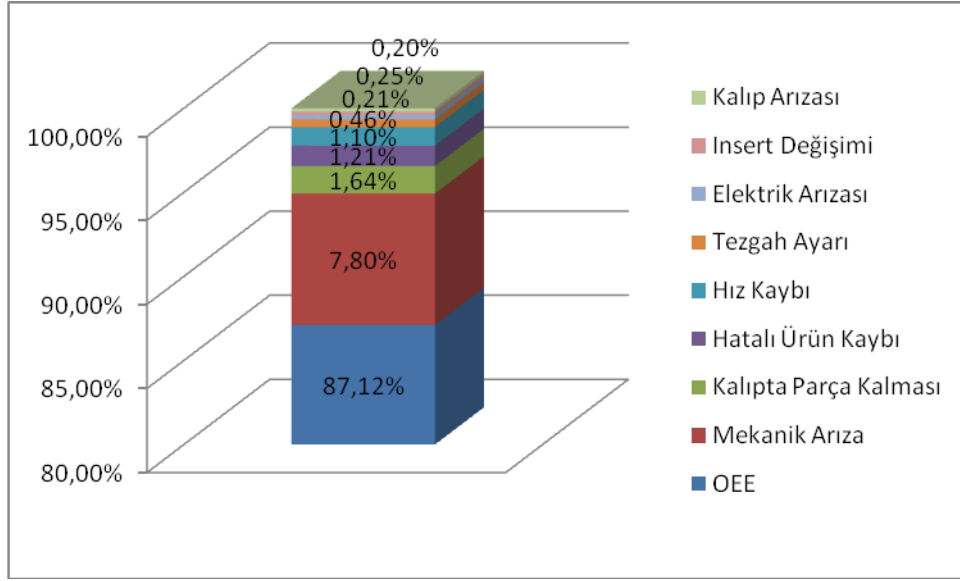
$$= \frac{18.503}{18.760} \times 100$$

$$= \% 98,63$$

$$OEE = (A) \times (P) \times (Q) \quad (5.11)$$

$$OEE = \% 89,44 \times \% 98,76 \times \% 98,63$$

$$OEE = \% 87,12$$



**Şekil 5.2 : 1600-2 tezgahı kayıp analizi**

1600-2 tezgahında % 87,12 lik OEE değerine karşılık, %12,88 kayıp analiz edilmiştir. Bu kayıpların en büyük bölümünü mekanik arızaların oluşturduğu Şekil 5.2’de görülmektedir.

## 5.2 Üretim Maliyetlerinin Belirlenmesi

### 5.2.1 Üretim maliyetleri

1600-2 tezgahında alt şasi grubunu üretilmesi faaliyetinde kayıp maliyetlerin ne olduğu, alt şasi parçası üretme maliyetinin belirlenmesiyle mümkün olabilecektir. Kayıpların tümünün katma değersiz işlem ve faaliyetlerden oluştuğu göz önüne alındığında, işletmenin mevcut durumda kullandığı klasik maliyetleme anlayışının bu amaç doğrultusunda yetersiz kalacağı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle maliyetlerin ürünler tarafından tüketilen faaliyetler bazında yeniden sınıflandırılması yoluna gidilmiştir. Çalışmanın amacı FTM sisteminde olduğu gibi birim ürün maliyetine ulaşmaktan ziyade, TPM uygulayan işletmelerde kullanılan yöntem olan, üretim kayıplarının maliyetlerini en doğru şekilde tesbit edebilmeye yönelik bir yöntem oluşturmaktır. Bu nedenle, özellikle tezgahlarda üretilen ürünlerin, harcadıkları süre bazında tükettiği kaynaklar tesbit edilmeye çalışılacak ve bu üretim birimlerinde verimsizliğe yol açan kayıpların maliyetleri hesaplanacaktır.

Çalışmanın bu bölümünde alt şasi parçası üretim maliyetleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda ilk olarak faaliyetler tanımlanmıştır. Daha sonra finansal muhasebe ile tanımlanmış giderler faaliyetlere göre yeniden sınıflandırılmıştır. Tanımlanan faaliyetlerin üretilen ürünler tarafından hangi ölçütler yardımıyla tüketildiğini gösteren maliyet etkenlerinin seçimi bir sonraki aşamadır. Daha sonra ise maliyet etkenlerinin kullanım miktarları ile ürün bazında faaliyet maliyetleri hesaplanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada işçilik giderleri gibi maliyet ile ilgili bazı bilgiler mevcut finansal bilgi sisteminden alınmış olup sipariş sayıları gibi bilgiler ise bu işlerden sorumlu kişiler ile yapılan görüşmeler sonucu elde edilmiştir. İşletme iç üretim takımının bir aylık gerçekleşen masrafları göz önünde bulundurularak, alt şasi üretim faaliyetinin aylık maliyeti tespit edilmiştir.

Bu yeni yöntem ile, üretim faaliyetlerde oluşan kayıpların maliyetleri elde edilebilecek ve iyileştirme öncelikleri belirlenebilecektir. Yöntemin bir diğer avantajı da “üret ya da satın al” kararları gibi verimlilik açısından stratejik kararların daha sağlıklı bir şekilde alınmasına destek verecek olmasıdır.

## **5.2.2 Faaliyetlerin tanımlanması**

### **5.2.2.1 İşletme faaliyetlerinin tanımlanması**

Faaliyet tabanlı maliyetlendirmenin başlangıç noktası olarak öncelikle tüm işletmenin iş akış sistemine göre faaliyetleri tanımlanmış Çizelge 5.2’de gösterilmiş ve bu faaliyetlere yönelik bilgiler edinilmiştir. İşletmede faaliyet tabanlı maliyetleme ile ürün maliyetleri hesaplanmaya çalışıldığında, tabloda yer alan tüm faaliyetlerin maliyetleri hesaplanmalı ve daha sonra ürünlerin bu faaliyetleri tüketme derecelerine göre maliyetlendirilmesi gerçekleştirilmelidir. Fakat bu çalışmada, amaç üretim kayıp maliyetlerinin hesaplanması olduğu için, tabloda görüldüğü üzere tüm faaliyetlerin sadece bir kalemini oluşturan üretim faaliyetlerinin dağıtımına odaklanılmıştır bu nedenle tam anlamıyla FTM sistemi kurulmuş olmamakta sadece maliyetler belirlenirken FTM yöntemi sistematığı uygulanmaktadır.

**Çizelge 5.2 : İşletmede tanımlanan faaliyetler**

<b><i>İşletme Faaliyetleri</i></b>	
<b><i>Tedarik Faaliyetleri</i></b>	
	Malzeme Tedarik
	Nakliye
	Taşıma
	Depolama
	Planlama
<b><i>Kalite Güvence Faaliyetleri</i></b>	
	Giriş Kalite Kontrol
	Yan Sanayi Kalite Güvence
	Prototip Kalite
	Audit Kalite
	Servis Arıza Kalite
<b><i>Üretim Faaliyetleri</i></b>	
	İç Üretim
	Montaj
<b><i>Tamir Bakım</i></b>	
	Tesis Tamir Bakım
<b><i>Yan Sanayi Üretim</i></b>	
<b><i>Yönetim</i></b>	
<b><i>Ürün Geliştirme</i></b>	

#### **5.2.2.2 İç üretim takımı faaliyetlerinin tanımlanması**

İç üretim takımı Plastik Üretim, Mekanik Üretim ve Boyahane bölümlerinden oluşmaktadır.

Mekanik üretim bölümünde çamaşır kurutma makinesinin gövde, arka duvar ve tambur bileşenleri üretilmektedir. Sac malzemeden oluşan rulolardan, 1250 ton preslerde kurutucu gövdesini oluşturan arka duvar ve yan duvarlar basılmakta ve daha sonra gövde kaynak hattında birleştirilerek boyanmak üzere boyahaneye gönderilmektedir. Tambur ve arka duvar üretimi için ayrı hatlar mevcuttur.

Plastik üretim bölümünde çamaşır kurutma makinesinin plastik şasi grubu ve ön yataklama grubu üretilmektedir. Plastik hammadde öncelikle, plastik enjeksiyon tezgahlarına alınır ve burada parçalar basılır, daha sonra elde edilen parçalar montaj bantlarında gruplanır ve bu gruplu parçalar ana montaj bandına iletilir. İşletmede Terra ve Luna olmak üzere başlıca iki model, ayrı montaj bantlarında üretilmektedir.



İşletmede üretim kayıp maliyetlerinin hesaplanacağı 1600-2 tezgahı, iç üretim takımında plastik üretim bölümünde bulunmaktadır. 1600 – 1 tezgahında terra model üst şasi parçası, 1600 -2 tezgahında ise terra model alt şasi parçası basılmaktadır. Alt ve üst şasi parçaları daha sonra şasi gruplama bandında şasi grubu haline getirilmekte ve Terra montaj bandına, bitmiş ürünün bir parçası olmak üzere gönderilmektedir. 1500 -1 tezgahında Luna üst şasi parçası, 1500 – 2 tezgahında ise Luna alt şasi parçası basılmaktadır. Luna model şasi, terra modelde olduğu gibi, gruplanmamakta, doğrudan Luna montaj bandına iletilmektedir. 650 ton tezgahlarda ise üretim programının uygunluğuna bağlı olarak, terra model için, petekli ve düz önyataklama ile petekli ve düz önyataklama kapağı, Luna model için ise ön yataklama iç ve dış parçaları basılmaktadır. İç ve dış önyataklama parçaları ön yatak gruplama bandında gruplanıp, Luna montaj bandına iletilmektedir. Bazı terra ürünlerde Petekli ön yataklama ile petekli ön yataklama kapağı, Gruplama bandında gruplanmakta ve Terra montaj bandına gönderilmekte iken, bazı terra ürünlerde ise düz önyataklama kullanılmakta ve aynı şekilde akışı takip etmektedir.

Daha sonra burada üretilen parçalar ve yan sanayilerden elde edilen parçalar montaj bölümünde gruplanarak bitmiş ürün elde edilmektedir.

Aylık gider kalemleri iç üretim takımı bazında verildiği için, öncelikle bu maliyetlerin şekilde de belirtildiği gibi, iç üretim akış şemasına göre oluşturulan faaliyet merkezlerine dağıtımı gerçekleştirilerek, bu faaliyetlerden biri olan plastik alt şasi üretimi aylık maliyetleri elde edilecektir.

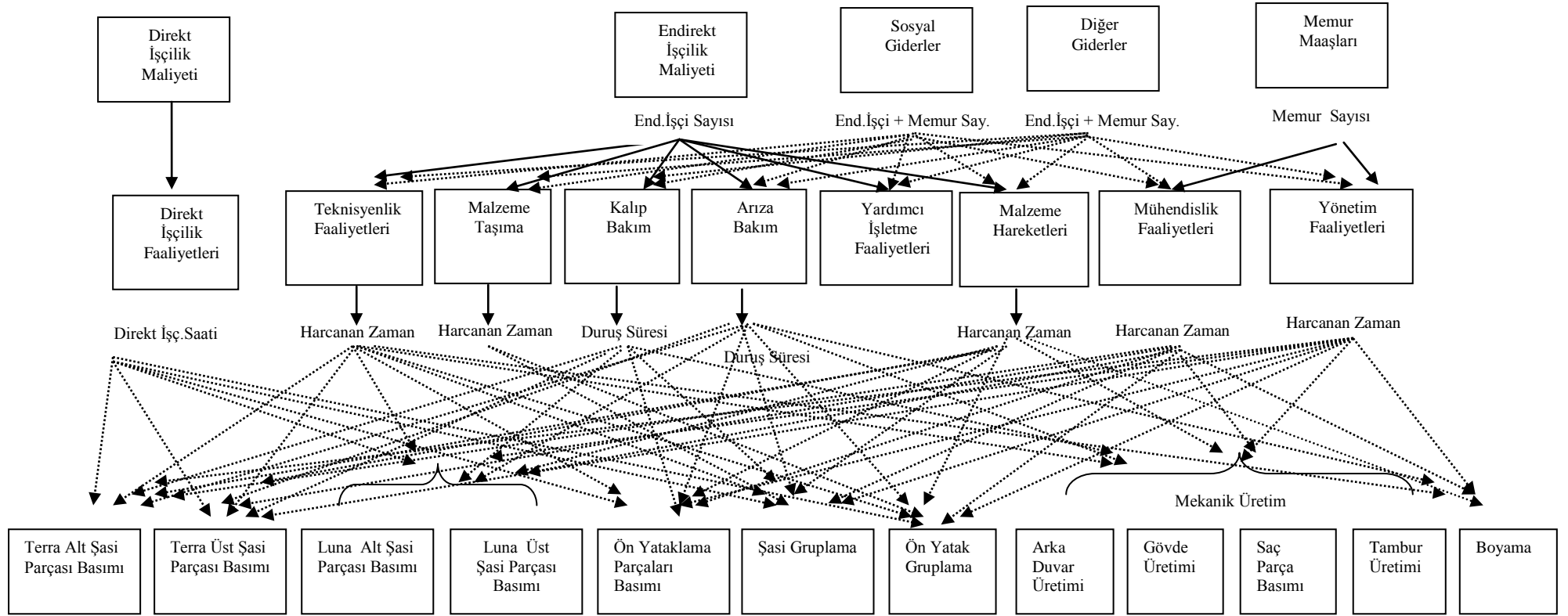
Yapılan gözlemler sonucu, maliyet bilgilerinin analizinden sonra, iç üretim takımında dokuz faaliyet belirlenmiştir. Belirlenen faaliyetler, takımda gerçekleşen tüm üretim sürecini kapsamaktadır. Çizelge 5.3'te iç üretim takımı faaliyet listesi verilmiştir.

**Çizelge 5.3 : İç üretim takımı faaliyet listesi**

<b>Faaliyet Sayısı</b>	<b>İç Üretim Takımı Faaliyetleri</b>
1	Direkt İşçilik Faaliyetleri
2	Teknisyenlik Faaliyetleri
3	Malzeme Taşıma
4	Kalıp Bakım
5	Arıza Bakım
6	Yardımcı İşletme Faaliyetleri
7	Malzeme Hareketleri
8	Mühendislik Faaliyetleri
9	Yönetim Faaliyetleri

### **5.2.3 Faaliyet maliyetlerinin belirlenmesi**

Faaliyetler belirlendikten sonra, faaliyetleri gerçekleştirmek için gerekli maliyetlerin faaliyetlere aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle faaliyetler ile, maliyetler arasında gözlem ve ölçüm yolu ile ilişki kurulması gerekmektedir. Bu ilişki Şekil 5.3'te verilmiştir. Böylece finansal muhasebe ile sınıflandırılmış maliyetlere bu sefer faaliyetler bazında sınıflandırılmış olacaktır. Eğer maliyetler direkt olarak üretim birimlerine aktarılabilir ise, maliyet etkeni kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Çalışmamızda, enerji, amortisman ve tamir bakım giderleri üretim birimleri bazında direkt olarak yüklenebilen maliyetleri oluşturmaktadırlar.



Şekil: 5.3 : 1. ve 2. aşama maliyet dağıtımı

### 5.2.3.1 Direkt işçilik maliyetlerinin aktarımı

İşletmede direkt işçilik çalışma saatine göre ücretlendirilmektedir. Aynı departman içinde dağıtım gerçekleştirileceği için ücretler arasında önemli farklılık bulunmadığından, direkt işçilik maliyetlerinin faaliyetlere dağıtılmasında direkt işçilik saati maliyet etkeni olarak kullanılmıştır.

Direkt işçilik maliyetleri mekanik, plastik üretim ve boyahane bazında ayrı ayrı takip edilebilmekte olduğundan sadece plastik üretim direkt işçiliklerinin dağıtımı yeterli olmuştur.

Plastik enjeksiyon ve gruplama bantlarında fiili olarak üretimi gerçekleştiren operatörler, tanımlı oldukları operasyon dışında çalışmadıkları için, dağıtım işleminde doğrudan yüklenebilen maliyet olarak görülebilirler. Plastik enjeksiyon tezgahlarında üretilen ürünlerin, üretim mühendisliği tarafından belirlenen, standart ürün adamsaat değerleri mevcuttur. Adamsaat kavramı, bir birim ürün elde etmek için, bir işçinin saat cinsinden çalışacağı süreyi ifade etmektedir. Direkt işçilik maliyetinin faaliyetler bazında hesaplanması için, ihtiyaç duyulan direkt işçilik saati, ürün adamsaat' ler ile üretilen ürün miktarının çarpılmasıyla elde edilecektir.

Plastik üretim bölümü aylık direkt işçilik maliyeti 40.809 YTL nin faaliyetlere göre dağıtımı Çizelge 5.4'te görülmektedir.

**Çizelge 5.4:** Direkt işçilik maliyet etkeni

<b>Faaliyet Merkezi</b>	<b>Üretim Adedi</b>	<b>Ürün Adamsaat</b>	<b>Adamsaat*Üretim Miktarı</b>	<b>Oran</b>
Terra Üst Şasi Basımı	17.106	1	17.106	0,0317
Terra Alt Şasi Basımı	17.512	1,1068	19.382,3	0,0360
Luna Şasi Basımı	4.238	1,2815	5.431	0,0100
Ön Yataklama Basımı	55.544	0,7961	44.218,6	0,0821
Şasi Gruplama	18.371	12,9000	23.6986	0,4404
Ön Yatak Gruplama	28.821	7,4563	21.4898	0,3994

**Çizelge 5.5:** Toplam direkt işçilik giderlerinin üretim birimlerine aktarımı

<b>Faaliyet Merkezi</b>	<b>Oran</b>	<b>Direkt İşçilik Maliyeti (YTL)</b>
Terra Üst Şasi Basımı	0,0317	1.297,49
Terra Alt Şasi Basımı	0,0360	1.470,14
Luna Şasi Basımı	0,0100	411,94
Ön Yataklama Basımı	0,0821	3.353,98
Şasi Gruplama	0,4404	17.975,4
Ön Yatak Gruplama	0,3994	16.300

### **5.2.3.2 Endirekt işçilik, memur maaşları, diğer giderler, sosyal giderler maliyetlerinin aktarımı**

#### **5.2.3.2.1 Endirekt işçilik**

İç üretim takımı endirekt işçilik kadrosunda toplam 26 operatör çeşitli görev tanımlarında çalışmaktadır. Endirekt işçi ücretleri arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Bu işçilikler, direkt işçilikte olduğu gibi, plastik, mekanik üretim ve boyahane olarak ayrı ayrı maliyetlendirilmedikleri için dolaylı olarak yüklenen giderleri oluşturmaktadırlar. Aşağıda endirekt işçilik kategorileri verilmektedir:

a) Takım teknisyenleri: Plastik, mekanik ve boyahane olmak üzere 3 takım teknisyeni bulunmaktadır. Üretim takımları ile takım mühendisleri arasında köprü vazifesi görmektedirler. Plastik takımı için ortak olan bu teknisyenin maliyetinin dağıtımı için, yüz yüze görüşme yapılarak vaktinin ne kadarını hangi faaliyet için harcadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu görüşme sırasında, teknisyenin vaktini üretim birimlerinde bulunan operatör sayıları ile doğru orantılı olarak harcadığı ortaya çıkmıştır.

b) Malzeme taşıma: İç üretim takımı kadrosunda, giriş ambarı stok alanından malzemelerin üretim sahasına taşınmasından sorumlu iki adet forklift operatörü bulunmaktadır. Boyahaneye gelen ürünlerin konveyörler ile taşındığı ve bu nedenle forklift operatörü kaynağını kullanmadıkları görülmüştür. Mekanik üretim bölümü için taşınan malzeme sadece rulo saclardan oluşmakta ve taşınmalarında üretim planlama bölümüne ait forkliftler kullanılmaktadır. Ayrıca üretilen tambur da ASRS sistemi ile montaj bölümüne sevk edilmektedir. Enjeksiyon tezgahlarına ise hammadde daha öncede bahsedildiği için silolar ile verilmekte ve basılan ürünler ise

yine konveyörler ile gruplama bantlarına iletilmektedirler. Bu nedenle forklift operatörü kaynağını, malzeme çeşidinin çok fazla olduğu gruplama bantlarının kullandığı ortaya çıkmaktadır. Gruplama bantlarında malzeme çeşidi malzeme stoğu ile gruplama bantları arasındaki mesafe ve malzeme boyutları arasında önemli bir farklılık bulunmadığından forklift operatörü giderlerinin eşit olarak paylaşılması uygun görülmüştür.

c) Tamir Bakım: Ortaya çıkan arızalar ve periyodik bakım hizmetleri ile ilgilenen operatörler bakımcı kadrosunu oluşturmaktadırlar. İç üretim takımı bünyesinde toplam 17 adet bakımcı bulunmaktadır. Fakat bunlardan 6 sı sadece kalıp bakımı ile sorumludurlar. Kalıp değişimi faaliyetleri ise mekanik üretim bölümündeki 1250 ton pres ve plastik üretim bölümündeki enjeksiyon tezgahlarında mevcuttur. 6 kalıp bakımcısının 3'ü 1250 ton ve diğer 3 kişi ise tüm enjeksiyon tezgahlarından sorumlu olmak üzere görevlendirilmişlerdir. Kalıp bakım faaliyetinin dağıtımı için, çalışmanın gerçekleştiği ayın kalıp arızası ve model değişim sürelerinin toplamının anahtar olarak kullanılması uygun görülmüştür. Uygulamada değerleri kullanılan ay içinde görülen kalıpta parça kalması kaynaklı duruş ile kalıp bakımcıları ilgilendiği için süreye dahil edilmiştir. Bakım operatörleri maliyetinin dağıtımı ise aylık toplam mekanik ve elektrik arıza süreleri ve bakım için harcanan sürelerin toplamı ile orantılı olarak dağıtılmıştır.

d) Arıtma, askı yakma, laboratuvar: Tüm bu faaliyetler sadece boyahane tarafından tüketildiği için boyahaneye direkt yüklenebilen bir maliyeti oluşturmaktadır.

e) Malzeme hareketleri: İç üretim takımı üretim faaliyetleri için alınan malzemelerin SAP ye fatura ve irsaliye girişlerini yapan bir endirekt kadrosudur. Bu nedenle sorumlu kişi ile yapılan yüz yüze görüşme ile bu kaynağın hangi faaliyetler tarafından tüketildiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Endirekt işçilik giderlerinin faaliyetlere aktarılmasında, Çizelge 5.6'da verilen endirekt çalışan kişi sayısının kullanılması uygun görülmüştür.

**Çizelge 5.6 : İç üretim takımı endirekt işçi sayıları**

Faaliyet Merkezi	Takım Tekn.	Malzeme Taşıma Opr.	Bakım Opr.	Kalıp Bakım Opr.	SAP Op.	Arıtma, Askı Yakma, Lab. Op.	
Terra Üst Şasi Basımı	1		11	3	1		
Terra Alt Şasi Basımı							
Luna Şasi Basımı							
Luna Ön Yatk.Basımı							
Şasi Gruplama		1					
Ön Yatak Grp.		1					
Mekanik Üretim	1			3			
Boyahane	1					3	

### 5.2.3.2.2 Memur maaşları

İç üretim takımında plastik bölümünde 1, mekanik bölümünde 3 ve boyahane bölümünde 1 olmak üzere toplam 5 makine mühendisi çalışmaktadır. Tüm mühendisler direkt olarak iç üretim takım liderine bağlıdır. İç üretim takım mühendislerinin işletme yeni kurulduğu için birbirlerine yakın tarihlerde çalışmaya başladıkları ve derecelerinde bir fark olmadığı bilgisi edinilmiştir. Aynı zamanda mühendisler ile takım lideri maaşları arasında 1/3 oranı bulunmaktadır. Memur maaşlarının faaliyetlere aktarılmasında maliyet etkeni olarak Çizelge 5.7’de verilen memur sayısı kullanılmıştır.

Mühendis maaşları ile takım lideri maaşları arasında 1/3 oranı bulunmaktadır. Bu nedenle mühendis maaşları toplamı ve takım lideri maaşları hesaplanıp, memur sayıları ile orantılı olarak dağıtılmıştır.

Memur maaşları toplamı : 20.375,2 YTL

$20.375,2/8 = 2.546,9$  YTL

Mühendis Maaşları :  $2.546,9*5= 12.734,5$  YTL

Takım lideri maaşı:  $2.546,9*3 = 7.640,71$  YTL

**Çizelge 5.7 : İç üretim takımı memur sayıları**

<b>Faaliyet Merkezi</b>	<b>Mühendis Sayısı</b>	<b>Takım Lideri</b>
Terra Üst Şasi Basımı	1	1
Terra Alt Şasi Basımı		
Luna Şasi Basımı		
Luna Ön Yatk.Basımı		
Şasi Gruplama		
Ön Yatak Grp.		
Mekanik Üretim	3	
Boyahane	1	

#### **5.2.3.2.3 Sosyal giderler**

Personel sosyal giderleri, tüm memur ve endirekt işçi olarak çalışanların taşıma, yemek, tedavi ilaç, eğitim ve teçhizat giderleri ile evlenme, doğum, askerlik, ölüm yardımlarından oluşmaktadır. Tüm bu maliyetlerin kişi sayısı ile doğru orantılı olarak değiştiği görülmüş ve bu nedenle maliyet etkeni olarak memur ve endirekt işçi sayıları toplamı seçilmiştir.

#### **5.2.3.2.4 Diğer imalat giderleri**

Kurutucu işletmesi diğer imalat giderleri içerisinde kırtasiye matbaa, yurtiçi ve yurtdışı seyahat giderleri, şehir içi yol giderleri ve diğer giderler başlığı altında olan gider kalemleri bulunmaktadır. Bu giderlerin de çalışan kişi sayısı ile doğru orantılı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiş olup, maliyet etkeni olarak endirekt çalışan sayısı ve memur sayısı toplamı kullanılmıştır. Bazı giderler ise çalışma yapıldığı ay oluşmamıştır. Toplam harcamalar içindeki oranı itibari ile diğer imalat giderleri çok az bir paya sahiptir. Çizelge 5.8’de tüm faaliyetlerin maliyetleri görülmektedir.



**Çizelge 5.8 : Faaliyet maliyetleri**

Maliyet Türü	Endirekt İşçilikler (YTL)	Memur Maaşları (YTL)	Personel Sosyal Giderleri	Diğer İmalat Giderleri
Maliyet Etkeni	Endirekt İşçi Sayısı	Memur Sayıları	Endirekt İşçi+ Memur Sayısı	Endirekt İşçi+ Memur Sayısı
<b>Toplam Aylık Tutar</b>	<b>28.615 YTL</b>	<b>20.375 YTL</b>	<b>4.281 YTL</b>	<b>685 YTL</b>
Teknisyenlik Faaliyetleri	3301,73		401,34	64,22
Malzeme Taşıma	2201,15		267,56	42,81
Kalıp Bakım	6603,46		802,69	128,44
Arıza Bakım	12.106,35		1471,59	235,47
Yardımcı İşletme Faaliyetleri	3301,73		401,34	64,22
Malzeme Hareketleri	1.100,58		133,78	21,41
Mühendislik Faaliyetleri		12734,5	668,91	107,03
Yönetim Faaliyetleri		7640,71	133,78	21,41

#### 5.2.4 Üretim birimi maliyetlerinin belirlenmesi

Bu bölümde, faaliyet maliyetleri elde edilmiş olup, artık 1600-2 tezgahının faaliyetleri tüketme oranında neden olduğu üretim maliyetleri hesaplanacaktır.

##### 5.2.4.1 Endirekt işçilik faaliyetleri

Aşağıda Çizelge 5.9'da iç üretim takımı plastik üretim bölümü endirekt işçilik faaliyetlerinin maliyet etkenleri belirlenmiş ve Çizelge 5.10'da, bu etkenlerin faaliyetlere göre kullanımları verilmiştir.

**Çizelge 5.9: Faaliyet maliyet etkenleri**

Teknisyenlik Faaliyetleri	Harcanan Zaman Oranı(%)
Arıza Bakım	Mekanik ve Elektrik Arıza Kaynaklı Duruşlar (dk)
Kalıp Bakım	Kalıp Arıza + Set-Up (dk)
Malzeme Hareketleri	Harcanan Zaman Oranı(%)

**Çizelge 5.10:** Endirekt işçilik faaliyetlerinin üretim birimlerine dağıtımı

Üretim Birimi	Takım Tek. Harcanan Zaman (%)	Mek. Ve Elk.Arıza Kaynaklı Duruşlar ( dk)	Kalıp Arıza ve Set-Up (dk)	SAP Operatörü Harcanan Zaman (%)
Terra Üst Şasi Basımı	2,5	535	129	0
Terra Alt Şasi Basımı	2,5	2278	712	0
Luna Şasi Basımı	5	501	1065	0
Luna Ön Yatk.Basımı	10	367	96	0
Şasi Gruplama	40	842	73	2
Ön Yatak Gruplama	40	0	0	3
Mekanik Üretim		7046		25
Boyahane		337		70

#### 5.2.4.2 Mühendislik ve yönetim faaliyetleri

Yapılan mülakatlar ile takım liderinin çalışma zamanının üretim bölümünde bulunan mühendis sayısı ile, plastik bölüm mühendisi çalışma zamanının üretim birimlerinde çalışan operatör sayısı ile doğru orantılı olarak değişim gösterdiği bilgisi elde edilmiştir ve bu bilgiler Çizelge 5.11’de yer almaktadır. Çizelge 5.12’de üretim birimleri endirekt işçilik, mühendislik ve yönetim maliyetleri yer almaktadır.

**Çizelge 5.11:** Plastik üretim mühendislik ve yönetim faaliyetlerinin üretim birimlerine dağıtımı

Üretim Birimi	Takım Mühendisi Harcanan Zaman (%)	Takım Lideri Zaman (%)
Terra Üst Şasi Basımı	2,5	0,5
Terra Alt Şasi Basımı	2,5	0,5
Luna Şasi Basımı	5	1
Luna Ön Yatk.Basımı	10	2
Şasi Gruplama	40	8
Ön Yatak Gruplama	40	8
Mekanik Üretim		60
Boyahane		20

**Çizelge 5.12: Üretim birimleri maliyetleri**

<b>Faaliyetler</b>	<b>Teknisyenlik Faaliyetleri</b>	<b>Malzeme Taşıma</b>	<b>Kalıp Bakım</b>	<b>Arıza Bakım</b>	<b>Yardımcı İşletme Faaliyetleri</b>	<b>Malzeme Hareketleri</b>	<b>Mühendislik Faaliyetleri</b>	<b>Yönetim Faaliyetleri</b>
<b>Maliyet Etkeni</b>	Harcanan Zaman Oranı(%)		Kalıp Arıza + Set-Up (dk)	Mekanik ve Elektrik Arıza Kaynaklı Duruşlar (dk)		Harcanan Zaman Oranı(%)	Takım Mühendisi Harcanan Zaman (%)	Takım Lideri Zaman (%)
<b>Toplam Aylık Tutar</b>	3767,29	2511,52	7534,59	13813,41	3767,29	1255,77	13510,44	7795,9
Terra Üst Şasi Basımı	31,39		234,21	620,71		0	67,55	38,98
Terra Alt Şasi Basımı	31,39		1292,68	2642,95		0	67,55	38,98
Luna Şasi Basımı	62,79		1933,58	581,26		0	135,10	77,96
Luna Ön Yatk.Basımı	125,58		174,29	425,80		0	270,21	155,92
Şasi Gruplama	502,31	1255,76	132,54	976,89		25,12	1080,84	623,67
Ön Yatak Gruplama	502,31	1255,76	0	0		37,67	1080,84	623,67
Mekanik Üretim	1255,76		3767,30	8174,81		313,94	8106,26	4677,54
Boyahane	1255,76		0	390,99	3767,29	879,04	2702,09	1559,18

### 5.2.4.3 Tamir bakım, temizlik giderleri

Kurutucu işletmesinde bu gider sınıfında, işletme malzemesi, sabit kıymet tamir bakım ve küçük demirbaş giderleri yer almaktadır. İşletme malzemesi üretimin yapılabilmesi için gerekli ancak ürün içerisinde yer almayan gider kalemleridir. Sabit kıymet bakım ve tamiri için gerekli işlemlerin giderleri ve gerekli küçük demirbaşlar ise bu grup içerisindeki diğer giderleri oluşturmaktadırlar. Bu giderler diğerlerinde olduğu gibi aylık olarak yayınlanan bütçe-fili gider karşılaştırma tablosunda iç üretim bölümü kapsamında toplu olarak takip edilmekte idi. Bu da hangi üretim birimi için hangi harcamaların yapıldığı konusunda bir bilgi vermiyordu. Bu çalışma kapsamında iç üretim takım teknisyenlerinin yapılan harcamaları takip ettikleri listelerine bir bölüm açılarak, harcamaların hangi üretim birimi için yapıldığının takip edilmesi sağlandı. Böylece direkt yüklenebilen maliyet kalemi oluşturuldu. Çizelge 5.13'te üretim birimleri tamir bakım, temizlik giderleri yer almaktadır.

**Çizelge 5.13:** İç üretim takımı tamir bakım temizlik giderleri

Faaliyet Merkezi	İşletme Malzemesi (YTL)	Sabit Kıymet Tamir Bakım (YTL)	Küçük Demirbaş (YTL)
Terra Üst Şasi Basımı		425,13	
Terra Alt Şasi Basımı		318,23	
Luna Şasi Basımı		636,47	
Luna Ön Ytkl.Basımı		2.132,86	
Şasi Gruplama		0	
Ön Yatak Grp.		0	
Mekanik Üretim	115,72	1.766,34	66,84
Boyahane	462,30	2.375,51	

### 5.2.4.4 Enerji Giderleri

Enerji giderleri üretim yöneticiliği bünyesinde izlenmekte, kontrol edilmekte ve üretim yöneticiliği giderlerinin en önemli kalemini oluşturmaktadır. Bu nedenle işletme bünyesinde enerji takip sistemi ile tüm enerji sarfiyatları izlenmekte ve kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Endirekt bir gider olan enerji tüketimi, sistemin pek çok noktaya koyulmasını gerekli kıldığı sayaçlar sayesinde, ortak kullanımların üretim birimleri arasında ne oranda tüketildiği bilinmektedir. İşletmede bir çok iyileştirme ve enerji sarfiyatı azaltma projeleri yapılmaktadır. Tüm iç üretim takım mühendisleri sorumlusu oldukları hat ve tezgahların ürün başına enerji

sarfıyatlarını günlük olarak takip etmektedirler. Bu nedenle enerji sarfıyatı direkt bir maliyet haline gelmiştir. Enerji giderleri direkt olarak izlenebildiği için, sadece plastik bölüm birimleri alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı ayda doğalgaz gideri bulunmamaktadır.Çizelge 5.14’te faaliyet merkezi enerji giderleri yer almaktadır.

**Çizelge 5.14:** Faaliyet merkezleri enerji giderleri

Faaliyet Merkezi	Elektrik Gideri(YTL)	Su Gideri(YTL)
Terra Üst Şasi Basımı	2.325,86	2,70
Terra Alt Şasi Basımı	1.544,63	1,16
Luna Şasi Basımı	905,75	0,87
Luna Ön Ytkl.Basımı	3.830,62	3,67
Şasi Gruplama	302,25	30,12
Ön Yatak Gruplama	72,33	33,22

#### 5.2.4.5 Amortisman giderleri

Plastik üretim bölümünde mali işlerden alınan bilgiler ile üretim birimlerinin sahip olduğu amortisman maliyetleri hesaplanmıştır. Üretim birimlerinde üretimi gerçekleştirmek için gerekli, makine teçhizat ve demirbaşların amortisman matrahları kullanım süresine bölünerek doğrusal amortisman yöntemi kullanılarak aylık amortisman maliyetleri hesaplanmaktadır. Kurutucu işletmesi için kullanım ömrü 10 yıl olarak alınmıştır.

Çizelge 5.15’te 1600 plastik enjeksiyon tezgahlarının amortisman maliyetleri görülmektedir.

**Çizelge 5.15:** Aylık amortisman giderleri

Faaliyet Merkezi	Amortisman maliyeti (YTL)
1600-1	630,64
1600-2	918,01

1600-1 aylık amortisman maliyeti:

Amortisman matrahı: 75.676,97 YTL

Kullanım süresi: 120 ay

1600-2 aylık amortisman maliyeti:

Amortisman matrahı: 110.160,79 YTL

Kullanım süresi: 120 ay

Yapılan tüm işlemler sonucunda 1600-2 tezgahı üretim maliyetleri Çizelge 5.16' da görülmektedir.

Burada, toplam aylık çalışılabilir süre 28.315 dk olarak daha önce analiz edilmiştir. Çizelge 5.16'da görüldüğü gibi bu aylık sürenin aylık maliyete bölünmesi ile üretim prosesinin saatlik maliyeti hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.16:** 1600-2 tezgahı üretim maliyetleri

1600-2	Aylık Maliyet(YTL/Ay)	Saatlik Maliyet(YTL/Saat)
<b>Direkt İşçilik Faaliyetleri</b>	<b>1.470,14</b>	<b>3,12</b>
Teknisyenlik Faaliyetleri	31,39	0,07
Kalıp Bakım	1292,68	2,74
Arıza Bakım	2642,95	5,60
<b>Endirekt İşçilik Faaliyetleri</b>	<b>3967,02</b>	<b>8,41</b>
Mühendislik Faaliyetleri	67,55	0,14
Yönetim Faaliyetleri	38,98	0,08
<b>İdari Faaliyetler</b>	<b>106,53</b>	<b>0,23</b>
İşletme Malzemesi		<b>0</b>
Küçük Demirbaş		<b>0</b>
Sabit Kıymet Tamir Bakım	318,23	0,67
<b>Tamir Bakım Faaliyetleri</b>	<b>318,23</b>	<b>0,67</b>
Elektrik	1.544,63	3,27
Su	1,16	0
Amortisman	918,01	1,95
<b>TOPLAM MALİYET</b>	<b>8.325,72</b>	<b>17,64</b>

### 5.3 Kayıp Maliyet Analizi

OEE performans takibinde görüldüğü gibi, üretimde % 12,88 lik çeşitli duruşlardan kaynaklı kayıplar meydana gelmiştir. Bu kayıpların maliyetlerinin belirlenmesi için, kayıp zamanların, tezgahın saatlik bazda belirlenen maliyetinde neye karşılık geldiği hesaplanacaktır. Bu analiz için, hangi kayıpların hangi faaliyetlerde maliyet kaybına neden olduğunu gösteren Kayıp zaman-faaliyet matrisi kullanılmıştır. Aylık toplam kayıp saati ile, saatlik maliyetin çarpılması ile toplam aylık kayıp maliyeti elde

edilmektedir. Kayıp türünün, faaliyette oluşturduğu kayıp oranlarının bulunduğu matris kullanılarak Çizelge 5.17’de görüldüğü gibi toplam kayıp maliyeti elde edilecektir.

**Çizelge 5.17: 1600-2 kayıp- faaliyet maliyeti matrisi**

		AYLIK TOPLAM FİİLİ KAYIP SÜRELERİ(SAAT)							
		Mekanik Arıza	Elektrik Arıza	Kalıp Arızası	Tezgah Ayarı	Insert Değişimi	Kalıpta Parça Kalması	Hız Kaybı	Hatalı Ürün Kaybı
<b>1600-2</b>	<b>Saatlik Maliyet(YTL/Saat)</b>	36,78	1,18	0,95	2,17	1	7,75	5,20	5,70
<b>Direkt İşçilik Faaliyetleri</b>	<b>3,12</b>	<b>114,75</b>	<b>3,68</b>	<b>2,96</b>	<b>6,77</b>	<b>3,12</b>	<b>24,18</b>	<b>16,22</b>	<b>17,78</b>
Teknisyenlik Faaliyetleri	0,07	1,29	0,04	0,03	0,15	0,07	0,27	0,36	0,40
Kalıp Bakım	2,74	0	0	1,82	4,16	1,92	0	0	0
Arıza Bakım	5,60	144,18	4,63	3,72	0	0	30,38	0	0
<b>Endirekt İşçilik Faaliyetleri</b>	<b>8,41</b>	<b>145,46</b>	<b>4,67</b>	<b>5,58</b>	<b>4,31</b>	<b>1,99</b>	<b>30,65</b>	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>
Mühendislik Faaliyetleri	0,14	2,57	0,08	0,07	0,30	0,14	0,54	0,73	0,80
Yönetim Faaliyetleri	0,08	1,47	0,05	0,04	0,17	0,08	0,31	0,42	0,46
<b>İdari Faaliyetler</b>	<b>0,23</b>	<b>4,05</b>	<b>0,13</b>	<b>0,10</b>	<b>0,48</b>	<b>0,22</b>	<b>0,85</b>	<b>1,14</b>	<b>1,25</b>
İşletme Malzemesi	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
Küçük Demirbaş	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabit Kıymet Tamir Bakım	0,67	17,25	0,55	0,45	0	0	3,63	0	0
<b>Tamir Bakım Faaliyetleri</b>	<b>0,67</b>	<b>17,25</b>	<b>0,55</b>	<b>0,45</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,63</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Elektrik	3,27	24,05	0,77	0,62	7,10	3,27	5,07	17	18,64
Su	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortisman	1,95	71,72	2,30	1,85	4,23	1,95	15,11	10,14	11,12
<b>TOPLAM SAATLİK MALİYET</b>	<b>17,64</b>								
<b>TOPLAM AYLIK KAYIP MALİYET</b>	<b>607,96</b>	<b>377,29</b>	<b>12,10</b>	<b>11,57</b>	<b>22,89</b>	<b>10,55</b>	<b>79,50</b>	<b>44,88</b>	<b>49,19</b>

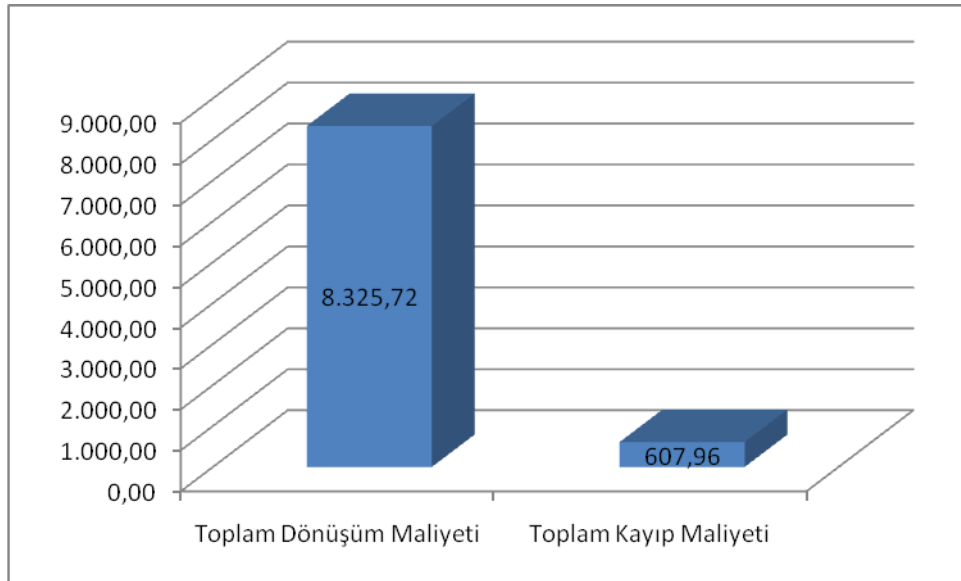




## 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada OEE analizi sonucu elde edilen kayıp zamanlar , maliyet analizi ile parasal olarak üretim birimleri bazında tanımlanmış ve TPM çalışmaları sonucu geri kazanılabilecek kayıplar belirlenmiştir. Çalışmada FTM yönteminden faydalanılmış fakat sistematik açıdan tam olarak uygulanmamıştır.

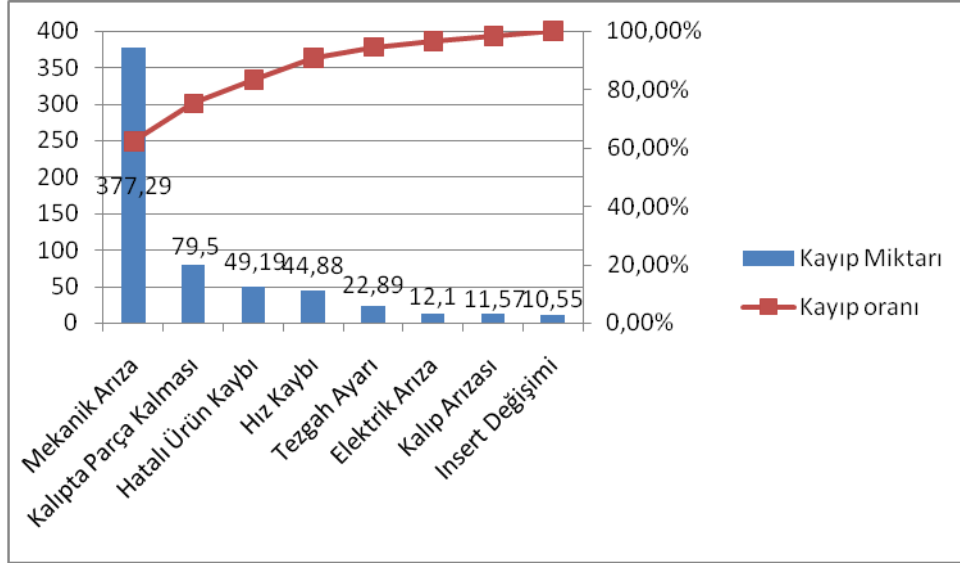
Kayıpların belirlenmesi ve maliyet analizi aşamalarında malzeme maliyetinin dahil edilmediği, yani sadece malzemenin ürüne dönüştürülmesi işlemi (transformasyon) sırasında oluşan dönüşüm maliyetleri dikkate alınmıştır.



**Şekil 6.1:** 1600-2 tezgahı dönüşüm maliyeti

Şekil 6.1’de 1600-2 ton tezgahı maliyetlerinde 607,96 YTL olan ve toplam maliyetin % 7,3 ‘sine karşılık gelen bir kayıp olduğu görülmektedir. %87,12 lik bir OEE değerine sahip olan tezgahın maliyet kaybının yüksek olmaması beklenen bir durumdur. TPM çalışmalarında öncelikli olarak, genel performansı düşük ve kayıpları yüksek olan teçhizatlar seçilmekte ve iyileştirme çalışmalarına buralardan başlanmaktadır.

1600- 2 tezgahındaki kayıp maliyetlerin hangi tür kayıplar neden ile oluştuğu Şekil 6.2’ deki pareto analizinde açıkça görülmektedir.



Şekil 6.2: 1600-2 tezgahı transformasyon maliyeti kayıp pareto grafiği

Hangi kaybın ne kadar maliyet kaybı yarattığı tespit edilmiştir. Birim kayıplar birbirine yakın olması dolayısı kayıpların OEE de hesaplanan oranları arasında çok büyük bir farklılık gözlemlenmemiştir. Sadece kalıp arızası ve itici değişimi kayıp sıralamaları arasında bir değişiklik söz konusudur. Fakat tüm işletme bazında düşünüldüğünde, farklı maliyetlere sahip olan üretim birimlerinde, farklı kayıpların ortaya çıkacağı kesindir. Bölümler ve işletmenin tümü açısından düşünüldüğünde, çalışmada sunulan model, üretim sürecinde en fazla maliyet kaybına neden olan proselere müdahale etmeyi kolaylaştıracaktır.

Kayıpların finansal olarak ifade edilmesi özellikle, üst düzey yönetim takımı tarafından kullanılacak bir performans göstergesi haline gelmektedir. OEE performans izleme sistematigi operasyonel işlemler dolayısı ile daha çok orta düzey yönetim tarafından kullanılmaktadır.

TPM uygulayan işletmelerde Kobetsu Kaizen iyileştirmelerinin getirilerinin tam ve doğru bir şekilde hesaplanamaması bir problem teşkil etmektedir. Çalışılan modelin en önemli faydası, detaylı bir şekilde yapılan maliyet analizi ile, hem kayıp

maliyetleri hassas bir şekilde ölçülebilmekte, hem de yapılan iyileştirmeler ile işletmeye ne kadar kazanç sağladığı tespit edilebilmektedir.

Sunulan yöntem ile dönüşüm maliyetlerini düşürmek ve sürekli iyileştirmek için kaizen konuları belirlenerek, bunların bölümler tarafından gerçekleştirilmesi sağlanabilir. Kayıp açısından oranı en yüksek olan mekanik arıza ve diğer arızalar için arıza sayı ve duruşlarının azaltılmasına yönelik olarak planlı bakım aktiviteleri gerçekleştirilmelidir. Ayrıca,

Özellikle darboğaz üretim alanlarında hız kaizenleri

Otonom bakım ile küçük duruşların azaltılması

Enerji kayıplarının azaltılması

İşletme malzemesi kullanımının kontrol altına alınması

gibi konulara yönelik iyileştirme çalışmaları yürütülmelidir.

Bu çalışmada üretim kayıp maliyetlerini tespit etmeye ve daha sonra yapılan iyileştirme çalışmaları sonucu getirileri hesaplamaya yönelik bir metodoloji geliştirilmiştir. Model tüm işletmenin yıllık maliyetleri üzerinden yürütüldüğü takdirde daha net sonuçlar elde edilebilecek olmasına rağmen, FTM sistemini tüm işletme genelinde uygulanmasının çok daha detaylı ve uzun süre alan çalışmayı gerektirmesi en büyük kısıtı oluşturmaktadır.

Üretim birimi maliyetleri tespit ediliren, göz önünde bulundurulmuş maliyet kalemleri arasında, yönetim giderleri ve diğer destek birimlerden düşen maliyetler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Maliyetlendirme uygulama alanı genişletilerek bu maliyetler de dahil edilebilir.

Maliyetleri azaltmak için iyileştirme çalışmalarında, çalışan yaratıcılığının ve problem çözme kapasitesinin şirket hedeflerinin elde edilmesine yönlendirilmesi olduğu görülmektedir. Çalışanların bağlılıklarının ve motivasyonunun artmasındaki en önemli faktörlerin başında iyileştirme çalışmalarına katılmak olduğu bir gerçektir. İyileştirme çalışmalarının belirlenmesi için kullanılacak, bir yöntem olan kayıp maliyet analizi, şirket hedefleri doğrultusunda bölümlerde yapılması beklenen iyileştirme hedefleri verilerek, hedef yaygınlaştırma da araç olarak kullanılabilir.



## KAYNAKLAR

- [1] **Yamashina, H. and Kubo, T.**, 2002. Manufacturing cost deployment. *International Journal of Production Research*. Vol.40, no. 16, pp. 4077-4091.
- [2] **Nakajima, S.**, 1988. Introduction to total productive maintenance (TPM), Productivity Press, Cambridge.
- [3] **Konopka, J., Trybula, W.**, 1996 . OEE and cost measurement. Proceedings of IEEE/CPMT International Electronics Manufacturing Technology Symposium, pp. 137- 140.
- [4] **Blanchard, B.S.**, 1997. An enhanced approach for implementing total productive maintenance in the manufacturing environment. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 3, no. 2, pp. 69-80.
- [5] **Scott, D and Pisa, R.**, 1998. Can overall factory effectiveness prolong Moore's law? *Solid State Tech.*, Vol. 41. pp. 75-82 .
- [6] **Jonsson, P. and Lesshammar, M.**, 1999 Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems: the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, no. 1, pp. 55-78,
- [7] **Huang, S.H., Dismukes, J.P., Shi, J., Shi, Q., Wang, G., Razzak, M. A., Robinson, D.E.**, 2002. Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research*. Vol. 41, no. 3, pp. 513-527.
- [8] **Kwon, O. and Lee H.**, 2004. Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 10, no. 4, pp. 263–272.
- [9] **Muchiri, P., Pintelon L.**, 2008. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, *International Journal of Production Research*, Vol. 46, no. 13, pp. 3517-3535.
- [10] **Cooper, R., Kaplan, R.S.**, 1998. Measure cost right: Make the right decisions. *Harvard Business Review* (65),5, pp. 96-103.

- [11] **Gunasekaran, A, Sarhadi, M.**, 1998. Implementation of activity based costing in manufacturing, *International Journal Production Economics*. Vol.56, pp. 231-242.
- [12] **Gupta, M., Galloway, K.**, 2003. Activity-based costing/ management and its implications for operations management, *Technovation*. Vol.23, pp. 131-138.
- [13] **Rezaie, K., Ostadi, B., Torabi, S.A.**, 2008, Activity based costing in flexible manufacturing systems with a case study in a forging industry, *International Journal of Production Research*. Vol.46, no.14, pp. 1047- 1069.
- [14] **Shirose K.**, 1996. TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries, Japan Institute of Plant Maintenance, Japan.
- [15] **Chan, F. T. S., Lau. H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., and Kong, S.**, 2005, Implementation of total productive maintenance in the manufacturing environment, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol. 3, No. 2, pp.69-80.
- [16] **Labib, A.W.**, 1999. A framework for benchmarking appropriate maintenance, *Management Decision*. Vol. 37, no.10. p. 792.
- [17] **Cigolini, R. Turco, F.** 1997. Total productive maintenance practices: a survey in Italy. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol.3, no.4, pp.259-272.
- [18] **Hassan, S.A., ve Taha Z.** 2004. State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 10, No.2, pp.93-106.
- [19] **Eti, M.C., Ogaji, S.O.T., Probert, S.D.** 2004. Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. *Applied Energy*. Vol. 79, pp. 385-401
- [20] **Görener, A. Yenen, V.Z.**, 2007. İşletmelerde toplam verimli bakım çalışmaları kapsamında yapılan faaliyetler ve verimliliğe katkıları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı. 11, ss. 47-11.
- [21] **Ron, A.J., Rooda, J.E.**, 2005. Equipment Effectiveness: *OEE revisited*. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*. Vol. 18, No.1, pp.190-196

- [22] **Kumar, S., Phrommathed, P.**, 2006. Improving a manufacturing process by mapping and simulation of critical operations. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol.17, no.11. pp.104-132.
- [23] **Mahadevan, S.**, 2004. Automated Simulation Analysis of Overall Equipment Effectiveness Metrics, *Master Thesis*, University of Cincinnati.
- [24] **Gürsoy, C.T.**, 1997. Yönetim ve Maliyet Muhasebesi, Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri, İstanbul, sf.23.
- [25] **Kışalı, Y., Işıklılar, S.**, 1999. Maliyet Muhasebesi ve Maliyet Hesaplamaları, Beta Yayınları, İstanbul, sf.15-16.
- [26] **Çabuk, Y.** 2003. Geleneksel Maliyet Sistemlerine Alternatif Bir Yaklaşım: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, ZKÜ Orman Fakültesi Dergisi, Vol. 5.
- [27] **Öker, F.**, 2003. Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, Literatür Yayınları, İstanbul, sf. 14-15.
- [28] **Cooper, R., Kaplan, R.**, 1999. The Design Of The Cost Management Systems, Prentice Hall, 211.
- [29] **Cooper, R.**, 1990. The Rise Of Activity Based Costing – Part One: What Is An Activity – Based Cost System? , *Journal Of Cost Management For Manufacturing Industry*, Prentice- Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- [30] **Hornigren,C., Sundem, G., and Strattan, W.**, 1996. Introduction to Management Accounting, Prentice Hall Inc, USA.
- [31] **Alkan, A.**, 2005. Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi Ve Bir Uygulama, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, No.13, ss.39-46.
- [32] **Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V.**, 2008. Application Of Activity Based Costing To A Land Transportation Company: A Case Study, *International Journal Of Production Economics*, Vol.116, No.2, 308-324.
- [33] **Nicholas, J.M.**, 1998. Competitive Manufacturing Management, McGraw-Hill,723-724.
- [34] **Lewis, J.R.**, 1993. Activity – Based Costing For Manufacturing, Quorum Books, Westport, 92.
- [35] **Hansen, D.R., Mowen, M.M.**, 1992. Management Accounting, South- Western Publishing Co, Cincinnati Ohio, 253





## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** İzlem Tekin  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** Edirne, 14.01.1982  
**Adres:** İsmet Paşa Mah. Organize Emlak Konutları Ladin 1:  
Daire:11 Kapaklı, Çerkezköy / TEKİRDAĞ  
**Lisans Üniversitesi:** Kocaeli Üniversitesi

**Yayın Listesi:**

