

BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE  
TOPLAM VERİLİ BAKIM UYGULAMASI

Umut Ozan GENİŞ

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran – 2007

BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE  
TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMASI

Umut Ozan GENİŞ

Dumlupınar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Sermin ELEVLİ

Haziran - 2007

## **BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMASI**

Umut Ozan GENİŞ

Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2007

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sermin ELEVİLİ

### **ÖZET**

Günümüzde firmalar arası rekabette teknoloji ön plana çıkmıştır. Üretim sistemlerinin gelişmesiyle ürün kalitesi, verimlilik, maliyet, güvenlik gibi temel öğeler gittikçe ekipmana bağlanmaktadır. Bu da etkili bir bakım sisteminin oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu noktada Toplam Verimli Bakım sistemi ön plana çıkmaktadır. TVB, çalışanların ekipman hakkındaki bilgilerini arttırma, düzenli bakım, düzenli atölye ve problemlerin kökenine inip bir daha tekrarlanmayacak şekilde çözme yöntemleri ile önce sıfır duruşu; sonra sıfır hatayı hedefleyen bir yönetim sistemidir.

Bu çalışmada; Bursa ilinde faaliyetlerini sürdürmekte olan bir otomotiv firmasının boyahane departmanında mevcut üretim hatlarından biri Toplam Verimli Bakım sisteminin temel göstergesi olan Toplam Ekipman Etkinliği bazında analiz edilip, mevcut makine performansları, kalite ve verimlilik düzeyleri belirlenmiş; bu kriterler açısından uygunsuz makinelere düzeltici faaliyetler uygulanmış ve elde edilen gelişmeler ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Hazır Bulunma, Kalite, Performans, Toplam Ekipman Etkinliği, Toplam Verimli Bakım.

## **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE APPLICATION IN A PRODUCT FACTORY**

Umut Ozan GENİŞ

Industrial Engineering, M.S.Thesis, 2007

Thesis Supervisor: Assist.Prof. Dr.Sermin Eleveli

### **SUMMARY**

Nowadays, the technology has become foreground in competition between companies. By the Production systems develop; the base elements like quality, productivity, cost and safety steadily tied to equipment. This necessitate to generate a effective maintenance system. At this point Total Productive Maintenance system has become foreground. TPM is a management system which aims firstly zero stop afterwards zero defect with increasing the employee's knowledges about the equipment, orderly maintenance, orderly workshop and descending problems origin and solving it never repeat again.

In this study, in an automotive company's –which proceeds activities in Bursa county – dyehouse department's one of present product line analysed in basis of Overall Equipment Effectiveness which is basic indicator of TPM; present equipment performances, quality and productivity levels assigned, for insufficient equipments in point of these criterias corrective activities applied and achieved improvements betrayed.

**Keywords :** Availability, Quality, Performance, Overall Equipment Effectiveness, Total Productive Maintenance.

**TEŞEKKÜR**

Bu alıőmada bana yardımcı olan baőta danışman hocam Yrd. Do. Dr. Sermin ELEVLİ'ye, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen bۆlüm baőkanım Prof. Dr. Alim IŐIK'a ve her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme teőekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL ve ONAY SAYFASI .....	iii
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı .....	1
1.2. Toplam Verimli Bakım .....	2
1.2.1. TVB'nin tanımı ve diğer sistemlerden farkları .....	3
1.2.2. TVB'nin iş hedefleri .....	7
1.2.3. TVB kavramı içerisinde girdi ve çıktı arasındaki ilişki .....	7
1.2.4. TVB uygulamasında önemli adımlar .....	9
1.2.5. TVB uygulaması için yardımcı yöntemler .....	11
1.2.5.1. 5S .....	11
1.2.5.2. Kaizen .....	12
1.3. TVB'de Ele Alınan Kayıplar .....	14
1.3.1. Kayıp sebepleri yapısı .....	14
1.3.2. Altı Büyük Kayıp .....	16
1.3.2.1. Duruş kayıpları .....	16
1.3.2.2. Hız kayıpları .....	20
1.3.2.3. Kalite kayıpları .....	22
1.3.3. Kayıp Türlerine Göre Ulaşılmak İstenen Hedefler .....	23
1.4. Toplam Ekipman Etkinliği .....	24

## İÇİNDEKİLER (Devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
1.4.1. TEE Hesaplanması .....	25
1.4.2. Dünya standartlarında TEE .....	27
1.4.3. TEE için veri toplama yöntemi .....	28
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ .....</b>	<b>31</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>	<b>33</b>
3.1. Materyal .....	33
3.1.1. Firmanın tanıtımı .....	33
3.2. Metot .....	34
3.2.1. Otonom Bakım .....	34
3.2.2. Planlı Bakım .....	36
3.2.3. Eğitim .....	37
3.2.4. Kayıpların analizi ve giderilmesi .....	38
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMALAR .....</b>	<b>48</b>
4.1. Boyahane Departmanı X Üretim Hattı Verilerinin Değerlendirilmesi .....	48
4.2. Kötü Makine Seçimi ve Düzeltici Faaliyetlerin Uygulanması .....	54
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>64</b>
<b>EKLER</b>	
1. Otonom bakım kapsamına alınan işlemler için form örneği	
2. Balansel kazıkları ve zincir grubu için uygulanan düzeltici faaliyetler	
3. MA 35-36 ekipmanı için otonom bakım kapsamına alınan faaliyetler	
4. Döner tabla ve aktarıcı kabloları için uygulanan düzeltici faaliyetler	
5. VLN 19-21 ekipmanı için otonom bakım kapsamına alınan faaliyetler	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
1.1. TVB kavramı içinde girdi ve çıktı arasındaki ilişki.....	8
1.2. Deming'in sürekli gelişim döngüsü .....	13
1.3. Kayıp sebepleri yapısı.....	15
1.4. Seyrek ve kronik kayıplar.....	15
1.5. Toplam Ekipman Etkinliği hesaplama yöntemi.....	27
3.1. İşletmenin genel akış şeması.....	34
3.2. Otonom bakımın gelişimi.....	35
3.3. Ekipman bakım sistemi.....	36
3.4. Mevcut sistem ile işletmedeki TEE hesaplama sisteminin karşılaştırılması.....	40
3.5. 1-Ro Grafiği.....	41
3.6. Kayıpların izlenme ve giderilme sistematığı.....	43
3.7. İyi çalışma zamanları grafiği örneği.....	44
3.8. Randıman grafiği.....	44
3.9. Kayıpların dağılım grafiği.....	45
3.10. TEE Kaybı dağılım grafiği.....	45
3.11. Ortalama duruş süresi/sayısı grafiği.....	46
4.1. İyi çalışma zamanları grafiği.....	51
4.2. TEE grafiği.....	52
4.3. Zone bazında 3 aylık toplam kayıp zaman grafiği.....	53
4.4. TEE/Ro kayıp grafiği.....	54
4.5. 6802 MA_MEB Zon Yerleşim Grafiği.....	55
4.6. Ekipman bazında kayıp zamanların dağılım grafiği (3 Aylık).....	56
4.7. Ekipman bazında kayıp zamanların dağılım grafiği (4 Aylık).....	61



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. TVB'nin diğer sistemlerden farkı.....	4
1.2. Otonom bakımın aşamaları.....	6
1.3. TVB uygulamasına geçiş aşamaları.....	10
1.4. 5S'in hedefleri ve yararları.....	12
1.5. Kayıp kategorileri ve kayıp türleri arasındaki ilişki.....	16
1.6. Gizli arızaların sınıflandırılması.....	17
1.7. Yükleme ve ayar faaliyetlerinin bileşenleri.....	18
1.8. Kayıp türleri ve hedefler.....	23
1.9. Kayıp türleri ile TEE arasındaki ilişki.....	24
1.10. Nakajima ve De Groote'in TEE hesaplama yaklaşımları.....	26
3.1. İşletmedeki 8 kayıp ile 6 büyük kayıp arasındaki ilişki.....	39
4.1. 2007 Ocak-Mart ayları arasında X üretim hattı çalışma zamanları.....	49
4.2. Ocak - Mart ayları temel göstergeler hesaplama çizelgesi.....	50
4.3. 3 aylık araba başına ortalama çalışma süresi.....	51
4.4. Zonlara göre 3 aylık toplam zaman kayıpları.....	52
4.5. Aylık kayıp etkilerinin göstergesi.....	53
4.6. 6802 MA_MEB Zonu ekipman bazında oluşan aylık kayıp zamanlar.....	56
4.7. MA 35-36 ekipmanı için 5 neden analizi özetleri.....	58
4.8. VLN 19-21 için 5 neden analizi özetleri.....	59
4.9. İyileştirme çalışmalarının özeti.....	60
4.10. MA_MEB 6802 Zonu için Nisan ayı ekipman bazında zaman kayıpları.....	60
4.11. X hattı için Nisan ayı zone bazında kayıplar.....	62
4.12. Nisan ayı X hattı genel durumu.....	63

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
A,Do	Hazır bulunma, %.
P,Rv	Performans oranı, %.
Q,Tq	Kalite oranı, %.
Tt	Toplam zaman, dak.
TR	Üretime açık zaman, dak.
TNR	Üretime kapalı zaman, dak.
TF	Çalışma zamanı, dak.
TNF	Net çalışma zamanı, dak.
TBF	İyi çalışma zamanı, dak.
TDTC	Çevrim zamanını aşma, dak.
TFD	Kalitesiz çalışma zamanı, dak.
TAP	Direkt duruş zamanı, dak.
TP	Arıza zamanı, dak.
TAE	İşletme duruş zamanı, dak.
TAF	Fonksiyonel duruş süresi, dak.
TAI	Endirekt duruş süresi, dak.
Tcth	Teorik çevrim süresi, dakika/parça.
Tcym	Ortalama çevrim zamanı, dakika/parça.
NPR	Toplam parça sayısı, adet.
NPBR	İyi parça sayısı, adet.
NPMR	Kötü parça sayısı, adet.
Pqn	Kötü parça etkisi, %.
Pp	Direkt duruşların etkisi, %.
Pi	Dolaylı duruşların etkisi, %.
Ptc	Çevrim zamanını aşma etkisi, %.

**SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ(Devam)**

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
TVB	Toplam Verimli Bakım
ÖB	Önleyici Bakım
KB	Koruyucu Bakım
TEE	Toplam Ekipman Etkinliği

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Üretimin temel amacı mutlak müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Gün geçtikçe firmalar arası rekabetin artması sonucu, firmalar için ayakta kalmanın şartı, müşteri memnuniyetini en üst seviyede sağlamak olmuştur. Müşteri memnuniyeti için her firma çeşitli üretim metotlarını kendi üretim sistemi ve organizasyonlarına uyarlamaktadır. Bu kapsamda günümüzde otomasyona dayalı üretim sistemlerine doğru bir yönelme başlamıştır.

Teknolojiyi maksimum insan gücünü de minimum olarak kullanan üretim sistemlerinin gelişmesiyle ürün kalitesi, verimlilik, maliyet, güvenlik, sağlık gibi temel öğeler gittikçe ekipmana bağlanmaktadır. Üretimin aksamaması, üretim kalitesinin düşmemesi, üretimde kayıpların ve bu kayıplarla birlikte maliyetlerin artmaması için, ekipmanın teknoloji ve otomasyon düzeyinin artmasıyla bakımın, bakım için gereken insan gücünün, eğitim becerisinin, motivasyonun ve organizasyonun önemi de artmaktadır.

Bakım faaliyetleri, bir üretim tesisinin en kritik faaliyetleri arasında yer almaktadır. Bu faaliyetlerin bilinçli ve planlı bir şekilde yürütülmesi önemlidir. Üretilen malın maliyetinin %6'sını bakım giderlerinin oluşturduğu ve iyi bir planlama ile bu giderlerin %30 - %50 oranında azaltılabildiği görülmüştür [1].

Bu faaliyetlerinin artan önemi; Toplam Ekipman Etkinliği (TEE) kavramını gündeme taşımıştır. Toplam Ekipman Etkinliği; ekipman şartlarının ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca; Toplam Ekipman Etkinliği, optimum ekipman şartlarına ulaşmak için zayıf noktaların ortaya konulmasına da açıklık getirmektedir. Bunu gerçekleştirirken, beklenmeyen arızalar, hız kayıpları ve prosesteki kalite kayıpları gibi etmenlerin yok edilmesine odaklanır. Ekipman etkinliğinin maksimize edilmesi, şirket genelinde ekipman performansını etkileyen 6 büyük kaybın yok edilmesine bağlıdır.

Bu 6 büyük kaybın minimize edilmesi ise etkili bir bakım sisteminin oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu noktada Toplam Verimli Bakım (TVB) kavramı öne çıkmaktadır. TVB bir yönetim sistemidir. "Toplam" kavramı, toplam ekonomik verimliliği ve karlılığı, toplam planlı bakım ve katılımcılığı içermektedir. İşletmelerin üst yönetimi tarafından belirlenen hedefler ve öncelikler doğrultusunda ekipman kullanımında en yüksek verimi sağlamayı hedefler. TVB, kuruluş içinde üst yönetimden başlayarak tüm çalışanların desteğini ve katılımcılığını gerektirir. TVB, kapsamlı bir bakım sistemi oluşturur ve üretimle ilgili farklı bölümlerin otonom gruplar halinde çalışmasını sağlar. Toplam Verimli Bakım, çalışanların kullandıkları ekipman

hakkındaki bilgilerini arttırma, düzenli bakım, düzenli atölye ve problemlerin kökenine inip bir daha tekrarlanmayacak şekilde çözme yöntemlerini kullanan ve önce sıfır duruşu; sonra sıfır hatayı hedefleyen bir bakım yöntemidir.

Bu çalışmada; Bursa ilinde faaliyet gösteren bir otomotiv firmasında mevcut üretim hatlarından biri analiz edilip, mevcut makine performansları, kalite ve verimlilik düzeyleri belirlenecek; TEE bazında sayısallaştırılan bu kriterler açısından yetersiz olan makineler için TVB faaliyetleri uygulanacaktır. Uygulamalar sonucunda; makine performansları, kalite ve verimlilik düzeylerindeki artışlar ortaya konulacak ve bu uygulamanın işletmeye katkıları özetlenecektir.

## **1.2. Toplam Verimli Bakım**

Japonya'nın büyük bir endüstri gücü haline geliş sürati, Amerikan yöneticilerinde korku ve Japon imalat başarısının sırrını çözme isteği doğurmuştur. Genel kanının tersine, bu gelişme, robotlar gibi ileri teknolojinin kullanılmasından ileri gelmemektedir. Japonların yaptığı şey, mevcut fabrikaları gerektiği şekilde çalıştırmayı bilmeleridir. Japon işletmelerinde, yönetimler hiçbir zaman temel kurallara önem vermekten vazgeçmemişler, dahası onlar için mamulün tasarımından, dağıtımına kadar imalatın her safhası aynı derecede önem taşımıştır. Teçhizat tasarımı, stok kontrol sistemleri, işçi kabiliyeti gibi kavramları daha ileriye götürebilmek için, her seviyede sürekli çalışma yapılmaktadır. Erişilmek istenen amaç, mükemmel mamul ve hatalardan arındırılmış işletmelerdir.

Japonların uyguladığı yeni keşfedilmiş bir sistem değildir. Onlar, mevcut sistemleri olarak geliştirmiş ve yeni boyut kazandırmışlardır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında Japon Endüstrisinde başlayan bu süreç, günümüze değin gelişerek gelmiştir. Bu dönemde, Japonlar Amerika'dan üretim, yönetim, teknik ve becerilerini almışlar sonrasında ise sürekli geliştirmişlerdir.

TVB olgusu, genel olarak bakım kavramı içinde tanımlanır. Bu nedenle TVB'in doğuşunu aşağıdaki tarihsel süreç içinde görmek mümkündür;

Koruyucu Bakım kavramı 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Yine bu dönemde Önleyici Bakım (1954) olgusundan da söz edilmeye başlanmıştır. Ekipmanda ve bakımda güvenilirlik kavramının gündeme gelmesi ile, 1960'lı yıllarda Önleyici Bakım olgusu gelişme göstermiştir. Bu gelişme beraberinde; Güvenilirlik Mühendisliği, Bakım Mühendisliği ve Mühendislik Ekonomisi olgularını da gündeme getirmiştir. Tüm çalışanların toplu ve bireysel katkıları ile

Önleyici Bakım'a bütünsel bir sistem olarak ulaşma düşüncesi, 1970'li yıllarda Toplam Verimli Bakım ( TVB ) kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır.

İlk defa Japonya'da 1970'li yıllarda ortaya çıkan TVB yönetimi Avrupa'da 1980'lerde, Türkiye'de de 1990'lı yıllarda gündeme gelmiştir. TVB, Japonya'da JIPM denilen Japon Fabrika Bakım Enstitüsü'nün desteklediği bir sistemdir. TVB uygulaması ile ödül kazanmış bazı firmaların sağladığı iyileştirmelere dönük JIPM tarafından yayınlanan sonuçlar şöyledir [1];

Üretim verimliliğinde artış	1,5 kat
Arızalarda azalma	1/100 – 1/150
Iskartalarda azalma	%90
İş kazalarında azalma	%100
Bakım maliyetlerinde azalma	%30
Şikâyetlerde azalma	%75-%100
Stok seviyelerinde düşüş	%50
Çevre kirliliğinin azaltılması	%100
Çalışanların önerilerindeki artış	10 Kat

TVB'nin ortaya çıkışı üretim sektöründe olmasına karşın; oteller, eğitim ve finans gibi hizmet sektörü için de oldukça yararlı olduğu uygulamalardaki başarısıyla kanıtlanmıştır. Uygulamadaki en belirgin örnekleri; bilgisayarlar, fotokopi makineleri, iletişim sistemleri ve prezantasyon (sunuş) aletleri gibi önemli teçhizatın işletiminde rastlanmaktadır. Bununla birlikte; TVB'nin uygulamalarını, ergonomik açıdan bakıldığında; ulaşım kolaylıkları, binalar ve mobilyalar vb. genişletmek mümkündür (Örneğin uygun oturma yerleri, aydınlatma ve genel ofis çevresinin uygunluğu, iş mükemmelliği açısından şarttır).

TVB sistemi şirket genelinde sistemin başarıyla uygulanabilmesi için bazı hedefler koymuştur. İşletmeler bu hedefler doğrultusunda hareket ettikleri sürece TVB sistemini etkin bir biçimde kullanabilecektir. Bu hedefler aşağıda belirtilmiştir [2]:

1. Toplam Ekipman Etkinliğini maksimize etmek,
2. Ekipmanın tüm ömrünü kapsayan bir bakım sistemi kurmak,
3. TVB uygulamasının sadece bakım ünitesinin görevi değil, mühendislik, üretim (işletme), satın alma ve stok kontrol ünitelerinin ortak görevi olduğu anlayışı,
4. Üst yönetimden ilk hat operatörlerine kadar bütün çalışanların katılımını sağlamak,

5. Küçük takım (çember-ekip) çalışmaları ile bireylerin sorumluluk duygularını ve motivasyonlarını geliştirerek, koruyucu bakımın etkinliğini ve kalitesini arttırmak,
6. Hatlardaki üretim ekipmanlarında;
  - Sıfır Hata,
  - Sıfır Arıza,
  - Sıfır Kazaya ulaşmaktır.

### 1.2.1. TVB'in tanımı ve diğer sistemlerden farkları

Geleneksel anlayış içerisinde üretim ve bakım konuları birbirinden kesin çizgilerle ayrılmıştır. Bu felsefe: “Ben üretirim, o arızaya bakar” zihniyettir. Toplam Verimli Bakım kavramında, TOPLAM (Total) kelimesi ile yeni bir felsefe vurgulanmaktadır. Önleyici Bakımda (ÖB) ve Koruyucu Bakım (KB) da bakım departmanı, genellikle bakım, tamir vb. işlerini yürütmekle sorumludur. Operatörlere bakımla ilgili hiçbir sorumluluk verilmez. TVB’ de ise herkesin katılımı hedeflenir. TVB’nin mevcut sistemlerle karşılaştırılması aşağıdaki Çizelge 1.1’de özetlenmiştir.

**Çizelge.1.1** TVB’nin diğer sistemlerden farkı [1]

	<b>TVB'nin Özellikleri</b>	<b>Önleyici Bakım'ın Özellikleri</b>	<b>Koruyucu Bakım'ın Özellikleri</b>
Ekonomik Etkinlik	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Bütünsel Yaklaşım	<b>X</b>	<b>X</b>	
Otonom Bakım (Küçük Grup Aktiviteleri)	<b>X</b>		

TVB’nin kurucusu Japon Seiichi Nakajima’dır. Hedef ekipman verimliliğini maksimuma çıkarmak ve duruşları ortadan kaldırmaktır. Diğer Bakım Sistemlerinden en önemli farkı, operatörlerin rutin bakım işlerini üstlenmesidir. Böylece “otonom” bir bakım sistemi oluşması sağlanmaktadır. TVB disiplini bağlılık ilkesini benimser ve Nakajima [3,4]’ya göre TVB birbiriyle ilişkili 3 kavram üzerine kurulmuştur:

- 1.Ekipman etkinliği maksimizasyonu,
- 2.Operatörler tarafından otonom bakım ve
- 3.Küçük grup aktiviteleri

TVB, bütün çalışanların katılımıyla gerçekleşmektedir. Değişimin merkezinde insanın bulunması açısından TVB da başarıya ulaşmak için ilk ihtiyaç duyulanların başında; iyi, saygılı, sabırlı dinleyiciler ve eski konseptteki otoritenin yerini alan, bütün insanların yardımlarına tam ilgi gösteren, tanıma ve kabul etme fonksiyonlarını bulunduran liderlik çevresi gelmektedir. TVB'nin eğitici, basitleştirici, rolleri hakkında bilinçli liderlere ihtiyacı olduğu söylenebilir. Ancak bu yolla işçilerin değişime karşı çıkışları engellenebilir, kendine güvenlerini kazanmaları sağlanabilir, kendilerine olan saygıları artırılabilir ve prosesler, materyaller ve ürünlerdeki gelişmeler hakkında yeni fikirler ortaya konabilir.

TVB'in başarıya ulaşmasında insanla ilişkili 6 faktör ön plana çıkmaktadır:

- Çalışma isteği ve motivasyon
- Kalifiye eleman
- İşletmelerde tüm departmanların desteği
- Sistemli grup çalışmaları
- Etkin haberleşme
- Eğitim

Bu altı faktörden bahsederken ilk üç faktörün diğerlerine nazaran daha çok önemli olduğu bilinmelidir.

Çizelge 1.2'de açıklandığı gibi TVB'nin nihai amacı "Otonom Bakım"ın gerçekleştirilmesidir. Bu program "Başlangıç Temizliği" ile başlamakta ve "Tam Otonom Yönetim" ile devam etmektedir. 7 basamaktan oluşan programın detayları çizelgede verilmiştir. Burada önemli olan konu programın adımlarının uygulanmasında aceleci davranmamak, bu kültürün gelişmesinin ve yerleşiminin sindirilerek yapılmasıdır. Tesislerin (Fabrikaların) büyüklüğüne veya küçüklüğüne bağlı olarak programın şirket hayatına adapte edilmesi değişim gösterir [5].



Çizelge 1.2 Otonom bakımın aşamaları [5]

<b>OTONOM BAKIMIN AŞAMALARI</b>		
<b>Aşama</b>	<b>Adı</b>	<b>Aktivitelerin İçeriği</b>
1	<b>Başlangıç temizliği</b> (Temizlik ve Gözlem)	Toz ve kirin temizlenmesi, yağlama ve ayar işlerinin basitleştirilip, ekipmanlardaki kayıpların ortaya çıkarılması ve tamiri
2	<b>Bozulmaya karşı önlem, iyileştirme</b>	Toz ve kir kaynaklarının yok edilmesi, yağlanması ve temizliği zor yerlerin iyileştirilmesi, temizleme ve yağlama sürelerinin azaltılması
3	<b>"Jishu-Hozen" Standartlarını hazırlama</b>	Makinaların sürekli ve kısa sürede temizlenmesi, yağlamak ve ayarlamak için gerekli standartların oluşturulması. (Periyodik zaman çizelgesinin hazırlanması)
4	<b>Genel Kontrol</b>	Bakım katalogları ile eğiterek gözlem becerilerinin iyileştirilmesi, genel kontrolle küçük arızaların bulunması ve onarılması
5	<b>Otonom Gözlemler</b>	Otonom bakım kontrol listelerinin tasarlanması ve uygulanması
6	<b>Standartlar</b>	Çeşitli saha yönetim maddelerinin standardize edilmesi * İşletmenin lojistik standartları * Veri kayıtlarının standardizasyonu * Kalıp ve bağlama aparatlarının yönetim standartları * Üretim kalite güvence standartları
7	<b>Tam Otonom Yönetim</b>	Şirket politika ve amaçlarının geliştirilmesi, rutin Kaizen aktiviteleri yapılması, Arıza kayıtlarını sürekli tutup bunların analiz edilmesi ve ekipman koşullarının sürekli iyileştirilmesi

Operatör merkezli otonom bakım sürekli bakım için operatörlerine sorumluluk yükler. Sadece iyi bir yönetim uygulamasıyla elde edilebilir. Bu yöntem üstlendikleri sorumluluğunu bilincinde olan operatörlerinin ortak bir uygulamasını kapsar. Mevcut bakım mühendisinin belirli sorumluluk ve aktivitelerin bakım personelinden operatörlere aktarılmasını temin etmesi gereklidir. Bu aktiviteler personel motivasyonunu yüksek seviyelerde tutacak biçimde yönetilmelidir. Otonom bakım sistemleri geliştirilirken makine sistemlerinin durumu ve performansı ile ilgili kaydedilmiş bütün veriler dikkate alınmalıdır. Bu veriler analiz edildikten sonra sonuçlar daha etkin bir bakım sistemi oluşturmak için kullanılır.

TVB'nin örgüt içinde etkin biçimde uygulanabilmesi için bazı koşulların sağlanması gereklidir. Bu koşullar sağlanmadığı sürece etkin bir TVB sistemi oluşturmak mümkün değildir [17,18]. TVB'nin gerektirdiği koşulları aşağıdaki gibidir;

- Sistematiçlik,
- Sabırlı ve ısrarcı olmak,
- Tüm hareketlerde israf odaklılık,

- Kişisel disiplin,
- Yalınlık (sadelik),
- Sürekli gelişme,
- İşbirlikçilik.

### 1.2.2. TVB'nin iş hedefleri

TVB işletmelerin rekabet güçlerini artırmaları için iyi bir yardımcı yöntemdir. İşletmelerin rekabet güçlerini artırmak için TVB sistemi aşağıdaki iş hedeflerine odaklanmaktadır[13]:

- Dünya çapında başarı
- Müşteri memnuniyeti
- Maliyette rekabet edebilme gücü
- Pazar payının artırılması

Yukarıda ki hedeflere yönelmek için TVB'nin tek başına bir yönerge olmadığı belirtilmelidir. Bu hedeflere yönelmek için TVB'nin işletmenin çalışma biçimi, vizyonu ve misyonu gibi kavramlarla ilgili mantıksal bağı kurulmalı ve bu kavramlarla ortak hareket eden bir TVB sistemi oluşturulmalıdır.

### 1.2.3. TVB kavramı içerisinde girdi ve çıktı arasındaki ilişki

Üretim gerçekleştirilmesinin asıl amacı; girdileri minimize, çıktıları ise maksimize ederek verimliliği arttırmaktır. Burada çıktı olarak kastedilen, ürün miktarlarının yanı sıra kalitenin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve teslim tarihinin gerçekleştirilmesi gibi kavramlardır. Tüm bunlar çalışma ortamında sağlıklı ve sürekli koşullar içinde çalışanların artan moralleriyle gerçekleştirilmelidir.

Üretimde girdi ve çıktı arasındaki ilişki, bir matris düzeninde Şekil 1.1'deki gibi gösterilebilir. İşgücü, makine ve malzeme girdiyi teşkil etmektedir. Çıktının teşekkül ettiği birimler ise; üretim (Pr), kalite (Q), maliyet (C), sevkiyat (D), iş güvenliği (S), hijyen ve çevresel şartlar (M)'dir. Sağ kolondaki birimler, çıktı faktörünü düzenleyici metotları içermektedir. Girdi faktörleri ise, işgücünün uygun kullanımı, üretim mühendisliği ve bakım, envanter kontrolleri ile tespit edilirler[5].

Üretim Faaliyetlerinde "Girdiler" ile "Çıktılar" Arasındaki İlişkiler				
Girdi Çıktı	Parasal			Teknik
	İşgücü	Makina	Malzeme	
Üretim	→			Üretim Kontrolü
Kalite	→			Kalite Kontrol
Maliyet	→			Maliyet Kontrolü
Sevkiyat	→			Sevkiyat Kontrolü
İş Güvenliği	→			İş Güvenliği ve Çevre Koruma
Hijyen ve Çevresel Şartlar	→			İnsan İlişkileri
Çıktı Metod	İşgücünün Yönetimi	Üretim Mühendisliği ve Bakım	Malzeme Stok Kontrolü	$\frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} = \text{Verim}$ Fabrika çalışmalarında en üst hedef

Şekil 1.1 TVB kavramı içinde girdi ve çıktı arasındaki ilişki [5]

Şekil.1.1'de görülen bu matris, işletmelerdeki mühendislik ve bakımın tüm çıktı faktörleri (PrQCDSM) ile direkt ilişkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Artan otomasyon ve robotlaşma, üretim prosesinin yükünü işçilerden makinelere doğru kaydırmakta ve dolayısıyla da çıktıların kontrolleri üzerinde ekipmanın oynadığı rol artmaktadır.

TVB, bir ekipmanın/prosesin genel çalışma koşullarını en iyi düzeye getirebilmek için süreç öncesinde, sırasında ve sonrasında oluşabilecek Kayıpları sıfır düzeyine getirmeye çalışır.

TVB'nin hedefi; ekipman verimliliği ve maksimum ekipman çıktıları (PrQCDSM) sağlamaktır. TVB, optimal ekipman şartlarına ulaşılmasını ve bu ulaşılan noktanın da ömür

boyu sürdürülmesini amaçlamaktadır. Bunu gerçekleştirirken de beklenmeyen arızalar, hız kayıpları ve prosesteki kalite hataları gibi etmenlerin yok edilmesine çalışılır [5].

#### **1.2.4. TVB uygulamasında önemli adımlar**

TVB'nin temel hedefi çalışanların ve ekipmanların verimliliğini arttırarak kuruluştaki köklü gelişmeler sağlamak, klasik çalışma kültürünü olumlu yönde değişime uğratmaktır. Bu bakımdan, TVB Sistemine geçiş başlangıcından itibaren 3–4 sene alan uzun nefes gerektiren bir maratondur. Süreyi kısaltma çabaları gerçekçi değildir. Şirketin önleyici bakım konusunda bir alt yapısı ve çalışmaları var ise TVB'ye geçiş daha kolay olmaktadır [5]. Başarılı bir uygulamaya geçişin temel gereksinimleri beş maddede özetlenebilir:

- Ekipman etkinliğini arttırmak için altı kaybın sıfırlanması ve en aza indirilmesi,
- Operatörlere yönelik bir Otonom Bakım programı geliştirilmesi,
- Bakım birimleri için bakım programı geliştirilmesi,
- Operatörlerin ve bakım personelinin becerilerinin arttırılması,
- Yeni ekipman yönetim programı geliştirilmesi.

TVB uygulamasına geçiş üç aşamada ve 12 temel adımda gerçekleştirilir. Çizelge 1.3'te bu adımlar kısaca özetlenmiştir;

Çizelge 1.3 TVB uygulamasına geçiş aşamaları [3,4]

<b>Hazırlık Aşaması</b>	1. Üst Yönetimin TVB Sistemine karar verildiğini duyurması	TVB ile ilgili Örgüt içi konferansta üst yönetimin açıklaması.
	2.TVB’i tanıtmak için eğitim ve kampanya başlatılması	Yöneticilere düzeye göre seminer, slayt gösterileri, uygulamayı yapan firmalardan konferanslar.
	3.TVB’i yaymak ve oturtmak için organizasyonların kurulması	Her düzeyde özel TVB komiteleri kurulması; bir merkez belirlenip, sekretarya kurulması.
	4.TVB’nin Temel Hedef ve Politikalarının belirlenmesi	Mevcut durumun değerlendirilmesi; Buna göre hedefler konulması; Sonuçların tahmin edilmesi.
	5.TVB geliştirme için bir Planların hazırlanması	Beş temel faaliyet için detaylı uygulama planlarının hazırlanması.
<b>TVB Uygulama Aşaması</b>	6.TVB’a başlamanın kutlanması	Müşterilerin, yan sanayi kuruluşlarının, tedarikçilerin davet edilmesi.
	7.Her ekipmanın etkinliğinin artırılması	Pilot ekipmanların seçimi, proje ekiplerinin kurulması.
	8.Operatörlere Yönelik bir bakım programı geliştirilmesi	Yedi adımın başlatılması; çalışanlarda teşhis yeteneğinin geliştirilmesi; çalışan sertifikasyon prosedürlerinin tanımı.
	9.Bakım birimi için planlı bakım programı geliştirilmesi	Yedek parça, ekipman, çizelge yönetimi
	10.Operasyon ve bakım becerilerini geliştirme için egzersiz yapılması	Grup liderlerinin ortak eğitimi; liderlerin kendi gruplarına egzersiz yaptırması ve bilgi yayması
	11.Yeni ekipman yönetim programı geliştirilmesi	Ömür boyu toplam maliyet analizleri
<b>Stabilizasyon</b>	12.TVB Uygulamasını İyileştirme ve TVB düzeylerini yükseltme	TVB ödülleri için hazırlık; daha yüksek hedefler belirlenmesi.

## 1.2.5. TVB uygulaması için yardımcı yöntemler

### 1.2.5.1. 5S

Organizasyonlarda kaliteli bir çalışma ortamı oluşturmak ve sürekliliğini sağlamak amacıyla geliştirilmiş ve TVB uygulamalarında sıklıkla başvurulan bir tekniktir. Teknik; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ve Shitsuke adımlarından oluşmaktadır. 5S tekniğindeki adımlar aşağıda kısaca anlatılmıştır:

**Seiri (Sınıflandırma):** Çalışma ortamlarındaki malzeme ve ekipmanlar, gerekliliklerine göre sınıflandırılmalı, gereksiz olanlar çalışma ortamlarından uzaklaştırılmalıdır.

**Seiton (Düzenli Yerleşim):** Çalışma ortamlarında kullanılan malzeme ve ekipmanlar kullanım sıklıkları ve kullanım yerlerine göre konumlandırılmalı ve gerektiğinde kolaylıkla ulaşılabilecek şekilde işaretlenmeli ya da etiketlendirilmelidir.

**Seiso (Temizlik):** Kusursuz bir çalışma ortamı için, çalışma alanları daima temiz tutulmalıdır. Bu, moral ve motivasyonu artırarak daha verimli çalışılmasını sağlayacaktır.

**Seiketsu (Standartlaştırma):** İlk üç adımdaki gereklilikler çalışma alanlarında verimli bir şekilde uygulanıp, standartlaştırılmalıdır.

**Shitsuke (Devamlılığın Sağlanması ve Disiplin):** İzlenebilir bir sistem kurulmalı ve gerekli iyileştirmeler yapılarak sistemin devamlılığı sağlanmalıdır.

5S'in iş yeri ortamındaki amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Güvenliği artırmak
2. Üretkenliği artırmak
3. Etkinliği artırmak
4. Kaliteyi artırmak
5. Arızaları azaltmak
6. Ortak bir yöntem oluşturmak

5S in işletme genelinde ulaşmak istediği hedefler ve bunların yararları Çizelge 1.4'te kısaca özetlenmiştir.

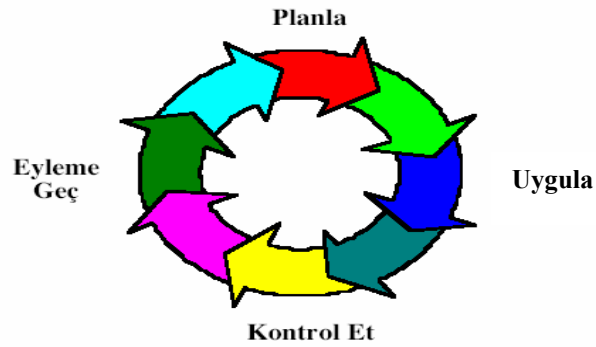
**Çizelge 1.4** 5S'in hedefleri ve yararları [6]

HEDEF	YARARI
Minimum Değişim Zamanı	Ürün Çeşitliliği
“0” Hata	Yüksek Kalite
“0” İsrâf	Düşük Maliyet
“0” Gecikme	Güvenilir Teslimat
“0” İş Kazası	İş Güvenliği
“0” Arıza	Yüksek Güvenilirlik
“0” Şikâyet	Daha Çok Güven

**1.2.5.2. Kaizen (Sürekli Gelişim)**

KAIZEN geri beslemeye dayanan düzeltici bir faaliyettir. Kademeli olarak sürekli değişim ile daha iyiye doğru gelişim anlamına gelir. KAIZEN ilk aşamada mevcut durumun daha iyiye doğru değiştirilmesi için çalışılır. Bunun için öncelikle küçük ( bireysel ) ve orta boy ( küçük gruplar ) değişiklikleri öngörür. Ardından büyük değişiklikler ( buluşlar ) gelir.

KAIZEN’de takım çalışması ön plana çıkmaktadır. Çalışmalar için en uygun yeteneklere sahip olan kişiler takım liderleri olarak seçilir ve takım elemanları bu lidere bağlı olarak sürekli iyileştirme faaliyetlerini gerçekleştirir. Bu bağlamda mevcut ekipman verileri toplanır ve üretim sürecinde en büyük kayba neden olan hatadan başlanarak hatalar giderilir. Bu işlem sürekli tekrarlanarak sürekli iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilir. Takımlar; sürekli iyileştirmeyi sağlayabilmek için E. Deming’in sürekli gelişim döngüsünden yararlanırlar. Bu yöntem ayrıntılı olarak Şekil 1.2’te gösterilmiştir [7]:



Şekil.1.2 Deming'in sürekli gelişim döngüsü [7,8]

**Planla:** Bu evre süreçte en zaman alıcı olandır. Temel fikir farklı bakış açılarına sahip kişileri bir araya getirip, beraberce nasıl çalışılacağını ortaya koymaktır. Bu tür tartışmalar için en çok kullanılan yöntem beyin fırtınası veya balık kılçığı diyagramıdır [7,8]. Temel problem alt problemlere ayrılır ve alt problemler de daha küçük problemlere bölünür. Daha sonra grup problemi çözmeyi sağlayacak verileri toplamaya başlar. Toplanan veriler analiz edilir ve elde edilen analiz sonuçlarından problemin nasıl çözüleceğinin planlanması yapılır. Problemi doğuran sebeplerin ortadan kaldırılması için yapılacak eylemler planlanır ve son olarak yapılan plan bütün çalışanlara duyurulur.

**Uygula:** Planlama evresinden sonra, planın uygulamaya konulduğu evredir. Bu evrede, pilot bir uygulama yapılır ve planın istenen sonucu verip vermediği belirlenmeye çalışılır.

**Kontrol et:** Yapılan pilot çalışmanın sonuçları değerlendirilir ve uygulama incelir.

**Eyleme geç:** Planın uygulanıp uygulanmayacağı veya yeni çözüm yöntemi bulunup bulunmayacağı kararının verildiği evredir. Eğer, plan işletmede uygulanacaksa, örgütsel sınırlar çizilir, yönetim desteği istenir ve bütün bunlardan sonra planlama evresine geri dönülerek sürekli iyileştirmenin yolları aranır.

Takımlar bu döngüyü sürekli uygulayarak sürekli gelişim için çalışmalarına devam ederler. Sonuçta örgütsel bazda küçük adımlarla ilerleyen sürekli bir gelişim sistemi oluşturulmuş olur. Bu sistem ekipman kayıplarını bulmak ve ortadan kaldırmak içinde oldukça etkili bir yöntemdir. Kaizen yöntemini kullanarak TVB sistemi içinde oluşturulan takımlar, ekipman etkinliğinin maksimizasyonu için sürekli gelişim faaliyetlerini sistematik bir şekilde gerçekleştirebilir.



### 1.3. TVB’de Ele Alınan Kayıplar

#### 1.3.1. Kayıp sebepleri yapısı


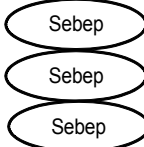
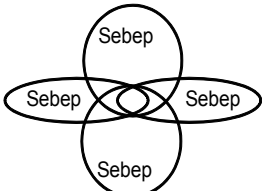
Üretim süreci içinde oluşan problemlerin nasıl davrandığını anlamak ve belirlemek hayati önem taşır. Tajiri ve Gotoh [9]’a göre, problemler ortaya çıkış sıklıklarına göre;

- ◆ Seyrek (Sporadic Loses) kayıplar,
- ◆ Kronik (Chronic Loses) kayıplar olarak iki kategoriye ayrılabilir.

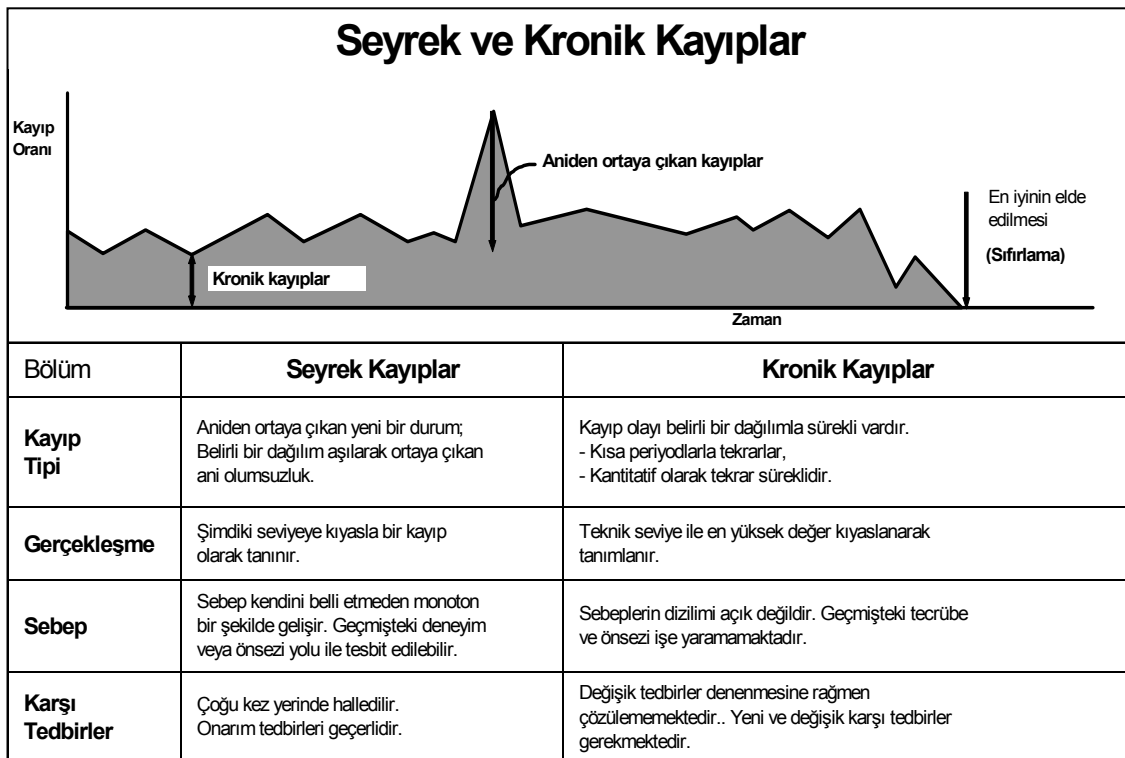
Kronik kayıplar genellikle küçük, gizli ve karmaşıktır. Genellikle benzer nedenlerden kaynaklanırlar. Seyrek kayıplar normal durumdan büyük sapmalar gösterdiği ve kolayca ortaya çıkarılabildiği için daha açıktır. Düzensiz olarak ortaya çıkarlar ve anormal etkileri vardır. Çoğunlukla ciddi sorunları işaret ederler. Buna karşın kronik kayıplar tekrar tekrar ortaya çıktığından düşük ekipman kullanımına ve yüksek maliyetlere neden olurlar. Normal bir durum olarak görüldüğü ve üretim sisteminin doğasında var olduğundan sürekli problemleri ortaya koymak seyrek kayıpları ortaya koymaya göre daha zordur. Kronik problemlerin ortaya konması sadece ekipmanın teorik kapasitesinin ekipman performansı ile karşılaştırılması ile mümkündür.

Kronik kayıplar, düzeltmek için yapılan birkaç başarısız denemeden sonra uzun zaman ve çaba gerektirdiğinden ötürü genellikle göz ardı edilirler. Nitekim bu tür kayıpları yok etmek oldukça zordur. Genellikle bakım faaliyetleri ekipman güvenilirliğini arttırıcı çalışmalara yönlendirilmeli ve herhangi bir arıza oluştuğunda, arızayı düzeltmek için gerekli olan zamanı minimize eden yollar bulunmalıdır.

Seyrek (Sporadic Breakdowns) kayıp tek bir sebebe dayanabilir. Kronik kayıp ise birden fazla sebepten kaynaklandığı gibi bileşik sebeplerden de ortaya çıkabilir. Kronik kayıplar; sebepleri direkt analiz etmek yerine bütün faktörler incelenerek ve bütün kötü sebeplerin ölçümü yapılarak ortadan kaldırılmalıdır. Şekil 1.3 ve Şekil 1.4’da Kayıp Sebeplerinin yapısı şematik olarak açıklanmıştır.

Kayıp Sebepleri Yapısı		
Seyrek Tip	Kronik Tip	
		
<b>Tek Sebebe</b>	<b>Birden Fazla Sebebe</b>	<b>Bileşik Sebebe</b>
<b>Tek Sebebe :</b>	Tek bir sebebe sonuçtan sorumlu	
<b>Birden fazla sebebe :</b>	Bir tane sonuç var, ama her seferinde değişen birden fazla sebebe var.	
<b>Bileşik Sebebe :</b>	Tek başına bir sebebe sonucu doğurmuyor. Farklı sebebeğin biraraya gelmesi sorunu doğuruyor. Sebebe kombinasyonları her seferinde değişir.	

Şekil 1.3 Kayıp sebepleri yapısı [5]



Şekil 1.4 Seyrek ve kronik kayıplar [5]

### 1.3.2. Altı büyük kayıp

Üretim sürecindeki kronik ve seyrek kayıplar farklı zararlara ve kayıplara neden olur. Bunlar kaynakları tüketen ancak değer üretmeyen faaliyetler olarak tanımlanabilir. TVB'nin amacı bu kayıpları ortaya çıkarmaktır. Aslında TVB altı büyük kaybı ortadan kaldırarak en iyi TEE'ni elde etmeye çalışan, bütün çalışanların katılımını destekleyen bir bütünsel yaklaşımdır [5,3]. Altı büyük kayıp ekipmandaki mevcut kronik ve seyrek kayıpların neden olduğu etkilerin toplandığı ana başlıkları ifade etmektedir. Çizelge 1.5'te altı büyük kayıp kavramı içerisinde ele alınan kayıp kategorileri ve bu kategorilerin kapsamındaki kayıp türleri gösterilmiştir;

**Çizelge 1.5** Kayıp kategorileri ve kayıp türleri arasındaki ilişki[5,3]

Kayıp Kategorisi	Kayıp Türü
Duruş Kayıpları	Arıza Kayıpları
	Yükleme ve Ayar Kayıpları
Hız Kayıpları	Boş Kalma ve Küçük Duruş Kayıpları
	Düşük Hız Kayıpları
Kalite Kayıpları	Kalite ve Yeniden İşleme Kayıpları
	Başlangıç Kayıpları

Aşağıda altı büyük kapsamında ele alınan her bir kayıp kategorisi ve ilgili kayıp kategorileri detaylı olarak anlatılmıştır:

#### 1.3.2.1 Duruş kayıpları

Duruş Kayıpları “arıza kayıplar” ve “yükleme ve ayar kayıpları” olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar;

**Arıza kayıpları;** Arızalar ekipmanın tamamen duruşuna yol açan arızalar olduğu gibi, sık küçük duruşlara neden olan arızalar da olabilir. Ekipman arızalarının önlenmesinde çok kesin ekipman hatalarının giderilmesi kadar, önemsiz gibi görünen, gözden kaçan, gizli kalabilen hataların da giderilmesi gerekir. Ekipman hatalarının gizli kalabilmesi Fiziki ve Psikolojik sebeplerden kaynaklanmakta olup, bu sebepler Çizelge 1.6'da gösterilmiştir:

**Çizelge 1.6** Gizli arızaların sınıflandırılması (Carnaud, 1992)

<p><b>Fiziksel Gizli Arızalar</b></p>	<p>Fiziksel olarak çıplak gözle görülemedikleri için gizli kalmış arızalar.</p> <p>(1) Ekipman sökülmediği sürece gözle görülemeyen bozukluklar  (2) Ekipman montaj pozisyonu nedeniyle gözle fark edilemeyen bozukluklar  (3) Ağır şekilde toz toprak kaplı oldukları için ihmal edilen bozukluklar</p>
<p><b>Psikolojik Gizli Arızalar</b></p>	<p>Operatör veya bakımcıların eğitimsizlik ve bilgisizlik nedeniyle fark edemediği arızalar</p> <p>(1) Operatör veya bakımcının umursamazlığı  (2) Operatör veya bakımcının arıza tiplerini tanımaması  (3) Operatör veya bakımcının kendi kararları ile sorunu ihmal etmeleri</p>

Her türlü hatanın ortaya çıkartılıp, giderilmesinde aşağıdaki beş önlem esas kabul edilebilir; Ekipman verimliliğini maksimize etmek için; arıza kayıplarının sifra indirgenmesi gereklidir. Bu ise, eğer arızaların kaçınılmaz olduğu yolundaki genel kanı değişirse; fazla bir gayret harcamadan veya yatırım yapmadan sağlanabilir (fakat bazen başlangıçta bir miktar yatırım gerekli olabilir). İyileştirme sürecine katılan herkes anlamak zorundadır ki; “Arızalar Önlenebilir”.

- 1- Tasarım zayıflıklarının düzeltilmesi,
- 2- İşletme prosedürlerine uyulması
- 3- Standart fonksiyonlardan sapmaların giderilmesi
- 4- İyi tanımlanmış bazı temel şartların (temizleme, yağlama, sıkılama gibi sürdürülmesi,
- 5- Operatör ve bakım becerilerinin geliştirilmesi

**Yükleme ve ayar kayıpları;** Bir ekipman üzerinde bir ürünün üretiminin tamamlandığı andan, diğer bir ürünün standart kalitede üretiminin başladığı ana kadar geçen zaman o ekipman için "yükleme ve ayar" zamanıdır. Yüklemeye ve ayar faaliyetlerinin bileşenlerinin ağırlıkları örnek olarak Çizelge 1.7'da verilmiştir.

**Çizelge 1.7** Yüklemeye ve ayar faaliyetlerinin bileşenleri [1]

FAALİYET	%
Kalıpların ve aparatların sökülmesi	15
Temizlik	5
Kalıpların ve aparatların hazırlanıp, yerleştirilmesi	20
Merkezeleme, ölçme	10
Deneme üretimi ve ayarlar	50

Yüklemeye ve ayar zamanlarını azaltabilmek için sistematik bir araştırma yapmak ve çalışmalarını standartlaştırmak gerekir. Bunun için aşağıda sıralanan değişkenleri iyi anlamak, aralarındaki ilişkileri iyi tespit etmek ve incelemek şarttır. Bunlar;

- İş Metotları (Yöntemler, operatörün fiziki imkânları ve becerileri),
- Kalıplar ve Aparatlar (Fiziki şekiller, mekanizmalar, Kalıp ve Aparat yüzeyleri),
- Doğruluk (Gereken doğruluk düzeyi, doğruluk ve ayar ilişkisi),
- Teknik Problemler (Gerekli teknik iyileştirmeler),
- Yönetim ve Denetim (Sürekli Kontrol, Önleyici bakım).

Metotlarda, kullanılan aparatlarda, yapılan ayarlarda bir rast gelelik varsa veya operatöre göre değişiyorsa, yüklemeye ve ayarları kontrol etmek, azaltmak zorlaşacaktır ve hatta bu durum zaman içinde üretim problemlerine yol açacaktır.

Yüklemeye zamanının azaltılması için; ekipman çalışırken yapılabilecek faaliyetlerin; ekipmanın durmasını gerektiren faaliyetlerden ayrılması gereklidir.

- *Harici Yüklemeye:* Kalıpların ve aparatların önceden hazırlanması, çalışma alanının ve stok yerlerinin hazırlanması, kısmi yüklemeye ve ön ısıtmadır. Bu çalışmalar planlanarak önceden yapılmalıdır.

- *Dâhili Yükleme:* Aparat değiştirme, kalıp değiştirme, merkezleme, ince ayarlar gibi faaliyetlerdir. Yedek parça, malzeme, alet-edevat vb. malzemelerin önceden hazır olması ve düzenli bir iş akışı planı bulunması çok büyük zaman tasarrufları sağlayacaktır. Bazen, harici yükleme olarak nitelenebilecek faaliyetler dahili yükleme faaliyetleri arasına gizlenir. Bunları tespit için aşağıdaki sorulara yanıt verilmelidir:

- Önceden yapılabilecek hazırlıklar nelerdir?
- Hangi gereçler hazır tutulmalıdır?
- Lazım olan gereçler ve aparatlar, kalıplar iyi durumda mıdır?
- Sökülen kalıplar ve aparatlar nereye konacaktır, nasıl taşınacaktır?
- Gerekli olan parçalar ve/veya yedekler var mıdır kaç adet gereklidir?

Ekipmanın duruş süresini en aza indirmeye yönelik olarak dâhili yüklemenin üç temel kuralı vardır:

- i) Parça ve gereç aranmaması
- ii) Gereksiz hareket edilmemesi
- iii) Yanlış parça veya gereç kullanılmaması

Öte yandan, dâhili yükleme içerisindeki bazı faaliyetlerin modifiye edilerek kısmen veya tamamen harici yükleme içine alınmaları mümkündür. Bunun için kullanılabilecek yöntemler şunlardır:

1. Ön Montaj;
2. Çok amaçlı aparatların geliştirilmesi;
3. Dâhili yükleme içerisindeki ayarların mümkün olduğunca önlenmesi

Dâhili yükleme içerisindeki faaliyetlerin hızlandırılması için aşağıdaki hususlar sağlanmalıdır:

1. Tespit mekanizmalarının basitleştirilmesi; hidrolik kenetleme mekanizmalarının adaptasyonu
2. Kolay monte edilen aparat ve kalıpların tasarımı, geliştirilmesi;
3. Birden fazla operatör kullanımı gerektiğinde, işlerin paralel yapılması, iş bölümünün bilinçli olması

Ayar faaliyetleri temelde malzemelerin, parçaların veya kalıpların doğru yerleştirilmesine, merkezlemeye ve ölçmeye yöneliktir. Zaman kayıplarının en aza

indirilebilmesi için ayarların amaçlarının, metotlarının, sebeplerinin ve alternatiflerinin incelenmesi gerekir.

### 1.3.2.2. Hız kayıpları

Hız Kayıpları “boş kalma ve küçük duruş kayıpları” ve “düşük hız kayıpları” olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar;

***Boş kalma ve küçük duruş kayıpları;*** “Boş kalma” ekipmanın üretim yapmadan çalışmasıdır. Genellikle, gerek boş kalmaya, gerekse küçük duruşlara (malzemenin transfer hattında takılması veya bir sensörün aktive olarak ekipmanı durdurması gibi nedenlerden kaynaklanan) “Geçici Aksaklıklar” sebep olur.

Bu aksaklıklar çabuk fark edilir ve olağan operasyona dönüş kolaylıkla ve hızla gerçekleştirilir. Ancak, boş kalmanın ve küçük duruşların sıklaşması ekipman etkinliğini belirgin şekilde olumsuz etkileyecektir. Öte yandan, otomasyonun artması ile birlikte, boş kalma ve küçük duruşlar artma eğilimine girerlerken, bunların fark edilmelerinde de gecikmeler başlayabilir.

Boş kalma ve küçük duruşların önlenmesi için öncelikle bunların iyi tanımlanması, özelliklerinin ve sebeplerinin bilinmesi gerekir. Küçük duruşların en çok rastlanan sebebi ekipmanın (veya transfer hattının) aşırı yüklenmesi ile malzeme veya işlenen parçada meydana gelen kalite anormallikleridir. Boş kalmanın en sık rastlanan sebebi ise malzeme akışının durmasıdır. Burada transfer hattındaki gizli hatalar ve aksaklıklar ile duruşu hemen fark edecek sensörler önemlidir (otomasyon).

Boş kalma ve küçük duruşların sistematik bir şekilde üzerine gidilmeyip, dikkate alınmamasında aşağıdaki özellikler ön plana çıkmaktadır:

- ◆ Fark edildiklerinde kolay giderilmeleri dolayısı ile operatörler ve bakım elemanları tarafından problem olarak görülmemeleri;
- ◆ Oluşum zamanlarının ve sıklığının çok değişken olması;
- ◆ Oluşum yerlerinin çok değişken olması;
- ◆ Sebep oldukları kayıpların fark edilmemesi veya ölçülememesi.

Boş kalma ve küçük duruşların önlenmesine yönelik olarak takip edilecek temel stratejiler şunlardır:

- ◆ Parça ve aparatlardaki küçük hataların giderilmesi,

- ◆ İyi tanımlanmış temel ekipman şartlarının sürdürülmesi,
- ◆ İşletme prosedürlerinin gözden geçirilmesi,
- ◆ Optimal şartların tanımlanması,
- ◆ Tasarım zayıflıklarının düzeltilmesi.

“Sıfır küçük duruş” otomatik üretim için gerekli en önemli şarttır. Küçük duruşları azaltmak için, çalışma şartları sürekli gözden geçirilmeli ve bütün küçük duruşlar ortadan kaldırılmalıdır.

**Düşük hız kayıpları;** Düşük hız kayıpları, ekipmanın teorik hızı ile gerçek çalışma hızı arasındaki farktır. Hız kayıpları, ekipman verimliliğini etkileyen en büyük etken olmasına ve dikkatle üzerinde durulması gerekmesine rağmen genellikle göz ardı edilirler.

Doğal olarak bu gibi kayıpları önlemenin yolu ekipmanı tasarım hızında çalıştırmaktır. Öte yandan, tasarım aşamasında belirlenen hızlara erişmeyi; tasarım zayıflıkları, üretim hattındaki değişiklikler ve ürün şekillerindeki değişiklikler (product mix) gibi nedenler fiilen imkânsız kılabilir. Dolayısı ile, her ekipman ve her ürün tipi için bir “Standart Hız” belirlenmesi ve hız kaybı ölçümlerinde baz olarak, teorik hız yerine bu “Standart Hız”ın kullanılması daha yaygın ve doğru bir uygulamadır. Ekipman hızının standart hıza erişiminde en sık karşılaşılan problemler şunlardır:

- *Mutlak ekipman özellikleri:* Tasarım aşamasında hedeflenen tasarım hızının açıkça belirtilmesi atlanmış olabilir. Bu durum ekipmanın doğal hızının ötesinde çalıştırılarak hızlı yıpranmasına, arızalara veya gereksiz yere çok yavaş çalıştırılarak hız kayıplarına yol açabilir.
- *Geçmişte yaşanan kalite veya mekanik problemleri:* Geçmişte ortaya çıkmış ve çözülmemiş olan bazı kalite veya mekanik problemleri yüzünden ekipmanı “Standart Hız”ında çalıştırmaktan kaçınmak zorunda kalınabilir. Bu çözülmemiş problemler zaman içinde “çözümü imkânsız” olarak kabul edilir ve gerçek sebeplerinin araştırılmasına çaba gösterilmeyerek, düşük hız ile yetinilir. Ancak çoğu kez bu gibi problemler küçük hatalardan ortaya çıkmaktadır veya gelişen teknolojik imkânlar ve kontrol mekanizmaları ile rahatlıkla çözülebilecek konumdadır.
- *Hız artışının ortaya çıkardığı problemlerin yetersiz incelenmesi:* Bazen hız artışları ekipmanda mevcut bulunan ancak düşük hızlarda fark edilmeyen gizli hataları ortaya çıkarırlar. Bu gibi durumlarda, hız artışı gizli hataları ortaya çıkaran basit ve etkin bir yöntem olarak görülmelidir. Ancak, birçok kuruluş bu şekilde ortaya çıkan



problemlerin sebeplerini araştırmak yerine, sadece artan hatalı üretim, arızalar ve ayar sıklıkları gibi sorunları gidermeye çalışırlar. Bu yaklaşımın sonucu olarak da fiili hız “Standart Hız”ın altında kalır.

### 1.3.2.3. Kalite kayıpları

Kalite Kayıpları “kalite ve yeniden işleme kayıpları” ve “başlangıç kayıpları” olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar;

***Kalite ve yeniden işleme kayıpları;*** Kalite kayıpları bir ekipmanın ürettiği tamamen veya kısmen hatalı ürünlerin yol açtığı kayıplardır. Düzeltilemeyecek düzeyde hatalı ürünler hurdaya ayrılır. Ancak, bazı hatalı ürünler yeniden işlenebilecek durumda olsalar bile ilgili işçilik ve ekipman zamanı bir Kalite Kaybı olarak nitelendirilir. Kalite kayıplarının önlenmesinde önemli olan faktörler şunlardır:

- ◆ Ekipmanın çalışma prensipleri,
- ◆ Ekipmanın fiziki mekanizması,
- ◆ Doğru ayarlar ve işletme,
- ◆ Aparatların ve kalıpların doğruluk düzeyi,
- ◆ Çalışma metotları

Kalite hatalarının kaynaklarının belirlenmesinde en sık kullanılan yöntem normal (hatasız) ürünlerin ve durumların, anormal (hatalı) ürün ve durumlarla karşılaştırılarak, belirgin farkların (yer, biçim, düzey ve sebepleri olarak) tespitidir. Bu çerçevede öncelikle hatalı ve hatasız ürünler karşılaştırılır, durumlar bazında takip edilir. Daha sonra, hatalı ürünleri üreten ekipman, proses, aparat ve kalıplar, hatasız ürünleri üretenlerle şekil, boyut, yüzey vb. farklarını belirlemek için karşılaştırılır. Bundan sonra da hatalı ve hatasız ürünleri üreten ekipmanların aparat ve kalıpları değiştirilerek üretim ve karşılaştırma yapılır.

***Başlangıç kayıpları;*** Başlangıç kayıpları; makinenin başlangıçtan istikrarlı hale geçene kadar olan üretimin başlangıç aşamasındaki verimlilik kayıplarından oluşur. Bir ürünün üretimine başlanmasından, kararlı hız (Stabil Hız) ve istenen kalitede üretime erişilene kadar geçen sürede; üretim sürecinden, aparatlarından, kalıplarından, ayarlardan veya operatör becerisinden kaynaklanan verim düşüklükleri bu kapsamda incelenir. Ekipman başına üretilen ürün çeşidi çok olan kuruluşlarda bu kayıplar önemli düzeylere ulaşabilir. Yukarıda sayılan her bir madde iyileştirme alanı olarak kabul edilir ve başlangıç kayıplarının azaltılması çareleri aranır.

Başlangıç kayıpları, operatörlerin teknik becerileri, ekipmanın bakım seviyesi ve üretim şartlarının dengelenabilirliği ile değişir. Pratikte bu miktar, şaşırtıcı şekilde yüksektir.

### 1.3.3. Kayıp Türlerine Göre Ulaşılacak İstenen Hedefler

Tüm sektörler için geçerli olmamakla beraber TVB sisteminde 6 büyük ekipman kaybının giderilmesi için belirli hedefler belirlenmiştir. Bu doğrultuda Çizelge 1,8’de bütün kayıp türleri ve bu kayıp türleri için ulaşılacak istenen hedefler görülmektedir.

**Çizelge 1.8** Kayıp türleri ve hedefler [5]

<b>KAYIP TÜRLERİ</b>	<b>AMAÇ</b>	<b>AÇIKLAMA</b>
Arıza Kayıpları	0	Tüm ekipman için sıfıra indirmek.
Yükleme ve Ayar Kayıpları	Minimize Etmek	Yükleme zamanlarını 10 dak altına indirmek.
Boş Kalma ve Küçük Duruş Kayıpları	0	Mevcut operasyon hızını dizayn hızına çıkarmak ve devamlılığını sağlamak.
Düşük Hız Kayıpları	0	Tüm ekipman için sıfıra indirmek.
Kalite ve Yeniden İşleme Kayıpları	0	Çok küçük geçiş zamanları kabul edilebilir.
Başlangıç Kayıpları	Minimize Etmek	Başlangıç kayıplarını 5 dak altına indirmek

Bu hedefler doğrultusunda ekipmanlar sürekli iyileştirilmeli ve 6 büyük kayıp mümkün olduğunca ortadan kaldırılmalıdır.

#### 1.4. Toplam Ekipman Etkinliği

Toplam Ekipman Etkinliği; ekipmanın mevcut etkinliğini ölçme, izleme ve geliştirmede kullanılan hesaplanması ve yorumlanması basit ve anlaşılır bir kriterdir. Altı büyük kaybı dikkate alır ve bunların etkilerinin izlenmesini sağlar.

Eğer ekipman arızalarının büyüklüğü ve üretim kayıplarının nedenleri tam olarak anlaşılmazsa, TVB faaliyetlerinin hiçbirisi büyük problemleri çözmeyi veya performans azalmasını durdurmayı tamamen gerçekleştirmeyebilir. Ericsson [10]'a göre üretim kayıpları ile birlikte diğer dolaylı ve gizli maliyetler, toplam üretim maliyetlerinin çoğunluğunu meydana getirir. Nakajima [3,4] bu doğrultuda TEE'ni "bu gizli maliyetleri ortaya çıkarmaya çabalayan bir ölçüt" olarak öne sürmüştür.

TVB sisteminde ele alınan kayıp türleri ile TEE arasındaki ilişki Çizelge 1.9'da gösterilmiştir;

**Çizelge 1.9** Kayıp türleri ile TEE arasındaki ilişki

Kayıp Türleri	TEE Kayıp Kategorisi	TEE Faktörü
Arıza Kayıpları	Duruş Kayıpları	Hazır Bulunma(A)
Yükleme ve Ayar Kayıpları		
Boş Kalma ve Küçük Duruş Kayıpları	Hız Kayıpları	Performans(P)
Düşük Hız Kayıpları		
Kalite ve Yeniden İşleme Kayıpları	Kalite Kayıpları	Kalite(Q)
Başlangıç Kayıpları		

TEE ölçümü üretim çevresi içinde birkaç farklı seviyede kullanılabilir. İlk olarak, TEE işletmenin tamamındaki başlangıç üretim performanslarının ölçülmesi için "değerlendirici" olarak kullanılabilir. Bu yolla başlangıç TEE ölçümü gelecek TEE değerleriyle karşılaştırılarak gerçekleştirilen iyileştirmelerin seviyesi tespit edilebilir. İkinci olarak, bir üretim hattı için hesaplanan TEE değeri fabrikadaki diğer hatların performansıyla karşılaştırılabilir. Bu sayede herhangi bir düşük hat performansı kolayca belirlenebilir. Eğer hatlardaki makineler tek tek ele alınırsa, TEE hangi makine performansının en düşük olduğunu belirler ve bu sayede TVB faaliyetlerinin nereye odaklanacağı kolayca anlaşılır [3,4]. Bu doğrultuda TEE ölçüm sistemi bir

işletmedeki TVB faaliyetlerinin temel ölçütü haline gelir ve bu olgu TVB sisteminin gelişimi için temel oluşturur.

Dal [11]; önleyici bakım, malzemenin faydalanma, görev yerinde bulunmama, kazalar, işgücü kullanımı, programa uygunluk, yükleme ve etkinlik verileri gibi mevcut performans verilerinin kullanılması ile hesaplanan TEE ölçümünün günlük karar alımları için güncel bilgi sağlayacağını ileri sürmüştür. Ancak, TEE'nin rolü izleme ve kontrol etme görevinin ötesindedir. Süreç geliştirme girişimlerini hesaba katar, makinelerin veya üretim hatlarının tek başına optimizasyonuna karşı çıkar, üretim hedeflerine ulaşmak için sistematik bir yöntem sağlar ve sürecin dengeli şekilde hazır bulunma, performans ve kalitesini değerlendirmek için pratik yönetim araçları ve teknikleri içerir.

#### 1.4.1. TEE hesaplaması

TEE, Eşitlik 1'de görüldüğü gibi Hazır Bulunma (A) , Performans (P), ve Kalite (Q) unsurlarının bir fonksiyonudur:

$$TEE = A \times P \times Q. \quad (1)$$

TEE'nin tam doğru tanımı uygulamalara ve araştırmacılara göre farklılık gösterir. Nakajima [3,4] TEE'nin öncüsüdür ve De Groot [12] sonraki birkaç araştırmacıdan birisidir. Bu araştırmacıların TEE ile ilgili görüşlerinin özeti Çizelge 1.10'da verilmiştir. Bu yaklaşımlar arasındaki farklılıklar oldukça azdır. Ancak TEE'ni ölçmek isteyen bir kuruluş için bu farklılıklar TEE değerlerinin hesaplanmasında önemli olabilir. Ayrıca her iki formül için gerekli verilerin toplanması uygun veya yapılabilir olmayabilir. İşletmelerin çoğu özellikle sistemsiz ve otomasyonu yetersiz süreçler için ideal çevrim zamanını belirlemeye çalışırlar. Bu yüzden hangi formül kullanılırsa kullanılsın araştırmacılar TEE'nin sürekli olarak takip edilebilmesi için anahtar olarak verilerin toplanması ve bileşenlerin (A,P,Q) hesaplanmasını önermişlerdir.

**Çizelge 1.10** Nakajima ve De Groote'in TEE hesaplama yaklaşımları [13]

	Nakajima (1988)	De Groote (1995)
Hazır bulunma (A)	$\frac{\text{Toplam süre} - \text{Duruş zamanı}}{\text{Toplam süre}}$	$\frac{\text{Planlanmış üretim zamanı} - \text{Duruş zamanı}}{\text{Planlanmış üretim zamanı}}$
Performans (P)	$\frac{\text{İdeal çevrim zamanı} * \text{üretim miktarı}}{\text{Çalışma Süresi}}$	$\frac{\text{Gerçek üretim miktarı}}{\text{Planlanmış üretim miktarı}}$
Kalite (Q)	$\frac{\text{Girdi miktarı} - \text{kusurlu ürün miktarı}}{\text{Girdi miktarı}}$	$\frac{\text{Gerçek üretim miktarı} - \text{kusurlu}}{\text{Gerçek üretim miktarı}}$
Her iki durumda da $\longrightarrow$ TEE = A x P x Q		

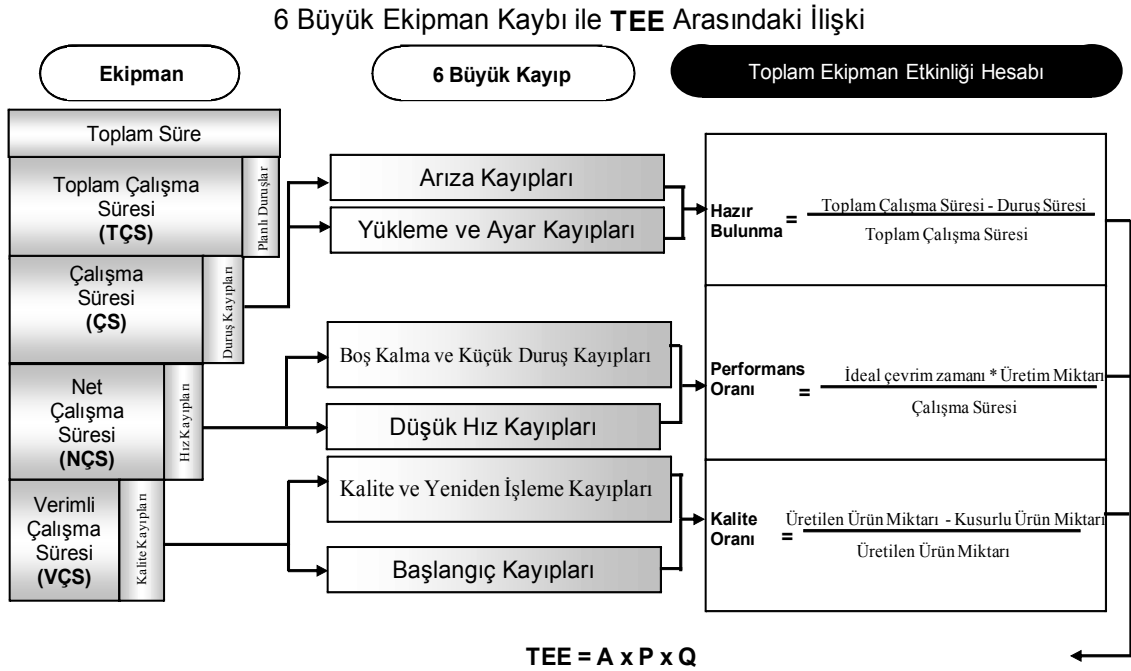
**Hazır bulunma;** Hazır bulunma (A); arıza süresi, yükleme ve ayarlama ile diğer duruşlardan kaynaklanan sistemin çalışmadığı toplam süreyi ölçer. Gerçek çalışma zamanının toplam çalışma zamanına oranıyla hesaplanır.

**Performans oranı;** Performans Oranı (P) ekipmanın gerçek üretim hızının (ideal hız – hız kayıpları, küçük duruşlar ve boş kalma) ideal üretim hızına (normal ekipman kapasitesi) oranıdır. Nakajima [3,4] belirli bir periyottaki üretim miktarını dikkate alır ve ideal çevrim zamanından sapmaları ortaya koyar. De Groote [12] sabit bir zamanı alır ve planlanmış üretimden sapmalara odaklanır. Her iki yöntem de farklı yollarla gerçek üretim miktarını ölçer.

**Kalite oranı;** Kalite Oranı (Q) ekipmanda meydana gelen kalite kayıplarını (kalite hataları nedeniyle reddedilmiş ürün miktarı) dikkate alır. Başlangıçtan mevcut kalitedeki ürünleri üretene kadar geçen süredeki kayıplara ve kusurlu ürünlere odaklanmıştır. İstenilen kalitede üretilen ürün miktarının üretilen toplam ürün miktarına oranıyla hesaplanır.

Yazarların deneyimlerine göre 6 büyük kayıpla ilgili verilerin toplanmasında birçok farklı yöntem mevcuttur. Bu nedenle TEE ölçümlerinde işletmeler kendi üretim sistemlerine uygun bir ölçüm sistemi oluşturur.

Önemli bir diğer nokta da toplanan verinin kalitesinin TEE'nin doğruluğunu belirlemesidir [13]. TEE daima; yukarıda da belirtildiği gibi odaklandığı makine, üretim hattı ya da fabrikanın hazır bulunma, performans ve kalite unsurlarının bir fonksiyonudur. Toplam Ekipman Etkinliğinin nasıl hesaplandığı Şekil 1.5'de detaylı olarak gösterilmiştir



**Şekil 1.5** Toplam Ekipman Etkinliği hesaplama yöntemi [3,4]

#### 1.4.2. Dünya standartlarında TEE

Örgütler arasında TEE ve diğer değişkenler farklı tanımlandığından dolayı en uygun TEE değerlerini ve işletmeler veya fabrikalar arası TEE kıyaslamasını belirlemek oldukça zordur. Bazı araştırmacılar bunu yapmaya çalışmıştır: Örneğin Nakajima [3,4] işletmeler için ideal alt sınırları;

- Hazır Bulunma için:  $A > 0.90$
- Performans Oranı için:  $P > 0.95$
- Kalite Oranı için:  $Q > 0.99$

olarak ortaya koymuştur. Bu değerler doğrultusunda dünya standartlarındaki işletmeler için “ $TEE > 0.85$ ” olur. Nakajima bu değeri tipik üretim yetenekleri için iyi bir değerlendirme aracı olarak öngörmüştür. Kotze [14] 0.50’den daha düşük TEE’nin daha gerçekçi olduğunu ileri sürmüştür. Ericsson [10] tarafından sunulan farklı TEE ölçümlerinin sonucunda uygun TEE değerinin 0.30 ve 0.80 arasında değiştiği özetlemiştir. Bu farklı değerler; süreçler, fabrikalar ve üretim kesimleri arasındaki TEE’nin karşılaştırılmasının zorluğunu ortaya koyar. Bununla birlikte, 6 büyük kayıp için tutarlı bir ölçüm yöntemi seçilerek, bu yöntemle kuruluşa özgü

ilkeler doğrultusunda TEE’i hesaplanarak üretim performansında çarpıcı gelişmeler elde edilebilir.

TVB ödülü almış firmalarda TEE’nin %85 üzerine çıkarılmasıyla elde edilen performans artışları %50 civarındadır. Hatta performans artışı %70’lere ulaşmış firmalarda mevcuttur. Bu nedenle “Dünya Standartları”nı yakalamayı hedefleyen işletmeler TVB sistemini kendi bakım sistemlerine adapte etmeli ve mümkün olduğunca örgütsel TEE değerini % 85’in üzerine çıkarmalıdır.

### 1.4.3. TEE için veri toplama yöntemi

Veri toplama kalitesi, hesaplanan TEE’nin doğruluğunu belirler. Kaliteli veri toplamak için, yüksek yatırım maliyetine rağmen bilgisayarlı veri toplama sisteminin kullanılması tavsiye edilmiştir [5]. Bununla beraber, bilgisayarlı veri toplama sistemini etkin biçimde kullanmak için hata sınıflamaları arasında belirli açıklamalar tanımlanmalıdır. Bu yüzden, veri toplama sistemi tasarlama yöntemi TVB için önemli bir noktadır.

Veriler düzenli şekilde toplanmalı ve hesaplamaları yapılmalıdır. Bu görevin çoğu durumda operatörler tarafından yapılması mümkündür. Veri takip formları genellikle üretim kayıplarının karmaşıklığını bilen birisi tarafından tasarlanır ve bu nedenle operatör için formu doldurmak yeterince kolay değildir. Ayrıca çoğu durumda veri tamamen toplanamaz ve analiz edilemez. Operatör bunun farkına vardığında, formu doldurma motivasyonu oldukça azalır.

Bazı işletmelerde operatörler ve ustalar tarafından kayıp verilerini toplamaya karşı direnç gözlenmiştir. Bu problem için test edilmiş iki basamaklı bir çözüm vardır. Birinci aşamada, veri toplama prosedürü üzerinde bir basitleştirme uygulanmalıdır. Ekipmanın yanına A<sub>1</sub> boyutlarında beyaz bir tahta yerleştirilir ve operatör arıza sayılarını buraya kaydeder. Buna “veri biriktirme modeli” adı verilmiştir. Veriler düzenli biçimde her hafta derlenir ve gerekli önlemler üzerinde düşünülür. Ölçümler sürdükçe arıza sayıları kademeli olarak azalacaktır.

İkinci aşamada, diğer bütün kayıpların ölçü miktarını belirlemeye ihtiyacı olduğundan, bütünüyle TEE modeli ele alınmıştır. Operatörler veri toplama da daha aşına hale geldiğinden daha kapsamlı bir modele geçmek mümkün olacaktır. Burada operatörler bütün kayıpları not etmek ve kayıplar için zamanları belirtmek zorundadırlar. Sadece arıza zamanları değil yüklenme, yeniden düzenleme, ayarlama vb. bütün duruş zamanları not edilmek zorundadır. Bir duruş meydana geldiğinde operatör makineyi yeniden çalıştırabilmek için bazı eylemler yapmak zorundadır. O süre zarfında operatör duruşu kaydedecek zamana sahip değildir. Duruş zamanı uzunluğunun değerini belirleyebilmek için operatör hatasız bir kronometreye ihtiyaç duyar.

Elbette ki operatörlerin kaydetmeyi unuttuğu duruşlar olabilir. Özellikle kısa duruşların net sürelerinin çok önemli olmadığı ekipmanlarda operatörler kısa duruşları; 1 dakika, 1–2 dakika, 2–5 dakika vb. uzunluklarında sınıflandırarak rapor etmelidir.

Arıza zamanı duruşları ile “küçük duruşlar” arasında net bir limit bulunmamaktadır. Ne tür kısa duruş oldukları kaydeden operatöre göre farklılık gösterir. Bununla beraber 5 veya 10 dakikadan daha kısa duruşları küçük duruşlar olarak dikkate almak uygundur ve bunlar not edilmek zorunda değildir, eğer diğer bütün kayıplar biliniyorsa bunlar bir kümede toplanarak hesaplanabilir.

Çoğu durumda gerçek çevrim zamanını hesaplamak en büyük problemdir. Eğer çevrim zamanı hesaplanamazsa, küçük kayıpları hesaplamak mümkün olmayacaktır. Eğer farklı ürünler farklı çevrim zamanlarına sahiplerse bu oldukça karmaşık olabilir.

Veri toplama formunun tasarımının formu doldurmakla sorumlu olan operatörle birlikte yapılması büyük önem taşır. Formlar her bir makinedeki kayıpların modeline uygun şekilde oluşturulabilir. Ayrıca formların operatörle beraber hazırlanması operatörün formu doldurmaya üstlenmesi için güzel bir yoldur. Formlar ustabaşı ya da mühendis desteğiyle operatörler tarafından düzenli olarak derlenmelidir. Bu başarı için iyi bir temel sağlayacaktır. Teoride kayıpların nasıl toplanıp hesaplanabileceği kolay gibi görünür. Ancak, çoğu vasıflı mühendisin bile hesaplanan kayıp değerlerinin güvenilirliği için doğru veri toplama yöntemine gitmeyi başaramadığı gözlenmiştir.

Başlangıçta form doldurma prosedürü ve kayıpları hesaplamak operatörün zamanını alır. Operatör sisteme alıştığında formu doldurma ve kayıpları hesaplama süresi günde 15 dakikayı geçmez. Eğer hesaplama makinenin çalıştığı zaman yapılmadıysa elbette ki bu sürede kaydedilmesi gereken bir kayıptır.

TEE de veri toplama için kullanılan bilgisayarlı sistemler oldukça etkin olabilir, ancak hataların temel nedenlerini belirlemek zordur. Ayrıca, bilgisayarlı sistemler pahalıdır ve operatörlerde olduğu gibi ustabaşılar ve mühendisler de bazen kullanmakta zorlanabilir. Ancak farklı duruşların süre ve frekanslarını tam doğru olarak verebildiği için bu sistemi sürecin içine koymak oldukça faydalıdır. Ayrıca, sistem genellikle hatanın makine içinde nerede oluştuğunu gösterir. Bazı sistemlerde aynı zamanda gerçek çevrim zamanını belirlemekte mümkündür. Bir bilgisayarlı sistemle operatörü makine tekrar çalışmaya başlamadan önce duruşun kod/neden tanımlarını yapmaya yönlendirmek mümkündür. Eğer operatör makineyi tekrar çalıştırmaya



başlamadan önce duruşlar için bir neden seçmek zorundaysa, kodlar/nedenler sınırlandırılmalıdır. Eğer yapılmazsa operatör hiçbir kodu girmeme eğiliminde olacaktır.

Bazı durumlarda, veri toplama ve analizi operatörlere gerek kalmaksızın özel vasıflı mühendisler tarafından yerine getirilir. Bu metot pahalıdır ancak özellikle üretim ekipmanı oldukça karmaşık olduğu durumlarda iyi sonuçlar gösterir.

Otomatik ve manuel veri toplamanın her ikisinin birleşiminin avantajları vardır. Bilgisayarlı sistemin duruşların uzunluğunu ve gerçek çevrim zamanını, operatörlerinde hataların sayısını ve çeşitlerini belirlediği bir yöntem denenmiştir. Bu çok zaman harcamayan ve oldukça kesin sonuçlar veren bir sistemdir.

Sonuç olarak, veri toplama problemi çözülebilir. Çözümü gerçekten faydalı hale getirmek için veri toplamaya basit bir modelle başlanmalı, bu yavaş yavaş daha kapsamlı bir modele dönüştürülmelidir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Aksu (2003), “ Toplam Verimli Bakım ve Endüstri İşletmelerinde Bir Uygulama ” isimli çalışmasında, Toplam Verimli Bakım sistemini detaylı olarak açıkladıktan sonra BMC A.Ş.’de gerçekleştirdiği uygulamaya ve bu uygulama sonucunda bulunan çözümlere yer vermiştir. Personel katılımı, üst yönetimin tam desteği, etkin mühendislik desteği ve kararlı çalışmanın TVB’nin etkin olarak kurulması için temel şartlar olduğunu belirlemiştir. Ayrıca TVB uygulamalarına ekipman güvenilirliğini arttıracak ve iş kazalarını önleyecek önlemlerle başlanmasının işgücünün katılımı üzerinde olumlu etkisi olduğu ortaya koymuştur [15].

Çulfaz (2001), “ İşletmelerde Elektrik Enerjisinin Optimal Kullanımı ve Tasarrufuna Yönelik Yapılması Gereken Çalışmalar ” isimli çalışmasında, Toplam Verimli Bakım sisteminin Koruyucu Bakım, Üretken Bakım ve Güvenilirlik Mühendisliği kavramlarının entegre edilmiş hali olduğunu ortaya koymuş ve Beko Elektronik A.Ş.’de gerçekleştirdiği uygulamayı özetlemiştir [16].

Kekezoğlu (2006), “ Toplam Kalite Yönetimi Anlayışında Yalın Üretimde Toplam Üretken Bakım Süreci ve Uygulamaları ” isimli çalışmasında, son yıllarda Tam Zamanında Üretim Sisteminin yaygınlaşması ile önemi gittikçe artmaya başlayan Yalın Üretim Sistemini incelemiş ve bu sistemin güçlü olabilmesi için kaynakların en etkin şekilde kullanılması gerektiğini belirlemiştir. Kaynakların verimli kullanılmasının ise yönetim stratejilerinde kabul görmüş Toplam Üretken Bakım metodolojisi ile mümkün olduğunu açıklamıştır. Toplam Üretken Bakımın üretimde “yalın” olabilmenin en iyi aracı olduğunu savunmuştur. Bu uygulamasının somut örneklerini Beko Elektronik A.Ş.’de yaptığı araştırma ile ortaya koymuştur[13].

Kaya (2003), “ Bakım yönetimi ve bir işletmede toplam üretken bakım modelinin oluşturulması ” isimli çalışmasında; üretim sistem içerisindeki kayıp ve firelerin ortadan kaldırılmasının öneminden bahsetmiş ve bunun sağlanması için en iyi yöntemin Toplam Verimli Bakım sisteminin oluşturulması olduğunu ortaya koymuştur. Orta büyüklükte bir üretim işletmesinde sistemin oluşturulması üzerine çalışmıştır [17].

Sarıçoban (2006), “ Toplam Verimli Bakım Çalışmalarında 5S’in Önemi ve Uygulanması ” isimli çalışmasında; TVB sistemini ve bu sistemin ön adımı olan 5S sistemini ayrıntılı olarak incelemiştir. TVB sistemi içinde iyileştirme fırsatları için ortam hazırlayan 5S’in öneminden bahsetmiş ve Dönmez Debriyaj San. Tic. A.Ş. de gerçekleştirdiği uygulama

sonucunda 5S'in hedeflediği temiz ve düzenli çalışma ortamının iş güvenliği, verimlilik, kalite ve motivasyon yönünden olumlu etkilerinin olduğundan söz etmiştir [18].

Nas (2001), “Toplam Verimli Bakım Yönetimi veya Verimlilik ve Rekabet gücü Yaratmak” isimli makalesinde Toplam Verimli Bakım sisteminin doğuşundan günümüze kadar olan gelişimini incelemiş ve Erkunt San. A.Ş. deki Toplam Verimli Bakım uygulamalarını özetlemiştir. Uygulamanın başlaması ile şirket hedeflerinin tüm çalışanların katılımı, üretimde verimlilik artışı, sıfır iş kazası, sıfır stok, sıfır arıza ve sıfır fire gibi konulara odaklandığını ve 3 yıllık bir dönemde bu alanlarda belirlenen hedeflere ulaşılmaya başlandığını ortaya koymuştur [19].

Dal, Tugwell ve Greatbanks, (2000) “Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis” isimli makalelerinde Toplam Ekipman Etkinliğinin işletmelerin operasyonel gelişimlerini gözlemlemek için en uygun ölçüt olduğunu ortaya koymuş ve yaptıkları bir uygulama ile elde ettikleri sonuçları çalışmalarının sonunda özetlemişlerdir [11].

Ljungberg, (1998), “Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities” isimli makalesinde Toplam Verimli Bakım çalışmalarının temelini Toplam Ekipman Etkinliği kavramının oluşturduğunu ve TVB çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda hesaplanan TEE değerinin gelişimin en önemli göstergesi olduğunu ortaya koymuştur [20].

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

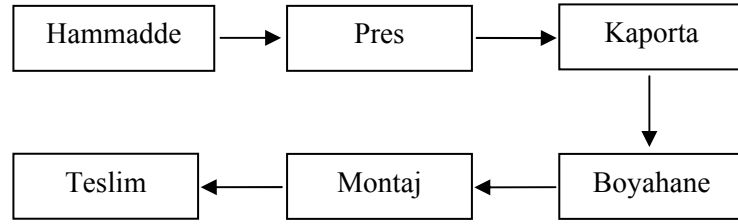
Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyetlerini sürdüren bir otomotiv firmasından elde edilen veriler bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

##### 3.1.1. Firmanın tanıtımı

Firma 1969 yılında Bursa'nın kuzeyinde merkeze 8 km uzaklıkta yer alan Organize Sanayi Bölgesinde %51 yabancı %49 yerli sermaye ile kurulmuştur. 225,313 m<sup>2</sup> si kapalı alan; 9,576m<sup>2</sup> si yeşil alan ve 183,237m<sup>2</sup> si açık alan olmak üzere toplam 416,126m<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. 1971 yılında ilk araç üretimini gerçekleştirmiş ve Türk halkına sunmuştur. Yıllık üretim kapasitesi 3 vardiya/gün ile 226,000 araçtır. Firmada 33.2 yaş ortalaması ile 5,470 kişi çalışmaktadır. 2006 ve 2007 yılı içerisinde yapılan yatırımlar ile yeni bir montaj atölyesi kurulmaktadır. 2007 sonbaharı itibari ile üretim kapasitesi ve çalışan sayısı artış gösterecektir.

Fabrikada; Kaporta, mekanik, montaj, boyahane, pres ve motor departmanları olmak üzere 6 adet bölüm mevcuttur. Firmada 3 tip otomobil üretimi yapılmaktadır ve Eylül 2007 itibari ile yeni bir aracın üretimine başlanacaktır. 2003 yılında gerçekleştirilen toplam 97,492 adetlik ihracatla yaklaşık 1 milyar 16 milyon \$ ihracat cirosu gerçekleştirerek Türk Otomotiv Sektöründe 1 milyar \$ sınırını geçen ilk üretici olmuştur. Binek araç üretiminde ortalama % 44'lük bir oranla dünyada 1. sırada yer almaktadır. Ülkemizde de en çok satılan markalar arasında yer almaktadır. Firma 5 kıtada toplam 100 ülkeye ihracat yapmaktadır.

Firma ayrıca sanayi; finans ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren bir grubun üyesidir. Firma yıllık ortalama 391,051 saat eğitim süresi ve 2.1 milyon € eğitim harcaması ile eğitime oldukça önem vermektedir. Bünyesindeki beyaz yakalı personelin % 77'si 4 yıllık fakülte ve üzeri okul mezunudur. Firma; personeline yabancı dil, mesleki gelişim, oryantasyon ve kalite teknikleri konusunda sürekli eğitim olanağı sağlamaktadır. Firma günümüz üretim, kalite ve bakım sistemlerini başarıyla uygulamaktadır. Toplam Verimli Bakım sistemini benimsemiş olan firmada; sistemin başarılı olarak uygulandığı boyahane departmanı uygulama yapılacak bölüm olarak seçilmiştir. İşletmenin en genel kapsamlı akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir:



**Şekil 3.1** İşletmenin genel akış şeması

### 3.2 Metot

İşletme; mevcut makine ve hat performanslarını belirlemek ve uygunsuzlukları ortadan kaldırmak amacı ile kendine özgü bir TVB sistemi oluşturmuştur. Buna göre TVB sistemi; üretime etki eden her türlü kaybın ortadan kaldırılması ile üretim araçlarının performansını yükseltmeye ve ömür maliyetlerini azaltmaya yönelik faaliyetlerin bütünü olarak tanımlanmıştır. Böyle bir sistemin başarıya ulaşması için aşağıdaki unsurlar benimsenmiştir:

- Üst yönetim TVB aktivitelerine rehberlik yapmalıdır,
- Ana hedef “0” kayıp olmalıdır,
- Tüm kayıplara müdahale edilmeli ve önemli kayıpların oluşması engellenmelidir,
- Grup çalışmasına önem verilmelidir,
- Herkes eğitilmeli, eğitimler pratik olmalı ve sahada gerçekleştirilmelidir;
- Ekipmanın sürekli gelişimi sağlanmalıdır.

İşletmede; TVB sistemi 4 ana aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sistemin dayandığı temel prensiplerdir ve sistemin yaşamasını sağlarlar. Bunlar;

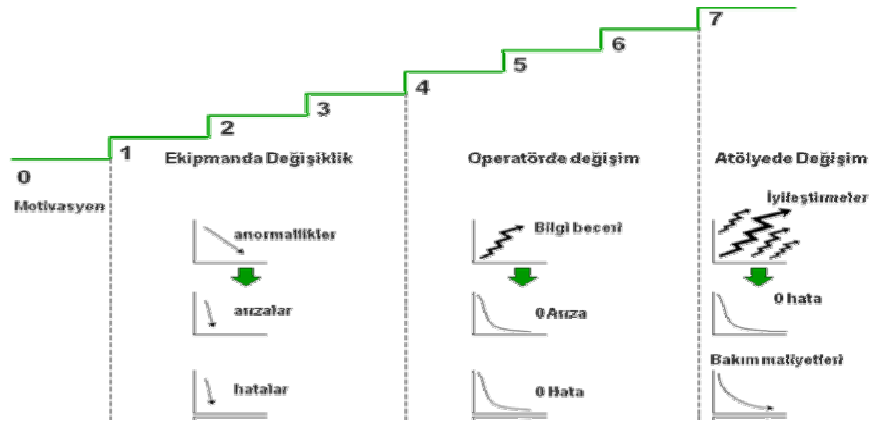
1. Otonom Bakım,
2. Planlı Bakım,
3. Eğitim,
4. Kayıpların analizi ve giderilmesidir.

#### 3.2.1. Otonom bakım

Her operatöre çalışmakta olduğu ekipman için sorumluluk yükler. Böylece bakım departmanının bazı faaliyetleri operatörlere aktarılmış olur. Bu da kendi kendini yöneten yani otonom bir sistemin oluşmasını sağlar. 7 etaptan meydana gelmektedir. Buna göre operatör;

1. Anormallikleri belirler,
2. Basit anormallikleri ortadan kaldırır,
3. Geçici standartları hazırlar,
4. Bakım birimi tarafından gözlem ve anormallikleri yok etmek konusunda eğitilir,
5. Standartları oluşturur ve uygular,
6. Tamamen otonom bir biçimde çalışmaya başlar,
7. Sistemi sürekli iyileştirir (tam otonom yönetim).

Bu sistemin sağlıklı şekilde oluşturulabilmesi için bakım servisi ve yönetime bazı görevler düşmektedir. Yönetim; operatörlerin eğitilmesini sağlamalı, sistemi denetlemeli ve sistemin sürekliliğini sağlamalıdır. Bakım servisi ise anormalliklerin analizi ve incelenmesinde operatöre yardımcı olmalı, operatöre eğitim vermeli ve operatörün iyileştirmeler yapabilmesi için teknik destekte bulunmalıdır. Otonom Bakım sistemi tamamen yaygınlaştırıldığında, ekipmandaki anormallikler ve dolayısı ile arızalar azalacak; operatörlerin bilgi ve becerileri artacak ve böylece daha az hata meydana gelecek ve en önemlisi bakım maliyetlerinde düşüş sağlanacaktır. Şekil 3.2 bunu kısaca özetlemektedir.



**Şekil 3.2** Otonom bakımın gelişimi

İşletmede otonom bakıma alınacak olan işlemler için özel bir form geliştirilmiştir. Ekipmanlarda yapılacak olan ve otonom bakım kapsamına alınan işlemler, işlemler sırasında dikkat edilmesi gereken faaliyetler bu formda gösterilir. Formda problemin bulunduğu ekipmanın fotoğrafına yer verilir ve yapılması gereken işlemler numaralandırılarak fotoğraf üzerinde işlemin yapılacağı kısım gösterilir. Her numaranın karşılığında yapılacak işlem tanımlanır ve hangi temel işlemin gerçekleştirileceği işlemin tanımlayıcı şekli konarak

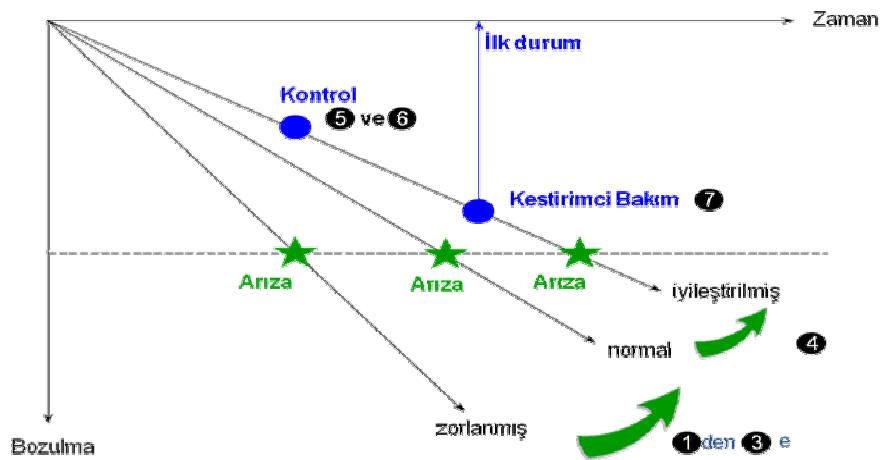
gösterilir. İşletme otonom bakım kapsamında 3 temel işlem benimsemiştir. Bunlar yağlama, temizlik ve kontroldür. İşletmenin otonom bakım formuna bir örnek Ek 1’de gösterilmiştir.

### 3.2.2. Planlı bakım

Makinelere düzenli olarak bakım uygulanır ve bu makineler tasarım standartlarında çalıştırılırsa arıza riski azalacaktır. Bu nedenle ekipman bazında belirli periyotlarla uygulanacak planlı bir bakım sistemi oluşturulmuştur. Ekipmanın tasarım bilgileri ve çalışma koşulları baz alınarak bakım planları oluşturulur ve düzenli biçimde uygulanır. Böylece ekipmanın arızalara karşı direnci artar. Bu sistemi oluşturmak için makinenin;

1. Mevcut durum ve istenilen durum arasındaki farklar bilinmeli,
2. İstenilen duruma getirilmeli ve iyileştirilmeli,
3. Geçici standartları oluşturulmalı,
4. Standartlar uygulanmalı ve ömür çevrimi iyileştirilmeli,
5. Bakımın etkinliği iyileştirilmeli,
6. Çevreyle ilişkisi dikkate alınarak genel bir izleme sistemi oluşturulmalı ve
7. Tüm ömrü boyunca (Kestirimci Bakım) korunmalıdır.

Böylece Şekil 3.3’de görüleceği gibi ekipman sürekli kontrol altında tutulacak, ekipmanın mevcut performansı iyileşecek ve ekipmanın arızalanma sıklığı azalacaktır. Ekipman sürekli izlendiğinden bir sonraki arıza zamanı kestirilebilecek ve bu süreden önce koruyucu bakım uygulanarak ekipman her defasında başlangıç koşullarına çevrilebilecektir. Böylece ekipman arızaları kolayca önlenebilecektir.



Şekil 3.3 Ekipman bakım sistemi

Şekil 3.3'den de anlaşılacağı üzere ekipmanda yapılan iyileştirmeler ekipmanın daha geç arızalanmasını sağlayacaktır, daha sonra standart bakım faaliyetleri ile ekipmanın normalden daha iyi koşullarda çalışması sağlanır. Bu evreden sonra ekipman koşulları sürekli kontrol edilerek bir sonraki arıza zamanı tahmin edilir. Belirlenen bu tarihten önceki bir zamanda uygulanan düzeltici faaliyetler ile ekipman ilk durumuna getirilir. Bu çevrim sürekli tekrar edilerek ekipmanın arızalanması önlenir ve ekipmandan alınan verim artırılmış olur.

Bu sistemin kurulmasında destek bazı faaliyetlere ihtiyaç duyulur. Bunlar;

- Otonom bakım ile imalata destek
- Bakım verilerinin, bakım planlamasının ve bakım sisteminin yönetimi
- Yardımcı ekipman ve yedek parçaların yönetimi
- Bakımın yetkinliğinin ve teknolojisinin iyileştirilmesidir.

Burada imalat personeline önemli görevler düşmektedir. Çünkü ekipmanı ömrü boyunca kullanan ve koruyan imalat personelidir. İmalat ve Bakım personeli bir ekip olarak çalışmalı; İmalat Bakıma ekipman durumlarıyla ilgili bilgi sağlamalı, Bakım ise İmalatı sürekli eğitmelidir.

### 3.2.3. Eğitim

Eğitimin temel amacı yetkinliği artırmaktır. Eğitimi bilen kişi yapmalı, eğitimler mümkün olduğunca sahada ve uygulamalı olarak yapılmalıdır. Çünkü sadece bilgi yeterli değildir, eğitilen personelin becerileri de artırılmalıdır. Burada operatöre ve bakım personeline bazı görevler düşmektedir. Operatör,

- Anormallik kaynaklarını bulmalı (Gözlemlemek),
- Mekanizmalardan anlamalı (Analiz etmek),
- Ekipman – Kalite ilişkisini bilmeli,
- Çalıştığı ekipmanı onarabilmeli ve
- Sürekli gelişime ayak uydurmalıdır.

Bakım personelinin üzerine düşen görevler ise;

- Operatörlere bakım sırasında yardımcı olmalı,
- Uygun düzeltici önlemleri almalı,
- Bakımın kolay uygulanmasını sağlamalı,
- Ekipman koşullarını teşhis edebilmeli ve



- Çalıştırma maliyetlerini düşürmenin yollarını aramalıdır.

### 3.2.4. Kayıpların analizi ve giderilmesi

İşletmede kayıplar 8 ana başlıkta toplanmıştır. Bu kayıplar aşağıda kısaca özetlenmiştir;

1. **Arızalar;** Üretimde kullanılan ekipmanlarda kontrolsüz olarak ortaya çıkan ve üretimi aksatan durumlardır. Üretimde kesin olarak istenmeyen bir durumdur. Ekipmana koruyucu bakım uygulanarak ve sürekli olarak ekipman koşulları iyileştirilerek arıza riski azaltılmalıdır. Hedef “0” arıza olmalıdır.
2. **Hazırlık ve ayarlar;** Ekipmanda üretim veya ürün değişimi sırasında yapılan hazırlık ve ayar çalışmalarındaki zaman kayıplarıdır. Temel yaklaşım; hazırlık ve ayar için kullanılan aparatların ve yöntemlerin geliştirilmesi ve bu zamanın minimize edilmesi yönünde olmalıdır. Hedef minimum ayar zamanı ve minimum parça deneme olmalıdır.
3. **Aparat değişimleri;** Üretim sırasında periyodik olarak aparatların değiştirilmesi veya herhangi bir aşınma, kırılma vb durumda yapılacak değişimlerden kaynaklanan zaman kayıplarıdır. Burada yapılacak çalışma; kesici, elektrot ve kalıp değişim sürelerini kısaltmak ve kullanım sürelerini uzatmak, değişim yöntemlerini belirlemek ve kolaylaştırmak yönünde olmalıdır. Hedef “0” aparat değişimi olmalıdır.
4. **Devreye alma kayıpları;** Tatil, yemek paydosu vb uzun duruşlardan sonra ekipmanın sorunsuz ürün üretimine başlamasına kadar geçen süredir. Ekipman elemanlarının uygun olmayan koşullarda çalışması sırasında ürün üzerinde gerçekleşen boyut değişimleri incelenmelidir. Hedef “0” devreye alma zamanı olmalıdır.
5. **Boş çalışma;** Temizlik, periyodik parça değişimi vb durumlarda ekipmanın durdurulması sonucu ortaya çıkan kayıplardır. Bunlar kaçınılmaz kayıplardır, ancak ekipmanın güvenilirliği ve kalitesine bağlı olarak azaltılabilirler. Hedef arızaları artırmamak koşuluyla bakım sürelerini ve bakım frekansını azaltmak ve üretim süresini uzatmak yönünde olmalıdır.
6. **Kısa duruşlar;** Geçici problemler nedeniyle makinenin durması yada üretim yapamaması nedeniyle ortaya çıkan kayıplardır. İki biçimde tanımlanabilirler; operatörün giderdiği basit hatalar ya da bakım operatörünün giderdiği kısa süreli basit arızalar. Kısa duruşlar uygun şekilde analiz edilmeli, küçük hataların sayısı izlenmeli ve hedef “0” kısa duruş olmalıdır.
7. **Düşük hızda çalışma;** Gerçek çalışma hızının teorik çalışma hızından büyük olması

nedeni ile oluşan kayıplardır. Kısaca makinenin tam kapasitede kullanılmamasıdır. Hedef, gerçek hız ile teorik hız arasındaki farkı sıfıra indirmek olmalıdır.

- 8. Hatalı parça üretimi ve kalite sorunları;** Kalitesiz ürünün üretimi için harcanan veya üretilen üründeki giderilebilir hataları ortadan kaldırmak için harcanan zaman kayıplarıdır. Arızalardan ya da kronik kayıplardan dolayı ortaya çıkarlar. Kesin çözüm için üretim süreci teknik açıdan gözden geçirilmelidir. Hedef “0” hata olmalıdır.

İşletmenin TVB çalışmaları kapsamında dikkate aldığı bu 8 kayıp aslında TVB sisteminin kabul ettiği 6 büyük kaybın işletme içerisinde farklı şekilde değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. İşletmenin benimsemiş olduğu sistemle TVB sistemindeki temel 6 büyük kayıp arasındaki ilişki Çizelge 3.1’de gösterilmiştir:

**Çizelge 3.1** İşletmedeki 8 kayıp ile 6 büyük kayıp arasındaki ilişki

<b>6 Büyük Kayıp</b>	<b>İşletmenin Kayıp Kategorisi</b>
Arıza Kayıpları	Arızalar
Yükleme ve Ayar Kayıpları	Hazırlık ve Ayarlar + Aparat Değişimleri
Boş Kalma ve Küçük Duruş Kayıpları	Boş Çalışma + Kısa Duruşlar
Düşük Hız Kayıpları	Düşük Hızda Çalışma
Kalite ve Yeniden İşleme Kayıpları	Hatalı Parça Üretimi ve Kalite Sorunları
Başlangıç Kayıpları	Devreye Alma Kayıpları

Departmanlar arasında kolayca karşılaştırma yapabilmek amacıyla temel 4 departman için zamanların hesaplanmasında dikkate alınacak belirli standartlar oluşturulmuştur. Her departman kendi içinde hesaplamalarını belirlenen bu standart doğrultusunda yapar. Bu standartlar departman bazında; Montaj ve Boyahane departmanı için 1000 araba; Kaporta departmanı için 1 000 000 punta ve Pres departmanı için 10 000 vuruştur.

İşletmenin TEE faktörlerini hesaplarken kullandığı zaman türleri ve bu zamanlarla geleneksel TEE hesaplama yöntemi arasındaki ilişki Şekil 3.4’te detaylı şekilde gösterilmiştir;

Süre Tanımlamaları ve TEE Hesabı				
		GELENEKSEL YAKLAŞIM	İŞLETMENİN YAKLAŞIMI	
Süre Tanımlamaları	TOPLAM SÜRE		TOPLAM ZAMAN (Tt)	
	TOPLAM ÇALIŞMA SÜRESİ	Planlı Duruş	ÜRETİME AÇIK ZAMAN (TR)	
	ÇALIŞMA SÜRESİ	Duruş Kayıpları	ÇALIŞMA ZAMANI (TF)	
	NET ÇALIŞMA SÜRESİ	Hız Kayıpları	NET ÇALIŞMA ZAMANI (TNF)	
	VERİMLİ ÇALIŞMA SÜRESİ	Kalite Kayıpları	İYİ ÇALIŞMA ZAMANI (TBF)	
Oranlar	A =	$\frac{\text{Toplam Çalışma Süresi} - \text{Duruş Süresi}}{\text{Toplam Çalışma Süresi}}$	Do = $\frac{TF}{TR} = \frac{TR - (TAP + TAI)}{TR}$	
	P =	$\frac{\text{İdeal Çevrim Zamanı} * \text{Üretim Miktarı}}{\text{Çalışma Süresi}}$	Rv = $\frac{TNF}{TF} = \frac{T_{cth}}{T_{cym}} \quad T_{cym} = \frac{TF}{NPR}$	
	Q =	$\frac{\text{Üretilen Ürün Miktarı} - \text{Kusurlu Ürün Miktarı}}{\text{Üretilen Ürün Miktarı}}$	Tq = $\frac{NPBR}{NPR}$	
	TEE =	A x P x Q	Ro = Do x Rv x Tq	
		NPR : Üretilen Ürün Miktarı	NPBR : Kalitesiz Ürün Miktarı	TAP : Direkt Duruş Zamanı
		NPBR : Kaliteli Ürün Miktarı	TNR : Planlı Duruşlar	TAI : Dolaylı Duruş Zamanı
		TAP = TP + TAE + TAF	TP : Arıza Zamanı	TAE : İşletme Duruş Zamanı
	Do : Hazır Bulunma	Rv : Performans Oranı	Tq = Kalite Oranı	
			Tcth : Teorik Çevrim Süresi; Tcym: Ortalama ÇS.	

**Şekil 3.4** Mevcut sistem ile işletmedeki TEE hesaplama sisteminin karşılaştırılması

Şekil 3.4’den görüldüğü gibi işletme mevcut TVB süre tanımlamalarını kendi sistemine göre uyarlamış ve TEE faktörlerini bu süreleri kullanarak hesaplamıştır. İşletmede ayrıca TEE’nin %100 olmasını engelleyen kayıpların etkisini göstermek amacıyla “1 – Ro” farkı kullanılmaktadır.

**1-Ro;** randımanın %100 olmasını engelleyen kayıpların etkisini gösterir. Bu kayıpların etkisini belirleyebilmek için bu kayıplar Şekil 5’te verildiği gibi 4 grupta tanımlanmaktadır;

1. Kötü parça etkisi (Pnq)
2. Direkt duruşların etkisi (Pp)
3. Dolaylı duruşların etkisi (Pi)
4. Çevrim zamanını aşma etkisi (Ptc)



Şekil 3.5 1-Ro Grafiği

Bu kayıpların randıman üzerindeki etkisi Şekil 3.5’de de görüldüğü üzere oldukça önemlidir. Bu nedenle bu kayıplar iyi analiz edilmeli ve ortadan kaldırılmalıdır. Bu doğrultuda bu etkilerin belirlenmesi ve izlenmesi için her bir bileşen ele alınmalıdır. Bileşenler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır;

1. **Kötü parça etkisi (Pnq);** ekipmanın üretim yaptığı süre boyunca ürettiği kötü parça sayısının, ürettiği toplam parça sayısına oranını gösterir.

$$Pnq = \frac{NPMR \times Tc_{th}}{TR} = 1 - Tq \quad (2)$$

2. **Direkt duruşların etkisi (Pp);** ekipmanın üretim yaptığı süre boyunca oluşan direkt duruşların etkisini gösterir. Direkt duruş süresinin üretime açık zamana oranlanmasıyla hesaplanır.

$$Pp = \frac{TAP}{TR} \quad (3)$$

3. **Dolaylı duruşların etkisi (Pi);** ekipmanın üretim yaptığı süre boyunca oluşan dolaylı duruşların etkisini gösterir. Dolaylı duruş süresinin üretime açık zamana oranlanmasıyla hesaplanır.

$$Pi = \frac{TAI}{TR} \quad (4)$$

4. **Çevrim zamanını aşma etkisi (Ptc);** efektif çevrim süresi ile teorik çevrim süresi arasındaki farkın etkisini gösterir. Yavaş çalışma sonucu ortaya çıkan zamanın üretime açık zamana oranlanmasıyla hesaplanır.

$$Ptc = \frac{NPR \times (T_{cym} - T_{cth})}{TR} \quad (5)$$

Buradan hareketle aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

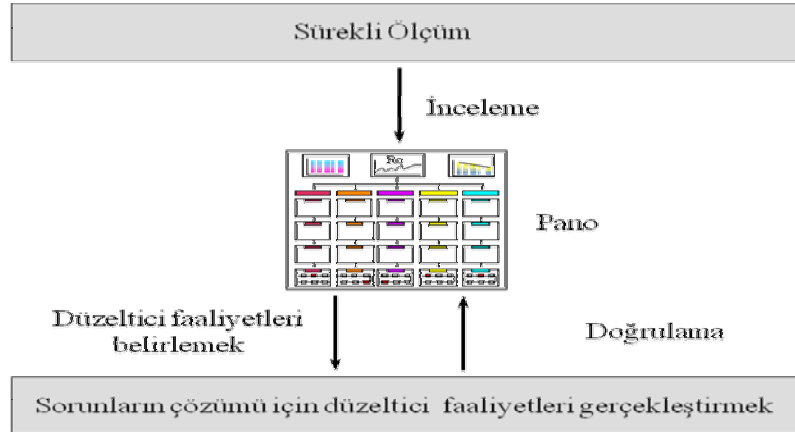
$$1 - Ro = Pnq + Pp + Pi + Ptc \quad (6)$$

Yukarıda bahsedilen bütün göstergelerin bir arada değerlendirilmesi ve problemlerin çözümünde göz önünde tutulması oldukça önemlidir. Bu nedenle bütün göstergelerin bir arada toplanması gereklidir. İşletme bu doğrultuda kayıpların çok iyi tanımlanması ve gerçekleştirilecek düzeltici faaliyetlerin doğru noktalara odaklanması için kendine özgü bir izleme sistemi kurmuştur.

#### ***Kayıp analizi ve kayıp analiz tablosunun oluşturulması***

Kayıpların analiz sistemi sürekli ölçüm temeli üzerine kurulmuştur. Bütün departmanlarda kayıpların sağlıklı biçimde izlenebilmesi için SMP isimli bir bilgisayar programı kullanılmaktadır. Program bütün ekipmanlar için saniyelik hassasiyette ilgili bütün kayıtları verebilmektedir. SMP; TVB gösterge çizelgeleri için verilerin toplanmasında ve düzenlenmesinde görev almaktadır. SMP programı ile kayıt altına alınan süreler program içerisindeki bir butonla MS. Excell programına aktarılır ve gerekli hesaplamalar Excell yardımıyla yapılır.

İzleme sisteminin otomatik ağ sistemi üzerine kurulmasıyla oluşabilecek veri kayıplarının önüne geçilmiş ve ekipman yada hatlar bazında göstergelerin en güvenilir şekilde hesaplanması sağlanmıştır. Böylece ekipmanda yapılacak düzeltici faaliyetler için odaklanılacak problemler kolayca ve doğru şekilde belirlenebilmektedir. Kayıp analizinin temel amacı ekipmanın mevcut performansını ortaya koymak, bu performansı etkileyen ana problemleri belirlemek ve bu problemleri ekipmanda en büyük kayba neden olandan başlayarak ortadan kaldırmaktır. Bu doğrultuda işletme Şekil 3.6'da görülen sistematiği oluşturmuştur.



**Şekil 3.6** Kayıpların izlenme ve giderilme sistematığı

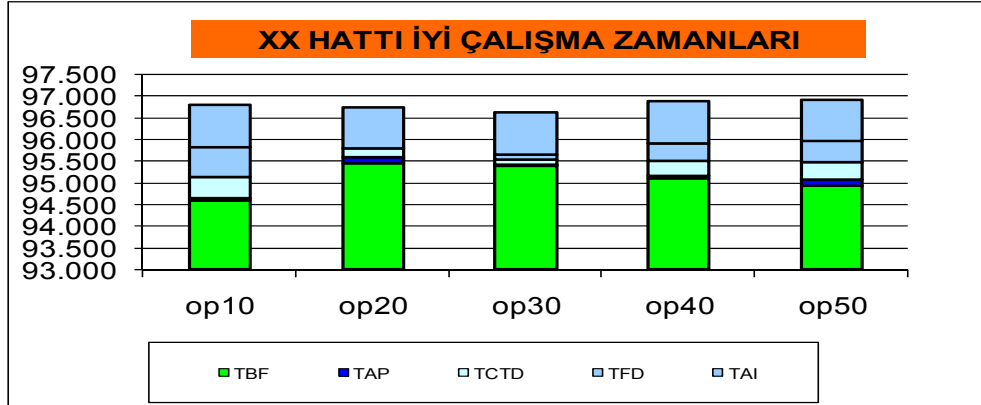
İnceleme safhasında bütün kayıplar dikkate alınmalıdır, çünkü mevcut kayıpların performans üzerindeki etkilerini belirlemek önemlidir. Kayıp panosu oluşturulurken mevcut durumun anlaşılması ve değerlendirilmesi için bazı göstergeler gereklidir. Bu göstergeler şunlardır;

- İyi çalışma zaman grafiği
- TEE grafiği
- Kayıpların dağılımı
- TEE kaybı dağılım grafiği
- Ortalama duruş süresi grafiği

Bu göstergelerin panodaki kullanımını aşağıda kısaca özetlenmiştir.

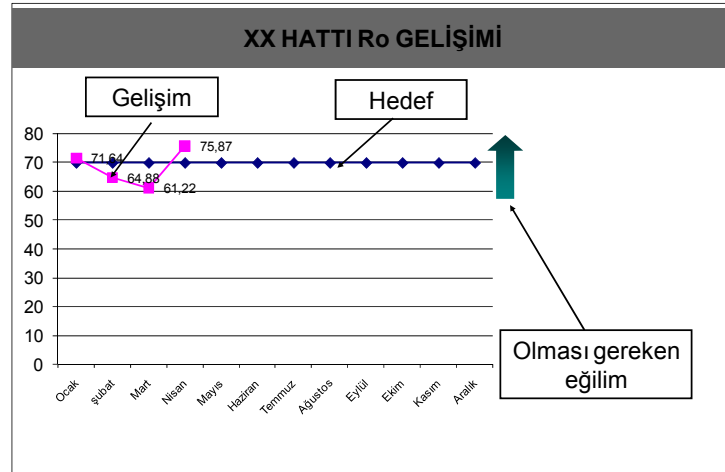
**İyi Çalışma Zamanları Grafiği;** Şekil 3.7'den de görüldüğü gibi hattı oluşturan tüm üretim araçlarının kayıp zamanları ile iyi çalışma zamanlarını 3 aylık zaman diliminde gösterir ve hat üzerindeki en yavaş ekipmanı tanımlamaya yarar. Hattın kayıplara göre genel ifadesidir. Dikey eksen 1000 parçaya göre dakika olarak alınır. Yatay eksen hattı oluşturan üretim araçlarını gösterir. İyi çalışma zamanı yeşil renkle ve TBF olarak gösterilir. Grafik 3 aylık kayıp verilerin toplanmasıyla oluşturulur ve 3 aylık periyotlarla güncellenmelidir. Burada;

$$\text{İyi çalışma zamanı (TBF)} = \text{NPBR} \times \text{Tcth} \quad (7)$$



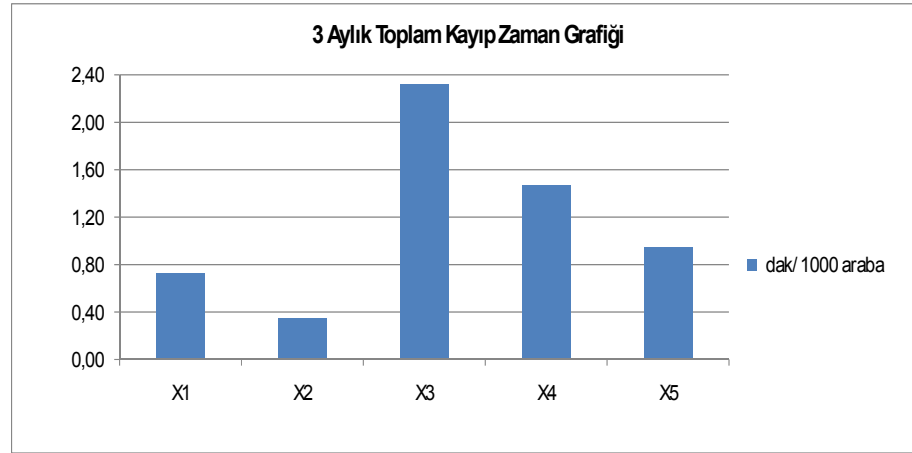
Şekil 3.7 İyi çalışma zamanları grafiği örneği

**Randıman Grafiği;** Hattın randımanın aylık gelişimini gösteren grafiğdir. Dikey eksen % olarak randımanı, yatay eksen ise ilgili ayları gösterir. Grafik üzerinde hat için belirlenmiş olan hedef randıman değerini gösteren doğru ve değişimi gösteren eğilim çizgisi belirtilmelidir. Grafik 3 aylık periyotlarla güncellenmeli ve aylık manüel takibi yapılmalıdır. Örnek bir Ro grafiği Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Randıman grafiği

**Kayıpların Dağılım Grafiği;** hat üzerindeki kayıpların toplam süreye göre etkisinin grafiğidir. Dikey eksen 1000 parçaya göre dakika cinsinden ifade edilir. Yatay eksen izlenen kayıpların toplamdaki değerleridir. Kayıpların toplam değerleri 3 aylık değerlerin toplamıdır. Şekil 3.9’da örneği verilen Grafik 3 aylık periyotlarla güncellenmelidir.



Şekil 3.9 Kayıpların dağılım grafiği

**TEE(Ro) Kaybı Dağılım Grafiği;** kayıpların Ro üzerindeki % olarak etkisini gösterir. Dikey eksen kayıpların % olarak Ro üzerindeki etkisini gösterir. Yatay eksen ayları göstermektedir. Şekil 3.10'da örneği verilen Grafik 3 aylık periyotlarla güncellenmelidir.

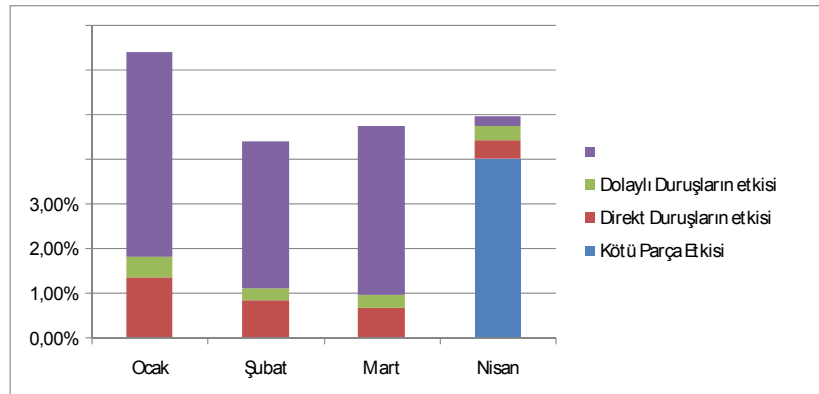
Bir kaybın randıman üzerindeki etkisi;

$$\% \text{ ilgili kaybın etkisi} = (\text{İlgili kaybın toplam süresi} / \text{Üretime açık zaman}) * 100 . . (8)$$

Ro kaybı değeri; aylık randıman değerinin %100'den farkını yani kayıp olarak ortaya çıkan oranı gösterir;

$$\% \text{ Randıman Kaybı} = (1 - Ro) * 100. . . . . (9)$$

$$\% \text{ Randıman Kaybı} = \sum \text{Kayıpların etkisi} * 100. . . . . (10)$$

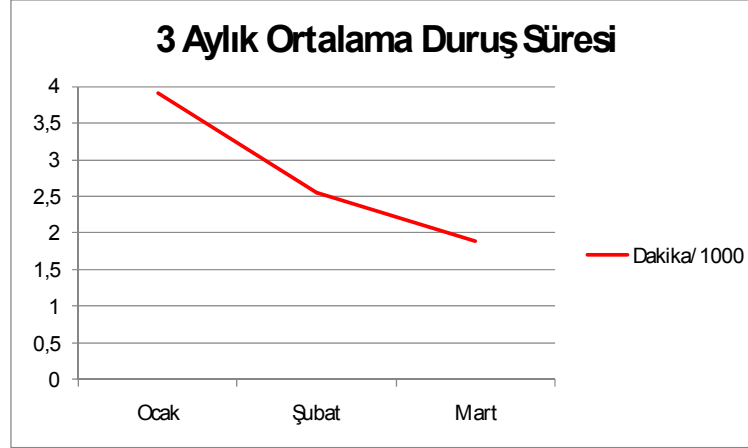


Şekil 3.10 TEE Kaybı dağılım grafiği



**Ortalama Duruş Süresi Grafiği;** hattaki ortalama duruş süresinin gösterildiği grafikdir.

Şekil 3.11’de bir örnek grafik gösterilmiştir.



Şekil 3.11 Ortalama duruş süresi/sayısı grafiği

**Yerleşim;** Kayıp analiz panosunun en son satırı olarak kullanılan bölümde hattın yerleşim planı yer almakta ve ilgili kayıplar için “kötü makineler” işaretlenmelidir.

**Kötü makine tanımı;** “Kötü makine” tanımı, ilgili kayıp türünde en fazla duruş süresi ve/veya duruş sayısı yaratan makine anlamında kullanılmaktadır. Bu üretim aracı arıza süresi yönünden “kötü makine” olarak nitelendirilir. İzlenen kayıplardan, belirlenen hedefleri geçen değerler için problemin ana kaynağı bulunup yok edilmeli ve bu problemin tekrar oluşmaması için yapılması gereken faaliyetler belirlenmelidir.

**Analiz edilecek problemin tanımlanması;** mevcut durum belirlendikten ve kötü makine secimi yapıldıktan sonra seçilen makinenin 3 aylık döneme ait problemlerinin kayıp değerine etkisine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. Çıkan değerlere göre en çok etkisi olan problem analiz edilmek üzere seçilir. Belirlenen probleme “5 Neden Analizi” yöntemi uygulanır ve problemin kök nedeni bulunarak düzeltici faaliyetler belirlenir. “5 Neden Analizi” problemlerin kök nedenini bulmaya yönelik oluşturulmuş bir sorun çözme tekniğidir. Mevcut bir problem için art arda neden soruları sorularak ana nedenden kök nedene doğru problem kapsamı daraltılır. Kök neden bulunduğu düzeltici faaliyetler bu problemin giderilmesine yönelik uygulanır ve problemim tekrar etmemesi için yapılması gerekenler belirlenir.

**Düzeltilici faaliyetlerin etkisinin takibi;** Bir sonraki ay aynı problemin kayıp içerisindeki etkisine bakılır. Eğer yapılan düzeltici faaliyetler olumlu sonuçlar doğurmuş ise bu problem artık üzerinde çalışılması ve ortadan kaldırılması gereken problemler arasına girmeyecek yani

ekipmanda oluşan kayıpların büyük bir bölümünü oluşturmayacaktır. Böylece ekipmanda meydana gelen değişim kolayca anlaşılabilir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Boyahane Departmanı X Üretim Hattı Verilerin Değerlendirilmesi

Boyahane departmanı kaporta iskeletlerinin boyanmadan önce paslanmaya karşı gereken kimyasal işlemlerden geçtiği ve daha sonra boyanarak montaja hazır hale getirildiği bölümdür. Araçların boyanmadan önce paslanmaya karşı korunması amacıyla mastik (paslanmaya karşı koruyucu kimyasal) kaplandığı bölüm olan X üretim hattı boyahane departmanının ilk bölümüdür. Bölüm 5 ana Zon'dan oluşmaktadır. Her Zon bir seri ekipman grubundan oluşmaktadır ve bu gruplar birbirine bağlı olarak görev yapmaktadır. Bu Zonlara ait veriler aylık olarak izlenmekte ve 3 aylık periyotlarla açılan TVB Şantiyeleri ile en çok kayba neden olan Zon için ilgili kayıplar belirlenerek düzeltici faaliyetler uygulanmaktadır. Bu amaçla en çok kayba neden olan Zonu oluşturan ekipmanlar neden oldukları duruş süresine göre değerlendirilir ve Zon içinde en uzun duruş süresine sahip ekipman/ekipmanlardan başlanarak her bir ekipman için gerekli düzeltici faaliyetler belirlenir ve uygulanır.

Aşağıdaki Çizelge 4.1'de Ocak – Mart ayları arasında Boyahane departmanı X hattında açılan TVB Şantiyesi için X hattının kayıpları ile ilgili elde edilen veriler ve Çizelge 4.2'de bu veriler kullanılarak MS. Excell yardımıyla ilgili Zonlar ve tüm X hattı için temel gösterge hesaplamaları mevcuttur. Elde edilen bu veriler ile önce “Kötü Zon” daha sonrada en çok kayba neden olan “Kötü Makine/Makineler” belirlenecek ve bu makine/makineler için yapılan düzeltici faaliyetler sunulacaktır. Bu işlem sırasında işletmenin geliştirmiş olduğu kayıpların izlenme ve giderilme sistemi kullanılacak; Tüm X hattı için Kayıp panosu oluşturulacak, bu pano yardımıyla “Kötü Zon” belirlenecek ve belirlenen bu Zonu oluşturan ilgili ekipmanların kayıp üzerindeki etkisi araştırılacaktır. Zonda en çok kayba neden olan ekipman/ekipmanlar belirlenecek ve bu ekipman/ekipmanlar için problemler tanımlanarak bu problemleri ortadan kaldırmaya yönelik düzeltici faaliyetler gerçekleştirilecektir. Gerçekleştirilen bu faaliyetler sonucunda Zon ve üretim hattı için elde edilen gelişmeler ortaya konacak ve özetlenecektir. İlgili veriler aşağıda gösterilmiş ve ilgili hesaplamalar yapılmıştır:

Çizelge 4.1 2007 Ocak-Mart ayları arasında X üretim hattı çalışma zamanları (dak)

Aylar	Zon	Tt	TNR	TR	TAP	TP	TAE	TAF	TAI	TF	TFD	TBF	NPR	NPBR	NPMR	Tcth
OCAK	5601 - PAS5	49820.19	19952.81	29867.38	279.16	141.42	0	137.74	6.67	29581.55	244.46	29337.09	21355	21355	0	1.33
	6801 - STOK01	52797.86	22252.38	30545.48	134.35	65.13	23.18	46.04	2.65	30408.48	0	30408.48	20470	20470	0	1.33
	6802 - MA_MEB	52798.77	22660.67	30138.10	670.31	3.69	451.52	215.1	503.1	28964.69	0	28964.69	20885	20885	0	1.33
	6803 - MA_Z3	52797.64	22454.45	30343.19	725.7	27.86	555.62	142.22	110.13	29507.36	0	29507.36	21913	21913	0	1.33
	6804 - MA_DSL	52798.58	22279.6	30518.98	266.69	12.54	228.9	25.25	78.29	30174	0	30174	21915	21915	0	1.33
	<b>Toplam</b>	<b>261013.04</b>	<b>109599.9</b>	<b>151413.1</b>	<b>2076.21</b>	<b>250.64</b>	<b>1259.22</b>	<b>566.35</b>	<b>700.84</b>	<b>148636.1</b>	<b>244.46</b>	<b>148391.6</b>	<b>106538</b>	<b>106538</b>	<b>0</b>	<b>1.33</b>
ŞUBAT	Zon	Tt	TNR	TR	TAP	TP	TAE	TAF	TAI	TF	TFD	TBF	NPR	NPBR	NPMR	Tcth
	5601 - PAS5	39504.56	9217.42	30287.14	156.632	115.547	1.442	39.643	3.19	30127.32	82.302	30045.02	22133	22133	0	1.33
	6801 - STOK01	42226.44	9506.597	32719.84	107.672	76.13	31.542	0	4.663	32607.51	0	32607.51	22716	22716	0	1.33
	6802- MA_MEB	42235.55	9798.01	32437.54	494.333	60.178	286.763	147.392	272.873	31670.34	0	31670.34	22967	22967	0	1.33
	6803 - MA_Z3	42231.99	9728.415	32503.57	500.567	35.135	427.302	38.13	61.192	31941.81	0	31941.81	23788	23788	0	1.33
	6804 - MA_DSL	42227.54	9593.852	32633.69	108.721	7.293	80.11	21.318	109.012	32415.96	0	32415.96	23800	23800	0	1.33
<b>Toplam</b>	<b>208426.1</b>	<b>47844.29</b>	<b>160581.8</b>	<b>1367.925</b>	<b>294.283</b>	<b>827.159</b>	<b>246.483</b>	<b>450.93</b>	<b>158762.9</b>	<b>82.302</b>	<b>158680.6</b>	<b>115404</b>	<b>115404</b>	<b>0</b>	<b>1.33</b>	
MART	Zon	Tt	TNR	TR	TAP	TP	TAE	TAF	TAI	TF	TFD	TBF	NPR	NPBR	NPMR	Tcth
	5601 - PAS5	40438.24	9304.168	31134.07	44.962	44.962	0	0	2.582	31086.53	156.052	30930.48	22398	22398	0	1.33
	6801 - STOK01	41926.58	9373.908	32552.67	52.29	31.497	16.105	4.688	1.967	32498.41	0	32498.41	22676	22676	0	1.33
	6802 - MA_MEB	42148.93	9664.332	32484.60	475.113	0.64	257.128	217.345	90.338	31919.15	0	31919.15	23012	23012	0	1.33
	6803 - MA_Z3	41927.57	9519.995	32407.57	476.88	23.925	376.62	76.335	52.043	31878.65	0	31878.65	23642	23642	0	1.33
	6804 - MA_DSL	41927.41	9405.308	32522.1	64.676	12.608	45.555	6.513	321.33	32136.1	0	32136.1	23650	23650	0	1.33
<b>Toplam</b>	<b>208368.7</b>	<b>47267.71</b>	<b>161101</b>	<b>1113.921</b>	<b>113.632</b>	<b>695.408</b>	<b>304.881</b>	<b>468.26</b>	<b>159518.8</b>	<b>156.052</b>	<b>159362.8</b>	<b>115378</b>	<b>115378</b>	<b>0</b>	<b>1.33</b>	

Çizelge 4.2 Ocak - Mart ayları temel göstergeler hesaplama çizelgesi

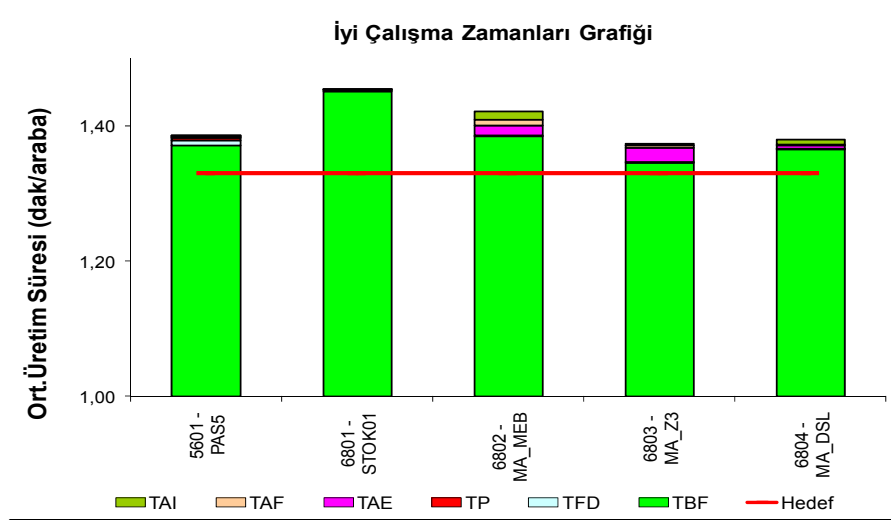
Zon	$T_{cym} \text{ (dak/araba)} = \frac{TF}{NPR}$	$Do(\%) = \frac{TF}{TR}$	$Rv(\%) = \frac{T_{cth}}{T_{cym}}$	$Tq(\%) = \frac{NPBR}{NPR}$	$Ro(\%) = Do \times Rv \times Tq$
5601- PAS5	1.385	99.04	96.01	100	95.05
6801 - STOK01	1.485	99.55	89.53	100	89.12
6802 - MA_MEB	1.386	96.1	95.89	100	92.16
6803 - MA_Z3	1.346	97.24	98.76	100	96.04
6804 - MA_DSL	1.376	98.86	96.59	100	95.50
<b>X Hattı Genel</b>	<b>1.395</b>	<b>98.16</b>	<b>95.33</b>	<b>100</b>	<b>93.58</b>
Zon	Tcym	Do	Rv	Tq	Ro
5601- PAS5	1.361	99.47	97.70	100	97.19
6801 - STOK01	1.435	99.65	92.65	100	92.33
6802 - MA_MEB	1.378	97.63	96.45	100	94.16
6803 - MA_Z3	1.342	98.27	99.04	100	97.33
6804 - MA_DSL	1.362	99.33	97.64	100	96.69
<b>X Hattı Genel</b>	<b>1.375</b>	<b>98.86</b>	<b>96.67</b>	<b>100</b>	<b>95.58</b>
Zon	Tcym	Do	Rv	Tq	Ro
5601- PAS5	1.387	99.84	95.82	100	95.68
6801 - STOK01	1.433	99.83	92.80	100	92.64
6802 - MA_MEB	1.387	98.25	95.88	100	94.21
6803 - MA_Z3	1.348	98.63	98.63	100	97.02
6804 - MA_DSL	1.358	98.81	97.87	100	96.71
<b>X Hattı Genel</b>	<b>1.382</b>	<b>99.01</b>	<b>96.19</b>	<b>100</b>	<b>95.25</b>

Bu temel göstergeler hesaplandıktan sonra “Kötü Zon” un belirlenmesi için Çizelge 4.3’te verilen Kayıp Panosu oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.3** 3 aylık araba başına ortalama çalışma süresi

Zon	TBF (dak/araba)	TFD (dak/araba)	TP (dak/araba)	TAE (dak/araba)	TAF (dak/araba)	TAI (dak/araba)	NPR (adet)	Hedef (dak/araba)
5601 - PAS5	1.3707	0.073	0.046	0	0.03	0	65886	1.33
6801 - STOK01	1.4502	-	0.020	0.01	0.01	0	65862	1.33
6802 - MA_MEB	1.3842	-	0.010	0.15	0.09	0.13	66864	1.33
6803 - MA_Z3	1.3459	-	0.013	0.2	0.04	0.03	69343	1.33
6804 - MA_DSL	1.3656	-	0.005	0.05	0.01	0.07	69365	1.33

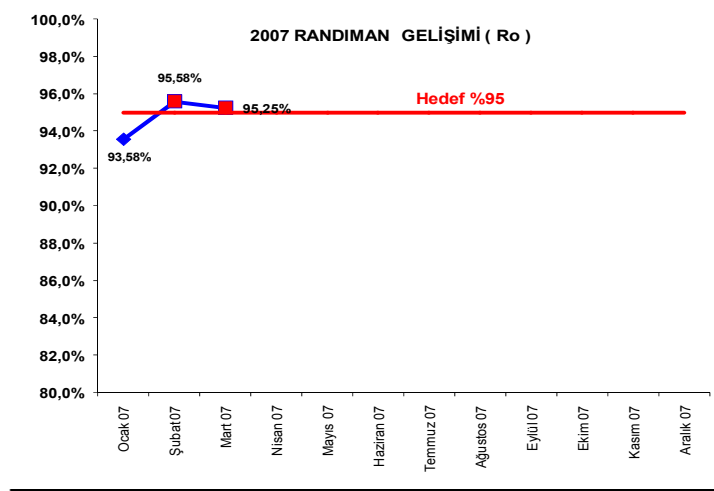
Çizelge 4.3’teki zamanlar her bir Zon için ilgili zaman göstergesinin 3 aylık toplam süresinin o Zon için 3 ayda toplam üretilen araba sayısına oranı ile bulunmuştur. Şekil 4.1’de bu zamanlar detaylı olarak gösterilmiştir;



**Şekil 4.1** İyi çalışma zamanları grafiği

İyi çalışma zamanları grafiği oluşturulduktan sonra Çizelge 4.2 de hesaplanan Ro değerleri yardımıyla X hattının 3 aylık periyottaki TEE grafiği oluşturulur ve TEE değerindeki değişim izlenir. Şekil 4.2 X hattının 2007 yılında hesaplanan Ro(TEE) değerlerinin aylık bazda

değişimini göstermektedir;



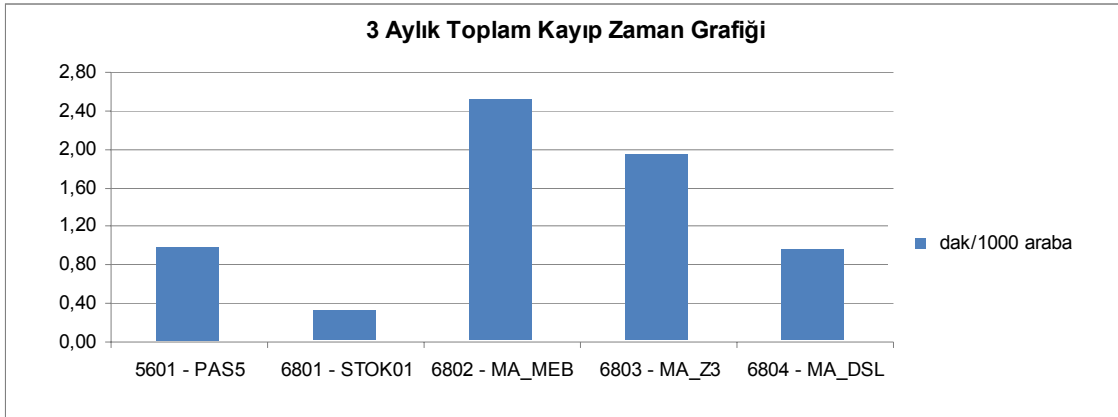
Şekil 4.2 TEE grafiği

Şekil 4.2'den de anlaşılacağı üzere işletmenin X hattı için Ro(TEE) hedefi %95'tir ve X üretim hattının mevcut TEE değerleri 2007 yılının ilk 3 ayı için hedef değere oldukça yakın seyretmekle beraber Ocak ayı hedef değerinin altında kalmıştır. Ro(TEE) grafiği oluşturulduktan sonra kayıpların dağılımının analizine geçilir. Her bir Zon için 3 aylık toplam kayıp zamanlar hesaplanarak Çizelge 4.4'teki veriler elde edilmiştir:

Çizelge 4.4 Zonlara göre 3 aylık toplam zaman kayıpları

Zon	TAP	TAI	TFD	dak/1000 araba	% Kayıp Etkisi
5601 - PAS5	480.75	12.44	482.8140	0.976	14.65
6801 - STOK01	294.31	9.28	0	0.304	4.56
6802 - MA_MEB	1639.76	866.31	0	2.506	<b>37.62</b>
6803 - MA_Z3	1703.15	223.37	0	1.927	28.92
6804 - MA_DSL	440.09	508.63	0	0.949	14.24
<b>Ana Toplam</b>				<b>6.661</b>	

Çizelge 4.4'ten elde edilen veriler yardımıyla Zon bazında 3 aylık toplam kayıp zaman grafiği oluşturulur. Şekil 4.3'te oluşturulan grafikte 6802 MA\_MEB Zonunun 3 aylık zaman periyodu için en uzun kayıp zamana sahip olduğu açıkça görülmektedir.



**Şekil 4.3** Zone bazında 3 aylık toplam kayıp zaman grafiği

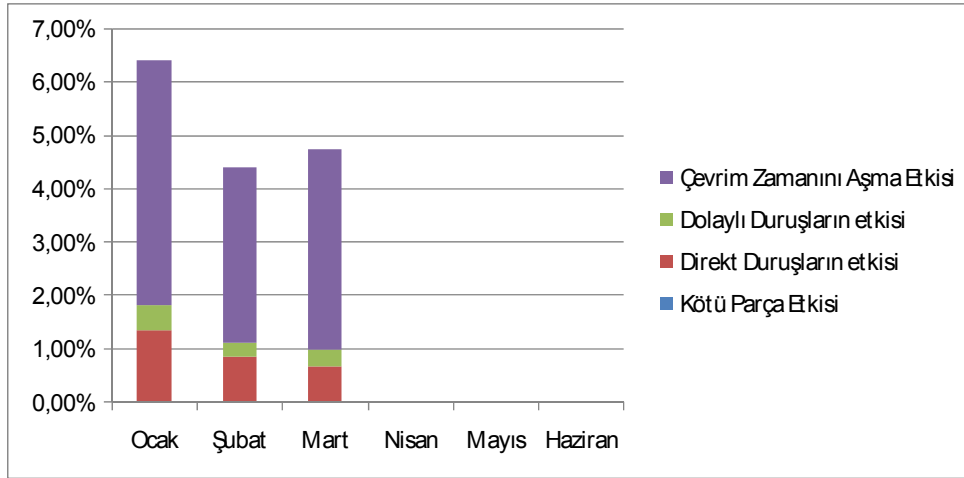
Kayıpların Zonlara göre dağılımını belirledikten sonra 3 aylık dönem içerisinde meydana gelen zaman kayıplarının TEE üzerindeki etkisini belirleyebilmek için TEE kaybı grafiği oluşturulur. Bunun için öncelikle Çizelge 4.5’deki veriler hesaplanmıştır:

**Çizelge 4.5** Aylık kayıp etkilerinin göstergesi

Ay	$P_{nq} = \frac{NPMR \times T_{cth}}{TR}$	$P_p = \frac{TAP}{TR}$	$P_i = \frac{TAI}{TR}$	$P_{tc} = \frac{NPBR \times (T_{cym} - T_{cth})}{TR}$
Ocak	0	1.37	0.46	4.58
Şubat	0	0.85	0.28	3.29
Mart	0	0.69	0.29	3.77

Çizelge 4.5’te verilen değerler % cinsinden kayıpların Ro(TEE) üzerindeki etkisini göstermektedir. Elde edilen bu veriler ışığında Ro(TEE) kayıp grafiği Şekil 4.4’teki gibi oluşur;





**Şekil 4.4** TEE/Ro kayıp grafiği

Yukarıdaki gerekli bilgiler elde edildikten sonra kötü makine seçimi ve düzeltici faaliyetlerin uygulanması aşamasına geçilir.

#### **4.2 Kötü Makine Seçimi ve Düzeltici Faaliyetlerin Uygulanması**

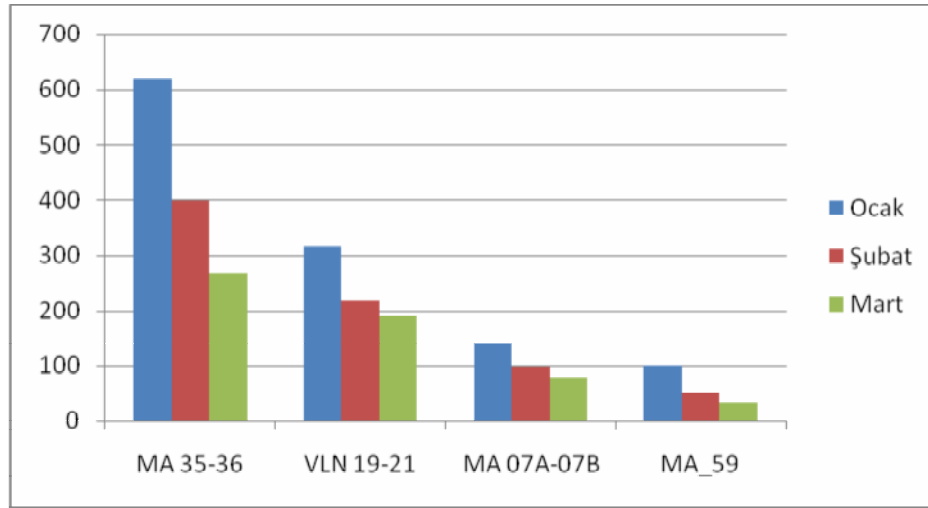
Temel belirleyici grafikler oluşturulduktan sonra kötü Zon seçimine geçilir. Şekil 4,3'den de görüldüğü gibi 6802 MA\_MEB Zonu 3 aylık dönemde en uzun zaman kaybının meydana geldiği Zon yani "Kötü Zon"dur. Şimdi bu Zon detaylı olarak ele alınacak, arıza kayıplarının aylık değişimi izlenecektir.

6802 MA\_MEB Zonunu oluşturan ekipmanlar ve bu ekipmanların Zonun hangi kısımlarını oluşturduğu Şekil 4.5'te gösterilmiştir. 6802 MA\_MEB Zonu, araçların kaporta birleşim bölgelerinin sızdırmazlık ve korozyona karşı mastik denen bir kimyasalla kapatıldığı bölümdür. 6802 MA\_MEB Zonu için elde edilen veriler Zonu oluşturan ekipmanlar bazında ele alınacak ve Zondaki "Kötü Makine" yada "Makineler" seçilecektir.



**Çizelge 4.6** 6802 MA\_MEB Zonu ekipman bazında oluşan aylık kayıp zamanlar

<b>6802 - MA_MEB</b>	Ocak	Şubat	Mart	Toplam (dak)	%	Kümülatif %
MA 35-36	618.68	398.24	266.83	1283.75	51.2	51.2
VLN 19-21	314.56	218.66	189.27	722.49	28.8	80.1
MA 07A-07B	140.06	98.48	77.23	315.77	12.6	92.7
MA_59	100.11	51.83	32.12	184.06	7.3	100.0
<b>Toplam</b>	<b>1173.41</b>	<b>767.21</b>	<b>565.45</b>	<b>2506.07</b>		



**Şekil 4.6** Ekipman bazında kayıp zamanların dağılım grafiği (3 Aylık)

Şekil 4.6'dan da anlaşılacağı üzere 6802 MA\_MEB Zonunun “Kötü Makine”si değil “Makineler” i mevcuttur. Bunlar MA 35-36 ve VLN 19-21 ekipmanlarıdır. 3 aylık süre için en büyük kaybın oluştuğu 6802 MA\_MEB Zonunun mevcut kayıplarının yaklaşık %80’ini bu iki ekipmandaki problemler oluşturmaktadır. Bu nedenle; öncelikle ekipmanların görevleri ve kullanım şekilleri tanımlanmalı; daha sonra her iki ekipman için 5 neden analizi yapılarak problemler belirlenmeli ve bu problemleri ortadan kaldırmaya yönelik düzeltici faaliyetler uygulanarak sonuçlar ortaya konmalıdır.

MA 35-36 Ekipmanı Zondaki Asansördür. Görevi kasaların boyahane departmanı katları arasında transferini ve kasaların lujet adı verilen taşıyıcılara aktarımını sağlamaktır. VLN 19-21 Ekipmanı ise farklı konumda bulunan bir kasanın diğer bir konuma getirilmesini yani kasanın departman içinde akış yönünün ayarlanmasını sağlayan yönlendirici bölümdür. Ekipmanlardaki mevcut kayıplar ve bu kayıpların nedenleri 5 neden analizi uygulanarak

belirlenmiştir. Problemler ve nedenlerinin özetini gösteren 5 neden analizi fişleri Çizelge 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir;

Aşağıda gösterilen analiz formlarında belirlenmiş olan düzeltici faaliyetlerin sorumlusu ve gerçekleştirilme öngörü tarihide analiz fişi üzerinde yer alır. Burada amaç çabucak çözüme ulaşmak ve ekipmanın daha fazla direncinin azalmasını önlemektir.

5 Neden Analizi fişleri doldurulup ekipmanlara uygulanacak düzeltici faaliyetler belirlendikten sonra TVB departman sorumlusu gereken düzeltici faaliyetler için bir gerçekleştirme tarihi öngörür. Buradaki amaç sorumluların üzerine düşen görevi tam zamanında yerine getirmesini sağlamaktır. Böylece alınacak önlemler istenen sonuçları eksiksiz olarak karşılayacaktır.

Belirlenen düzeltici faaliyetler eğer sürekli tekrarlanması gereken işleri kapsıyorsa bu işlem gerekli eğitim verilerek bakım personelinden ekipmandan sorumlu olarak görev yapan operatöre aktarılır (otonom bakım). Bakım departmanı tarafından operatöre gerekli nokta eğitimleri (ekipman başında görsel olarak) verilerek operatörün yapması gereken işi benimsemesi ve eksiksiz yerine getirmesi sağlanır. Böylece ekipmanda daha sonra bu problem nedeniyle oluşabilecek arıza ya da duruşlar oluşmadan engellenmiş olur.

Çizelge 4.7 MA 35–36 ekipmanı için 5 neden analizi özetleri

PROBLEM	NEDEN 1	NEDEN 2	NEDEN 3	NEDEN 4	NEDEN 5	DÜZELTİCİ FAALİYET
1 MA 35-36 Balansel kazıkları yağsız. Pozisyonlama hatası	Yağlama yetersizliği					Otonom Bakıma alınacak
2 MA 35_36 Zincir grubu durdurma ve pozisyonlama problemi	Çalışma sırasında yağ yere akıyor	Aşırı yağlama				Kullanılan yağın özelliğine bakılacak. Yapışma özelliği olan ince bir yağ kullanılması gerekir.
		Yağlandıktan sonra temizlenmemiş				Otonom bakım kapsamına alınacak.
3 MA 35_36 nin lüj durdurma stoperinin yanlarında ve dedektörün üzerinde yoğun metal talaşı var	Stoper ve ayağının konumu uygunsuz	Kasa stopere çarpıp Splitlerini gevşetiyor				Stoperi kasa tablo rulusunun içine ve dışına taşmayacak şekilde geri çekilmesi.
4 Dedektörlerde mastik pislği var.	Mastikten dolayı					Kesin çözüm bulunana kadar Otonom Bakımda izlenecek
5 Asansör hareketi sırasında titreşim ve durdurucu tekerleklerin duruş pozisyon hatası	Zincir üzerinde talaş birikmiş	Durdurucu tekerlek yüzeylerini aşındırmış	Titreşim yapıyor	Uygun pozisyonda durduramıyor	Tekerlekler deforme olmuş	Tekerlekler değiştirilecek zincir otonom bakım kapsamına alınıp temizlenecek
6 MA 35-36 aşırı ilerleme hatası	Navet Luj ilerleme hatası	Geçiş dedektörünü görmüyor	Varlık dedektöründe durmuyor	Hatta atık navet lujleri var	Deforme olmuşlar	Hatta dolaşan navet lujların simetrik kontrolünün yapılması ve bozuk olanların düzeltilmesi.

**Çizelge 4.8** VLN 19-21 için 5 neden analizi özetleri

PROBLEM	NEDEN 1	NEDEN 2	NEDEN 3	NEDEN 4	NEDEN 5	DÜZELTİCİ FAALİYET
<b>1</b> VLN 19-21 tabla yer bandı seviyesine inişte seviye farklılığından dolayı üretim kaybı.	Alt seviye dedektörleri yerinde değil	Hatalı montaj yapılmış				Alt seviye dedektörlerine seviye ayarı yapılacak
<b>2</b> VLN 19-21 Zemin kirli ve marulaj malzemeleri var..	Marulaj malzemeleri alınmıyor.	Operatör unutuyor	Kasa altında mastik yığılması olan noktalar var.	Kaportadan saç birleşimlerdeki açıklıkların fazla olması		Operatör Eğitim ile duyarlaştırılacak
<b>3</b> VLN 19-21 Balansellerin alt kısımları kirli.	Mastik düşmesi var.	Temizlik frekansı yetersiz (40 dak temizlik süresi )	Robottan balansele mastik bulaşıyor.			Balansel üzerinde çok kirlenen bölgelere koruyucu bir kılıf yapılabilir
<b>4</b> VLN 19-21 Döner tablanın luj pozisyonlama hatası	Döner tabla grubunda problem var	Tekerleklerde aşınma	Tabla duruyor.			Tabla bağlantı noktaları kontrol edilip ayarlanacak
<b>5</b> VLN 19-21 Aktarıcı güç kabloları ezilmiş	Kablo koruyucular yerinden çıkmış	Kablolar aktarıcıya sıkışmış	Kablo işlevini kaybetmiş			Kablo bağlantı noktalarına sabitlenip korumaya alınmalı

Belirlenen problemler için yukarıda belirlenen düzeltici faaliyetler arasından gerçekleştirilen düzeltici faaliyetler ve bu faaliyetler arasından Otonom Bakım kapsamına alınanlar ekipman bazında Çizelge 4.9’da kısaca özetlenmiştir;

**Çizelge 4.9** İyileştirme çalışmalarının özeti

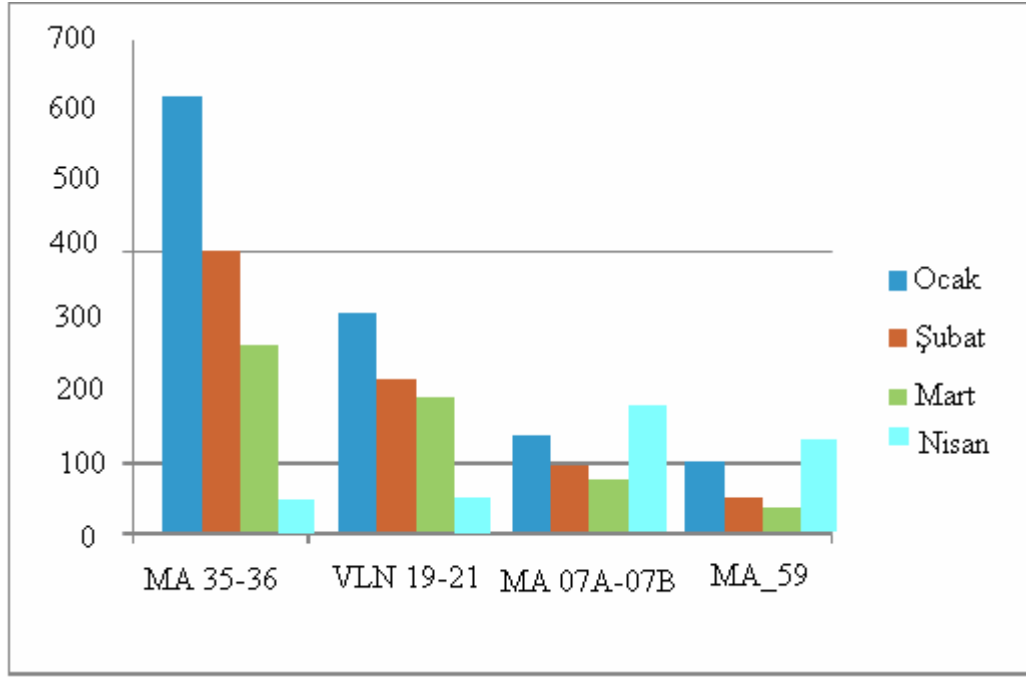
Ekipman	Problem No	Çözüm	
		Önce	Sonra
MA 35-36	1	Balansel Kazıkları Yağsız	MULTİS2 Gresi ile Yağlanması kararı alındı (Ek 2)
	2	Mastik manütasyon zincirli kaldırıcı ön ve arka kam makaralarını kaldıran zincirler ayrı olduğu için kaldırma da zincir gerginliğine bağlı olarak seviye problemleri olmaktadır.	Redüktör üzerindeki dişli kam makarasının bir tarafına alınarak iki kam makarası tek zincirle birleştirilip diğer dişlidende redüktöre zincirle bağlanarak iki kam makarasına da aynı anda hareket iletilip tabla rulonun ön ve arka bölümlerinin aynı seviyede kalkıp inmesi sağlanmıştır (Ek 2)
	3-4-5 ve 6	Ortamda yoğun metal talaşı ve mastik var	Otonom bakım kapasamına alındı(Ek 3)
VLN 19-21	1-2 ve 3	Zemin ve balansellerin alt kısmı kirli ve dedektör yerinde değil	Otonom bakım kapasamına alındı(Ek 5)
	4	Döner tabla luj pozisyonlama hatası	Redüktör tekerleğinin yürüme açısı ayarlanarak ray üzerine tam basması ve rahat hareket etmesi sağlandı (Ek 4)
	5	Aktarıcı güç kabloları ezilmiş	Kablolar bağlantı yerlerine sabitlenerek ezilme riski kaldırıldı (Ek 4)

Yukarıda belirlenen ve uygulanan aksiyonların etkisinin belirlenmesi için Nisan ayı verilerine bakılmalı, MA\_MEB 6802 Zonundaki ekipmanların Zon üzerindeki etkileri belirlenmeli ve 3 aylık verilerle karşılaştırılmalıdır. Böylece elde edilen kazançlar daha kolay belirlenebilir. SMP programından alınan veriler doğrultusunda MA\_MEB 6802 Zonunu oluşturan ekipmanlar için duruş zamanları Çizelge 10'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.10** MA\_MEB 6802 Zonu için Nisan ayı ekipman bazında zaman kayıpları

6802 - MA_MEB	Nisan	%	Kümülatif %
MA 07A-07B	174.68	44.3	44.3
MA_59	142.24	36.1	80.3
VLN 19-21	42.4	10.8	91.2
MA 35-36	34.78	8.8	100.0
<b>Toplam</b>	<b>394.44</b>		

Çizelge 4.10'dan da görüldüğü üzere MA 35-36 ve VLN 19-21 ekipmanlarının Zonda oluşan duruşlar üzerindeki etkileri ortadan kalkmıştır. Yapılan düzeltici faaliyetlerin iyi sonuçlar verdiği açıkça görülmektedir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi her iki ekipmanda nisan ayında önceki üç aya oranla çok düşük zaman kayıplarına sahiptir.



Şekil 4.7 Ekipman bazında kayıp zamanların dağılım grafiği (4 Aylık)

2007 yılı için 3 aylık ortalama kayıp  $2,506/3 = 835.4$  dakika iken düzeltici faaliyetler tamamlandıktan sonra 4 aylık ortalama kayıp  $(2,506 + 394.4)/4 = 725.1$  dakikaya düşmüştür. Teorik çevrim zamanı 1.33 dakika ve 1 araba kasasının işletmeye maliyeti 800 € olduğuna göre;

$$\text{Ortalama aylık kazanç} = ((835.4 - 725.1)/1.33) * 800\text{€/kasa} = 66,340 \text{ €/ay}$$

Yapılan aksiyonlar için harcanan işçilik + parça değişimi ve bakım duruşlarının toplam tutarı =  $65\,000 \text{ €} / 3 = 21,670 \text{ €} / \text{ay}$

$$\text{Ortalama Net Kazanç} = 66,340 - 21,670 = 44,670 \text{ €/ay}$$

*MA 35-36 Ekipmanı için kayıp zamandaki azalma;*

3 Aylık ortalama duruş süresi:  $1,283.75 / 3 = 427.9$  dakika

4 Aylık ortalama duruş süresi :  $(1,283.75 + 34.78) / 4 = 329.6$  dakika

Duruş azalma yüzdesi =  $(427.9 - 329.6) / (427.9) = \% 22.97$

*VLN 19- 21 Ekipmanı için kayıp zamandaki azalma;*

3 Aylık ortalama duruş süresi:  $722.49 / 3 = 240.83$  dakika

4 Aylık ortalama duruş süresi :  $(722.49 + 42.74) / 4 = 191.31$  dakika

Duruş azalma yüzdesi =  $(240.83 - 191.31) / (240.83) = \% 20.56$



Ekipmanlarda meydana gelen gelişimleri özetlendikten sonra MA\_MEB Zonu için değişimler aşağıda özetlenmiştir. SMP programından alınan veriler doğrultusunda 6802 MA\_MEB Zonu için duruş zamanları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir;

**Çizelge 4.11** X hattı için Nisan ayı zone bazında kayıplar

Zon	TAP	TAI	TFD	Toplam	%
5601 - PAS5	167.124	79.582	156.052	402.758	17.8
6801 - STOK01	322.29	89.463	0	411.753	18.2
6802 - MA_MEB	344.78	49.66	0	394.44	<b>17.5</b>
6803 - MA_Z3	476.88	52.043	0	528.923	23.4
6804 - MA_DSL	128.786	391.33	0	520.116	23.0
			Toplam	2257.99	

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere Nisan ayı için 6802 MA\_MEB Zonunun X hattı kayıpları üzerinde en az etkiye sahip olan zondur. Buda yapılan iyileştirme faaliyetlerinin doğru noktalara odaklandığının ve mevcut kayıpların azalmasını sağladığının en önemli kanıtıdır. Zone için elde edilen kazançlar aşağıda özetlenmiştir;

6802 MA\_MEB Zonu için kayıp zamandaki azalma;

3 Aylık ortalama duruş süresi:  $2,506/3 = 835.4$  dakika

4 Aylık ortalama duruş süresi :  $(2,506 + 394.4)/4 = 725.1$  dakika

Duruş azalma yüzdesi =  $(835.4 - 725.1)/835.4 = \% 13.20$

6802 MA\_MEB Zonu için elde edilen zaman kazançlarının da hesaplanmasından sonra Nisan ayı itibari ile X hattının genel durumunu incelemek için Çizelge 4.12 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.12’den de anlaşılacağı üzere düzeltici faaliyetlerin uygulanması sonucunda 6802 MA\_MEB Zonu Nisan ayı sonu itibariyle en yüksek Ro(TEE) değerine sahip Zon olmuştur. Bu durum da yapılan çalışmanın ve uygulanan düzeltici faaliyetlerin doğru yerlere gittiğini bir kez daha kanıtlamıştır.

Çizelge 4.12 Nisan ayı X hattı genel durumu

Zon	Tt	TNR	TR	TAP	TP	TAE	TAF	TAI	TF	TFD	TBF	NPR	NPBR	NPMR	Tcth
5601 - PAS5	37654.456	9304.168	28350.29	167.124	44.962	94.52	27.642	79.582	28103.58	156.052	27947.53	20324	20324	0	1.33
6801 - STOK01	42145.452	9373.908	32771.54	322.29	101.497	136.105	84.688	89.463	32359.79	0	32359.79	22676	22676	0	1.33
6802 - MA_MEB	33468.657	9664.332	23804.33	344.78	0.64	257.128	217.345	49.66	23409.89	0	23409.89	17494	17494	0	1.33
6803 - MA_Z3	40987.575	9519.995	31467.58	476.88	23.925	376.62	76.335	52.043	30938.66	0	30938.66	21642	21642	0	1.33
6804 - MA_DSL	40900.732	9405.308	31495.42	128.786	15.698	45.555	67.533	391.33	30975.31	0	30975.31	20750	20750	0	1.33
Zon	Tcym(dak/araba)			Do(%)	Rv(%)	Tq(%)	Pqn(%)	Pp(%)	Pi(%)	Ptc(%)	Ro(%)				
5601 - PAS5	1.3828			99.13	96.18	100	0	0.59	0.28	3.78	95.35				
6801 - STOK01	1.4271			98.74	93.20	100	0	0.98	0.27	6.72	92.03				
6802- MA_MEB	1.3382			98.34	99.39	100	0	1.45	0.21	0.60	<b>97.74</b>				
6803 - MA_Z3	1.4296			98.32	93.04	100	0	1.52	0.17	6.85	91.47				
6804 - MA_DSL	1.4928			98.35	89.10	100	0	0.41	1.24	10.72	87.62				
<b>X Hattı Genel</b>	<b>1.4170</b>			<b>98.58</b>	<b>93.86</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0.97</b>	<b>0.45</b>	<b>6.05</b>	<b>92.53</b>				

## 5. SONUÇ

Günümüzde zaman değeri, herkes için çok önemli bir kavram haline gelmiştir. Bu nedenle insan yararına ürün veya hizmet üreten işletmeler, çalışmalarının tümünde zamanın verimli kullanımını ön planda tutmaktadırlar. Bu tez çalışmasında Toplam Ekipman Etkinliği baz alınarak Toplam Verimli Bakım etkinlikleri çerçevesinde gerçekleştirilen bir süreç iyileştirme çalışması ele alınmış ve işletmeye sağladığı yararlar anlatılmıştır. Burada vurgulanmak istenen, TVB'nin üç ana unsuru olduğudur. Bunlar;

1. Bakım maliyetlerinin azaltılması
2. Kronik kayıpların ortadan kaldırılması
3. Otonom bakım

Bu amaçlar doğrultusunda yapılan Toplam Verimli Bakım çalışmasının işletmeye sağladığı faydalar aşağıda belirtilmiştir;

- Ekipmanların kayıpları incelenerek, ekipmanlarda ki problemlerin kök nedenleri bulunup düzeltici faaliyetler belirlenmiş ve uygulanmıştır. Uygulanan bu düzeltici faaliyetlerden sürekliliğinin sağlanması gerekenler otonom bakım kapsamına alınmıştır.
- Ekipmanların duruş sürelerinden kaynaklanan kayıp zamanlarda azalma sağlanarak işletmeye aylık 44,670 €/ay kazanç sağlanmıştır.
- Otonom bakım kapsamına alınana faaliyetler sayesinde bakım maliyetlerinde azalma sağlanmış ve arızaların tekrarının önüne geçilmiştir.
- Hatta 5S uygulanarak ortamın sürekli temiz tutulması sağlanmıştır.

Sonuç olarak; Toplam Verimli Bakım sisteminin mevcut sistem içerisinde çözümü çok basit ancak maliyeti yüksek olan kayıpların giderilmesinde en etkin yöntem olduğu ve bakım faaliyetlerinin maliyetinin yüksekmiş gibi görünmesine karşın bu faaliyetler sonucunda elde edilen kazançların çok daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Öztürk, N., 1999, Toplam Verimli Bakımın Üretim Yönetimine Etkileri ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi.
- [2] Acar, N., 2002, Tam Zamanında Üretim, MPM Yayınları, Ankara.
- [3] Nakajima, S., 1988, An Introduction to TPM, Productivity Pres, Cambridge, MA.
- [4] Nakajima, S., 1989, TPM Development Program, Productivity Pres, Cambridge, MA.
- [5] Mora E., 2000, How to Succeed in TPM Implementation, [www.tpmonline.com](http://www.tpmonline.com)
- [6] Yasuhiro, M., 1983, Toyota Production System, Atalanta: Institute of Industrial Engineers.
- [7] Deming, W.E., 1986, Out of the Crisis, MIT Pres, Cambridge, MA.
- [8] Eleveli, S., Özcan G., Şipal D, 2005, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliğinin Belirlenmesinde Yaşanan Güçlükler, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- [9] Tuckman, B. and Jenson, M.A., 1977, Stages of small group developed revised, Group and Organisational Studies, 419–27 pp.
- [10] Ericsson, J., 1997, Disruption Analysis-An important Tool in Lean Production, Department of Production and Materials Engineering, Lund University, Lund.
- [11] Dal, B., Tugwell, P. And Greatbanks, R., 2000, Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement : a practical analysis, International Journal of Operations&Production Management, Vol 20 No. 12, 1488–502 pp.
- [12] De Groote, P., 1995, Maintenance performans analysis: a practical approach , Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1 No. 2, 4–24 pp.
- [13] Kaya, K., 2003, Bakım Yönetimi ve Bir İşletmede Toplam Üretken Bakım Modelinin Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, MÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14] Kotze, D., 1993, Consistency, accuracy lead to maximum OEE benefits, TPM Newsletter, Vol. 4 No. 2.
- [15] Aksu, İ. A., 2003, Toplam Verimli Bakım ve Endüstri İşletmelerinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [16] Çulfaz, S., 2001, İşletmelerde elektrik enerjisinin optimal kullanımı ve tasarrufuna yönelik yapılması gereken çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, MÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

### **KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)**

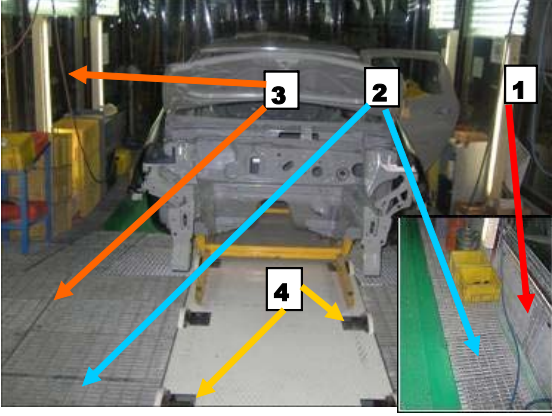


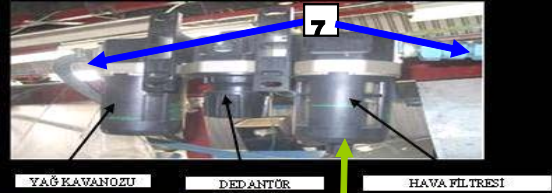









[17] Kekezoğlu, Y.E., 2006, Toplam Kalite Yönetimi Anlayışında Yalın Üretimde Toplam Üretken Bakım Süreci ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi.

[18] Sarıçoban, E., 2006, Toplam Verimli Bakım Çalışmalarında 5S in Önemi ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

[19] Nas, E., 2001, Toplam Verimli Bakım Yönetimi veya Verimlilik ve Rekabet Gücü Yaratmak, Metalurji Mühendisleri Dergisi, Sayı 126.

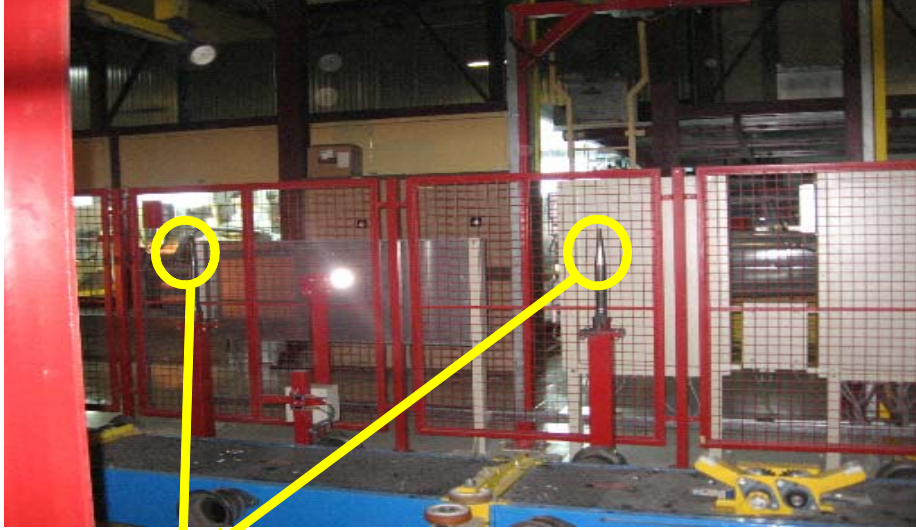
[20] Ljungberg, O., 1998, Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, International Journal of Operations&Production Management, Vol. 18 No.5, 495–507 pp.

Ek 1 Otonom bakım kapsamına alınan işlemler için form örneği

Aylık Aktivite Zamanı						Fabrika :	Oluşturma Tarihi	
						Dpt:		
						Hat:		
						Makine:		
						Tip :		
    	No	Eleman	Gerçekleştirilecek Eylem	Eylem				
	1	Emiş Filtreleri	Emiş filtrelerinin temizliği.					
	2	Su	Zımpara kabini altındaki tavaların sularının temizliği.					
	3	Zemin ve Camlar	Zımpara kabini zemin ve camların temizliği.					
	4	Rulo	Taşıyıcı TRB rulolarının temizliği.					
	5	Hava üfleme perdesi	Hava üfleme perdesinin vanalarının açıklığının kontrol edilmesi					
	6	Zımpara makinası	Hava hortumlarında ve bağlantı elemanlarında yıpranma,hava kaçağı kontrolü.					
	7	Hava hortumları	Hava hortumlarında ve bağlantı elemanlarında yıpranma,hava kaçağı kontrolü.					
8	Şartlandırıcı grubu	Şartlandırıcı grubu yağ kavanozu içindeki yağ seviyesinin kontrolü.						
<p>Tehlikeli atıklar <b>kırmızı</b>, bez, eldiven atıkları <b>yeşil</b> çöp kutularına atılacak.</p>								

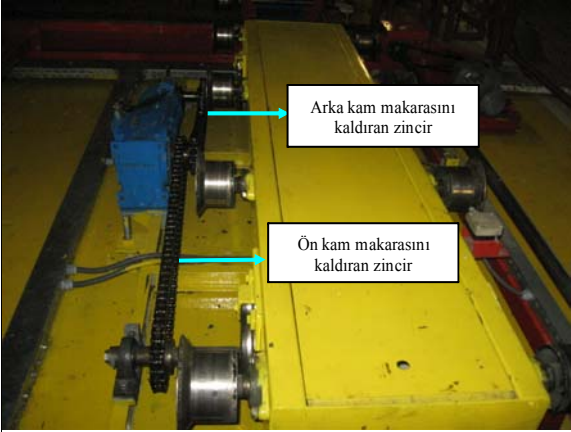

 YAĞLAMA  TEMİZLİK  KONTROL

## Ek 2 Balansel kazıkları ve zincir grubu için uygulanan düzeltici faaliyetler










**Balansel sabitleme kazıkları**

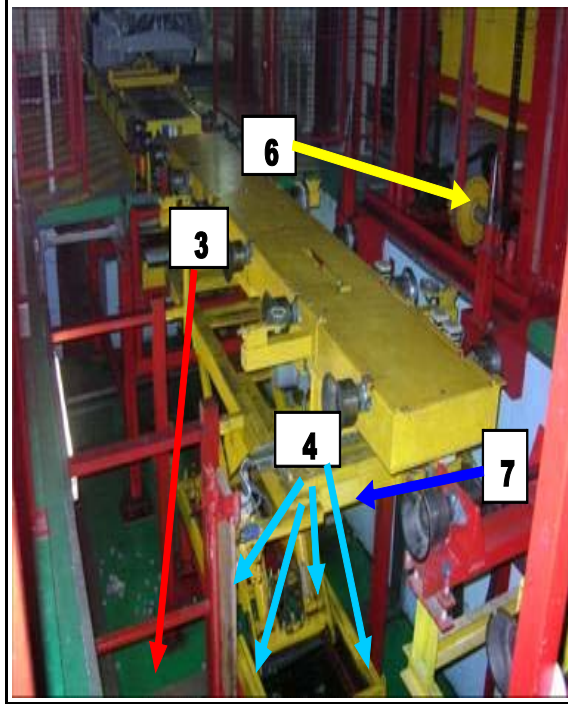
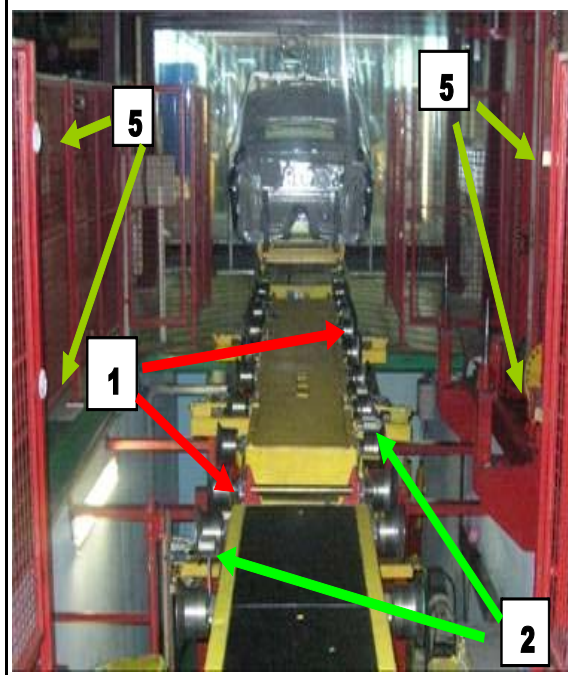
MA 35-36 asansöründe bulunan sabitleme kazıklarının aylık olarak MULTİS2 gresi ile yağlanması gerekmektedir. Yağlama işlemi kazıkların yüzeylerine fırça sürülerek uygulanır. Bu işlem kazıklardaki aşınmayı önlediği gibi balansıyel sabitleme işlemini kolaylaştırıyor

<b>ÖNCE</b>	<b>SONRA</b>
	
<b>Ek 3 MA</b> <b>PROBLEM:</b>	<b>İYİLEŞTİRME :</b>
Mastik manütasyon zincirli kaldırıcı ön ve arka kam makaralarını kaldıran zincirler ayrı olduğu için kaldırma da zincir gerginliğine bağlı olarak seviye problemleri olmaktadır.	Redüktör üzerindeki dişli kam makarasının bir tarafına alınarak iki kam makarası tek zincirle birleştirilip diğer dişliden de redüktöre zincirle bağlanarak iki kam makarasına da aynı anda hareket iletilip tabla rulonun ön ve arka bölümlerinin aynı seviyede kalkıp inmesi sağlanmıştır



Ek 3 MA 35-36 ekipmanı için otonom bakım kapsamına alınan faaliyetler

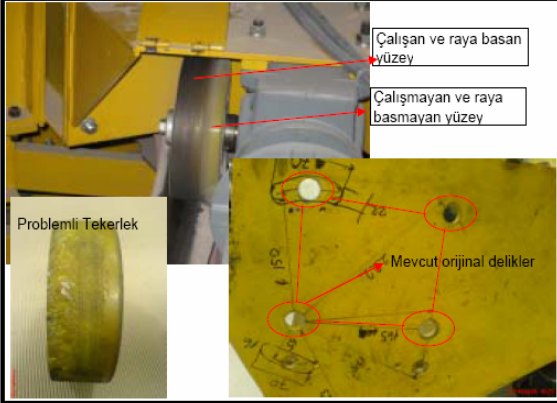
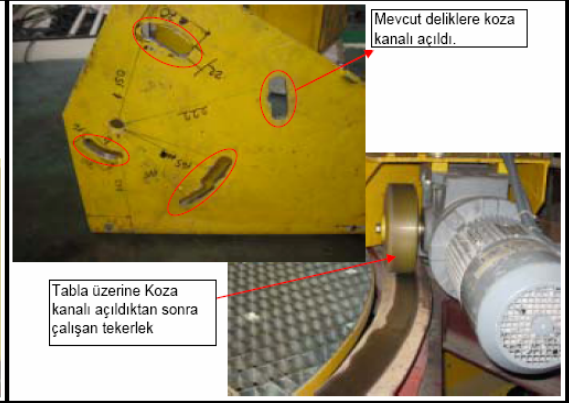
No	Eleman	Gerçekleştirilecek Eylem	
1	Rulo	Taşıyıcı TRB 'nin rulolarının temizliği	
2	Dedektör	Dedektör üstlerinin temizliği.	
3	Zemin	Asansör grubunun zeminin temizliği.	
4	Alt gurup teker	Alt grup pistonlarının yağlanması.	
5	Sensör	Sensör seviye kontrolü.	
6	Durdurucu Tekerlek	Tekerlek yüzey kontrolleri düzenli olarak yapılmalı	
7	Hidrolik yağ	Hidrolik yağ pistonlarının kontrolü.	





 YAĞLAMA
  TEMİZLİK
  KONTROL



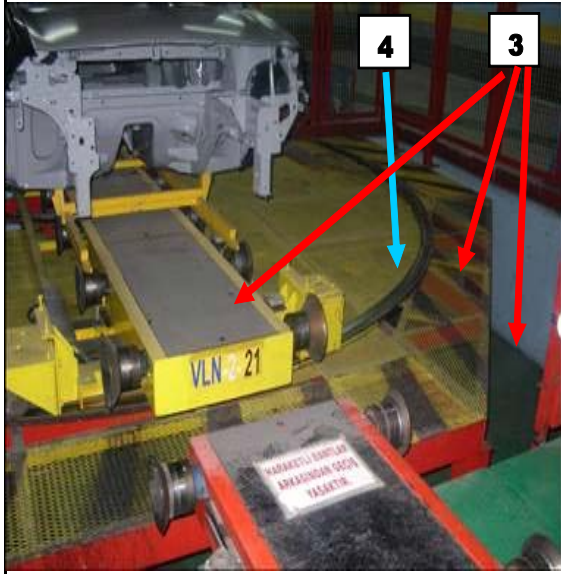
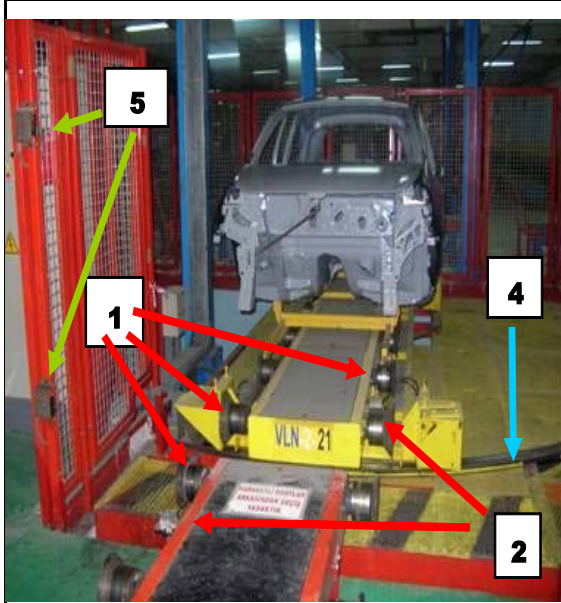
## Ek 4 Döner tabla ve aktarıcı kabloları için uygulanan düzeltici faaliyetler

ÖNCE	SONRA
 <p>Çalışan ve raya basan yüzey</p> <p>Çalışmayan ve raya basmayan yüzey</p> <p>Problemlü Tekerlek</p> <p>Mevcut orijinal delikler</p>	 <p>Mevcut deliklere koza kanalı açıldı.</p> <p>Tabla üzerine Koza kanalı açıldıktan sonra çalışan tekerlek</p>
<p><b>PROBLEM:</b> Döner tabla tahrik grubundaki redüktörlerin tekerleklerindeki kaplamalarda aşınmalar ve kopmalar meydana geliyordu. Bu da tabla rulonun döndüğü ray üzerindeki tekerleğin aşınmasına ve tablanın durmasına neden olmaktaydı. Redüktör tekerleğinin ray üzerinde döndüğü bir açı olduğu için ve ayarın tabla üzerinde olmadığından problemler yaşanıyordu.</p>	<p><b>İYİLEŞTİRME :</b> Redüktör tablasında bulunan bağlantı delikleri Ø 22x70 boyunda koza kanalı açılarak redüktör tekerleğinin yürüme açısı ayarlanarak ray üzerine tam basması ve tekerleğin rahat yürümesi sağlandı.</p>

ÖNCE	SONRA
 <p>KABLO KORUYUCULARI BAĞLANTI NOKTASINDAN ÇIKARILMAYA BAŞLANIYOR</p> <p>KABLOLAR AÇIKTA KALMIŞ.</p>	 <p>KABLOLAR BAĞLANTI NOKTALARINA YERLEŞTİRİLEREK KABLOLARIN EZİLME RİSKİ ORTADAN KALDIRILMIŞTIR.</p>
<p><b>PROBLEM:</b> KABLO KORUYUCULARI BAĞLANTI NOKTASINDAN ÇIKARILMAYA BAŞLANIYOR KABLOLAR AÇIKTA KALMIŞ.</p>	<p><b>İYİLEŞTİRME :</b> KABLOLAR BAĞLANTI NOKTALARINA YERLEŞTİRİLEREK KABLOLARIN EZİLME RİSKİ ORTADAN KALDIRILMIŞTIR.</p>

Ek 5 VLN 19-21 ekipmanı için otonom bakım kapsamına alınan faaliyetler

No	Eleman	Gerçekleştirilecek Eylem	
1	Rulo	Taşıyıcı TRB 'nin rulolarının temizliği	TEMİZLİK
2	Dedektör	Dedektör üstlerinin temizliği.	
3	Zemin	Akatarıcı TRB'lerin bulunduğu zemin ve üstlerinin temizliği	
4	Ray	Döner tablanın ray yolu temizliği.	KONTROL
5	Sensör	Sensör seviye ayarlarının kontrolü.	



 YAĞLAMA
  TEMİZLİK
  KONTROL