



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTOMOTİV YAN SANAYİNDE GÜVEN ODAKLI BAKIM  
UYGULAMASI**

**Hüseyin Deniz ÇAKIR**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi M. Alper ÖZPINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Hüseyin Deniz ÇAKIR tarafından hazırlanan "Otomotiv Yan Sanayinde Güven Odaklı Bakım Uygulaması" adlı tez çalışması 07/02/2019 Tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi M. Alper ÖZPINAR.  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğretim Üyesi Muhammet CEYLAN  
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğretim Üyesi Erdinç ÖZTÜRK  
Sabancı Üniversitesi



Onay Tarihi : 11.02.2019

  
Prof. Dr. Necip Şimşek  
Enstitü Müdürü

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

07.02.2019

**Hüseyin Deniz ÇAKIR**

*H. Deniz Çakır*

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE BAKIM KAVRAMI .....	8
3.1. Bakımın İşletmeler Açısından Tanımı .....	8
3.1.1. Bakım uygulamalarının tarihsel gelişim .....	9
3.2. Bakım Politikalarının İşlevleri.....	13
3.2.1. Bakım uygulamalarının stratejik açıdan sınıflandırılması .....	14
3.2.2. Bakım politikalarının belirlenmesi .....	16
3.3. Arıza Tanımı ve Türleri .....	16
3.3.1. Arıza tanımı .....	16
3.3.2. Arıza türleri.....	17
3.3.3. Arıza örüntüleri.....	17
3.4. Bakım Türleri.....	18
3.4.1. Acil bakım .....	19
3.4.2. Düzeltici bakım .....	20
3.4.3. Önleyici bakım .....	21
3.4.4. Rutin bakım( Koruyucu bakım) .....	22
3.4.5. Kestirimci bakım .....	22
3.4.6. Toplam verimli bakımının gelişimi.....	24
3.4.7. Güvenilirlik merkezli bakım .....	33
3.5. Toplam Ekipman Etkinliği .....	39
3.5.1. Toplam ekipman etkinliği (TEE) kavramı.....	39
3.5.2. Toplam ekipman etkinliği hesaplaması .....	40
3.5.3. Toplam ekipman etkinliği hesaplamasında temel tanımlar.....	41
3.6. Sistem Güvenilirliği.....	42
3.6.1. Seri sistem güvenilirlik düzeyi hesaplanması .....	44
3.6.2. Paralel sistemlerde güvenilirlik hesaplanması .....	44
3.6.3. Güvenilirliği etkileyen faktörler .....	45
4. OTOMOTİV SANAYİNDE GÜVENİLİRLİK ODAKLI BAKIM UYGULAMASI .....	47
4.1. İşletmenin Tanıtımı .....	47
4.2. Değerlendirmedeki Yaklaşım.....	48
4.3. Güvenilirlik Hesaplamasındaki Bileşenlerin İlişkisi .....	49

4.4.	Ürün 549 için Üretim Ekipmanının Değerlendirme Örneği.....	50
4.4.1.	Ekipman 211 gözlem verileri.....	51
4.4.2.	Ekipmanın etkinlik seviyesi ve güven hesaplaması .....	55
4.5.	Ürün 549 için Ekipmanların Değerlendirmesi.....	59
4.5.1.	Ekipman 211.....	60
4.5.2.	Ekipman 206.....	61
4.5.3.	Ekipman 104.....	62
4.5.4.	Ekipman 100.....	63
4.5.5.	Ekipman 210.....	64
4.5.6.	Ekipman 209.....	65
4.6.	Ürün 777 için Ekipmanların Değerlendirmesi.....	66
4.6.1.	Ekipman 214.....	68
4.6.2.	Ekipman 102.....	68
4.6.3.	Ekipman 101.....	69
4.6.4.	Ekipman 103.....	70
4.6.5.	Ekipman 200.....	71
4.7.	Uygulama Öncesi Kayıplar .....	72
4.7.1.	Ürün 777 ekipmanlarının arıza dağılımı .....	76
4.7.2.	Ürün 549 ekipmanlarının arıza dağılımı .....	78
4.8.	Güvenilirlik Odaklı Yaklaşım ile Ekipmanın Belirlenmesi.....	79
4.8.1.	Ekipmanlar için hedefler.....	83
5.	UYGULAMA SONUCU .....	87
5.1.	Arızalanmada Değişimler .....	87
5.2.	Ekipman Güvenilirlik Seviyeleri Değişimi .....	87
5.3.	Sipariş Teslimlerine Etkisi .....	90
5.4.	Ekipman Faal Oranına Etkisi.....	92
5.5.	Uygulamanın Finansal Etkisi.....	93
5.6.	İşletmenin Endüstri Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi.....	98
5.6.1.	İş istasyonları yerleşimlerinin değerlendirilmesi.....	98
5.6.2.	Üretim sisteminde yalın tercihi.....	101
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	102
	KAYNAKLAR.....	104
	EKLER.....	108
A.	EKİPMAN ÖZELLİKLERİ.....	109
B.	BAKIM VE EĞİTİM ÖRNEK FORMLARI.....	110
C.	ARIZA FORMU ÖRNEKLERİ .....	115
	ÖZGEÇMİŞ.....	117

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## OTOMOTİV YAN SANAYİNDE GÜVEN ODAKLI BAKIM UYGULAMASI

Hüseyin Deniz ÇAKIR

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi M. Alper ÖZPINAR

2019, 117 sayfa

Dünya ticari faaliyetleri günümüzde çok hızlı gerçekleşmeye başlamıştır. Bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile tüketicilerin alternatif üreticilere erişimi kolaylaşmıştır. Bu oluşumların sonucunda işletmesinde gelişim gösteremeyen firmalar, rekabet etme gücünü kaybetmektedir. İşletmelerin bu gelişmeler karşısında piyasadaki konumunu üst düzeylere taşıması; sahip olunan varlıkların etkin yönetilmesi ile gerçekleştirilebilir. Sürdürülebilir bir işletme seviyesine ulaşılmasında, sahip olunan ekipmanların performanslarından en yüksek seviyede faydalanarak, üretkenlikte artış gerçekleştirilmesi gereklidir. Ürünlerin yüksek kalite ve düşük maliyet ile üretimini sağlayan ekipman yönetim metotları, işletmelerin yönetim yaklaşımlarında değişim yaratmıştır. Arızaların oluşumunu engellemek için bakım uygulamaları günümüze kadar değişim geçirerek toplam verimli bakım ( TVB) ve güvenilirlik merkezli bakım (GMB) gibi uygulama yaklaşımlarını geliştirmiştir.

Geçekleştirilen çalışmada, otomotiv yan sanayinde bir işletme ekipmanlarına, arıza oluşumu ve bakım uygulama verileri ürün bazında üretim süreçleri sırasıyla ele alınmıştır. Veriler; toplam ekipman etkinliği (TEE) ve güvenilirlik açısından incelenerek, işletme yapısına uygun güvenilirlik odaklı bir bakım yaklaşımı uygulanmıştır. Uygulama sonuçları önceki dönem ile karşılaştırılarak değişimler değerlendirilmeye alınmıştır.

Çalışma sonunda bakım yaklaşımının arızalanmalar üzerinde belirleyici faktör olduğu görülmüştür. Bakım uygulaması sonucu ekipmanın güvenilirliği, verimlilikte ve kaliteli ürün çıktısında artış sağladığı görülmüştür

**Anahtar Kelimeler:** Güvenilirlik Odaklı bakım uygulaması, Otomotiv Yan sanayi, Toplam Ekipman Etkinliği,

# **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

## **RELIANCE FOCUSED MAINTENANCE IMPLEMENTATION IN AUTOMOTIVE SIDE INDUSTRY**

**Hüseyin Deniz ÇAKIR**

**İstanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Ass. Prof. Dr. M. Alper ÖZPINAR**

**2019, 117 pages**

Business activities in the world have actualize to happen very fast today. With the development of information technology, consumers have easier access to alternative producers. As a result of these developments; companies that cannot make progress in their operation lose their competitive power. Businesses can be managed with good management of their assets by moving their position in the market to the upper level. Achieving a sustainable business level requires an increase in productivity, taking advantage of the performance of the equipment possessed at the highest level. Equipment management approaches that provide products with high quality and low-cost production have created changes in businesses. To prevent the occurrence of failures, maintenance practices have changed day by day to develop different management tools such as total productive maintenance (TPM) and reliability-centric maintenance (GMB).

The productive production processes of an operator's equipment in the automotive subsidiary, failure and maintenance applications, and product-based production processes are discussed in turn. Data; total equipment efficiency (OEE) and reliability, and a reliability-focused maintenance policy was applied in accordance with the operating structure. The results of the implementation were compared with the previous period and the changes were evaluated.

At the end of the study, it has been seen that the maintenance approach has a decisive influence on the failure effects. It has been seen that the maintenance equipment results in increased reliability, quality and efficiency

**Keywords:** Automotive supplier industry, Reliability-focused maintenance application, Total Equipment Effectiveness

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğretim Üyesi M. Alper Özpınar 'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hüseyin Deniz ÇAKIR  
İSTANBUL, 2019



## ŞEKİLLER

Şekil 3.1 Bakım uygulamasının tarihsel gelişimi.....	12
Şekil 3.2 Bakım stratejisine bağlı bakım türleri.....	14
Şekil 3.3 Bakım yöntemlerinin sınıflandırılması.....	15
Şekil 3.4 Arıza örüntüleri gösterimi .....	18
Şekil 3.5 Bakım sistemleri geçiş aşaması.....	25
Şekil 3.6 On altı büyük kayıp ilişki gösterimi.....	27
Şekil 3.7 TVB 8 sütunlu çatı oluşumu .....	31
Şekil 3.8 RCM birleşenleri .....	35
Şekil 3.9 RCM süreç adımları.....	36
Şekil 3.10 Sistemin genel gruplandırması.....	43
Şekil 3.11 Paralel sistemin gösterilmesi .....	45
Şekil 4.1 Güvenilirlik hesaplarındaki ilişki gösterimi.....	49
Şekil 4.2 Ürün 549 üretim akışı.....	59
Şekil 4.3 Ürün 777 üretim akışı.....	67
Şekil 4.4 Sipariş sevk grafiği .....	74
Şekil 4.5 Ürün 777 ekipmanlarının kalite durumu gösterimi .....	75
Şekil 4.6 Ürün 549 ekipmanlarının kalite durumu gösterimi .....	75
Şekil 4.7 Ürün 777 ekipman arızaları .....	76
Şekil 4.8 Ürün 777 ekipman arıza dağılım grafiği.....	77
Şekil 4.9 Ürün 549 ekipman arızaları .....	78
Şekil 4.10 Ürün 549 ekipman arıza dağılım grafiği .....	79
Şekil 4.11 Uygulama yaklaşımı adımları ve ilişki gösterimi .....	80
Şekil 4.12 Ekipman hedef planı.....	84
Şekil 5.1 Ekipman faaliyet oranları değişimi .....	92
Şekil 5.2 Kayıpların 2016 finansal etkisi .....	93
Şekil 5.3 Genel gider pay dağılımı .....	94
Şekil 5.4 Personel maliyet pay dağılımı .....	94
Şekil 5.5 Arıza bakım giderleri pay dağılımı .....	95
Şekil 5.6 Üretim gideri pay oranı.....	95
Şekil 5.7 Öngörülemeyen gider pay oranı.....	96
Şekil 5.8 İş istasyonu mevcut ve önerilen yerleşim planı .....	100
Şekil A.1 Ekipmanlara ait teknik özellikler .....	109
Şekil B.1 Ekipman 101 için günlük bakım formu .....	110
Şekil B.2 Ekipman 101 haftalık bakım formu .....	111
Şekil B.3 Ekipman 101 için aylık bakım formu .....	112
Şekil B.4 Personel CNC eğitim katılım formu - 1 .....	113
Şekil B.5 Personel CNC eğitim katılım formu - 2 .....	114
Şekil C.1 Eski format arıza formu örneği .....	115
Şekil C.2 Yeni arıza formu örneği .....	116

## ÇİZELGELER

Çizelge 3.1 TVB ile ÖB arasındaki farklar seminer notları .....	25
Çizelge 4.1 Ekipman 211 özellikleri .....	51
Çizelge 4.2 Ekipman 211 vardiya karşılaştırması.....	52
Çizelge 4.3 Kurulma ve hazırlık süresi bileşen dağılımları .....	53
Çizelge 4.4 Bakım uygulama süreleri takibi .....	53
Çizelge 4.5 Arıza tekrar ve grup dağılımı .....	54
Çizelge 4.6 Hazırlık ( Kurulma ve hazırlık ) tekrar dağılımı .....	55
Çizelge 4.7 Kayıp arıza ve hazırlık ( Kurulma ve hazırlık) süre toplamı.....	55
Çizelge 4.8 İşletme günlük mola ve dinlenme süreleri .....	56
Çizelge 4.9 Hesaplama birleşenleri açıklaması .....	56
Çizelge 4.10 Örnek ekipman 211 hesaplama değerleri .....	57
Çizelge 4.11 Güvenilirlik ve OEE değerleri sonuçları .....	58
Çizelge 4.12 Ürün 549 ekipmanları 7 aylık değerleri .....	60
Çizelge 4.13 Ekipman 211 durumu .....	61
Çizelge 4.14 Ekipman 206 durumu .....	62
Çizelge 4.15 Ekipman 104 durumu .....	63
Çizelge 4.16 Ekipman 100 durumu .....	64
Çizelge 4.17 Ekipman 210 durumu .....	65
Çizelge 4.18 Ekipman 209 durumu .....	66
Çizelge 4.19 Ürün 777 ekipmanları 7 aylık değerleri.....	67
Çizelge 4.20 Ekipman 214 durumu .....	68
Çizelge 4.21 Ekipman 102 durumu .....	69
Çizelge 4.22 Ekipman 101 durumu .....	70
Çizelge 4.23 Ekipman 103 durumu .....	71
Çizelge 4.24 Ekipman 200 durumu .....	72
Çizelge 4.25 Kayıpların zaman bazlı gösterimi .....	73
Çizelge 4.26 Sipariş sevklerinin durumu.....	74
Çizelge 4.27 Ürün 777 için kalite kayıp durumu .....	74
Çizelge 4.28 Ürün 549 için kalite kayıp durumu .....	76
Çizelge 4.29 Ürün 777 ekipmanların arıza grubu dağılımı .....	77
Çizelge 4.30 Ürün 777 ekipman arızalarının kayıp sonucu .....	78
Çizelge 4.31 Ürün 549 ekipmanların arıza grubu dağılımı .....	79
Çizelge 4.32 Ürün 549 ekipman arızalarının kayıp sonucu .....	79
Çizelge 4.33 Ürün 777 ekipman durumları ve seçim sırası.....	82
Çizelge 4.34 Ürün 549 ekipman durumları ve seçim sırası.....	82
Çizelge 4.35 Güvenilirlik hedef göstergesi.....	85
Çizelge 4.36 Personel eğitim hedefi göstergesi.....	85
Çizelge 4.37 Ekipman bakım planı.....	86
Çizelge 5.1 Ürün 777 arıza geçmişi karşılaştırması .....	87
Çizelge 5.2 Ürün 549 arıza geçmişi karşılaştırması .....	87

Çizelge 5.3 Ürün 549 TEE ve güvenilirlik geçmiş karşılaştırması .....	88
Çizelge 5.4 Ürün 777 TEE ve güvenilirlik geçmiş karşılaştırması .....	89
Çizelge 5.5 Ürünler bazında TEE ve güvenilirlik değişim özeti .....	90
Çizelge 5.6 Sipariş teslimlerinde değişimler .....	91
Çizelge 5.7 İşletme giderine dağılım tablosu .....	96
Çizelge 5.8 Kayıp paylarının finansal etkisi.....	97
Çizelge 5.9 Kayıp paylarının 2017 yılı finansal etkisi.....	97
Çizelge 5.10 İş istasyonları mevcut mesafe ve süre göstergeleri.....	99
Çizelge 5.11 İş İstasyonların öneri sonrası mesafe ve süre göstergeleri .....	100



## SİMGELER VE KISALTMALAR

AHP	Analitik hiyerarşik süreç
CNC	Computer numerical control
FMEA	Failure mode and effect analysis
GMB	Güvenilirlik merkezli bakım
ISO	International organization for standardization
JIPM	Japan institute of plant maintenance
KKP	Kurumsal kaynak planlama
MSG	Maintenance steering group
OEE	Overall equipment effectiveness
ÖB	Önleyici bakım
PM	Preventive maintenance
RCM	Reliability centered maintenance
RCMII	Reliability centered maintenance II
SD	Shut down
SMED	Single minute exchange of dies
SQL	Structured query language
SVM	Support vector machine
TEE	Toplam ekipman etkinliği
TKK	Toplam kalite kontrolü
TPM	Total productivity maintenance
TVB	Toplam verimli bakım
ÜB	Üretken bakım
VZA	Veri zarflama analizi
4M	Machine, manpower, material, money
5S	Seiri(sınıflandırma),seiton(düzenleme),seiso(temizlik) seiketsu(standartlaştırma), shitsuke(disiplin)

# 1. GİRİŞ

İnsanlığın yazılı olmayan tarihinden beri süre gelen ihtiyaçları karşılama çabası, sürekli yeni şeyler araştırma ve deneme cabalarına götürmüş, ardından yıllar içerisinde avcı toplumdaki toplayıcı topluma geçişin sonrasında, yaşanan değişimlerle sanayi devrimi gibi birçok gelişmeyi tetiklemiştir. Üretim, sınırsız olan insan ihtiyaçlarını, sınırlı olan insan, makine hammadde gibi kaynakları kullanarak, belirli işlemlere tabi tutulmasıyla nihai ürün veya hizmete dönüştürme faaliyetidir. Sanayi devrimi, kıtlık bilinci ile yaşayan insanların gıda, barınma, giyim, ulaşım ve diğer gereksinimleri için makineleşerek seri üretim ile hızla talepleri karşılamayı sağlamıştır. Bununla birlikte işletmelerin hem talepleri karşılamada, hem rakiplerini geride bırakma çabalarına yönelik makine yatırımları yaparak işletme varlıklarını arttırmıştır. İşletmelerin temel amacı olan ürünlerinden kar elde etmek isteği, sahip olunan varlıklardan maksimum fayda alarak, üretim miktarlarında artış yaratıp, kazanç oranını en yüksek değere ulaştırmak olmuştur.

Üretim planlama uygulamalarında, işletmelerin varlıkları için hedef çıktı miktarı, varlıkların özelliklerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Üretim mühendisleri, üreticilerinden elde edilen ekipman özelliklerini baz alarak, süreçleri oluşturur ve üretimi verimli planlamayı amaçlar. Ancak gerçekleşen üretimlerde, arızaların oluşması sebebiyle, yaşanan duruş ve kayıplar göz önünde yeterli oranda tutulmadığından, üretim planlaması hesaplandığı gibi gerçekleşmemektedir. Bu acıyan bakım uygulamaları, arızaların oluşmasını önlemede etken bir faktördür. İşletmeler günümüzde bakımlarını dış servis sağlayıcılar yolu ile veya kendi bünyesinde gerçekleştirilen faaliyetler ile yürütmektedir. Küçük yapıya sahip işletmeler genel olarak yasal yaptırımlar dışındaki bakımları, makinelerin arıza olduğu zamanlarda gerçekleştirmektedir. Bu yaklaşımın etkileri;

- Üretim duruşları nedeniyle planlama yapıldığı gibi üretim yapılamaması,
- Varlıkların ömür kullanımının uzatılamaması,
- Ekipmanların verimli kullanılamaması,

- Ürün kalite oranlarında gerileme yaratması,
- Duruşlardan dolayı iş gücü kaybının oluşması,
- Siparişlerin geç teslimi sebebiyle müşteri memnuniyetsizliği
- Rekabet avantajı sağlayamama

Olarak etkileri görülmektedir. Bu sebeplerden dolayı işletmenin varlığının devam ettirilmesi açısından bakım çalışmaları önemli bir yaklaşımdır. Hızla değişim yaşayan rekabete yönetim sistemlerinde bakımın bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bakım yönetimi yaklaşımının amaçladığı, sahip olunan işletme varlıklarının kullanımında ortaya çıkacak arızaların oluşumunu en aza indirerek, kullanım ömrünü uzaması ile en verimli ve etkin olarak kullanımını sağlamaktır. Amaca yönelik olarak bakım uygulamaları tarihsel değişim göstererek, üretim yöntemleri yaklaşımlarından olan yalın üretim sisteminde toplam verimli bakım uygulaması olarak veya ayrı bir yönetim birleşeni ile güvenilirlik esaslı bakım yaklaşımı olarak gelişim göstermiştir.

Bu çalışmada ki amaç, işletmede gelişim sağlamak için teknoloji alt yapısını sağlayamayan ancak verimliliğinde artış sağlamak isteyen firmaya, uygun bir bakım çalışması gerçekleştirerek sonuçlarını ortaya koymaktır.

Beş bölümden oluşan çalışmada, ilk bölümde çalışma kapsamı ve konusu aktarılmış. Sonraki bölümde araştırma üzerine literatürlere yer verilerek modeller belirtilmiştir. Üçüncü bölümde bakım kavramı, bakımın tarihsel gelişimi, bakım politikaları ile arıza ve bakım türleri üzerine çalışma kapsamına literatür araştırmaları belirtilmiştir. Dördüncü bölümde işletme yapısı belirtilerek, değerlendirmedeki yaklaşım sonrasında güvenilirlik hesaplaması ilişkisi ve ürünler bazında üretim ekipmanlarının değerlendirilmesinde, uygulama öncesi kayıpların tespiti ile uygulama aktarılmıştır. Beşinci bölümde uygulama sonucuna değinilerek, işletme için endüstri mühendisliği açısından kısa bir değerlendirme yapılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Endüstriyel işletmelerdeki kalite ve verimlilik ile ilgili literatürde yer alan çalışmalarda, yalın üretim yaklaşımlarındaki araçlarda toplam verimli bakım (TVB) ile toplam ekipman etkinliği (TEE) konularına sıkça rastlanmaktadır. Bu bölümde öncelikle TVB ve TEE konuları ve ekipman etkinlikleri ile ilgili yapılan çalışmalar ayrı ayrı incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonrasında, güvenilirlik merkezli bakım yaklaşımları üzerine odaklanmış çalışmalarının yeterli sayıda ve kapsamda olmadığı görülmüştür. Güvenilirlik konusu; diğer sistem yaklaşımları içerisinde ele alınmaktadır. Araştırmalar genel olarak; toplam verimli bakım, ekipman etkinliği ve güvenilirlik olarak gruplanarak incelenmiş, yayınlar ve çalışmalar ile ilgili özet bilgiler, kronolojik sırada aşağıda aktarılmıştır.

(Karamanlı, 2003) Çalışmasında toplam verimli bakım üzerine bir uygulama gerçekleştirmiş, en önemli temel faaliyetin ekipman yönetimi olduğunu belirtmiştir. Ekipman iyileştirmesi için TVB içinde oluşturulan uygulayıcı ekiplerin önemini de belirtmiştir. Ekiplerin toplam ekipman etkinliklerine yönelik yaklaşımları ve üst yönetimin desteğinin etkisini, uygulama sonuçlarındaki olumlu gelişmeler ile aktarmıştır.

(Dönmez, 2004) Çalışmasında bir temizlik ve kişisel bakım ürünlerini üreten bir işletmede gerçekleştirdiği toplam verimli bakım uygulamalarını ve uygulama sonrasında elde ettiği sonuçları incelemiştir. İnceleme sonucunda TVB uygulamalarına yönetim desteğinin yetersiz olması ve çalışanların eğitimine değinilmemesi ile yapılan planlardaki önceliklerin değiştirilmesi gibi nedenlerden TVB uygulamalarında gelişmenin istenilen gibi gerçekleşmediği sonucunu aktarmıştır.

(Demircioğlu & Düzakın, 2005) Çalışmalarında, bir gıda firmasında bakım-onarım sistemleri ve bekleme hattı modelleri ile ilgili, bakımcı sayısı, koruyucu bakım periyodu, tampon stok miktarı yanında yedek makine kullanılması gibi çeşitli birleşenleri ele alarak, maliyet ve bekleme hattı yaklaşımları sonucu kestirimci bakımı incelenmiş ve kendi çıkarımlarını elde etmişlerdir.

(Bakırcı, 2006) Çalışmasında otomotiv sektöründeki firmaların etkinliklerini, Veri Zarflama analizi (VZA) ile belirlemiştir. Etkinlik ölçütünü; girdi minimizasyonu ile çıktı maksimizasyonu olan modelleri tahmin ederek, firmaların etkinliklerini belirlemiştir. Çalışmasında küçük ölçekli firmaların daha etkin olduğu gözlem sonucuna ulaşmıştır.

(Yenen & Görener, 2007) Çalışmalarında TVB uygulamalarının verimliliğe katkılarının incelendiği çalışmada, faaliyetlere bağlı öneriler sunulmuştur. Bu önerilerin merkezinde üst yönetimin yaklaşımının uygulama sonuçlarına etki yaptığını vurgulamış ve uygulama için önerileri belirtmişlerdir.

(Akteke, 2007) Çalışmasında işletmenin üretiminde yer alan duruşlarını, değer akış haritalama ile inceleyerek, toplam ekipman etkinliği hesaplamaları ile ekipmanları anali etmiş ve yalın sistem uygulamaları ile toplam verimli bakım uygulaması ile çalışmasındaki konu olan ekipmanlar üzerinde gelişme elde etmiştir.

(Çelik, Kahraman, & Cebi, 2008) Çalışmalarında gemi sistemleri ele almış ve karmaşıklık derecesi yüksek teknik sistemlere yönelik uygun entegre bakım yönetimi konusunda çalışmışlardır. Kullanılan yöntemde ilk aşamada AHP Analitik Hiyerarşik Süreç ölçüt ağırlıklar belirlenerek ikinci aşama olan bulanık aksiyomlarla tasarım ile uygun bakım stratejisi belirlenmiştir

(Özdemirkıran, 2008) Çalışmasında bakıma ve montaja uygun tasarıma değinerek, tasarımda bu yaklaşımları kriter olarak ele alarak uygulama yaptığında ürün tasarımı sürecini kısalttığını, üretim maliyetlerinin azalttığını ürün güvenilirliğini arttırdığını ve bakım sürelerini kısalttığı sonuçlarına ulaşmıştır.

(Muchiri & Pintelon, 2008) Çalışmalarında iki toplam ekipman etkinliği uygulaması gerçekleştirilmiş ve örneklerini incelenmişlerdir. Sonrasında teori ile pratik arasındaki ilişki incelenerek toplam ekipman etkinliğinin nasıl farklı



kavramlara ve uygulamalara döndüğünü belirtmişlerdir. Üretim verimliliği için ve etkinliği için kayıpların sınıflandıran ve ölçümlendiği önerisinde bulunmuşlardır.

(Temiz & Diğerleri, 2011) Çalışmalarında TVB uygulamalarının başarısının da gösterge olan TEE değerlerini maksimuma çıkartmayı amaçlamışlardır. Döküm sanayinde ekipmanların TEE değerlerinin anlık izlenmesi için C# ara yüzü SQL veri tabanlı bilgi sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem ile yöneticilerin verileri izlemesinin kolaylaştırmaya yönelik olarak gerçekleştirmişlerdir.

(Anagün & Soy, 2010) Çalışmalarında TVB ve Toplam Kalite Kontrolü (TKK) üzerinde ilişki diyagramları üzerine değinmişlerdir. Stratejik konularda 7 yeni araç olarak belirttikleri bu yaklaşımla, verimlilik, kalite ve müşteri faktörlerinin de ilişkileri bulmada kolaylık sağladığı ve TVB geçişi için yol gösterici olduğunu belirtmiştir.

(Zammori, Braglia, & Frosolini, 2011) Çalışmasında toplam ekipman etkinliğini deterministik bir metrik olarak kabul etmiş, performansların gerçek değişkenliğini ölçmek için merkezi limit teoremini hesaba katarak, stokastik ekipman etkinliği modeli belirtmiştir. Elde ettiği sonuçlarda Yöntemin, TEE'nin değerleri %90'ın altında ve ekipmanın iç kayıplarının değişkenliğinin yüksek olduğu durumlarda geçerli olduğu kanıtlanmıştır.

(Uzun & Özdoğan, 2011) Çalışmalarında ekipmanların güvenilirliği ile duruş frekanslarından yararlanarak belli bir güvenlik kat sayısı içi optimum bakım zamanları ve maliyetleri ile model seçimi konusunu incelemişlerdir. İşletmede on iki ekipmandan oluşan bir üretim hattı için inceleme yapılmış. Sistem güvenilirliği ve birleşenlerine bağlı olarak düzeltici ve önleyici bakım maliyet optimizasyonu oranına bağlı donanımların değişim onarım zamanlarını belirlemişlerdir.

(Tsarouhas, 2012) Çalışmasında bir içecek işletmesinin üretim hattında sekiz ay süreyle yapmış olduğu gözlem sonucundaki verileri kullanmış ve toplam ekipman etkinliğini hesaplamıştır. Sonuçların aylık bazda , %71,3 ile %75,9

arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çalışma sonucundan iyileştirme için personelin eğitilerek, ekipmanlardaki bazı birleşenlerin değişmesi gerektiğini ve bunlarla birlikte TVB geçişini olmasını gerektiği aktarmıştır.

(Küçükuysal, 2012) alışmasında otomotiv sektörü üzerine odaklanmış, 5S, SMED, kanban, toplam üretken bakım, hücrenel imalat, hata çözümleri ve önleyici teknikler üzerinde de inceleme yapılmıştır. Bu konu ile birlikte firmaların geleneksel yöntemleri aynen alıp uygulamaları yerine kendi üretim sistemlerini oluşturmaya yöneldikleri sonucuna ulaşılmış ve firmalar belli hedefler doğrultusunda KKP sistemine ihtiyaç duyarken belli amaçları için de yalın üretim araçlarını kullanmayı tercih edebilmektedirler. Kısacası itme ve çekme sistemlerinden kendilerine uyan araçların alınıp birlikte kullanılabildeği ulaşılmış nihai fikirdir

(Bulut, 2012), tarafından imalat ve otomotiv sektörü bir arada değerlendirilerek tam zamanında üretim, kanban, 5S, SMED, kaizen, toplam üretken bakım, hücrenel imalat uygulamaları, poka-yoke, hoshin-karni, heijunka, shojinka ve değer akış haritalama teknikleri çalışmada incelenen metotlardandır. Bu alışmada KKP sistemi ve tek başına yalın üretim teknikleri üzerine birçok araştırma ve uygulama yapıldığı görülmüştür. Bu iki sistemin varlığının gün geçtikçe işletmenin kurumsal ve büyük ölçekli olmasının ötesinde, işletmenin uzun vadeli hedeflerine ve planlarına göre değiştiğinin, küçük ve orta ölçekli işletmelerde de bu iki sistemin varlığından söz edilebildeği kanısına varılmıştır. Sonuç olarak ise gün geçtikçe bunun daha da yaygınlaşacağı vurgusu yapılmıştır

(Görener, 2012) alışmasında TVB ve TEE kavramları üzerine değinmiş, bir aspiratör üretim firmasında TEE alışması gerçekleştirmiş ve yapılabilecek faaliyet önerilerini belirtmiştir. TEE iyileştirilmesinde makine uygunluğunun geliştirilmesi ve uygunluğa etkilerin araştırılması gerektiğini belirtmiştir. alışmalara pareto analizi gibi araçların kullanılması ile araştırmaların gerçekleştirilebileceğini aktarmıştır.

(Çorbacioğlu & Bingöl, 2014) Çalışmalarında TVB uygulamalarında örgüt kültürüne etkileri üzerine değinilmiş. Değinilen çalışma sonunda örgüt kültürünün gerçekleşecek birçok çalışmada zorlaştırıcı veya kolaylaştırıcı bir faktör olduğunu ortaya koymuşlardır. Değişim boyutunu istatistiksel oranda kurum kültürü yapısına bağlı olarak olumlu veya olumsuz değişimler yarattığını aktarmışlardır.

(Azizi, 2015) Çalışmasında fayans imalatı gerçekleştiren firmada ekipman etkinliğini değerlendirerek istatistiksel proses kontrolü ile verimliliğini değerlendirmiştir. Değerlendirme ile birlikte neden - neden analizi ve neden sonuç analizi gerçekleştirmiş bunlara bağlı ekipmanlarda iyileştirmeler yaparak performanslardaki olumlu değişim oluşturduğunu aktarmıştır.

(Zuashkiani & Diğerleri, 2016) Çalışmalarında ele aldıkları toplam ekipman etkinlik geliştirmelerine yapılan yatırımların performans gelişimine olan etkilerini incelemişlerdir. Ekipman etkileşimlerini dinamik haritalandırarak yapılan yatırımların ardından kalıcı olan performans değerlerini açıklamayı amaçlamıştır. Örgüt kültürü ve bakım uygulamalarının yarattığı etkilerin sonuçları etkilediğini belirtmiştir.

(Bağlan, 2017) Çalışmasında ele aldığı işletmede yalın uygulamalar içinde TVB çalışmaları gerçekleştirmiş. Ekipman etkinliğinin hesaplamaları ile kaizen kavramını uygulayarak ekipman duruşlarında azalma elde etmiştir.

(Koçer, 2017) Türk Havacılık ve Uzay Sanayii firmasında 2013 - 2016 yılları arasındaki elde ettiği arıza veri setleri ile analiz gerçekleştirerek markov özelliğine sahip bir bakım uygulama algoritması önermiştir. Önerisinde Güvenilirlik merkezli önleyici bakım politikasının sistem güvenilirliği ve arızaları azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca işletme ve bakım maliyetlerinde azalma yarattığını da belirtmiştir. Sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntemle tutarlı olduğu anlaşılmaktadır.

### **3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE BAKIM KAVRAMI**

Bu bölümde literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, endüstriyel işletmelerin bakış açısından ve endüstri mühendisliği teorisi ile bakım kavramı irdelenmiştir. Ardından bakımın tarihsel gelişimi aktarılarak, bakım politikasının işlevleri, stratejik açıdan sınıflandırılması, bakım yaklaşımları, bakım politikalarının belirlenmesi ele alınarak bakım türleri ve amaçları açıklanmıştır. Son olarak toplam ekipman etkinliği ile sistem güvenilirliği kavramları aktarılmıştır.

#### **3.1. Bakımın İşletmeler Açısından Tanımı**

İşletmeler, sahip olduğu ekipmanları işletilerek ürün veya hizmet çıktuları ile kazanç sağlamayı hedeflemektedir. Bu açıdan yatırımların büyük bir kısmı, faaliyete göre ihtiyaç duyulan ekipmanlara aktarılmaktadır. Varlıkların verimli işletilmesini ve gerçekleştirilen yatırımlardan en fazla yarar sağlamak işletmelerin faaliyetlerindeki amaçlarından biridir. Bu açıdan bakıldığında bakım faaliyetinin tanımı çok kapsamlı tutulabilecek şekildedir. Farklı kaynaklardan bakım tanımlaması incelendiğinde, bakış açısına göre bakım tanımlarının değişken olabileceği görülmektedir. Bakım kavramı özünde düzen, sorunsuz çalışabilme, maksimum verim ve etkinlik odağında toplanabilmektedir. Diğer kaynaklarda bakım;

Bakım, bir makina veya tesisin işlevlerini yerine getirebilmesi amacı ile onların, en üst fiziksel ve fonksiyonel pozisyonda kalması için yapılan çalışmaların tümüdür (Kirazlılar, 2007)

En dar anlamda, bir sistemdeki makina ve donanımın düzenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için yapılan tüm faaliyetleri içerir (Swanson, 2001)

Tesis ve donanımın üretim ve kalite performansının istenen düzeyde tutabilmek, normal çalışır duruma getirebilmek için gerçekleştirilen işlerin tümüdür. (Köksal, 2015)

Oluşan arızalar, donanımların işletmedeki faaliyetini durdurmakta veya aksatmaktadır. Bu açıdan İşletme verimliliğine zaman, yedek parça ve kalite kayıpları oluşturmaktadır.

Bakım, sahip olunan ekipman, sistem ve birleşenlerin, tasarlanan çalışma performansını sürdürmesi için, yaşanan arıza ve aksaklıkların tamir edilmesi veya önlenmesi ile ön görülen yaşam döngüsünden daha uzun sürede işlevini sürdürmeyi amaçlayan, işletme verimliliği artışında kullanılan bir stratejik yönetim birleşenidir.

### **3.1.1. Bakım uygulamalarının tarihsel gelişim**

Üretim, dar anlamda makine, enerji, insan ve malzeme kullanımı yoluyla bir fiziksel varlığın yapımı veya bir hizmetin ortaya konulması olarak tanımlanmaktadır. İşletme yönetiminin en başta gelen görevlerinden birisi ve en önemlisi 4M faktörü diye bilinen (Machine, Manpower, Material, Money) Makine, İnsan gücü, Malzeme, para araçlarını kullanarak, mamul veya hizmet üretmek üzere en etkin biçimde kullanmaktır. 4M faktöründen makine parkının en iyi kullanımı Endüstri mühendisliği, Üretim planlama ve Bakım planlama işlevleri arasındadır. Üretimin programlara uygun biçimde sürdürülmesi makine ve tesislerin aksamadan çalışmasına bağlıdır. (Köksal, 2015)

Bu açıdan bakıldığında bakım yaklaşımlarının gelişimi sanayi devrimi öncesi el aletlerinin kullanılmasına kadar uzanmaktadır. İnsanlık varoluşundan itibaren doğayla olan günlük yaşantısını kolaylaştırmak için araçlar geliştirmiştir. Günümüzde bakım uygulamaları, sanayi 4,0 devrimi ile ihtiyaç duyulan insan gücünü, yapay zekâlı sistemlerle çevik, hızlı ve kararlı çıktılar sağlayarak desteklemektedir. Bakım uygulamaları insanlar ile birlikte daha etkin ve otonom olacakları bir gelişme sürecindedir. Bakım operasyonları hızla gelişen sistemlerde insan veya makine kullanımı fark etmeksizin verimliliğin temel taşıdır. Bu sürekli kendini geliştirme ve farklı gereksinimlerin ortaya çıkması sonucunda bakım uygulamaları da zaman içerisinde kendilerini sistemlere ve değişimlere adapte etmiş ve değişime uğramıştır.

Ekipmanlar, bileşenlerine bağlı kullanım süreleri veya ömrü olarak dile getirilen yaşam döngüsüne sahiptirler. Faaliyete başlayan ekipmanlarda zamana, kullanımına ve bakım uygulamalarına bağlı olarak yıpranmalar başlar. Bu yıpranma sonucunda arızalar yaşanabilir. Ekipman arızalanmalarını önlemek ve en aza indirmek için alınan önlemlerin başında bakım metotları yer almaktadır. Ancak işletmeler yapısal, yönetsel ve fiziksel olarak aynı olmadıklarından bakım uygulamaları da farklılıklar gösterir. İşletmelerde oluşan bu değerler, işletme kültürü ve yapısına bağlı farklı gelişmesi sonucu, ayrı yaklaşım gruplarını oluşturmuştur. Bu yaklaşım ve anlayışlar dâhilinde bakım süreçlerine iki farklı açıdan ve nitelikten değinilmektedir. Bu yaklaşımlar;

- İşletme yönetiminde bakımı strateji aracı olarak algılama yaklaşımı
- Bakım uygulamalarına ayrılabilen kaynakların öncelikli karar olduğu yaklaşım

Olarak tanımlanabilir. Bu açıdan bakım amaç ve sonuçlarına ilişkin yaklaşımlar, beraberinde yapılan uygulamalara da bağlı olarak her firmada farklı sonuçlar ve etkiler göstermektedir.

Özellikle son yıllar temel alındığında; geleneksel ve klasik bakım yaklaşımlarının işletmelerde uygulanması sonucu ortaya çıkan sorunlar aşağıdaki belirtilen grupta sıralanabilir;

- Yetersiz Pro-aktif bakım uygulamaları
- Hatalı bakım çalışmaları ve sonuçları
- Problemlerin sık tekrarlması

Ancak belirtilen konuların alt bileşenleri ile gruplandırmalar detaylandırabilir. Endüstriyel genelleme açısından üst tarafta belirtilen üç grupta incelenebilmektedir. (Smith & Hinchcliffe, 2004)

1930'larda başlayan bakım tekniklerinde, bakım faaliyetlerinin organizasyonu ile sorumluluk alanlarında ortaya çıkan değişimler aşağıda belirtilen üç odak noktasında incelenmektedir;

- Değişen bakım beklentilerine
- Ekipman arızalarına ilişkin değişen görüşlere
- Bakım metotlarındaki gelişmelere

(Moubray, 1997)

Bakımın tarihsel değişimi kaynaklarda dört döneme ayrılmış ve gelişmeleri ilgili dönemler dâhilinde değerlendirilmiştir.

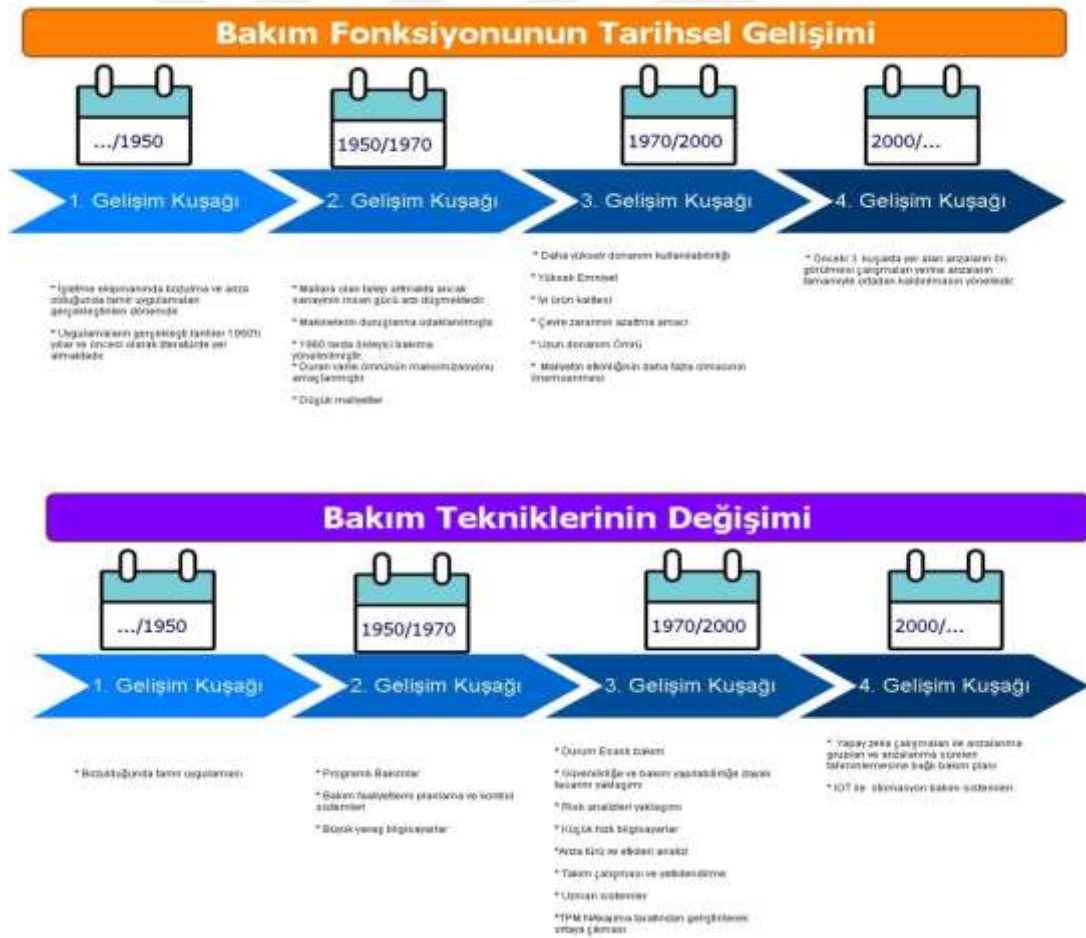
Birinci akım 2. Dünya savaşı öncesini ve 1950 yılına kadar olan dönemi içerir. Dönemin ekipman yatırımı yoğun olmadığından dolayı yaşanan duruşlara bağlı kayıp süreleri önemsizdir. Ekipman tercihlerinde basit, güvenilir ve kolay onarılması gibi özellikler öncelikli tutulmaktaydı. Otomatlar için temizleme, yağlama ve kolay tamir edilebilir olması sebebi ile gerçekleştirilen müdahaleler dışında programlı bir bakım yapılmamaktaydı

İkinci akım ise, 1950'lerden 1970'lere uzanan zamanda gelişmiştir. Bu sürede 2. Dünya savaşında fazlaca değişim gerçekleşmiş, tüketimin artışına bağlı sanayinin iş gücü arzını düşürmüştü. Dolayısı ile makineleşmeye ihtiyacın anlaşıldığı bu olaylar sonrasında makine yatırımları artmıştır. Bu durum makineleşmede daha karmaşık sistemlerin kurgulanmasına sebep oluşturarak, tasarımlarda ve verimlilikte makine duruşlarına önem verilmesini sağlamıştır. Duruşlardan yaşanan kayıplar için önlem alınması gerektiği düşüncesi ile yaşanan arızaların önlenmesine yönelik yaklaşımlar 1960'lı yıllarda önleyici bakım uygulamaları başlamış ve belirli aralıklar ile yenileme bakımlar yapılmaya başlanmıştır. Ancak gösterilen öneme yönelik gerçekleştirilen bakım operasyonları, bakım maliyetlerini oluşturmuş ve işletme maliyetlerine eklenmiştir. Bu artış ile birlikte operasyonların yönetilmesi için organize edilmesini sağlayarak, bakım planlaması ve kontrolü kavramını geliştirmeye neden olmuştur. Ulaşılmak istenen amaç, duran varlıkların yaşam sürecini

arttırmak ve bunu sağlayan çalışma ve metotları belirlemeyi sağlayan araştırmaların gelişimine neden olmuştur

Üçüncü akım tüm yaşanan gelişmeleri daha hızlandırarak arızaların ön görülmesi, ön görülere bağlı arızaların önlenmesi ve yaratacağı olumsuz sonuçları gerçekleştirmemesine odaklanmıştır

Dördüncü akım olarak belirtilen ve 2000'li yıllarda başlayan yaklaşım ise arızaları oluşturan sebeplere odaklanarak kaynakları ortadan kaldırıp, arızaların olabildiğince yaşanmamasını sağlamayı amaçlamıştır. Bu amaçla ekipmanların tasarımı ve seçimi ile beraber, bakım yönetimini gerçekleştiren personelin teknik birikiminin artmasına odaklanarak arızaları önleme amacındadır.



Şekil 3.1 Bakım uygulamasının tarihsel gelişimi (Uzun,2011)



### 3.2. Bakım Politikalarının İşlevleri

İşletmelerde üretilen ürün veya hizmet fark etmeksizin performanslarının sürdürülmesi için çeşitli bakım faaliyetleri yerine getirilmek durumundadır. Bakım faaliyetleri, kurum yapılarındaki fark gözetilmeksizin tüm işletmeler için gerekli bir uygulamadır.

Bakım yönetiminin işlevleri alt bölümde yer aldığı şekilde sıralanabilir (Ünal, 2009)

1. Fiziksel sistemin (tesis, makina, donanım, binalar vb.) yararlı ömrünü uzatmak.
2. Üretim araçlarının optimum çalışma düzeylerine ulaşmalarını sağlamak.
3. Yıpranmayı ve eskimeyi en düşük düzeye indirerek işletmenin değerini korumak.
4. Ürünün kalite düzeyini koruyacak veya arttıracak şekilde işletme olanaklarının kaliteli olmalarını sağlamak.
5. Makinaların ve donanımın üretim için emre hazır olma sürelerini en üst düzeyde tutmak.
6. Acil durumlar için bulundurulmuş tüm yedek üniteler, kurtarma donanımı ve yangın söndürme tesisatı gibi donanımların her an çalışır olmaya hazır bulunmasını sağlamak.
7. Tüm bu faaliyetlerin, uzun dönemde en düşük maliyetle gerçekleşmesini sağlamak.

Bakım uygulamaları, belirtilen işlevlerini gerçekleştirilmesine bağlı olarak, işletmeye sorunlar yaratacaktır. Belirtilen işlevler gerçekleştirilmemesi durumunda işletmeler aşağıdaki sorunlar ile karşı karşıya kalacaklardır.

1. Arızalar sonucu oluşan duruşların yarattığı maliyet,
2. Üretim planına bağlı teslimlerin gecikmeleri,
3. Üretimi durduran arızalara yapılan müdahale sonrasında Kurulma ve hazırlık tekrarları,

4. Arızalar sonrasında yaşana duruşlarda çalışanların boşa kalması sonucu oluşan maliyet,
5. Ekipmanlardaki kaliteli ürün çıktılarının, duruşlar ve arızalara bağlı azalması,
6. Bakım uygulamalarının düzensizliği nedeniyle, ekipmanlardaki kazaların ve çevreye verdiği zararların artması
7. Ekipmanların verimsizliği nedeniyle, personelin motivasyonunda yarattığı olumsuz etki
8. Yeterli yetkinliğe sahip olmayan operatör veya kişilerce müdahalelerin artmasına bağlı, ekipmanın yıpranması ve büyük sorunlara sebepler oluşturması,
9. İşletmenin uyguladığı geçici çözümlerin oluşturduğu gizli maliyetler ( geçici çözümler için alınan malzemeler, değiştirme kararına etkisi vb.)

### 3.2.1. Bakım uygulamalarının stratejik açıdan sınıflandırılması

Uygulamalar, işletme yapılarına göre değişiklik göstermektedir. Bu açıdan stratejilerde, işletmelerde farklılık göstermesine karşın sınıflandırma Şekil 3.2 'de yer verildiği gibi gerçekleştirilebilir.

Strateji	Bakım Türü
Arıza olduğunda tamir et	Acil bakım - Düzeltici bakım
Zaman esaslı ( takvim zamanı yada çalışma zamanı)	Önleyici bakım
Durum esaslı	Kestirimci bakım
Donanımın yeniden tasarımı	Modifikasyon Bakımı
Arıza bulma	Rutin bakım

Şekil 3.2 Bakım stratejisine bağlı bakım türleri(Uzun,2011)

Global anlamda bakım yaklaşımlarını stratejik başarı için bir araç olarak bakıldığında ihtiyaç duyulan beş bileşen vardır, (Smith & Hinchcliffe, 2004)

- Bakıma bir kar merkezi olarak bakmak

- En iyi yatırım getirisi için kaynaklara odaklanmak
- Arıza bakımdan kaçınmak
- Elde edilen sonuçları sürekli ölçmek, analiz etmek
- Bakım uygulamalarında etkili bir yönetim sistemi geliştirme ve kullanmak

Bakım işlemleri işletmenin sahip olduğu varlıklara ve yönetim yaklaşımına bağlı değişkenlik gösterebileceğini belirtmiştik. Bu farklılıklar nedeniyle gelişen uygulamalar, bakım yaklaşımlarında sınıflandırma yaratmıştır. Bakım yöntemlerini Şekil 3.3' de verilen biçimde sınıflandırabiliriz.



Şekil 3.3 Bakım yöntemlerinin sınıflandırılması (Ünal,2009)

Bakım yaklaşımı faaliyetleri dört temel amaca yönelmelidir;

1. Üretim maliyetini düşürmek
2. Ürün kalitesine katkıda bulunmak
3. Tesis ömrünü arttırmak
4. Üretimin sürekliliğini sağlamak

(Baraçlı, Çoşkun, & Eser, 2001)

Belirtilen amaçlar yanında işletmelerdeki bakım uygulamaları, uluslararası standartlarda belirtilen alt yapının sağlanması ve sürdürülmesi için ilgili koşulların oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca arızalanmalar sonucu oluşan giderlere karşı, düzenli bakım uygulamalarında oluşan masraflar ile maliyetleri düşürmektedir. İşletmenin verimlilik ve karlılık yönünde gelişme sağlayacak gelecek hedefleri için yatırım planlarını oluştururken, ekipman ömürlerine biçtiği yaşam süreleri ile bakım uygulamaları tutarlılık sağlar.

Belirtilenler haricinde oluşacak aksaklıkları önleyerek, planlanan üretim çıktılarına ulaşılması sonucunda fazla mesai ve ek maliyetleri ortadan kaldırmaktadır.

### **3.2.2. Bakım politikalarının belirlenmesi**

Bakım politikaları her işletmeye göre değerlendirilmelidir. İşletme yapılarında ortaya çıkan farklılıklar nedeniyle referans olarak alınan uygulama tamamıyla uygulanmamaktadır. Ancak her işletme bakım politikası belirlerken şu hususlar açısından değerlendirilmelidir.

- Bakım onarım faaliyetleri için gerek duyulacak teknoloji maliyeti ve bu maliyet karşısında sağlanacak faydanın katma değer oranı,
- Bakım faaliyetlerinde ihtiyaç duyulacak donanım( ölçüm cihazları vb.) ve personel ile dış servis sağlayıcının yaratacağı maliyet faydasının maliyeti,
- Mevcut ekipmanların oluşturacağı bakım maliyeti ile, yeni ekipman yatırım maliyeti,
- İşletmenin üretim varlıklarındaki değişikliğin, mevcut üretim hızı ve sürecine katkısı ( darboğaz durumu, proseslerde ve kalitedeki değişikliği vb.)
- Bakımlardaki aksamalara bağlı oluşacak tüm kayıplar ( işletmeye etkiler, müşteri etkiler, çevreye etkiler, iş kazaları etkileri vb.)
- Arızalanma oranları ile üretim planlamaya yaratacağı kayıpların teslimlerde ve kurum güvenine etkisi

## **3.3. Arıza Tanımı ve Türleri**

### **3.3.1. Arıza tanımı**

Ekipmanın veya sistemin, tasarlanan fonksiyonlarından ve yaşam döngüsünde istenen performansından bir veya daha fazlasını yerine getirememesi durumudur. Ancak yapılan kaynak araştırmasında aşağıdaki şekilde farklı tanımlamalar ile ifade edilmektedir.

Engel olunamayan bir nedenle sistemin durması, üretim hızının ve/veya kalitesinin düşmesidir. (Köksal, 2015)

Donanımın kendisinden beklenen bir veya daha fazla fonksiyonu yerine getirememesi durumuna arıza denir. (Uzun A. , 2011)

### **3.3.2. Arıza türleri**

Ekipmanların işlevselliğinden beklenen performans (çıkıtı, hız, emniyet, kalite, vb.) işletmenin sahip olduğu varlıklara belirlenmiştir. Bu düzey performans göstergesi olarak kullanılmaktadır. İstenen performansı yerine getirememesi durumuna sebep olan türler Üç ayrı düzeyde tanımlanmıştır.

#### **3.3.2.1. Fonksiyonel arıza**

Sahip olunan ekipman veya sistemin tanımlanmış standart performansını gerçekleştirmeindeki yetersizlik sonucu ortaya çıkan arızalardır.

#### **3.3.2.2. Potansiyel arıza**

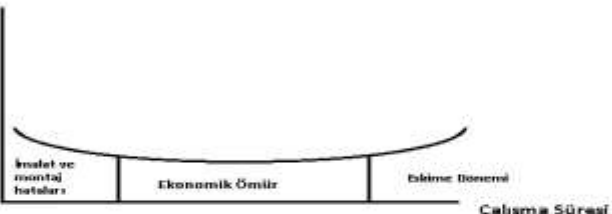





Fonksiyonel işlevinin tanımlanan performansını aksatan sürecin başlamış olduğunu belirten fiziksel belirtilerdir. (örneğin, aşırı vibrasyon ya da makine yağında oluşan metal parçalar).

#### **3.3.2.3. Gizli arıza**

Performans göstergelerinde belirlenemeyen ancak fonksiyonu gerçekleşene kadar ortaya çıkmayan arızalardır.

### **3.3.3. Arıza örüntüleri**

Arıza örüntüsü, bir parçanın ya da donanımın ömrü ile arıza olasılığı arasındaki ilişkidir. Arıza örüntülerine ilişkin açıklamalar şekil 3.4' te yer almaktadır.

Olası Arızalar	
	Örnek: Yeni Makineler
	Eskime dönemine kadar sabit arıza olasılığı, Eskime döneminden sonra artan arıza olasılığı Örnek: Açınma
	Yavaş artan Arıza olasılığı, Eskime Dönemi tanımlanamamaktadır. Örnek: Yorulma
	Yeni olduğu dönemde düşük arıza olasılığı, sabit arıza olasılığına hızla yükseliş. Örnek: yakıt filtresi
	Sabit arıza olasılığı Örnek: Rulman yatağı
	Yüksek arıza olasılığı ile başlar, sabit bir düzeye düşer

### Arıza Örüntüleri gösterimi

Şekil 3.4 Arıza örüntüleri gösterimi(Uzun,2011)

### 3.4. Bakım Türleri

İşletmelerin sahip olduğu varlıkların temelde insan ve makine olarak ele alınmaktadır. Bu varlıkların istenilen fonksiyon ve performanslarının yerine getirilmesinde kontrol esaslı üretim yönetimi gelişmiştir. Bu anlamda iş gücü kaynağı sağlayan insan gücü, farklı metotlar uygulanarak, belirlenen performansını sürdürmesi kontrol altında tutulmaktadır.

Fiziksel varlık olarak tanımlanmış makine, teçhizat ve diğer ekipmanlardaki performansın devamlılığının sağlanması, bakım faaliyetleri ile kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. İşletmelerde Önemli büyük olan destek fonksiyonlar da tanımlanan bakım çalışmaları, zorunlu bir gider olarak üretim bütçesinde yer almaktadır. Sahip olunan varlıkların kullanılabilirliği ve güvenilirliği, istenilen

düzeyde tutmak için gerçekleştirilen harcamalar önemli konular arasındadır. Bu açıdan geliştirilen ve üzerine değinilmesi gerekli bir strateji kurgusu gerektiren bakım faaliyetleri, işletmeler için kritik risk düzeylerini tanımlayıcıdır.

Bu anlamda işletmenin konumuna bağlı oluşturulan stratejiye ve yaşanan gelişmelere göre bakım türleri yedi grupta tanımlanabilmektedir. Alt bölümlerde aktarılacak olan acil bakım, düzeltici bakım, önleyici bakım, rutin bakım (koruyucu bakım), kestirimci bakım, toplam verimli bakım ve güvenilirlik merkezli bakım tanımları ve yaklaşımları aktarılacaktır.

#### **3.4.1. Acil bakım**

Günümüzde özellikle küçük işletmelerinin geçmişten kalma yönetim alışkanlığı olarak sıklıkla kullandığı bir bakım yönetimi şeklinde karşılaştığımız uygulamadır. Arıza oluştuğunda, yavaşladığında yada verimi düştüğünde acil müdahale ile tamir ve bakım operasyonları başlatılır. Ekipmanın istenen fonksiyonunun yerine getirmesi, eldeki imkânlar dâhilinde hızla sağlanmaya ya da parça tedarik edilmesine hedeflenir. Ancak hedeflenen performansını sağlamaya yönelik bir müdahale gerçekleştirilmez. Bu uygulamada üretimde ekipman faal hale getirilene kadar duruş yaşanmaktadır.

Bu yaklaşım işletmenin bakım personeli ihtiyacını azaltır ve olası değişimler için gerekli yedek parçalar, stok maliyetlerini oluşturmaz. Buna bağlı olarak bakım çalışanlarının fazla mesai ve uzmanlaşmamasının etkileri ile maliyetleri artırması, istenildiğinde parçaya ait stokun zamanında tedarik edilmesi, ithalatı gibi bir konu gerekişe çok önemli bir diğer dezavantajdır. İşletme yapısı, konumu ve sahip olunan varlıklara bağlı olarak üretim ve kaliteye etkisi düşük olarak belirlenen ekipmana uygulanabilir metot olarak kullanılmaktadır.

Arıza oluşana kadar ekipmanların çalıştırılması, genellikle Kobilerde halen rastlanmaktadır. Arıza olana kadar çalışsın yaklaşımı şu durumlarda uygun strateji olarak seçilmesi kabul edilebilir;

1. Koruyucu bakım uygulamaların maliyete bakılmaksızın sonuçlarının arıza ve duruşlarda bir etki sağlamayacağı anlaşılmışsa,
2. Koruyucu bakım maliyetleri fazla olmasına rağmen, ekipmanların arızalanma ve güvenlik etkisi düşükse,
3. Ekipmanları arızaların maliyet etkilileri, koruyucu bakım uygulamalarında olan maliyetler karşısında çok küçük bir orandaysa (Smith & Hinchcliffe, 2004)

### **3.4.2. Düzeltici bakım**

İşletmenin sahip olduğu ekipmanlarda oluşan arızalar veya belirlenen performans göstergelerine bağlı ( kalite oranı, hız, vb.) istenen değerlerin altında kalmasına neden olan arızaların oluşması sonucu, arıza nedenlerinin tespit edilerek bakım tamir veya kalibrasyon uygulamaları ile arızaların giderilmesinin sağlandığı uygulamalardır. Daha büyük kayıp ve maliyetlerin önlenmesini amaçlayan uygulamada arızı ve plansız bakım uygulamaları bu strateji içinde yer almaktadır.

Düzeltici bakım, planlanmamış (yani beklenmedik) bakım görevlerinin, arızalı veya arızalı ekipman veya sistemlerin işlevsel yeteneklerini eski haline getirme performansdır. (Smith & Hinchcliffe, 2004)

Planlanmış olan bakım ve onarımlar, oluşan arıza sonrasında uygulanmaya başlanır. Bu uygulamada daha büyük sorunlara yol açacak geçici arıza giderme uygulamasına göre oluşan arıza ile birlikte gerçekleştirilen planlanmış bakım aynı anda uygulanmaya başlanır. Bu uygulama üretim planına ne derece etki yaptığı ile doğrudan ilgilidir. Büyük zaman kaybı yaratmadığında planlama tarihine bakılmaksızın arıza ile birlikte planlı bakımda uygulanmaktadır. Ancak tersi bir etki oluşturduğunda ise plansız bakım uygulaması gerçekleştirilmektedir.

Plansız bakımlar ise arızaların gerçekleşmesini engellenmiş olması gerektiği halde oluşan arıza ve hatalar için uygulanmaktadır. Oluşturulan üretim planı üzerine doğrudan etkisi olan bu arızaların giderilmesi için çok hızlı ve mümkün



olduğunca ekipman veya sistemin kısa sürede aktif hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Ancak bu uygulamada odak noktasının mümkün olan en kısa sürede onarımın gerçekleştirilmesi oluşu, arızanın türüne göre müdahalenin uygulanışına olumsuz yönde etkileme olasılığı yaratır. Bu gibi bakım uygulaması, üretim planlama çalışmalarında sapmalara yol açmaktadır.

### 3.4.3. Önleyici bakım

Önleyici bakım, işletme ekipmanı veya sistemlerinin fonksiyonel yeteneklerini korumak için belirli zaman noktalarında başarıya ulaşmak için önceden planlanmış (yani, programlanmış) denetim ve / veya servis görevlerinin gerçekleştirilmesidir. (Smith & Hinchcliffe, 2004)

İşletmelerde yapılan uygulamalarda farklılık olmasına karşın, bakım düşüncesindeki yaklaşımın aynı olmasının sonucu, Smith ve hinchcliffe önleyici bakımı kendi içinde işlevlerine göre sınıflandırma yapmıştır. Bu sınıflandırma;

1. Zamana yönelik: Doğrudan arıza önleme veya geciktirme amaçlı.
2. Koşul yönelimli: bir başarısızlık ya da başarısızlık belirtisinin başlangıcını tespit etmeyi amaçlamaktadır.
3. Arıza tespiti: operasyonel bir talep öncesinde, gizli bir başarısızlığı keşfetmeyi amaçlamaktadır.
4. Başarısızlık: diğerleri mümkün olmadığı ya da ekonominin daha az elverişli olduğu için başarısızlığa gitmeye yönelik kasıtlı bir karar. Arıza olana kadar çalıştırılması düşüncesi.

(Smith & Hinchcliffe, 2004)

Yukarıdaki verilen sınıflandırmaya veri oluşturan uygulamalar incelendiğinde başka açıdan da tanımlanmıştır. İşletmenin sahip olduğu tüm varlıklar ( makine, ekipman, ölçüm cihazları, bina, araçlar, vb.) için belirlenen zaman veya diğer gösterge döngü sayısına bağlı olarak gerçekleştirilen bakım operasyonlarıdır. Bakım planı takvim zamanına bağlı olarak ( Yıllık, aylık gibi) belirli aralıklar ile veya belirli bir işlem aralığına bağlı olarak ( 10.000 km'deki araç bakımları gibi)

planlanabilmektedir. Genelde bu yöntem uygulamasında, sahip olunan ekipmanlarda belirtilen fabrikasyon verileri baz alınmaktadır.

#### **3.4.4. Rutin bakım( Koruyucu bakım)**

Rutin bakım uygulamaları ise işletmenin kendi içinde belirlemiş olduğu performans göstergelerinin sabit tutulması isteğinin oranına bağlı olarak, alınan günlük ve önleyici bakım planında fabrika verileri ile karma yapılan operasyonlar boyamalar, düzenlemeler, günlük yağlama ve kontrol faaliyetleridir.

#### **3.4.5. Kestirimci bakım**

Sahip olunan varlıkların yatırım ve kullanım stratejileri ile birlikte ele alındığı ekipmanların yaşam süresinin takip edildiği uygulamadır. Uygulanmasındaki gereksinimlerin başında sıkı ölçüm periyotlarının planlanması beraberinde bilgisayar ve mikro işlemciler ile birlikte otomatik kontrollerin yapıldığı cihazlar yer almaktadır. Bu yaklaşımda ekipmanlardan alınan vibrasyon ölçümlerine bağlı olarak oluşan trendler, ultrasonik kontroller, termografi, triboloji, radyografi uygulamaları gibi tahribatsız muayene yöntemlerinin de yer aldığı istatistiki metotlara dayalı etkin bir uygulamadır.

Kestirimci bakım 4 aşamalı bir uygulamadır.

- Ölçüm ve kontroller
- Analizler ve değerlendirme
- Bakım planlaması
- Bakım – Onarım faaliyetleri

Ölçüm ve kontroller sahip olunan ekipmanın fabrikasyon verilerine bağlı olarak performansının belirlenen sınırın dışında bir sapma gözlemine dayalıdır. Ayrıca bu kontrolleri gerekli bilgi ve kabiliyete bağlı olarak operatörler ve bakım personeli ile karma olarak gerçekleştirilebilir. Ölçüm ve kontrollerin değerlendirilmesi için kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak için otomasyon sistemi olmayan işletmelerde ihtiyaca göre

oluşturulan formlar ilgili personel tarafından doldurulur. Ölçüm cihazlarının özelliklerine göre de gerçekleştirilen ölçümler cihaz üzerinde de kayıtlarını oluşturabilmektedir. Bir diğer kayıt sistemi ise Endüstri 4,0 devriminde sıkça kullanılan optik okuyucular sayesinde verilerin elde edilmesi ile kaydedilmektedir.

Analiz ve değerlendirme elde edilen veriler çoğunlukla zaman bazlı değişimlerini gözlemleyerek gelişim raporu oluşturulmaktadır. Yine bu raporlar formlar, ölçüm cihazları ve otomasyon sistemleri ile oluşturulması mümkündür. Bilgisayar destekli oluşturulan analiz ve değerlendirmede daha hızlı takip edilmesi ve her ekipmanın anlık performanslarını takibini oldukça kolaylaştırmaktadır. Bu avantaja bağlı olarak hem ekipman performansı hem de kalite oranı çıktısı daha etkin bir şekilde değerlendirme ve müdahaleye olanak sağlamaktadır.

Analizler sonucunda arızaların oluşmaya başlamadan önce bakım ihtiyacı olan ekipman belirlenir. Ekipman için bakım uygulamasının analizde belirlenen arızaların başlayacağını ifade eden sınıra gelmeden önce gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu duruma bağlı olarak bakım planlaması üretim planlaması ile birlikte oluşturulmaktadır.

Bakım – Onarım faaliyetleri programlanan zaman da uygun performans ve faaliyet seviyesine getirilmesi için ihtiyaç duyulan tüm ekipman ve dokümanlar ile birlikte müdahaleler uygulanır. Uygulama sonrasında amaçlanan değerlere geldiği kontrol edilerek kayıt edilir.

Uygulamanın işletme varlığına ve istenilen verimlilik, kalite ve beraberinde getirdiği maliyetlerin önlenmesinde oldukça katkısı vardır. Üretim duruşlarındaki duruşlar arası zamanı uzatarak üretim süresini arttırması yanında bakım maliyetlerini düşürür. Ayrıca ekipman güvenilirliğini artırarak üretim süresine de artış yaratır. Belirtilenlerin yanında hurdaya ayrılmaları, yedek parça stoklarının azalması, onarım sürecinin kısılması, tutarlı üretim

planlamasının gerçekleştirilmesi, ürün kalitesinin artması ve ekipman yaşam döngüsünün uzamasını sağlayan bir uygulamadır.

#### **3.4.6. Toplam verimli bakımının gelişimi**

Toplam verimli bakım (TVB) sadece üretim bölümünde değil, işletmenin diğer birimlerini de içine alan entegre bir sistem yaratarak, üretim sisteminin verimini en üst düzeye çıkarmak, üretim hatlarında kayıpların en aza indirmek makine ve ekipman verimini artırmak en kıdemsiz işçiden üst yönetime kadar herkesin katılımını sağlamak ve küçük grup çalışmalarının etkinliğini geliştirmeye yönelik modern bir yaklaşımdır. (Güngördü & L, 2015)

1950 ve 1960 yılları arasında ABD’de çok popüler olan koruyucu bakım prensiplerini JIPM başkanı Seichi Nakajima tarafından sistemli bir biçimde geliştirilmesi ile 1971 yılında ortaya çıkmıştır.

TVB Günlük üretim faaliyetleri içinde çalışanların tamamının katılımını gerektiren, operatörlerin görev aldığı ekipmanlarında otonom bakım sorumluluğunu getiren, arızaları önleyen ve ekipman etkinliğini en üst düzeye çıkaran bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. (Köksal, 2015)

##### **3.4.6.1. Üretken bakım**

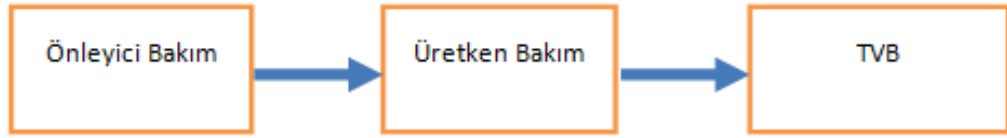
Toplam Üretken Bakımın temelini oluşturan Üretken Bakım, koruyucu bakımın bir parçası olarak yapılan ve ekipmanı ilk durumuna getirici rol oynayan üretim tipinin de ötesinde bir yere sahip olan; aynı arızanın yeniden oluşma olasılığını azaltan, onarımları özendirici rol oynayan, bakımı kolay ve daha iyi bir ekipman üretebilme amacına yönelik bir çaba ile tasarım aşamasını da bünyesine katan bakım koruması kavramlarından doğmuştur

Üretken bakım çok elemanlı sistemlerde daha fazla önem kazanan bir yaklaşımdır. Bu tarz sistemlerde öncelikle sistem elemanlarının ömür istatistikleri incelenmekte daha sonra sistemin hangi sıklıkta bakıma alınacağına karar verilmektedir. (Er, 2004)

İstatiksel veriler aracılığı ile gözlemler ve ilişkiler arasında analizler yapılabilmektedir. Gözlemlerin toplanmasıyla alt tarafta yer alan sonuçlara ulaşılabilmektedir.

- Arızaların sıklığı,
- Üretime olan toplam kayıp,
- Sorunların nedenleri,
- Sorun oluşturan gruplar,
- Bakım performansı
- Bakım maliyeti

Göstergeler incelenerek uygulamalar planlanarak gerçekleştirilir. Önleyici bakım aşamasına geçmiş bir işletme, üretken bakım geçiş aşamasında zorlanabilir. Bu yaklaşım uygun yapıda geliştirme gruplarının oluşturulmasını öngörür.



Şekil 3.5 Bakım sistemleri geçiş aşaması(Ünal, 2009)

Bakım yaklaşımların da TVB ile ÜB özellikleri arasında bazı farklar bulunmakta. Bu farklar alta yer aldığı şekilde belirtilebilmektedir.

Çizelge 3.1 TVB ile ÜB arasındaki farklar seminer notları

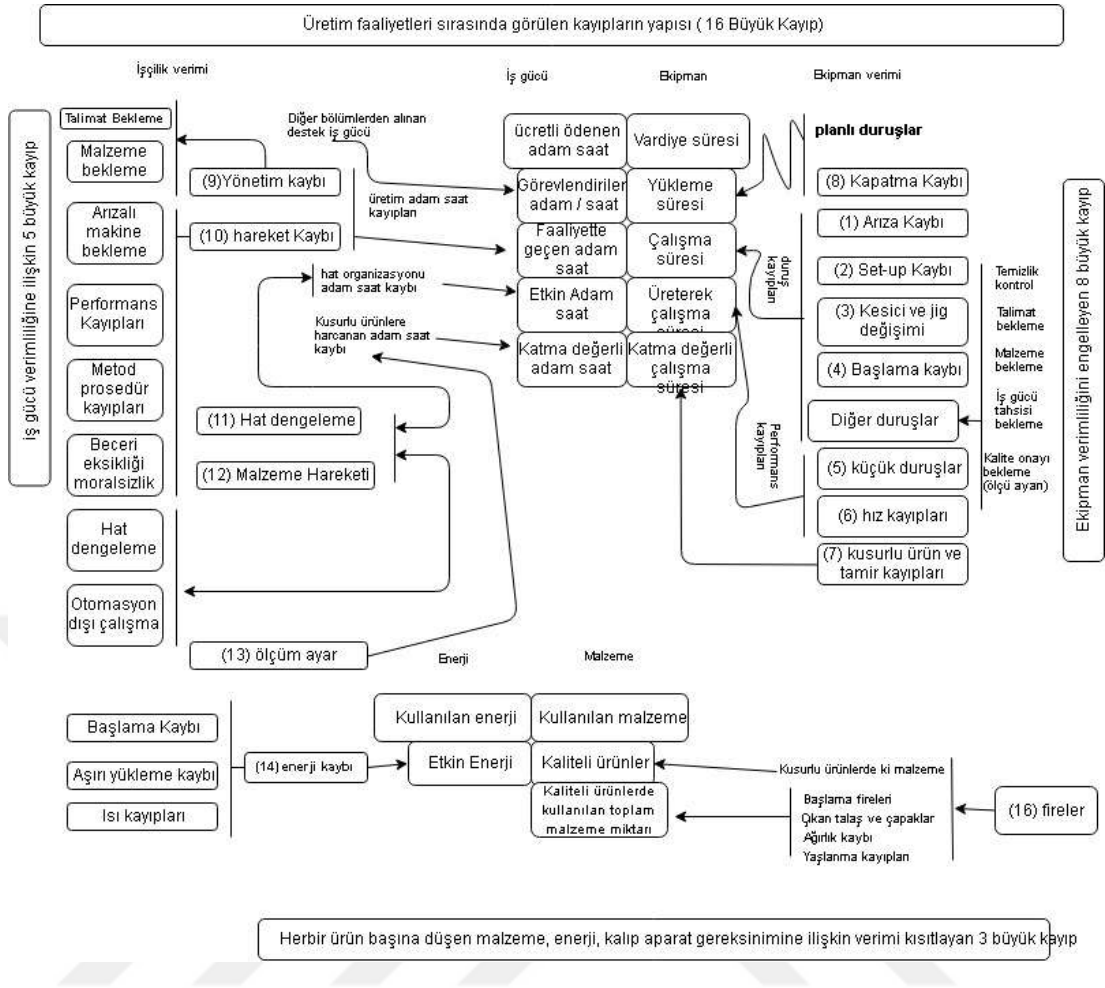
Strateji	Özellikler
1. TVB	Üretim metotlarının, ekipman kullanımını ve bakımını geliştirerek, üretim verimliliğini arttırmayı hedefler
ÜB	Ekipman imalatı ve bakımını iyileştirerek ekipman verimini arttırmayı hedefler
2. TVB	Operatörlerin otonom bakım yapılmasını önerir. Rutin bakımı

ÜB	operatörler ekipman kontrolü ve büyük tamiri bakımçılar yapar  Operatörler sadece üretimden sorumludur. Her türlü bakımı bakımçılar yapar
3. TVB	TVB, tüm üyelerin katılımındaki küçük grup faaliyetlerini belirtir. Resmi organizasyonla birleştirilmiş küçük grup etkinlikleri anlamına gelir (en üst yönetimden, orta kademeli personele, işletmedeki en uçtaki işçiye kadar). Bu 'üst üste bindirilmiş küçük grup faaliyetleri' olarak adlandırılmaktadır.
ÜB	Tüm üyelerin katılımının sağlandığı küçük grup faaliyetleri yoktur.

#### 3.4.6.2. TVB'de on altı büyük kayıp

Toplam verimli bakım uygulamasında, on altı büyük kayıp olarak gruplanan üretim faaliyetlerinde görülen kayıpların yaklaşımını aktarmadan önce kayıpların nasıl sınıflandırıldığı ve neler olduğu anlaşılmalıdır. Kayıpların uygun anlaşılabilmesi yapılacak uygulamalarda hatalara veya beklenen uygulama sonuçlarına ulaşmasını engelleyen bir nedendir. Bu açıdan kayıpların neler olduğunun ele alınmasına öncelik verilmiştir

İşletme ekipmanlarında yaşanan aksaklıklar ve oluşan arızalar, üretim giderlerinde duruş, bakım hizmeti, yardımcı araçlar ve yedek parça miktarı maliyetini arttıracaktır. Donanımların bakım uygulamaları yardımıyla ekonomik kullanım sürelerini arttırmak üretim giderlerini düşürecektir Şekil 3.12'de üretimde gerçekleşen duruşların on altı kayıp konuları gösterilmiştir.



Şekil 3.6 On altı büyük kayıp ilişki gösterimi (Güngördü,2015)

### 3.4.6.2.1. TVB’de ekipman kaynaklı 8 kayıp

Sahip olunan varlıkların performansları ilk günkü gibi devam etmemektedir. Ekipmanların ortaya çıkardığı aksaklıkların nedenleri, TVB yaklaşımında 8 grupta incelenmektedir.

- Arıza kaybı: iki türde ele alınabilir. Ekipman fonksiyonunun kısmen kaybetmesinden dolayı ortaya çıkan üretim kayıpları ve ekipmanın tamamen bozularak üretim yapamaz hale gelmesi. Otonom bakım ile bu kayıpların %50 si yaklaşık olarak kurtulması olasıdır. Diğer yandan arızaların tamamen ortadan kalkması için TVB’ın diğer faaliyetleri etki etmektedir.

- Kurulma, hazırlık ve ayar kaybı: Günümüzde ürün çeşitliliği müşteri ihtiyaçlarına karşılık verebilmek için gerekli bir koşuldur. Stok yapmadan mevcut ekipmanlar ile üretim yapabilmenin model değişimi (Kurulma ve hazırlık) ile gerçekleşmektedir. Kurulma ve hazırlık kayıplarını azaltmak için SMED ile mümkündür.
- Kesici takım kayıpları: Makineler üzerinde üretim sırasında kısıtlı ömrü olan bazı araçların sık değişimi söz konusudur. Örneğin kesici uçlar, taşlar punta uçları vb. Yedekleme veya daha uygun bir sistem geliştirilmesi yada kısa sürede değiştirilmesi gibi çözümler geliştirilmelidir.
- Isınma Başlangıç Kayıpları: ekipmanın start verilmesinden sonra makine rejime girip (ısınıp) normal üretim yeteneğine kavuşuncaya kadar geçen süredeki kayıplardır.
- Küçük duruşlar ve boшта bekleme: Genelde otomatik çalışan makine ve hatlarda rastlanır. Makine veya hat üzerinde işlem görmekte olan bir parça bir yere takılabilir b-veya makinanın bir sensörü yanlış algılaması prosesi bloklar. Operatör durumu fark edinceye kadar işlemler durur. Çoğu zaman operatörler küçük olay olarak gördüklerinden yöneticilere raporlama yapmazlar. Bu durumlar birikerek büyük kayıplara yol açarlar.
- Hız kayıpları: makine veya hattın tasarlanan hızının altında çalışması sonucu meydana gelir. Malzemenin uygun olmaması veya makine yeteneklerinin de bir gerilemesi nedeni operatör düşük hızda üretim gerçekleştirmesi sonucu oluşmaktadır. Bu durum uzaktan bakıldığında makine ve operatör çalışıyor olarak görüldüğü için yönetim tarafından gözden kaçmaktadır.
- Eksikler / Kusurlu ürünlerde düzeltme kayıpları: üretim sonucu kusurlu ürün çıktığında iki yol ile giderilmektedir. Hurdaya ayrılır ikincisi üzerinde ek işlem yapmayı göze alarak müşteriye kontrollü değerler içinde kabul edilmiş ürünler haline getirilmektedir. Kusurlu ürünleri tamir etmek için ilave sürelerde çalıştırmamız gerektiğinden makine verimimizden ödün vermiş oluruz.



- Fabrika kapatma (SD) kayıpları: yemek paydosları, ara dinlenmelerde makinelerin üretim yapmamalarına ilişkin ekipman yükleme zamanını kısıtlayan kayıplardır.

#### **3.4.6.2.2. TVB’de İş gücünden kaynaklı 5 büyük kayıp**

İşletmeye kayıp yaratan sadece ekipmanlar olmadığı aktarmıştır. TVB açısından 16 büyük kayıp içinde yer alan, insanın da bir girdi oluşturduğu üretimdeki iş gücü kayıplarını, 5 grupta ele almaktadır.

- Yönetimsel Kayıplar: üretim çalışanlarının ne yapacaklarını bilmedikleri için boş duruşları söz konusudur. Örneğin ekipmanı bozulan çalışanın amirinden ne yapacağını yönlendirmesini beklemesi gibi kayıplardır.
- Malzeme taşıma: satılabilir değer oluşturmak üzere istihdam ettiğimiz makine operatörlerine yaptırılan getir- götür işleri taşıma kayıplarıdır.
- Hat organizasyonu: iyi dengelenmemiş bir ritim akışında darboğaz operasyon tempoyu belirler. İşçiler hiçbir şekilde darboğazın üstünde üretim yapamazlar. Dar boğaz ile operatörlerin kendi çevrim zamanındaki farktan kaynaklı kayıplardır. Her bir ürün için bu kayıp göze alınır.
- Manipülasyon: operatörlerin, değer yaratmamakla beraber, yapmak zorunda oldukları kaldırma, indirme, seçme, silme vb. işlere harcadıkları zamanları bu kayıp içine girer.
- Ölçme ve ayar: Operasyonumuzdan emin olmadığımız için yaptığımız ölçüm ve ayarlardır.

#### **3.4.6.2.3. Malzemedен kaynaklı 3 büyük kayıp**

Kayıpların bir kısmı da üretilen ürünlerin ham maddelerinden kaynaklı olduğunu belirten TVB yaklaşımı, bu konuda 3 gruba ayırarak irdelemektedir.

- Ürün Kayıpları: Hatalı üretim nedeniyle atılan malzemeler nedeniyle oluşan kayıplardır.

- Enerji kayıpları: Üretim işleri için etkin olarak kullanılmayan enerji, önemli bir kayıptır. Başlangıç sırasındaki enerji kayıpları, işlem sırasındaki ısı kayıpları, boş bekleme sırasındaki kayıplar vb. bu gruptaki kayıpları oluştururlar
- Yardımcı aparatlar kaynaklı kayıplar: Bu gruptaki kayıplar, hassas aletler, aparatlar, kalıplar vb. gibi donanımlar nedeniyle oluşan maliyet kayıplarıdır.

### **3.4.6.3. Toplam verimli bakım**

Gelişen teknolojiyle birlikte günümüz rekabet ortamında müşteri memnuniyetinin sağlanması ve üretimin devamlılığı için kayıpsız, kaliteli, ucuz ve hızlı üretim yapabilmeye olan ihtiyaç, imalat firma yöneticilerini eski tamir ve bakım yöntemlerini değiştirerek toplam üretken bakımı uygulamaya yöneltmiştir (Yurdakul & Diğerleri, 2011).

Üretim sistemlerinde makine ve donanım sık sık bozulmakta ve bunlar üretim kayıpları, kalitesiz üretim, sipariş teslimlerinin gecikmesi, üretim programlarının aksaması ve müşteri memnuniyetinin olumsuz yönde etkilenmesi gibi önemli maliyetlere yol açmaktadır. İşletmeler beklenmeyen arızalarını önlemek için koruyucu bakım uygulamalarına yönelmekte ve makinelerin normal işleyişini sürdürmek için düzenli olarak muayenelerini ve bakımını yapmaktadırlar. Koruyucu bakım uygulamaları maliyetli olmasının yanı sıra, ani arızalanma durumunda oluşacak maliyete göre daha az gider oluşturmaktadır.

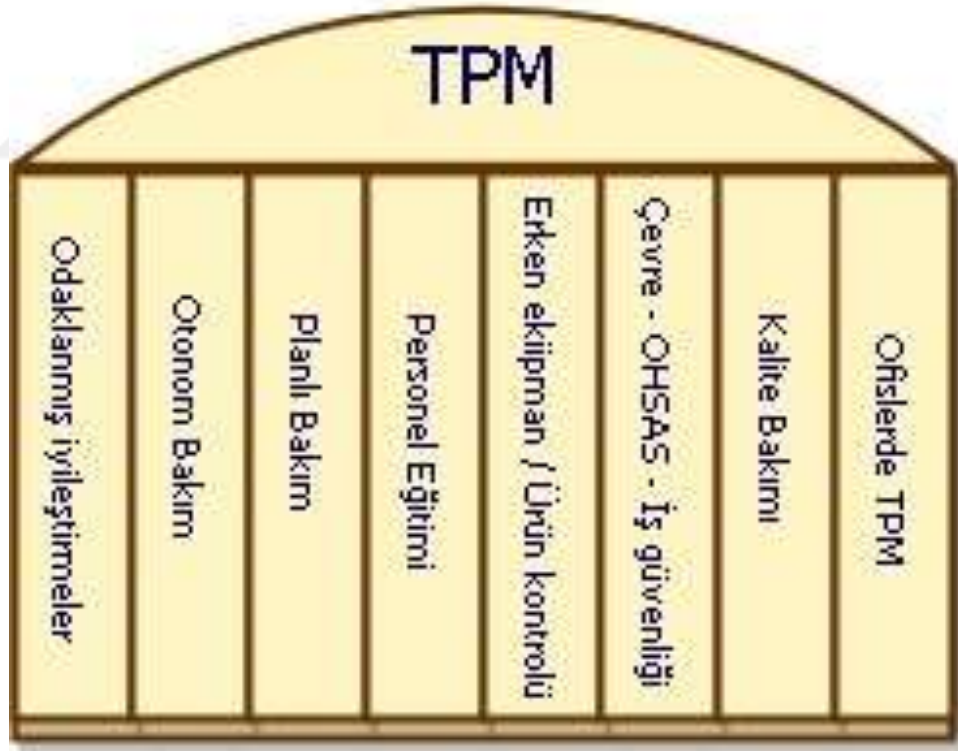
Ekipman arızaları seri bir üretim akışını durdurma ihtimali göz önüne alındığında, koruyucu bakım önemli bir yönetim aracıdır. Akışın durma ihtimaline göre emniyet stoku oluşturulmaması da, koruyucu bakımın önem derecesini artırır. Ekipman operatörleri ihtiyaç duyulan bakım için gereklilikleri belirler ve müdahale gerektiğinde oluşan arızayı onarmak için eğitimler ile yetkinliklerini sağlarlar. Operatörlerde oluşan bu yeterlilik,

ekipmanlarda büyük arızaya sebep olacak ufak arızalara yerinde müdahale etme yeteneği kazandırarak kayıpları önlerler.

Toplam üretken bakım ile üretim için kullanılan teçhizat, makine ömrü uzar ve makineden maksimum performans alınır. Üretim esnasında oluşabilecek gereksiz hat duruşları engellenir. Makinelere kaynaklanan iş kazaları önlenir.

#### 3.4.6.4. TVB'in 8 ana birleşeni

TVB uygulamalarında önceki bakım strateji kararlarının uygulanmasında farklılıklar vardır. 8 sütunla oluşturulması ve uygulanmasında ayrı ayrı yapılması gerekli birleşenleri içermektedir. TVB çatısını oluşturan etkenler şekil 3.7' de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 TVB 8 sütunlu çatı oluşumu (Güngördü, 2015)

Belirtilen 8 ana faaliyet JIPM tarafından ortaya konan ve 30 yıllık birikim neticesi olan üslup ile yürütülmesi söz konusudur. Genellikle çok da zor

olmayan bu uygulama ile 2-3 yıl içinde fabrikanın dünya ölçeğinde rekabetçi bir konuma gelmesi beklenir. TVB’de hedeflere ulaşabilmek için çalışmalara topyekûn katılımın şirket üst yönetiminin sürekli desteğinin ve JIPM tarafından sunulan metodolojinin eksiksiz uygulanmasının etkin olacağını belirtilmektedir.

#### **3.4.6.5. Otonom bakım**

Operatörlerin kendileri de katılarak, kuralların yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesine “Otonom Bakım” denir. Otonom Bakım Bağımsız Bakım” anlamına da gelmektedir. Otonom bakım, operatörlerin, bakım departmanından bağımsız olarak kendi ekipmanlarının bakımında rol almaları için düzenlenen faaliyetleri kapsar (Tavukçuoğlu, 2003).

Geleneksel olarak işletmeler, makinelerin bakım departmanının sorumluluğu altında olduğu varsayımıyla çalışırlar. Fakat bu yaklaşımla arıza ve hatalardan kurtulmak mümkün değildir. TVB (Toplam verimli bakım), makine operatörlerini otonom bakım konusunda eğiterek arıza ve hataları yok etmeyi hedefler. Otonom bakım grubundaki tüm çalışanların programın tüm adımlarında çaba göstermeleri ve katkıda bulunmaları şarttır. Otonom bakım yedi adımdan oluşmaktadır.

- a. Başlangıç temizliği
- b. Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler
- c. Geçici olarak standartların belirlenmesi
- d. Genel kontroller
- e. Otonom kontrol
- f. Standardizasyon
- g. Otonom bakım yönetimi (Tam otonom bakım)

(Karamanlı, 2003)

Üretim verimliliğinde herhangi bir olumsuz değişim söz konusu olduğunda mevcut verilerin analizi ilgili uzmanlarca gerçekleştirilerek nedenleri ve alınacak önlemler işletme tarafından değerlendirilmelidir

#### **3.4.6.6. Toplam verimli bakımın temel faydaları**

Toplam verimli bakımın gerçekleştirilen faaliyetlerinde elde edilecek faydaları aşağıdaki gibi belirtebiliriz.

- Toplam ekipman verimliliğini en yüksek düzeye ulaştırmak
- Ekipmanların ömrü göz önünde bulundurularak, bakım stratejisi geliştirmek
- TVB uygulaması sadece bakım bölümü çalışanlarının değil, tüm birimlerin ortak çalışma alanı yaklaşımı ile işletmeye geliştirme sağlaması
- Kalitesizlik kaynaklı yaşanan kayıpları azaltması,
- Üretim hızında kayıpları azaltarak ürün maliyetlerini düşürmesi,
- Bireylerin takım çalışmaları ile gelişimini ve sorumluluklarını artırarak motive ederek kurum kültürünü geliştirmesi,
- Ekipmanların performanslarında geliştirme yaparak yatırım masraflarının azaltması

#### **3.4.7. Güvenilirlik merkezli bakım**

İşletmenin sahip olduğu mevcut donanımların, işletmenin planlamalarına uyum sağlayabilmesi için alınan önlemler ve gerçekleştirilen bakımlar sayesinde planlandığı şekilde kullanılacağını ön görülmektedir. Bu bakımdan planlamalar öncesinden sahip olunan varlıkların özellikleri bilinmesi gerekmektedir. Böylece kendisinden neyin bekleneceği ve bu beklentileri yerine getirmeye devam etmesini sağlayacak faaliyetleri belirlenebilmektedir.

Belirtilen bu düşünce ile Güvenilirlik Merkezli bakım (Reliability Centered Maintenance - RCM), herhangi bir fiziksel varlığın, mevcut çalışma koşullarında gerçekleştirilmeleri beklenen işlevlerin devamlılığını sağlamak amacıyla, ne yapılması gerektiğinin belirlenmesi sürecidir. (Moubray, 1997)

Güvenilirlik merkezli bakım (GMB), işletim ortamındaki fiziksel bir varlık için önleyici bakım (ÖB) gereksinimlerini belirlemek için kullanılan bir süreç olarak tanımlanabilir. (Blichke & Murthy, 2003)

RCM, "bırak bozulsun tamir et" mantığından ziyade tesisinizde hangi ekipmanın önleyici bakım temelinde tutulması gerektiğini tanımlamanın mantıksal bir yolundan başka bir şey değildir. (Blom, 2006)

Güvenilirlik Merkezli bakım ilk olarak ticari havacılık endüstrisinde, Boeing 747 ile DC-10 model uçaklar için, bakım yaklaşımlarına yönelik MSG (Maintenance Steering Group) tarafından geliştirilmiştir. İlk olarak bu uçaklar üzerinde uygulanmış ve iki örnekte başarı sağlamıştır. O zamana göre bu uçakların her ikisi de güvenilir olarak görülmüştür. Ancak DC-10 ticari havacılıkta kullanılan herhangi bir uçağa göre en kötü kaza rekoruna sahiptir. 1975 yılından Amerikan savunma bakanlığı tarafından tüm birimlerde RCM olarak uygulanmaya başlanmıştır. Başka sektörlerde de tanınarak uygulanmaya başlanmış ve RCMII olarak adlandırılmıştır.

1990'ların başından beri, ekonomik faydaları ve maliyet etkinliğinin, önem vermesi nedeniyle, GMB çok yaygınlaşmıştır. Havacılık endüstrisi, askeri sanayi, enerji endüstrisi, açık deniz petrol üretimi ve benzeri gibi birçok alana uygulanmıştır. (Blichke & Murthy, 2003)

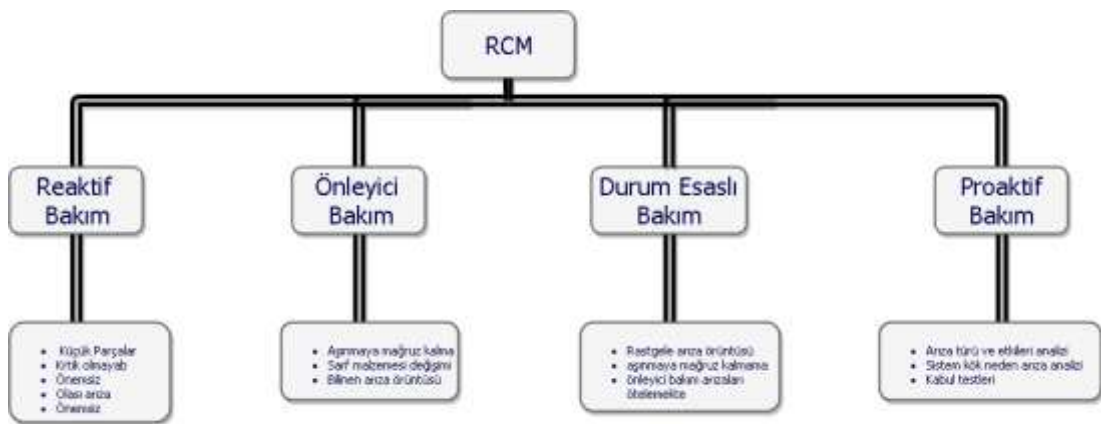
RCM donanımın yapısı ve niteliği gereği güvenilirlik, tasarım ve yapım kalitesinin bir fonksiyonudur. RCM önleyici bakım stratejisini optimize etmek için kullanılır. Sistemin ya da donanımın potansiyel olarak kısalan faydalı ömrünü göz önünde bulundurarak, yüksek düzeltici bakım maliyetleri ile programlı (önleyici ve kestirici) politikaların maliyetleri arasında denge kurmaya çalışır. Bakım stratejilerinde kararların alınmasını zorlaştıran belirsiz faktörler, donanım sayıları ve donanımlardaki parçaların fazlalığı ile arıza türlerinin çeşitliliği uygun strateji belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

RCM süreci, kontrol ve gözetim altındaki varlığa ya da sisteme yönelik yedi soruya yanıt aramayı gerekli kılar.

- Mevcut çalışma koşullarında varlığın fonksiyonları ve ilgili performans standartları nelerdir.
- Hangi durumlarda fonksiyonlarını yerine getirememektedir.
- Fonksiyonel arızalara neler yol açmaktadır.
- Fonksiyonel arızalar ortaya çıktığında ne olmaktadır.
- Hangi durumda arıza önemlidir.
- Her arızayı tahmin etmek ya da önlemek için ne yapılmalıdır.
- Uygun proaktif eylem bulunamıyorsa ne yapılmalıdır.

Bu sorulara yanıt arayarak bir bakım stratejisi oluşturmaktadır. Donanım operasyonu yerine, bakım sistemine odaklı bir yaklaşımdır.

Güvenilirlik merkezli bakım, kendinden önceki bakım politikalarından yaralanarak, işletme için gerekli bakım politikası belirlemede optimizasyon sonucu oluşmuş bir yaklaşımdır. Yaklaşım maliyetlerin etkilerini en az seviyede tutarak, sistem bileşenlerini ve ekipmanları güvenilirlik açısından maksimum duruma getirmek için güçlü birleşenleri barındıran bir düşünce sürecidir. Bu bakım yaklaşımlarının birleşen yapısı aşağıda şekil 3.7'de belirtilmiştir.

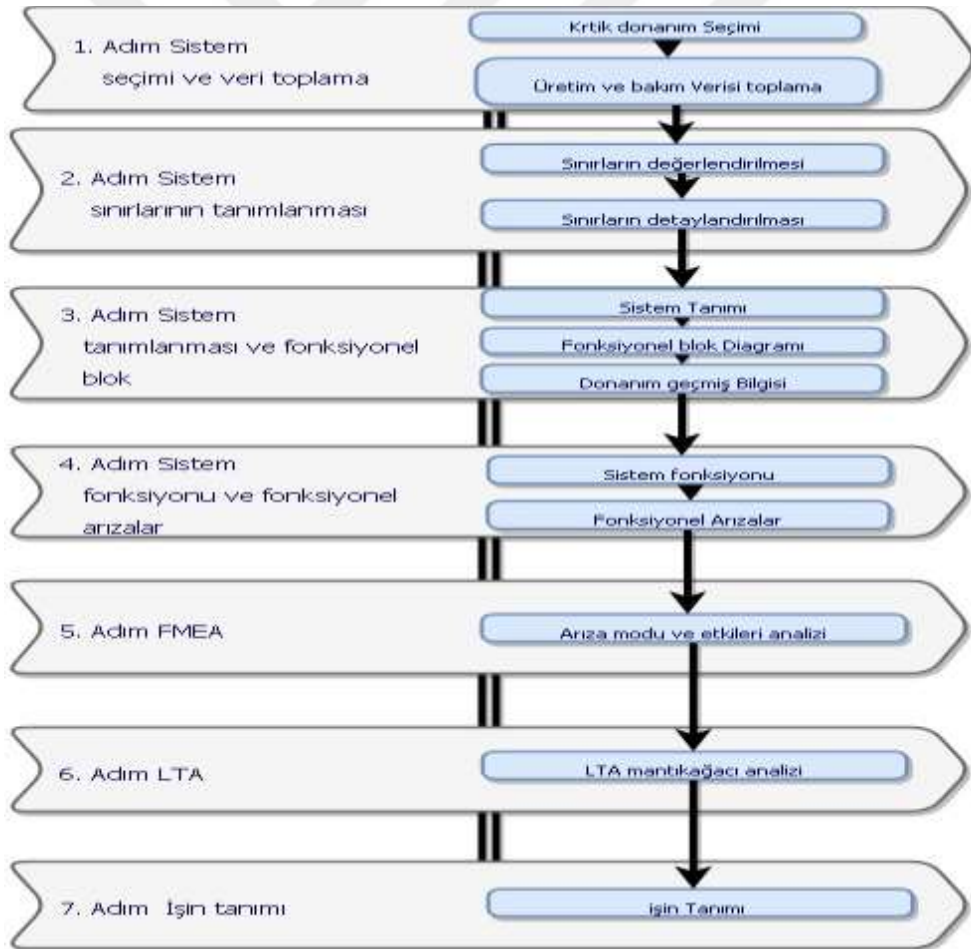


Şekil 3.8 RCM birleşenleri (Uzun, 2011)

Bu düşüncenin oluşturulmasındaki aşamalara sıralı olarak ulaşılmaktadır. Bu aşamalar Blom tarafından şu şekilde sıralanmıştır.

En önemlisi birinci aşama; önleyici bakım gerektiren ekipmanı tanımlamaktır. Bir sonraki aşama; üzerinde gerçekleştirilmesi gereken tahmini bakım teknikleri de dâhil olmak üzere farklı tipteki önleyici bakım faaliyetleri ve görevlerini belirlemektir. Belirlenen ekipman. Üçüncü aşama, belirtilen önleyici bakım görevlerinin zamanında doğru şekilde yürütülmesini sağlamaktır. (Blom, 2006)

İşletmeler farklı yapılara sahip olduğu için farklı aşamalara da oluşturulabilir. Bu bakımdan bazı kaynaklarda aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.



Şekil 3.9 RCM süreç adımları (Uzun,2011)



Uygulama adımlarında farklılıklar olsa da, GMB çalışmalarının sonunda ulaşılmak istenen 4 temel odak noktası vardır. Bunlar;

1. Varlıkların fonksiyonları koruyun.
  2. Varlıkların fonksiyonel çalışmasını engelleyen arıza modlarını tanımlayın.
  3. Fonksiyon ihtiyacını öncelikli olarak değerlendirin (hata modları aracılığıyla).
  4. Yüksek öncelikli arıza modları için geçerli ve etkili koruyucu bakımları seçin.
- (Smith & Hinchcliffe, 2004)

Yönetimin, bakım uygulamasındaki bu yaklaşımı, bir sistemin içine yerleştirmek durumundadır. Sürekli olarak verimliliği arttırmak isteyen işletmeler, varlıklarını etkin kullanılması için gözlem ve analizler, önemli bir yönetsel araçlardır.

Bakım yöneticileri, ekipman performansı ve bakım müdahalesi arasındaki ilişki ile ilgilenmektedir. Bu ilişkiyi yakalamak için, ilk arızaya kadar geçen zamanın arızalar arasındaki sürenin incelenmesini gerektirir. Bu ilişkide ekipman arızasına yol açan insan faktörü de yer almaktadır. Bakım uygulamalarının, insan hataları düşürdüğünü yapılan araştırmalarda görülmektedir. (Blichke & Murthy, 2003)

Arızalar üzerine yoğunlaşmamasına dikkat çeken bakım yaklaşımı olan GMB, elde edilen bulgular üzerinde analizleri, her arıza için alttaki temel sorular ile yaklaşılmasına odaklanmıştır.

- Arıza sebebi operatör için belirgin midir?
- Başarısızlık sonucu nedir?
- Bu arızayı önlemek için neler yapılmalıdır?
- Önerilen aksiyonun sebebi nedir?
- Aksiyonun önerilen sıklığı nedir?

Bu sorular neticesinde elde edilen analiz, mühendisler veya yönetim kadrosu kararı ile bakım politikası geliştirmektedir. Ancak işletmelerde GMB

uygulamalarının beklenen sonuçlarına ulaşmada bazı gerekçelere bağlı başarısızlık oluşabilir. Bunlar aşağıdaki sebeplerden oluşmaktadır.

- Kurum içi kontrolün kaybedilmesi Analizi yapan personelin hatası,
- Gereksiz ve masraflı idari yükler,
- Temel GMB konseptlerinin anlaşılabilmesi,
- Sistem sınırları ve ara yüzleri ile ilgili karışıklık,
- Dağınık beklentiler,
- Gizli arıza ve kayıpların yanlış anlaşılması,
- Arızalana kadar çalıştırma düşüncesinin yanlış anlaşılması,
- Bileşenlerin uygunsuz sınıflandırılması,

(Blom, 2006)

Bir işletme GMB uygulaması yaklaşımını benimsediğinde, uygulama sınırlarını tanımlamalıdır. Bu açıdan belirleyici noktaları oluştururken yapılacak analizde aşağıdaki yer alanlar göz önüne alınmalıdır.

- Tekil Arıza analizinin ne zaman kabul edildiğini ve kabul edilemez olduğunu bilin
- Gizli hataları nasıl tanımlayacağınızı bilin.
- Çoklu arıza analizi gerektiren durumları belirleyin.

Arızalar tekil olarak bakıldığında, aralarından bazıları gizli olarak bazı arızalara yol açar. Bu durum çoklu hata analizine yol açan bir birleşen olabilir. Gizli hatalar ise sistemin normal işlediği gibi görünmesine rağmen operatör veya yönetim tarafından fark edilmez. Çünkü sistemin veya ekipmanın normal çalışmasına etki oluşturmaz. Ancak tesis güvenilirliğini elde etmenin en önemli yönlerinden biridir. Çoklu hata analizinde bir hataya sebep olan birleşimleri gerektirir. İşletmelerde arızalar genellikle, ekipman duruşlarında, üretim aksamasında veya daha büyük ekonomik kayıplara yol açtığında belirlendiği gözlemlenmiştir. Arızalanma, personel tarafından net olarak anlaşılabilir olmalıdır.

RCM, arızaların emniyet ve operasyonel sonuçlarını tespit etmek ve bu hatalardan sorumlu mekanizmaları tanımlamak için karar mantığına sahiptir. (Blom, 2006)

### **3.5. Toplam Ekipman Etkinliği**

#### **3.5.1. Toplam ekipman etkinliği (TEE) kavramı**

Birçok işletmenin yapısı gereği farklı performans göstergeleri geliştirilmektedir. Yaklaşım olarak Toyota üretim sistemi yönetim bakışında, kayıpların ne derece önlendiğini izleyebilmek verimlilik için gereklidir. Bu noktada Toplam ekipman etkinliği önemli bir gösterge olmuştur.

TVB modelinde, insanların bu ortaklıkta nasıl birlikte çalıştıklarını anlamalarına yardımcı olan 5 boyutu vardır.

- Ekipman etkinliğini iyileştirmek
- Operatörleri günlük bakıma dâhil etmek
- Bakım verimliliği ve etkinliğini iyileştirmek
- Personeli eğitmek
- Bakımı kolaylaştırmak için ekipman tasarımı ve yönetimi

Toplam ekipman etkinliği (TEE), makinenin imalatta kullanılan teoriye karşıt olarak, pratikte ne kadar etkili olduğunu ölçer. Çalışabilirlik, performans oranı ve kalite oranı TEE'nin ürününü oluşturan üç önemli parametredir. (Azizi, 2015)

İşletme türlerine göre TEE hesaplamaları, yapı gereği esneklik sağlamaktadır. Bir ifadeyle tüm tesislerde ve her koşulda aynı şekilde hesaplama yapılma zorunluluğu yoktur. İşletmenin, üretim sahasından detaylı bilgi toplama becerisine ve TEE hedefi/beklentilerine göre formül hassasiyetini arttırabilir. Her işletme tanımlamalar ve tutarlı uygulamalara süreklilik olması koşulu ile kendi yapılarına uygun olarak TEE yapısını uygulayabilirler.

Toplam ekipman etkinliği tanımlanmış performans göstergelerinden sapmaya neden olan sebeplerin, sistemli olarak kayıpların ölçümlerin sonuçlarını rasyonel olarak gösteren bir analiz tekniğidir. Analize 3 parametre girdi sağlar. Bunlar; Kullanılabilirlik, performans ve kalitedir. Bu birleşenler ile analiz gerçekleştirilir.

### 3.5.2. Toplam ekipman etkinliği hesaplaması

Toplam Ekipman Etkinliği (TEE), genel hatlarıyla çalışma süresi verimliliği Kullanılabilirlik, Performans ve Kalite oranlarının birbiriyle çarpımı ile hesaplanabilir. TEE hesaplamasında belirtilen üç oran, farklı verilerin birlikte kullanılması sonucu elde edilmektedir.

$$\text{TEE} = \text{Kullanılabilirlik (A)} \times \text{Performans (P)} \times \text{Kalite (Q)} \quad 3-1$$

Bu göstergelere farklı verilerin hesaplanması sonucu ulaşılmaması ile işletmelerin mevcut durumlarındaki verimliliğinin bir gösterge olmuştur. Bu açıdan dünyada işletmenin başarı oranında nerede bulunduğunu anlaması için belirlenen değer aşağıda görülmektedir.

TEE' de Dünya Klasmanı başarıları %85 olarak belirlenmiştir. Birleşenleri için şu oranlarda belirlenmiştir.

- Uygunluk %90,0
- Performans %95,0
- Kalite %99,9

İşletme bu değerlere hangi konumda bulunduğunun farkına varabilir. Öte yandan uzaklık yakınlık ilişkisine göre sıralama %100-85 Mükemmeli, %85 – 60 dünya sıralaması içinde yer aldığı, %60 – 40 tipik işletme, %40-0 düşük işletme olarak belirtilmiştir. (Polat, 2014)

### **3.5.2.1. Kullanılabilirlik (Availability)**

Kullanılabilirlik, duruş sonucu ayıpları dikkate alır. Kullanım için birleşenin, parçanın veya ekipmanın zaman ile ölçülebilecek arıza veya duruş olaylarıdır.

### **3.5.2.2. Performans**

Performans, hızda yarattığı kayıpları içerir. Tasarlanan süreçlerdeki işlevsel hızına engel olan her faktörü ele alır.

### **3.5.2.3. Kalite**

Kalite dışı olan ürünler ve kaliteye etki yapan kayıpları ele alır. Belirlenen standartları karşılayamayan ve tekrar işleme gerektiren ürünlerdir. Bunun sonucunda kalan zaman, verimli zaman olarak ele alınır. Kalite, verimli zamanın net çalışma süresine oranıdır. Verimli zaman net çalışma süresinden kalite kayıplarının çıkarılması ile elde edilir.

## **3.5.3. Toplam ekipman etkinliği hesaplamasında temel tanımlar**

### **3.5.3.1. İşletme çalışma süresi**

İşletmenin üretim için planladığı çalışma süresidir. Tüm gün, ay veya yıl olarak baz alınabilmektedir.

### **3.5.3.2. Toplam planlanan süre**

Üretimin gerçekleşeceği iş günündeki mesai başlangıç ve bitiş saatleri arasındaki süreyi ifade eder. Molalar; toplam planlanan süre içerisindeki planlı duruşları ifade eder. Örneğin, yemek ve çay araları, planlı bakım duruşları vb.

### **3.5.3.3. Net çalışma süresi**

Toplam planlanan zamandan tüm planlı ve öngörülen duruşların çıkarılması ile hesaplanan süredir. İşletme bu süreler içerisinde üretim yapmayı

amaçlamadığından analizde dâhil edilmez. Ekipmandan bu zamanda en yüksek verimde üretimi yapması beklenmektedir. Bu etkinlik zamanında oluşan her duruş kayıp olarak ele alınır.

**Net Çalışma Süresi = Toplam Planlanan süre – Planlı Duruşlar** 3-2

Duruşlar bu süre içindeki oluşan zaman kayıplarıdır. Arıza, elektrik kesintisi, ayar değişiklikleri vb. duraklamalar örnek olarak gösterilebilir.

#### **3.5.3.4. İdeal işlem süresi**

Ekipmanın, bir zaman biriminde ürettiği parça miktarı veya ürettiği zaman birimi değeri olarak ifade edilir. Üretilen ürün miktarı, operasyon zamanı dâhilinde üretilen kalite onaylı ürün, fire ve yeniden üretim adedi toplamın ifade eder.

### **3.6. Sistem Güvenilirliği**

Güvenilirlik; kendinden beklenen fonksiyonları arıza yapmadan yerine getirme ihtimali olarak tanımlanır. Bu bakımdan güvenilirliğin işletmenin üretim varlıklarından yararlanılmasının maksimumda olmasının amaçlandığı yaklaşımı gereği önemli bir durumdadır.

Karmaşık sistemler veya basit sistem yapıları olsun, sistemde yer alan komponentlerin her birinin güvenilirliği bilindiği takdirde stratejiler, üretim planları ve kapasitelerde meydana gelen kayıpların ele alınmasında yardımcı bir göstergedir.

Güvenilirlik göstergesinin 4 parametresi bulunmaktadır.

- Performans
- Çalışma koşulları
- Çalışma süreleri (yaşam ömrü)
- Nümerik değer

Performans; güven değeri 0,93 olan 100 mamul için 93 ürün belirli süre çalışmayı ve fonksiyonunu yerine getirmeyi başarmıştır, 7'si ise istenen değerler dışında bozulmuştur. Performans göstergeleri olarak ele alınır.

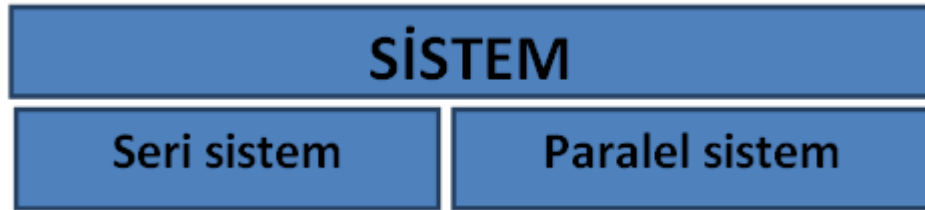
Çalışma koşulları; ekipman, donanım veya araç olarak kullanılan bir birleşen çalışma sırasındaki çalışma koşullarına uygun şekilde kullanılması sonucunda bir değer verir. Örneğin gıda sektöründe bazı yiyecekler veya ilaçların belli saklama koşullarında tasarlanan özelliklerini belirtilen kısıtlara kadar yitirilmeden kullanılacağı bahsedilir.

Çalışma süresi veya biçilen ömür; bu konuda araba lastiklerinin 48.000 ile 50.000 km aralığında ömrünün olduğu belirlenmiştir.

Nümerik değer; işletmenin kapasitesini ifade eder. Bir asansörün taşıma kapasitenin limiti olarak örneklenebilir.

Sistem, aralarında herhangi bir ilişki veya bağımlılık bulunan bileşenlerin oluşturduğu bir bütündür. Bu duruma göre biden fala parça veya uygulamadan oluşan her mamul veya süreç bir sistemdir diyebiliriz. (Köksal, 2015)

Şekil 3.10'da görüleceği üzere iki grupta incelenebilir.



Şekil 3.10 Sistemin genel gruplandırması (Köksal, 2015)

Seri sistemde meydana gelecek olan yalnızca bir komponentin arızası sonucunda tüm sistem duracaktır. Paralel sistem yapısında komponentlerin bağlı olması ile sistemde bir komponentin bozulmasında sistemin tamamı duruş

yaşamaz. Tüm sistemin durması için tüm paralel bağlı komponentlerin bozulması halinde sistem durur.

### 3.6.1. Seri sistem güvenilirlik düzeyi hesaplanması

$$R_s = \prod_{i=1}^n R_i \quad 3-3$$

$R_i = i.$  Komponentinin güvenilirliği

$R_s =$  Seri sistemin güvenilirliği

Burada bir örnek verilecek olursa bir sistem her birinin 0,970 güvenilirliği olan 5 adet bağımsız ve seri bağlı komponentten oluşmuştur. Sistem güvenilirliği

$R_s = (0,970)^5 = 0,859$  Sonucuna ulaşılmaktadır. Bu değer yaklaşık olarak sistemin güvenilirliğini %86 düzeyinde olduğunu göstermektedir.

### 3.6.2. Paralel sistemlerde güvenilirlik hesaplanması

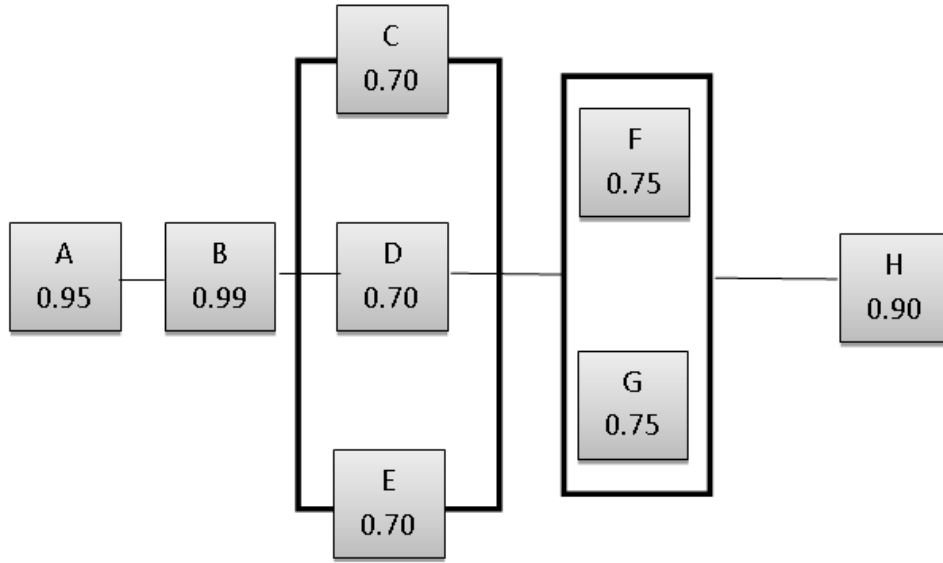
$$R_p = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i) \quad 3-4$$

olarak ifade edilmektedir.

$(1 - R_i) = i.$  Komponentinin güvenilmezliği olarak ifade edilmektedir.

Örnek olarak altta yer alan şekil 3.10' da sistem birleşenlerinin değerleri verilmiş olduğunu düşünürsek





Şekil 3.11 Paralel sistemin gösterilmesi (Köksal, 2015)

$R_p = 1 - (1 - 0.70)^3 = 0.973$  ; sonucu 3 paralel olan sistemin işlemleri;

$R_p = 1 - (1 - 0.75)^2 = 0.9375$  ; sonucu 2 paralel olan sistemin işlemleri;

$R_s = 0.95 \times 0.99 \times 0.973 \times 0.9375 \times 0.90 = 0.772$ ;

Sonucuna ulaşılabacaktır.

Örnekte belirtilen sonuçlar göz önüne alındığında paralel sistemde %77 seri sistemde ise %86 değerlerinde güven göstergesine sahiptir. Bu durumlarda sistemlerin işletme stratejilerinin yaklaşımlarına göre geliştirmeler belirlenen politikaları uygulama fırsatları bulabilirler.

### 3.6.3. Güvenilirliği etkileyen faktörler

Güven seviyelerinde değişim yaratan faktörler mevcuttur. Sistem birleşenlerinde güvenilirliği etkileyen 4 faktör yer almaktadır. Bunlar;

- Mamul tasarımı
- İmalatı
- Taşınması
- Bakımı

Olarak gruplandırılabilir. Bu gruplama ile belirtilen faktörlerin etkileri ayrı ayrı ele alınabileceği gibi hepsi bir bütün olarak değerlendirme yapılabilir.

### **Mamul tasarımı:**

Tasarım mümkün olduğunca basit olmalıdır. Birleşen sayısı ne kadar az olursa güvenilirliği daha iyi olacaktır. Arızalanma olasılıklarına etki yapmaktadır. İçeriğe dâhil olan yedekleme yaklaşımı da güvenilirliği etkilemektedir. Örnek olarak tek metalik pahalı bir parça yerine ucuz malzemeden (plastik vb.) paralel parçalar kullanmak güvenilirliği artırmada bir yöntemdir. Mamul tasarımının güçlü olması da bu hususta bir etkidir. ½ inç çelik halat yerine 1 inçlik çelik halat kullanılması güçlü tasarım sayesinde daha ağır taşıma şartlarında da sistemin çalışmasını sağlamaktadır.

### **İmalat:**

Mamulün üretim sürecinde temel kalite kontrol tekniklerinin uygulanması ve bilhassa kritik parçaların yüzde yüz muayenesi güvenilirliği artırıcı bir diğer faktördür.

### **Taşıma:**

Mamulün müşteriye salimen ulaşması güvenilirliği etkileyen faktörlerdendir. Paketleme, sevkiyat operasyonları çok dikkatli ve emniyetli şekilde yapılmazsa mamul ne kadar iyi tasarlanmış olursa olsun ambalaj ve sevkiyattan kaynaklı bozulmalar ile performansı etkilenmiş olur.

### **Bakım:**

Bir makinede yağlama ihtiyacı ses veya ikaz göstergesi ile bakım ihtiyaçları için uyarıcı sistem kullanıcıya farkında olması için eklenmelidir. Bakım sistemi kolay ve anlaşılır şekilde gerçekleştirilebileceğinin sağlanması şarttır. Performans ile direkt etkilere sahip olan bir durumdur.

## **4. OTOMOTİV SANAYİNDE GÜVENİLİRLİK ODAKLI BAKIM UYGULAMASI**

### **4.1. İşletmenin Tanıtımı**

Uygulamanın yapıldığı RST Otomotiv Yan Sanayii Tic. LTD.ŞTİ İstanbul Tuzla Turgut reis Organize Sanayi'de 250 mt<sup>2</sup> alana sahip, öz kaynaklarının tamamı yerli sermayeli firmadır. Bünyesinde sabit 12, dönemsel 19'kişi olan RST temelleri 2005 yılında RST Makine ismiyle şahıs firması olarak faaliyete başlamıştır. Gerçekleştirdiği çalışmalarda, kalite ve üretim kapasitesi artışını sağlayarak başarı göstermiştir. Freudenberg grubuna bağlı bulunan Vibracoustic ve Valeo başta olmak üzere otomotiv sektöründe lider firmaların tedarikçisi olmuştur. Müşterilerinin ve bağımsız denetim kuruluşlarının gerçekleştirdiği kontroller ile sistemini geliştirerek kalite ve süreçlerinde gelişimini arttırmış, ISO 9001:2015 standart belgesi ile tasdiklenmiştir. İş süreçlerinde ISO standartlarının 18001 ve 14001 standart uygulamaları ile 9001 standartlarını entegre hale getirmeye devam etmektedir. Yerli firmalara ürün tedariki sağlamanın yanında Avrupa'nın önde gelen firmalarına ihracat ile ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır.

Önceki bölümlerde açıklanan teorik bilgiler ile birlikte bu bölümde saha uygulamasına yer verilmiştir. Çözüm aşamaları, değerlendirme yaklaşımı ile işletme yapısına uygun ele alınarak yöntemin belirlenmesi açıklanmış, ardından örnek olarak bir ekipmanın hesaplamaları aktarılmıştır. Sonraki gelen bölümlerde değerlendirme yaklaşımında açıklandığı üzere, ürünler bazında ekipmanlar hakkında bilgiler aktarılarak, ekipman hedefleri belirlenmesi sonrasında gerçekleştirilen uygulama ve sonuçları ilgili bölümlerde aktarılmıştır.

Uygulamada işletmenin mevcut durumu gözlemlenerek işleyişteki uygulanan süreçlerin neler olduğu ve uygulama ile nereye gelinmek istendiğini gösteren bir kılavuz özelliği olarak açıklamalarla belirtilmiştir.

#### **4.2. Değerlendirmedeki Yaklaşım.**

İşletmenin servis verdiği müşteri portföyü, çok geniş olmamakta ve ürünleri çok çeşitlilik göstermemektedir. Üretim sürecinde birleşenler, sıralı bir akış ile belirli proseslerden geçerek ürün haline getirilmektedir. Bu birbirine bağlı prosesler ile seri üretim yapan ekipmanlar tek tek ele alınabilir. Ancak ulaşılmak istenen amaç, mevcut olan üretim kapasitesi, kalite ve mal teslim tarihlerinde yaşanan aksaklıkların, yalnızca ekipmanlar bazında incelenerek, ekipman performansı ve üretim veriminin geliştirmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca işletmenin sahip olduğu personelin bilgi ve yönetimin verimliliği arttıran üretim yaklaşımları hakkında bilgi sahibi olmayışı kısıtlı bir yapının TVB veya Yalın üretim uygulamalarına geçişte zorluk yaşanmasına neden olmaktadır. İşletme yönetiminin katılımına bağlı bu çalışmaların sonuçları, literatür taraması kısmında belirtilmiştir.

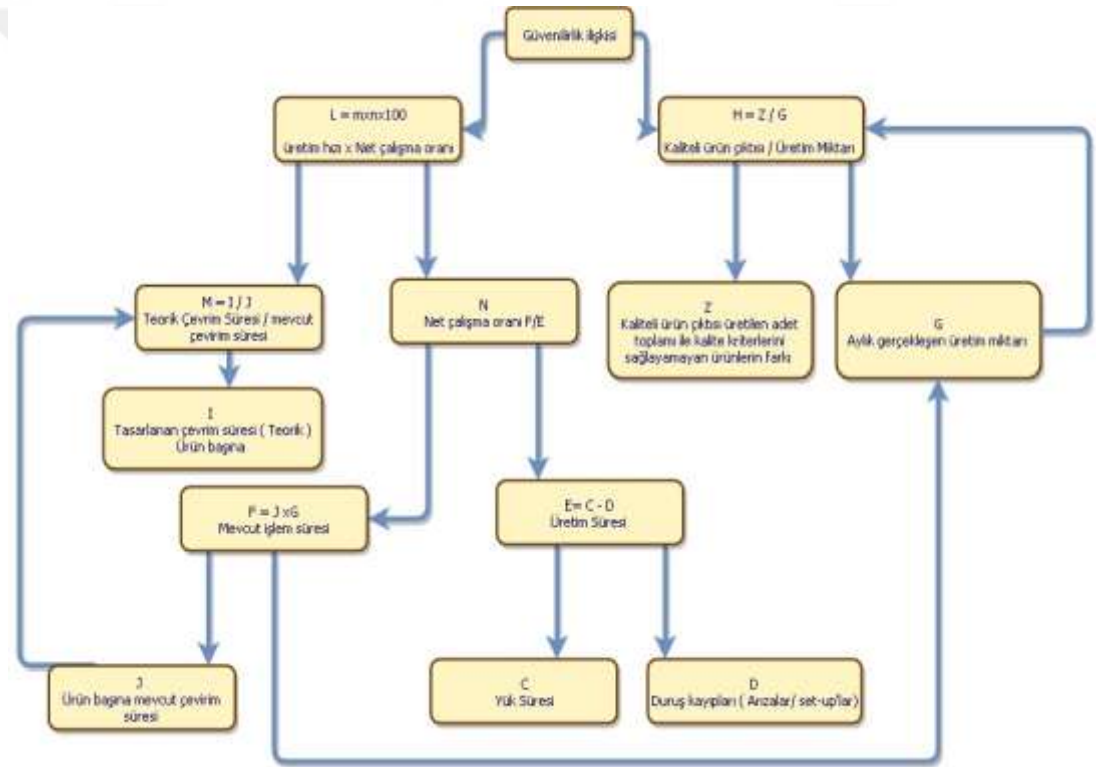
Değerlendirme yaklaşımında 2011 yılında uzun ve Özdoğan tarafından gerçekleştirilen Ç.Ü. sosyal bilimler enstitüsü dergisinin 20. Cilt, 1 sayısının 303 ve 320 sayfalarında yer alan makaledeki çalışma çıkış noktası olmuştur. Çalışmada 12 makineden oluşan bir üretim hattında, üretim kaybına yol açan duruşları, arızasız çalışmaları ve duruş süreleri çıkarılarak elde ettikleri, makinelerin güvenilirlik değerleri yaklaşımı ile irdelenmeye çalışılmıştır.

Bu açıdan öncelik üretim sürecinin akışı baz alınmış, mevcut ekipmanlar seri sistem yaklaşımı ile ürün bazlı değerlendirilmiştir. Değerlendirme için işletmenin sürekli olarak üretimini gerçekleştirdiği 4 üründen 2'si rastgele seçilerek, akış sırasına göre 549 ayar vidası ve 777 bağlantı parçası için değerlendirilmiştir. Ekipmanların mevcut durumları hakkında performans göstergesi olarak alınan değerler, TEE ve güvenilirlik düzeyleridir. Aktarılan bölümlerde, ekipmanların durumlarını, ürün bazında gruplandırılarak veriler

analiz edilmiştir. Her ürün için önce operasyon akış şeması, işletme yerleşimi ile birlikte verilmiş, ardından ekipmanların durumları hakkında bilgiler aktarılmıştır.

### 4.3. Güvenilirlik Hesaplamasındaki Bileşenlerin İlişkisi

Uygulama adımlarının belirtilen, güvenilirlik hesabının birleşenlerinin şekil 4.1.'de ilişkisi görülmektedir. Bölüm 4.4.'te aktarılan bilgiler dâhilinde, güvenilirlik ilişkisindeki birleşenlere açıklayıcı olacağı düşünülerek yer verilmiştir.



Şekil 4.1 Güvenilirlik hesaplarındaki ilişki gösterimi

Güvenilirlik hesaplamasının baz alındığı birleşenler arasında çalışma verimi (performansı) göstergesi olan L göstergesi ve Kaliteli ürün oranı olan H göstergesi baz alınmaktadır.

Çalışma verimi (performansı); üretim hızının net çalışma oranına ilişkisini içermektedir. Üretim hızını etkileyen faktörleri önceki bölümlerde yer alan verimliliğe etkisi direk olan duruş kayıpları ve kurulma ve hazırlık süreleridir. Burada kurulma ve hazırlık sürelerinin yorumlanması önemlidir. Kurulma ve hazırlık süresini içeren veri, arızalardan sonra tekrar edilen ve arıza kaybı ile birlikte kurulma ve hazırlık süresi tekrarını içeren veriler olarak eklenmiştir. Arıza kayıpları ile birlikte kurulma ve hazırlık süresi gerektirmeyen duruşlar veri setine dâhil edilmemiştir. Bu yaklaşımda arızaların etkilerinin gerçek etkileri ile karşı karşıya kalınması sağlamıştır. Net çalışma oranı içinde üretim süresindeki arızalar ile Kurulma ve hazırlık süreleri doğrudan etkileyen faktörü oluşturmaktadır. Çalışma verimi (performansı) göstergesinde hiyerarşik düzende net çalışma oranını etkileyen mevcut işlem süresi ve üretim süresine etkisi olan duruş yaratan arızalar ve bağlı olarak ele alınan kurulma ve hazırlık süreleri güven seviyesinin belirleyici unsuru olarak ele alınmıştır.

Kaliteli ürün çıktısı, bir diğer gösterge olarak ekipmandan kaynaklı aksaklıklar sonucunda, kalite dışı ürünlerin, kalite değerleri içinde olan ürünlere oranı ile üretim miktarına bağlı oranını göstermektedir. Kalitesiz ürünler ekipmanın eksen kayması, aparatla ilgili sorunlar kaynaklı ve diğer ekipmanın mevcut durumu sebebiyle üründe bozulma yaratması sonucunda ret edilmiş kalite dışı ürünlerin verilerini yansıtmaktadır. Ham madde kaynaklı kalite dışı ürünler hurda olarak ayrılarak farklı bir yapıda takip edilmektedir.

#### **4.4. Ürün 549 için Üretim Ekipmanın Değerlendirme Örneği**

549 kod numarası verilen ürün yüksekli ayar vidası işlevi görmektedir. Ürün malzemesi St-37 Özelliğinde olan ham maddeden gerçekleştirilmektedir. Ürün gerçekleştirme sürecinde şekil 4.2'de yer alan sıralamadaki akışı takip etmektedir.

Üretim akışında belirtildiği sırada ekipmanlara, aşağıda verilen hesaplama örneği ile her ekipmana uygulanarak, hesaplama değerlerine ulaşılmış ve en

düşük ekipman belirlenmiştir. Her ekipman için hesaplama yöntemi aynı olup, diğer ekipmanların incelenmesinde sadece verilerden elde edilen hesaplamaların sonucundaki değerler gösterilmektedir. Ayrıca gösterimlerde ekipman kodları belirtilerek, aktarılmak istenen bilginin daha kolay anlaşılması amaçlanmıştır.

#### 4.4.1. Ekipman 211 gözlem verileri

Önceki bölümde aktarılan ürün üretim akış şemasında görüleceği gibi 549 ürünü, 5 mt uzunluğunda çubuk olarak gelen ham maddenin kesimi ile üretim başlamaktadır. Ekipman özellikleri alt çizelge 4.1'de görülmektedir. Diğer ekipmanlar için ilgili bölümlerde makine teknik özellikleri hakkında eklerde yer alan bilgilere atıf yapılarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 Ekipman 211 özellikleri

<b>Marka</b>	Drinler
<b>Tip</b>	CDPS 600
<b>Kapasite</b>	60 ton
<b>Anma tonajı basma</b>	4,5 mm
<b>Max. Kapalı Kalıp Seti yüksekliği</b>	360 mm
<b>Strok ayarı</b>	4/102 mm
<b>Dakikadaki vuruş adedi</b>	54 spm
<b>Kalıp bağlama yuva çapı</b>	45 mm
<b>Boğaz derinliği</b>	245 mm
<b>Koç ayarı</b>	90 mm
<b>Koç ebadı</b>	425*250 mm
<b>Masa ebadı</b>	750*500 mm
<b>Masa delik çapı</b>	170 mm
<b>Presin yüksekliği</b>	2270 mm
<b>Presin derinliği</b>	1850 mm
<b>Presin genişliği</b>	1100 mm
<b>Motor gücü</b>	7,5 kW

Ekipmanlar için yıllık bakım planları oluşturulmuş olsa da, bakım uygulamalarının gerçekleştirilmesinde aksaklıklar yaşanmıştır. 2017 yılı bakım planı Çizelge 4-37’de görüldüğü şekilde oluşturulmuştur.

Ekipmanın değerlendirilmesinde 12 aylık dönem ele alınmıştır. Ancak uygulamanın başlatılmasının ardından, çalışmanın sağladığı faydanın aktarılmasındaki zaman kısıtları nedeniyle, dönemsel olarak ilk altı ayı içeren yedi aylık sonuçlar karşılaştırmada ele alınmıştır. Üretim planlamasında bir vardiya için hesaplanan teorik üretim ile gerçekleşen reel üretim zamanlarının karşılaştırması çizelge 4.2’de yer almaktadır.

Çizelge 4.2 Ekipman 211 vardiya karşılaştırması

Bir vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
4 (sn.)	6 (sn.)	7200 adet	4800 adet	-2400 adet	160 (dk.)

Ürünün pres üzerine yerleştirilen kalıp aracılığı ile kesimi gerçekleştirilmektedir. Kalıp 2718 ıslah çeliği malzemesinden üretilmiştir. Bu aşamada kesim yapılabilmesi için öncelikle üretilen kesme kalıbının prese monte edilmesi gerekmektedir. Ardından üretim için istenilen boylarda boy ayarı yapılarak kesim aşaması başlar. İlk deneme kesimlerinden çıkan sonuçlar istenilen kalite değerlerdeki kontrolü için, üretim kalite kontrolü gerçekleştirilir. Sonuçlar uygun görüldüğünde seri üretim izni verilir. Belirtilen seri üretim öncesi aşamalar üretim için kurulma ve hazırlık süresi süresi olarak ele alınmaktadır. Ekipman için kurulma ve hazırlık süresi çizelge 4.3’te gösterilmektedir.



Çizelge 4.3 Kurulma ve hazırlık süresi bileşen dağılımları

Kalıp ayarı	Boy Ayarı	Seri üretim izni	Toplam Kurulma ve hazırlık süresi
60 (dk.)	10 (dk.)	5 (dk.)	75 (dk.)

İşletmenin planladığı ancak gerçekte uyguladığı bakım kayıt formlarından elde edilen bakım uygulama zamanları çizelge 4-4'te yer almaktadır. Bakım planı her ekipman için ayrı oluşturulmuştur. Oluşturulan bakım planı çizelge 4-37'de belirtilen sürelerde gerçekleştirilmiştir. Günlük haftalık ve aylık bakımlar formlar kullanılarak takip edilmektedir. Yıllık bakım planı yetkin kişi veya servis aracılığı ile gerçekleştirilmemektedir. Bu durumda ekipmanların olası arızalanmalarına neden olacak göstergelerin saptanamama ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. İşletmenin yaklaşımında, gerek işletme sahibinin geçmiş bilgi ve becerisi, gerekse ekipmanların arızalandığında gerçekleştirilen müdahaleler sonucu, bulunulması olası arıza bölgesinin bilindiği düşünceleri, işletmenin ekipmanlar üzerindeki bilgisinin yarattığı güven neticesi bu tutum oluşmuştur.

Çizelge 4.4 Bakım uygulama süreleri takibi

AYLAR	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık	Toplam
bakım günü	00:12:00	00:21:00	00:19:00	00:19:00	00:16:00	00:19:00	00:14:00	00:13:00	00:14:00	00:10:00	00:15:00	00:21:00	03:13:00
bakım haft	00:25:00	00:32:00	00:28:00	00:32:00	00:42:00	00:46:00	00:38:00	00:52:00	00:42:00	00:47:00	00:55:00	00:35:00	07:54:00
bakım aylık	00:20:00	00:20:00	00:18:00	00:20:00	00:18:00	00:15:00	00:20:00	00:12:00	00:20:00	00:15:00	00:20:00	00:20:00	03:38:00
bakım yıllık	01:00:00												01:00:00
Eşitleme	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	15:45:00
Toplam	01:07:00	01:23:00	01:15:00	01:21:00	01:26:00	01:30:00	01:22:00	01:27:00	01:26:00	01:22:00	01:40:00	01:26:00	
dk	67	83	75	81	86	93	82	87	86	82	100	86	

Ekipmanın Planlanan bakım uygulamasına karşın gerçekleştirilen uygulamaların sonucunda, ekipmanın arızaları ile ilgili gözlemler elde edilen arıza formlarından yararlanılmış ve arızalar tablo çizelge 4-5'te görüldüğü gibi gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.5 Arıza tekrar ve grup dağılımı

Sebebi	süresi	operasyon	tekrarı / ayar												toplam tel	toplam dk	Yekün dk	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
sigorta 1	10	değişim	1	1	2	1	1	3	2	1	2	1	1	1	üretim duruş gruplar	17	170	2407
kesici aparat ayarsızlık	10	müdahale	2	3	1	2	1	3	2	3	1	1	2	1		22	220	
operatör hatası	1	müdahale	8	5	3	11	5	20	15	8	7	12	15	18		127	127	
sigorta 2	60	değişim	1		1	1	1	2	1	1	2	1	1			12	720	
mil ayarsızlık	30		2	1	2	1	2	3	2	1	1	1	3	1		20	600	
mekanik	30	servis			1		1	2	1		1		1			7	210	
baskı ayar sistem	30	servis			1		1		1		1	1	1			6	180	
kesici aparat kalıp	60	değişim		1				1	1							3	180	
		Aylık ar. Say.	14	11	11	16	12	34	25	14	15	17	24	21				
		Aylık top.süre	158	135	213	131	205	410	295	138	247	152	255	68				

Çizelge 4-5'de yer alan tabloda arıza grupları mekanik, elektrik, operatör ve diğer olarak gruplandırılmıştır. Gruplandırma yapısının daha farklı şekilde detaylandırılması gerçekleştirilebilir ancak bu seferde daha karmaşık bir yapıda olacaktır. Bu durum işletme açısından yeterli bilgi ve eğitim olmadığından kullanılabilir olmayacaktır. Bu yüzden etki eden ana gruplar halinde oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplar alt kısımda açıklanmıştır.

Mekanik grupta; ekipmanların birleşenlerinin rulman veya güç aktarma elemanları dâhil edilmiştir.

Elektrik grupta; sigortalar, düğme, kablo, sensörler veya pedallar gibi arızalar gruplandırılmıştır.

Operatör grubunda; operatörün kalıbı yanlış bağlaması veya CNC tezgâhında işi bağlamada yanlışlık yapılması üzerine olan durumlar ele alınmıştır.

Diğer grupta; yer alan faktörler ise bazı ürünler için özel üretilen aparatlar gibi birleşenler ele alınmıştır.

Bunlarla birlikte işletmenin yapılan arızalardan sonra üretime tekrar başlamasında, tekrar hazırlık (Kurulma ve hazırlık süresi) aşamalarını yerine getirmesi gerektirecek durumlar oluşmaktadır. Bazı duruşlarda kurulma ve hazırlık süresi gerekmezken; kalıp arızaları, eksen kayması vb. sonucu kalıbın değiştirilmesi veya CNC tezgâhlarındaki aparatlardan kaynaklı yâda milde yaşanan durumlardan kurulma ve hazırlık süresi tekrarları oluşmaktadır. Bu durumlar da işletmenin günlük iş takip formundan yararlanılarak veriler oluşturulmuştur. Ekipmanın 12 aylık dönemde toplam kurulma ve hazırlık süreleri ile işletmeye yarattığı kayıp çizelge 4-6'da görülmektedir.

Çizelge 4.6 Hazırlık ( Kurulma ve hazırlık ) tekrar dağılımı

aylık setup süreleri	set up süresi	75	2	4	2	1	4	5	2	3	1	4	3	5	Top. Tekra	36
	aylık toplam süre dk	150	300	150	75	300	375	150	225	75	300	225	375	Top. Dk	2700	

Tüm bu verilerin sonucunda 12 aylık belirtilen ekipmanın arıza ve kurulma ve hazırlık süresi kayıp süresi tablo çizelge 4-7'de görüleceği gibi 5107 dakika ile 3.55 gün kayıp yaratmaktadır.

Çizelge 4.7 Kayıp arıza ve hazırlık ( Kurulma ve hazırlık) süre toplamı

Arıza süre toplamı	Kurulma ve hazırlık süresi toplamı	Genel Toplam
2407 (dk.)	2700 (dk.)	5107 (dk.)

#### 4.4.2. Ekipmanın etkinlik seviyesi ve güven hesaplaması

Önceki bölümlerde aktarıldığı üzere 211 ekipmanın TEE ve güven hesaplaması yapılmıştır. İşletmenin günlük zaman diliminde gerçekleştirdiği mola ve dinlenme süreleri çizelge 4-8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 İşletme günlük mola ve dinlenme süreleri

Günlük mola ve dinlenme verileri		
Mola tanımı	Süre	Süre cinsi
Yemek	60	dk.
Çay	30	dk.
Planlı duruş	10	dk.
Toplam Değer	100	dk.

211 ekipmanına ait verilerden, toplam ekipman etkinliği ile güvenilirlik düzeyi hesaplanarak seviyeler belirlenmiştir. Belirlenen seviyeler çizelge 4-33'te yer almaktadır. Hesaplama detayları belirtilen sonuçlar, ekipmanın Ocak 2016 verileri itibari ile gerçekleşmiştir. Hesaplama kullanılan simgeler çizelge 4-9'da karşılık gelen gösterge ifadeleri belirtilmiş ve aynı göstergelerin hesaplanan değerleri çizelge 4-10'da aktarılmıştır.

Çizelge 4.9 Hesaplama birleşenleri açıklaması

Gösterge	Simge	Açıklama
Çalışma süresi ( aylık)	A	Aylık bazda alınan çalışma süresidir
Planlanan Duruşlar	B	Bakım, toplantılar, yemek, çay molaları. Duruş yapan aktiviteler.
Yük süresi	C	A-B
Duruş kayıpları	D	Arızalar, kurulma ve hazırlık, ayar süreleri
Üretim Süresi	E	C-D
Üretim Miktarı	G	Planlama verisi
Kaliteli ürün oranı	H	Kaliteli ürün ile planlanan ürün oranı olarak hesaplanır.
Teorik çevrim süresi	I	Planlamanın tasarladığı çevirim
Mevcut çevrim süresi	J	Gerçekleşen çevirim
Mevcut işlem süresi	F	J x G

Çalışabilirlik	T	$E / C \times 100$
Üretim hızı oranı	M	$I/J \times 100$
Net Çalışma Oranı	N	$F/E \times 100$
Çalışma Performansı Oranı	L	$M \times N \times 100$
Arızalar Arası Ortalama Süre	P	Oluşan arıza sonrasında gelen ikinci arızaya kadar geçen süredir. Çalışma süresi (E) / Arıza oranı (U) ile bulunur.
Arıza Oranı	U	Arıza sayısı ( S ) / (E)
Elveriş oranı ( Hazır olma)	K	$P / P+Y$
Kaliteli ürün	Z	İstenen kriterlerde toplam ürün sayısı
Arıza Sayısı	S	Baz alınan dönemde toplam arızalanma
Ortalama Tamir Süresi	Y	$\$ / S$
Toplam tamir süresi	$\$$	Tamir için ayrılan zaman
Güvenilirlik	R	$L \times H$ birimin aylık güven değeri
OEE	$T*L*H$	%43.18

Çizelge 4.10 Örnek ekipman 211 hesaplama değerleri

Açıklama	Simge	Değer	Cins
Çalışma süresi ( aylık)	A	10080	Dk.
Planlanan Duruşlar	B	2134	Dk.
Yük süresi	C	7946	Dk.
Duruş kayıpları	D	540	Dk.
Üretim Süresi	E	7406	Dk.
Üretim Miktarı	G	100800	Adet/Ay
Kaliteli ürün oranı	H	%85,10	Yüzde
Teorik çevrim süresi	I	0.04	Dk.
Mevcut çevrim süresi	J	0.06	Dk.
Mevcut işlem süresi	F	6048	Dk.

Çalışabilirlik	T	%93	Yüzde
Üretim hızı oranı	M	%67	Yüzde
Net Çalışma Oranı	N	%82	Yüzde
Çalışma Performansı Oranı	L	%54	Yüzde
Arızalar Arası Ortalama Süre	P	231	Saat aralıkla
Arıza Oranı	U	0,0043	Saat
Elveriş oranı ( Hazır olma)	K	%98	Yüzde
Kaliteli ürün	Z	85780	Adet
Arıza Sayısı	S	32	Adet
Ortalama Tamir Süresi	Y	5.15625	Dk.
Toplam tamir süresi	Ş	165	Dk.
Güvenilirlik	R	%46	Yüzde
OEE	T*L*H	%43.18	Yüzde

Üst bölümde aktarılanlar dâhilinde, ekipmanın aylara göre hesaplanan TEE ve güvenilirlik seviyeleri Çizelge4-11'de yer almaktadır. Ayrıca değerlerin ortalamaları alınarak genel bir seviye belirlenmiş ve gerçekleştirilecek uygulamada, güvenilirliğin ortalama değeri kullanılarak, ekipmanlara öncelik sıralamaları belirlenmesinde kolaylık oluşturulmuştur.

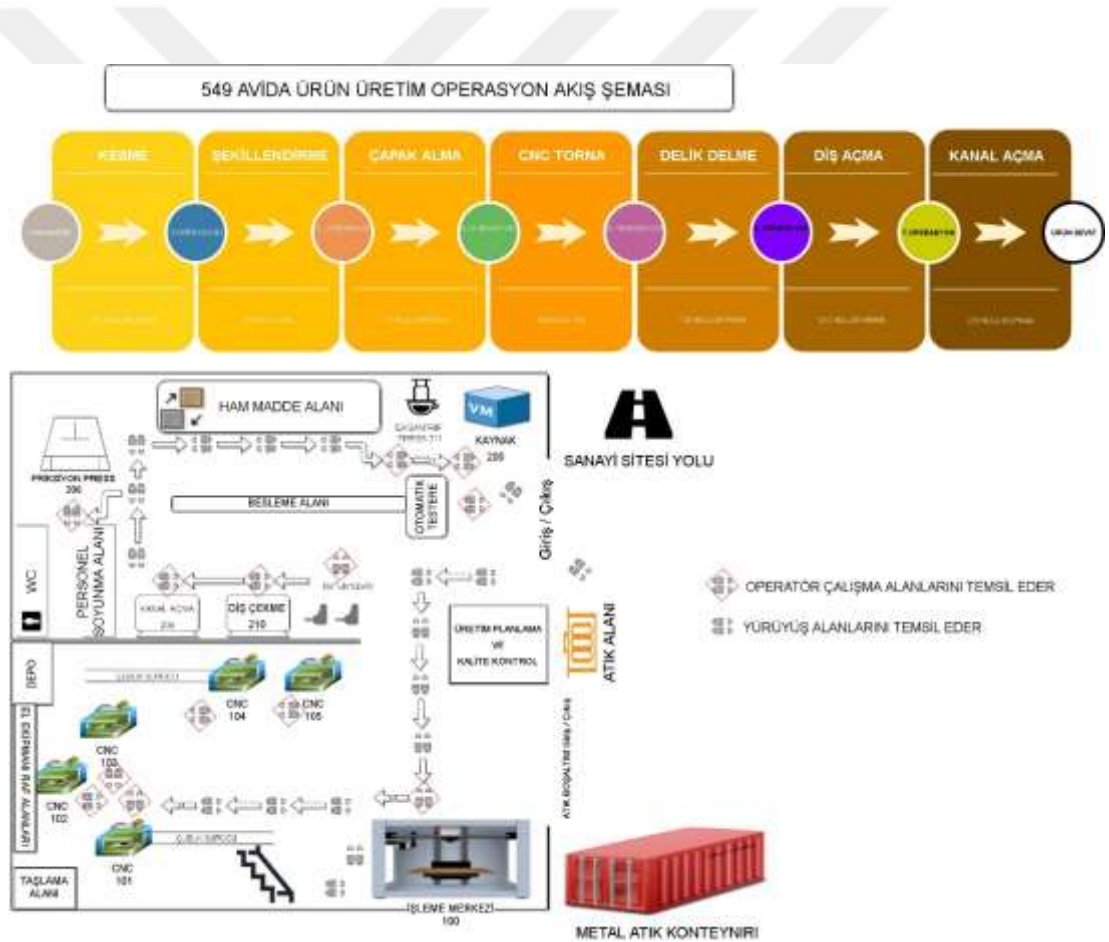
Çizelge 4.11 Güvenilirlik ve OEE değerleri sonuçları

Aylar	Güvenilirlik	OEE
1	46,33%	43,18%
2	47,07%	42,89%
3	46,29%	44,34%
4	48,81%	46,07%
5	50,91%	46,49%
6	45,12%	40,63%
7	45,85%	43,27%
8	47,89%	45,69%
9	45,33%	43,49%
10	48,72%	45,93%
11	45,38%	42,61%
12	49,08%	46,32%
<b>Ortalama</b>	<b>47,23%</b>	<b>44,24%</b>

Diğer bölümlerde, her ekipmanın ürün bazlı akış sırasına göre hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Verilerin daha anlaşılır olmasına yönelik gösterimler aktarılmıştır.

#### 4.5. Ürün 549 için Ekipmanların Değerlendirmesi

Ürününün üretim gerçekleştirme adımları şekil 4-2 de yer alan akışa göre gerçekleştirilmektedir. İşlemler sıralı olarak birbirini izler. Görüleceği üzere kesme ve çapak alma operasyonları 211 numaralı ekipman ile gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.2 Ürün 549 üretim akışı

Önceki bölümde yer alan hesaplamaların sonuçları, 7 aylık veriler baz alınarak ekipmanların değerlerinin genel görünümü şekil 4.12’de yer almaktadır.

Çizelge 4.12 Ürün 549 ekipmanları 7 aylık değerleri

Ekipman	Ürün	Operasyon	Set-up / dk	Teorik - reel operasyon planı göstergesi				Arıza grupları ve toplam süresi					TEE ve Güvenilirlik Ortalaması		Bakım uygulama süre göstergeleri					Kayıp dk toplamı				
				Teorik op. S.	Reel op. S.	Teorik irt. Ad.	Reel irt. Ad.	Teorik ile Reel farkı	Mekanik	Elektrik	Operatör	Diğer	Toplam	Set-up tekrarı	TEE	Güvenilirlik	Günlük	Haftalık	Aylık	Yıllık	Toplam	Anıza sr	Set-up tp. sr	Toplam
eks. Pts 211	549	1.3. operasyon	75	4	6	7200	4800	-2400	554	1620	172	1245	3591	23	44,24	46,33	100	270	132	35	537	3591	1915	5506
frikajyon -206	549	2. operasyon	45	13	16	2215	1800	-415	270	590	95	610	1565	44	53,47	58,75	121	307	115	70	613	1565	1980	3545
104	549	4. operasyon	55	22	33	1309	972	-436	620	145	10	70	845	33	49,21	51,71	110	276	154	35	575	845	1815	2660
100	549	5. operasyon	55	10	14	2880	2057	-822	1515	395	100	140	2150	29	53,72	57,68	140	358	168	35	701	2150	1595	3745
ovalama 210	549	6. operasyon	50	4	6	7200	4800	-2400	655	530	135	735	2055	28	50,51	53,19	122		247	35	404	2055	1400	3455
Kanal açma 209	549	7. operasyon	47	4	6	7200	4800	-2400	545	360	100	390	1395	20	50,51	53,9		41	140	35	216	1395	940	2335

Belirtilen verilere ilişkin ulaşılan sonuçlar, alt bölümlerde aktarılmıştır. Aralarında en düşük TEE ve güvenilirlik değeri olan 211 numaralı ekipman olduğu görülmektedir.

#### 4.5.1. Ekipman 211

211 kodlu ekipmanın teknik özellikleri üst bölümde aktarılmıştır. Ekipmanın baskı tonaj kapasitesi 60 ton olarak fabrika değerleri gösterilmiştir. Üretimde kesme ve şekillendirme sonrasında ayrı kalıp bağlanarak çapak alınma için kullanılmaktadır. Alt tablo da yer alan bilgiler ile tek bir ürün için tasarlanan teorik operasyon süresi ile gerçekleşen operasyon süresi arasında 2 saniye ile oluşan bir fark görülmektedir.



Çizelge 4.13 Ekipman 211 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik operasyon süresi	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Teorik bazlı Kayıp karşılığı
4 (sn.)	6 (sn.)	7200adet	4800 adet	-2400adet	160 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
3591 (dk.)		1915 (dk.)		5506 (dk.)	
211	2016				
Aylar	Güvenilirlik			OEE	
6	45,12			40,63	
7	45,85			43,27	
8	47,89			45,69	
9	45,33			43,49	
10	48,72			45,93	
11	45,38			42,61	
12	49,08			46,32	
<b>Ortalama</b>	<b>46,33%</b>			<b>44,24%</b>	

Tabloda görüleceği üzere ekipmanın yarattığı üretimden kayıp adedi 2400 olup zaman bazındaki kayıp karşılığı 160 dakika olarak sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu bilgilerin yanında güvenilirlik ortalaması %46,33 ve Toplam ekipman etkinliği değeri ise %44,24 olarak bulunmuştur.

#### 4.5.2. Ekipman 206

206 kodlu ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan Şekil A-1 tablosundadır. Ekipmanın baskı tonaj kapasitesi 160 ton olarak fabrika değerleri gösterilmiştir. Üretimde şekillendirme için kullanılmaktadır. Alt tablo da yer alan bilgiler ile tek bir ürün için tasarlanan teorik operasyon süresi ile gerçekleşen operasyon süresi arasında 3 sn. ile oluşan bir fark görülmektedir.

Çizelge 4.14 Ekipman 206 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik operasyon süresi	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Teorik bazlı Kayıp karşılığı
13 (sn.)	16 (sn.)	2215 adet	1800 adet	-415 adet	90 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
1565 (dk.)		1980 (dk.)		3545 (dk.)	
206		2016			
Aylar	Güvenilirlik			TEE	
6	59,05%			48,84%	
7	60,38%			56,55%	
8	59,39%			53,47%	
9	57,41%			49,85%	
10	57,50%			53,82%	
11	59,72%			57,14%	
12	57,77%			54,63%	
<b>Ortalama</b>	<b>58,75%</b>			<b>53,47%</b>	

Tabloda görüleceği üzere ekipmanın yarattığı ürün üretimden kayıp adedi 415 olup zaman bazındaki kayıp karşılığı 90 dakika olarak sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu bilgilerin yanında güvenilirlik ortalaması %58,75 ve Toplam ekipman etkinliği değeri ise %53.74 olarak bulunmuştur.

#### 4.5.3. Ekipman 104

Üretimde form verilmiş yarı mamul için kaba tornalama işlemini gerçekleştiren CNC ekipmanının teknik özellikler ekler bölümünde Şekil A-1 tablosunda yer almaktadır. Gerçekleşen operasyon süresi ile tasarlanan süre arasında 11 sn. fark olduğu görülmüştür. Çizelge 4-15 te görüldüğü üzere ekipmanın üretim adedinde yarattığı eksik karşılığı 436 adet olup teorik operasyon süresine göre zaman kayıp karşılığı 160 dk. olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Ekipman 104 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Teorik Bazlı Kayıp karşılığı
22 (sn.)	33 (sn.)	1309 adet	872 adet	-436 adet	160 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
845 (dk.)		1815 (dk.)		2660 (dk.)	
2014		2016			
Aylar	Güvenilirlik			TEE	
6	50,54%			48,24%	
7	53,90%			50,66%	
8	51,78%			48,76%	
9	50,68%			48,98%	
10	50,51%			48,79%	
11	51,59%			48,42%	
12	52,94%			50,63%	
<b>Ortalama</b>	<b>51,71%</b>			<b>49,21%</b>	

Üründe kalite değişkenliğine etki eden faktörler arasında gerçekleşen operasyonda eksen kaymaları, kesici takımlar ve yardımcı aparatların bakımsızlığı ve ekipmanın arızalanması ile arıza türlerine göre tekrar Kurulma ve hazırlık gerçekleştirilmesi sonucu ekipman performansı üzerinde etkiler oluşmaktadır. Toplam ekipman etkinlik ortalama seviyesi %53.72 olup güvenilirlik düzeyi %57,68 sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.5.4. Ekipman 100

Üretim sürecindeki tornalanmış yarı mamulün işlem merkezinde deliği açılmaktadır. Bu işlem için işleme merkezi tablası üzerinde ürünün delinmesinde delik eksenlerinin kayması engellemek ve ekipmanın rahat ve hızlı çalışması için yardımcı bir aparatla sıkıştırmaktadır. Bu aparatların bakımları veya hizalama konumları yeterince kontrol edilmemektedir. Bu durum ile ekipmanın zorlanmasına uçların bozulmasına ve eksenlerin

kaymasına etki edeceği gibi başka faktörlere de zorlanma sebebiyle sebep oluşmasına alt yapı oluşturmaktadır. Çizelge 4-16 da yer alan veriler dâhilinde üretim için oluşturulan teorik operasyon süresi ile gerçekleşen süre arasında 4 sn. fark oluşmuştur. Üretim eksiği 823 adet olup, zaman kayıp karşılığı teorik baz ile 82 dk. olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16 Ekipman 100 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
10 (sn.)	14 (sn.)	2880 adet	2057 adet	-823 adet	82 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
2175 (dk.)		1595 (dk.)		3770 (dk.)	
2010		2016			
Aylar	Güvenilirlik	OEE			
6	58,32%	53,10%			
7	57,68%	53,73%			
8	58,76%	53,90%			
9	56,36%	53,92%			
10	56,55%	53,90%			
11	59,02%	53,56%			
12	57,08%	53,93%			
<b>Ortalama</b>	<b>57,68%</b>	<b>53,72%</b>			

Ekipmanın toplam etkinlik düzeyi %53.72 yanında güvenilirlik düzeyi %57,68 ortalama değerleri bulunmuştur.

#### 4.5.5. Ekipman 210

Delik açılan yarı mamul sonrasında diş açılması için ovalama makinesinde operasyon gerçekleştirilmektedir. Çizelge 4-17 de yer aldığı üzere tasarlanan operasyon süresi ile reel süre arasında 2 saniyelik fark olduğu görülmüş ve

buna bağlı olarak üretim eksiği 2400 ile zaman kaybı 160 dakika olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17 Ekipman 210 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
4 (sn.)	6 (sn.)	7200 adet	4800 adet	-2400 adet	160 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
2055 (dk.)		1400 (dk.)		3455 (dk.)	
210		2016			
Aylar	Güvenilirlik	OEE			
6	50,08%	50,45%			
7	52,62%	50,72%			
8	53,54%	50,63%			
9	55,93%	50,38%			
10	52,33%	50,75%			
11	54,59%	50,36%			
12	53,23%	50,31%			
<b>Ortalama</b>	<b>53,19%</b>	<b>50,51%</b>			

Bakımların yeterli yapılmadığı çizelgelerden tespit edilmesi sonucu, oluşan arızaların neticesinde ekipman etkinlik seviyesinin %50,51 ve güvenilirlik düzeyinin %53,19 değerleri hesaplanmıştır.

#### 4.5.6. Ekipman 209

Diş çekilmiş olan üründe müşteri isteği tercihi sonucu bağlantıda etki yapacak olan kanal açılması işlemi gerçekleştirilmektedir. Ekipman özelliklerine eklerde Şekil A-1 de yer verilmiştir. Tasarlanan operasyon süreleri ile gerçekleşen arasında çizelge 4-18 de görüldüğü üzere 2 sn. fark tespit edilmiş üretim kayıp adedi 2400 olup dakika karşılığı 160 dk. olarak bulunmuştur.

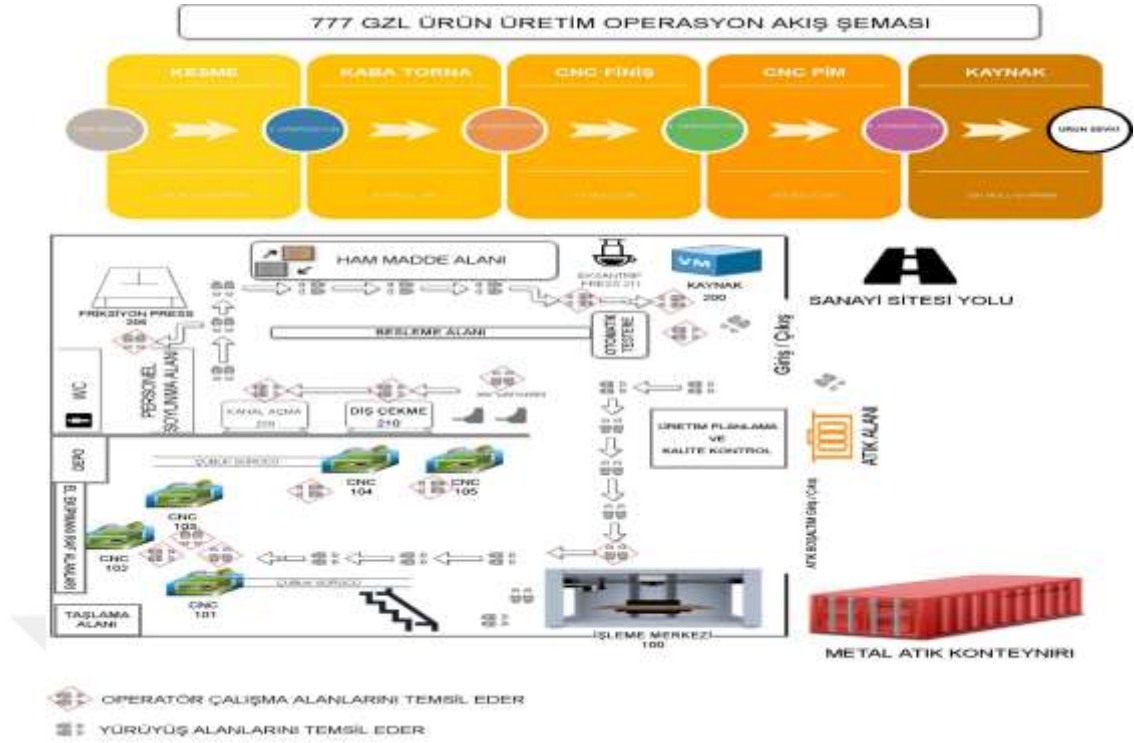
Çizelge 4.18 Ekipman 209 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
4 (sn.)	6 (sn.)	7200 adet	4800 adet	-2400 adet	160 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
1385 (dk.)		940 (dk.)		2325 (dk.)	
209		2016			
Aylar	Güvenilirlik			OEE	
6	55,08%			50,45%	
7	52,62%			50,72%	
8	53,54%			50,63%	
9	55,93%			50,38%	
10	52,33%			50,75%	
11	54,59%			50,36%	
12	53,23%			50,31%	
<b>Ortalama</b>	<b>53,90%</b>			<b>50,51%</b>	

Bakımların yeterli yapılmadığı çizelgelerden tespit edilmesi sonucunda oluşan arızaların neticesinde ekipman etkinlik seviyesinin %50,51 ve güvenilirlik düzeyinin %53,90 değerleri hesaplanmıştır. Diğer ekipman ile benzer özellik göstermesine karşın arıza sürelerinin farklarında dolayı güvenilirlik seviyesi %0.71 daha artış olarak görülmektedir.

#### 4.6. Ürün 777 için Ekipmanların Değerlendirmesi

İşletmenin üretimin gerçekleştirdiği bir diğer ürün 777 kod olarak kayıtlı olan otomobil bağlantı parçasıdır. Ürün üretim aşamaları alt bölümde yer alan şekil 4.3' teki akış şemasında görülmektedir.



Şekil 4.3 Ürün 777 üretim akışı

Ekipmanların 7 aylık verileri doğrultusunda genel görünümü çizelge 4-19 da yer almaktadır.

Çizelge 4.19 Ürün 777 ekipmanları 7 aylık değerleri

Ekipman	Ürün	Operasyon	Set-up / dk	Teorik - reel operasyon planı göstergesi					Anıza grupları ve toplam süresi				Set-up tekrarı	TEE ve Güvenilirlik Ortalaması		Bakım uygulama süre göstergeleri					Kayıp miktarı toplamı			
				Teorik op.S.	Reel op.S.	Teorik irt. Ad.	Reel irt. Ad.	Teorik ile Reel farkı	Mekanik	Elektrik	Operatör	Diğer		Toplam	TEE	Güvenilirlik	Günlük	haftalık	aylık	yıllık	Toplam	Anıza sr	Set-up tp. sr	Toplam
testere 214	777.1.operasyon	47		25	30	1152	960	-192	870	295	42	1207	30	63,88	67,07	111	307	175	35	628	1207	1410	2617	
cnc kaba 102	777.2.operasyon	60		55	61	523	472	-51	1575	485	65	580	2705	33	66,27	72,44	133	307	173	35	648	2705	1980	4685
cnc finiş 101	777.3.operasyon	60		7	12	4114	2400	-1714	925	510	30	340	1805	32	43,7	46,88	129	285	161	35	610	1805	1920	3725
çim 103	777.4.operasyon	55		10	16	2880	2400	1080	705	410	20	190	1325	33	46,48	49,28	128	276	166	35	605	1325	1815	3140
kaynak 200	777.5.operasyon	70		11	17	2618	1694	924	895	415	100	630	2040	33	46,76	50,76	69	129	91	289	2040	2310	4350	

Ekipmanların veriler dâhilinde elde edilen sonuçları alt bölümlerde aktarılmıştır. Mevcut durumda en düşük TEE ve güvenilirlik değeri düşük olan ekipman 101 numaralı ekipman olduğu görülmektedir.

#### 4.6.1. Ekipman 214

Ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan şekil A-1 de görülmektedir. Ham maddenin istenilen boyutlarda kesilmesini gerçekleştirmektedir. Çizelge 4-20 de yer alan veriler ile tasarlanan operasyon ile gerçekleşen operasyon arasındaki farkın 5 sn. olduğu tespit edilmiştir. Vardiyadaki üretim eksikliği adedi 192 ve kayıp zaman karşılığı 80 dk. olarak yansımıştır.

Çizelge 4.20 Ekipman 214 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
25 (sn.)	30 (sn.)	1152 adet	960 adet	-192 adet	80 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
1207 (dk.)		1410 (dk.)		2617 (dk.)	
214		2016			
Aylar	Güvenilirlik			OEE	
6	67,63%			63,87%	
7	68,54%			63,89%	
8	66,32%			63,72%	
9	67,88%			63,77%	
10	66,32%			63,93%	
11	65,78%			64,02%	
12	66,99%			63,93%	
<b>Ortalama</b>	<b>67,07%</b>			<b>63,88%</b>	

Elde edilen verilerin sonucunda ekipman etkinlik seviyesi ortalaması %63,88 olup güvenilirlik düzeyi %67,07 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.6.2. Ekipman 102

Ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan ek şekil A-1 de görülmektedir. CNC ekipmanı ham maddenin kesilmesinden sonra tornalama işlemi



gerçekleştirerek ürünün istenilen formunu tek tarafa vermektedir. Çizelge 4-21 de görüleceği gibi tasarlanan operasyon ile gerçekleşen operasyon arasında 6 sn. bir fark oluşmaktadır. Bu durum üretim kaybı olarak 51 adet ve zaman kaybı olarak teorik baz alınarak 47,21 dk. olarak yansımaktadır.

Çizelge 4.21 Ekipman 102 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
55 (sn.)	61 (sn.)	523 adet	472 adet	-51 adet	47,21 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
2705 (dk.)		1980 (dk.)		4685 (dk.)	
<b>102</b>	<b>2016</b>				
<b>Aylar</b>	<b>Güvenilirlik</b>			<b>OEE</b>	
6	71,00%			66,64%	
7	74,78%			66,43%	
8	73,71%			66,24%	
9	70,96%			66,34%	
10	71,48%			65,95%	
11	73,34%			65,80%	
12	71,84%			66,51%	
<b>Ortalama</b>	<b>72,44%</b>			<b>66,27%</b>	

Ekipman verilerinden elde edilen etkinlik seviyesi ortalaması %66,27 olup güvenilirlik düzeyi %72,44 olarak hesaplanmıştır.

#### 4.6.3. Ekipman 101

Ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan şekil A-1 de görülmektedir. CNC ekipmanı 1. Operasyon form için tornalama yapılan ürünleri, finiş olarak adlandırılmış diğer tarafın form verilmesini gerçekleştirerek, ürün bileşenlerinden olan parçayı istenilen forma getirmektedir. Operasyonu tek tarafa gerçekleştirmektedir. Çizelge 4-22 de görüleceği gibi tasarlanan operasyon ile gerçekleşen operasyon arasında 5 sn. bir fark oluşmaktadır. Bu

durum üretim kaybı olarak 1714 adet ve zaman kaybı olarak teorik baz alınarak 200 dk. olarak yansımaktadır.

Çizelge 4.22 Ekipman 101 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
7 (sn.)	12 (sn.)	4114 adet	2400 adet	-1714 adet	200 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
1805 (dk.)		1920 (dk.)		3725 (dk.)	
<b>101</b>	<b>2016</b>				
Aylar	Güvenilirlik		OEE		
6	47,50%		43,65%		
7	45,51%		43,81%		
8	47,45%		43,95%		
9	47,39%		43,74%		
10	46,10%		43,97%		
11	47,40%		43,13%		
12	46,83%		43,63%		
<b>Ortalama</b>	<b>46,88%</b>		<b>43,70%</b>		

Ekipman verilerinden elde edilen etkinlik seviyesi ortalaması %43,70 olup güvenilirlik düzeyi %46,88 olarak hesaplanmıştır. Tüm ekipmanlarda olduğu gibi işletme planlanan bakımları formlardan elde edilen veriler ile yeterli seviyede gerçekleştirmediği anlaşılmaktadır.

#### 4.6.4. Ekipman 103

Ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan şekil A-1 de görülmektedir. CNC ekipmanı, birleşim görevini sağlayan silindir formdaki pim isimli kaynakta birleştirici olarak kullanılan parçayı tek operasyonda üretmektedir. Çizelge 4-23 te görüleceği gibi tasarlanan operasyon ile gerçekleşen operasyon arasında 6 sn. bir fark oluşmaktadır. Bu durum üretim kaybı olarak 1080 adet ve zaman kaybı olarak teorik baz alınarak 180 dk. olarak yansımaktadır.

Çizelge 4.23 Ekipman 103 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
10 (sn.)	16 (sn.)	2880 adet	1800 adet	-1080 adet	180 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
1325 (dk.)		1815 (dk.)		3140 (dk.)	
103		2016			
Aylar	Güvenilirlik	OEE			
6	48,65%	46,65%			
7	50,47%	46,93%			
8	49,98%	46,84%			
9	48,57%	46,52%			
10	48,56%	45,36%			
11	49,49%	46,00%			
12	49,27%	47,05%			
<b>Ortalama</b>	<b>49,28%</b>	<b>46,48%</b>			

Ekipmanın mevcut veriler ( bakım arıza vd. ) ile etkinlik seviyesi ortalaması %46.48 güven seviyesi ise %49,28 olarak bulunmuştur.

#### 4.6.5. Ekipman 200

Ekipmanın teknik özellikleri eklerde yer alan şekil A-1 de görülmektedir. Kaynak ekipmanı torna işlemi uygulanan 2 dairesel parça ile ara birleştirici olan pim silindiri özel tasarlanan yatay bakır iş tablasına önce 1 tarafın bir daire ile operatör tarafından konularak kaynatılması ve diğer tarafında yine bakır tabana yerleştirilerek kaynatılması ile ürün kaynak işlemi tamamlanmaktadır. Çizelge 4-24 te görüleceği gibi tasarlanan operasyon ile gerçekleşen operasyon arasında 6 sn. bir fark oluşmaktadır. Bu durum üretim kaybı olarak 924 adet ve zaman kaybı olarak teorik baz alınarak 169 dk. olarak yansımaktadır.

Çizelge 4.24 Ekipman 200 durumu

1 vardiya için oluşturulmuş üretim planı ile karşılaştırması					
Teorik Operasyon	Reel operasyon süresi	Teorik 1 vardiyada üretim	Reel 1 vardiyada üretim	Fark	Kayıp karşılığı
11 (sn.)	17 (sn.)	2618 adet	1694 adet	-924 adet	169 (dk.)
Arıza süre toplamı		Kurulma ve hazırlık süre toplamı		Genel Toplam	
2040 (dk.)		2310 (dk.)		4350 (dk.)	
Elektrik kaynak		2016			
Aylar	Güvenilirlik	OEE			
6	50,14%	46,46%			
7	52,24%	47,49%			
8	51,11%	47,00%			
9	50,13%	46,10%			
10	49,76%	46,77%			
11	50,54%	46,96%			
12	51,42%	46,56%			
<b>Ortalama</b>	<b>50,76%</b>	<b>46,76%</b>			

Ekipmanın mevcut veriler ( bakım arıza vd. ) ile etkinlik seviyesi ortalaması %46,76 güven seviyesi ise %50,76 olarak bulunmuştur.

#### 4.7. Uygulama Öncesi Kayıplar

Önceki bölümlerde aktarılan ekipmanların mevcut durumlarının işletmeye yarattığı kayıp zamanı ürün bazında çizelge 4-25'te gösterilmektedir. Kayıp zamanların sebeplerinde, takım arızalarının yanında operatör etkileri, elektrik kesintileri ve diğer sebeplerde içermektedir.

Çizelge 4.25 Kayıpların zaman bazlı gösterimi

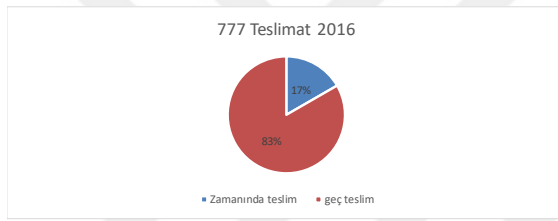
Ürün	Ekipman adı	Ekipman kodu	Arıza dk.	Kurulum a ve hazırlık dk.	Toplam Zaman kaybı dk.	Saat karşılığı	Gün Karşılığı	Toplam Kayıp zaman/gün
549	60 ton pres	211	2407	2700	5107	85,1166 7	3,546528	22,7549
	160 ton	206	2087	1705	3792	63,2	2,633333	
	CNC kaba	104	1380	3300	4680	78	3,25	
	İşleme M	100	4015	2805	6820	113,666 7	4,736111	
	Diş açma	210	3630	2250	5880	98	4,083333	
	Kanal açma	209	2555	2021	4576	76,2666 7	3,177778	
777	Testere	214	2208	2397	4605	76,75 153,333	3,197917	
	CNC kaba	102	5600	3600	9200	3	6,388889	
	CNC finiş	101	3645	3300	6945	115,75	4,822917	
	CNC pim	103	2605	3300	5905	98,4166 7	4,100694	
	Kaynak	200	3635	4200	7835	130,583 3	5,440972	

Gerçekleşen arızaların yarattığı bir başka durum ise, müşteri servisi konusunda yaşanan aksamalardır. Bu durumda planlanan zamanlarda üretim bitmemekte ve planlandığı şekilde müşteriye sevkiyat gerçekleşmemektedir. Bu hususta veriler müşterinin yıllık yekûn ancak aylık istedikleri tarihler ile sevk faturaları ile oluşturulan zamanında ve geç teslimi belirten Çizelge 4-26'da ve Şekil 4-4'te yer almaktadır.

Yaşanılan durumda müşteriye etkisi sonucu işletmeye yarattığı kayıplardan detaylı bahsedilebilir. Bu konular daha çok satış ve pazarlama ile işletme yönetimi açısından detaylı irdelenecek husustur, ancak ileriki bölümlerde bu noktaya nasıl etki oluşturduğuna değinilecektir.

Çizelge 4.26 Sipariş sevklerinin durumu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam	%Payı
<b>Ürün tanımı</b>	<b>777</b>													
<b>Zamanında teslim</b>	3		1		1	2		1		1			9	<b>17%</b>
<b>Geç teslim</b>	5	3	3	4	2	5	4	3	5	5	4	2	45	<b>83%</b>
<b>Geciken gün toplamı</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	58	
<b>Erken gün</b>														
<b>Toplam sipariş adeti</b>	8	3	4	4	3	7	4	4	5	6	4	2	<b>54</b>	
<b>Ürün tanımı</b>	<b>549</b>													
<b>Zamanında teslim</b>	1	1	1	1	3			1		2		1	11	<b>20%</b>
<b>Geç teslim</b>	3	5	2	3	3	2	5	2	4	5	4	6	44	<b>80%</b>
<b>Geciken gün toplamı</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	49	
<b>Erken gün</b>														
<b>Toplam sipariş adeti</b>	4	6	3	4	6	2	5	3	4	7	4	7	<b>55</b>	



Şekil 4.4 Sipariş sevk grafiği

Bu durumda da anlaşılacağı üzere işletmenin müşteri açısından performans değerleri, kayıplar neticesinde olumsuz bir senaryo sergilemektedir.

Yıllık bazda ürünlerin kalite oranlarının değerlendirilmesi ayrı ayrı ele alınmıştır. Çizelge 4-27'de belirtilen göstergeler 777 olarak adlandırılan ürün için oluşturulmuştur.

Çizelge 4.27 Ürün 777 için kalite kayıp durumu

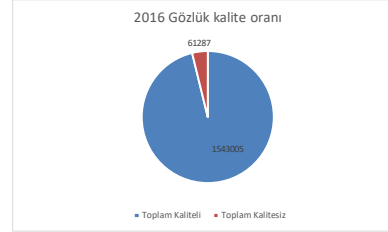
2016 777 Gözlük ürün kalite adedi	
Toplam Kaliteli	Toplam Kalitesiz
1543005	61287

Kalite kayıplarının birçok nedeni olabilmektedir. Genel olarak kalite oranlarındaki yıllık dağılımın gösterimi şekil 4-5'te belirtilmiştir.

Opsyn.	cnc kaba			CNC fiş			CNC pim			Elektrik Kaynak		
	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli
1	9915	368	9547	50400	1535	48865	37800	1276	36524	35576	2765	32811
2	9915	247	9668	50400	1760	48640	37800	1365	36435	35576	2378	33198
3	9915	579	9336	50400	1356	49044	37800	1648	36152	35576	2003	33573
4	9915	425	9490	50400	2009	48391	37800	2056	35744	35576	1945	33631
5	9915	465	9450	50400	1368	49032	37800	1006	36794	35576	2048	33528
6	9915	350	9565	50400	1149	49251	37800	941	36859	35576	2203	33373
7	9915	397	9518	50400	926	49474	37800	705	37095	35576	1451	34125
8	9915	402	9513	50400	968	49432	37800	915	36885	35576	1915	33661
9	9915	385	9530	50400	997	49403	37800	1001	36799	35576	2438	33138
10	9915	461	9454	50400	801	49599	37800	1980	35820	35576	2001	33575
11	9915	496	9419	50400	1794	48606	37800	1546	36254	35576	1900	33676
12	9915	381	9534	50400	1271	49129	37800	705	37095	35576	2206	33370
Toplam	118980	4956	114024	604800	15934	588866	453600	15144	438456	426912	25253	401659

Ay	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı
1	96,3%	3,7%	97,0%	3,0%	96,6%	3,4%	92,2%	7,8%
2	97,5%	2,5%	96,5%	3,5%	96,4%	3,6%	93,3%	6,7%
3	94,2%	5,8%	97,3%	2,7%	95,6%	4,4%	94,4%	5,6%
4	95,7%	4,3%	96,0%	4,0%	94,6%	5,4%	94,5%	5,5%
5	95,3%	4,7%	97,3%	2,7%	97,3%	2,7%	94,2%	5,8%
6	96,5%	3,5%	97,7%	2,3%	97,5%	2,5%	93,8%	6,2%
7	96,0%	4,0%	98,2%	1,8%	98,1%	1,9%	95,9%	4,1%
8	95,9%	4,1%	98,1%	1,9%	97,6%	2,4%	94,6%	5,4%
9	96,1%	3,9%	98,0%	2,0%	97,4%	2,6%	93,1%	6,9%
10	95,4%	4,6%	98,4%	1,6%	94,8%	5,2%	94,4%	5,6%
11	95,0%	5,0%	96,4%	3,6%	95,9%	4,1%	94,7%	5,3%
12	96,2%	3,8%	97,5%	2,5%	98,1%	1,9%	93,8%	6,2%
Ortalama	96,0%	4,0%	97,4%	2,6%	97,0%	3,0%	94,3%	5,7%

2016 Gözlük ürün kalite adeti	
Toplam Kaliteli	Toplam Kalitesiz
1543005	61287



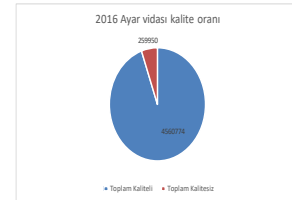
Şekil 4.5 Ürün 777 ekipmanlarının kalite durumu gösterimi

Şekil 4-6'da yer verilen göstergeler aynı şekilde 549 ürünü için oluşturulmuştur. Her ürünün farklı özellik ve modelleri bulunmaktadır. Bu özellik ve modeller dâhilinde ürünlerin istenilen kalite kriterlerinde olup olmadığı kontrollerinden sonra ya tekrar işleme ile kurtarılmaktaki bu ek süre yaratarak maliyeti arttırmakta, ya da hurdaya çıkarılarak farklı bir maliyet kalemi olan üretim kayıpları olarak işletmeye yansımaktadır.

Opsyn.	frkasyon press 206			Eksantrik pres 211			CNC Torna 104			İşleme merkez 100			Dişç Oyalama 210			Kanal Çıkma 209		
	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli	Hdf/olma	kalitesiz	kaliteli
1	37800	750	30240	100800	17200	83600	18327	185	18142	43200	962	42238	100800	450	100350	100800	628	100172
2	37800	720	30080	100800	11056	89744	18327	256	18071	43200	987	42213	100800	588	100212	100800	1265	99535
3	37800	789	29951	100800	16489	84311	18327	458	17869	43200	1056	42144	100800	899	99901	100800	581	100219
4	37800	3578	34222	100800	10943	89855	18327	750	17577	43200	1185	42015	100800	523	100277	100800	688	100112
5	37800	778	30022	100800	14948	85852	18327	965	17362	43200	894	42306	100800	762	100038	100800	1284	99516
6	37800	818	29982	100800	9652	91148	18327	1002	17325	43200	1387	41813	100800	961	99839	100800	769	100031
7	37800	3465	34335	100800	15365	85435	18327	125	18202	43200	845	42355	100800	429	100371	100800	843	99957
8	37800	5241	32559	100800	9832	91168	18327	865	17462	43200	785	42417	100800	612	100188	100800	1205	99959
9	37800	789	30055	100800	14982	85818	18327	724	17626	43200	713	42487	100800	1168	99632	100800	703	100007
10	37800	5138	32662	100800	8764	92036	18327	815	17512	43200	684	42516	100800	423	100377	100800	489	100311
11	37800	3200	34600	100800	14752	86048	18327	965	17362	43200	992	42208	100800	769	100031	100800	997	99803
12	37800	4652	33148	100800	7350	93450	18327	185	18142	43200	682	42518	100800	891	99909	100800	1036	99754
Toplam	458000	71410	386590	1209600	151123	1058477	219924	7295	212629	518400	11170	507230	1209600	8451	1201149	1209600	10501	1199099

Ay	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı	hdf gerç oranı	kayıp oranı
1	80,0%	20,0%	82,9%	17,1%	99,0%	1,0%	97,8%	2,2%	99,6%	0,4%
2	80,8%	19,2%	89,0%	11,0%	98,6%	1,4%	97,7%	2,3%	99,4%	0,6%
3	79,1%	20,9%	83,6%	16,4%	97,5%	2,5%	97,6%	2,4%	99,1%	0,9%
4	90,5%	9,5%	89,1%	10,9%	95,9%	4,1%	97,5%	2,7%	99,5%	0,5%
5	79,2%	20,8%	85,2%	14,8%	94,7%	5,3%	97,9%	2,1%	99,2%	0,8%
6	78,5%	21,5%	90,4%	9,6%	94,5%	5,5%	96,8%	3,2%	99,0%	1,0%
7	90,8%	9,2%	84,8%	15,2%	99,3%	0,7%	98,0%	2,0%	99,6%	0,4%
8	86,1%	13,9%	90,4%	9,6%	95,3%	4,7%	98,2%	1,8%	99,4%	0,6%
9	80,2%	19,8%	85,1%	14,9%	96,0%	4,0%	98,3%	1,7%	98,8%	1,2%
10	86,4%	13,6%	91,3%	8,7%	95,8%	4,2%	96,4%	3,6%	99,6%	0,4%
11	91,2%	8,8%	85,4%	14,6%	94,7%	5,3%	97,7%	2,3%	99,2%	0,8%
12	87,7%	12,3%	92,7%	7,3%	99,0%	1,0%	98,4%	1,6%	99,1%	0,9%
Ortalama	83,5%	16,5%	87,2%	12,8%	96,0%	4,0%	97,9%	2,1%	99,3%	0,7%

2016 Ayar Vidası ürün kalite adeti	
Toplam Kaliteli	Toplam Kalitesiz
4560774	29950



Şekil 4.6 Ürün 549 ekipmanlarının kalite durumu gösterimi

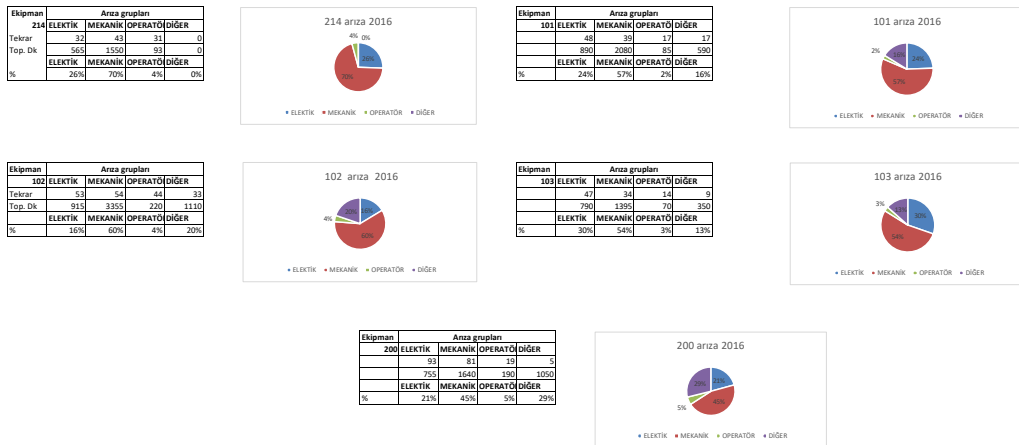
Eksenel kaçıklıkların yarattığı boyutsal biçim hataları, düzlemlerde koniklik olduğunu belirten değerlere rastlanması veya dairesel formlarındaki ovalliği belirten değerler, tolerans değerlerini aşmaktadır. Bu kalite değerlerindeki değişim, ekipmanın birçok sebepten dolayı oluşan durumlarının, performansına etkileri sonucu gerçekleşmektedir. Kalite kayıplarının genel dağılımını gösteren veri çizelge 4-28’de yer almaktadır.

Çizelge 4.28 Ürün 549 için kalite kayıp durumu

2016 549 ürün kalite adeti	
Toplam Kaliteli	Toplam Kalitesiz
4560774	259950

#### 4.7.1. Ürün 777 ekipmanlarının arıza dağılımı

Ürün bazında incelemede ekipmanların arıza dağılımında, arızaların yarattığı kayıp zamanlar ve arızaların gruplandırması her ekipman için ayrı ayrı ele alınmış ve genel bir inceleme için son olarak tek bir gösterimde şekil 4-7’de belirtilmiştir.



Şekil 4.7 Ürün 777 ekipman arızaları

Ekipmanlarda gruplanan Mekanik, elektrik operatör ve diğer grupları, ekipmanlar bazında dağılımları farklılık göstermektedir. Bu durum, ekipmanları oluşturan birleşenlerin özellikleri, tasarımı ve operatör hareketleri

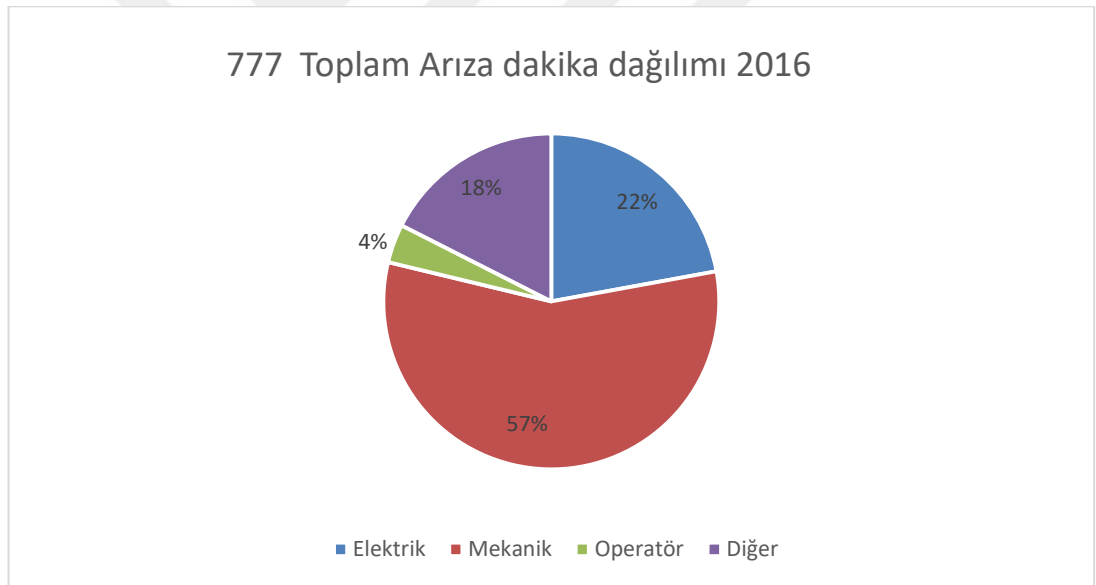


gibi diğer faktörler yanında ekipmanların bakımları ile yakında ilişkilidir. 214 numaralı ekipman için mekanik grup %70 iken 103 numaralı ekipmana ait mekanik arıza oranı %54 olarak yansımaktadır. Aralarındaki farklar arasında ortak ilişki, arızaların düzensiz bakımlara bağlı bir durum olmasıdır.

Genel olarak gözlük ürünü için oluşturulan arıza kaybı çizelge 4-29'da ve şekil 4-8'de görülmektedir. Bu veriler işletme kaybı için yekûn olarak ele alınmıştır.

Çizelge 4.29 Ürün 777 ekipmanların arıza grubu dağılımı

	2016 toplam 777 dakika kaybı				
Arıza Grubu	Elektrik	Mekanik	Operatör	Diğer	Toplam
Dakika	3915	10020	658	3100	17693
%	22%	57%	4%	18%	



Şekil 4.8 Ürün 777 ekipman arıza dağılım grafiği

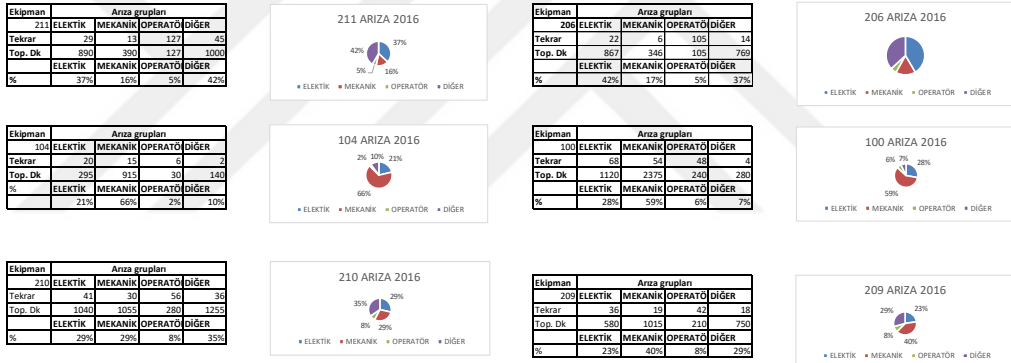
İşletmeye yarattığı kayıp çizelge 4-30'da yer verildiği gibi 12,28 gün olarak ortaya çıkmaktadır. Rekabet etmek ve karlılığı sağlamak için büyük bir kayıp göstergesi olarak tabloya yansımaktadır.

Çizelge 4.30 Ürün 777 ekipman arızalarının kayıp sonucu

Arıza kayıplarının zaman gösterimi		
Toplam sene dakika kaybı	Saat	Gün
17693	294,8833	12,28681

#### 4.7.2. Ürün 549 ekipmanlarının arıza dağılımı

Ürün 549 arıza verilerinde ekipmanlarda arızaların değişimi planlanan bakıma ne derece gerçekleştirildiğine bağlı bir durum olduğunu ileriki bölümlerde yer alan karşılaştırma verilerinde açıklanacaktır. Ancak bu durum kayıp tespiti için ele alınmış ve tablo c te gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Ürün 549 ekipman arızaları

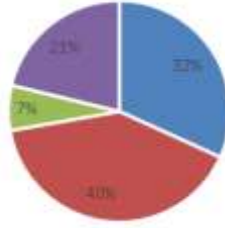
Görüleceği üzere ürün bazında alınan ekipmanların oluşturduğu arıza gruplarının toplam gruplandırılmış dağılımı şekil 4-9 da belirtilmiştir. Her ekipman birleşenleri ve özellikleri farklı olmasına karşın yarattığı kaybın toplam sonucu belirtilen tabloda yer verilmiştir. Dağılım çizelge 4-31 de görüleceği üzere en büyük oranı %40 mekanik %32 elektrik %21 diğer ve %7 ile operatör olarak görülmektedir. Operatör payı az olmasına karşın diğer gruplara etkisinin ilişkisi olacağı göz önünde bulundurularak incelenebilir ancak operatörlere bu durumun ilişkisini incelemek için gerçekleştirilmiş geçmiş bir eğitim olmadığından şu veriler ile ilişki incelemesi gerçek verileri bize yansıtmayacaktır. Ancak uygulamanın ileride anlatılacak olan kısımlarında

operatörlere planlanan eğitimin sonucundaki etkileri değişim oranı olarak bize yansıyacağını belirtebiliriz.

Çizelge 4.31 Ürün 549 ekipmanların arıza grubu dağılımı

2016 toplam 549 dakika kaybı					
Arıza Grubu	Elektrik	Mekanik	Operatör	Diğer	Toplam
Dakika	4792	6096	992	3194	15074
%	32%	40%	7%	21%	

549 Toplam Arıza Dakika Dağılımı 2016



Şekil 4.10 Ürün 549 ekipman arıza dağılım grafiği

Ürün bazında incelediğimiz üzere elde edilen veriler dâhilinde çizelge 4-32’de görüleceği gibi, 549 için kayıp günümüz 10,46 olarak 2016’daki arızaların yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

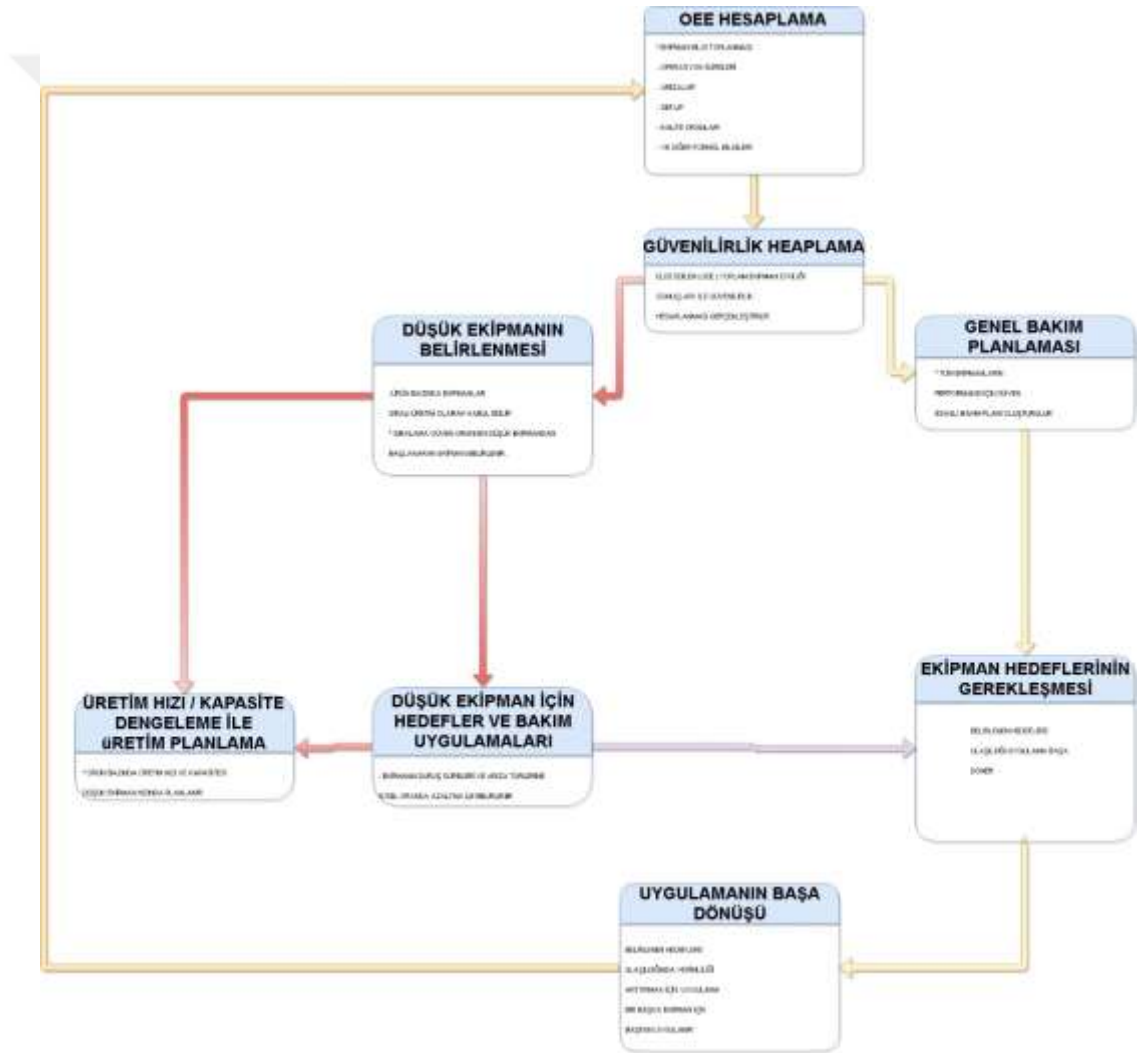
Çizelge 4.32 Ürün 549 ekipman arızalarının kayıp sonucu

Arıza kayıplarının zaman gösterimi		
Toplam sene dakika kaybı	Saat	Gün
15074	251,2333	10,46806

#### 4.8. Güvenilirlik Odaklı Yaklaşım ile Ekipmanın Belirlenmesi

İşletmeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi önceki bölümlerde aktarılan bilgiler ışığında ele alınmaktadır. Önerilen iyileştirme yöntemini; işletmesini verimli hale getirmek için teknoloji yatırımı yapamayan veya yatırım konusunda yeterli kaynak, bilgi ve zaman ayırma için kararsız kalan ancak verimliliğini iyileştirmeyi amaçlayan işletmeler için örnek bir çalışma olması niteliğindedir.

Uygulama ilk aşaması veri toplamadır. Toparlanacak veriler uygulamadaki diğer aşama ile toplam ekipman etkinliği hesaplanmaktadır. Ekipmanların etkinliği kalite kayıpları hazırlık kayıpları ve diğer kayıpların etkileri, bize ekipmanın durumu hakkında değerlendirme olanağı sağlamaktadır. Ancak ekipmanın geliştirilmesi için, içeriğindeki birleşenler etkinlik seviyesini sağladığından, iyileştirmenin hedefleneceği ekipmanın seçimindeki göstergenin, üretime daha yoğun etkisi olan yönde yaklaşılması doğru olacaktır. Uygulama gösterimi şekil 4.11’de ifade edilmiştir.



Şekil 4.11 Uygulama yaklaşımı adımları ve ilişki gösterimi

Bu bakımdan TEE hesaplaması yanında güvenilirlik düzeyi hesaplanmıştır. Hesaplama, güven seviyesi göstergesi oluşturularak, üretimde planlanan zaman

ve akışı aksatması muhtemel, güvenilirliği en düşük ekipmanın seçimini sağlamaktadır.

Seçilen ekipmanın üretimin hızını belirleyen faktör olduğu, planlamaya bilgi yansıtır. Üretim planlama, düşük ekipmanın üretim hızına bağlı planlamalarını düzenleyerek, müşteriye teslim tarihlerinin verilmesini sağlar. Ayrıca güven seviyesi en düşük ekipmanın seçimini oluşturur. Tespit edilen ekipmana çeşitli yöntemler ile birlikte performans geliştirme hedefleri atanması gerçekleştirilebilir. Daha etkin bir hedefleme için arıza türleri ve etkileri analizi ile birlikte hedefler belirlenebilir. Çalışmanın gerçekleştirildiği işletme yapısında etkin bir bakım planı uygulanmamasının yanında FMEA geçiş süreci çok uzun ve uygulanmasında 16949 belgesinin olmayışı veya yalın uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmayışı önemli bir kısıttır. Bu bakımdan basit bir hedefleme gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple %sel başarı oranı ile hedeflenerek uygulamaya başlanmıştır.

Bakım planı ve bakımların takibi için formlar eklerde Şekil B-1, Şekil B-2 ve Şekil B-3'te yeni formatların ile yer almaktadır. Aylık ve yıllık bakımlar için hizmet sağlayıcıların deneyim ve hızlı servis düzeyi göz önüne alınarak anlaşmalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bakım uygulamaları ile sonuçlara bağlı veriler ay ve ay takip edilerek değerler kayıt altına alınmıştır. Belirlenmiş hedef düzeyi ile karşılaştırılan süre içerisinde varılması amaçlanmıştır. Hedefe ulaşılması veya belirlenen zaman dilimine gelinmesi sonucunda, uygulamanın adımları başa dönerek yeni düzeyler ve ekipmanlar belirlenir. Hedef için belirlenen bitiş zamanı, bakım planı çizelge 4-37'de görülmektedir.

Sıralı akış yöntemi ile üretilen ürünlerin güvenilirlik hesaplaması ile OEE hesaplaması çizelge 4-33'te belirtilmiştir. Aynı çizelgede verimliliği arttırmak için hedef ekipmanın belirlenmesinde sistem güvenilirliği göz önünde bulundurularak iyileştirme yapılacak ekipman belirlenmiştir. Belirlenen ekipman, aynı zamanda üretim için planlamada üretim hızının hesaplanmasında baz alınacak olan ekipman olmaktadır.

Çizelge 4.33 Ürün 777 ekipman durumları ve seçim sırası

777 2016 OEE ve Güvenilirlik hesaplama tablosu										
Testere 214			CNC Kaba 102		CNC Finiş 101		CNC pim 103		Elek. Kaynak 200	
Aylar	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE
1	67,32	63,83	78,1	66,52	47,39	43,31	49,79	46,29	52,37	45,7
2	66,87	63,75	72,72	67,21	47,33	43,13	49,84	46,11	49,64	46,22
3	68,36	63,92	76,6	65,09	46,46	43,57	48,76	45,88	50,18	46,87
4	66,81	64,04	72,94	66,31	47,9	42,95	50,46	45,31	53,02	46,91
5	66,9	63,74	76,1	65,75	46,75	43,58	48,81	46,65	49,95	46,76
6	67,63	63,87	71	66,64	47,4	43,65	48,65	46,65	50,14	46,46
7	68,54	63,89	74,78	66,43	45,51	43,81	50,47	46,93	52,24	47,49
8	66,32	63,72	73,71	66,24	47,45	43,95	49,98	46,84	51,11	47
9	67,88	63,77	70,96	66,34	47,39	43,74	48,57	46,52	50,13	46,1
10	66,32	63,93	71,48	65,95	46,1	43,97	48,56	45,36	49,76	46,77
11	65,78	64,02	73,34	65,8	47,4	43,13	49,49	46	50,54	46,96
12	66,99	63,93	71,84	66,51	46,83	43,63	49,27	47,05	51,42	46,56
<b>Ortalama</b>	<b>67,14333333</b>	<b>63,8675</b>	<b>73,630833</b>	<b>66,2325</b>	<b>46,9925</b>	<b>43,535</b>	<b>49,3875</b>	<b>46,29917</b>	<b>50,875</b>	<b>46,65</b>
<b>Güvenilirlik</b>	0,67		0,74		0,47		0,49		0,51	
<b>Oee</b>		0,64		0,66		0,44		0,46		0,47
<b>iyileştirme sıralaması</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	

Kırmızı renk ile belirtilmiş sıralama numaralarından 1 numaralı ekipman CNC finiş operasyonu gerçekleştiren 101 ekipmandır. Ekipman için %'sel artış olarak hedefler belirlenmiştir. Ekipman için belirlenen hedefler 4.8.1 bölümünde aktarılan şekil 4-12'de yer almaktadır.

Bir diğer ürün olan 549 - Ayar vidası için yapılan hesaplamalar çizelge 4-34'te yer almaktadır.

Çizelge 4.34 Ürün 549 ekipman durumları ve seçim sırası

549 2016 OEE ve Güvenilirlik hesaplama tablosu												
Eksantrik press 211			Frikasyon press 206		CNC Torna Kaba104		İşleme Mrk. Delik 100		Diş Açma Ovalma 210		Kanal Açma 209	
Aylar	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE
1	46,33	43,18	55,66	49,79	53,45	50,54	57,23	53,57	53,88	50,65	52,28	50,4
2	47,03	42,89	55,64	50,22	52,44	50,32	57,48	53,51	53,74	50,65	54,83	50,07
3	46,29	44,34	54,64	49,27	52,01	49,9	58,93	53,44	54,33	50,39	52,54	50,44
4	48,81	46,07	59,59	56,47	52,56	49,03	58,26	53,37	53,94	50,61	53,71	50,38
5	50,91	46,49	56,47	49,26	51,15	48,42	58,22	53,74	53,47	50,57	53,21	50,09
6	45,12	40,63	59,51	48,84	50,54	48,24	58,32	53,1	55,08	50,45	52,05	50,35
7	45,85	43,27	61	56,55	53,9	50,66	57,68	53,73	52,62	50,72	52,63	50,31
8	47,89	45,69	60,45	53,47	51,78	48,76	58,76	53,9	53,54	50,63	53,22	50,13
9	45,33	43,49	57,83	49,85	50,68	48,98	56,36	53,92	55,93	50,38	51,77	50,38
10	48,72	45,93	58,7	53,82	50,51	48,79	56,55	53,9	52,33	50,75	52,17	50,45
11	45,38	42,61	60,12	57,14	51,59	48,42	59,02	53,56	54,59	50,36	53,26	50,2
12	49,08	46,32	58,56	54,63	52,94	50,63	57,08	53,93	53,23	50,31	52,31	50,2
<b>Ortalama</b>	<b>47,23</b>	<b>44,24</b>	<b>58,18</b>	<b>52,44</b>	<b>51,96</b>	<b>49,39</b>	<b>57,82</b>	<b>53,64</b>	<b>53,89</b>	<b>50,54</b>	<b>52,83</b>	<b>50,28</b>
<b>Güvenilirlik</b>	0,48		0,58		0,52		0,58		0,54		0,53	
<b>OEE</b>		0,45		0,53		0,50		0,54		0,51		0,50
<b>iyileştirme sıralaması</b>	<b>1</b>		<b>5</b>		<b>2</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>3</b>	

Ürün bazlı yaklaşım sonucunda ürün 549 için en düşük ekipman 211 kodlu eksantrik pres olmuş, 777 için 101 kodlu CNC tezgah olmuştur. Ekipmanlardaki bakım uygulamalarının sonuçlarından sonraki bölümde aktarılan hedef değerlere ulaşılması amaçlanmaktadır.

#### **4.8.1. Ekipmanlar için hedefler**

Ekipmanlar için daha önceden bahsedildiği gibi çok daha detaylı hedeflerin belirlenmesi daha etkin bir seviyelere getirmeye yardımcı bir etken olacaktır. Bu yöntemlerin uygulanamayışı, alt yapı eksikliği nedenli olduğunu tekrardan belirtmek gerekli. Bu tarz işletme yapılarına sahip firmaların FMEA teknikleri için mevcut personelin eğitim süreleri kayıp görülmesinin yanında kendi deneyimlerine güvenmesi, uygulamadaki çeşitlendirmenin önüne engel oluşturmuştur. Bu sebeple basit bir geliştirme hedefi amaçlanmış ve yüzdesel oranlar işletme yönetimi doğrultusunda belirlenmiştir.

Seri sistem düşüncesiyle oluşturulan güvenilirliği seviyesi en düşükten en yükseğe ile sıralanan ekipmanlar belirlenmiştir. Ekipman için belirlenen hedefler şekil 4-12'de yer almaktadır.

**RST** EKİPMAN HEDEFLER ve PLAN GÖSTERGESİ

HEDEF DEĞERLERİ

Güvenilirlik hedefi

Arıza Grupları Hedefi

Açıklamalar

Şekil 4.12 Ekipman hedef planı

Ekipman hedeflerinde ve işletme verimliliği artışında hareket ekonomisi, CNC tezgahların program optimizasyonu, israf önleyici üretim felsefesi yaklaşımları gibi uygulamalar da işletme verimliliğine olumlu etki sağlamaktadır ancak bahsedilen diğer uygulamalar dışında sahip olunan varlıklara ilişkin bakım uygulamaları ile kayıplar arasındaki ilişki incelenerek üretim ekipmanlarının üzerinde çalışma yapılmasına öncelik verilmiştir.

Uygulamanın yapıldığı işletme bünyesinde personele hedeflerde belirtilen yetkinliği arttırmak için eğitimler gerçekleştirilmiştir. Ekipmanların verilerinde elde edilen göstergelerden kalite oranı, operatör hatası, operasyon süreleri geliştirmek için gerçekleştirilen eğitimlere dair katılım formları eklerde şekil B-4 te görülmektedir.

Ekipmanların güven göstergeleri ile sıralanarak, oransal güvenilirlik seviyeleri artışı hedeflenmiştir. Şekil 4.35'te görüldüğü üzere, 211 ekipmanın güvenilirlik seviyesi %47,23 ve 101 ekipmanın %46,99 iken, gösterimde kolaylık olması için %47 seviyesinde tabloda belirtilmiş, hedef artış oranı %30 olarak verilmiş



ulaşılmak istenen değer %61. 1 seviyesi olarak tabloda yuvarlanmış olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.35 Güvenilirlik hedef göstergesi

<b>Güvenilirlik hedefi</b>					
Ürün	EKİPMAN	Sıralama	GÜVENİLİRLİK %	Güvenilirlik % artış Değ.	Ulaşılacak % değer
a.vida	60 ton 211	1	47	30	61,1
a.vida	160 ton 206	5	59	5	61,95
a.vida	CNC 104	2	52	15	59,8
a.vida	İşleme Merkezi 100	6	58	5	60,9
a.vida	Diş (ovalama) 210	4	54	5	56,7
a.vida	Kanal Açma 209	3	52	10	57,2
Numun	CNC 105				
GZL	Testere 214	4	67	5	70,35
GZL	CNC 102	5	74	5	77,7
GZL	CNC 101	1	47	30	61,1
GZL	CNC 103	2	49	15	56,35
GZL	Kaynak 200	3	51	10	56,1

Belirlenen oransal artış hedeflerine bağlı olarak, arıza gruplarına da yansıtılmıştır. Bir başka açıdan operatörlerin etkinliklerinin artırılmasında gerçekleştirilecek eğitimler hem FMEA altı yapısının oluşturulması, hem de ulaşılmak istenen hedefe etki yapacağı göz önüne alınmıştır. Bu noktada detaylar çizelge 4-36 da görülmektedir.

Çizelge 4.36 Personel eğitim hedefi göstergesi

<b>Hedefler için belirlenen yıllık eğitim planında ki eğitim ve hedef saati</b>		
Operatör eğitimi	Adam Saat	18 Kısım: Üretim çalışanları
Eğitim konusu	Süre	Açıklama
Cnc torna makine kullanımı Bakım	5	Makine bileşenleri, iş bağlama, Aparatların kullanımı, kesici uçların kullanımı, Programlama, operatör bakımı ve arızalara müdahale
Preslerin kullanımı ve Bakımı	5	Ekipman bileşenleri, iş bağlama, şekillendirme aparatları kullanımı, operatör bakımı ve arızalara müdahale
Endüstriyel ölçme tekniği	3	ölçüm aletleri, ölçüm alanları, ölçüm okuma, Ekipmanın doğruluğu, Ekipmanın bakımı
Temizlik, güvenlik ve çevre kullanımı	3	İş alanında düzen ve temizlik, olası kaza riskleri, KKD kullanımı, Kazalarda müdahale, Atıklar ve ayrıştırma
Malzeme bilgisi	2	Malzemelerin, sınıflandırılması, tespiti ve özellikleri

Ekipmanlara dair bakım planları çizelge 4-37 de yer verildiği üzere gerçekleştirilmektedir. Her operatör çalıştığı makinelere verilen günlük haftalık aylık ve yıllık bakım formlarındaki talimatlara göre gerçekleştirmiştir. Günlük ve haftalık formlarda belirtilen talimatların gerçekleştirildiğinin kontrolleri kalite müdürü, üretim müdürü veya her ikisi tarafından denetlenmektedir. Formda uygulamanın gerçekleştiğine dair doğrulama karşılığında tik kutucuklarında işaretlenmektedir.

Çizelge 4.37 Ekipman bakım planı

RST		EKİPMAN BAKIM PLANI									
GRUP	YER	NO	YER	NO	YER	NO	YER	NO	YER	NO	YER
GİRİŞ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MONTAJ	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
OPERATÖR / KALİTE GÖZETKİ / ÜRETİM MÜDÜRÜ	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
A	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Y	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
K	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
S	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
D	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

Uygulamada kullanılan formlar örnek olarak ekler bölümünde yer verilmiştir. Bakımlardaki servislerin gerçekleştirdiği çalışmaların denetimi için operatör de dahil edilmiş hem ekipmanı için eğitim niteliğinde faydası olmuş hem denetimde ilgili müdürlerin yanında personelin gözleyerek doğrulaması için kanıt sağlamıştır.

## 5. UYGULAMA SONUCU

### 5.1. Arızalanmada Değişimler

Yapılan bakımlar ile gerçekleşen arızaların 2016 ve 2017 kıyaslaması yine ürünler bazında ele alınmıştır. Çalışma sonrası gerçekleşen arıza grupları ve toplamda gün kayıpları 549 ürün için çizelge 5-2 de görüleceği üzere 2016 da 8 iken, 2017 de 1 ,89 olarak; 777 ürün için çizelge 5-1 de 2016'da 6.3 iken 2017 içinde 2,9 değerine gelinmiştir.

Çizelge 5.1 Ürün 777 arıza geçmişi karşılaştırması

2016						2017					
Toplam 7 aylık dakika kaybı		saat	gün			Toplam 7 aylık dakika kaybı		saat	gün		
9082		151,3666667	6,306944444			4304		71,73333333	2,988888889		
elektrik	mekanik	operatör	diğer	toplam		elektrik	mekanik	operatör	diğer	toplam	
2115	4970	257	1740	9082		840	2005	89	1370	4304	
%	23%	55%	3%	19%		%	20%	47%	2%	32%	

777 ürün bazında arıza kayıpları karşılaştırması

Çizelge 5.2 Ürün 549 arıza geçmişi karşılaştırması

2016						2017					
Toplam 7 aylık dakika kaybı		saat	gün			Toplam 7 aylık dakika kaybı		saat	gün		
11616		193,6	8,066666667			2731		45,51666667	1,896527778		
elektrik	mekanik	operatör	diğer	toplam		elektrik	mekanik	operatör	diğer	toplam	
3630	4159	612	3190	11591		645	1352	164	570	2731	
%	31%	36%	5%	28%		%	24%	50%	6%	21%	

549 ürün bazında arıza kayıpları karşılaştırması

### 5.2. Ekipman Güvenilirlik Seviyeleri Değişimi

Yapılan çalışma sonrasında 549 ürün üretim ekipmanlarında yaşanan güvenilirlik ve TEE değişim oranları çizelge 5-3 te gözlenmektedir. Her

ekipmanda uygulama sonrasında güvenilirlik ve TEE değerlerinde artış gözlenmiştir.

Çizelge 5.3 Ürün 549 TEE ve güvenilirlik geçmiş karşılaştırması

2016												
211			206		104		. 100		210		209	
Aylar	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE
6	45%	41%	59%	49%	51%	48%	58%	53%	55%	50%	52%	50%
7	46%	43%	61%	57%	54%	51%	58%	54%	53%	51%	53%	50%
8	48%	46%	60%	53%	52%	49%	59%	54%	54%	51%	53%	50%
9	45%	43%	58%	50%	51%	49%	56%	54%	56%	50%	52%	50%
10	49%	46%	59%	54%	51%	49%	57%	54%	52%	51%	52%	50%
11	45%	43%	60%	57%	52%	48%	59%	54%	55%	50%	53%	50%
12	49%	46%	59%	55%	53%	51%	57%	54%	53%	50%	52%	50%
<b>Ortalama</b>	<b>47%</b>	<b>44%</b>	<b>59%</b>	<b>53%</b>	<b>52%</b>	<b>49%</b>	<b>58%</b>	<b>54%</b>	<b>54%</b>	<b>51%</b>	<b>52%</b>	<b>50%</b>
2017												
211			206		104		. 100		210		209	
Aylar	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE
6	47%	45%	62%	60%	55%	54%	65%	62%	57%	56%	60%	57%
7	50%	48%	68%	67%	61%	59%	64%	63%	57%	56%	65%	64%
8	51%	50%	74%	72%	61%	60%	65%	63%	59%	57%	67%	66%
9	52%	51%	80%	73%	59%	59%	65%	64%	59%	57%	66%	66%
10	53%	51%	69%	68%	61%	61%	65%	64%	59%	58%	69%	68%
11	52%	51%	68%	67%	63%	62%	64%	64%	58%	57%	67%	66%
12	53%	51%	76%	74%	63%	62%	66%	65%	59%	58%	69%	68%
<b>Ortalama</b>	<b>51%</b>	<b>50%</b>	<b>71%</b>	<b>69%</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>	<b>65%</b>	<b>64%</b>	<b>58%</b>	<b>57%</b>	<b>66%</b>	<b>65%</b>

Tabloda 211 ekipmanı için belirlenen hedef %61.1 değerinde olduğunu aktarmıştık. Tabloda görülen değer %51 olarak aktarılmıştır. Bu hususta hedefe varılmak için istenen süre 12 aylık periyot içerisinde. Ancak karşılaştırma için 7 aylık veriler ele alınarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu süre açısından yaklaşımın sonuçlarının göz önünde tutulmasına dikkat çekmek isterim.

Çizelge 5.4 Ürün 777 TEE ve güvenilirlik geçmiş karşılaştırması

2016										
Aylar	214		102		101		103		200	
	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE	Güvenilirlik	OEE
6	68%	64%	71%	67%	47%	44%	49%	47%	50%	46%
7	69%	64%	75%	66%	46%	44%	50%	47%	52%	47%
8	66%	64%	74%	66%	47%	44%	50%	47%	51%	47%
9	68%	64%	71%	66%	47%	44%	49%	47%	50%	46%
10	66%	64%	71%	66%	46%	44%	49%	45%	50%	47%
11	66%	64%	73%	66%	47%	43%	49%	46%	51%	47%
12	67%	64%	72%	67%	47%	44%	49%	47%	51%	47%
<b>Ortalama</b>	<b>67%</b>	<b>64%</b>	<b>72%</b>	<b>66%</b>	<b>47%</b>	<b>44%</b>	<b>49%</b>	<b>46%</b>	<b>51%</b>	<b>47%</b>
2017										
Aylar	güvenilirlik	OEE	güvenilirlik	OEE	güvenilirlik	OEE	güvenilirlik	OEE	güvenilirlik	OEE
6	68,66%	66,91%	72,24%	68,20%	62,33%	60,48%	56,83%	55,24%	57,86%	52,58%
7	72,88%	69,78%	71,57%	68,73%	64,31%	62,28%	58,00%	56,63%	56,37%	53,33%
8	71,11%	69,93%	70,66%	69,02%	64,09%	62,76%	59,09%	56,63%	58,23%	54,28%
9	74,81%	73,02%	71,06%	69,87%	64,17%	63,13%	54,99%	54,07%	56,01%	54,52%
10	74,21%	72,92%	71,85%	69,90%	65,21%	63,19%	60,63%	60,17%	54,11%	53,56%
11	74,69%	72,90%	71,40%	70,57%	66,81%	64,03%	61,31%	60,57%	56,61%	53,99%
12	75,40%	72,97%	74,27%	71,98%	66,48%	64,67%	62,83%	60,95%	57,78%	55,99%
<b>Ortalama</b>	<b>73%</b>	<b>71%</b>	<b>72%</b>	<b>70%</b>	<b>65%</b>	<b>63%</b>	<b>59%</b>	<b>58%</b>	<b>57%</b>	<b>54%</b>

777 ürün için üretimde kullanılan ekipmanlardan güven seviyesi düşük olan 101 numaralı ekipman için iyileştirme hedefi %61.1 belirlenmişti. Daha önce de aktarılan bilgilerde dile getirdiğimiz gibi, her ekipmanın tasarımı, bakım kolaylığı faktörleri ile haricen işletmelerin üretim için uyguladığı yardımcı aparatlardan kaynaklı durumlar da değişimleri etkilemektedir. 101 numaralı CNC ekipmanında gerçekleşen uygulamalar ile performans ve güven seviyeleri hedeflenen değer üzerine çıkarak güven seviyesi %65 olduğu çizelge 5-4'te görülmektedir. Yine uygulamaların yanında operatörlerin gelişimleri de oranlardaki değişimi etkilediği gözlenmiştir.

Özet çizelge 5-5 te yer alan iyileştirme hedef oranında en yüksek değer verilen 206 ve 101 ekipmanlarının, uygulama sonucunda 2016 Haziran - aralık veri sonuçları ile uygulama sonrası 2017 Haziran sonuçlarından elde edilen değişimi gözlemlenebilmektedir.

Çizelge 5.5 Ürünler bazında TEE ve güvenilirlik değişim özeti

SENELER	549 ürün ekipmanların Ortalama Güvenilirlik ve OEE değişim özet tablosu											
	211		206		104		100		210		209	
	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE
2016	47%	44%	59%	53%	52%	49%	58%	54%	54%	51%	52%	50%
2017	51%	50%	71%	69%	60%	60%	65%	64%	58%	57%	66%	65%

SENELER	777 ürün ekipmanların Ortalama güvenilirlik ve OEE değişim Tablosu									
	214		102		101		103		200	
	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE	Güven	OEE
2016	67%	64%	72%	66%	47%	44%	49%	46%	51%	47%
2017	73%	71%	72%	70%	65%	63%	59%	58%	57%	54%

Elde edilen verilerin bize işletmelerin varlıklarındaki gerçekleştirilen bakım uygulaması sonucu, güven düzeyini ve verimlilik için ekipmanların etkinliklerinde artış sağladığı görülmektedir.

### 5.3. Sipariş Teslimlerine Etkisi

Gerçekleştirilen uygulama sonuçlarında işletmenin müşterilerine sağladığı servis düzeyindeki etkisi incelendiğinde, ürünlerin sipariş teslim tarihlerine ilişkin değişimi çizelge 5-6'da sonuçlardaki değişimleri.

Çizelge 5.6 Sipariş teslimlerinde değişimler

2016										
Aylar	6	7	8	9	10	11	12	Toplam	%	
Ürün tanımı	777									
Zamanında teslim	2		1		1			4	12,50%	
Geç teslim	5	4	3	5	5	4	2	28	87,50%	
Geçiken gün toplamı	7	3	4	5	6	3	4	32		
Erken gün										
Toplam sip. Parti adeti	7	4	4	5	6	4	2	32		
Ürün tanımı	549									
Zamanında teslim			1		2		1	4	12,50%	
Geç teslim	2	5	2	4	5	4	6	28	87,50%	
Geçiken gün toplamı	3	3	5	3	6	5	5	30		
Erken gün										
Toplam sip. Parti adeti	2	5	3	4	7	4	7	32		

777 Teslimat Durumu

549 Teslimat Durumu

2017										
Aylar	6	7	8	9	10	11	12	Toplam	%	
Ürün tanımı	777									
Zamanında teslim	4	3	5	4	3	5	3	27	87,10%	
Geç teslim	1	1			1		1	4	12,90%	
Geçiken gün toplamı	2	1			1		3	7		
Erken gün										
Toplam sip adedi	5	4	5	4	4	5	4	31		
Ürün tanımı	549									
Zamanında teslim	3	4	5	4	3	4	4	27	93,10%	
Geç teslim	1	1						2	6,90%	
Geçiken gün toplamı	1	2						3		
Erken gün										
Toplam sip adedi	4	5	5	4	3	4	4	29		

777 Teslimat durumu

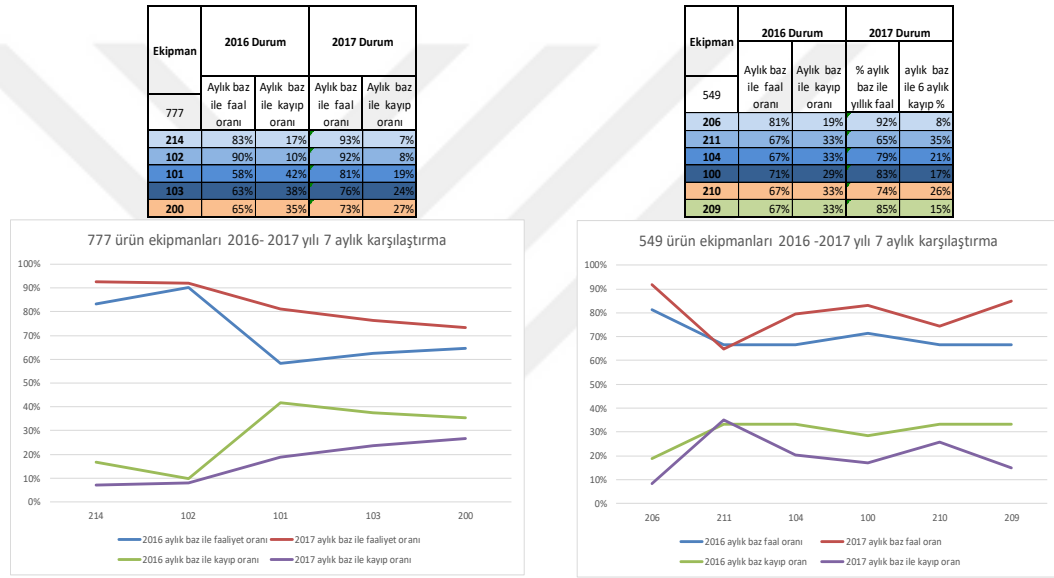
549 Teslim durumu

Ekipman uygulamalarının dışında zamanında teslim etki yapan faktörler bulunmaktadır. Bunlarla ilişkin sipariş bilgilerinin doğru aktarılması, nakliye firmasından kaynaklı gecikmeler, gümrük sorunları ile ilgili gecikmeler gibi nedenler örnek olarak verilebilir. İşletmeye müşteriler senelik bazda siparişleri aylık sevkini istedikleri tarihleri belirtilmiş programlar olarak bilgilendirmektedir. Dolayısı ile bu verilerde sipariş bilgilerinin yanlış aktarılması veya nakliye firmasındaki yaşanan organizasyonsuzluk etkisi veya bağlı olarak gümrük operasyonlarındaki gecikmeler değil, üretimdeki yaşanan kayıplar nedeniyle ortaya çıkan gecikmeleri yansıtmasıyla elde edilmiştir.

Müşteri servis düzeyine etkileri yapılan uygulamalar sonrasında 2016 da 777 ürün zamanında teslimat oranı 7 aylık gözlemde %12,50 geç sevkiyatlar %87,50'dir. 549 ürün incelendiğinde sonuçlar aynı oranlardadır. 2017 yılında uygulama sonucunda karşılık gelen aylara ilişkin değişimler 777 üründe Zamanında teslim %87,10 geç teslim %12,90 olarak yansırken; 549 üründe zamanında teslim 93,10 geç teslim %6,90 gözlenmiştir.

#### 5.4. Ekipman Faal Oranına Etkisi

Bir diğer etkilendiği faktör ise kapasite durumudur. Çalışmanın yarattığı kapasitedeki değişim oranları Şekil 5-1'deki veriler ile özetlenmiştir. Kapasite değişimlerindeki artışlara yalnızca ekipmanların bakım uygulamaları sonucu azalan arızaları değil, operatörlerin etkinliğini artması sonucunda da geliştiği aktarılan operatör hatalarındaki azalış oranları ile Kurulma ve hazırlık sürelerindeki tekrarların azalmasına bağlı olduğu öngörülmüş etkilerindedir.



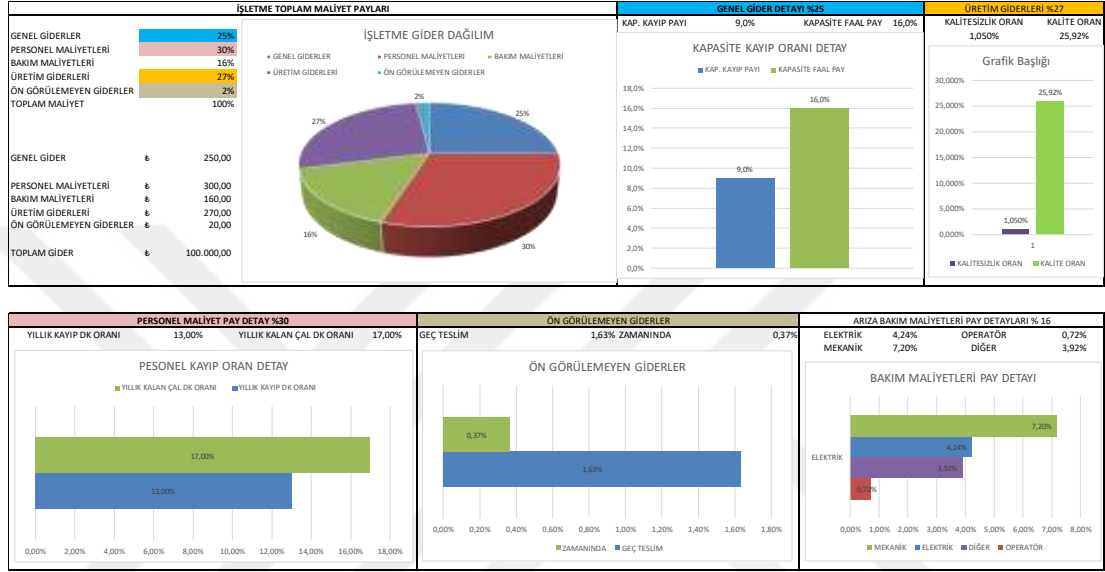
Şekil 5.1 Ekipman faaliyet oranları değişimi

Görüldüğü üzere ekipmanların 7 aylık 2016 -2017 kapasite oranlarına etkisi ürün 777 için 101 ekipmanının 2016 yılında aylık bazda faaliyet oranı %63 seviyesinde olmasına karşın uygulama sonrasında 2017 de %81 oranına yükselmiştir. Aynı şekilde 549 ürünü için 2016 da %81 den 2017 yılında %92 seviyesine gelmiştir.



## 5.5. Uygulamanın Finansal Etkisi

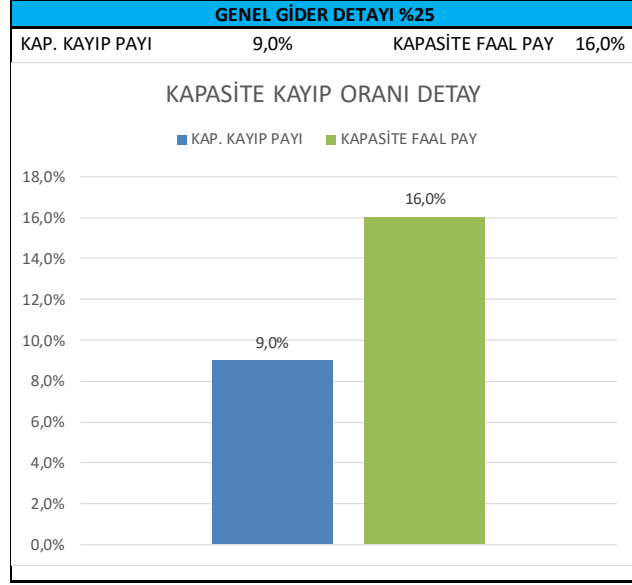
İşletme yapıları ve faaliyetleri gereği finansal dağılım değişiklik göstermektedir. Uygulamanın gerçekleştirildiği işletmenin finansal yapısı Şekil 5-8'de yer aldığı paylara dağıldığı işletmenin muhasebe departmanında tespit edilmiştir.



Şekil 5.2 Kayıpların 2016 finansal etkisi

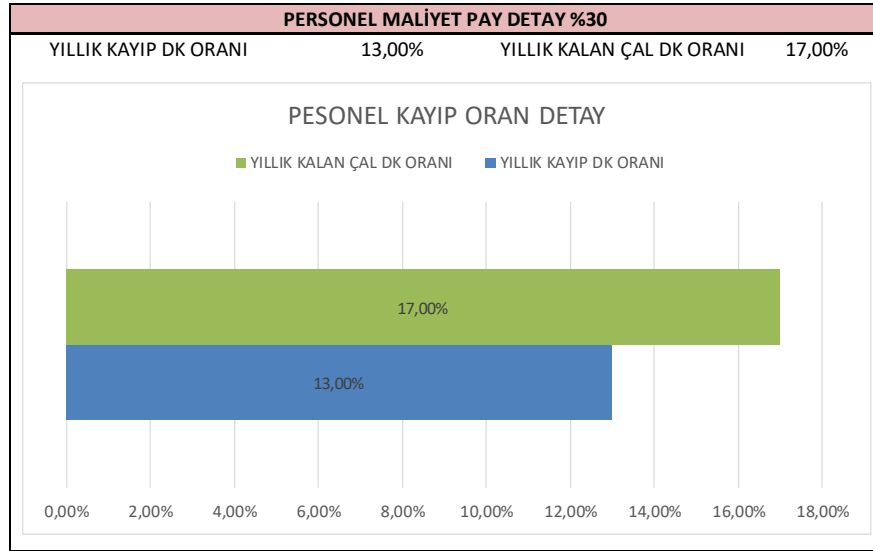
Finansal etkilerde belirtilen tanımlamalar, kayıpların finansal açıdan olarak hangi gruba dahil edildiğini aktarmaktadır. Alışılmış muhasebe yaklaşımından farklı olarak tanımların yansıttığı kayıpla alt bölümlerde yer verilerek açıklanmıştır.

Genel gider olarak muhasebede işletmenin kira, elektrik su, gibi maliyete etki eden kalemler baz alınır, ancak burada ekipmanların sağladığı bir varsayılan kapasite olarak tanımlanmıştır. Genel giderler gösterge oranı %25 olan bu grubun içinde, kapasite kayıp oranı girmektedir. İçeriğindeki dağılımda %9 ile kayıp oranı ve %16 ile kapasite faaliyet oranı olarak dağılım göstermiştir. Şekil 5-3'te payların dağılımı görülmektedir.



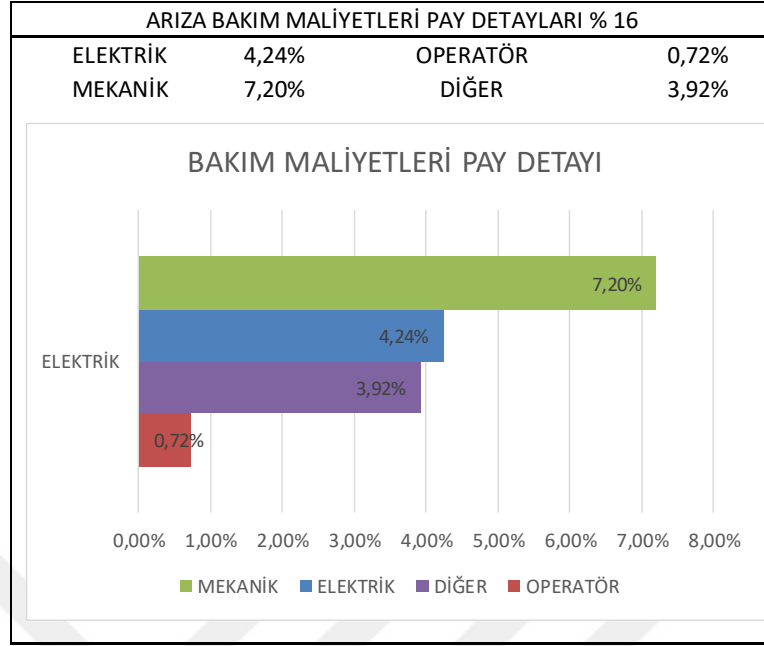
Şekil 5.3 Genel gider pay dağılımı

Personel maliyetleri olarak %30 oranda belirtilen bu grubun içine, yıllık çalışma dakikaları girmektedir. Bu oranda %13 kayıp dakika oranı ile %17 kalan dakika oranı şeklinde yansımaktadır. Personelin üretim için çalışmasını engellediği arızaların yarattığı durum ile çalışma süresi baz alınmıştır.



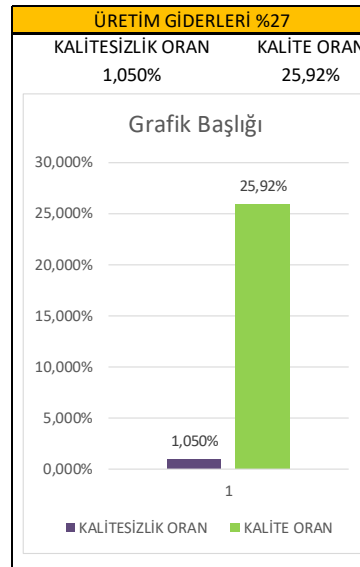
Şekil 5.4 Personel maliyet pay dağılımı

Bakım maliyetleri olarak %16 oranda belirtilen bu grupta, arıza gruplarının maliyet etkisi görülmektedir. Belirtilende arıza duruşlarının kayıp etkisi yansımıştır.



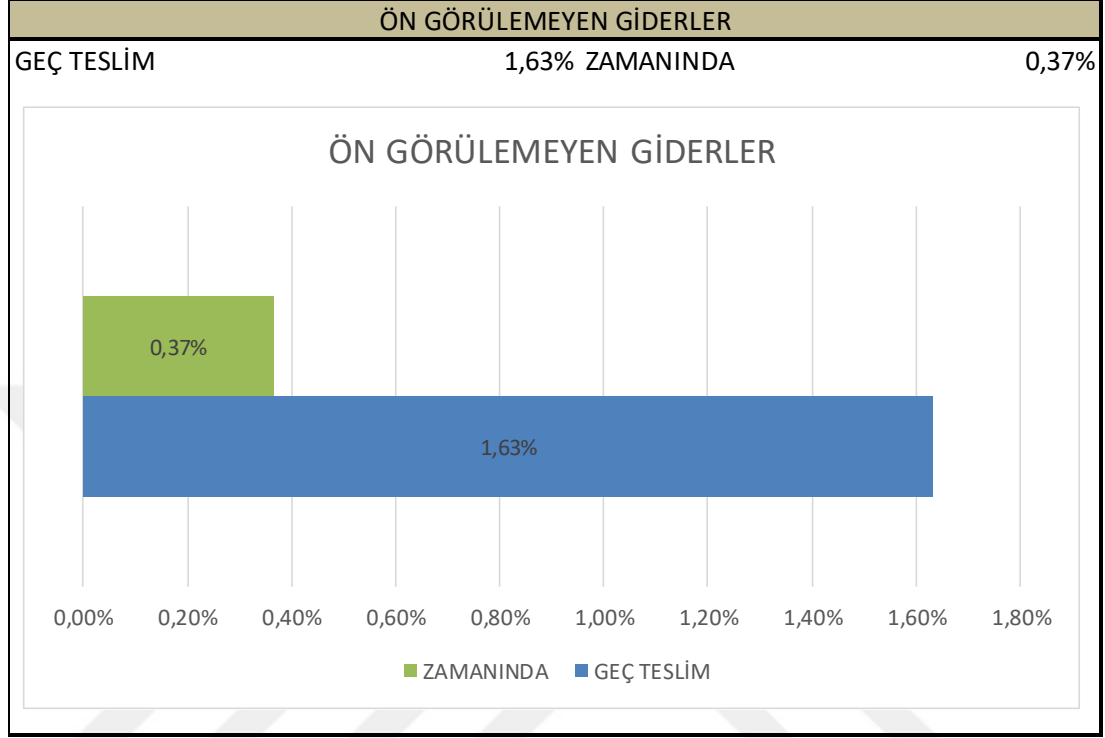
Şekil 5.5 Arıza bakım giderleri pay dağılımı

Üretim giderleri olarak %27 oranda belirtilen bu grupta, dahil edilen girdiler kalitesizlik oranı ve kalite oranıdır. Kalitesiz ürünlerin yarattığı kayıplar ile kaliteli ürün göstergeler baz alınmıştır.



Şekil 5.6 Üretim gideri pay oranı

Öngörülemeyen giderler olarak %2 oranla tanımlanmış bu grup, müşteriye ürünlerin zamanında ve geç teslim oranlarıdır. Geç teslimler ver zamanda teslimler gösterge olarak alınmıştır.



Şekil 5.7 Öngörülemeyen gider pay oranı

İşletmeye yarattığı kayıp için alınan hesap girdileri şekil 5-2'de gösterilmektedir. Bu tabloda görülen değerler işletme öz sermayesi üzerinden hesaplanarak işletme yapısına finansal olarak gider değerleri bulunmuştur. İşletme öz sermayesi temsili olarak alınmış olup dağılımının sonuçlarına çizelge 5-7'de yer verilmiştir.

Çizelge 5.7 İşletme giderine dağılım tablosu

GENEL GİDER	₺	250,00
PERSONEL MALİYETLERİ	₺	300,00
BAKIM MALİYETLERİ	₺	160,00
ÜRETİM GİDERLERİ	₺	270,00
ÖN GÖRÜLEMİYEN GİDERLER	₺	20,00
TOPLAM GİDER	₺	100.000,00

Bu bazda alınan dağılım oranları ile yarattığı 2016 yılı için kayıpların maliyet dağılımı çizelge 5-8'dedir. 100.000 sermayede bu senaryoda yaşanan kayıpların mali gideri açıklanmaya çalışılmıştır. Tabloda görüldüğü üzere mali açıdan 631,83 ₺ olarak kayıpların mali değeri ortaya temsili olarak alınan öz sermaye değerine göre bulunmuştur.

Çizelge 5.8 Kayıp paylarının finansal etkisi

KALEM	DETAY	%	HESAPLANAN ORAN
GENEL GİDER PAY	KAP. KAYIP PY	9,0%	22,50
PERSONEL GİDER PAY	KAYP DK. ORANI	13,00%	39,00
BAKIM MALİYET	TAMAMI	16,00%	25,60
ÜRETİM GİDERLERİ	KALİTESİZLİK OR.	1,05%	2,84
ÖN GÖRÜLEMİYEN GİDERLER	ZAMNSZ TESLİM	1,63%	0,33
<b>TOPLAM</b>	<b>AYLIK DURUM</b>		<b>90,26 ₺</b>
<b>Toplam gider</b>	<b>AY 7 SONUÇ</b>		<b>631,83₺</b>

Diğer açıdan uygulamaların sonucunda 2017 yılı verileri ile oluşturulan finansal etkisi çizelge 5-9 da görülmektedir. Oranlardaki değişim işletmenin kayıplarında yüzdesel oranda azalış göstermesine bağlı maliyet etkilerindeki azalmayı göstermektedir.

Çizelge 5.9 Kayıp paylarının 2017 yılı finansal etkisi

KALEM	DETAY	%	HESAPLANAN ORAN
GENEL GİDER PAY	KAP. KAYIP PY	5,0%	12,50
PERSONEL GİDER PAY	KAYP DK. ORANI	6,60%	19,80
BAKIM MALİYET	TAMAMI	11,00%	17,60
ÜRETİM GİDERLERİ	KALİTESİZLİK OR.	0,81%	2,19
ÖN GÖRÜLEMİYEN GİDERLER	ZAMNSZ TESLİM	0,20%	0,04
<b>TOPLAM</b>	<b>AYLIK DURUM</b>		<b>52,13 ₺</b>
<b>Toplam gider</b>	<b>AY 7 SONUÇ</b>		<b>394,89 ₺</b>

Yaşanılan gelişme ile işletme kayıpların önlenmesinde, işletme karlılığına etkisi 2016 - 2017 finansal 7 aylık kar değer, 236,94 ₺ sonucuna ulaşılmıştır.

## **5.6. İşletmenin Endüstri Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi**

Endüstri mühendisliğinin çok disiplinli olması açısından bakıldığında, işletmenin birçok fonksiyonunda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Bu durum için mevcut işletme yapısının personellerin eğitimi ve yenileştirme çalışmaları için zaman ve buna bağlı olarak yapılacak çalışmalar açısından finans kaynağı ayırması gerekmektedir. Bu koşullarda çalışan işletme için daha uygun bir değerlendirmede bulunulması isabet olacaktır. Bu nedenle ilk önce mevcut iş istasyonlarını üretimdeki akışa göre yerleştirilmesi ve ardından mevcut üretim yöntemi yerine israfları azaltan ve gelişimin kalıcı olmasını sağlayan üretim yaklaşımının benimsenmesi doğru olacaktır.

### **5.6.1. İş istasyonları yerleşimlerinin değerlendirilmesi**

İş istasyonları yerleşimlerinin değerlendirilmesi üretimin akışındaki yerleşimlerinin mesafe ve süreleri ölçümlenmiştir. İsraflara konu olan yalnızca ekipmanlar, kalite gibi unsurlar olmamaktadır. Müşteri açısından ödemeye katlanmayacağı işletme için gizli maliyet kalemleri mevcuttur. İş istasyonları arasındaki mesafelerin kısaltılması hem sürenin maliyet etkisine hem de üretim hızında değişikliklere sebep olur.

Bu açıdan işletmenin mevcut yerleşimleri üzerinden gerçekleştirilen operasyon hareketleri ölçümlenerek israf açısından değerlendirmeye alınmıştır. Çizelge 5-10'da mevcut yerleşime göre 549 ürün ve 777 ürün süre ve metre mesafeleri değerlendirilmiştir.

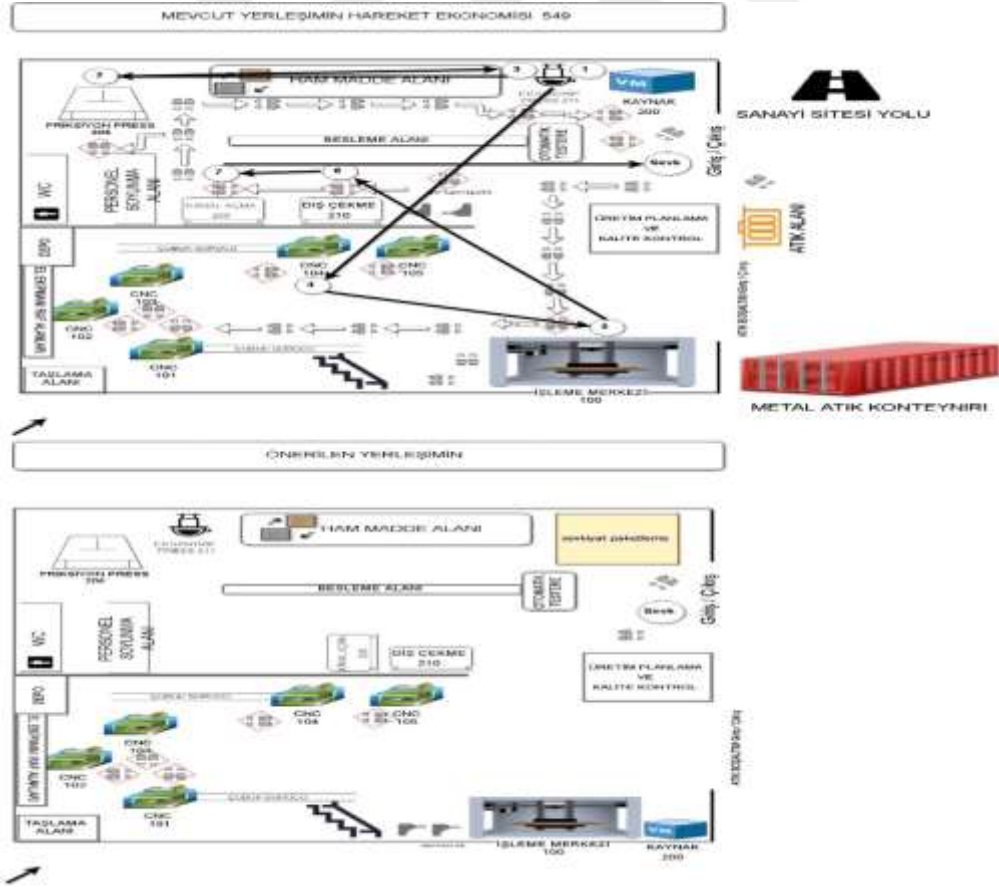
Çizelge 5.10 İş istasyonları mevcut mesafe ve süre göstergeleri

		549 için		777			
		Hareket	Süre, sn.	Metre	Mesafe	Süre, sn.	Metre
		Kesme	0	0	0	0	0
		Friksiyon	14,5	19	30	20	25,5
		Eksantrik	14,5	19	3	2	2,55
		CNC	15	20	29	19	24,65
		İşleme m.	9	12	29	19	24,65
		Ovalama	16	20			
		Kanal	0,5	1			
		Toplam	69,5	90		60	77,35
<b>Gidiş tekrar</b>	15		1042,5	13		780	
		<b>dk.</b>	17,375			13	
<b>Aylık kayıp</b>	21		364,875			273	
		<b>Saat</b>	6,08125			4,55	
<b>Yıllık</b>	12		72,975			54,6	
		<b>Gün</b>	<b>3,040625</b>			<b>2,275</b>	

Veriler göz önünde bulundurularak şekil 5.8' te görüldüğü üzere, yerleşim planı tasarlanmış ve varsayım olarak görülen konumlardan mesafe ve süreler ölçülerek veriler elde edilmiştir. Friksiyon pres konumunun yere sabitlenmiş ayakları olması, yer değiştirme fırsatını olanaksızlaştırmaktadır. Ancak diğer ekipmanların yerleri şekilde belirtildiği konumlarda gerçekleştirilmesi çizelge 5-11'de yer verildiği üzere kazanımlar sağlayacaktır.

Çizelge 5.11 İş İstasyonlarının öneri sonrası mesafe ve süre göstergeleri

		549 için		777		
		Hareket	Süre, sn. Metre	Mesafe	Süre, sn. Metre	
		Kesme	0 0	0 0	0 0	
		Friksiyon	2 3	25 16	21,25	
		Eksantrik	2 3	3 2	2,55	
		CNC	20 26	29 19	24,65	
		İşleme m.	6 8	24 15	20,4	
		Ovalama	6 9			
		Kanal	0,5 1			
		Toplam	36,5 48		52 68,85	
<b>Gidiş tekrar</b>	15		547,5	13	676	
		dk.	9,125		11,26667	
<b>Aylık kayıp</b>	21		191,625		236,6	
		Saat	3,19375		3,943333	
<b>Yıllık</b>	12		38,325		47,32	
		Gün	<b>1,596875</b>		<b>1,971667</b>	



Şekil 5.8 İş istasyonu mevcut ve önerilen yerleşim planı



Yerleşim tasarımının bu şekilde gerçekleştirilmesinde zaman kazanımının yanında yer kazanımı da sağlayacağı anlaşılmaktadır. Farklı konumlandırma kombinasyonları gerçekleştirilebilir ancak ürünlerin üretim akışı göz önüne alınarak en kısa mesafeler için konumlandırma yapılmıştır.

Konumlandırma kısıtlarından bir diğeri ise CNC bölümü ile şekillendirme bölümünü karma hale getirilmemesi göz önünde bulunduruldu. Bu durum işletmenin değerlendirme çalışmasındaki tercihidir. Bu bakımdan uygulanabilir bir yaklaşım ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanımı açılan alanların farklı amaçlar için (ekipman alımı, emniyet stoku alanı, yarı mamul alanı vb.) hazır bulunma imkânı sağlanacaktır.

### **5.6.2. Üretim sisteminde yalın tercihi**

Bir diğeri açıdan üretim sisteminde yalın tercihi önemli konudur. Geçişileride mecbur kılacak olan durumlara bakılırsa, işletme otomotiv sektöründe faaliyet göstermektedir. Çoğu işletme yalın uygulamalar ile işletmesini daha üst noktalara taşıyan uygulamalar ile israfları, karlılığını, stok ve üretim dengeleri ile maliyetlerini kontrol etme imkânı yanında, personelin etkinliğini arttırmasını sağlayan uygulamalar gerçekleştirmektedir. Üretimin daha dengeli hale getirilen yalın sistem yaklaşımı, içinde bulundurduğu yönetim düşünceleri ile sürekli gelişmeyi destekleyen yapıdadır. TVB ve toplam ekipman etkinliği yalın sistemin dinamiklerinden olması ile etkinlik seviyelerini arttıran unsurlardandır.

İşletme açısından şu an sürekli ham madde stoku tutulmaktadır. Bunun da bilindiği üzere stok tutma maliyeti oluşturması işletme açısından bir gizli gider olmaktadır. Emniyet stoku gibi uygulamalar devreye alması finansal açıdan daha rahatlatıcı bir değer oluşturacaktır. Ayrıca işletme personelinin yetkilendirilmesi, gerçekleştirilen günlük faaliyetlerdeki süreleri düşürerek daha hızlı bir hareket sağlayacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen çalışmada, işletmenin sahip olduğu kaynakların verimliliği, ekipman etkinliğine ve güvenilirlik yaklaşımları ile yapılan bakım uygulamaları sonucunda işletmeye yarattığı etki analiz edilmiştir.

İşletme verimliliği analizinde, toplam ekipman etkinliği ve ekipmanların güvenilirliği hesaplanarak değerler bulunmuştur. İşletmenin sahip olduğu üretim ekipmanlarının ne denli verimli kullanıldığını anlayabilmek için, Ekipman etkinliği hesaplanarak mevcut durumları hakkında bilgi sağlanmıştır. Güvenilirlik analizi değerleri ile ekipmanların üretimdeki duruşlarının olasılığı gösterge olarak ele alınmıştır. Güven değerleri baz alınarak, müşterilere verilecek olan sevk ( teslim tarihi ) bilgilerini, daha gerçek bir şekilde verilmesi amacıyla işletmeye üretim hızı dengelemesinde bir yol göstermiştir. Güvenilirlik sonuçları ile işletme verimliliğini etkileyecek olan en düşük ekipmanlar, ürünlerin operasyonel akış sıraları açısından değerlendirilerek, ekipmanların iyileştirilmesi için sıralama yapılmıştır. Belirlenen sıralamada yer alan sonuçlardan en düşük ekipmana bir hedefleme yapılmıştır. Uygulamadaki hedefleme, güvenilirliğin artırılması için %'sel olarak, işletme yönetimi tarafından uygun görülen oranda artış olarak belirlenmiştir.

İşletme planlanmış bakım uygulamaları hem operatör, hem ekipmanların ilgili profesyonel bakımlarını yetkin servislerden sağlayarak, belirlenen ekipmanların hedeflenen değerlere ulaşmasını sağlamıştır. Bu uygulama sonucu zamanında teslimatlar da artış, arıza tekrarlarında azalış, operatörlerin yetkinliklerinde artış ve kalitesiz ürünlerin oranında azalış sağlandı görülmüştür. Tüm bu gelişmelerin işletmenin finansal yapısında getiri sağladığı anlaşılmaktadır. Uygulamanın işletmeye bir diğer katkısı TVB sürecine geçiş sağlayarak, yalın üretim sistemi uygulamalarına hazır sağlayacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmadaki yapılan uygulamaların, işletme verimlilikleri konusunda gelişme göstermek isteyen kuruluşlarda, ekipmanları açısından

değerlendirme yapmasına yardımcı olması hedeflenmiştir. Çalışmada yer verilen analizlerin; ekipmanlara atanacak hedeflerin oluşturulmasında, hareket ekonomisi ve FMEA etkileri göz önünde bulundurularak çok amaçlı karar verme metotlu hedeflemeler ve destek vektör makineleri (SVM) analizleri ile hedeflemelerin geliştirilmesine ışık tutacağını düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Akteke, N. ( 2007). *Toplam Verimli Bakım Planlaması ve Bir Uygulama*.
- Anagün , A., & Soy, E. (2010). *Toplam Veimli Bakıma Geçişte İlişki Diyagramı Kullanımı*.
- Azizi, A. (2015). 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference.
- Bağlan, Ç. (2017). Yalın üretim tekniklerinin bir refrakter tuğla fabrikasında uygulanması, Beykent Ünivesitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bakırcı, F. (2006). Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz.
- Baraçlı, H., Coskun, S, & Eser, A.,. (2001.). Toplam kalite programlarının başarılı olarak uygulanabilmesinde toplam üretken bakım tekniği, , 03-05 Ekim,. *I. Demir-Çelik Sempozyumu*, (s. s. 340-341.). Zonguldak.
- Baraçlı, S., Çoşkun, ,. S., & Eser, ,. A. (2001). Toplam Kalite Programlarının başarılı olarak uygulanabilmesinde , toplam üretken bakım tekniği., (s. 340-341).
- Blichke, & Murthy. (2003). *Cade Studies in Reliability and Maintenance*, Wiley interscience.
- Blom, B. (2006). *Reliability Centered Maintenance, McGraw – Hill Companies*.
- Bulut, S. (2012). Beyaz Eşya Yan Sanayi Sektöründe ERP Ve Yalın Üretim Olgunluğu Analizi Ve Otomotiv Yan Sanayi İle Kıyaslama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 161,. İstanbul.
- Çelik, Kahraman, & Cebi. (2008). Gemi Sistemleri için Entegre Bakım- Onarım Yönetimi Gereksiniminin Analizi, Havaçılık ve Uzay teknolojileri Dergisi.
- Çoban, O. (2007). Türk Otomotiv Sanayiinde Endüstriyel verimlilik ve Etkinlik. Nevşehir üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. (29).
- Çorbacioğlu, & Bingöl. (2014). Toplam Üretken Bakım Yönetim Sistemi ve Örgüt Kültürü İlişkisi Üzerine Bir Araştırma, Osman Gazi Üniversitesi. Sosyal Bilimler Dergisi.
- Demircioğlu, & Düzakın. (2005). Bakım stratejileri ve bekleme hattı modeli uygulaması, Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Enstitusu Dergisi.

- Doğan, E. (2010). Toplam Üretken Bakım Uygulamasından Başarı Sağlamada Örgütsel Öğrenmenin Rolü ve Bir Üretim İşletmesindeki Uygulama, Osman Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans tezi.
- Dönmez, C. (2004). Toplam Verimli Bakım ve Hedeflerinin Gebze Lever Elida Fabrikasında İncelenmesi.
- Er, E. (2004). Bakım Yönetimi ve Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemlerinin Türkiye’de Uygulanma Düzeyi. .
- Görener, A. (2012). Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama, Kırklareli Üniversitesi, Ejoboc Dergisi. 2.
- Güngördü, & L, A. (2015). Yalın zirve, Gemba, Seminer notları.
- Karamanlı, A. (2003). Toplam Verimli Bakım Sürekli İyileştirme Takımlarının Ekipman İyileştirme Faaliyetleri.
- Kirazlılar, B. (2007). *Endüstriyel Bakım Kestirimci ve Önleyici Bakım Temelleri. Birsen Yayınevi. İstanbul.*
- Koçer, M. (2017). CNC Kesim Makinası İçin Mükemmel Olmayan Önleyici Bakım Politikasının Geliştirilmesi Ve En İyilenmesi, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Köksal, M. (2015). *Bakım planlaması, Seçkin Yayıncılık, 2. Baskı.*
- Kuldaşlı, D. (2009). Elektrik Enerji Sistemlerinde Güvenilirlik Temelli Bakım, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Küçükkuysal, K. (2012). Otomotiv Yan Sanayi Seötürnde Erp ve Yalın Üretim Analizi.
- M.F, Y. (2014). Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliğinin Belirlenmesinde Yeni bir Yaklaşım. Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Mobley, R. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance, Second Edition, Elsevier Butterworth–Heineman.*
- Moubray. (1997). Reliability centered Maintenance. Industrial Press Inc.
- Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance, Elsevier Butterworth-Heinemann Lineacre House, Jordan hill, Oxford.
- Muchiri, & Pintelon. (2008). Performance Measurement using overall equipment effectiveness, İnternational Journal of Production Research,.

- Özdemirkıran, A. (2008). Bilgisayar Destekli Mühendislikte Montaja ve Bakıma Uygun Tasarım ve Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Polat, İ. (2014). İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliği Kullanımı ile Elektrik Enerji Tasarrufu, Marmara Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Reçel, Balcı, & Diğerleri. (2011). Bir otomotiv yan sanayin firmasında kesici takımlar için çekme ve milkrun sisteminin uygulanması. Makine Mühendisleri Odası, Endüstri Mühendisliği Dergisi. (3).
- Smith, & Hinchcliffe. (2004). *RCM – Gateway t World Class Maintenance, Elsevier Butterworth–Heineman*.
- Swanson, L. (2001). Linking Maintenance Strategies to Performance, Int. J. Production Economics, 70, 237-24.
- Tavukçuoğlu. (2003). Toplam verimli bakım ve bakım organizasyonu yönetim sistemi . *Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi* (s. 105-118). Denizli: MMO.
- Tekin, İ. (2009). Üretim Kayıp Maliyetlerinin Belirlenmesi ve Bir Uygulama. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Temiz, & Diğerleri. (2011). Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. (4).
- Tsarouhas, P. (2012). Evaluation of Overall Equipment Effectiveness in the beverage industry: a case study, International Journal of Production Reserarch .
- Uzun, & Özdoğan. (2011). Güvenilirlik analizlerine dayalı önleyici bakım planlaması, Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Enstitusu Dergisi. Çilt 20.
- Uzun, A. (2011). *Bakım planlaması teknikleri ve RCM, Nobel yayıncılık, 1. Baskı*.
- Ünal, G. (2009). Güvenilirlik Merkezli Bakım ve Bir Endüstriyel Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Yenen, & Görener. (2007). İşletmelerde toplam verimli bakım çalışmaları kapsamında yapılan faaliyetler ve verimliliğe katkıları. Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. (11).
- Yurdakul, & Diğerleri. (2011). Fabrika içi Parça Yük Taşıyan Sürekli Taşıyıcıların Seçimine Yönelik bir Uzman Sistemin Geliştirilmesi,. *Endüstri Mühendisliği Dergisi, 21(4), 13-25*.
- Zammori, F., Braglia, M., & Frosolini, M. (2011). Stochastic Overall Effectiveness, International Journal of Production Research Vol.49, No.21.

Zuashkiani, A., & Diğlerli. (2016). Mapping the Dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices, Journal of Quality in Maintenance Engineering, vol 17. 74-92.



## **EKLER**

**EK A.** Ekipman Özellikleri

**EK B.** Bakım ve eğitim Formlar

**EK C.** Arıza bildirim formları (eski ve yeni)







## B. Bakım ve Eğitim örnek Formları

RST		Günlük Bakım Takip Çizelgesi			
OTOMOTİV YAKAR SANAYİ TİC. LTD. ŞTİ					
Tarih	17.02.2017	Ekipman No	101	İmza	
Sorumlu	Rasim	İmza		İmza	
Onay	Hakan Taşcı	İmza		İmza	
BAKIM UYGULAMA AÇIKLAMASI					
Onay	Temizlik	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	İş sürücü temizliği	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	Genel temizlik	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Kontrol ekipmanları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	KKD temizliği	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Yağ kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	Vidalı mil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	Kızak yolları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Hareketli alanlar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Sevi kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	soğutma sıvısı bor yağ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tavandan	
İmza	hidrolik yağ seviyesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	kızak yağ seviyesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Takım kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	Kesici takım uçları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	u-dril kontrol	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	u-dril	
	u-dril	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Ayaklar kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	Ayakların tutuculuğu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	eksen	
İmza	Görsel deformasyon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deformasyon mevcut, bu iş yapıldı	
Onay	Ayna kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	hidrolik basınç	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	Ayna ayak tutuculuğu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ayna ayak eksen kont	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Bağlantı apert. kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	Ayna ayak vida kont	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	katerin su vermesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Onay	Punta yüzey kontrol	Yapıldı	Yapılmadı	Gözlem ve notlar	
	Punta hidroliği	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İmza	punta gönyesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Görsel deformasyon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Notlar					
1. Yapılan uygulamalar için kutucuğu uygun şekilde işaretleyiniz					
2. Uygulama için mesai bitiş zamanından ... dakika önce uygulamaya başlayınız					
3. Uygulama esnasında ekipmanda tespit ettiğiniz bir aksaklık için arıza formu kullanınız ve yöneticinize bilgi veriniz					
4. Doldurulan bakım formlarını tezgah üzerinde ilgili alana bırakınız					
5. Yağlama yağı haricinde başka bir yağ kullanmayınız					
Hazırlayan	Deniz Çakar	Yayın	16.11.2016	F.P09.EGB.01	Rev.0

Şekil B.1 Ekipman 101 için günlük bakım formu

RST İTİBARIYI YAK SANAYİ TİC. LTD. ŞTİ		Haftalık Bakım Takip Çizelgesi				
Başlangıç Tarihi	02.04.2017	Ekipman No	101 CNC			
Sorumlu	Roslan	İmza	R. Roslan			
Onay	Hosun Topcu	İmza	H. Topcu			
Haftalık Bakım Uygulama Açıklaması						
İŞLEM	İŞLEM AÇIKLAMASI					
Yağlama	Tüm hareketli parçaların yağlanması (UYGUN YAĞ KULLAN)					
Temizlik	İş alanı, aparat, ölçüm ekipmanı, çevre temizliği ve çapakların temizlenmesi					
Sıvı kontrol	Tüm sıvıların kontrolü					
Kızak kontrol	Kızak hareketliliği kontrolü					
Elektrik paneli	Elektrik paneli görsel kontrolü					
Hidrolik	Yağ seviye ve kaçak kontrolü					
punta						
Hafta sıra	Durum		Denetim		günlük	Denetim
	Yapıldı	Yapılmadı	Kontrolör			
1. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]	I L G İ L İ N O T L A R I O K U Y U N Z	26. hafta	Yapıldı <input checked="" type="checkbox"/> Yapılmadı <input type="checkbox"/> Kontrolör
2. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		27. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
3. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		28. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
4. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		29. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
5. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		30. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
6. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		31. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
7. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		32. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
8. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		33. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
9. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		34. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
10. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		35. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
11. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		36. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
12. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		37. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
13. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		38. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
14. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		39. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
15. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		40. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
16. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		41. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
17. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		42. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
18. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		43. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
19. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		44. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
20. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		45. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
21. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		46. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
22. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		47. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
23. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		48. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
24. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		49. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
25. hafta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[İmza]		50. hafta	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [İmza]
Notlar						
1	Yapılan uygulamalar için kutucuğu uygun şekilde işaretleyiniz					
2	Uygulama için mesai bitiş zamanınızdan ... dakika önce uygulamaya başlayınız					
3	Tespit edilen aksaklık için arıza formu kullan ve yöneticine bilgi ver					
4	Doldurulan bakım formlarını tezgah üzerinde ilgili alana bırakınız					
Hazırlayan	Deniz Çakır	Yayın	16.11.2016	F.P09.EHB.01	Rev.0	

Şekil B.2 Ekipman 101 haftalık bakım formu

RST		AYLIK BAKIM TAKIP ÇİZELGESİ	
Tarih	1.12.2018	Ekipman No	101
Sorumlu	Barış Sarıgül	İmza	A. Sarıgül
Onay	Barış Sarıgül	İmza	
Aylık Bakım Uygulama açıklaması			
İŞLEM	İŞLEM AÇIKLAMASI		
Yağlama	Tüm yağlama noktaları ve hareketli parça ve bileşenleri		
Temizlik	Ekipmanın tüm alanı		
Görsel Kontrol	Diş yüzeyler, hareketli bileşenler, bağlantılar ve tüm ekipman		
Genel kontrol			
Takım kontrolü			
Bağlama çivilerinin kontrolü			
Anahtar mekanizmasının kontrolü			
Eksen kontrolü	Ayna, punta, ayak ve diğer alanların eksen kontrolü		
Resolüyon kontrolü			
Azrak yağlama maddesi kontrol ve değişimi	+		
Vibrasyon kontrolü	+		
Hidrolik ayna (hidro) basınç kontrolü	+		
Taret açısı kontrolü	Düzeltilmiş		
Kontrol paneli uygunluğu	Görsel deformasyonlar		
Talay konveyör kontrolü	+		
Servo ve emrişler kontrolü	+		
Termal deformasyon kontrolü	+		
Tecrübe eksen (dış)	Düzeltilmiş		
Dişli çark, vida ve somun boşluk kontrolü	+		
vidalı mil adım boşluğunun eşitlik ve düzensizlikler	+ / düzeltilmiş		
Hareketli parçaların sürtünme kontrolü	+		
Kasna ve kurvetleri nedensel takımlarda ki sapmalar	0.05mm		
Büyük titreşimler ve dengesiz (harmonik) boşluklar	+		
Femer Mili balansı ve vibrasyon boşluğu kontrolü	+		
Kısk kaskeleri	+		
taret çalışma alanı doğruluk kontrolü	+		
switch kontrolü	+		
elektrik kablo deformasyon kontrolü	+		
certam ve çalışma msi kontrolü	+		
NOTLAR VE AÇIKLAMA			
1	Servis bakımı temül eder		Operatör temül eder
2	Tespit edilen aksaklık için anıza formu kullan ve yöneticisine bilgi ver		
1. AY TEKNİK VE KASE	2. AY TEKNİK VE KASE	3. AY TEKNİK VE KASE	4. AY TEKNİK VE KASE
KONTROL	KONTROL	KONTROL	KONTROL
5. AY TEKNİK VE KASE	6. AY TEKNİK VE KASE	7. AY TEKNİK VE KASE	8. AY TEKNİK VE KASE
KONTROL	KONTROL	KONTROL	KONTROL
9. AY TEKNİK VE KASE	10. AY TEKNİK VE KASE	11. AY TEKNİK VE KASE	12. AY TEKNİK VE KASE
KONTROL	KONTROL	KONTROL	KONTROL
BAKIM	TAKIP VE		
ONAY	BÖLÜMÜ		
İmza	İmza	İmza	İmza

Şekil B.3 Ekipman 101 için aylık bakım formu

EĞİTİM KONUSU:	Makeme Bilgisi	
EĞİTİM TARİHİ:	8 Haziran 2017	
EĞİTİMİ VEREN KİŞİ / KURULUŞ:	Osman Erkan - Deniz Çakır	
EĞİTİM SÜRESİ:	2 Saat	
EĞİTİM KATILIM LİSTESİ		
KATILIMCI ADI SOYADI	ÖNVAHI	İMZA
Mahmut Cebeci	Operatör / İşçibazı	Ceb
Kemal Sahnı	Operatör	Kah
Ercan Dıplı	Operatör	Dıplı
Yusuf Tektaş	Operatör	Tektaş
Rasim Songül	Operatör	R. Songül
Arit Aygün	Operatör / İşçibazı	A. Aygün
Ercan Kambur	Operatör	E. Kambur
Kamal Sahnı	Operatör	Kah
Turan Zengin	Operatör	Zengin
Selim Kaskin	Operatör	S. Kaskin
Tuba Erel	Operatör	T. Erel
Yılmaz A	Operatör	Yılmaz

Şekil B.4 Personel CNC eğitim katılım formu - 1

EĞİTİM KONUSU:	CNC MAKİNELERİ KULLANIMI VE BAKIMI
EĞİTİM TARİHİ:	17 Mart 2017
EĞİTİMİ VEREN KİŞİ / KURULUŞ:	RST iç eğitim - OSMAN ERDOĞAN
EĞİTİM SÜRESİ:	5 Saat

EĞİTİM KATILIM LİSTESİ

KATILIMCI ADI SOYADI	ÖNVANI	İMZA
Rosim Sarıgül	Operatör	R Sarıgül
Mehmet Cobeci	Usta Baş	M Cobeci
Ercan Dıplı	Operatör	E Dıplı
Turan Zengin	Operatör	T Zengin
Yusuf Tektaş	Operatör	Y Tektaş
Tuba Üzel	Kaynak	T Üzel
Arif Aydın	Operatör	A Aydın
Ercan Karbur	Operatör	E Karbur
Selim Keskin	Operatör	S Keskin

Şekil B.5 Personel CNC eğitim katılım formu - 2

### C. Arıza formu örnekleri

<b>RST MAKİNA</b>		<b>ARIZA FORMU</b>				
Arıza tarihi	10.08.16	Arıza saati	10.00	Bildiren	Rasim	
Arıza açıklaması						
2 akümü zararlıydı						
Hazırlayan	Sinan Kabadayı	Form	A.F.1	rev. 0	Yayın	12.08.2014

<b>RST MAKİNA</b>		<b>ARIZA FORMU</b>				
Arıza tarihi	22.12.16	Arıza saati	3.15	Bildiren	Rasim	
Arıza açıklaması						
Yağlama Arızası						
Hazırlayan	Sinan Kabadayı	Form	A.F.1	rev. 0	Yayın	12.08.2014

Şekil C.1 Eski format arıza formu örneği

RST RST MÜHÜR VE SAĞIYI T.C. LTD. ŞTİ.		ARIZA BİLDİRİM FORMU				SİRA NO
BAKIM / ONARIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/>	PERİYODİK BAKIM	<input checked="" type="checkbox"/>	ARIZA BAKIM	<input type="checkbox"/>	DİĞER
MAKİNE / EKİPMAN	100					
BU BÖLÜM ARIZA BAKIM DURUMUNDA DOLDURUN						
BİRİM	CNC	BİLDİREN	M. A. H. M. İ. T.			
ARIZA TARİHİ	13.5.2012	ARIZA BAŞLANGIÇ TARİHİ	13.5.2012	BAŞLANGIÇ SAATI	10.15	DK/SAAT/GÜN
ONARIM YAPAN / LAR	Hasan M. Mehmet	MÜHÜRLEME TARİHİ	13.5.2012	MÜHÜRLEME SAATI	10.30	SÜRE
TESPİT EDİLEN ARIZA VE NEDENLERİ	ALINAN ÖNLEM / GERÇEKLEŞEN BAKIM:					
Tutkim yapılmıyor. clamp uc clamp yığıyor. Clamp voltu						
BU BÖLÜM BAKIM DURUMUNDA DOLDURUN						
BAKIM YAPAN / LAR	M. Mehmet	KULLANILAN MALZEME				
ARIZA VEYA BAKIMDA TESPİT EDİLEN GÖZLEM VE NOTLAR						
GÖZLEM GEREKLİ Mİ	<input type="checkbox"/> EVET	<input type="checkbox"/> HAYIR				
Aylık bakımında Sistem kontrol edilince						
FESLİM ALANI:						ONAY
FORM NO: F.P10.08 REV.01 (201117)						

Şekil C.2 Yeni arıza formu örneği



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hüseyin Deniz ÇAKIR  
Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul, 05.07.1981  
Medeni Hali : (Evli)  
Yabancı Dili : İngilizce (orta), Almanca (başlangıç)  
E-posta : huseyindenizcakir@gmail.com  
Web : www.huseyindenizcakir.com



### Eğitim Durumu

Lise : Uzunköprü Lisesi, 1999  
Ön Lisans : Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji fakültesi,  
Otomotiv, 2001-2004  
Lisans : Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü  
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi,  
Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Endüstri Mühendisliği, Anabilim Dalı 2019