

**TOPLAM VERİMLİ BAKIM
SÜREKLİ İYİLEŞTİRME TAKIMLARININ
EKİPMAN İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makina Müh. Armağan Fatih KARAMANLI
507001114**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Ocak 2003**

**Tez Danışmanı : Öğ.Gör.Dr. Halefşan SÜMEN
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Tijen ERTAY
Doç.Dr. Seçkin POLAT**

OCAK 2003

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanın Sayın Öğr.Gör.Dr. Halefşan SÜMEN' e, Beko Elektronik A.Ş. Lojistik Yöneticisi Sayın Hüseyin HAMARAT' a, Dizayn Teknik A.Ş. Üretim ve Bakım Müdürü Sayın Emin SARIKUŞ' a, Mercedes-Benz Türk A.Ş. Teknik Hizmetler Kısım Müdürü Sayın Birol KAHVECİ' ye, arkadaşım Sayın Fatma SAĞLAM' a ve bugüne kadar maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anne ve babama teşekkürü bir borç bilirim. Bu tez sevgili anne ve babama ithaf olunur.

Aralık 2002

Armağan Fatih Karamanlı

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın İçeriği	1
2. BAKIMIN TANIMI VE BAKIM FAALİYETLERİNİN ÖNEMİ	3
2.1. Bakımın Tanımı ve Temel Kavramlar	3
2.2. Bakım Sistemi	6
2.2.1. Bakım Sisteminin Önemi	6
2.2.2. Bakım Onarım Faaliyetlerinin Üretime Etkisi	7
2.2.3. Bakım Sisteminde Bilgi İhtiyacı	8
2.3. Bilgisayar Destekli Bakım Sistemi	9
2.3.1. MAXIMO	10
2.3.2. Datastream	13
2.4. Bakım Onarım Politikası	14
3. TOPLAM VERİMLİ BAKIM	17
3.1. Toplam Verimli Bakım' ın Tanımı	17
3.2. TVB' nin Tarihçesi	19
3.3. TVB' nin Kullanılma Nedenleri	21
3.4. TVB' nin Hedefleri	22
3.4.1. Ana Hedef	22
3.4.2. İş Hedefleri	23
3.5. TVB' de Başarılı Olmak İçin Yapılması Gerekenler	24
3.5.1. Üst Düzey Yöneticiler İçin	24
3.5.2. Bölüm ve Kısım Yöneticileri İçin	24
3.5.3. Operatörler İçin	25
4. TOPLAM VERİMLİ BAKIM' IN TEMEL FAALİYETLERİ	26
4.1. Ekipman Yönetimi	26
4.2. Planlı Bakım	32
4.2.1. Kestirimci Bakım	34
4.3. Otonom Bakım	37
4.3.1. Kendi Ekipmanını Tamir Etmek	41
4.3.2. Operatörlerin Ekipman Mekanizmasından Anlar Şekilde Eğitilmesi	41
4.3.3. Otonom Bakımda Üretim ve Bakım Grubunun Rolü	41
4.3.4. Otonom Bakım Programının Yedi Adımı	42
4.3.4.1. Başlangıç Temizliği	42
4.3.4.2. Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler	44

4.3.4.3 Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi	46
4.3.4.4. Genel Kontroller	47
4.3.4.5 Otonom Kontrol	47
4.3.4.6 Standardizasyon	48
4.3.4.7 Otonom Kontrol	48
4.4. Önleyici Mühendislik	49
4.4.1. Ömür Çevrim Maliyeti	51
4.5. Kalite Bakım Sistemi	52
4.6. Ofislerde TVB	53
4.7. TVB Eğitimi	53
4.8. TVB Etkinliğinin Örnekleri	55
5. TVB' NİN GELİŞİM SAFHALARI	57
5.1. TVB Uygulamasının 12 Adımı	57
5.1.1. Üst Yönetim Tarafından Fabrikamızda TVB Uygulanacağıın İlanı	59
5.1.2. Başlangıç Eğitimi ve TVB Kampanyası	59
5.1.3. Organizasyonel Yapının Oluşturulması	60
5.1.4. TVB Konusunda Temel Politika ve Hedeflerin Belirlenmesi	62
5.1.5. Master Planın Hazırlanması	64
5.1.6. TVB Başlama Vuruşu	64
5.1.7. Ekipman Yönetimi Sisteminin Kurulması	65
5.1.8. Otonom Bakım Sisteminin Kurulması	65
5.1.9. Planlı Bakımın Geliştirilmesi	67
5.1.10. Önleyici Mühendislik Faaliyetlerinin Yerine Getirilmesi	70
5.1.11. Operasyon ve Bakım Yeteneklerinin Geliştirilmesi İçin Eğitim	71
5.1.12. TVB' nin Korunması ve Yeni Hedeflerin Belirlenmesi	72
6. EKİPMAN İYİLEŞTİRME	73
6.1. Ekipman İyileştirme Tanımı ve Amaçları	73
6.2. Sürekli İyileştirme Faaliyet Takımları	77
6.3. Sürekli İyileştirme Faaliyetinin Girdileri	80
6.3.1. Kayıplar ve Toplam Ekipman Etkinliği	80
6.3.1.1. Kayıpların Oluşma Nedenleri	82
6.3.1.2. Ekipman Etkinliğini Azaltan Altı Büyük Kayıp	83
6.3.1.3. Toplam Ekipman Etkinliği	92
6.3.2. Hata Bilgi Kağıdı	97
6.3.3. Ekipman Durum Analizi	100
6.3.4. Ekipman Tarihçesi	104
6.4. Problem Analiz ve Çözme Teknikleri	105
6.4.1. Pareto Analizi	108
6.4.2. Kök Neden Analizi	109
6.5. Sürekli İyileştirme Faaliyeti Süreci	120
7. EKİPMAN İYİLEŞTİRME UYGULAMALARI	122
7.1. BEKO Elektronik A.Ş. Uygulaması	122
7.1.1. SVECIA Taşıyıcı Robot	124
7.1.2. FSL Makinası	129
7.2. Dizayn Teknik A.Ş. Uygulaması	132

8. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	135
KAYNAKLAR	140
ÖZGEÇMİŞ	142

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Ekipman Yönetiminin Başarıya Ulaşamamasının Nedenleri....	31
Tablo 4.2. Temizliğin Etkileri.....	44
Tablo 4.3. TVB Uygulamasına Geçmiş Firmalarda Ulaşılan Sonuçlar.....	56
Tablo 5.1. TVB Uygulamasının 12 Adımı.....	58
Tablo 6.1. TEE Gözleme ve Hesaplama Formu.....	81
Tablo 6.2. Kurma ve Ayar Faaliyetlerinin Bileşenleri Örneği.....	85
Tablo 6.3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruş Tip ve Nedenleri.....	89
Tablo 6.4. Hata Bilgi Kağıdı.....	99
Tablo 6.5. Ekipman Durum Analizi Formu.....	103
Tablo 7.1. SVECIA Taşıyıcı Robot Çalışması Faaliyet Planı Örneği.....	127
Tablo 7.2. FSL Makinası Çalışması Faaliyet Planı Örneği.....	131

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 :Toplam Verimli Bakım' ın Buzdağı Benzetisi.....	18
Şekil 3.2 :İş Hedefleri TVB İlişkisi.....	23
Şekil 4.1 :Parça Öncelikli Model.....	33
Şekil 4.2 :Ekipman Öncelikli Model.....	33
Şekil 4.3 :Ömür Çevrim Maliyeti.....	51
Şekil 5.1 :Toplam Verimli Bakım' ın Organizasyon Yapısı.....	60
Şekil 5.2 :Temel TVB Politikaları ve Hedefleri Örneği.....	63
Şekil 5.3 :TVB Master Plan Örneği.....	64
Şekil 6.1 :TVB Sürekli İyileştirme Takımlarının Ekipman İyileştirme Faaliyeti.....	79
Şekil 6.2 :Kayıplar ve TEE Arasındaki İlişki.....	93
Şekil 6.3 :Ekipman Etkinliğini Önleyen Altı Büyük Kayıp.....	97
Şekil 6.4 :Değişik Problemler Arası İlişki Zinciri ve Problemin Çözümü..	107
Şekil 6.5 :Pareto Diyagramı Örneği.....	109
Şekil 6.6 :Görünen ve Kök Nedenler	110
Şekil 6.7 :Sebeup ve Etki Diyagramı Örneği	113
Şekil 6.8 :Mantık Ağacı Örneği.....	115
Şekil 7.1 :SVECIA Taşıyıcı Robot Küçük Duruş Dağılımları.....	125
Şekil 7.2 :SVECIA Taşıyıcı Robot Çalışması Neden – Neden Analizi.....	126
Şekil 7.3 :FSL Makinası Çalışması Neden – Neden Analizi Örneği.....	130

TOPLAM VERİMLİ BAKIM SÜREKLİ İYİLEŞTİRME TAKIMLARININ EKİPMAN İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİ

ÖZET

Geleneksel olarak bakımın, üretken, temel bir fonksiyon olmadığı ve destekleyici bir fonksiyon olarak işe küçük bir değer kattığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, özellikle son 15 yılda, bütün üretim endüstrilerinin bakım etkinliğini iyileştirmek için bir çok farklı yaklaşım kullandığı görülmektedir. Varlıkların ve makinaların bakımı üretim fonksiyonun temel bir parçasıdır ve etkin bir bakım stratejisi üretim faaliyetlerine değer eklemede önemli bir katkıda bulunabilir. Bu sebepten dolayı, bakım, üreticiler için dünya sınıfında bir prensip olarak görülebilir. Dünya sınıfında performans için çabalayan üretim organizasyonları, etkin bir bakım stratejisinin rekabet avantajı sağlamada kattığı değer toplam verimli bakım (TVB) programı sayesinde anlamlı olabileceğini söylemektedirler.

TVB, 1970' li yıllarda Japonya' da yaratılan bir üretim yönetim sistemidir. Hızlı bir şekilde ,otomotiv, elektronik, makina takım ve tüketici aletleri endüstrilerinde şirket kültürünün parçası oldu. Son zamanlarda Birleşik Devletler' e, Avrupa' ya, Asya' ya ve Güney Amerika' ya yayılmaktadır.TVB (üretim sisteminin bakım sadece makinaların bakımı değildir), tüm çalışanların takım faaliyetleri vasıtası ile yerine getirdikleri verimli bakımdır.

TVB faaliyetleri bütün tipteki israfların elemine edilmesine odaklanmıştır. TVB herkesle ilgilenir ve pratik iyileştirme fikirlerinin yürütülmesi için takım çalışmasından faydalanır, operatörlerin ekipmanlarını ve çalışma alanlarını sahiplenmeleri için gayret sarf eder, ekipmanın ve üretim sisteminin muhafazası için sistem kurar, tüm çalışanlara ilave yetenekler ve bilgi sağlar.

TVB yedi sütun (faaliyet) üzerine yapılandırılmıştır;

1. Ekipman Yönetimi
2. Planlı Bakım
3. Otonom Bakım
4. Bakım Önleme (Önleyici Mühendislik)
5. Kalite Bakımı
6. Ofislerde TVB
7. Eğitim

Ekipman yönetimi, TVB faaliyetlerinin başlıca ve en önemli faaliyetidir. Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarınca yerine getirilen bu faaliyetin amacı, altı büyük ekipman kaybının elemine edilmesi ile toplam ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir. Toplam ekipman etkinliği, kullanılabilirlik, performans ve kalite

oranlarının çarpılması olarak açıklanabilen, TVB ilerlemesinin değerlendirilmesi bir metrik olarak tanımlanabilir.

Ekipman iyileştirme faaliyetleri, sürekli iyileştirme faaliyet takımlarınca yerine getirirler. Takımlar, spesifik bir makinada , çeşitli benzer makinalarda veya bir prosesin veya montaj hattının bir bölümünde çalışan operatörlerden düzenlenirler. Yaklaşık beş ila yedi operatör iyi bir takım oluşturur. Takımların, bakım bölümünden, ekipmanları bilen en az bir kişi ve yine ekipmanları bilen ve analiz ve iyileştirme sürecinde kılavuzluk sağlayabilecek bir proses, üretim, imalat veya endüstri mühendisi tarafından desteklenmeye ihtiyaçları vardır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının başarılı olabilmek için bilgiye ve veriye ihtiyaçları vardır. Girdi olarak, dört ana kaynak vardır;

1. Ekipman Kayıpları ve TEE (TEE Gözleme ve Hesaplama Formu)
2. Hata Bilgi Kağıdı
3. Ekipman Durum Analizi
4. Ekipman Tarihçesi

Operatörler, ekipman iyileştirme faaliyetlerinde başarılı olabilmeleri için problem analiz ve çözüm teknikleri hakkında eğitilmelilerdir. Bu teknikler şunlardır;

- Pareto Analizi
- Kök Neden Analizi (Sebeo ve etki diyagramı, Mantık Ağacı analizi, Neden-Neden analizi ve PM analizi)

Ekipman iyileştirme faaliyetleri çabuk sonuçlar , bazen inanılmaz sonuçlar verir, operatörlerin TVB faaliyetlerinde erken ve tehdit edici olmayan ilgilerini sağlar ve operatörlerin ekipmanlarına olan ilgilerini ilerletir. Problem çözme faaliyetlerinin içinde olan operatörler, problemlerin düzeltilmesinde daha fazla sorumluluk üzerlerine alırlar. Başardıklarıyla büyük onur duyarlar.

Ekipman iyileştirme faaliyetleri bazı stratejik avantajlar üretirler. Örneğin, ekipmanlarını daha etkin kullanabilirler, kapasitelerini arttırabilirler, müşteri memnuniyetini arttırabilirler, bakım zamanlarını ve maliyetlerini düşürebilirler, minimum yaşam döngü maliyeti oranlarını elde edebilirler vb. Sonuç olarak, kazançlarını arttırabilirler. Ekipman iyileştirme faaliyetleri fazlasıyla maliyet etkindir ve hızlıdır. Ekipman iyileştirme faaliyetleri asla durmaz.

EQUIPMENT IMPROVEMENT ACTIVITIES OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE CONTINUOUS IMPROVEMENT TEAMS

SUMMARY

Traditionally, maintenance has been considered as a support function, non-productive and not a core function adding little value to the business. However, it has been noticed, particularly over the last 15 years, that all manufacturing industries have used many differing approaches to improving maintenance effectiveness. Maintenance of assets and machines is an essential part of the operation's function and an effective maintenance strategy can significantly contribute through adding value to the production activities. Hence, maintenance should be seen as a world-class principle for manufacturers. Manufacturing organizations striving for world class performance have shown that the contribution of an effective maintenance strategy can be significant in providing competitive advantage through its total productive maintenance (TPM) program.

TPM is a production management system which originated from Japan in the 1970s. It rapidly became part of the corporate culture in the automotive, electronics, machine tool and consumer appliance industries. In recent years it has spread into United States, Europe, Asia and South America. TPM is productive maintenance (maintenance of the production system not just maintenance of machines) carried out by all employees through team activities.

TPM activities focus on the elimination of all types of waste. TPM involves everyone and utilizes teamwork to implement practical ideas for improvement, fosters operator ownership of their equipment and work space, establishes systems to maintain equipment and production systems for the life of the equipment or process, provides all employees with additional skills and knowledge.

TPM is structured around seven pillars (activities);

1. Equipment Management
2. Planned Maintenance
3. Autonomous Maintenance
4. Maintenance Prevention
5. Quality Maintenance
6. TPM in the Office
7. Education and Training

Equipment management is a major and most important activity of TPM. The objective of this activity, which is carried out by the continuous improvement action teams, is to maximize overall equipment effectiveness by eliminating six big equipment losses. Overall equipment effectiveness can be defined as a metric for

evaluating the progress of TPM, which is interpreted as a multiplication of availability, performance and quality rates.

Equipment improvement activities are carried out by the continuous improvement action teams. The teams are organized from operators working on a specific machine, several similar machines, or from a part of a process or assembly line. About five to seven operators make a good size team. The teams need to be supported by at least one person from maintenance, who is familiar with their equipment and by a process, production, manufacturing or industrial engineer who is also familiar with the equipment and can provide guidance during the analysis and improvement process.

The continuous improvement action teams need information and data to be successful. There are four main sources of input;

1. Equipment Losses and OEE (OEE Observation and Calculation Form)
2. Failure Information Sheet
3. Equipment Condition Analysis
4. Equipment History

Operators must be trained about the problem analysis and solving techniques to be successful in the equipment improvement activities. These techniques are;

- Pareto Analysis
- Root Cause Analysis (Cause and effect diagram, Logic tree analysis, Why-Why analysis and PM analysis)

Equipment improvement activities produce quickest results, sometimes spectacular results, provide early and non-threatening involvement of operators in TPM activities and promote operator involvement with their equipment. Operators involved in problem solving activities assume greater responsibility to fix problems. They are very proud of their accomplishments.

Equipment improvement activities produce some strategic advantages for the organizations. For example, they can use their equipment more effectively, increase their capacity, increase their customer satisfaction, decrease their maintenance times and costs, get optimum life cycle cost rates etc. As a result, they can increase their profits. Equipment improvement activities are very cost effective and fast. Equipment improvement activities never stop.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın İçeriği

Bakım sistemlerinde son 15-20 yılın yeni sayılabilecek yaklaşımı tüm bakım faaliyetlerinin “Toplam Verimli Bakım” adı altında bir bütün olarak ele alınmasıdır. Teknolojideki son yıllardaki hızlı değişim, aynı şekilde yönetim sistemlerindeki hızlı değişim bakım konusunun (varlıkların yönetimi) bir bütün halinde ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Bütün çalışmaların amacı maliyetlerin kontrol edilmesi ve daha verimli bir çalışma ortamı yaratılmasıdır. “Toplam Verimli Bakım” uygulaması mühendislik, üretim, bakım, satınalma, stok kontrol gibi birden fazla birim tarafından yapılırken, tüm personelin ilgisini ve katkısını gerektirir. TVB bir ekipmanın veya prosesin genel çalışma koşullarını en iyi düzeye getirebilmek için süreç öncesinde, sırasında ve sonrasında oluşabilecek kayıpları sıfır düzeyine getirmeye çalışır.

Bu çalışmada “Toplam Verimli Bakım” faaliyetlerinde yer alan “Sürekli İyileştirme Faaliyet Takımları”nın çalışmalarının bir çıktısı olan “Ekipman İyileştirme” faaliyetinin önemi ve bu faaliyetin nasıl gerçekleştirileceğine dair bir yaklaşım sunulmuştur.

Ekipman iyileştirme ile şirketler ekipmanlarında meydana gelen ve maliyetler üzerinde etkisi yüksek olan kayıpların önüne geçebilmektedirler. Makinaları üzerinde birtakım değişiklikler yaparak hem oluşan kayıpları elemine ederler hem de makinalarının performanslarını arttırarak düşük maliyetlerle daha fazla iş yapılmasını sağlarlar yani verimlerini arttırırlar.

Çalışmanın 2.bölümünde bakımın tanımı, temel kavramlar, bakım faaliyetlerinin üretime etkisi ve bakım sistemi ile ilgili temel bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın 3.bölümünde “Toplam Verimli Bakım” olgusunun tanımı, bakım konusunda bu noktaya nasıl gelindiği, bu sistemin hedefleri, kullanılma nedenleri ve

bu sistemde başarılı olunması için tüm çalışanların neler yapılması gerektiği konularına değinilmiştir.

Çalışmanın 4.bölümünde “Toplam Verimli Bakım” uygulamasının temel faaliyetleri ele alınıp bu faaliyetlerin temel unsurları üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın 5.bölümünde bu bakım sisteminin şirketlerde hangi aşamalardan geçilerek uygulanacağı adım adım açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın 6. bölümünde ise ekipman iyileştirme faaliyetinin tanımı, önemi, ekipman kayıpları ve toplam ekipman etkinliği, sürekli iyileştirme takımları ve bu takımların çalışmaları için gereken veri kaynakları açıklanmış ve sürekli iyileştirme faaliyeti süreci üzerinde durulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın 7.bölümünde BEKO Elektronik A.Ş. ve Dizayn Teknik A.Ş.’ de yapılan ekipman iyileştirme çalışmaları hakkında bilgi verilip, bu çalışmalarla ne gibi kazançlar sağladıkları üzerinde durulmuştur.

Değerlendirme ve sonuçlar bölümünde çalışma genel olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar üzerinde yorumlar yapılmıştır.

2. BAKIMIN TANIMI VE BAKIM FAALİYETLERİNİN ÖNEMİ

2.1 Bakımın Tanımı Ve Temel Kavramlar

Bakım, aletin ilk icat edildiği veya işletmeye konduğu andan itibaren varolan bir olgudur. Çalışan teçhizat veya makinanın bozulması, yıpranması mutlak olduğuna göre onun sonucunda bakım da varolmaktadır.

Bakımın tanımını aşağıdaki şekillerde yapabilir:

1. Zaman içinde makinaların kullanımlarından kaynaklanan doğal yıpranmaların varlığı göz önünde tutularak, makina ve teçhizatın önceden tespit edilmiş süreler sonunda gözden geçirilmesi, gerekli parçaların değiştirilmesi ve ayarlamaların yapılmasıdır. [1]
2. Üretim sisteminin plan ve programlarına uygun olarak çalışmasını sağlayan, istenen çalışma düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme ve kontrol fonksiyonudur.
3. Bir sistemin, fonksiyonlarını istenen bir düzeyde yerine getirebilmesi için gerçekleştirilen her çeşit onarım, yenileme, muayene vb. faaliyetlerdir.
4. Tesis ve donanımın üretim ve kalite performansını istenen düzeyde tutabilmek, eski durumuna getirebilmek için gerçekleştirilen işlerin tümüdür.

Burada bakımla ilgili bazı temel kavramları sıralamak gerekirse,

Arıza Bakımı:

Üretim ekipmanlarında herhangi bir arıza meydana geldiğinde büyük kayıpların oluşmasının engellenmesi için yapılan bakım.

Önleyici (Koruyucu) Bakım:

Tesis ve donanımın belirli bir programa göre (zaman esaslı) arıza meydana gelme şartı aranmaksızın yapılan muayene, yağlama, ayarlama, yenileme, revizyon yolları

ile kullanılabilirlik süresinin arttırılması çalışmalarıdır. Bu tür çalışmalar planlı bakım olarak da adlandırılmaktadır. Amaç arıza bakımlarını en aza indirmektir.

Kestirimci Bakım:

Belirli makina veya ekipman için özel donanım, aparat ve teknikler kullanarak önleyici bakım ihtiyacını saptamak için yapılan muayene mahiyetindeki uygulamalardır.

Düzeltilici Bakım:

Düzeltilici bakım, ekipmanı arızadan koruma, muayeneyi, onarımı ve kullanımı kolaylaştırma, güvenliği sağlama çalışmalarına verilen isimdir. Düzeltilici bakım ekipmanı kullananın, günlük kontrol sonuçlarını ve tüm arızaların detaylarını kaydetmesini ve bunların sebeplerini önleyici iyileştirme fikirlerini üretmesini gerektirir.

Revizyon:

Bir tesis veya donanımın periyodik olarak ve kapsamlı bir şekilde muayenesi, bakımı ve onarımı faaliyetlerini kapsamaktadır. Böylece tesis veya donanım istenen performans düzeyine getirilmektedir. Bu tür bakıma “Genel Bakım” adı da verilmektedir.

Arıza:

Engel olunamayan bir nedenle sistemin durması, üretim hızının ve / veya kalitesinin düşmesidir.

Güvenilirlik:

Bir sistemin veya parçanın belirli bir zaman periyodu için, belirli koşullar altında hatasız çalışma olasılığıdır.

Bakım Kolaylığı:

Tesis ve donanımın bakım ve onarım faaliyetlerinin rahatlıkla ve hızlı bir şekilde uygulanabilmesi için uygun tasarımlara sahip olma özelliğidir. Dolayısıyla bakım ve

onarım süreleri düşerken donanımın kullanılabilirliği artmaktadır. Bakım kolaylığı ortalama bakım-onarım süresi ile sayısallaştırılmaktadır.

Tasarım-Ürün Ömür Çevrimi Maliyeti:

Bir ürünün tasarım aşamasından, kullanılamaz hale (teknolojik yada ekonomik açıdan) gelene kadar geçen ömrü içerisinde neden olduğu maliyetlerin toplamıdır. Bunun içerisinde tasarım, işletme, bakım ve onarım, alternatif vs. maliyet kalemlerinin hepsi yer alır.

Bakım Önleme:

Bakım aşamasında ekonomik ürün ömür çevrimi maliyetinin elde edilebilmesi için bakım yapılabilir ekipman geliştirilmesini amaçlayan ve geçmiş deneyimlerden de faydalanılan çalışmalardır. (Önleyici mühendislik)

Bakım Yapılabilirliğini Geliştirme:

Arızaları önlemek ve bakım kolaylığını sağlamak için yapılan her türlü iyileştirme ve modifikasyonlardır.

Verimli Bakım:

Güvenilirliği ve bakım kolaylığını sağlamak için önleyici, kestirimci ve bakım yapılabilirliği tekniklerini, tasarım-ürün ömür çevrim maliyeti prensipleri doğrultusunda yaratıcı bir şekilde birleştiren sistematik bakım faaliyetleri. (Durum Esaslı)

Otonom Bakım:

Ekipmanların işletilmesinden sorumlu kullanıcıların (operatör, ayaracı vb.), ekipmanın uygun çalışma koşullarının sağlanmasında yaptığı bakım işleridir. Bunlar, günlük yağlama, temizleme, küçük ayar ve kontrollerdir. [2]

Güvenilirlik Merkezli Bakım:

Güvenilirlik merkezli bakım, herhangi bir varlığın süregelen operasyon koşulları altında ihtiyaç duyacağı bakım faaliyetlerinin belirlenmesi için kullanılan bir süreçtir.

Önleyici bakım stratejilerinin optimize edilmesi için kullanılan sistematik bir yaklaşımdır. [3]

Toplam Verimli Bakım:

Bütün çalışanların katılımı ile verimlilik ve insana saygı temeli üzerine oturmuş detaylı bakım sistemi. Tüm çalışanları içinde varolduğu düşünülen bir verimli bakım sistemidir.

2.2 Bakım Sistemi

2.2.1 Bakım Sisteminin Önemi

Herhangi bir endüstriyel teşebbüste daima bir bakım fonksiyonu vardır. Bazı hallerde bakım işlerini yürütmek üzere belirlenmiş ayrı bir bölüm olmayabilir. Fakat üretimin istenen seviyede sağlanabilmesi için mutlaka bir bakım fonksiyonu bulunmalıdır. Bakım fonksiyonunun önemi aşağıdaki nedenlerden ötürü gün geçtikçe artmaktadır:

1. Yatırım, mekanizasyonun artması
2. Otomasyon, makinaların karmaşıklığının artması
3. Yedek parça ve bakım malzemeleri çeşidinin artması
4. Diğer firmalarla rekabet
5. Daha yüksek maaş ve ücret düzeyi
6. Daha yüksek üretim kalitesi
7. Teslim tarihlerinin daha düzenli olması ihtiyacı

Yatırımların uygun bir zaman içerisinde geri dönebilmesi için, üretim araçlarının verimliliklerinin en üst düzeyde tutulması ve elde edilen ürünlerin belirli bir kar ile satılması gerekir. Eğer bakım ihmal edilecek olursa, üretim araçlarının ürün imali için yararlı süreleri kısalmaya başlar yani verimlilikleri düşer ve böylece yatırımın geri dönmesi engellenmiş olur.

Bir işletmede bulunan bakım fonksiyonunun amacı, arızaları önleyerek veya arızalardan oluşan üretim kayıplarını minimum yapmaya çalışarak, üretim donanımının düzgün ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak suretiyle onun performansını arttırmaya çalışmaktır.

Bakım fonksiyonunun ana hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- a) İşletme olanaklarının (tesis, makina, teçhizat ve binaların) faydalı ömrünü uzatmak
- b) Yıpranmayı ve eskimeyi en düşük düzeye indirerek işletmenin değerini korumak
- c) Makinaların ve donanımın üretim için emre hazır sürelerini en üst düzeyde tutmak
- d) Mamulün kalite düzeyini koruyacak veya arttıracak şekilde işletme olanaklarının kaliteli olmasını sağlamak
- e) Acil durumlar için bulundurulmuş bütün yedek üniteler, kurtarma teçhizatı, yangın söndürme ekipmanları vb. donanımların çalışır durumda hazır bulunmasını sağlamak
- f) Tüm bu faaliyetlerin uzun dönemde en düşük maliyetle gerçekleşmesini sağlamak. [2]

2.2.2 Bakım Onarım Faaliyetlerinin Üretime Etkisi

Üretimin programlara uygun bir biçimde sürdürülmesi için ekipman ve tesislerin aksamadan çalışması gerekmektedir. Ekipmanların belirli zamanlardaki bakımlarının yapılması ve beklenmedik zamanlarda ortaya çıkan arızaların giderilmesi, üretim akışını mümkün olduğu kadar aksatmadan yapılmalıdır. Üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça bakım-onarım faaliyetlerinin önemi artar. Yüzlerce tezgahtan oluşan bir üretim hattında birkaç makinanın arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi bir anda durdurabilir. Sipariş üretiminde arızalanan veya bakıma alınan makinaların yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı vardır. Fakat sürekli üretimde ve özellikle akış tipi imalatta arızaların üretim süreci üzerindeki etkileri oldukça fazladır. Örneğin, bir petrol rafinerisinde bir noktada beliren arıza tüm sistemin durmasına yol açar. Arıza giderildikten sonra, normal üretim düzeyine çıkıncaya kadar da uzun bir süre geçer. Demir-çelik, şeker, çimento vb. imalatta da durum aynıdır. Otomasyonun ağırlık taşıdığı fabrikalarda arızaların giderilmesinde son derece iyi yetiştirilmiş, yetenekli bakım-onarım personeline ihtiyaç vardır. Özellikle karmaşık mekanizmaların ve elektrikli veya elektronik kontrol cihazlarının yer aldığı makinalarda kalifiye bakım-onarım personelinin çalıştırılması zorunludur. Bakım-onarım faaliyetlerinde üretim aksamasını minimum düzeyde tutmak gerekli fakat yeterli değildir. Herhangi bir makinanın bakıma alınması, diğer

makinaların boş kalmasına sebep oluyorsa kapasite kaybı var demektir. Çok makinalı sistemlerde bakım-onarım faaliyetleri yüzünden kapasite kaybının önlenmesi ayrı bir sorundur. Diğer taraftan bakım-onarım işlerini yürütecek insan gücünden yararlanma oranını da yüksek tutmak gerekir. Bakım-onarım faaliyetlerinde belirsizlik bulunduğundan eldeki kısıtlı insan gücü kaynaklarından % 100 yararlanmak mümkün değildir. Bu oranın yüksek tutulması, tamir-onarım faaliyetlerinin toplam maliyetinin düşürülmesi açısından önem taşır. Bakım-onarım faaliyetlerindeki aksaklıkların üretim akışı, verimlilik ve dolayısıyla maliyetler üzerindeki etkileri şöyle özetlenebilir:

1. Makinaların ve onları çalıştıran operatörlerin boş kalmaları
2. Dolaylı işçilik ve imalat genel masraflarının artması
3. Müşteri taleplerinin karşılanamaması, satışlarda düşmeler
4. Aksaklığın meydana geldiği departmanla ilgili bulunan diğer departmanlardaki gecikme ve boş beklemler
5. Hatalı ürün oranının artması, kalitenin düşmesi
6. Siparişlerin zamanında teslim edilememesi yüzünden müşteri kaybetme. [1]

2.2.3 Bakım Sisteminde Bilgi İhtiyacı

Optimum bakım stratejilerinin tasarımı için bilgi gereklidir. Gerekli bilginin makul bir süre içinde ve en az maliyetle elde edilmesi çoğunlukla zor hatta imkansızdır. Bu durumda gerçeğe yakın bilgilerle veya gerçek bağlantılar hakkında varsayımlarla hareket etmek gerekecektir.

Bakım yapılacak sistem için şu bilgilere ihtiyaç vardır:

- Bakım yapılacak tüm üretim olanaklarının ve donanımın listesi.
- Bir üretim aracının üretim sistemi ile bütünleşme derecesi.
- Bakım malzemesinin, personelin ve yedek parçaların kısa sürede elde bulunmasına ait olasılıkların dağılımı.
- Arızaların niteliği.

Tek bir üretim aracı olarak Şu bilgilere ihtiyaç vardır:

- Üretim aracının fonksiyonları, tasarımı ve ham malzemesi.
- Yaşı ve kullanma süresi.
- Yıpranma durumu.
- Yıpranma durumunu belirleme yöntemleri.
- Arızaları belirlemek için arama yöntemleri.
- Geçmiş arızaların listesi ve uygulanan önemli bakım işlemleri listesi.
- Yıpranma karakteristikleri: arıza dağılım fonksiyonu, faydalı ömür uzunluğu.
- Mümkün bakım işlemlerinin süreleri ve maliyetleri.
- Arızaların maliyetleri.

2.3 Bilgisayar Destekli Bakım Sistemi

Bu sistemin amacı, arıza nedeniyle ortaya çıkan duruşları en alt düzeye indirmek ve en düşük maliyet ile ekipmanın faydalı ömrünü arttırmak amacıyla izlenecek yolları planlamada yönetime yardımcı olmaktadır. Bu sistem kurulurken bakım sisteminde bulunan elemanlar Şu Şekilde özetlenebilir:

- Ekipmanın sicil kartları.
- Bakım programları.
- İş tanımları.
- Bakım kayıtları.
- Bakım kontrol sistemi.
- Kaynak programlaması.
- Bakım destek organizasyonu.
- Üretim ile bağlantı.
- Planlı revizyon.
- Maliyet sistemi.

Üretim yapan veya hizmet veren kuruluşların işlerini aksatmadan yürütebilmesi için kullandıkları tesis ve ekipmanların sağlıklı çalışıyor olması büyük önem taşır. Sistem büyüdükçe kullanılan tesis ve ekipman sayıları artar, dolayısıyla bakım faaliyetleri daha fazla önem kazanır. Bakım yönetim sistemi, bilgisayar destekli olarak periyodik

bakımların planlanması, arızı bakımların kayıt altına alınması, bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesi, maliyetlerin masraf merkezleri bazında dağıtılması ve raporlanmasını sağlayan çözümdür. [2]

Bakım departmanları önceleri birer masraf merkezleri olarak görünürlerdi . Ancak yeni anlayışla birlikte bakım merkezleri artık birer karlılık merkezleri durumuna geldiler. Çünkü bakım departmanlarında yapılacak her türlü operasyonun şirketlere mutlaka parasal bir dönüşü olacağı düşünülmektedir. Bakım yönetim yazılımları bu parasal dönüşü artırıp hızlandırmaktadır. Demirbaş başına düşen karlılığı arttırmanın en iyi yollarından biri bakım maliyetlerini aşağıya çekmektir. Bakım yönetim yazılımları sayesinde iş emri bazında bakım maliyetlerini takip etme olanağı doğmuştur. Bütün iş emirlerini topladığımızda, adamsaat bazında, malzeme bazında bakım ekipman kullanımı bazında ödenen toplam maliyet bulunur. Böylelikle maliyet tasarruflarını nereden yapmaya başlayacağımıza karar verebiliriz. Hatta bakım işlerini dışarıya yaptırmanın mı yoksa içeride çözenin mi daha karlı olabileceğini görebiliriz. Bakım yönetim yazılımları karar verme desteği sağlar, bakım yapılması gerektiğine dikkat çekmek konusunda veya erken uyarı vererek gecikmiş bir işi daha önce yapmayı sağlar. Bir noktada sıkıntı varsa onu kimin ne kadar sürede nasıl çözüme kavuşturacağını belli kurallara bağlar yani iş süreçleri dijitalize edilmiş olur. Personelin performansının ölçülmesi açısından da işlevleri vardır. [4]

Bakım yönetim yazılımlarının işletmelerde kullanılmasıyla şu yararlar sağlanmaktadır; duruşları en aza indirir, bakım maliyetlerini azaltır, olası arızaları azaltır, ekipman ömrünün uzamasını sağlar, standartların oturtulmasına olanak sağlar, ekip çalışması kolaylaşır, raporlama kolay ve hızlı yapılabilir, rapor ve analizler yardımıyla stratejilerin belirlenmesini kolaylaştır vs. Bu sistemlere örnek olarak MAXIMO ve Datastream yazılımlarını örnek olarak verebiliriz.

2.3.1 MAXIMO

Bir işletmenin yüksek değer taşıyan sabit kıymetlerinin sürekliliği, işletmenin sürekliliği için vazgeçilmezdir. Bu bağlamda MAXIMO, işletmenin demirbaşları için yapılan her türlü bakım ve onarım işlerinin planlanması ve yönetilmesine, bu işlerle ilgili işçilik, yedek parça, malzeme ve maliyet kayıtlarının izlenmesine olanak

sağlayarak işletmenin sabit kıymetlerine değer katar. Bugün dünya üzerinde, 7000' i aşkın kuruluş MAXIMO Bakım Yönetim Sistemini kullanmaktadır. Sektörde faaliyet gösteren kuruluşların çoğu, gerek maliyetlerini daha iyi kontrol edebilmek ve rekabet güçlerini artırmak, gerekse dış ve iç çevrelerdeki değişimlere ayak uydurabilmek amacıyla, iş süreçlerini yeniden yapılandırmaya giriştiler. Bu bağlamda birçok işletme, daha etkin bir iş ve kaynak yönetimi ile maliyetlerini düşürmek için MAXIMO' ya yönelmektedirler.

MAXIMO ile üretim sistemlerinin verimliliğini en üst düzeye çıkaracak bir şirket kültürü yaratılmakta ve tüm demirbaş sistemlerinde, yaşam eğrisi boyunca oluşabilecek kayıpların ortaya çıkmadan önlenmesi sağlanmaktadır. MAXIMO ile iş öncelikleri belirlenebilir, eldeki kaynaklar baz alınarak işler ve elemanlar planlanabilir, uygun önlemler geliştirmek amacıyla ekipman arızaları analiz edilebilir, yedek parça ve malzeme satın alımı , stok yönetimi gerçekleştirilebilir.

MAXIMO, veri tabanındaki bilgileri kullanarak, hızlı ve doğru raporlama sistemi ile işletmenin geçmişine ve geleceğine yönelik çok çeşitli finansal ve teknik analizler yapılmasına olanak sağlamaktadır. MAXIMO' nun hızla uygulamaya konulabilme stratejisi, işletmelerin sistemden yarar sağlama hedeflerini kısa sürede gerçekleştirmektedir. Sistem sayesinde gerçekleşen tasarruflar ve artan kaynak kontrolü, sistemi kullanan kuruluşların piyasa değerini yükseltmekte, rekabet güçlerini arttırmaktadır.

MAXIMO ile gerçekleşenler:

- Duruş sürelerinde azalma > %10
- Arıza sayısında azalma %5 - % 10
- Yedek parça kullanımında azalma %8 - %15
- Arızalar için kullanılan işçilik süresinde azalma
- Arıza müdahale süresinde azalma %50
- Planlama sürelerinde azalma

Yukarıdaki veriler çeşitli kuruluşlarda MAXIMO projesi hayata geçtikten sonra yapılan değerlendirmeler sonunda elde edilmiş ortalama değerlerdir. Maximo ile TVB birbirlerini desteklemektedirler.

MAXIMO' nun getirdikleri:

- Arıza sayısını azaltan, etkin, planlı bir bakım disiplini
- Üretim veya hizmet süresinde artış
- Zamanında teslimat ile müşteri memnuniyeti
- Bakım operasyonlarında standartlaşma ve tutarlılık
- Servis kalitesinin yükselmesi
- Bakım maliyetlerinde azalma
- Ürün veya hizmet maliyetlerinde düşüş
- Kar payında artış
- Pazar payında artış
- Büyüme hızı artışı
- Geleceğe yönelik bakımlar için eleman ve kaynak planlaması yapabilmek
- Raporları kullanarak eleman analizi, ekipman analizi, arıza tipi analizi, stok analizi, maliyet analizleri gibi çeşitli analizleri yapabilmek
- Maximo veri tabanındaki bilgileri sorgulatarak isteğe bağlı değişik raporlar alabilmek
- Bakım maliyetlerini ekipman, departman, eleman, operasyon düzeyinde takip ederek değişik maliyet hiyerarşileri oluşturmak
- Bakım departmanının yedek parça ve malzeme stok yönetimini, eleman yönetimini gerçekleştirmek
- Raporları kullanarak bir ekipman için "tamir et" veya "değiştir" kararını doğru olarak verebilmek
- İşletme çapındaki tüm demirbaşların ve yedek parçaların sistem üzerinde takibini yapabilmek
- Bakımla ilgili her türlü doküman takibini bilgisayar ortamında yapabilmek
- Alanların isimlerini, boyutlarını, değiştirebilme, yeni alanlar ekleme veya kaldırma ile kullanıcıya göre uyarlanabilen güçlü özelleştirme yetenekleri
- Güvenlik verilerinin iş planı prosedürlerinin belgelenmesi ve kolayca erişebilirliği. [5]

2.3.2 Datastream

Datastream, teknoloji tabanlı bir “Varlık Yönetimi” yazılımıdır. Datastream, kullanıcılarına, daha iyi karar vermede, operasyonlarını daha etkin bir şekilde gerçekleştirmede ve de karlılıklarını arttırmada yardımcı olan bir yazılımdır. Varlıkların yönetimi kapsamlı çözümlere ihtiyaç duymaktadır. Datastream firmalara bu kapsamlı çözümleri sağlayan bir yazılımdır ve bu çözümleri sağlamak için kapital varlıkların satın alımı, yönetimi, izlenmesi ve satılması gibi işlevleri gerçekleştirir. Datastream maliyetli donanımların, veri tabanlarının ve uygulama sağlayıcıların donanımlarının ve lisanslarının satın alınmasını gerekli kılmayan bir yazılımdır. Standart bir “Internet Browser” ı yardımıyla her yerden ve her zaman kullanıma sunulabilen Datastream’ in getirdikleri şunlardır:

- Duruş sürelerinde azalma (H.J. Heinz firmasında duruş süreleri bir ay içinde 250 saatten 117 saate inmiştir. Azalma yaklaşık olarak %53 mertebesindedir. Duruşların çalışma saatine oranı %23’ ten %9 mertebelerine kadar azalmıştır.)
- Planlama sürelerinde azalma.
- Önleyici bakım faaliyetlerinin erken yada geç başarıya ulaşmasına göre yerine getirilmesi gereken diğer önleyici bakım faaliyetlerinin çizelgelerinin otomatik olarak hazırlanmasına olanak sağlar.
- Önleyici bakım faaliyetlerinin çizelgesinde herhangi bir değişiklik meydana geldiği takdirde bu değişikliği onaylayıcı bir kontrol mekanizmasına sahiptir.
- Arızalar için kullanılan işçilik süresinde azalma.
- Zamanında teslimat ile müşteri memnuniyeti.
- Önleyici ve kestirimci bakım faaliyetlerini organize eder ve iş emirlerinin oluşturulmasını sağlar.
- Üretkenliği ve varlık ömrünü maksimize etmeye çalışır.
- Herhangi bir duruma cevap verme süresini iyileştirir.
- Üretim hattının kullanılabilirliğini artırır.
- Bakımla ilgili her türlü doküman takibini bilgisayar ortamında yapabilmek.

Datastream yazılımcılar tarafından meydana çıkarıldığı 1986 yılından bu yana toplam 129 ülkedeki kullanıcılara hizmet vermekte olup dünyadaki 500 büyük firmanın yaklaşık % 65’ i bu ürünü kullanmaktadır. [6]

2.4 Bakım Onarım Politikası

Bakım-onarım politikasının oluşturulabilmesi için aşağıdaki etmenlerin analizi ve sentezi gereklidir:

1. Tesis ve ekipmanın genel veya özel amaçlı olması, kapasitesi, hızı, temin özellikleri, üretim sistemi içindeki yeri ve önemi.
2. Arızaların yarattığı duruşlardan kaynaklanan maliyetler, ürün teslim tarihlerine uyulmamasının oluşturduğu sorunlar, üretimi yeniden programlama sorumluluğu.
3. Yeterince bakım-onarım yapılmamış tesis ve ekipmanda işlenen ürünlerin kalitesindeki düzensizlik, ıskarta oranları, üretim hızındaki düşüşler, tesis ve ekipmanda oluşan enerji vb. kayıplar.
4. Bakım-onarım faaliyetlerinin planlı olarak ve etkinlikle uygulanmamasından kaynaklanan iş kazaları ve oluşan maliyetler.
5. Bakım-onarım faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için gerekli işgücü, malzeme ve donanım maliyetleri.
6. Yatırım kararları, yeni makinaların alınması.

İşletmenin organizasyonel, teknolojik ve finansal yapısına uygun bir bakım politikası aşağıdaki etmenlerin ayrıntılı bir şekilde saptanması ile oluşturulabilir:

- **Bakım-onarım işgücü büyüklüğü:** Bakım-onarım ekiplerinin, belirlenen düzeyde bakım-onarım faaliyetlerini gerçekleştirecek şekilde oluşturulmasıdır. Bu noktada bazı bakım-onarım faaliyetlerinin dışarıya yaptırılması, imalattaki iş gücünden yararlanılması, özel alanlarda uzmanlaşmış ekiplerin oluşturulması vs. konulara ilişkin ilke kararları belirlenir.
- **Bakım-onarım işgücünün tüm işgücüne oranı:** Benzer alanda faaliyet gösteren yurt içindeki ve yurt dışındaki işletmelerin kendi özgün yapıları da dikkate alınarak söz konusu oranın düzeyi belirlenir. Örneğin, bu oran ABD’ de yapılan bir araştırmaya göre petrol rafinelerinde % 20, metal sektöründe % 7, tekstil sektöründe % 3, elektrikli aletler endüstrisinde % 7, ve sigara, içki ve gıda endüstrisinde % 6 düzeyindedir. Doğal olarak, bu noktada işletmede kullanılan ekipmanın modernizasyon düzeyi, maliyeti, üretimin sürekli veya

sipariş tipinde olması, tesis ve ekipmanın eksikliği vb. etmenler önem kazanır. Hatta bu durum yıldan yıla farklı özellikler kazanabilir.

- **Bakım-onarım maliyetlerinin oranı:** Bakım-onarım maliyetleri kendi genel giderleri dışında yedek parça ve işgücü maliyetlerinden oluşmaktadır. Düzenli bir çalışma ortamı içinde, bakım-onarım maliyetlerinin çeşitli ölçütlere göre oranının da benzer işletmelerle karşılaştırılması önem kazanmaktadır. Örneğin, bakım-onarım maliyetlerinin tesis ve ekipmanın değerine oranı, radyo ve televizyon endüstrisinde % 3,2, kimya endüstrisinde % 3,6, gıda endüstrisinde % 5,3, elektrikli aletlerde % 2,2 ve çelik endüstrisinde % 12,6' dır. Verilen değerler ABD işletmelerine ilişkin ortalama değerlerdir.
- **Bakım-onarım biriminin organizasyonu:** Sadece arıza onarımının söz konusu olduğu yerlerde bakım-onarım birimi, üretim birimi sorumluluğu altında düşünülebilir. Ancak, planlı bakım durumunda bakım- onarım ile üretim birimlerinin yetkileri dengeli duruma getirilmelidir. Bu durumda öncelikle planlı bakımı gerçekleştirecek ekipler, daha sonra zaman içinde planlama birimi, araştırma-inceleme birimi gibi ek birimler düşünülebilir.

Üretim sisteminin aksamadan çalışmasını sağlamak; bakımı belirli bir plan çerçevesi içinde yürütmek ve beklenmedik arızaları en az düzeyde tutmak, kısaca fabrikanın güvenilirlik derecesini artırmak şeklinde sağlanabilir. Bir fabrikanın güvenilirliğinin artırılması için aşağıdaki politikalardan birinin veya birkaçının uygun kombinasyonunun oluşturularak uygulanması gereklidir:

- Bakım-onarım ekibini geniş, kullanılan araç sayısını yüksek tutmak:** Makinaların duruş süresinin azalması sağlanırken buna karşılık bakım-onarım ekibinin ve araçlarının boş kalma oranı yüksektir. Arızaya derhal müdahale etme olasılığı yüksektir.
- Önleyici bakıma ağırlık vermek:** Arıza meydana gelmeden, gerekli kontrol ve bakım işlemlerini yaparak arıza olasılığının azaltılması önleyici bakım olarak tanımlanmıştır. Fabrikalardaki önleyici bakım, hasta olmadan hasta olmayı önleyici tedbirlerin alınması şeklinde düşünülebilir. Böylece beklenmedik arızaların üretimi aksatması büyük ölçüde önlenmiş olur. Bu politikanın

seçilmesinde en önemli kriter, yapılan önleyici bakım maliyetlerinin sağlanacak yararlarla kıyaslanmasıdır. Fayda maliyet analizi yapılmalıdır.

- c) **Yedek üretim kapasitesi bulundurmak:** Üretim hattının kritik noktalarında, bir arıza meydana geldiğinde derhal devreye sokulabilecek yedek ekipman / parçalar bulundurulur. Buradaki kriter, üretimin durması ile ortaya çıkan kayıpların yedek ekipman / parça maliyetleri ile kıyaslanmasıdır.
- d) **Ekipmanların güvenilirlik derecesini arttırmak:** Üretimde kullanılacak ekipmanların fiyatları yüksek, ömürleri uzun olan tiplerini seçmek ve böylece arıza olasılığını azaltmak mümkündür. Değiştirilecek yedek parçalar için de aynı şey yapılabilir. Daha maliyetli ve dolayısıyla güvenilir ekipman kullanarak arıza kayıplarını azaltmada da bir maliyet kıyaslaması yapılabilir.
- e) **İş istasyonları arasında yarı mamul stokları bulundurmak:** Arıza nedeni ile imalat akışının durmasını önlemek için, onarım süresince diğer iş istasyonlarından parça gönderilir. Yarı mamul stoklarının kapladığı alan ve bunlara bağlanan para bir maliyet unsuru olarak göz önüne alınmalıdır. [2]

Bakım-onarım sisteminin tasarımında yapılan yatırım ve harcamalarla, sağlanan yararlar arasında olumlu yönde bir denge kurulması şarttır. Bu nedenle, her işletmenin kendisine özgün bakım-onarım politikasını geliştirmesi en uygun yoldur.

3. TOPLAM VERİMLİ BAKIM

3.1 Toplam Verimli Bakım' ın Tanımı

Toplam verimli bakım (TVB), küçük grup faaliyetleri yoluyla desteklenen bir verimli bakım sistemidir. Tüm firma bazında “Toplam Kalite Kontrolü” gibi, TVB’ de tüm şirket çapında gerçekleştirilen bir ekipman bakım sistemidir. [7]

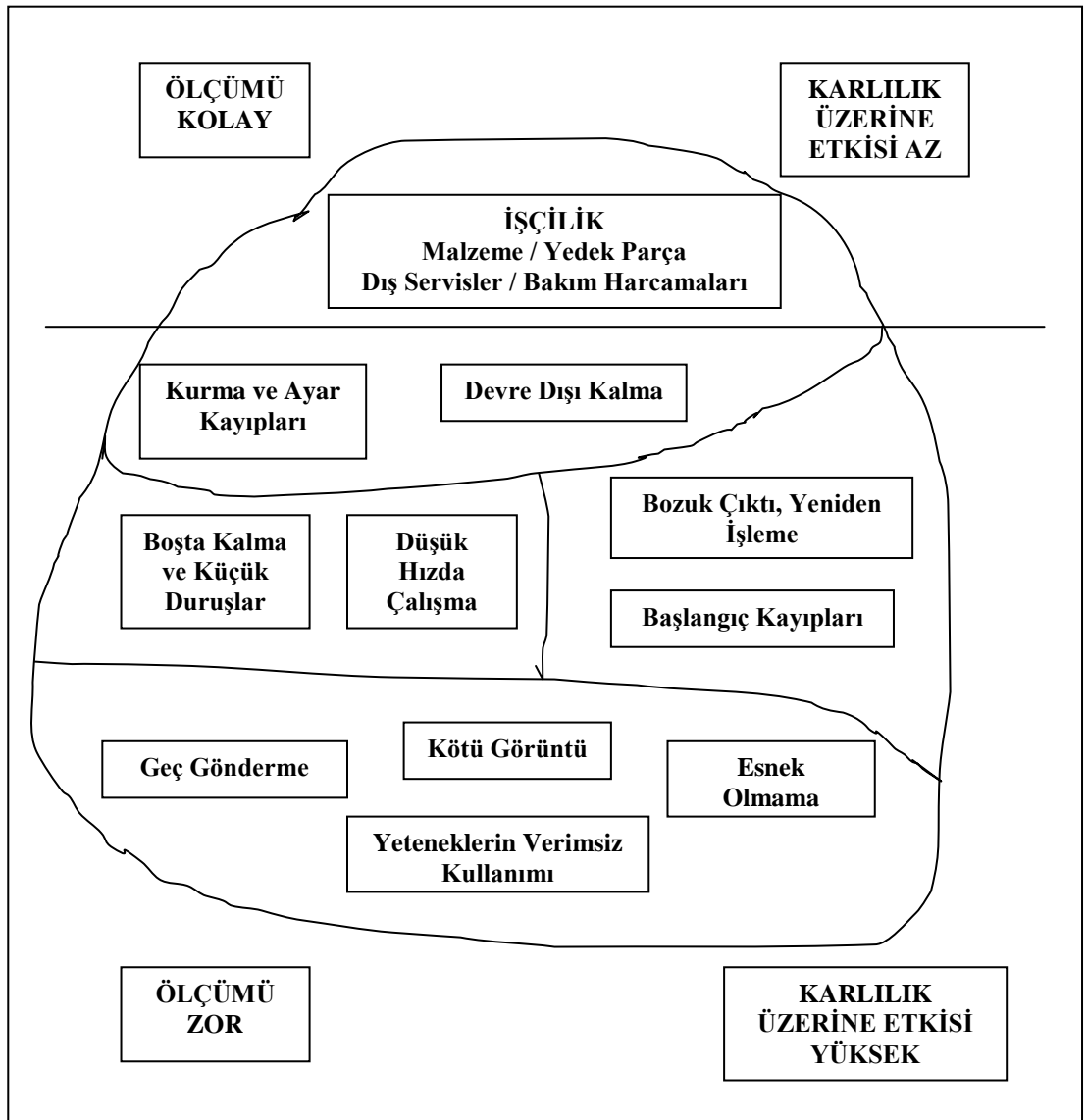
TVB, bakım ve verimlilik arasında yakın bir ilişki kurar ve ekipman bakımının iyi yapılmasıyla nasıl daha yüksek verimliliğe ulaşılacağını gösterir. Aynı zamanda yalın üretimin ana elemanlarından biridir. TVB sadece bir strateji değildir, sürekli iyileştirme ve operatörlerin ekipmanları üzerinde sahiplik duygusunu yaratmayı amaçlayan, bunu denetçi ve bakım personelini de içine alarak gerçekleştiren bir felsefe olarak düşünülebilir. TVB; sürekliliği korunacak makinaları optimum koşullarına ulaştıracak ve bunu devam ettirecek, işlerimizi daha kolay, daha etkili ve daha güvenli yapmamızı sağlayacak bir felsefedir. TVB tüm çalışanların katılımıyla gerçekleştirilen bir verimli bakım faaliyetidir. [8]

TVB, günlük üretim faaliyetleri içinde çalışanların tamamının katılımını gerektiren, operatöre üzerinde çalıştığı tezgah veya ekipmanın otonom bakım sorumluluğunu da getiren, arızaları önleyen, ekipman etkinliğini en üst düzeye çıkaran yeni bir işletmecilik yaklaşımıdır. [9]

TVB’ nin felsefesi, üretimin bağlı olduğu her değer (insan, makina, süreç) en iyi (verimli) durumda tutulmasıdır. TVB bunu; doğru bilgi toplama, analiz ve problem çözümünde üretim (süreç) ve bakım (mühendisler) eşdeğer ortaklığı ile sağlar. Deneylenen iyi sonuçlar standartlaştırılıp haberleştirilir. Böylece başarılarından herkesin haberi olur hem de onları herkes kullanabilir. TVB, Toplam Kalite Yönetimi (TKY)’ nin bir uygulamasıdır. Toplam kalite, yöntemler üzerinde sürekli iyileştirmeyi, üretim değerleri üzerinde TVB’ yi ve malzeme üzerinden anında üretim tekniklerini (Tam Zamanında Üretim) uygular. Tabi ki, bütün bu işlerde esas

rol doğal olarak kişiye düşmektedir. TVB' nin amacı iç ve dış müşterilerin memnuniyetini (tüm çalışanların katılımıyla) sağlamaktır.

TVB fikrini ilk dile getiren Bay Nakajima; "TVB, fabrikanın yapması gereken üretimi niçin yapamadığının incelenmesi ve buna neden olan hataların ortadan kaldırılmasıdır." der. TVB' ye göre bakım, hatalı cihazı, salt "git ve tamir et" anlayışı değildir. Üretim sistemlerinin mükemmelliğini, TEE(Toplam Ekipman Etkinliği) adıyla ölçüp, ona değer katan, çalışanlar, süreçler, makina ve cihazlar yoluyla geliştirmek ve iyileştirmektir.



Şekil 3.1 Toplam Verimli Bakım' ın Buzdağı Benzetisi

TVB' nin buzağı benzetisinde (Şekil 3.1), kolay ölçülebilen ve kara etkisi az olan bileşenler (işçilik, bakım harcamaları vb.) dışarıdaki tepededir. Ne yazık ki, genel olarak bakım maliyetlerini azaltma denince çoğunlukla bu en kolay ulaşılan bölge akla gelir ve hemen kısıntılara gidilir. Halbuki bu bölge maliyet üzerine etkisi az olan bileşenleri barındırır. Buna karşın buzağının yıkıcı etkisi çok fazla olan 7 /8' i ise görünmezdir. [10]

Toplam Verimli Bakım:

- Üretim sisteminin verimliliğini en üst düzeye çıkaracak bir şirket kültürü oluşturur.
- Mevcut ekipman ve üretim alanı ile ilgili her türlü kaybı (arıza, iş kazası, kalite malzeme, enerji, yönetim vs.) önleyecek kusursuz bir sistem kurar.
- Yalnızca üretimle ilgili departmanlarda değil tüm birimlerde kullanılır.
- En üst düzey yetkiliden en kıdemsiz işçiye kadar herkesi kapsar.
- Otonom bakım ve küçük grup faaliyetleri ile sıfır hatayı öngörür. [11]

3.2 TVB' in Tarihçesi

TVB, özgün bir Japon yönetim sistemidir. 1950 ve 1960 yılları arasında ABD' de çok popüler olan “Koruyucu Bakım” prensiplerinin sistemli bir biçimde geliştirilmesiyle 1971 yılında ortaya çıkmıştır. [12]

2. Dünya savaşının sonrasında, Japon endüstri firmaları Amerika' dan yönetim ve üretim tekniklerini almış ve bunlarda çeşitli değişiklikler yaparak kendi sistemlerine uygulamışlardır. Sonraki yıllarda, Japonya' da üretilen ürünler yüksek kaliteleriyle bilinen mallar olmuşlardır ve batı ülkelerine büyük miktarlarda ithal edilmişlerdir. Bunun sonucunda da tüm dünyanın ilgisi Japon yönetim teknikleri üzerine odaklanmıştır. [13]

“Koruyucu Bakım” olarak adlandırılan sistem 1951 yılından itibaren uygulanmaya başlanmış olup koruyucu bir ilaç veya aşı olarak nitelendirilebilir. 1950' li yıllara “Arıza Bakımı” diye adlandırılan sistem uygulamaktaydı. Koruyucu Bakım' da esas amaç arızalar oluşmadan tedbir alınarak ekipmanın çalışmasını sağlamaktır.

1957’ de “Düzeltici Bakım” adıyla arızaları önleyecek yeni bir sistem uygulanmaya başlamıştır. Ekipmanı geliştirici çalışmalar yaparak, arıza kaynakları yok edilmeye ve bakımın kolaylaştırılması sağlanmaya çalışılır.

1960 yılında ise, “Bakım Önleme” adıyla yeni bir kavram ortaya atılmıştır ve ekipmanın tasarımı sırasında bakımı önleyici çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Burada esas amaç mümkün olduğunca bakım gerektirmeyen ekipman üretimi yapmak ve ekipmanın doğal güvenilirliğini arttırmaktır. Diğer bir deyişle, ekipmanın ne olması gerektiğine yönelir.

Buraya kadar anlatılan sistemler genel olarak, “Üretken Bakım” şeklinde tanımlanmaktadır. 1971 yılında NIPPON DENSO şirketi Japonya’ da TVB’ yi ilk uygulayan ve tanıtan firmadır. Bu sisteme adını ise J.I.P.E. (Japanese Institute of Plant Engineers) koymuştur. İşte bu TVB’ nin başlangıcıdır ve bundan sonra Japonya’ dan bütün dünyaya yayılmış ve özellikle TOYOTA grubunda başarıyla uygulanmıştır.

TVB kavramını geliştiren ve Japonya’ da bunu tanıtan kişi Seiichi NAKAJIMA’ dır. Nakajima 1950 yılında önleyici bakım uygulamaları hakkında çalışmaya başlamış, daha sonraki yıllar boyunca da Amerika’ daki ve Avrupa’ daki üretim yapan firmaların üretim faaliyetlerini gözlemlemiş ve de onların önleyici bakım sistemleri hakkındaki bilgileri toplayarak elde ettiği bulguları Japonya’ daki üreticilere tanıtmıştır. 1970’ li yılların başlarında bu bilgileri “Toplam Kalite Kontrolü” ve tüm çalışanların katılımı kavramıyla birleştirerek TVB’ yi ortaya çıkarmıştır. [2]

TVB, hızla uluslararası bir sistem haline gelmektedir. Avrupa ülkelerinde ve Amerika’ da uygulamaları vardır ve de ülkemizde 1990’ lı yılların başlarında kabul görmüş ve başta PIRELLİ, BRİSA, KORDSA, TOFAŞ, ARÇELİK ve BEKO olmak üzere birçok firmada uygulanmaya başlamıştır. [14]

1980’ li yıllarda önleyici bakım yerini “Kestirimci Bakım” anlayışına bırakmaya başlamıştır. Kestirimci bakım modern izleme ve analiz tekniklerini kullanır ve kötüleşmenin sinyallerini veya yakın bir arızanın belirtilerini tanımlamak için işlem sırasında ekipmanın durumunu teşhis eder.

3.3 TVB' nin Kullanılma Nedenleri

Ekipmanlar otomatik ve daha komplike bir hale geldiğinden bu yana, ürünü makinaların yaptığını söylemek pek de aşırıya kaçmak anlamına gelmeyecektir. Bu durumda insanlara düşen, ekipmanların tam olarak çalışabilmelerini (arızalı ve hatalı ürün oluşmayacak şekilde) sağlamak için bakım yapmaktır. Fakat bu eskiden olduğu gibi sadece bakım uzmanlarının gayretiyle gerçekleşmez. TVB her ekipman kullanıcısı ile ekipman ve ürün tasarımcılarının da katkısını gerektirir. Ekipman kullanıcılarının kendi ekipmanlarını arıza ve hatalardan koruyarak, aktif rol almaları özellikle önemlidir.

TVB, üretken bakım ve kazançlı önleyici bakım fikirlerini bir adım daha ilerletir. TVB geleneksel bakım faaliyetlerinden farklıdır ve ekipman bakımında bütün departmanları ve çalışanları içerir. TVB' nin belki de en belirgin özelliği otonom bakımdır. Üretim katındaki çalışanlar tarafından yürütülen otonom bakım faaliyetleri, insanlara ekipman bakımında fayda sağlar. TVB' nin bir diğer önemli özelliği ise kayıpları toptan yok etmeyi veya sıfır kaybı amaçlamasıdır. Toptan yok etme konusunda direnmek toplam ekipman etkinliğini (TEE) en fazla düzeye getirmenin anahtarıdır. TVB uygulaması ile sıfır hata, sıfır stok, sıfır kayıp, sıfır ıskarta, sıfır iş kazası ve sıfır arıza hedeflenmektedir. TVB uygulaması; işletme bazında aktif katılımı sağladığı, çalışma ortamına canlılık ve iş güvenliği getirdiği, istikrarlı ürün kalitesini sağladığı, istikrarlı ürün kalitesini sağladığı ve de yüksek karlılık sağladığı için tercih edilmektedir [15]

Toplam Verimli Bakım' ın gücü hakkında ise şu bilgiler verilebilir:

- Beklenmedik ekipman arızalarında % 99' a varan azalma. (4000 arıza / ay oranından 40 arıza / ay oranına ulaşılmış. NISSAN, Tachigi Fabrikası, Japonya)
- İş kazalarında büyük ölçüde azalma sağlar. Amerika' nın başta gelen kimyasal madde üreten şirketlerinden biri olan TENNESSE EASTMAN' da 1.200.000 TVB görevinde 3 adet kaza tespit edilmiştir. (5 yıl içinde) Kaza oranı 0,0000025.
- Toplam verimli bakımın çalışanlar üzerindeki etkileri pozitifdir. Çalışanlarda daha fazla iş tatmini, takım çalışmasının iyileşmesi, yeteneklerin artması, ekipmanı daha fazla sahiplenme, iş çevresini geliştirme, gurur. [16]

3.4 TVB' nin Hedefleri

TVB ekipmanların yanı sıra insanları da güçlendirerek daha sağlıklı şirketler oluşturmayı hedefler. TVB şirket kültürünün değişimini sağlar. TVB' nin hedeflerini 2 gruba ayırarak inceleyebiliriz:

1. Ana Hedef
2. İş Hedefleri

3.4.1 Ana Hedef

TVB' nin ana hedefi altı büyük ekipman kaybının elenerek yani bu olguların sıfıra veya en alt düzeye indirilerek ürün kalitesinin ve ekipman verimliliğinin artırılmasının sağlanmasıdır. TVB felsefesinde tanımlanan altı büyük ekipman kayıp kalemi şunlardır:

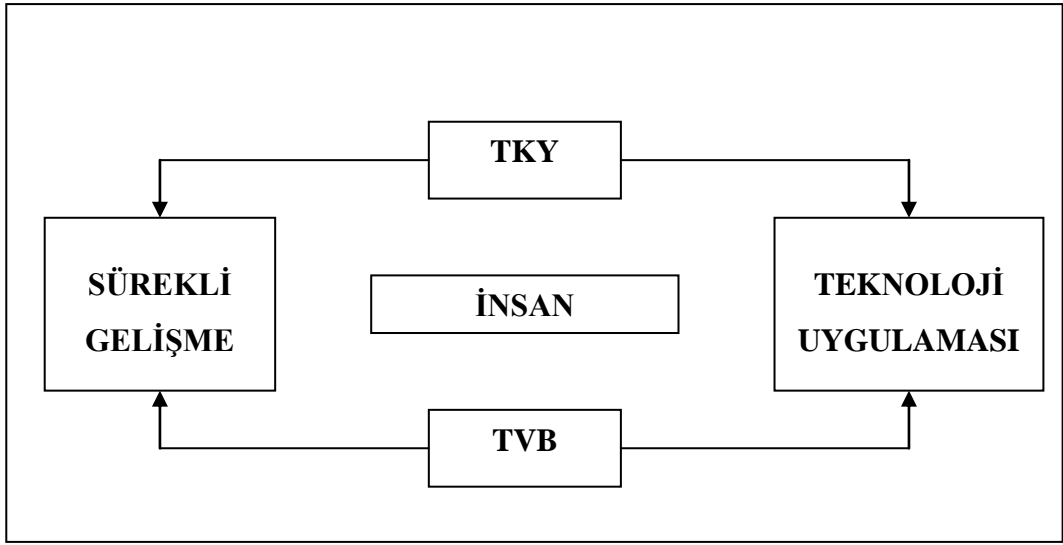
1. Arıza Kayıpları
2. Hazırlık ve Ayar Kayıpları
3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruşlar
4. Hız Kayıpları (Düşük Hızda Çalışma)
5. Kalite Kayıpları (Iskartalar, Yeniden İşleme, Tamir Gerektiren Ürünler)
6. Başlangıç Kayıpları (Başlangıçtaki düşük verim)

TVB çalışmasında, bu altı kaybın elenerek (ideal halde sıfırlanarak), normal koşullarda önemli bir harcama yapmadan tüm ekipmanların verimliliğinde ve ürün kalitesinde ölçülebilir bir gelişme sağlamak hedeflenir. Şirketin müşteri gözünde görüntüsünü zenginleştirmek, esnekliği arttırmak, çalışanların yeteneklerinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve gecikmeleri en aza indirmek TVB felsefesinin diğer hedefleridir. TVB uygulaması ile üretim sisteminde meydana gelen iş gücü, enerji ve malzeme kayıplarının da en alt seviyeye indirilmesi için çalışılmaktadır. TVB üretim metotları, ekipman kullanımı ve bakımı geliştirerek üretim verimliliğini arttırmayı hedefler. TVB toplam ekipman etkinliğinin artması, proses hurda oranlarının azalması, tezgah ve hat duruşlarının azalması, iş kazalarının azalması gibi ölçülebilir sonuçların takibini zorunlu kılar. TVB üretim sisteminin mükemmel seviyeye getirilmesi için oluşturulmuş anlayıştır.

3.4.2 İş Hedefleri

TVB' nin hedefiyle şirketin iş hedefleri çakışır. Şekil 3.2' de bu ilişki ifade edilmektedir. Bu nedenle TVB' nin bütün organizasyonca kabul görmesi gerekir. Bu hedefler şu şekilde sıralanabilir:

1. Dünya çapında başarı
2. Maliyette rekabet edebilme
3. Müşteri memnuniyeti
4. Pazar payı



Şekil 3.2 İş Hedefleri TVB İlişkisi

Yapısında gerçek açıklık, güven ve karşılıklı saygı olmalıdır. TVB tek başına bir yönerge değildir. Şirketin iş yapma biçimi, vizyonu ve değerleriyle mantıksal bağı vardır. Bu nedenle şirket hedeflerine ulaşmanın bir yolu da TVB uygulamasıdır. TVB masada bekleyen ilave bir iş değil, fakat kişinin tüm işlerini yapma üslubudur.[10]

TVB, işletmelerin, küresel rekabetin gittikçe ivme kazandığı günümüz dünyasında ayakta kalabilmek için uygulamaları gereken stratejilerden biridir. Ancak başarı bu stratejinin doğru olarak uygulanmasından geçmektedir.

3.5 TVB' de Başarılı Olmak İçin Yapılması Gerekenler

3.5.1 Üst Düzey Yöneticiler İçin

Yukarıdan aşağıya yaklaşımlar:

1. TVB uygulamalarına başlama kararı açıkça ifade edilmelidir.
2. Projeye sürekli kişisel ilgi gösterilmelidir.
3. TVB faaliyetlerinin çalışanlar tarafından gerçekleştirilmesinin üst yönetimin koyduğu hedefler çerçevesinde olacağı hatırdan çıkarılmamalıdır.
4. Çalışanların menfaatleri, şirket menfaatleri ile özdeşleştirilmelidir.
5. Liderlik elden bırakılmamalı ve orta kademe yöneticilere örnek olunmalıdır.

TVB faaliyetlerine niçin hemen başlandığı tartışılarak ortaya konmalıdır. İhtiyaçlar anlaşılmalı ve değişimin gerektiği kavranmalıdır. Bir üst yönetici ya da adayı TVB yürütme sorumlusu olarak atanmalıdır. Unutmamak gerekir ki lidersiz takımlar başarıya ulaşmazlar.

3.5.2 Bölüm Ve Kısım Yöneticileri İçin

“Orta kademe yöneticiler başarının anahtarıdır” sloganı hakimdir. Bölüm veya kısmın üç sene sonra olması gereken durumu düşünülmelidir.

1. Gelecekteki imaj tartışılmalı ve üst yönetimin oluşturduğu politikalar çerçevesinde hedefler belirlenmelidir.
2. Hedeflere ulaşmak için problemlerin nasıl ortaya konacağı ve ölçümlerin nasıl gerçekleştirileceği tartışılmalıdır.
3. Projenin ilerleyişini takip etmek için bir faaliyet bülteni tahtası yaptırılmalıdır.

Çalışanlar tarafından daima izlenildiğinin unutulmaması gerekir:

1. Astların yaptıklarını üstlere aktaran bir konuşmacı olmayın.
2. Çalışanlar özellikle operatörler sadece zorlanma ile harekete geçmezler.
3. Projenin ilerlemesi için liderlik,azim, isteklilik göstererek önce siz çalışanlara önderlik edin. Daha sonra çalışanların uygulamalara katılmasını sağlayın ve onları değerlendirin.
4. Hatlara gidin.

5. Ekipmanların çalışmasının ve malzeme yönetiminin gerçek şartlarını görün.
6. Herhangi bir olumsuzluk bulunduğunda derhal ilgili personele bildirin.
7. Astlarınızı yüreklendirin.
 - Sunuşları için imkan tanıyın.
 - Zevkle iş yapmalarını temin edin.
 - Rekabet prensiplerini kullanın. (diğer şirketlerle)
 - Kuvvetli yönlerinizi öne çıkarın.
 - Her yönden takip edin.
8. Diğer bölümlerden, işletmelerden ve şirketlerden bilgi toplayarak iyi noktaları öne çıkarın ve bunlardan yararlanın.
9. Çalışanların motive olması beklemeyin.
10. İletişime önem verin.

3.5.3 Operatörler İçin

1. Kendinize çeki düzen verin.
2. Hayatınıza olumlu bakış getirin.
3. Cesur olun.
4. Daima şüpheci olun ve bunu alışkanlık haline getirin.
5. Beraber yükselin.
 - Takım arkadaşlarınızın başarısızlığına müsaade etmeyin.
 - Arkadaşlarınıza değer verin.
 - Grubun insanlardan meydana geldiğini unutmayın.

Genel olarak;

- a) Herkes için bir çalışma alanı sağlayın.
- b) Faaliyetlere itibar gösterin.
- c) İlerleme isteksizlikle sağlanamaz, mücadele edin.
- d) Çalışanların şirketi benimsemesine yardımcı olun.
- e) Zamanla kendi içinizden danışman yetiştirin.
- f) Rakiplerinizi düşman olarak gösterin. [12]

4. TOPLAM VERİMLİ BAKIM' IN TEMEL FAALİYETLERİ

TVB çalışmaları yedi önemli faaliyetten meydana gelir. TVB' nin gelişmesi her şirket ve işletmede, imal edilen mallar, işletme yerleşimi, şirket organizasyonu, yörenin tarihsel gelişimi ve işletme çevresindeki kültür gibi koşullarla uyum içinde olmalıdır. Genel olarak TVB uygulaması şu temel faaliyetlerden meydana gelir:

1. Ekipman yönetimi
2. Bakım departmanının planlı bakım faaliyetlerini yürütmesi
3. Üretim departmanının otonom (kullanıcı) bakım faaliyetlerini yürütmesi
4. Mühendislik hizmetleri departmanının önleyici mühendislik faaliyetlerini yürütmesi
5. Kalite bakım sistemi
6. Ofislerde TVB
7. Yukarıdaki çalışmaların eğitim ile desteklenmesi

TVB' nin başarılı olması ancak yukarıda belirtilen yedi temel faaliyetin içinde yer alan insanların arasındaki işbirliğinin sağlanmasıyla mümkündür. TVB' yi başlatmak için karar verildiğinde, fabrika ve şirket yöneticileri tüm faaliyetleri çeşitli çerçevelerden gelecek engellere rağmen desteklemelidirler. Yanlış yorumlanacak TVB prensipleriyle verimlilikte kısa vadeli gelişmeleri elde etme önlenmelidir.

TVB en üst düzey yetkiliden en kıdemsiz işçiye kadar herkesi kapsar. Günümüz rekabetçi ortamında şirketlerin ayakta kalabilmeleri için TVB temel faaliyetlerini azami ölçüde çalışarak yerine getirmelidirler.

4.1 Ekipman Yönetimi

Toplam Verimli Bakım felsefesinin en temel faaliyetlerinden biri ekipman yönetimidir. Amaç ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir ve bunun yanında ekipman kayıplarını önlemek için yapılan faaliyetler ile enerji, malzeme ve işgücü

kayıplarının en az seviyeye indirilmesi için çalışmaktır. Ekipman yönetiminin birbiriyle bağlantılı, TVB felsefesinin başarısında kilit rol oynayacak olan ve eğitim ile desteklenmesi gerekli olan üç temel unsuru vardır.

Bunlar;

1. Ekipman iyileştirme
2. Kayıpların analizi
3. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları

Ekipman yönetimi sistemi, sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının yaptıkları çalışmalar sayesinde hem altı büyük ekipman kaybını önleyerek TEE değerini yükseltmeye çalışmakta hem de malzeme, enerji ve işgücü kayıplarının önüne geçmektedir. Bu çalışmalarda yer alan operatörlerin ekipmanlarıyla ilgilenme düzeylerini de arttırmak bu sistemin temel hedeflerinden biridir.

Ekipman yönetiminin odaklandığı konu ekipman iyileştirmedir. Örneğin, halen devrede olan bir ekipmanda kronik olarak tabir edebileceğimiz arızalar meydana geliyor, bu arızalar büyük zaman kayıplarına neden oluyorsalar ve de sorun ekipmanın tasarımındaki bir eksiklikten kaynaklanıyorsa bunun sonucunda verimlilik düşer ve şirket yüksek maliyetlere maruz kalır. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları bu arızaların meydana geldiği ekipman üzerinde yoğunlaşarak bu sorunu çözmek için çalışırlar. Yaptıkları iyileştirme ile toplam ekipman etkinliğinin artırılması sağlandığı gibi maliyetlerde de azalma sağlanmaktadır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımları (TVB küçük grupları), hedef ekipmanlar üzerinde gerekli iyileştirmeleri yaparak toplam ekipman etkinliğinin maksimize edilmesi için çalışırlar. Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarında yüksek miktarda efor sarf edilmekte olup bununla birlikte verimlilikte büyük artışlar sağlanmakta, kalite iyileştirilmekte ve de maliyetlerin azalması sağlanmaktadır. Ancak bu başarıların sağlanması için yeterli miktarda ve doğru olarak verilerin toplanması gerekmekte ayrıca planlamanın çok dikkatli bir şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir.

Bu takımlar mühendislik bölümü personeli, bakım personeli ve operatörlerden oluşurlar. Burada amaç katılımın yüksek olmasını sağlamak ve operatörlerin

yeteneklerinin geliştirilerek “Toplam Verimli Bakım” felsefesinin ulaşmak istediği nokta olan “Otonom Bakım” ın başarıya ulaşmasını sağlamaktır. Ama şu noktada da unutulmamalıdır ki otonom bakım TVB felsefesinin en önemli kilit elemanıdır, ancak bu felsefenin uygulanmasının temel nedeni değildir.

Sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarının oluşturulması çok kolay değildir. Takımların en iyi seviyede organize olabilmeleri için yönetimin desteği şarttır. Her takım 5 ile 11 kişiden meydana gelmektedir. Her takımın bir lidere ihtiyacı vardır ve her takım kendilerine bir ad verirler. Bu takımların problem analizi ve çözme teknikleri konularında eğitim almaları yapılacak olan iyileştirme faaliyetlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu takımlar faaliyetlerinde başarılı olurlarsa;

1. Altı büyük ekipman kaybı ortadan kalkar ve bunun sonucunda işgücü, malzeme ve enerji kayıpları da önlenmiş olur.
2. Hızlı yıpranma ve kötüleşme önlenir.
3. Otonom bakıma katılım için operatörlerin motivasyonları artar.
4. Ekipmanın bakımı kolaylaşır.
5. Üretim sistemlerinin optimum koşullarda çalışması sağlanır. [17]

Ekipman yönetimi çalışmaları sonucunda “Toplam Verimli Bakım” uygulamalarının ne denli faydalı olduğu, ekipman etkinliğinin oldukça yüksek değerlere ulaşması ile daha da anlaşılacaktır. Ekipman yönetimi sisteminin başarısı önündeki engeller Tablo 4.1’ de özetlenmiştir. [10]

Günümüzde üretim yapan firmalarda otomasyona dönüşüm arttıkça ekipmanlar çıktının arttırılmasında en önemli faktörler haline gelmişlerdir. Ekipman yönetimi ideal işlem şartlarını sürdürerek ve ekipman etkinliğini arttırmaya çalışarak çıktıları en çoklamayı hedefler. Bunun içinde kayıplara neden olan etmenleri doğru olarak tanımlamalıdır. Bir üretim sisteminde meydana gelen altı büyük ekipman kaybı şu kalemlerden oluşmaktadır:

- 1. Arıza Kayıpları:** Onarım gerektiren, ekipman hatalarının sebep olduğu kayıplardır. TVB’ de arızalar ile ilgili hedef, makine duruşu ayda bir kereden az ve on dakikadan daha uzun olmamalı.

- 2. Hazırlık ve Ayar Kayıpları:** Bu kayıplara işletme koşullarındaki değişimler sebep olur. Bunlardan bazıları her üretim veya vardiya başlangıcındaki üretim akışındaki değişiklikler, ürünler veya üretim koşullarındaki değişikliklerdir. (ekipman değişiklikleri, kalıp, düzene, el aletleri değişimleri) Hedef, hazırlık ve ayar için geçen zamanı 10 dakikanın altına düşürmektir.
- 3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruşlar:** Bir makinada meydana gelen durdurma, sıkışma ve boşta çalışma gibi olaylardan kaynaklanır. Genelde, bu tür kayıplar, elde yeterli aletler olmadığı için yok edilemezler. Bu kayıplar bu nedenden ötürü (%100 performans oranı) formülü temel alınarak değerlendirilir. Operatörler belirlenen zaman içinde küçük duruşları engelleyemediklerinde, ekipmanda herhangi bir hasar olmamasına karşın birçok firma bu tür duruşların önemini vurgulamak amacıyla makine duruşu olarak ele alırlar. Bu duruşların sürelerinin tespiti iyileştirme faaliyeti için önemlidir. Küçük duruşların Ayda üç kereden daha az olması hedeftir.
- 4. Hız Kayıpları:** Hız kaybı ile kast edilen, ekipmanın tasarım hızı ile, gerçekleşen (fili) üretim hızı arasındaki farka karşı gelen üretim kayıplarıdır.
- 5. Kalite Kayıpları:** Bir üretim sırasında üretilen parçaların veya ürünlerin tamamının veya bir kısmının yapılan ölçümler sonucu istenilen özelliklerde olmadığını tespit edildiği hallerdeki hatalara kalite hataları denir. Ürünler ya tekrar işlenmeli yada telef edilmelidir. Hedef ıskarta oranını % 0,1 seviyelerine indirmektir.
- 6. Başlangıç Kayıpları:** Üretim sürecinde yer alan makinaların başlangıçtaki düşük verimlerinden dolayı oluşan kayıplardır. [18]

Toplam Verimli Bakım felsefesinin yalnızca TEE' yi maksimum yapmak için oluşturulmuş bir felsefe olduğunun zannedilmesi son derece yanlış bir düşüncedir. TVB aynı zamanda bu ekipmanları kullanan iş gücünün en verimli bir şekilde kullanılması ayrıca üretim ortamında meydana gelen enerji (başlangıçta, boşta çalışma ile oluşan) ve malzeme (hatalı ürünler, kesme kayıpları) kayıplarını da en aza indirmek için oluşturulmuş bir sistemdir. TVB çalışanların sürekli eğitimleri ile birlikte büyüyen ve gelişen bir sistem özelliğindedir.

İş gücü etkinliğini önleyen kayıplar şunlardır;

Yönetim (Talimat Bekleme): Bu bekleme, yönetim kararlarından dolayı geçiken malzeme, ekipman, tamir, takım ve talimat bekleme olabilir. Özellikle yarı iletken üreten ve kimya endüstrilerinde bu kaybın ekipmanın kullanılabilirliği üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu endüstrilerde kullanılan ekipmanlarda yaşanan duruşların ardından istenen kalitede üretime ulaşmak uzun süre almakta ve de bunun sonucunda maliyetler artmaktadır.

Üretim Hareketleri: Çalışanın standart işinin yanında, malzeme getirip götürme, araç gereç arama, ekipmanlardaki takılmaları giderme vb. yaptığı hareketler birer kayıptır.

Hat Organizasyonu: Dengelenmemiş üretim hatlarında darboğaz tezgahları diğer operasyonlar beklemek durumundadır. Hattın uygun olmayan biçimde yerleşimi ile operatörün birden fazla ekipmanda aynı anda çalışmasıyla oluşan kayıplardır.

Malzeme Akışı (Lojistik): Üretim elemanlarının yapmak zorunda kaldığı malzeme taşımalarına ilişkin kayıplardır. Çözüm; bantlar, konveyörler kullanılabilir. Yine bu tür kayıp ile ilgili olarak kişinin makine arızası ile ilgili olarak harcadığı zaman da bu tür kayıplara girer.

Ölçme ve Ayar: Sık sık yapılan gereksiz ölçme ve ayarlar nedeniyle oluşan kayıplardır.

Bunun yanı sıra malzeme ve enerjiye ilişkin kayıplarda şunlardır;

- Hatalı üretim nedeniyle atılan malzemeler ve bunlar için harcanmış enerji.
- Boşta bekleme ve başlangıçta harcanan enerji boşa harcanmış enerjidir.
- Bakımsızlıktan aşınmış ve bozulmuş kalıp ve el aletleri için yapılan her türlü harcama bir kayıptır. [12]

Tablo 4.1 Ekipman Yönetimi Sisteminin Başarısı Önündeki Engeller

<p>EKİPMAN İYİLEŞTİRME</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Radikal eylem yok. • Yetersiz arıza analizi. • İyileştirme gruplarındaki personel sayısı az. • Sadece tamir var. • Operatörlerin mekanik ve fizik bilgilerinin yetersiz oluşu. • Bilgi toplamadaki eksiklikler. • Eğitimin yetersiz oluşu.
<p>GÜNLÜK BAKIM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kullanılmıyor. • Kötüleşmeye karşı önlem az. • Muayene yetersiz ve yetenek az. • Sürekli aşırı yük. • Bakım personelinin eğitimi az. • Motivasyon.
<p>KORUYUCU BAKIM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bakım zamanı az. • Onarım sırasında çok fazla hata oluşuyor. • Salt arıza bakımı. • İyileştirme ve koruyucu bakım yok. • Sürekli aşırı yük söz konusu. • Koruyucu bakımda gerekli iyileştirmelerin yapılmaması.
<p>TEKNOLOJİ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gerekli teknolojiden haberdar olmama. • Eğitim yetersiz. • Yeni teknolojinin maliyeti yüksek. • Yeni teknolojilere karşı olan direnç.

4.2 Planlı Bakım

Planlı bakım sistemi, bakım departmanı tarafından oluşturulur. Başarılı sonuçlar, ancak bakım bölümü personelinin uyumlu ve hızlı çalışma yapmasıyla elde edilir. Bu çalışmalar, işletmede TVB' nin uygulanmasında, ana faaliyetlerin içinde yer aldığı dönemi oluşturmak için gereklidir. Konuyla ilgili çalışmalar dört safhaya ayrılır:

1. Parça ömürlerindeki değişikliklerin azaltılması.
2. Parça ömürlerinin uzatılması.
3. Yıpranan parçaların düzenli olarak değiştirilmesi.
4. Parça ömürlerinin tespit edilmesi. [18]

Planlı bakım çalışmaları genelde otonom bakım çalışmalarıyla paralel olarak yürütülür. Otonom bakım konusunda seviyeler ilerlerken, bakımıcılarda tüm fabrikanın bütünüyle arızalardan kurtulabilmesi için "Planlı Bakım" faaliyetlerini yürütürler.

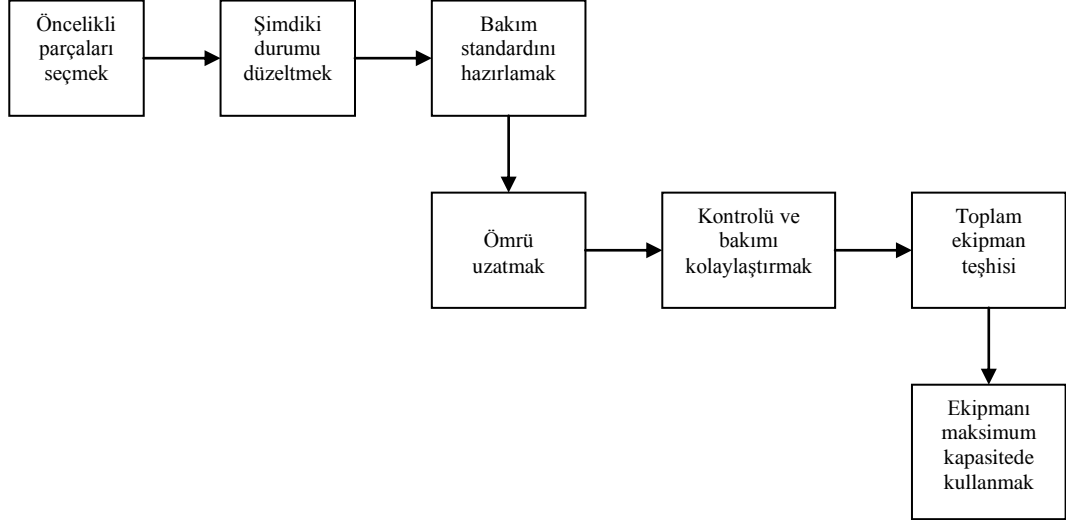
Planlı bakımda iki model söz konusudur:

1. Parça Öncelikli Model: Makine sayısı çoksa, otonom bakım kuvvetliyse ve bakım kadrosunun yeteneği yüksek ise bu model seçilebilir. (Şekil 4.1)
2. Ekipman Öncelikli Model: Bakımcı yeteneği kısıtlı, bakımcılar az sayıda ve makineler aşırı yüklü durumda ise bu model seçilir. (Şekil 4.2)

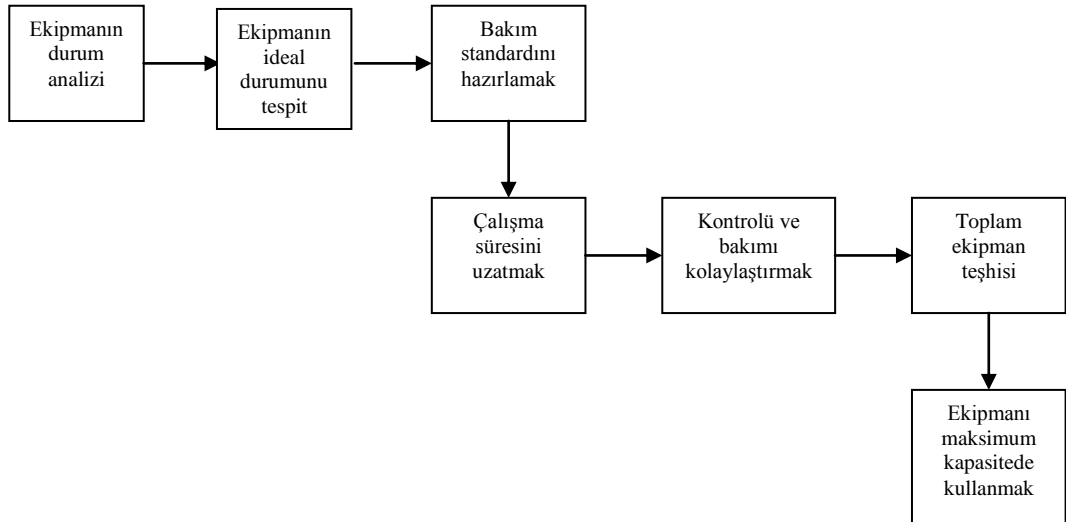
Bakım kadrosu büyükse arzu edilen modelden biri seçilebilir. Arızalar arası ortalama süre (MTBF-Mean Time Between Failures) ve ortalama tamir süresi (MTTR-Mean Time To Repair) kontrol edilmeli ve sürekli takip edilmelidir. Planlı bakım çalışmaları bir arızanın meydana gelmesiyle yapılan arıza bakım faaliyetlerini kapsadığı gibi ekipmanların durumlarına göre haftalık, aylık, üç aylık, altı aylık ve yıllık olarak gerçekleştirilen periyodik bakımları da kapsamaktadır. Amaç ekipmanın maksimum kapasite kullanılmasının sağlanmasıdır.

Makinaların devre dışı kaldıkları süreler, sebepleri izlenmeli ve sürekli iyileştirilmelidir. Makinaların üzerindeki parçaların değişik ömür beklentileri vardır. Makinalara ne kadar iyi bakılırsa bakılsın, bazı parçaların ömrü diğerlerine nazaran daha önce dolacaktır. Makina bileşenleri ile beklenen ömür tespiti yapılmalıdır.

Kritik ekipmanda parçaların durumları gözlemlenerek hasara uğramadan önce değiştirilir. Bu yolla, ekipman ömrünü en üst düzeye çıkarmak için kestirimci bakım çalışmaları uygulanabilir.



Şekil 4.1 Parça Öncelikli Model



Şekil 4.2 Ekipman Öncelikli Model

Planlı bakım faaliyetinde yer alan bakımçıların sorumlulukları şunlardır;

- Periyodik planlı bakımlar.
- Kestirimci bakım tekniklerinden hangisinin fabrikada uygulandığına bağlı olarak gerekli ölçümleri yapmak.
- En uygun yağlayıcıları, yedek parçaları, tüketim malzemelerini seçme, planlama ve sipariş etme.

- Operatörlere bakım eğitimi sağlama.
- Kendi bakım becerilerini geliştirme ve teknolojileri öğrenme.
- Kontrol ünitelerini (elektronik cihazlar) ısıdan, nemden ve kirlilikten koruyucu önlemler alma.
- Yanlış kullanımın bile makinayı bozmayacağı koşulları yaratma. [12]

4.2.1 Kestirimci Bakım

Teknolojik alanda meydana gelen ilerlemeler, güvenlik ve güvenilirliğin ön planda geldiği özellikle hava-uzay ve nükleer güç endüstrilerinde, meydana gelebilecek arızaların önceden belirlenebilmesini sağlamak amacıyla, makina operasyonlarının izlenmesini ve bilgi yaratılmasını gerçekleştiren bakım tekniklerin geliştirilmesini sağlamıştır. Bakım tekniklerinde meydana gelen ilerlemeler kestirimci bakım adı verilen yeni bir sistemi ortaya çıkarmıştır.

Kestirimci bakımdaki teknikler kullanılmadan evvel, operatörler duyu organları aracılığıyla sıcaklık değişimlerini, gürültü artışlarını, çeşitli yanıkları ve arıza belirtilerini algılamaya çalışıyorlardı. Bu sistem de etkili oluyordu ancak operatörler yeterli derecede yetenekli değil ve de o ekipmanda sürekli çalışan personel olmadıklarında etkililik azalıyor ve arıza oluşumunun engellenmesi oranı da azalıyordu.

Makine çalışmalarını engellemeden, işleyişlerini yakından izleme olanağı doğuran kestirimci bakım sistemi, gereksiz durdurmaları ortadan kaldıracığı gibi gereksiz parça değiştirmeleri de önlemektedir. Arıza oluşturacak nokta önceden algılandığından, geleceğe yönelik bir bakım programı oluşturulmasını sağladığı gibi doğabilecek ani duruşlara neden olan arızaları da ortadan kaldırmaktadır. Kestirimci bakım sisteminin sağladığı başlıca avantajlar aşağıdaki gibidir:

- Tehlikeli olabilecek durumlar meydana gelmesinin önüne geçilerek personelin, ekipmanın ve fabrikanın güvenliği artırılır.
- Beklenmedik arızaların önlenmesi ile üretim çizelgelerinde meydana gelebilecek karışıklıklar azaltılmaktadır.
- Çok ciddi arızaları meydana getirebilecek hataların tespiti ile fabrikanın ve ekipmanın zarar görmesi önlenir.

- Bakım masraflarının azalmasını sağlar.
- Hurdaya ayrılan malzemenin azalmasını sağlar.
- Yedek parça stoklarının azalmasını sağlar.

Hedef arıza meydana gelmeden arızanın önüne geçilmesidir ve bu işlem için kestirimci bakım da bazı teknikler kullanılmaktadır. Bu tekniklerden bazıları şunlardır;

- 1. Sıcaklık izleme:** Kullanılabilecek en basit yöntemlerden biri olan sıcaklık izlemede termokulplar veya rezistanslı termometreler kullanılarak mil yataklarının sıcaklıkları takip edilir. Algılayıcı eleman mil yatağının 1,25 mm yakınlığındaki yüzeye konur ve ısı temasını iyi sağlamış olması gereklidir. Daha önceden yatak sıcaklıklarının olması gereken maksimum değerler belirlenmiş olmalıdır. Bu sıcaklık değerlerinin üzerine çıktığında arızanın meydana gelmesinden saatler önce alarm verilir ve makine durdurulur.
- 2. Spektrografik yağ analizi:** Bu yöntemde norma koşullar altında çalışan ekipmanlardan alınan yağ örnekleri (tüm sistemi temsil edecek şekilde) spektrometre ile analiz edilerek, sistemin ihtiva ettiği metal parçacıkları incelenir. Bu metal parçacıkları aşınma nedeniyle oluşmaktadır. Örnekler, bir trendin oluşturulabilmesi için rassal olarak alınmalıdır. Normal durumlarda aşınma düşük seviyelerde gerçekleşir, metal seviyesinde meydana gelebilecek olan herhangi bir artış olduğu takdirde bunun için önlem alınması gerekir ancak örnek alınmasından sonra makine çalışmaya devam etmektedir ve de bu çalışma esnasında oluşan büyük miktardaki aşınmaların farkına varılmayabilir ve sonuçta arıza meydana gelir. Bu yöntem otomatik olarak alarm verilmesine ve makinanın durdurulmasına olanak sağlayacak bir sistem değildir.
- 3. Metal parçacıklarının elden geçirilmesi:** Spektrografik yağ analizindeki metal parçacıklarının seviyesinin ölçülmesine karşılık bu yöntemde bu parçacıklar mikroskop yardımıyla boyutlarına göre sınıflandırılırlar. Normal çalışma koşullarında oluşan parçacıkların büyüklükleri 0,000025 mm' dir. Ancak üst üste alınan iki yada üç örnekte bu boyutu aşan parçalara rastlanırsa muhtemel arıza yakındır. Bu yöntem de herhangi bir alarm verilmesine ve makinanın durdurulmasına olanak sağlamamaktadır.

- 4. Gürültü izleme:** Makinaların normal çalışma esnasında oluşturdukları gürültü seviyesi geleneksel olarak kullanılan bir bilgi kaynağıdır. Geleneksel gürültü dinleme yöntemlerinden biri de operatörün mil yataklarında meydana gelen gürültüyü bir tornavida yardımıyla dinlemesidir ve tetkik sonucunda operatör yatağın aşınma derecesi hakkında bir fikir sahibi olur. Bu yöntem uygulanmasında fazlaca güçlükleri olan ve de sonuçlarının yorumlanmasındaki güçlükleri nedeniyle pek fazla kullanılmayan bir yöntemdir.
- 5. Megger testi:** Elektrik motorlarında ve diğer elektrikli ekipmanlarda meydana gelen gelişmeler sonucunda bu ekipmanların durumlarının izlenmesi olanağı daha da artmıştır. Bu ekipmanların izlenmesinde kullanılan megger testinde kullanılan bir cihaz ile motora bilinen ve genellikle değeri 500 volt olan bir elektrik verilir ve de motor izolasyonunun direnci ölçülür. Bu direnç değeri önceden tanımlanmış değer altına düşerse istenilen standartlara getirilebilmesi için rotor ve statorun temizlenip kurulanması gerekmektedir. Bu yöntem ile de muhtemel arızalar meydana gelmeden önce önlenmektedir.
- 6. Titreşim analizi:** Kestirimci bakım sisteminde en çok kullanılan teknik titreşim analizidir. Bu yöntemde de çeşitli cihazlar yardımıyla ekipmanın belirli noktalarından alınan örnekler ile bir trend oluşturulur. Daha sonra makinada oluşan titreşimler izlenir ve de bu noktalardan birinde veya birkaçında oluşan titreşimlerde mevcut trendin dışına çıktığı an o noktada bir arıza meydana gelebileceği ortaya çıkmaktadır. Trend izleme grafiğinde herhangi bir artışın sebebi incelenmelidir. Bu artış o makine ile ilgili bir arızanın oluşmasıyla ilgili olabileceği gibi çevreden de etkilenme olabilir. Bu nedenle oluşan titreşimlerin analizi yapılmalıdır. Analiz sonucunda elde edilecek değerlere göre hareket edilmelidir. Titreşim analizi makinada oluşabilecek bir arızayı engellemek için bir alarm oluşturulmasına ve makinanın durdurulmasına olanak veren bir tekniktir.

Sonuç olarak kestirimci bakım sistemi ile arızalar daha oluşmadan önlenmekte ve de şirket daha karlı bir hale getirilebilmektedir. Yukarıdaki testler yardımıyla bakım programları oluşturulabilmektedir Ancak bu sistemin uygulanabilmesi için maliyeti yüksek cihazlar tahsis edilmeli ve de personelin bu cihazları kullanabilmeleri için en iyi şekilde eğitilmeleri gerekmektedir. [19]

4.3 Otonom Bakım

Operatörlerin koydukları kuralların yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesine “Otonom Bakım” denir. Otonom Bakım basit olarak “Bağımsız Bakım” anlamına gelmektedir. Otonom bakım, operatörlerin, bakım departmanından bağımsız olarak kendi ekipmanlarının bakımında rol almaları için düzenlenen faaliyetleri kapsar. Tipik faaliyetler aşağıdaki gibidir:

- Günlük kontroller
- Yağlama
- Parça değişimi (V kayışı, filtre, punta ucu vb.)
- Basit onarımlar
- Anormallik raporlanması
- Kontroller

Geleneksel olarak, üretim atölyeleri, ekipmanlarla ilgili her şeyin bakım departmanının sorumluluğu altında olduğu varsayımıyla çalışırlar. Fakat bu yaklaşımla arıza ve hatalardan kurtulma mümkün değildir. TVB, ekipman operatörlerini otonom bakım konusunda eğiterek arıza ve hataları yavaş yavaş yok eder. [2]

Operatörler bir grup liderinin öncülüğünde otonom bakım gruplarını oluştururlar. Bu gruplar kendi kendini yöneten gruplardır. Bu grupların liderleri şirket içinde düzenlenen eğitimlere katılırlar ve daha sonra edindikleri bilgileri gruplarında yer alan operatörlere aktarırlar. Otonom bakım grup liderlerinin birinci görevi önderlik yapmak ve operatörler arasındaki ekip çalışmasını gerçekleştirmektir. Grup liderlerinin operatörleri eğiterek kendi liderlik yeteneklerini geliştirmeleri önemlidir.

Grup liderleri kendi otonom bakım gruplarıncı işletilen özel ekipmanın işlev ve karakteristiklerini öğrenmede uzman olmalıdırlar. Grup üyeleri her fırsatta bir araya geldiklerinde bilgi alışverişinde bulunmalıdırlar. Bu gruplar bakım personeli tarafından desteklenmelidirler.

Otonom bakım grubundaki tüm çalışanların otonom bakım programının tüm adımlarında çaba göstermeleri ve katkıda bulunmaları şarttır. Otonom bakım

operatörlerin ihtiyacı olan yetenekleri geliştirecek ve onlardan ne beklendiğini tanımlayacak yedi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar sırasıyla şöyledir:

1. Başlangıç temizliği
2. Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler
3. Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi
4. Genel Kontroller
5. Otonom kontrol
6. Standardizasyon
7. Otonom Bakım Yönetimi

Yöneticiler her adımı denetlerler ve memnun edici bulurlarsa grup bir sonraki seviyeye geçer. Tüm otonom bakım programları, KÖPU çevrimi takip edilecek şekilde yapılır. KÖPU; planla, uygula, kontrol et ve önlem al sözcüklerinin baş harflerinden meydana gelmektedir ve şu anlamları içerir:

Kontrol et: Sistemi bütünüyle inceleyin ve sorunları ortaya çıkarın.

Önlem al: Sorunları çözmek için karşı önlemler alın.

Planla: Maliyet açısından verimli olduğu sürece, ekipmanı geliştirerek sorunların tekrarını önleyin. Çabalar başarısız olduğunda, problemleri bir bakışta tespit edebilecek görsel kontroller yaratın. Eğer her iki uygulamada başarısız olursa insan müdahaleleriyle sorunların tekrarını önleyin. Çalışma standartları, prosedürler ve kontrol formlarıyla takip edilmesi gereken kuralları hazırlayın.

Uygula: Aynı problemlerin tekrarını önleyebilmek için kuralları uygulayın ve takip edin. Eğer yapılan çabalar yeterli değilse, kontrole geri dönün. Hedeflenen kriterler gelene kadar aynı KÖPU çevrimini tekrarlayın.

Otonom bakım programında operatörler KÖPU çevrimini çok kez tekrar ederler. Bunun için otonom denetimde uzmanlaşırlar. Bütün TVB programları bu temel üzerine kurulmuştur. Otonom bakımı anlamak ve herhangi bir departmanın kendi TVB geliştirme programını planlaması için özellikle KÖPU çevrimine aşina olması temel esastır. [18]

Otonom bakımda ilk üç seviye, ekipmanı kötüye gidişten koruyacak aktivitelerdir. Bunlar, temizlik, yağlama ve civataların sıkılması ile makinanın günlük çalışması için gerekli olan koşulları sağlamayı kapsar. Daha önce 5S faaliyetlerine başlanmış bir fabrikada ilk üç seviye kolaylıkla aşıılır. [12]

Japonca S ile başlayan 5 kelimededen oluşan 5S felsefesi, efektif çalışma alanı organizasyonuna ve standardize edilmiş çalışma prosedürleri dayanır. 5S çalışma alanını basitleştirir, gereksiz ve artık niteliğindeki maddelerin azaltırken kalite etkinlik ve güvenliğinin artırılmasını da sağlar.

Günlük hayatımızın bir parçası olarak kullandığımız Sınıflandırma,Düzenleme ve Temizlik maddelerini kapsayan 3S'e ek olarak Standartlaşma ve Disiplin maddelerini içeren 5S, aşağıda belirtilen etkilere sahiptir.

Sınıflandırma (SEIRI): İlk S çalışma alanındaki gereksiz parçaların elemine edilmesi içerir. Bu gereksiz parçaların tanımlanmasında etkili olan bir görsel metot kırmızı etiket (red tag) yönetimidir. İşi tamamlamanız için gerekli olmayan tüm parçaların üzerine kırmızı etiket takılır. Daha sonra bu parçalar merkezi bir alana taşınır. Bu proses kırmızı etiketli parçaların değerlendirilmesi içindir. Kullanılan parçalar, çalışma alanının dışında organize olmuş bir stoklama alanına alınır. Sınıflandırma değerli olan çalışma alanında boş yerlere sahip olma ve kırılmış araçlar, talaşlar fazla ham madde gibi parçaların elemine edilmesinde mükemmel bir yöntemdir.

Düzenleme (SEITON): İkinci S efektif etkili stoklama metotları üzerinde odaklaşır. Yani elimizde tutmaya karar verdiğimiz şeyleri ihtiyaç duyulduğunda kolayca bulabilmek ve kullanabilmek için yaptığımız düzenlemelerdir.

Şu soruları sormak gerekir;

1. İşimi yapmak için neye ihtiyacım var?
2. Bu parçaları nereye yerleştirmem lazım?
3. Bu parçalardan ne kadarına ihtiyacım var?

Efektif bir Düzenleme için stratejiler, yerlerin boyanması, çalışma alanının ana hatların çıkarılması, çöp kutuları süpürgeler, tahta bezleri ve kova gibi gerekli nesnelere için koruma tahtaları ve modüler raflama ve kabinlemedir. Tüm parçaların

spesifik bir yeri olması gerekir ve tüm işçiler bu yeri bilmelidir. “her şey için bir yer ve her şey kendi yerinde” sloganı söylenebilir.

Temizleme (SEISO): İki adım tamamlandıktan sonra sıra çalışma alanının temizlenmesine gelir. Günlük takipçi temizlik bu gelişmenin devam ettirilmesi için gereklidir. Bu işletmede her yeri süpürmek ve her şeyi temiz tutmaktır. Her zaman teftişe hazırlanıyormuşuz gibi temiz olmalıyız. Çalışanlar temiz ve darmadağın olmayan bir çalışma alanına sahip olmaktan gurur duyarlar. Bu adım ekipman üzerinde ve faaliyette sahiplik duygusunu yaratmaya yardımcı olur. Çalışanlar aynı zamanda ekipman üzerindeki değişiklikleri fark etmeye başlarlar. Eğer değişikliklerle ilgilenilmezse bu ekipman arızalarına ve üretim kaybına yol açabilir.

Standartlaşma (SEIKETSU): 5S’ in ilk üç adımı başarıldıktan sonra, elde ettiklerimizin devamlılığını sağlanması ve çalışma alanınızda en iyisinin yapılmasının standartlaştırılması konusyla ilgilenir. Bunun için standartların geliştirilmesinde çalışanların katılımına izin verilmesi gerekir.

Disiplin (SITSUKE): Doğru işlemlerin devamlılığının sağlanmasında kalıcı bir alışkanlık sağlanmasıdır. Elde edilecek disiplinle belirlenen prosedürlere uyumun devamlılığını sağlamalıyız. Bunun yolu çalışanların yapılması gerekenleri bir refleks veya içgüdü ile yapmalarını sağlamaktan geçer. Ancak bu başarılması en zor olan adımlardan biridir. İnsan doğası değişikliklere karşı direnç gösterir ve birçok firma 5S uygulamasının birkaç ay sonrasında kendisini tekrar kirli, darmadağın bir atölyede bulmuşlardır. Tam anlamıyla uygulandığında 5S prosesi morali yükseltebilir, müşteriler üzerinde pozitif etki yaratabilir ve etkinlik ve organizasyonu arttırabilir. Sadece çalışanların çalıştıkları alandan memnun olması değil, aynı zamanda sürekli gelişimin bir etkisi sonucu daha az artık, daha iyi kalite ve daha hızlı çalışma zamanları elde edilebilir. [2]

Dördüncü ve beşinci seviyeler, birinci ve üçüncü seviyelerdeki temizlik ve yağlama standartlarına genel kontrol standartlarını ekler. Kötüye gidişi önleme aşamasından, kötüye gidişi ölçme, izleme ve etkili bakım aktiviteleri gerçekleştirmeye doğru hareket edilir. Yedinci seviye gerçek otonom bakım aktivitelerinin başlamasıdır. Bu seviye, her grubun birbirinden bağımsız olarak bakım aktivitelerini sürdürdüğü ve TVB’ nin gerçek bir iş haline geldiği adımdır. [12]

4.3.1 Kendi Ekipmanını Tamir Etmek

Otonom bakım, her operatörün yaptığı günlük bakım, yağlama, parça değiştirme, onarım, arıza arama, hassasiyet kontrolü ve bunun benzeri işleri kapsamaktadır. Amaç herkesin kullandığı ekipmana sahip çıkması ve onu iyi durumda muhafaza etmesini sağlamaktır. Günümüzde ekipmanlar oldukça karmaşık bir hal almıştır. “Operatör çalıştırır, bakımcı tamir eder ve bakımını yapar” kavramı ortadan yok olmakta ve ekipman üzerinde yapılacak işler operatör ve bakımcı tarafından paylaşılmakta, bazı bakım faaliyetleri ve yağlamalar operatör tarafından yapılmakta, geri kalan bakım işleri bakımcıya yaptırılmaktadır.

4.3.2 Operatörlerin Ekipman Mekanizmasından Anlar Şekilde Eğitilmesi

Otonom bakımın tam anlamıyla uygulanabilmesi için operatörlerin ekipmanın bakımı ve işletilmesi için yeterli şekilde eğitilmeleri gerekir. Bu eğitim sonucunda operatör ekipmanına bakım yapabilir hale gelmiş olmalıdır. Bunu başarabilmek için operatör aşağıdaki basit yeteneklere sahip olmalıdır:

- Tam anlamıyla normal ve anormal durumu söyleyebilmeli.
- Kurallara ve koyulan sınırlara kesinlikle uymalı.
- Anormal duruma karşı çabuk ve uygun çözüm bulup uygulayabilmeli.
- Ekipman arızası bulabilmeli ve gerekli iyileştirme çalışmasını yapabilmelidir.
- Ekipman ve kalite arasındaki ilişkiyi kurabilmeli, kötü kalitenin ve onun sonuçlarının önüne geçebilmelidir.
- Onarım bilgisine ve yeteneğine sahip olmalıdır.
- Ekipman mekanizmasını ve fonksiyonunu anlamalı, olası problemleri tespit edebilmelidir.
- Tek başına çalışabilmeli, gerektiğinde diğer departmanlardan ilgili kişilerle işbirliği yapabilmelidir.

4.3.3 Otonom Bakımda Üretim Ve Bakım Grubunun Rolü

Üretim bölümü, ihtiyaçlarının mümkün olan en kısa süre içerisinde ve üretimi aksatmadan halledilmesini ister. Bakım bölümü ise, acil ihtiyaçların hemen karşılanamayacağını iddia eder. Her iki departmandan birisi diğerinin pozisyonunu

anlamaya çalışmaz. Aşırı durumlarda bu iki departmanın birbirine tam muhalif oldukları da görülür. Bakım faaliyetlerinin iyi bir şekilde yürütülebilmesi için üretimciler bakımcılar ile işbirliği yapmalıdır. Üretimciler bakımın temeli olan kötüleşmeyi önleyici faaliyetleri üstlenmelidirler. Bakım hedeflerine ulaşmak için faaliyetler, aşağıdaki gibi geniş bir şekilde sınıflandırılmalıdır. Yapılacak faaliyetleri 3 kategoriye ayırmak mümkündür.

1. Kötüye Gidişi Önleme

- Uygun işletim (insandan kaynaklanan hataların önlenmesi)
- Basit şartların belirlenmesi (temizlik, yağlama, civataların sıkılması)
- Ayar (işletmeye yönelik, kurma ayarları)
- Ayar ve diğer arızaların kaydedilmesi
- İyileştirme çalışmalarında bakımcılar ile işbirliği

2. Kötüye Gidişi Ölçme (Yoğunlukla 5 Duyunun Kullanılması)

- Günlük bakım
- Zamana dayalı bakım

3. Kötüye Gidişi Yok Etme

- Küçük kontroller (küçük parça değişimleri, acil çözümler)
- Arızanın çabuk ve uygun raporlanması
- Ara sıra olan arızalarda bakımcıya yardım

Bu faaliyetlerin tümü kötüye gidişin önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Herhangi birisinin uygulanmaması amaçlanan hedefe ulaşmayı oldukça zor hale getirecektir. [2]

4.3.4 Otonom Bakım Programının Yedi Adımı

4.3.4.1 Başlangıç Temizliği

Temizlik ve kontrol otonom bakım faaliyetlerinin başlangıcıdır. Başlangıç temizliği yapılmadan önce birinci adım prosedürünün ve faaliyet planının hazırlanması

gerekmektedir. Prosedür; adımın amacını, kapsamını, kaynaklarını ve uygulamalarını gösterir.

Başlangıç temizliği ekipmanlara, kalıplara, aletlere ve düzeneklere yapışan, kir, toz, kırıntı, talaş, yağ ve hurda gibi yabancı maddeleri tamamen yok etmeyi amaçlayan çalışmaları içerir. Bu temizlik, işletme yönetiminin geleneksel anlamda anladığı gibi, olağan bir temizlik olmayıp, ekipmanın kirletici maddelerden tamamen arındırılmasına kadar yapılan kapsamlı bir temizliktir. Tablo 4.2’ de temizliğin olumlu etkileri özetlenmiştir.

Temizlik gizli hataları ortaya çıkarmayı ve gidermeyi hedefler. Temizlik esnasında herkes ekipmandaki tüm parçalara dokunur ve köşe bucağa göz atar. Bu yaklaşım sayesinde gizli hataları, gürültüyü, titreşimi, kokuyu ve ısınmayı tespit etme şansı artar. Kirilenmeden aşınmış ekipmanda, hatalar kolaylıkla tespit edilebildiğinden, küçük hatalar duruşlar ve kalite hatalarıyla sonuçlanan önemli kusurların oluşmadan hızla iyileştirilmesini mümkün kılar.

Temizlik, otonom bakım çalışmalarının başlangıç noktasıdır. “Temizlik muayenedir” kavramını her zaman hatırlayarak operatörler duruşları ve kalite hatalarını her zaman önlemek için ekipmanı temizlerler.

Yağlama sistemleri ve yollar faal hale getirilir ve tüm civatalar sıkılır. Etraftaki gereksiz eşya ve malzemelerden arınmış bir ortam hazırlanır. Aletler ve jigler muntazam halde korunur. Temizliğin neleri fark ettirdiğinin bilincine varılır.

Temizliğin TVB işine başlayabilmemiz ve başarabilmemiz için ne denli gerekli olduğu sürekli vurgulanmalıdır. Teşhis çizelgeleri hazırlanmaya başlanmalıdır. Faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli yetki delegasyonu yapılmış olmalıdır. Operatör makinasını temizledikçe yeni iken nasıl bir halde olduğunu ve hangi durumda bulunması gerektiğini anlayacaktır.

Temizlik noktaları aşağıdaki gibidir;

- Önce iş güvenliği.
- Operatörler kendilerini temiz ve tertipli tutmalıdır.
- Yıllardır biriken kirler temizlenmelidir.

- Görüşü engelleyen kapaklar sökülerek tam anlamıyla temizlik yapılmalıdır.
- Sadece ekipman değil kontrol panosu, transfer ekipmanı ve diğer yan birimler de temizlenmelidir.
- Temizlikten hemen sonra tekrar kirlense dahi vazgeçilmemelidir. Ne sürede, neresi, ne kadar kirleniyor bilgileri kaydedilmelidir.

Operatörler temizlik sürecinde tespit ettikleri hataları hata kartına yazarlar. Bu kartın amacı var olan bir problemi göstermek ve hatırlatmaktır. En kısa sürede çözülmesi gerekmektedir.

Tablo 4.2 Temizliğin Etkileri

Fiziksel Etkiler	Psikolojik Etkiler
<p>1. Kalite</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kalite hataları azalır. • Kalitede süreklilik sağlanır. <p>2. Ekipman</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kötü işlevler erken yakalanır. • Yıpranmaya karşı koruma sağlar. • Parça ömrü artar. • Ekipman işlevleri desteklenir. • Kötü kullanım önlenir. • Parça doğruluğu desteklenir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kötü işlevleri yakalayacak yetenek gelişir. • Ekipmana ilgiyi artırır. • Disipline (kurallara) bağlılık artar. • İş yapma isteğini artırır. • Tedarikçinin güvenini artırır.

4.3.4.2 Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler

1.Adım boyunca başarıyla temizlenen ekipmanın durumunu kolaylıkla muhafaza etmek için kirliliğe neden olan kaynaklar yok edilmelidir. Eğer kaynağı ortadan kaldırmak kesinlikle mümkün değilse en azından ekipmanda uygun değişikliklerle kirliliğin yayılmasının önlenmesi gerekir. Kirliliğin ortadan kaldırılması ve yayılmasının önlenmesinde başarı sağlanamadığında, operatörler her kirlenme kaynağını gidermeye ve ekipmanın çevresini temizlemeye mecbur edilirler. Operatörler yaptıkları işin nihayetinde temizliği hedeflenen zamanda bitirebilmek

için ya kendi temizlik yöntemlerini geliştirmeliler yada temizliği zor olan bölgelerin iyileştirilmesi için çalışmalılardır.

Ekipmanın zor ulaşılan yerleri açığa çıkarılır ve bu yerlere ulaşım sağlanır. Gerek ekipmanın her yerine ulaşılabilmesi, gerek her yerinin temiz olması ekipmanın daha sağlıklı gözlemlenebilmesine olanak verir. Ekipman artık daha kolay bakım yapılabilir hale gelmiştir.

Ekipmanın yanı sıra hammadde ve ürünler, yabancı maddelerle kirlenmeden, başarılı olarak üretimin gerçekleştirilmesi sağlanabiliyorsa, sadece ekipmanın yıpranması önlenmez aynı zamanda ürünlerin kalitesi de geliştirilmiş olur. Bu olumlu gelişmelere ek olarak, temiz olan ekipmanda küçük hatalar kolayca tespit edilir ve önemli hatalara dönüşmeden iyileştirilme sağlanır. Sonuç olarak; kirliliğin önlenmesinde yapılacak bütün iyileştirici faaliyetler, ekipmanın yüksek verimliliğe ulaşmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda, temizlenmesi güç bölgelere getirilen çözümler sayesinde bakım kolaylaştırılmıştır.

1. Adımda operatörler uzun süre sonunda fazlaca kirlenmiş olan ekipmanı temizlerler. Başlangıç temizliğinde yaşanan aşırı güçlük, operatörlerin ekipmanlarının bir daha kirlenmesine izin vermemelerini sağlar. Bundan başka, ekipman temizlenince, basit bir kirlenme varlığı bile operatörleri rahatsız etmeye başlar. Sonuç olarak operatörler ve diğer çalışanlar, ekipmanı daha rahatça temizlemenin sağladığı heves ve ilgi ile daha çok motive olurlar.

2. Adım, operatörlerin coşkusunu artırır. Gerçekte operatörler, kendi kendilerine, karşılıklı işbirliğini temel alarak ekipmanlarını iyileştirme çabalarında bulunurlar. Sonuç olarak, kirlilik kaynakları yok edilmiştir ve de temizlenmesi zor bölgelerde iyileştirilmiştir.

2. Adımda operatörler, karşı önlem almak için yaptıkları hazırlıklarda yabancı madde kaynaklarının nasıl oluştuğunu dikkatlice gözlemlerken, ekipmanların temel çalışma ve hareket düzenleri hakkında bilgi edinirler. Gözlenen kirlilik tek bir yerden kaynaklanıyormuş gibi gözükebilir. Ama operatör aslında bu kirliliğin birçok vakanın birleşmesi sonucunda oluştuğunu fark edebilir. En sorunlu ve ihmal edilmiş kirlilik kaynaklarının, karmaşık karakteristikleri vardır. Bundan dolayı, üstün körü ve çabuk uygulanan karşı önlemler kullanılmamalıdır. Bu tür bir yaklaşım problemin

sadece bir noktaya kaymasına neden olur. Bu nedenden ötürü, doğru çözümlerin bulunması için ekipmanların çalışma prensiplerinin ışığında olayın mantıksal analizinin yapılması tavsiye edilir. Aksi takdirde, tesadüfen ortaya çıkan bir başarının dışında, çözümlenmiş gibi görünmesine rağmen, yabancı maddeler farklı yoldan yeniden oluşur. [18]

4.3.4.3 Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi

Yapılacak faaliyetlerin amacı daha önceki faaliyetlerde öğrenilenlerin devamı olup bakımlılığın devamını sağlamaya yöneliktir. Aynı zamanda ekipmanın güvenilirliğini ve bakımlılığını temizlik ve yağlama standartları gibi bazı standartlar oluşturarak sağlamayı amaçlar. [2]

3.Adım boyunca, operatörler başarılı ekipman koşularını muhafaza etmek için temizlik ve yağlama standartları gibi bazı standartları oluştururlar. TVB uygulamasından önce bu kurallar mühendislik, bakım ve üretim departmanlarından oluşan personel tarafından hazırlanırdı. Sonra yöneticiler bu kuralları operatörlere devreder ve uygulanması için zorlanırlardı. Bu birçok şirketteki işletme yönetiminde karşılaşılan uygulamaydı. Ancak TVB’ de gerçek deneyimi temel alan bu kurallar, bunları uygulayacak olan operatörler tarafından oluşturulur. Tabi ki kuralların üst yönetimce oluşturulduğunda olduğu gibi kurallar hayal ürünü olmamalıdır.

Operatörler standartları kendileri oluşturduğunda hem tatbiki kolay hem de uygun çalışma koşullarını kolaylaştıracak şekilde yaparlar. Standartları takip etmenin gerekliliği ve önemini anlarlar. Bu ortamda operatörler kesinlikle kendi kurallarını takip etmeye yönelirler. Daha da ötesi bu yaklaşım, işletme çalışmalarındaki görevlerin önemiyle operatörleri etkiler.

Üçüncü adımda, grup elemanları ekipmanlarının kötüye gidişini önlemek için ne gibi standartlar izlemeleri gerektiğini belirlerler. Bunlar yönetici ve teknisyenlerin atölye çalışanlarına zorla uygulattıkları standartlar değildir. Operatörler, uymaları gereken kuralları ve bu kuralların nedenlerini anlamalıdır. Bu anlayışa dayanarak gerçekçi ve etkili standartlar oluşturular.

4.3.4.4 Genel Kontroller

4.Adımda makina, makina elemanları, yağlama, pnömatik, hidrolik, elektrik, sürücü ve ekipman emniyeti ile ilgili temel bilgiler verilmelidir. Bu bilgiler ışığında alınan eğitimin, hataları ve ekipman arızalarını bulmaya yeterli olup olmadığı kontrol edilir.

4.Adımda operatörler, teşhis yöntemleri ve her kategorideki yıpranma kriterleri ile ekipmanın yapı ve işlevini öğrenerek ekipmanı muayene ederler ve kendilerinin tespit ettikleri hatalı bölgeleri iyileştirirler. Bu tür bazı iyileştirici ve yenileyici yöntemler operatörlere çok zor geldiğinde bakım bölümünden yeterli destek istenir. Operatörler ekipmanlar üzerindeki uygun yerleri işaretler ve etiketler koyarlar. Örneğin; isim plakaları, kod numaraları veya önemli yerlere diğer gerekli çalıştırma ve muayene talimatları vb. Teşhisi zor bölgeleri de sadece oluşturulan kontrol yöntemleriyle değil ayrıca kendilerinin keşfettiği yeni kontrol yöntemlerini uygulayarak değiştirirler. Her muayene sonunda bu tür çabalar sonucu başarılı ekipman koşullarını muhafaza etmek için teşhis standartlarını oluştururlar.

Her bir teşhis konusunda operatörler, ekipmandaki bozulma ve anormallikleri tespit edebilmek için gerekli muayene ve temel bakım becerilerinde eğitilirler. Bu eğitim stratejileri ve onu izleyen kapsamlı muayenelerde operatörler, plan yapmanın ve ekipmanın gerçek çalışma koşulları ile ilgili derlenmiş verilerin analizi ile elde edilen, doğru rakamlara dayalı sonuçların gözden geçirilmesinin önemini anlarlar. Kısa aralıklardaki uygun sayıda, teşhis konularıyla bağlantılı KÖPU çevrimini içeren, operatörlerin denetim yeteneğini arttırmak ve eğitmek için sağlanan bu temel hazırlıklar eğitici ve pratik deneyimler sayesinde gerçekleştirilir.

4.3.4.5 Otonom Kontrol

5.Adıma girerken, makinalardaki duruşlar önemli ölçüde azalır. Bir çok proseste aylık bazda sıfır duruş gerçekleştirilir. Çalışan personel, güvenilir ve kararlı çalışma koşullarının özellikle önceki adımlarda ulaşılan koşullarla kıyaslandığında yeni koşulların muhafaza edilebileceğini görecektir.

Eğer operatörler, ekipmanların güvenilir ve bakımlı olması için harcanan her çabaya rağmen hala temizlik, yağlama ve elle muayene yapmaya gerek duyuyorsa istenen görevlerin daha kolay ve insan hatalarından arınmış olarak yapılması için diğer

görsel kontrollerin ve daha önleyici sistemlerin keşfedilmesinde daha etkin çabalar sarf etmelidirler. 1.Adımdan 4.Adıma kadar yapılan faaliyetlerin ekipmanın güvenilirliğinin, bakımlılığının ve kalitesinin artırılması amacıyla geliştirilmesi gereklidir. Bu amaca ulaşabilmek için hazırlanmış temizlik, yağlama ve ekipman teşhis standartları yeniden incelenmeli ve hataları gidererek “otonom bakım” standardı oluşturulmalıdır. [12,18]

4.3.4.6 Standardizasyon

Bu aşamaya kadar iyileştirme faaliyetleri uygulanmış, hata, arıza ve küçük duruşlara ait kayıtlar tutulmuş, bunların tekrar oluşmaması için önlemler alınmış, hazırlanan standartlar gözden geçirilmiş ve düzeltilmiş olmalıdır. Standartların oluşturulması, bakımı ve faaliyetlerin yönetimini garantiler, operatörün rolünü ekipman ve çevresinde yapılacak işleri de kapsayacak şekilde genişletir. Bunun için ne amaçla ne iş yapıldığının analizi gerekmektedir. Düzenli ve düzensiz iş olarak sınıflandırmak, işi sistematik hale getirmek ve iş standartlarını oluşturmak gerekir. Yapılan bakım faaliyetleri belirli aralıklarla denetlenmelidir. Bunun için belirlenen süre 3 aydan fazla olmamalıdır. Çeşitli saha yönetim maddelerinin standardize edilir;

- Fabrikanın malzeme akışının standardizasyonu
- Veri akışının standardizasyonu
- Kalıp ve bağlama aparatlarının yönetim standartları
- Üretim kalite güvence standartları (ISO 9000)

4.3.4.7 Otonom Yönetim

7.Adım kendi enerjisini üreten ve lokomotif olmayan elektrikli bir tren gibi işlev gören insanlar yaratmayı hedefler. Operatörlerde artık bakım maliyetleri bilinci oluşmuştur, artık daha düşük maliyetlerle iş yapma konusunda kafa yorarlar ve sürekli iyileştirme için çalışmalarına devam ederler. Esas olan nokta kararlı ve asla kararından vazgeçmeyen bir yönetim kurmaktır. Kararlı bir yönetimin fonksiyonları;

- Üretim departmanının işlerinde otonom bakımın devamlılığını sağlama
- Sıfır hata, sıfır arıza, sıfır kaza, sıfır hız kaybı ve sıfır küçük duruşun hedeflenmesi için otonom bakımın şirketin faaliyetleri içerisinde yer almasını sağlamak

- Operatörlerin otonom bakım faaliyetlerinde yapmış olduklarını belirli periyotlarda üst yönetime göstermesi için sunuşlar yapmasını sağlamak
- Devamlılığı sağlamak için periyodik otonom bakım çalışmalarının gerçekleşmesini sağlamak.

PM ödülü almış şirketlerde otonom bakım sistemi 2-3 yıl sonra çökmektedir. Bu da genelde üst yönetimin ve departman yöneticilerinin sebep olduğu bir nedenle olmaktadır. Dönemsel hedefler iddialı ve limitsiz olarak belirlenmelidir. Operatörler şirket hedeflerine katkılarının olduğuna inanmalıdırlar. [2,18]

4.4 Önleyici Mühendislik

TVB felsefesinin temel faaliyetlerinden biri de önleyici mühendisliktir (optimum ömür çevrim maliyetine ulaşmak amacıyla yeni ekipman alınması veya yapımı). Yeni bir ekipman üretim sürecine alındığında dizayn, üretim ve montaj çalışmaları kusursuz olsa bile başlangıçta sık sık problemler çıkarır. Üretim ve bakım mühendisleri normal çalıştırmaya geçmeden önce pek çok iyileştirme yapmak zorunda kalırlar. Hatta, sık sık başlangıç periyodu onarımlarını, kontrollerini, ayarları ve arızaları engellemek için yapılan temizlik çalışmaları o kadar zor hale gelir ki destek mühendisleri tam anlamıyla yardımcı olamazlar. Sonuçta kontrol, yağlama ve temizlik ihmal edilebilir. Bu başlangıç sorunları ve daha sonradan yapılan ekipman iyileştirmeleri dizayn ve konstrüksiyon aşamalarındaki hatalardan ileri gelir. Bu olaylar üretim miktarının, hızın ve teknolojik avantajları kullanmak için üretimde otomasyonun arttırılmasından kaynaklanan sorunlar değildir. Bu sorunlar, ancak ekipman için uygun proses şartlarının oluşturulmasıyla engellenebilir. Bir ekipmanın üretim ve bakım kalitesi ya fabrika içindeki dizayn, üretim ve bakım mühendislerinin ortaklaşa yapacağı dizayn ve modifikasyonlarla yada doğrudan doğruya işletme dışında belirlenir.

Önleyici mühendislik çalışmaları çoğunlukla üretim mühendisleri ve bakım personeli tarafından yürütülür. Ulaşılmak istenen amaçlar değişik düzeylerdeki geliştirme faaliyetleri boyunca takip edilir. Yatırım planlaması, tasarım, fabrikasyon, montaj, test aşaması ve onay prosesleri birer geliştirme faaliyetidir. Hata ve kusurların

bulunması için araştırma ve düzeltme işlemleri de bu faaliyetlere dahildir. Burada birden fazla amaç söz konusudur. Bunlar:

1. Ekipman yatırım planlaması aşamasında belirlenmiş olan limitler içinde en iyi tamamlanma oranına erişmek.
2. Dizayn ve kararlı operasyon sırasında geçen süreyi azaltmak.
3. Bu süre boyunca minimum işçilik ve dengeli iş yükü ile verimli çalışmayı sağlamak.
4. Dizayn edilen ekipmanın en yüksek verimliliğe, bakım yapılabilirliğe, güvenilirliğe ve ekonomikliğe sahip olmasını sağlamak.

Geliştirme faaliyetleri sırasında, bakım önlenmesi gibi geniş kapsamlı tekniklerin kullanılması tavsiye edilmektedir. Problemlerin kaynağında yok edilebilmesi için ekip çalışmasının ve karşılıklı bilgi akışının (tasarım mühendisleri, üretim mühendisleri ve bakım mühendisleri arasında) önemi büyüktür.

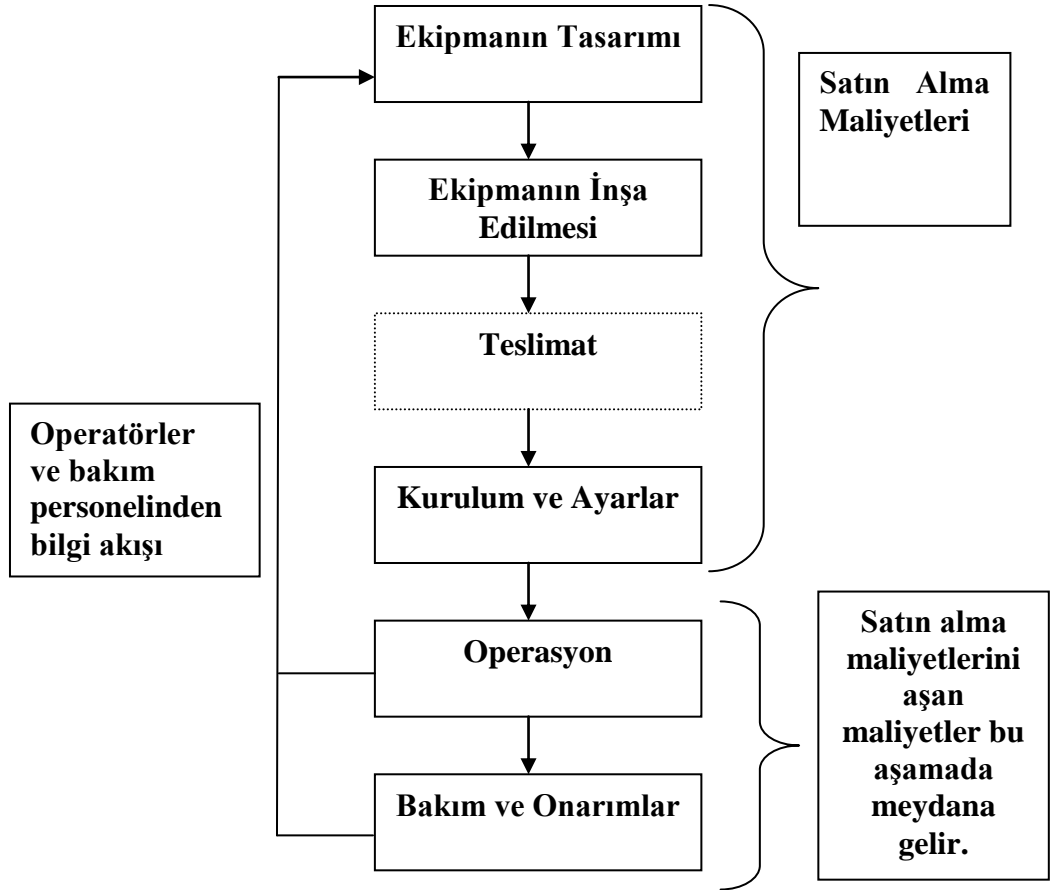
Onay; ekipman monte edildikten ve testler yapıldıktan sonra geçerli olan üretim aşamasıdır. Bu süre içinde ekipman hızlı bir iyileştirme ile çalıştırılır ve tedbirler alınır. Başlangıç aşamasındaki önleyici çalışmalar daha büyük bir öneme sahiptir ancak onay aşaması o ana kadar gözden kaçan hataların teşhisi ve düzeltilmesi için fırsattır. TVB' nin amaçlarından biri ömür çevrim maliyetini en aza indirmektir. Ömür çevrim maliyeti % 80 oranında dizayn aşamasında belirlenir. Bu nedenle dizayn aşamasında önleyici mühendislik ekibi ömür çevrim maliyeti analizlerini büyük bir hassasiyette gerçekleştirmelidir. Aşağıdaki faaliyetler ömür çevrim maliyeti üzerinde olumlu etkiler yapar;

1. Ömür çevrim maliyeti analizleri.
2. Bakım önleyici faaliyetler ve ömür çevrim maliyetinin birlikte göz önüne alınması.
3. Toplanmış olan bakım önleyici verilerin kullanımı.
4. Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarının sonuçlarının kullanımı.
5. Kontrol faaliyetlerinin belirlenmesi.
6. Güvenilirlik ve bakım yapılabilirliğinin artırılabilmesi için eksiksiz çalışma. [14]

4.4.1 Ömür Çevrim Maliyeti

Ömür çevrim maliyeti, ekipmanın ömrü boyunca maruz kaldığı tüm maliyetleri kapsamaktadır. Ömür çevrim maliyetini başlıca 5 aşama altında incelemek mümkündür. (Şekil 4.3) Bu aşamalar sırasıyla şöyledir;

1. Ekipmanın tasarımı
2. Ekipmanın inşa edilmesi
3. Ekipmanın kurulması / Ayarlar
4. Operasyon
5. Bakım / Onarımlar



Şekil 4.3 Ömür Çevrim Maliyeti

Ekipman tasarımı, ilk aşama, ömür çevrim maliyeti değerinin yaklaşık % 80' i bu aşamada belirtilir. (makina tam otomatik mi olacak yoksa operatör görevlendirilecek mi, makinanın bakım ve onarım ihtiyacı ne kadar olacak vs.) Bundan sonraki aşama ekipmanın inşa edilmesidir. Şayet firma ekipmanı kendi üretmiyorsa arada bir aşama

daha olması gerekir o da ekipmanın teslimat aşamasıdır. Bu aşamada bir maliyet unsuru olarak ele alınmalıdır. Dördüncü aşama ekipmanın kurulması ve ayarlarının yapılmasıdır. Bu dört aşama ekipmanın satın alım maliyetlerini oluşturmaktadır.

Beşinci aşama operasyon maliyetleridir. (operatörlerin ve şeflerin maaşları, diğer operasyon maliyetleri, ekipmanın amortismanı vs) Son aşama ise bakım, onarım, revizyon veya yeniden inşa ve ekipman iyileştirme maliyetleridir. Tüm beş aşamada da incelenen maliyetler değişkendir ve işletmeler bu maliyetleri azaltmak için yani ekipmanın ömür çevrim maliyetini azaltmak için çalışmak zorundadırlar. [17]

Ancak çoğu işletmede yaşanan iletişim eksikliği nedeniyle bilgi akışı istenen düzeyde olamamakta ve bu eksiklik bakım mühendislerinin bilgilerini paylaşmak istememeleri, dizayn mühendislerinin genel teknik verileri standartlaştıramamaları yada kendilerine gelen bilgileri dikkate almamaları nedenlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda istenilen ömür çevrim maliyetlerine ulaşılamamaktadır.

4.5 Kalite Bakım Sistemi

Bakım ve ürün kalitesinin artırılması ve aynı zamanda homojenliğin temini üretim faaliyetlerinin önemli bir görevi haline gelmiştir. Otomasyon ve enerji tasarrufu üretim hatlarında yerini almış ve üretimin merkezini işçiden ekipmana yöneltmiştir. Ekipmanın durumu kalitenin sağlanmasını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu şartlar altında bir kalite güvence sistemi “Kalite Bakım Sistemi” faaliyetleri göz önünde tutularak kurulmalıdır. Bu faaliyetler TVB’ nin temel direklerinden biri olarak tesis bakımındaki kalite problemlerine “etkin ekipman bakımı yardımı ile kalitenin yükseltilmesi ve bakımı temin edilir” ana fikriyle desteklenir. Kalite bakım sistemi bakım işlemlerinin kalitesi değildir. Kalite bakım sistemi yaklaşımı ile makineler üzerinde öyle koşullar yaratılır ki; makinelerin ürünleri birbirinin aynısıdır. makinelerin ürün kalitesine etkileyen parametreler tespit edilmiştir ve sürekli kontrol altındadır. Hatta makineler kalitesiz ürün üretmez hale gelmişlerdir.

“Kalite Bakım Sistemi” faaliyetleri aşağıdaki gibidir:

- Sıfır hata şartlarını oluşturmak ve kalite hataları oluşturmayan operasyon ekipmanlarında belirli zaman serilerinde bu şartları kontrol etmek ve ölçmek.

- Ölçülen değerlerin standart değerlerle doğruluğunu kanıtlayarak kalite hatalarını önlemek.
- Hataların olasılıklarının önceden tahmini için ölçülen değerlerin geçişini izlemek ve önceden karşı tedbirleri almak.

Kalite Bakım Sistemi, “mükemmel kaliteyi devam ettirmek için mükemmel ekipmanı devam ettirmek” temel felsefesine dayanır. [2,12]

4.6 Ofislerde TVB

TVB’ nin tüm işletme bünyesinde katılımı içerdiğinden buna idari kısımda çalışanlarda dahildir. Bunun için ofislerde de:

- Elle tutulur sonuçlar hedeflenmelidir.
- Memurlardan oluşmuş bir fabrika hayal edilmelidir.
- TVB yaklaşımı ofislerdeki araç ve gereçlere de uygulanmalıdır.
- Takımlar ve gruplar belirlenmelidir.
- Eğitim, otonom bakım gibi faaliyetler de ofislerde uygulanmalıdır.

Ofislerde yapılan otonom bakım çalışmalarında;

- 1. seviye: Ön temizlik ve düzen
- 2. seviye: Aksaklıkların tespiti
- 3. seviye: Ofis işlerinde iyileştirme faaliyetleri
- 4. seviye: Standartların oluşturulması
- 5.seviye: Otonom bakım yönetimini kapsamaktadır. [12]

4.7 TVB Eğitimi

Yukarıda anlatılan faaliyetler, işletme dışındaki TVB uzmanlarınca yürütülmeyecektir. TVB hedeflerine ulaşmada işletme içi olanaklar yeterli olmayabilir. Bu durumda, katılımcı bütün çalışanlar, konuyla ilgili her eğitim fırsatını değerlendirerek, gerekli bilgi ve becerilerini geliştirmek için bu faaliyetleri takip etmelidir. Esas olarak yetersiz eğitimle TVB’ nin hiçbir prensibi başarılamaz. Genelde operatörlere aşağıda listelenen kategorilerde eğitim verilir:

- **Tanıtım maksadıyla eğitim:** Temel TVB kavramları üzerine alıştırma ve genel bilgiler ile TVB faaliyetlerini yürütmek için gerekli bilgileri içerir. TVB eğitimcileri tarafından tüm işletme personeli hazırlık çalışmaları boyunca 6 ay civarında eğitilirler.
- **Adım eğitimi:** Otonom bakım programındaki her adıma başlamadan önce üretim departmanı yöneticileri ve bakım personeli, operatörlere her adımda nasıl ilerleyeceklerini öğretmelidirler. Referans olarak programlanan faaliyetler, güvenlik konuları, otonom bakım denetlemedeki kilit noktalar ve prosedürler açıklanmalıdır.
- **Muayene eğitimi:** Her işletmede yaygınca kullanılan seri üretim parçalarıyla pek çok makinede oluşturulan ortak işlevler birkaç kapsamlı muayene kategorisine göre seçilmiş ve sınıflandırılmıştır. Kademeli eğitim yöntemiyle birlikte yürütülür.
- **Bakım becerilerini geliştirme eğitimi:** Sınırlı sayıda personelden oluşan bakım departmanı, otonom bakımdan gelen büyük sayıdaki iş emirlerini karşılayamaz. Bu durumu azaltmak için operatörlere mümkün olduğunca, V kayışı değiştirmek, filtre değişimi, kaynak gibi her işletmede karşılaşılabilecek faaliyetlerin öğretilmesi gerekir. Bu yaklaşım bakım teknisyenlerinin iş yükünü azaltır aynı zamanda operatörlerin motivasyonunu geliştirir. Bu arada da operatörlere aşırı eğitim ile yük bindirmekten de kaçınılmalıdır.
- **Günlük eğitim:** TVB' nin başarıyla uygulanmasında kilit durumunda olmasına rağmen eğitim için gerekli zaman operatörlerin meşguliyetleri ile sınırlandırılmıştır. Fakat eğitim, özellikle belirlenen zamanla sınırlanamaz. Bu durumda günlük görüşmelerde veya iş başında otonom bakım gruplarının liderleri bazen yöneticiler ve bakım personeli 5-10 dakikalık zamanlarda aynı konuları operatörler tarafından iyice anlaşılana kadar tekrar etmelidirler.

TVB' deki eğitim araçları şöyledir:

Kademeli eğitim: Otonom bakım grup liderlerinin, bakım personeli ve üretim yöneticileri tarafından eğitimiyle başlar. Sonra bu grup liderleri öğrendiklerini

operatörlere aktarırlar. Bu nedenden ötürü bu eğitime dolaylı eğitim adı da verilir. Kademeli eğitim özellikle geniş idari yapıdaki işletmelerde çok önemlidir.

Tek nokta dersi: Konu olarak ekipmanın yapı ve işlevi, düzeneklerin sökölüp takılması, temizlik, yağlama, teşhis yöntem ve kriterleri, problem analiz ve çözüm teknikleri, iş güvenliği ve diğer ilgi çeken konular ile ilgili herhangi bir başlık seçilebilir. Çalışma ortamında en çok uygulanan tek nokta dersi 1konu / 1sayfa eğitim yöntemine dayanmaktadır. Tek nokta derslerinde TVB faaliyetlerine katılım için bilinmesi gerekenler, iyileştirme faaliyetleri ile ilgili bilgiler (kavram, içerik ve sonuç) yer almaktadır. Operatörlerin dersleri anlamaları için eğitimi verecek olan kişiler yoğun çaba göstermelidirler. [18]

4.8 TVB Etkinliğinin Örnekleri

TVB uygulamasına geçmiş firmalarda karlılığa etkisi oldukça yüksek olan unsurlar minimum seviyeye indirilerek firmalar daha etkin çalışır duruma gelmektedirler. Tablo 4.3' de TVB uygulamasına geçmiş olan firmalarda ulaşılan sonuçlara ilişkin bazı değerler görölmektedir. Göröldüğü gibi TVB uygulaması sonucunda arıza miktarındaki azalma %98 olarak gözlenmiş, stoklardaki azalma oranı %50 mertebelerinde gerçekleşmiştir. Müşteri şikayetlerinde de %50' ye varan azalmalar gözlenmiştir.

Elbette bu sonuçlara çok kısa sürede ulaşamaz. Tatminkar sonuçlara ulaşabilmek için ortalama olarak üç yıl gereklidir. Bunun yanında, TVB uygulamasının ilk aşamalarında işletme, ekipmanlarını belirli şartlarda tutmak ve çalışanlarını ekipmanlar hakkında eğitmek amacıyla ortaya çıkan ekstra harcamalara katlanmak zorundadır. Verimlilik artışıyla bu maliyetler elde edilen karlar tarafından hızla karşılanacaktır. TVB uygulamasını gerçekleştiren işletmeler, dünya sınıfında üretim yapan işletmeler seviyesine yükselmekte ve küresel rekabet etme yeteneklerini de geliştirmektedirler. TVB sayesinde tüm çalışanların katılımıyla bir şirket kültürü oluşmakta ve TVB uygulamasından sonra da bu kültür sayesinde işletmeler üretimdeki verimliliklerini muhafaza etmektedirler hatta geliştirmektedirler.

Tablo 4.3 TVB Uygulamasına Geçmiş Firmalarda Ulaşılan Sonuçlar [2]

KATEGORİ	SONUÇLAR	ULAŞILAN ORANLAR
ÜRETKENLİK	<ul style="list-style-type: none"> • İşgücü etkinliğindeki artış • Çalışan Başına Katma Değer Artışı • Artan Çalışma oranı • Azalan Arızalar 	<p>%145</p> <p>%147</p> <p>%17</p> <p>%98</p>
KALİTE	<ul style="list-style-type: none"> • Azalan Proses Hataları • Azalan Hatalar • Müşteri Şikayetlerindeki Azalma 	<p>%90</p> <p>%70</p> <p>%50</p>
MALİYET	<ul style="list-style-type: none"> • İnsan Gücünde Azalma • Bakım Giderlerinde Azalma • Tasarruf Edilen Enerji 	<p>%30</p> <p>%30</p> <p>%30</p>
DAĞITIM	<ul style="list-style-type: none"> • Stoklarda Azalma • Artan Stok Devir Sayısı 	<p>%50</p> <p>%200</p>
GÜVENLİK/ÇEVRE	<ul style="list-style-type: none"> • Sıfır İş Kaza • Sıfır Çevre Kirliliği 	<p>0</p> <p>0</p>
MORAL	<ul style="list-style-type: none"> • İleri Sürülen Önerilerde Artış • Küçük Grup Etkinliklerinde Artış 	<p>%230</p> <p>%200</p>

5. TVB' NİN GELİŞİM SAFHALARI

5.1 TVB Uygulamasının 12 Adımı

TVB' nin temel hedefi çalışandan ve ekipmandan yararlanma oranını arttırarak şirket dahilinde üretimde verimliliği arttırmaktır. Altı büyük ekipman kaybının, malzeme, işgücü ve enerji kayıplarının ortadan kaldırılmasında ilk olarak kişilerin davranışlarını değiştirmeli ve yeteneklerini arttırmalıdır. Motivasyonlarının ve yeteneklerinin arttırılması ekipman etkinliğini arttıracak bunun yanında uygun çalışma alanının hazırlanması ile üretim sisteminin verimliliği istenen seviyeye ulaştırılabilecektir. [20]

TVB' nin uygulamasını üç safhadan oluşan adımların takibiyle yapılır. Bu safhalar:

1. Hazırlık
2. Uygulama
3. Sürekliliği Sağlama (Değerlendirme)

Hazırlık bölümü, TVB' ye giriş plan ve programlarının hazırlanmasını sağlayan bir takım adımlardan oluşur. İşin başındaki taktik kararlar bu bölümde incelenir. Gelişme safhasında üretimin durumunu, üretimi etkileyen sorunların analizini ve tespit edilen bakım programının gözden geçirilerek uygulanması söz konusudur. Son safha olan sürekliliği sağlamada TVB programlarının dengelenmesi ve yeni hedeflerin belirlenmesi işleri yapılır.

Aşağıdaki tabloda TVB uygulamasının safhaları ve içerikleri özetlemiştir:

Tablo 5.1 TVB Uygulamasının 12 Adımı

SAFHA	ADIMLAR	YORUM
HAZIRLIK	1. Yönetimin karar alması ve fabrikamızda TVB uygulanacağını ilanı	Üst kademe yöneticilerinin, TVB anlayışının ve yönetiminin öncüsü, aktif birer üyesi olmasıdır.
	2. TVB konusunda tanıtım ve eğitim faaliyetlerinin başlatılması	Motivasyon ve TVB planlaması hakkında bilgilendirilerek, TVB içeriği ve fabrikaya uygulanabilirliği konusunda eğitim vermek.
	3. Organizasyonel yapının oluşturulması	TVB uygulamalarının sürekliliğini sağlamak için bir organizasyonun kurulması, çalışma kurallarını belirleyerek bunlara işlerlik kazandırılmasıdır.
	4. TVB konusunda hedef ve politikaların belirlenmesi	TVB uygulama alanındaki üretim araçları ve çevresinde bakım, işletim, performans açısından mevcut durumun teşhisinin yapılmasıdır.
	5. TVB için bir master plan hazırlanması	Programda, Ro hedefi, planlama takvimi, animasyon ve plotaj yöntemleri, teknik yardım ihtiyaçları ve maliyet konuları ele alınmalıdır.
UYGULAMA	6. TVB başlama vuruşu	TVB amaçlarını, TVB operasyonlarının nasıl uygulanacağını, herkesin çalışmaya nasıl katılacağını anlatır.
	7. Ekipman yönetimi sisteminin kurulması	Üretim sistemini optimum koşullara getirecek ve TEE' yi en üst seviyeye çıkaracak faaliyetler sürekli iyileştirme faaliyet takımlarınca yapılır. Kayıpların analizi yapılır ve operatörlere problem analiz ve çözme teknikleri ile ilgili eğitimler verilir.
	8. Planlı bakım sisteminin geliştirilmesi	Üretim araçlarında yapılacak bakımların teknik içeriklerinin belirlenmesi ve bu bakımların önceden belirlenen periyotlarla gerçekleştirilmesi.
	9. Otonom bakım programının geliştirilmesi	Arızalarla karşılaşmamak için önlem alınması, üretim araçlarının periyodik bakımının bir bölümünün imalatta çalışan personel tarafından yapılması.
	10. Önleyici mühendislik faaliyetlerinin yerine getirilmesi	Deneyimler sonucu edinilen sonuçların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür çevrim maliyeti analizi yapılması.
	11. Operasyon ve bakım yeteneklerinin geliştirilmesi için eğitim	İmalat ve bakım personelini sürekli geliştirerek deneyimlerin sağlaştırılması ve süreklilik kazandırılması.
SÜREKLİLİĞİ SAĞLAMA	12. TVB' nin tam uygulanması TVB ödülü için başvuru	PM ödülü ve daha büyük hedeflerin oluşturulması.

5.1.1 Üst Yönetim Tarafından Fabrikamızda TVB Uygulanacağı İlanı

Üst yönetimin tüm çalışanlara TVB başlangıç deklarasyonunu yapması, TVB' den neler beklendiği konusunu açıklaması için iyi bir fırsattır. Üst yöneticiler çalışanlarını konu hakkında bilgilendirmeli ve proje için katılımı sağlayacak coşkuyu yaratmalıdır. Hedefler, beklentiler, elde edilecek faydalar yapılacak resmi bir toplantıyla duyurulur. Ayrıca üst yönetimin taahhütleri de bu duyuruda yer almaktadır. Çalışmanın istenen hız ve istekte başlatılması, genel katılımın sağlanabilmesine ve çalışanların motive edilebilmesine bağlıdır. Böylelikle çalışanlarda gerekli destek taahhütlerini vereceklerdir. Gerekli inancı ve motivasyonu yaratmak, kafalardaki şüpheleri ortadan kaldırmak için TVB' yi uygulamış ve iyi sonuçlar elde etmiş olan işletmeler ziyaret edilebilir, uygulama detayları ve sonuçları hakkında bilgi alınabilir. TVB' nin sahada yaratacağı görsel iyileşmeler, izleyenleri, ziyaretçileri olumlu yönde etkileyecektir. [17]

TVB gelişiminin ilk iki kademesinde, yönetim çalışanları, ekipmanları hakkındaki operasyon ve bakım yetenekleri konusunda geliştirmeli ve otonom bakımın yayılmasını sağlamalıdır. İnsanların düşüncelerini ve davranışlarını değiştirmek büyük zaman alır. Ancak sonuca ulaşıldığında %50' lik bir verimlilik artışı sağlanabilir ve atölye ortamı geliştikçe, çalışanlar yaptıkları işi daha tatmin edici bulabilecekleridir. Üst yönetim, uygulamaya başlamadan önce TVB kavramını iyi bir şekilde anlamalı ve ona inanmalıdır. [20]

5.1.2 Başlangıç Eğitimi Ve TVB Kampanyası

TVB, esas olarak insan kaynakları ve ekipmanı geliştirerek şirket kültürünü değiştirmeyi hedeflemesi nedeniyle, başlangıçta tüm çalışanlara bir eğitim verilmesi, çalışanların TVB' nin ne olduğunu çabukça kavramasına yol açacaktır. Eğitim olmaksızın yapılmaya çalışılacak çalışmalar başarısızlığa uğrayacaktır. Bu eğitim sadece üretimde çalışan kişilere değil, organizasyondaki her kişiye de verilmiş olmalıdır.

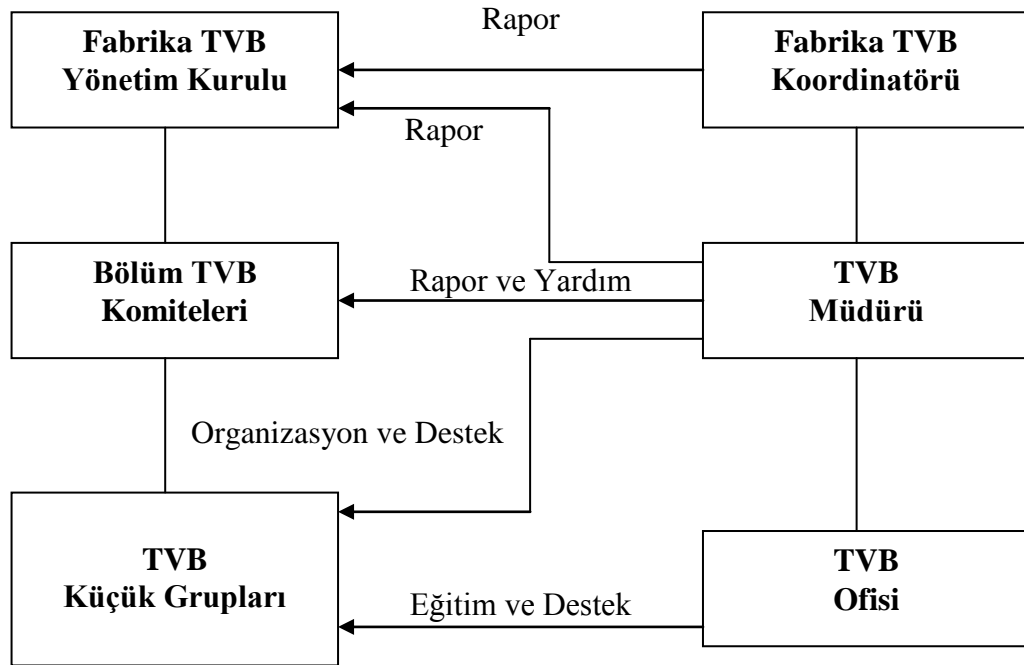
Üst kademe yöneticilerin karar almasını takiben TVB uygulamasına amirlerin aktif birer üye olarak katılması sağlanmalıdır. Motivasyon ve TVB planlaması hakkında bilgilendirilerek, TVB içeriği ve fabrika uygulanabilirliği konusunda eğitimler

vererek amirlerin ve dolayısıyla çalışanların katılımı sağlanmalıdır. Bu aşamada amaç yalnız eğitim vermek ve TVB' nin ne olduğunun insanlara anlatmak değil, moral ve isteği arttırmak, eğer varsa dirençleri kırmaktır. Çalışanlar çeşitli nedenlerden dolayı değişime direnç gösterebilir. Bu nedenlerin başlıcaları bilinmeyenden çekinme, yeni şeyleri öğreneme endişesi, bulunduğu pozisyonu yitirme endişesi ve değişim gerekliliğine inanmamaktır.

Uygulanan eğitim, üst yönetime 2 gün, saha sorumlularına, mühendis ve şeflere 6 saat, makine operatörlerine 1 gün şeklindedir. İlk aşamada yönetim kademesinin eğitimi ağırlık kazanır. [2]

5.1.3 Organizasyonel Yapının Oluşturulması

Bu adımda, TVB uygulamalarının sürekliliğini sağlamak için bir organizasyon kurulması, çalışma kurallarını belirleyerek bunlara işlerlik kazandırılması söz konusudur. Organizasyon dikey ve yatay haberleşmeyi ve hedeflerin yayılımını olanaklı kılacak şekilde hazırlanır. Tipik bir TVB organizasyonu Şekil 5.1' de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Toplam Verimli Bakım' ın Organizasyon Yapısı

Şekil 5.1' den de görülebileceği gibi TVB organizasyon şemasında 3 kademe bulunmaktadır. En üste üst yönetim onun altında orta kademe yönetim en altta da atölye kısmı yer almaktadır. Üst yönetimde “Fabrika TVB Yönetim Kurulu” bulunmaktadır. Yönetim kurulu fabrika genelinde TVB politikalarını belirler, hedefleri ortaya koyar. Fabrika TVB yönetim kurulu yönetime sunuşlar yapar. Bu kurulun üyeleri, fabrika müdürü, üretim müdürü, personel müdürü, bakım müdürü, TVB koordinatörü ve TVB müdüründen meydana gelebilir. TVB koordinatörünün ilk görevi yönetim kuruluna düzenli olarak rapor vermektir. Fabrikada TVB gelişimini denetler, TVB ofisine destek verilmesini sağlar. TVB koordinatörü yüksek seviyede yönetim yeteneğine sahip olan ve de TVB ile ilgili olarak bütün sorumluluğu taşıyan kişidir. Orta kademe de ise “Bölüm TVB Komitesi”. Bölüm komitesi TVB gelişiminin başarısını ve ilerlemesi gözler ve bölüm genelinde TVB gelişimini destek faaliyetlerinde bulunur. Bölüm komitesinde, TVB müdürü, bölüm TVB müdürü, bakım müdürü, bakım mühendisi, operatörlerden ve bakım personelinde birer kişi bulunabilir. TVB müdürü, üst yönetime raporlar hazırlar ayrıca bölüm komitesine raporun yanında yardım da sağlar. TVB küçük gruplarını organize eder ve destekler. TVB gelişimi planlar ve destekler. TVB eğitimlerini geliştirir, idare eder ve de eğitimlerin uygulanmasında yardım eder. TVB tanıtımında da etkin rol oynar. TVB müdürü bu faaliyetin başarıya ulaşmasında en kilit rolü oynayan kişidir. TVB koordinatörüne operasyonlar ve bakım çalışmaları ile ilgili raporlar hazırlar. TVB müdürünün görevlerini yerine getirmesinde en fazla yardımı olacak unsur TVB Ofisidir ve seçkin mühendislerden oluşmalıdır. Atölye kısmında ise “Küçük Gruplar” yer alır. TVB ofisi küçük gruplara eğitim ve destek sağlar. Küçük gruplar, TVB faaliyetinin başarıyla yürütülmesini sağlayan gruplardır. Her departmanda her seviyede kurulan bu gruplar sorunları ortadan kaldırarak sürekli iyileştirmeyi sağlarlar. Bu gruplarda operatörler, bakım personeli, mühendisler, şefler, TVB müdürü, TVB koordinatörü yani tüm personel yer alabilmektedir. [17]

TVB şirket içine değişimler önerir. Değişimin ne olduğunu içeren bilginin özellikle değişimin etkili olduğu alanlardaki kişilerden başlayarak haberleştirilmesi çok önemlidir. Ancak bu şekilde değişimin kendini nasıl etkileyeceği bilinmediği için, direnenlerin sayısı ve TVB sonuçlarının haberleştirilmesi iki nedenden ötürü çok önemlidir:

1. Değişimin kapsamının ve getirilerinin daha az bilinmesi, daha çok kabul yapılmasına ve daha çok şüphe duyulmasına neden olur. Bunun sonucu olarak kişiler enerjilerini destekten ziyade direnç göstermeye ayırırlar.
2. TVB sonuçlarının bilinmesi ve elde edilen başarıların paylaşılması genelleştirme sürecinde çok yararlı olacaktır. TVB ile doğrudan uğraşmayan personelin ilgisi sağlanacak, bu ise TVB kavramının daha iyi bir şekilde algılanmasına katkıda bulunacaktır.

Organizasyon oluşturulurken önemli olan iki konu yatay ve dikey haberleşmelerdir. Oluşturulan TVB organizasyonu mevcut organizasyona paralellik göstermelidir. [2]

5.1.4 TVB Konusunda Temel Politika Ve Hedeflerin Belirlenmesi

TVB’ de bir hedef saptayabilmek için o anda bulunulan durumun belirlenmiş olması gerekmektedir. Bunun için kayıpların neler olduğu ve ne kadar olduğu saptanır. Bu değerlere göre belirli bir periyot için hedefler belirlenir. Hedeflerin iddialı değerler olması gerekir. Aksi taktirde iddiasız basit hedeflere ulaşmak dahi oldukça zordur. Bu hedefler “PM Excellent Award” alacak şekilde saptanmalı ancak hedefin ödül almak değil, mükemmelliği yakalamak olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Fabrika TVB yönetim kurulu , temel TVB politikaları ve hedeflerini belirleyerek işe başlamalıdır. TVB yoluyla hataların ve arızaların tamamen ortadan kaldırılması yaklaşık üç sene kadar bir zaman kapsadığından, temel yönetim politikalarından biri, TVB’ ye başlamak ve orta ve uzun dönemli yönetim planlarıyla TVB gelişim prosedürlerini birleştirmek olmalıdır. Bu politikalar ve dönemlik hedefler herkesin göreceği şekilde duvarlara, panolara asılmalıdır. Her ne kadar politikalar özet olarak ifade edilse de, hedefler net ve rakamsal olarak hedefi tanımlayan (ne), miktarını gösteren (ne kadar), zaman aralığını belirten (ne zaman) şekilde gösterilmelidir.

TVB politikaları, alışkanlıkların değiştirilmesini, şirket kültürünün oluşturulmasını, eğitim, iyileştirme istenen noktaları içerebilir. Hedefler arıza sayısını, stokları, eğitim süresini, hurda miktarını vs. içerebilir.(Şekil 5.2) TVB, kendi içinde bir son değildir. Sadece şirket veya işletmede yönetim hedeflerine ulaşmada bir araçtır. Şirketler öncelikle kar edip, çalışanların iş hayatındaki kaliteyi iyileştirmelidirler. TVB bakışıyla, imalatçılar verimliliği, kaliteyi, maliyeti, dağıtımını, güvenliği ve morali

geliştirmek için çaba sarf etmelidirler. Bundan dolayı, TVB konuları da bunlara bağlı olarak değişir. TVB' nin hedefleri, yapılacak analizlerle, en alt kademedен en üst kademeye kadar herkesin içinde yer alacağı faaliyet konularını kapsayacak şekilde tespit edilmelidir. Bütün çalışanların katılımını temel alan TVB faaliyetlerini başlatmadan önce görüşmeler yoluyla fikir birliğini sağlamak en temel esastır. Birçok şirkette liderler, alt yöneticiler ve mühendisler sık sık toplantı yaparlar. [2]

DIŞ TALEPLER	DAHİLİ SORUNLAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Yeni ürünlerin zamanında ve etkin bir şekilde üretimi. 2. Talepteki dalgalanmaları karşılamada Esneklik. 3. Ürün fiyatında azalma. 4. Yüksek kalitenin garanti edilmesi 5. Malzemelerin ve enerjinin korunması. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalite problemlerinin azaltılması 2. Sürekli aşırı yüklenme nedeniyle ekipmanın kötüleşmesi. 3. Tasarım yetersizliği nedeniyle ekipmanda arıza artışı. 4. Ekipman bakımında deneyim ve dikkat eksikliği. 5. Ekipman bakımındaki tatsızlıktan kaynaklanan çalışma ortamındaki moralin bozulması.



TEMEL POLİTİKA
Maliyeti azaltacak ve ekipmanın toplam ekonomik etkinliğini arttıracak faaliyetlerinde herkesin dikkatinin konu üzerinde yoğunlaştırılması. Şirket genelinde önleyici bakım uygulamalarıyla duruşların ve hataların elemine edilmesi



HEDEF ALANLAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ekipmanların ve kalıpların arızalarının azaltılması. 2. Kurma, ayar ve bekleme zamanlarının azaltılması. 3. Mevcut ekipmanın daha etkin kullanımı. 4. Ekipman ve kalıpların doğruluk kontrolü. 5. Malzemelerin ve enerjinin idareli kullanımı. 6. Personelin eğitiminin ve gelişimini sağlama.



HEDEFLER	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Arızaların azaltılması. 2. Ekipman arıza oranının azaltılması. 3. Ciddi ekipman arızalarının tekrarlanma oranında azalma. 4. İşlem olmayan zamanların azaltılması. 5. Ekipman işleme oranının artması. 6. Verimliliğin artması. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Prosesteki hataların azaltılması. 8. Enerjinin korunması. 9. Önerilen geliştirme sayılarının artması. 10. Kazaların azalması. 11. Güvenlik oranının artması

Şekil 5.2 Temel TVB Politikaları ve Hedefleri Örneği

İlk beş adımda yönetim ve profesyonel elemanlar baskın rolü üstlenmekteydiler. Bu noktadan sonra, çalışanlar, işçiler TVB' yi uygulamaya başlayacaklardır. Artık her işçi TVB için kritik bir rol oynamaktadır. Her kişi birer katılımcıdır ve burada işin dışında kalacak kimse olmamalıdır. TVB programının amaçları, hedefleri, operasyonların nasıl uygulanacağı, herkesin çalışmaya nasıl katılacağı, master planlar, bütün birimlerde en alt seviyedeki personele kadar iletilmelidir. Sürekli iletişim içinde olunan toplantı ve seminerler daha sık tekrarlanmalı ve konunun en küçük şüphe dahi bırakmayacak şekilde önemsenmesi sağlanmalıdır. Bu adım, hazırlık çalışmalarının bittiğini ve artık uygulamaya geçildiğini haber veren kritik bir noktadır. [20]

5.1.7 Ekipman Yönetimi Sisteminin Kurulması

Ekipman yönetimi sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmaları ile ekipman kayıplarını önleyecek faaliyetler üzerine odaklanmıştır. Bu faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için ilk önce 5-11 kişiden oluşan sürekli iyileştirme faaliyet takımları kurulur. Bu takımlarda yer alan operatörlerin problemler analiz ve çözüm teknikleri konusunda eğitim almış olmaları gerekmektedir. Takımlar hedef ekipmanlara yönlendirilirler ve iyileştirme çalışmalarına başlarlar. Takımlar için toplantı programları hazırlanır ve bu toplantılarda ekipman kayıpları analiz edilir ve en büyük kayıp kaynağından faaliyetlere başlanır. Bu çalışmaların yapılabilmesi için yani sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının faaliyetlerini yürütebilmeleri için gerekli olan verilerin toplanması gerekmektedir. Bu amaçla takımlar TEE gözlem ve hesaplama formu, hata bilgi kağıdı, ekipman tarihçesi ve ekipman durum analizleri gibi çeşitli veri kaynaklarına ihtiyaç duyarlar. Çalışmalarında toplanan veriler yetersiz kalırsa tekrar veri toplanır. Tüm bu unsurlar bir araya getirilerek iyileştirme hedefleri ortaya konur, faaliyet planı hazırlanır ve iyileştirme faaliyetlerinin sona erdirileceği tarihler saptanır ve maliyetleri azaltıcı yönde etkisi oldukça fazla olan iyileştirme faaliyetlerine başlanır. [17] Sürekli iyileştirme faaliyeti ile ilgili detaylı bilgiler ekipman iyileştirme bölümünde verilmiştir.

5.1.8 Otonom Bakım Sisteminin Kurulması

TVB uygulamasının en önemli adımlarından biri olan bu adım, operatörün direkt olarak bakıma katılmasını konu alır. TVB prensibindeki “Toplam” kelimesinin

anlamı, organizasyonun tepesinden atölye seviyesine kadar herkesin bakıma iştiraki olarak algılandığından, operatörlerin yani üretimi gerçekleştiren esas işçilerin bu konuya katılmaları gönülden destek vermeleri şarttır. Aksi halde, TVB en önemli prensibine aykırı hareket etmiş olur ki hedeflenen amaçları hiçbirine ulaşılamaz. TVB' nin nihai amacı otonom bakım felsefesini çalışanların kafasında oturtmaktır.

Daha önce üretim işçilerinin “ben üretim” ve bakım işçilerinin “ben onarım” mantığı mevcuttu. Genel olarak TVB' nin yaklaşık olarak üç sene gibi bir sürede tam anlamıyla uygulanmaya başlamasının temel nedenlerinden biri de budur. Yani hem kişilerin düşünce şekillerinin değiştirilmesi hem de şirket genelinde ortamın düzenlenmesi zaman almaktadır. Otonom bakım, çalışanların kullandıkları ekipmana gerekli bakım hizmetlerini yapmasıdır. Otonom bakım sisteminin çok dikkatli bir şekilde ve adım adım yapılması gereklidir. Bir adım tamamlanmadan diğer bir adıma geçmememiz gerekir. Her adım tamamlandıktan sonra denetçiler tarafından gereken denetimler yapılmalıdır. Uygulama adımları aşağıdaki gibidir;

- 1. Başlangıç Temizliği:** Ekipmanın her yeri iyice temizlenmeli, hata kaynakları araştırılmalıdır. Şunun unutulmaması gerekir: “TEMİZLİK BAKIMDIR”
- 2. Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler:** Kirlenme nedenleri ve temizlenmesi zor olan bölgelerin kolay temizlenebilir hale getirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Böylece kirlenmenin önüne geçilerek temizlik için harcanan zaman bize kalacaktır.
- 3. Temizlik ve yağlama standartlarının belirlenmesi:** Genel temizlik işleminden sonra temizlik ve yağlama standartları oluşturulur.
- 4. Genel kontrol:** Konular bazında, genel kontrolün nasıl yapılacağına eğitimi verilir (filtreler, yağlayıcı, basınçlı hava sistemi gibi basit kısımlar). Böylece operatör genel bir kontrol yapabilir ve ekipmandaki küçük bir takım hataları düzelterek eski iyi durumuna getirir.
- 5. Otonom Kontrol:** Otonom kontrol faaliyetlerine başlanır. Ekipmanın ne durumda olması gerekiyorsa, o şekilde çalışması sağlanır.
- 6. Standardizasyon:** Çeşitli saha yönetim maddelerinin standardize edilmesi çalışmaları gerçekleştirilir.

7. Otonom yönetim: Otonom bakım ve iyileştirme faaliyetlerine devam edilir.

JIPM danışmanı Kunio Shirose' ye göre otonom bakımın temel amacı operatörlere;

- Günlük kontroller
- Yağlama
- Parçaların değiştirilmesi
- Onarımlar
- Anormal koşulların erken tanımlanması gibi yollarla ekipmanlarına nasıl bakım uygulayacaklarını öğretmektir. [12]

Otonom bakımda en önemli konulardan biri operatörlerin eğitimidir. Bu eğitimin amacı, operatörlerin dikkatini çekmek ve ekipmanların temel çalışma prensipleri hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda şu yetenekleri kazanmaları sağlanır;

1. İşletme şartları anormalleştiğinde bunu belirleyebilme yeteneği.
2. Normal koşulları muhafaza etme yeteneği.
3. Ekipman anormalleştiğinde derhal sorunu giderme veya yeterli bilgisi yoksa konuyla ilgili teknisyeni bilgilendirme yeteneği. [21]

5.1.9 Planlı Bakımın Geliştirilmesi

Bu adımın kapsamı, üretim araçlarında yapılacak bakımların teknik içeriklerinin belirlenmesi, operatörün yapmış olduğu birinci seviye bakım işlemleri dışında kalan bütün bakımların önceden belirlenen periyotlarla gerçekleştirilmesidir. Planlı bakıma geçilmeden önce üretim araçları genel yada kısmi revizyona alınır. Teknik dokümanlar gözden geçirilerek eksik şema, resim ve teknik kataloglar tamamlanır. Düzenli bir şekilde fabrikasyon ve bakım toplantıları yapılır.

Bakım bölümü tarafından yapılan planlı bakım otonom bakım faaliyetleriyle beraber yürütülmelidir. Genel kontrol işi operatörün sorumluluğuna geçene kadar bakım personeli operatörlere yardımcı olmalıdır. Bu bakım bölümünün iş yükünü bir süre arttıracaktır. Ancak otonom bakım faaliyetlerinin sonucunda beklenen iyileşmeler olmaya başlayınca doğal olarak bakım personelinin yükü azalacaktır.

Planlı bakım programı, aslında otonom bakım çalışmaları devam ederken bakım bölümü tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan bu program operatörler tarafından geliştirilmiş olan standart program ile karşılaştırılır ve iş bölümü yapılır.

Bu aşamada temel olarak;

1. Operatörün günlük bakım faaliyetleri desteklenir.
2. Planlı bakım programı geliştirilir.
 - Artan arızaların yok edilmesi, özellikle dış etkenlerden kaynaklanan arızalara yoğunlaştırılması.
 - Bakım yapılabilirliğinin geliştirilmesi, kolaylaştırılması.
 - Normal doğasında seyreden arızaların zamanla azaltılması.
 - Ekipmanın ve parçalarının ömrünün takip edilmesi.
3. Bakım maliyetleri düşürülür.
4. Ekipman ve parça bakım prosedürleri oluşturulur ve bakım programı yapılır.

Planlı bakım çalışmalarının yapılabilmesi ve sonuçlarının istenen düzeyde iyi olabilmesi için mutlaka ekipmanın her bir parçasının kontrol altında olması gerekir. Parça ömürleri arttırıldıktan ve parça ömürleri konusunda hassasiyet yakalandıktan sonra planlı bakım faaliyetleri daha iyi sonuç vermeye başlar.

Planlı bakım çalışmaları aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilir;

- 1. Üretim araçlarının gruplandırılması:** Üretimde kullanılan araçlar bakımın yapılması açısından benzerlikleri itibariyle gruplandırılır. Bu planların hazırlanmasında çok fazla ekipman planı yerine belirli planları hazırlamak yeterli olacağından kolaylık sağlar.
- 2. Üretim araçlarına ait dosyaların oluşturulması:** Bu dosyalarda şartnamelerden hareket ederek ekipman imalatçısının tavsiye ettiği önleyici bakım talimatları o ana kadar gerçekleştirilmiş olan önleyici bakım tutanakları ve teknik dokümanlar üzerinde yapılmış olan değişiklikler bulundurulmalıdır.
- 3. Alt grupların ayrılması:** Ana gruptan 3-5 elemana sahip alt gruplar oluşturulur. Bu alt gruplar üretim araç gruplarına paralel oluşturulmalıdır. Alt grupları

oluşturan elemanların nitelikleri veya onlara verilen eğitim, sorumlu oldukları aynı ekipman gruplarıyla ilgili olmalıdır.

- 4. Alt grup elemanlarının analizi ve eylemlerin tanımlanması:** Bu üçüncü adımın devamı gibidir. Burada bakım için hangi işlerin yapılacağı analiz edilir. Ne ölçümü yapılacak, hangi araçla, ne ve nasıl ölçülecek, ihtiyaç nedir, üretim aracının durumuna göre imalat durabilir mi gibi soruların cevaplanmasıyla eleman analizi ve eylem tanımlaması yapılır.
- 5. Gruplarla eylemlerin birleştirilmesi:** Burada üçüncü adımda oluşturulan alt gruplar ile dördüncü adımda oluşturulan eylem tanımlamaları birleştirilerek ortaya çıkan eylem planları uygulanmaya başlanır.
- 6. Uygulamanın takibi ve kontrolü:** Öngörülen bir prosedürle uygulamaların kontrolü ve etkinliğinin takibi sağlanır.

Planlı bakım çalışmaları, zamanla çeşitli teknikleri kullanarak izleme faaliyetlerini de içermeye başlar. Çeşitli ölçüm ve izleme teknikleriyle makinanın ve makine elemanlarının durumları hakkında bilgi toplanır. Bu bilgi değerlendirilerek parçaların değiştirilip değiştirilmeyeceğine karar verilir. Bunun sebebi bakım maliyetlerinin azaltılmasıdır. Planlı bakımda parçalar tahmin edilen ömürlerine uygun olarak ve ömürlerini doldurmadan sabit aralıklarla değiştirilir. Oysa parçanın ömrü ne kadar az olursa kayıp o kadar az olacaktır. Ancak bu durum, özellikle maliyeti çok yüksek olan parçalar için geçerlidir. Maliyeti az, sık değiştirilmesi gereken parçaların bu yöntemle izlenmesinin ne kadar kazançlı olduğu incelenmelidir. [2]

Günümüzde bakım tekniklerinde meydana gelen ilerlemeler kestirimci bakım adı verilen yeni bir sistemi ortaya çıkarmıştır. Bu sistemde; titreşim analizi, megger testi (motor izolasyonu), spektrografik yağ analizi, sıcaklık izleme, gürültü izleme, metal parçacıklarının elden geçirilmesi, kızılötesi ışınlar ile test ve tahribatsız testler gibi yöntemlerle aşağıdaki kazançlar sağlanabilmektedir;

- Arızalar arası ortalama sürenin azalması
- Beklenilmeyen arızaların ortadan kalkması
- Güvenilirliğin artması
- Yedek parça stoklarının azalması

- Onarım süresinin azalması
- Teşhis için zaman harcanmaması, teşhisin önceden yapılması
- Gürültü seviyelerinde düşüş

Ancak bu sistemdeki bazı araçların maliyetleri oldukça yüksektir, sık sık bilgisayar kullanımı gerekli kılar ve ileri teknoloji kullanılması nedeniyle çalışanların en iyi şekilde eğitilmesi gerekmektedir. Bu sistem, önleyici bakımın tarihi tanımını değiştirmiştir ve şirketlerin planlı bakım programlarında yer alması tavsiye edilmektedir. [19]

5.1.10 Önleyici Mühendislik Faaliyetlerinin Yerine Getirilmesi

Önleyici mühendislik faaliyetinin amacı fabrikaya optimum ömür çevrim maliyetine sahip ekipman alma veya yapmadır. Yeni üretim hattının devreye alınması sırasında ortaya çıkan sorunların çözümlenmesi gerekir ve sorunların nedenlerinin sadece devreye alma sırasında değil, daha erken safhada, bir dizi fabrika mühendisliği hizmetleri esnasında yok edilmesi gerekmektedir. Daha da öteye gidilerek, işlev ve diğer etkenler açısından uygun olmayan ekipman nitelikleri incelenmelidir. Bu gözden geçirme ekipman güvenilirliğini, kolay bakım olanaklarını, ekonomikliğini, kolay çalıştırılabilirliği ve güvenliği içine almaktadır. Bu geçmişteki deneyimlere dayanarak, örneğin ekipman iyileştirme faaliyetleri sonucunda elde edilen bilgilerin kullanılarak mevcut sorunların çözümlerinin keşfini ve yeni ekipman geliştirilmesini sağlayabilir. [18]

Önleyici mühendislik çalışmasının uygulanmasını 9 adımda ele alabiliriz. Bunlar;

- 1. Adım:** Yeni ekipmanın mühendislik spesifikasyonlarının ortaya konması (çevrim zamanı, otomasyon derecesi, fonksiyonlar vs.)
- 2. Adım:** Operatörlerden, süre gelen ekipman tecrübeleri ışığı altında veri girişinin sağlanması
- 3. Adım:** Bakım personelinden, süre gelen ekipman tecrübeleri ışığı altında veri girişinin sağlanması
- 4. Adım:** Geçmiş problemlerin elemine edilmesi (Daha iyi tasarım veya spesifikasyonlar için)

5. **Adım:** Yeni teknolojiye göre tasarımın gerçekleştirilmesi
6. **Adım:** Teşhis yapılabilirliğe göre tasarımın gerçekleştirilmesi (ısı sensörleri, yağ seviyesi göstergeleri, sayıcılar, sıvı seviyesi ölçen sensörler, saat göstergeleri, yanlış yer sensörleri vs.)
7. **Adım:** Bakım yapılabilirliğini sağlayacak şekilde tasarımın gerçekleştirilmesi
8. **Adım:** Bakım ve operasyonlarla ilgili eğitimlerin önceden yerine getirilmesi
9. **Adım:** Ekipmanın Onaylanması.

Önleyici mühendislik çalışmalarının amacı ekipmanın ömür çevrim maliyetini en aza seviyeye indirmek ve de şirketi daha karlı hale getirmektir. [17]

5.1.11 Operasyon Ve Bakım Yeteneklerinin Geliştirilmesi İçin Eğitim

Üretim operatörlerine, bakım personeline ve mühendislere uygulanan teknoloji, ekipmanların çalışma mantığı ve önleyici bakım metotlarının pratikleştirilmesi hakkında eğitimler ve bilgiler verilir. Amaç, üretim ve bakım personeli sürekli geliştirilerek edinilen deneyimlerin sağlanmasını ve süreklilik kazandırılmasıdır. Eğitim konusu, uygulamadan beklenen iyi sonuçları elde edebilmenin anahtarıdır. Eğitimlerden istenen sonucun alınabilmesi, eğitimlerin kademeli ve tek nokta dersi şeklinde verilmesini gerektirir. Kademeli eğitimlerde otonom bakım grubu liderleri bölüm amirleri tarafından eğitilir. Tek nokta dersleri ise bir konuda hazırlanmış, kısa ve basit konuları içeren daha çok resimlerle anlatıma yer veren eğitimlerdir.

Eğitimler teorik ve uygulamalı olarak verilmeli, kesitler üzerinde fotoğraflarla ve modern eğitim araçlarını kullanarak sunulmalıdır. Eğitim konusu operatörlerce ekipmanları başında veya parça üzerinde gösterilmelidir. Otonom bakımın ilk aşamalarında süratli eğitimi sağlamak amacıyla operatörlere aceleyle anlaşılması güç konuların öğretilmemesi çok önemlidir.

Otonom bakımda başarının anahtarı operatörlerin eğitimidir. Operatörleri kimler eğitecek, eğitimler nerede verilecek, eğitim için ne kadar zaman tahsis edilecek, eğitimlere ne zaman başlanacak, eğitimleri kim planlayacak ve koordinasyonunu

yerine getirecek ve eğitim materyallerini kim geliştirecek gibi soruların eğitim faaliyetlerinin yerine getirilmesi için en çabuk şekilde cevaplanması gerekmektedir.

5.1.12 TVB' nin Korunması ve Yeni Hedeflerin Belirlenmesi

Operatörler ve bakım personeli başka bir deyişle otonom bakım ve planlı bakım TVB geliştirme programının daha önceki adımlarında elde edilen TVB başarı düzeyinin korunması için birbirleriyle iş birliği yapar. Temel ekipman koşullarının korunması için operatörler ekipman yıpranmalarını tespit etmek için muayene yaparlar ve çeşitli iyileştirme çalışmaları yaparlar. Bu sırada, bakım personeli kendilerinin bakım ve becerilerini geliştirmek ve daha üst seviyelere ulaştırmak için gayret sarf ederler.

Günlük ve periyodik bakım planlarında belirlendiği gibi, operatörler ve bakım personeli kendilerine verilen görevleri tam olarak yapmalıdır. Bu yolla temizlik, yağlama, muayene, çalışma koşullarının izlenmesi, parçaların değişimi ve ekipmanın elden geçirilmesi gibi faaliyetler için belirlenen periyotların, gerçek deneyimlere dayalı olarak sürdürülen azaltma çabalarıyla birkaç yıl içinde en uygun bakım hizmeti periyotları oluşturulur. Bu bakım faaliyetlerinde elde edilen tüm yararlı bilgiler gelecekteki mühendislik ve planlama çalışmalarında kullanılabilir. [2]

6. EKİPMAN İYİLEŞTİRME

6.1 Ekipman İyileştirmenin Tanımı Ve Amaçları

Üretim yapan fabrikalarda ekipmanların ilk satın alındıkları gündeki özelliklerini sürdürmeleri beklenir. Ancak ekipmanlar süregelen üretim koşulları altında zamanla aşınırlar, yıpranırlar ve belli bir süreden sonra sorunlar çıkarmaya başlarlar. Bunun sonucunda üretimin verimliliği düşmeye başlar ve karlılık düzeyinde gerilemeler görülür. Fabrikadaki bakım çalışmaları bu sorunları belli bir seviyeye kadar azaltabilir ve bunun yanında bazı durumlarda fabrika personelinin bu ekipmanlarda bir takım iyileştirmeler yapması zorunlu hale gelebilir. TVB, fabrikalara böyle bir yeteneği kazandıracak metodolojinin ismidir.

TVB felsefesinin uzun vadedeki başarısını değerlendirmede en önemli kriterlerden biri de ekipmanın yüksek performansının, kullanılabilirliğinin ve ürün kalitesinin sürekliliğidir. Ekipman yönetimi, işletmenin sahip olduğu ekipmanların performanslarının, kullanılabilirliklerinin ve ürün kalitelerinin en üst düzeye çıkarılabilmesi ve sürdürülebilmesi için gerekli olan çalışmaların yapılmasını ve günümüz iş dünyasında değişmeyen tek şeyin değişim olduğu düşüncesinden hareketle bu çalışmaların başarıyla gerçekleştirilebilmesi için gerekli eğitimlerin ve de yeteneklerin geliştirilmesi imkanlarının sağlanmasını kendine görev olarak bilmiş, TVB felsefesinin temel faaliyetlerinden biridir. Ekipman yönetimi faaliyetlerinin en temel unsurlarından biri de ekipman iyileştirmedir.

Ekipman iyileştirme, TVB küçük grupları yani sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının altı büyük ekipman kaybını önlemek için yaptıkları çalışmaların bir çıktısıdır. Ekipman iyileştirme ile ulaşılmak istenilen nokta, TVB felsefesinin tanımladığı altı büyük ekipman kaybının ortadan kaldırılması yoluyla TEE' yi dünya kategorisindeki işletmelerin seviyesine ulaştırmak, enerji, işgücü ve malzeme kayıplarını da bu yolla önleyerek üretim sistemini optimum koşullara ulaştırmak ve

de ekipman iyileştirme faaliyetlerinin sonuçlarının önleyici mühendislik faaliyetlerine girdi olarak sağlanması yoluyla maliyet etkin bir sistem kurmaktır. Yeni ekipmanların yaşam döngü maliyetlerinin optimum seviyeye getirilmesinde ekipman iyileştirme çalışmalarının önemi oldukça fazladır.

İşletmeler ne yaparlarsa yapsın ekipmanlarda oluşan bazı kayıpların önüne geçemezler. Kayba neden olan sorun ekipmanın yapısından kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, bir makinada çalışma esnasında aşırı yük nedeniyle yağ sıcaklığının sürekli yükseldiğini ve de bunun sonucunda makinanın otomatik olarak kendini durduğunu farz edelim. Bakım personeli bu duruşun yağ sıcaklığının yükselmesi nedeniyle meydana geldiğini ortaya çıkardığında, TVB küçük grubu bu konu üzerinde yoğunlaşır ve problemi çözer. Bu makinanın aşırı yük altında da çalışabilmesi ve bu arızanın tekrar meydana gelmesini önlemek için ekipmanın yapısına bir soğutucu sistem ilave eder ve bu duruşun önüne geçer. Bu değişiklik yapılmazsa işletmeler bu kayba katlanıp yüksek maliyetleri göze alacaklar, ekipmanlarının düşük verimlilik düzeylerinde çalışmasına izin vereceklerdir. Yüksek sıcaklık nedeniyle meydana gelen sürekli aşınmaya göz yumulması ile ekipmanın ömrü kısılacak ve de ömrü dolmadan hurdaya ayrılmak zorunda kalınacaktır.

Genellikle makina yapımcılarının kendilerinin imal ettikleri ekipmanlarda yeterli işletim deneyimleri yoktur. Kullanıcının isteklerine azami çabayı göstermelerine rağmen ekipman geçmişteki çalıştırma koşullarının getirdiği deneyime değil, tasarım mühendislerinin hayal güçlerine bağlı olarak tasarlanır.

Ekipmanlar belli bir süre istenilen verimlilik düzeylerinde çalıştıktan sonra tasarım aşamasından kaynaklanan bir takım sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Örneğin; üretim yapan bir işletmede artan talep karşısında yöneticiler, işletmenin müşterilerine ürünlerini istenen zamanda teslim edebilmeleri için üretim departmanına kapasitesini arttırma talimatı verirler. Üretim personeli de üretim hattında bulunan ekipmanlarının hızlarını arttırmak zorunda kalırlar.

Makinaların katalog değerlerine bakılıp çalıştırma hızı arttırılmak istendiğinde bir takım sorunlarla karşılaşılır. Makina hatalı ürün üretmeye başlayabilir, küçük duruşlarda artışlar gözlenebilir veya arızaların görülme sıklığında bir artış olur. Bu durumda üretici firmanın izleyebileceği diğer bir strateji vardiya sayısını arttırmak

olacaktır. Bunun sonucunda mesai ücreti olarak normal saat ücretinin iki katı kadar para ödeyecek, makinalarına belki de bugüne kadar yapmadığı yüklemeyi yapacak ve de nihayetinde bu yükleme sonucunda meydana gelebilecek arızaların, ürün kayıplarının ve küçük duruşların riskini göze alacaktır. İstenmeyen bu durumların ortaya çıkması işletmenin çok büyük zararlara uğramasına neden olabilir. İşte bu kayıpların önüne geçilmesinin anahtarı ekipman iyileştirme dir. Bu yolla, makinada yapılacak bir değişiklik ile hızı herhangi bir aksaklığa neden olmayacak şekilde artırılır veya ekipmanın aşırı yük altında daha verimli çalışması sağlanarak işletmenin teslimat gecikmesi önlenerek işletmenin büyük karlar kazanması sağlanabilir.

Ekipman üzerindeki tasarım yetersizliklerinin neden olduğu kayıplar işletmenin karlılığına önemli bir etki yapmaktadır. Bu gibi yetersizlikler ekipman iyileştirme faaliyetleri yoluyla giderilmeye çalışılmaktadır. Bu iyileştirmelerde başarılı olunması ile aynı alanda faaliyet gösteren diğer şirketlere nazaran rekabet gücünde inanılmaz artışlar sağlanabilmekte ayrıca bu ekipmanı üreten firmalara karşı da önemli bir avantaj sağlanmaktadır. Bu ekipmanları üreten firmalar bu gelişmelerden haberdar olduklarında iyileştirmeye yapan şirketle anlaşma yapabilirler ve de ekipman iyileştirme faaliyetlerinde başarılı olan şirket önemli bir miktarda nakit girişi elde edebilmektedir.

Ekipman iyileştirme faaliyetlerini gerçekleştiren takımlar yani sürekli iyileştirme faaliyet takımları, operatörlerden, bakım personelinden ve de mühendislerden meydana gelmektedir. Bu takımlar 5-11 kişiden oluşmakta ve de her bir takımın lideri bulunmaktadır.

Sürekli iyileştirme faaliyetlerinde takımların çalışmalarında kullandıkları girdiler şunlardır;

- TEE ve Kayıplar
- Hata Bilgi Kağıtları
- Ekipman Durum Analizi
- Ekipmanın Tarihçesi

Bu girdiler yardımıyla takımlar, ekipman iyileştirme faaliyetlerini başarıyla gerçekleştirmek için gerekli olan bilgileri toplarlar. Şu nokta unutulmamalıdır ki,

toplanan bilgilerin doğruluk düzeyi başarıya ulaşmada anahtar rolü oynamaktadır. Verilerin doğruluğu dışında şirketler veri toplamada büyük zorluklar yaşamaktadırlar. Etkin bir şekilde veri toplayabilmek için yöntemler aramaktadırlar.

Bu girdilerin yanında takımların en fazla ihtiyaç duyacakları konu, takımdaki operatörlerin eğitimleridir. Operatörler problem analiz ve çözme teknikleri konularında eğitilmelidirler. Şayet eğitimlerde anlaşılmayan kısımlar varsa operatörler gruplarındaki mühendislerden yardım alabilmektedirler.

Ekipman iyileştirme çalışmalarında ekipman üzerinde yapılacak olan değişikliğin çeşitli kriterlere göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin; fayda-maliyet analizi yapılmalıdır, bu değişiklik operasyon koşullarında herhangi bir tehlikeye neden olmamalıdır, bakım yapılabilirliğini kolaylaştırmalıdır vs.

Ekipman iyileştirme faaliyetleri daha sonra otonom bakım ve önleyici bakım faaliyetleriyle bir araya getirilmelidir. Ekipman iyileştirme faaliyeti ile gerçekleştirilmeye çalışılan noktalar şunlardır;

- TEE' yi en üst seviyeye çıkarmak için altı büyük ekipman kaybının önlenmesini sağlamaya yönelik çalışmalar gerçekleştirmek.
- Operatörlerin kendi çalıştıkları ekipmanlarla daha fazla ilgilenmelerini sağlamak.
- Operatörlerin bilgi düzeylerinin artırılarak gerektiğinde çalıştıkları ekipmanlarda kendi kendilerine küçük çapta iyileştirmeler yapmalarını sağlamak.
- Operatörlerin sorumluluk alma isteklerini arttırmaya çalışmak.
- Enerji, malzeme ve işgücü kayıplarını engellemek.
- Ekipmanın güvenilirliğini iyileştirmek için çaba sarf edilmesini sağlamak ve de özellikle ekipmanın ömrünün son yıllarında, güvenilirliğinin en fazla azalma göstermeye eğilimi olduğu dönemlerde önleyici bakım faaliyetlerinin de desteğiyle güvenilirliği istenen seviyelerde tutulması için çaba sarf edilmesini sağlamak.
- Ekipmanın ömrünü uzatmak.
- Takım çalışmasını geliştirmek.
- Ekipman üzerinde radikal değişiklikler yapılması için fikirler ve projeler hazırlanmasını sağlamak ve de bunların neticesinde aynı ekipmanın fabrika

bünyesinde çok düşük maliyetlerle imal edilmesini sağlamak. Böylece maliyet etkin bir sistem kurulmasının sağlanması.

- Bakım kolaylığı gerçekleştirilir ve bakım personelinin ekipmanların bakımı için harcadıkları zaman azaltılmış olur.
- Önleyici mühendislik çalışmalarının başarıya ulaşmasının sağlanmasında ekipman iyileştirme faaliyetlerinin çıktılarının kilit rol oynayan bilgiler olmaktadır. [17,22-23]

6.2 Sürekli İyileştirme Faaliyet Takımları (TVB Küçük Grupları)

Toplam Verimli Bakım uygulamalarında yer alan sürekli iyileştirme faaliyet takımları, işletmenin sahip olduğu ekipmanların en üst performans, kullanılabilirlik ve kaliteli çıktı düzeyinde kullanılmaları için gerekli olan çalışmaları yapan ve altı büyük ekipman kaybının elemine edilmesini kendilerine görev olarak bilmiş ve bazen de “Yaratıcı Faaliyet Takımları” olarak da adlandırılan dinamik takımlardır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımları genellikle 5 ile 11 kişiden oluşurlar. İyi bir takımda 5 ile 7 adet operatör bulunmaktadır. Bu operatörler, özel bir ekipmanda çalışan operatörler olabileceği gibi benzer makinalarda, bir proses veya bir montaj hattının bir bölümünde çalışan operatörler de olabilmektedir. Yani takım hangi unsur üzerine odaklanacaksa operatörlerin o ekipmanla ilgili olmaları gerekmektedir. Operatörlerden oluşan bu takımlar en az bir adet bakım personeli tarafından desteklenmekte olup bakım personelinin operatörlerin çalıştıkları ekipmanlarda tecrübelerinin bulunması gerekmektedir.

Bu takımlar ayrıca söz konusu operatör grubunun çalıştığı ekipmanla ilgili bir üretim, proses, imalat veya endüstri mühendisi tarafından desteklenirler. Bu mühendisler takımlara analiz ve iyileştirme süresinde rehberlik görevini de üstlenebilmektedirler. Bu takımların oluşturulması TVB müdürünün sorumluluğundadır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımları çalışmalarını planlamak için haftanın belirli zamanlarında toplantılar yapmaktadırlar. Bu toplantılar için ayrılan zamanın üretim zamanını etkilememesi önemli bir unsur olmakla birlikte takım çalışmasının başarılı bir seviyede ilerlemesine yardımcı olması da gerekmektedir. Elbette toplantı

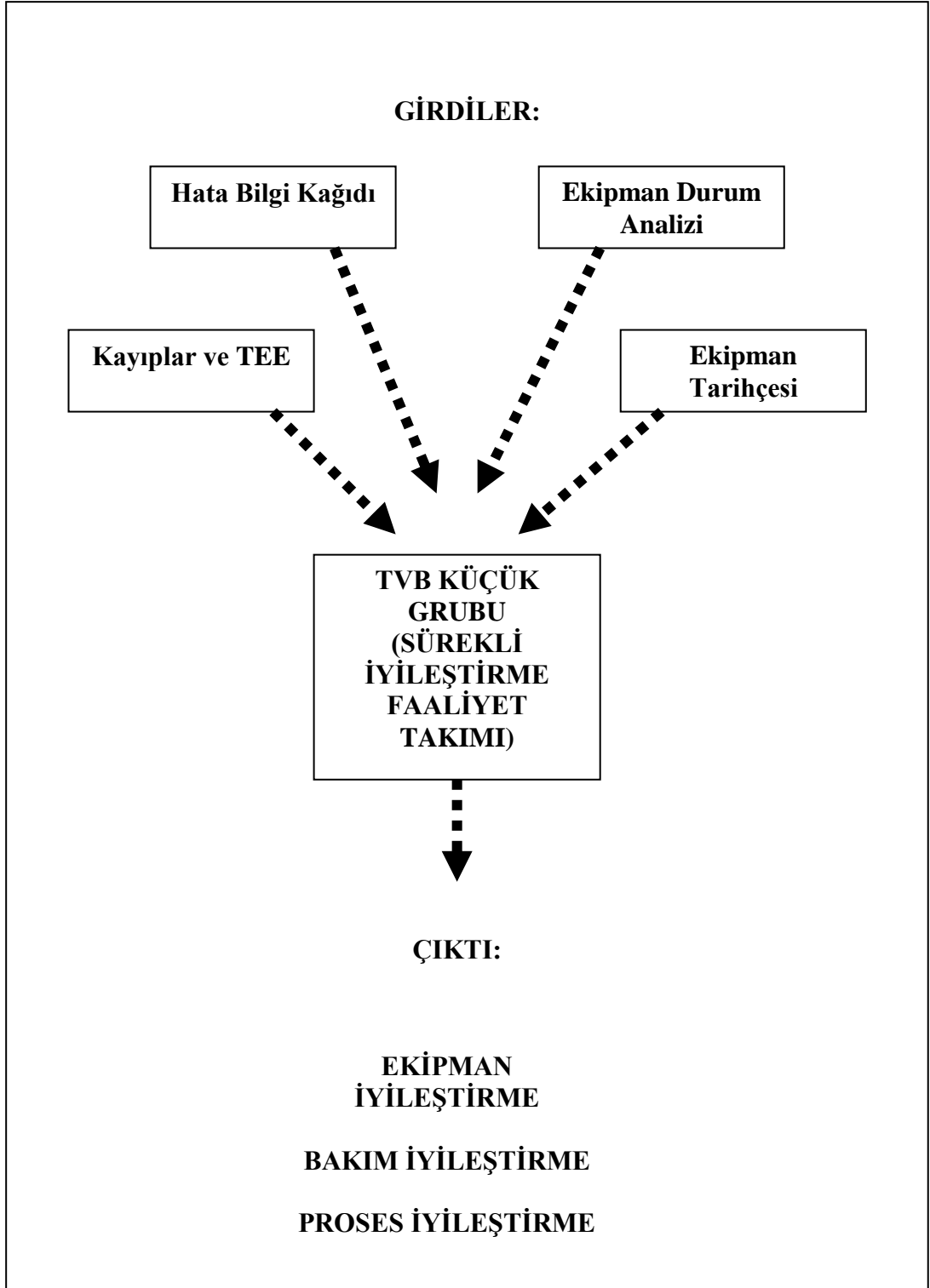
sürelerinin ve sıklığının fazla olması takımların yaptıkları çalışmalarda başarının gelmesinde önemli bir rol üstlenmektedir ancak bazı takımlar beklenilenin ötesinde üretkenliğe sahip olmaktadır ve de bir çok iyileştirmeyi kısa sürede gerçekleştirmektedirler. Bir çok şirkette takımların çalışmalarının başarıya ulaşmasını sağlamak için ödül sistemleri meydana getirilmiştir. Çalışmanın şirkete sağladığı faydanın belli bir yüzdesi takım üyelerine prim olarak verilmektedir.

Şirket kültürüne ve organizasyon yapısına bağlı olarak sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının toplantılarına bazen üst yönetimden kişiler de katılabilmektedir. Bu katılımın amacı takım üyelerinin motivasyonlarını artırmak, gereken noktalarda fikirlerini beyan etmek ve de takımların çalışmalarının verimliliğini gözlemlemektir.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımının başarısındaki bir diğer etkende takım lideridir. Takım lideri üyeleri motive edebilmeli, yönetebilmeli ve tartışmalarda kontrolü sağlayarak olumlu sonuçların elde edilmesini sağlayabilmelidir. Bir iş çevresinde başarının gelmesi için gerekli olan farklı yaklaşımların operatörlerce, şeflerce, bakım personeline ve mühendislerce görülmesini sağlamalıdır. Bir işletmedeki mühendisler her takım için yeterli olmayabilir. Bu durumda gerekli eğitimlerin verilmesinde güçlükler yaşanmaktadır. İşte takım liderlerinin önemi bu noktada da ortaya çıkmaktadır. Eğitim gereksinimleri tam olarak karşılanamayan operatörlerin eksikliklerinin tamamlanmasında takım liderlerinin aktif yardımları göz ardı edilememektedir.

Sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarında görev alan operatörler, yaptıkları iyileştirme çalışmalarlarıyla birlikte bilgi seviyelerini arttırmakta ve bu çalışmalarda görev almalarının getirdiği onurla birlikte ekipmanları üzerinde daha da ilgili olmaya başlamaktadırlar. Daha iler ki zamanlarda kendi ekipmanları üzerinde bireysel olarak küçük çapta iyileştirmeler yapabilmeleri için gerekli cesareti ve şevki bu çalışmalar sonucunda elde edebilmektedirler. Sürekli iyileştirme faaliyetinin ikincil hedefi operatörlerin ekipmanlarıyla ilgilenme düzeylerini arttırmaya çalışmaktır. Şekil 6.1'de TVB sürekli iyileştirme takımlarının ekipman iyileştirme faaliyeti gösterilmektedir. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları yaptıkları çalışmalarla üretim sürecinde katma değer yaratmayan unsurları da yok etmeye çalışırlar. Gecikmelere neden olan unsurları saptarlar ve sürecin kısaltılması için çaba sarf ederler. Altı

büyük ekipman kaybının önlenmesi ekipman yönetimi, otonom bakım ve planlı bakım faaliyetlerinin başarısını sonucunda gerçekleştirebilir.



Şekil 6.1 TVB Sürekli İyileştirme Takımlarının Ekipman İyileştirme Faaliyeti [17]

Ekipman yönetimi sisteminin, yeni ekipmanlarla kurulmuş fabrikalarda, TVB uygulaması içinde otonom bakım ve planlı bakım faaliyetlerinin başlamasından daha sonraki aşamalarda kurulması çalışmaların etkinliği açısından önemli bir unsurdur.

6.3 Sürekli İyileştirme Faaliyetinin Girdileri

Sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarının faaliyetlerinin başarıya ulaşmasında en önemli etkenlerden biri de verilerin yeterli miktarda ve doğru olarak elde edilmesidir. Takımların yaptıkları iyileştirme faaliyetlerinde gerekli olan veri kaynakları aşağıda belirtilmiştir:

1. Kayıplar ve Toplam Ekipman Etkinliği (TEE gözleme ve hesaplama formu)
2. Hata Bilgi Kağıdı
3. Ekipman Durum Analizi
4. Ekipman Tarihçesi

6.3.1 Kayıplar Ve Toplam Ekipman Etkinliği

Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarının temel veri kaynaklarından biri TEE ve kayıplar ile ilgili olan verilerdir. Takımlar çalışmaları için gerekli olan bu verileri “TEE Gözleme ve Hesaplama Formu” adı verilen dokümandan faydalanarak edinirler. (Tablo 6.1) Formda yer alan kısımlar şunlardır;

- Ekipmanın adı ve numarası
- Ürün adı
- Gözlemci
- Standart çevrim zamanı
- Tarih
- Ekipmanın çalışmaya başladığı ve çalışmanın sona erdiği saat (Yükleme süresi)
- Boşta kalma ve küçük duruşların sebepleri ve süreleri
- Arızaların sebepleri ve süreleri
- Kurma ve ayar için harcanan süreler
- Gerçekleşen çevrim zamanı
- Üretilen ürün miktarı
- Hatalı üretilen ürün miktarı

Tablo 6.1 TEE Gözleme ve Hesaplama Formu

TEE GÖZLEMLEME VE HESAPLAMA FORMU					
Ekipman Adı:			Ürün Adı:		
Ekipman No:			Gözlemci:		
Tarih:			Standart Çevrim Zamanı:		
Yükleme Süresi	Başlama				
	Bitiş				
Boşta Kalma ve Küçük Duruşlar (Sebepler)	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	Diğer:				
Arızalar (Sebepler)	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	Diğer:				
Hazırlık ve Ayar Süresi					
Gerçekleşen Çevrim Zamanı					
Üretilen Ürün Miktarı					
Hatalı Ürün Miktarı					

TEE gözlem ve hesaplama formu ekipman iyileştirme faaliyetleri için en mükemmel araçlardan biridir. Bu formlar eğitilmiş gözlemciler tarafından doldurulmaktadır. Bu gözlemciler için minimum gözleme süresi dört saattir. Ancak bu gözleme süresi, ekipmanın çevrim zamanına ve kayıpların frekansına göre değişmektedir. Yöneticiler tarafından tercih edilen durum ise, gözleme süresinin daha uzun tutulmasıdır. Bazı durumlarda takımlar kendileri de bu gözlemleri yapmak zorunda kalabilirler. İyi bir şekilde hazırlanmış form ile kayıpların analizinin yapılması takımlar için daha kolay hale gelecektir. Böylece sorunların giderilmesi için yapılan çalışmalarda istenilen çözümlere daha da çabuk ulaşılabilecektir.

Deneyimler sonucu elde edilen sonuçlara göre, optimum gözlem süresinin dört ile sekiz saat arasında olması gereklidir. Çünkü bu değerleri aşan sürelerde gözlem yapmanın arızaların daha da detaylı incelenmesine bir faydasının olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni belli bir süre aşıldıktan sonra gözlemlenen hata oranlarının optimum gözlem süresi içinde elde edilen hata oranlarıyla bir farklılık göstermemesidir. [17]

Ancak bazı işletmelerde bu veriler ekipmanın bizzat operatörü tarafından kaydedilmektedir. Bu durumda operatörlerin bu verileri sağlıklı bir şekilde kaydetmeleri için eğitilmeleri gerekmektedir. Bu verilerin sağlıklı bir şekilde saklanabilmeleri için, modülleri arasında TVB modülü bulunan bir bakım yönetim yazılımının kullanımı, sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarını daha etkin hale getirecektir.

6.3.1.1 Kayıpların Oluşma Nedenleri

Kayıpların nedenleri, aniden ortaya çıkan veya kronik olmalarının yanı sıra, tekli veya çoğul ve karmaşık nedenli olarak üç türde sınıflandırılabilir. Aniden ortaya çıkan kayıplar tek bir nedene dayanabilir. Kronik kayıplar ise birden fazla nedenden (çoğul) kaynaklandığı gibi karmaşık nedenlerden de ortaya çıkabilir.

Tek bir nedenden dolayı meydana gelen kayıplar “tekli neden” olarak gösterilir. Uygun olmayan hammadde tedariki gibi tekli nedenler genellikle aniden ortaya çıkan kayıplarla sonuçlanır. Fakat bu tip nedenler ve onun karşı önlemleri nispeten kolaylıkla tespit edilebilir.

Bu arada çeşitli tekli nedenler bir araya gelebilir ve her biri çeşitli değişimler meydana getirerek kayıplara neden olurlar. Bu tür sorunların, her biri nedeni üzerinde odaklanan, karşı önlemler alınarak başarılı bir şekilde çözülebilir. Zamanla, başka bir benzer sorun aynı makinada veya yakınındaki ekipman parçasında da meydana gelebilir. Nedenler aynı zamanda meydana gelirse ve her biri kendi etkileri açısından bağımsız olursa bunlar “çoklu nedenler” olarak gösterilir.

Bir farklı senaryo da, hiçbiri tek balına kayba neden olmayan, çoklu nedenlerin olduğu durumdur. Kayıplar, ender olarak bu nedenlerin belirli uygun bileşimlerinin

aynı anda ortaya çıkmasıyla oluşur. Bu tür durumlar ise, “karmaşık nedenler” olarak gösterilir. [18,24]

Makinaların bozulma nedenleri;

- Hareketli parçalar aşınır ve yorulur. (metal yorulması)
- Dış etki ile zarar görür. (darbe, çarpma vb.)
- Su, nem, korozyon ortam, aşırı ısı. (soğuk)
- Kalitesiz elektrik enerjisi.
- Eğitimsiz operatör.
- Makinaların kapasitelerinin üzerindeki işleri yerine getirmesi için zorlanması.
- İş parçasının yanlış bağlanması.
- Yanlış ayar ve bunun gibi yüzlerce neden makinaların bozulmalarına neden olmaktadır. [12]

6.3.1.2 Ekipman Etkinliğini Azaltan Altı Büyük Kayıp

İnsanlar, makinaları ürün elde etmek için kullanırlar. Eğer ekipman istediğimiz şekilde çalışmazsa üretim düşer ve fazla mesai yapmak zorunda kalırız. Ekipmanın en etkin şekilde çalışması demek, fonksiyon ve kapasite açısından en üst düzeyde kullanımımızdır. Bu üst düzeyde kullanımı engelleyen kayıplar yok edilerek ekipmanın etkinliği artırılır. Ekipmanın etkin kullanımını etkileyen altı büyük kayıp şunlardır;

1. Arıza Kayıpları
2. Hazırlık ve Ayar Kayıpları
3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruşlar
4. Hız Kayıpları (Düşük Hızda Çalışma)
5. Kalite Kayıpları (Iskartalar, Yeniden İşleme, Tamir Gerektiren Ürünler)
6. Başlangıç Kayıpları (Başlangıçtaki düşük verim)

1. Arıza Kayıpları

Çok yoğun bir üretim planınız var ve ekipmanınız arıza yapıyor. Bakım personeli meşgul olduğu için hemen tamirat yapamıyor. Bu durumda üretim aksar ve ancak fazla mesai ile gecikme önlenemez. Bu duruma arıza kaybı adı verilir.

Ekipman arızaları ekipmanın tamamen duruşuna yol açan arızalar olduğu gibi, hız kaybı, ayar zorlukları, sık küçük duruşlar gibi durumlara yol açan arızalarda olabilir. Ekipman arızalarının önlenmesinde çok kesin ekipman hatalarının giderilmesi kadar, önemsiz gibi görünen, gözden kaçan, gizli kalabilen hataların da giderilmesi gerekir.

Ekipman hatalarının gizli kalabilmesinin sebepleri şunlardır;

- Fiziki sebepler; yetersiz kontrol, kötü ekipman yerleşimi veya montajı, tozlanma ve kirlenme.
- Psikolojik sebepler; görünen hatalara bilinçli olarak önem vermemek, problemi olduğundan küçük tahmin etmek, semptomları ortada olmasına rağmen problemi görmemek.

Fiziksel Gizli Arızalar: Fiziksel olarak çıplak gözle görülemedikleri için gizli kalmış arızalar.

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.

Psikolojik Gizli Arızalar: Operatör veya bakımcıların eğitimsizlik ve bilgisizlik nedeniyle fark edemediği arızalar.

1. Operatör veya bakımcının umursamazlığı.
2. Operatör veya bakımcının bozukluk tiplerini tanımaması.
3. Operatör veya bakımcının kendi kararları ile sorunu ihmal etmeleri. [24]

Arıza kayıplarının ortadan kaldırılması için yapılması gereken faaliyetler şunlardır;

- Ekipman İyileştirme
- “Önleyici Bakım” faaliyetlerinde iyileştirme
- “Otonom Bakım” faaliyetlerine başlanması. [17]

2. Hazırlık ve Ayar Kayıpları

Bir ekipman üzerinde bir ürünün üretiminin tamamlandığı andan, diğer bir ürünün standart kalitede üretiminin başladığı ana kadar geçen zaman o ekipmanın "hazırlık ve ayar" zamanı olarak görülebilir. (Örnek: Sürekli dökümler kalıp ebat değişimi,

Haddehaneler A,B,C programları vb.). Hazırlık ve ayar faaliyetlerinin bileşenlerinin ağırlıkları örnek olarak Tablo 6.2’ de verilmiştir.

Tablo 6.2 Hazırlık ve Ayar Faaliyetlerinin Bileşenleri Örneği

FAALİYET	AĞIRLIK (%)
Kalıpların ve Aparatların Sökülmesi	% 15
Temizlik	% 5
Kalıpların ve Aparatların Hazırlanıp Yerleştirilmesi	% 20
Merkezleme ve Ölçme	% 10
Deneme Üretimi ve Ayarlar	% 50

Hazırlık ve ayar zamanlarını olumlu yönde etkileyebilmek ve bu kayıpları 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. Bu değişkenler şunlardır;

- İş Metotları (Yöntemler, operatörün fiziki imkanları ve becerileri)
- Kalıplar ve aparatlar (Fiziki şekiller, mekanizmaları, doğruluk düzeyleri)
- Doğruluk (Gereken doğruluk düzeyi, doğruluk ve ayar ilişkisi)
- Teknik problemler (Gerekli teknik iyileştirmeler)
- Yönetim ve denetim. (Değerlendirme gereksinimleri)

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

Hazırlık zamanının azaltılmasında ilk adım, ekipman çalışırken yapılabilecek, “Harici Hazırlık” olarak adlandırılan faaliyetlerin icrası için ekipmanın durmasını gerektiren ve “Dahili Hazırlık” olarak tanımlanan faaliyetlerden ayrılmasıdır.

Harici Hazırlık: Kalıpların ve aparatların önceden hazırlanması, çalışma alanının ve stok yerlerinin hazırlanması, kısmi hazırlık ve ön ısıtmadır. Bu çalışmalar planlanarak önceden yapılmalıdır.

Dahili Hazırlık: 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 hazırlık olarak nitelenebilecek faaliyetler dahili kurma faaliyetleri arasına gizlenir. Bunları tespit için aşağıdaki sorulara yanıt verilmelidir;

- Önceden yapılabilecek hazırlıklar nelerdir?
- Hangi gereer hazır tutulmalıdır?
- Lazım olan gereer 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 dahili hazırlığın üç temel kuralı vardır;

1. Parça ve gereç aranmaması
2. Gereksiz hareket edilmemesi
3. Yanlış parça veya gereç kullanılmaması.

Öte yandan, dahili hazırlık içerisindeki bazı faaliyetlerin değiştirilerek kısmen veya tamamen harici hazırlık içine alınmaları mümkündür. Bunun için kullanılabilen yöntemler şunlardır;

1. Ön montaj: Ekipman durdurularak yapılan montaj işlemleri ekipman çalışırken yapılabilir.
2. Çok amaçlı aparatların değiştirilmesi: Tüm işlemlerde kullanılabilen standart aletlerin kullanılması işlemleri abuklaştıracaktır.
3. Dahili kurma içerisindeki ayarların mümkün olduğunca önlenmesi: Mümkün olduğunca ekipmanın durdurulmasını gerektiren ayarlardan kaçınılmalıdır.

Dahili hazırlık içerisindeki faaliyetlerin hızlandırılması için;

1. Kolay monte edilen aparat ve kalıpların tasarımı, değiştirilmesi.
2. Tespit mekanizmalarının basitleştirilmesi, hidrolik kenetleme mekanizmalarının adaptasyonu.

3. Birden fazla operatör kullanımı gerektiğinde, işlerin paralel yapılması, iş bölümünün bilinçli olması.

Ayar faaliyetleri temelde malzemelerin, parçaların, kalıpların doğru yerleştirilmesine, merkezlemeye ve ölçmeye yöneliktir. Zaman kayıplarının en aza indirilebilmesi için ayarların amaçlarının, metotlarının, sebeplerinin ve alternatiflerinin incelenmesi gerekir. [24]

Genel olarak hazırlık ve ayar kayıplarının azaltılması için şu faaliyetler yapılabilir;

- Hazırlık sürelerinin elemine edilmesi
- Kalibrasyon zamanının azaltılması [17]
- Ekipman iyileştirme. [25]

3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruşlar

Boşta çalışma (rölantide çalışma) ekipmanın üretim yapmadan çalışmasıdır. Küçük duruşlar ise, arızalardan farklıdır ve herhangi bir zamanda oluşarak makinanın durmasına ve boşta beklemesine neden olurlar. Bu duruşa neden olan unsurlar kolayca ortadan kaldırılır ve ekipman tekrar çalışmasına devam eder. Ancak üretimde neden oldukları kayıplar oldukça fazladır. 10 dakikadan daha kısa süreli makine duruşları küçük duruşlar olarak adlandırılır. Küçük problemler nedeniyle makinanın durması veya herhangi bir nedenle makinanın boşta beklemesiyle oluşan kayıplardır.

Genellikle, gerek boşta çalışmaya, gerekse küçük duruşlara geçici aksaklıklar sebep olur. (malzemenin transfer hattında takılması, bir sensörün aktive olarak ekipmanı durdurması gibi.) Bu aksaklıklar çabuk fark edilir ve olağan operasyona dönüş kolaylıkla ve hızla gerçekleştirilir. Ancak, boşta çalışmanın ve küçük duruşların sıklıkla ekipman etkinliğini belirgin şekilde olumsuz etkileyecektir.

Öte yandan, otomasyonun artması ile birlikte, boşta çalışma ve küçük duruşlar artma eğilimine girerlerken, bunların fark edilmelerinde de gecikmeler başlayabilir. Boşta çalışma 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 kalite, şekil anormallikleridir. Boşta çalışmanın en sık rastlanan sebebi ise malzeme akışının durmasıdır. Burada transfer hattındaki gizli hatalar ve aksaklıklar ile duruşu hemen fark edecek sensörler önemlidir (otomasyon). Tablo 6.3' de Boşta çalışma ve küçük duruş tip ve nedenleri yer almaktadır.

Boşta çalışma ve küçük duruşların sistematik bir şekilde üzerine gidilmeyip, süregelmelerinde aşağıdaki özellikler önemlidir;

- Fark edildiklerinde kolay giderilmeleri dolayısıyla operatörler ve bakım elemanları tarafından problem olarak görülmemeleri, hoş görülmesi.
- Oluşum zamanlarının ve sıklığının çok değişir olması.
- Oluşum yerlerinin çok değişir olması.
- Sebep oldukları kayıpların fark edilmemesi veya ölçülememesi. [24]

Boşta çalışma ve küçük duruşların önlenmesine yönelik olarak takip edilecek temel stratejiler şunlardır;

- Ekipman İyileştirme
- Malzeme akışının iyileştirilmesi
- Otonom muayenelere başlanmalı
- Temizlik ve yağlama işlemlerinin yerine getirilmesi
- Parça ve aparatlardaki küçük hataların giderilmesi
- Ekipman başında operatörün olmamasının engellenmesi
- Hazırlık ve ayar işlemlerinin yeniden gözden geçirilmesi ve doğru yapılabildiği yapılmadıklarının kontrol edilmesi. [17]

Tablo 6.3 Boşta Çalışma ve Küçük Duruş Tip ve Nedenleri [14]

TİP	NEDEN
<u>Transfer Hattı</u> 1. Tıkanma 2. Tutma 3. Sıkıştırma 4. Üst üste gelme 5. Yetersiz beslenme 6. Aşırı besleme 7. Yanlış ekleme 8. Parçaların fırlaması	1. <u>Parça ve Malzeme Kaynaklı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Yanlış boyut, biçim, tipte parça veya malzeme kullanımı • Magnetik alan varlığı veya yokluğu 2. <u>Transfer ve Besleme Sistemi Kaynaklı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Yanlış biçim, zayıf yüzey, hatalı, kirli, pürüzlü bağlantı parçaları • Hatalı besleyici parçalar • Hatalı pozisyonlama kontrolü
<u>Birleştirme Sistemi</u> 1. Çarpma ve diğer hatalar 2. Çift besleme 3. Yanlış ekleme 4. Zamanlama Hatası 5. Yanlış çıkarma	<u>Birleştirme Sistemi Kaynaklı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Jig doğruluğu • Parça doğruluğu • Zamanlama • Montaj <u>Üretim Yönetimi Kaynaklı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Hazırlık sırasında yanlış ayar • Yanlış hazırlık
<u>Yakalama Sistemi</u> 1. Hatalı yanıt	<u>Yakalama Sistemi Kaynaklı</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem hatası • Kötü sensör montajı • Zamanlama • Yanlış duyarlılık belirlenmesi • Uygun olmayan işletme koşulları

4. Hız Kayıpları

Hız kaybı ile kast edilen; ekipmanın tasarım hızı (ideal hız) ile, gerçekleşen (fili) üretim hızı arasındaki farka karşılık gelen üretim kayıplarıdır; doğal olarak bu gibi kayıpları önlemenin yolu ekipmanı tasarım hızında çalıştırmaktır. Öte yandan,

tasarım aşamasında belirlenen hızlara erişmekte pratik problemler bulunabilir; tasarım zayıflıkları, üretim hattındaki değişiklikler, ürün şekillerindeki değişiklikler tasarım hızına erişmeyi fiilen imkansız kılabilir. Dolayısıyla, her ekipman ve her ürün tipi için bir “Standart Hız” belirlenmesi ve hız kaybı ölçümlerinde baz olarak, tasarım hızı yerine bu standart hızın kullanılması daha yaygın ve doğru bir uygulama olabilir. Hız kayıplarının iyileştirilmesinde, her ürün için standart hıza ulaşma, her ürün için standart hızın artırılması, tasarım hızına ulaşma ve tasarım hızının aşılması aşamalarından geçilebilir. Ekipman hızının tasarım hızına arttırmada en sık karşılaşılan problemler şunlardır;

Muğlak 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. Bu durum eski ekipmanlarda daha sık görülür.

Geçmişte Yaşanan Kalite veya Mekanik Problemleri: Geçmişte ortaya çıkmış ve çözülmemiş olan bazı kalite veya mekanik problemleri yüzünden ekipmanı standart hızında çalıştırmaktan kaçınma olabilir. Bu çözülmemiş problemler zaman içinde “çözümü imkansız” olarak kabul edilir ve gerçek sebeplerinin araştırılmasına çaba gösterilmeyerek, düşük hız ile kifayet edilir. Ancak çoğu kez bu gibi problemler küçük hatalardan ortaya çıkmaktadır veya gelişen teknolojik imkanlar ve kontrol mekanizmaları ile rahatlıkla çözülebilecek konumdadır.

Hız Artışının Ortaya Çıkardığı Problemlerin Yetersiz İncelenmesi: 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, semptomlarını gidermeye çalışırlar. Bu yaklaşımın sonucu olarak da fiili hız standart hızın altında kalır. [24]

Hız kayıplarının önlenmesine yönelik olarak takip edilecek temel stratejiler şunlardır;

- Ekipman iyileştirme
- Aşınmış parçaların değiştirilmesi
- Tüm cıvataların tekrar sıkılması

- Dönen tüm parçaların balans ayarlarının yapılması
- Yağlamanın iyileştirilmesi [17]

5. Kalite Kayıpları

Kalite hataları kayıpları bir ekipmanın ürettiği tamamen veya kısmen hatalı ürünlerin yol açtığı kayıplardır. Düzeltilemeyecek düzeyde hatalı ürünlerin sebep olacağı kayıplar açıktır. Ancak, bazı hatalı ürünler tamir edilecek veya düzeltilecek durumda olsalar bile ilgili işçilik ve ekipman zamanı bir kalite hatası kaybı olarak nitelendirilmelidir.

Kalite hataları kayıplarının oluşmasında önemli olan faktörler şunlardır;

- Ekipman çalışma prensipleri
- Ekipman 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 şartların, anormal (hatalı) ürün ve şartlarla karşılaştırılarak, belirgin farkların (yer, biçim, düzey ve sebepleri olarak) tespitidir. Bu çerçevede öncelikle hatalı ve hatasız ürünler karşılaştırılır, şartlar 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. Kalite kayıplarının önlenmesine yönelik olarak takip edilecek temel stratejiler şunlardır;

- Diğer kayıpların önlenmesinde uygulanan tüm stratejiler
- Ekipman iyileştirme
- İstatiksel Proses Kontrolü başlatılmalı
- Otonom gözlemler başlatılmalı
- Ekipman ayar faaliyetleri iyileştirilmeli
- Kestirimci Bakım uygulanmalı

6. Başlangıç Kayıpları

Bir ürünün üretiminin başlaması sırasında, kararlı hız ve kalitede üretime erişene kadar geçen sürede, üretim sürecinden, aparatlarından, kalıplarından, ayarlardan, operatör becerisinden, havanın soğuk oluşundan vb. nedenlerden kaynaklanan verim düşüklükleri “Başlangıç Kayıpları” olarak adlandırılır. Ekipman başına üretilen ürün çeşidi çok olan kuruluşlarda bu kayıplar önemli düzeylere varabilir. [17,24]

6.3.1.3 Toplam Ekipman Etkinliği

Eğer X fabrikasındaki ekipman etkinliği % 85’ den daha fazla ise, ekipmanların etkin ve verimli çalıştırıldığını söyleyebiliriz. Ekipman etkinliği ekipmanın üretime kattığı değer ölçüsüdür. Fakat ekipman etkinliği oranını kullanmak için hangi hesaplama metotları kullanılacaktır ve hesaplar hangi verilere dayandırılacaktır?

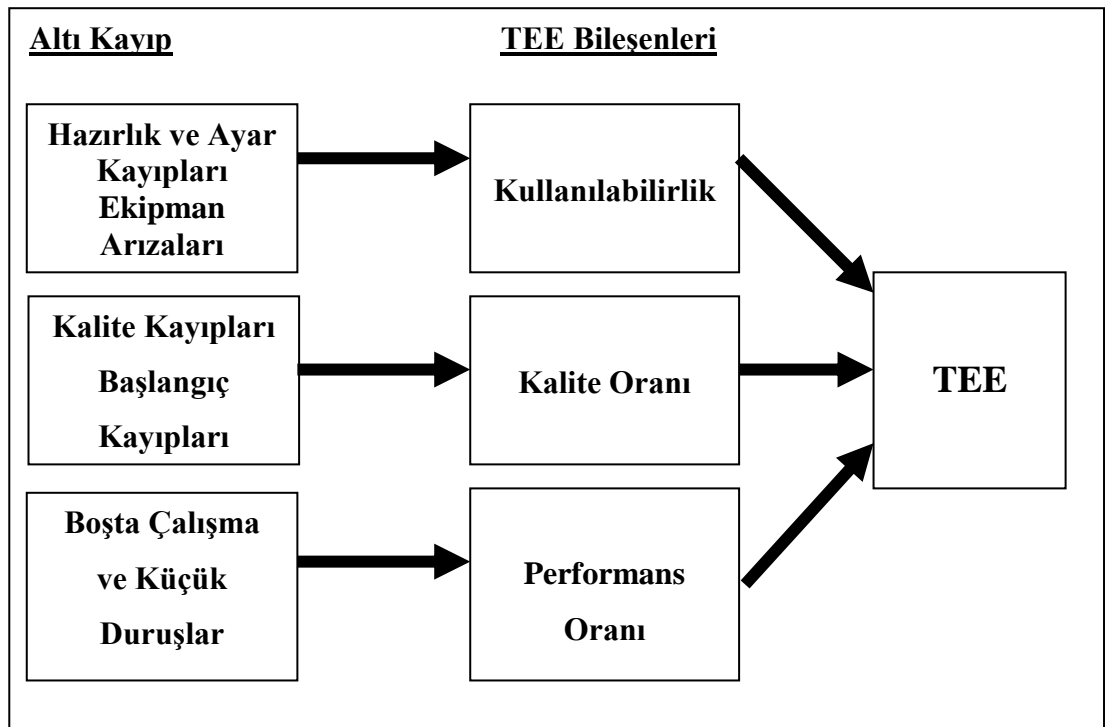
Bir çok firma ekipman etkinliği oranı terimini kullanır ama hesaplama metotları geniştir. Genellikle ekipman etkinliği oranı olarak adlandırılan oran aslında operasyon oranı veya kullanılabilirliktir. [2]

TVB, altı büyük kaybın etkisini ortaya çıkarmak ve ekipmanın sağlığını ölçmek için, “Toplam Ekipman Etkinliği (TEE)” isimli bir indeks kullanır. TEE aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\text{TEE} = \text{Kullanılabilirlik} * \text{Performans Oranı} * \text{Kalite Oranı} \quad (6.1)$$

TEE yalnızca bir operasyonel ölçüm değil aynı zamanda bir üretim çevresinde yapılan iyileştirme çalışmalarının bir göstergesidir de. TEE, operasyon, bakım ve üretim ekipmanları ve kaynaklarının yönetiminin bir birleşimi olarak düşünülebilir. Altı büyük kayıp göz önünde bulundurularak yapılan bir hesaplamada “Toplam Ekipman Etkinliği” genellikle % 40-50 gibi bir değer çıkar. Başka bir deyişle, çoğu fabrika makinalarını asıl kapasitelerinin yarısı kadar bir seviyede kullanmaktadırlar. İşte fabrikalar kapasitelerini arttırmak istediklerinde üretim sürecinde meydana gelen kayıpların en aza indirilmesi için mevcut ekipmanlar üzerinde çeşitli iyileştirmeleri yapmak zorundadırlar. [26]

TVB ekipman kayıplarını, arıza kayıpları, kurma ve ayar kayıpları, boшта kalma ve küçük duruşlar, hız kayıpları, kalite kayıpları ve başlangıç kayıpları şeklinde sınıflandırır. Bu altı kaybın üretim sistemlerinin mükemmelliğini nasıl etkilediğini, TEE adı altında ölçerek kontrol altında tutar. Varsa başarısızlığa neden olan problemleri çeşitli analizlerle inceleyerek bunlara çözümler üretir. Ölçülebilen TEE değerinden hareketle, buna bağlı olan fakat doğrudan zor ölçülebilen ve karlılığı çok etkileyen müşteri memnuniyetsizliklerine çözüm aranacaktır. Aşağıdaki şekilde altı büyük kaybın yüksek TEE'yi elde etmeyi nasıl engellediği görülmektedir.



Şekil 6.2 Kayıplar ve TEE arasındaki İlişki [10]

1. Kullanılabilirlik:

Kullanılabilirlik, makinanın çalıştığı sürenin, makinanın görevli olduğu süreye oranı olarak ifade edilebilir.

$$\text{Kullanılabilirlik} = \text{İşlem Süresi} / \text{Yükleme Süresi} \quad (6.2)$$

$$\text{İşlem süresi} = \text{Yükleme Süresi} - \text{Plansız Duruşlar} \quad (6.3)$$

$$\text{Yükleme Süresi} = \text{Günlük Çalışma Süresi} - \text{Planlanan Duruşlar} \quad (6.4)$$

$$\text{Plansız Duruşlar} = \text{Arıza Süresi} + \text{Hazırlık Süresi} + \text{Ayar Süresi} \quad (6.5)$$

Burada, yükleme zamanı, günlük toplam mevcut zamandan planlanan durma sürelerinin çıkarılmasıyla bulunur. Planlanmış durma süreleri çizelgelenen bakım, sabah toplantıları, aralar, operatörün yaptığı bakım faaliyetleri, operatörün eğitimleri, iyileştirme faaliyetleri denemeleri, makinanın deneme çalışması ve yönetimin üretimi durdurması ile kaynaklanan süreler. [26]

İşlem zamanı, yükleme zamanından işlem yapılmayan sürenin (plansız duruşlar) çıkarılmasıyla bulunur. Plansız duruşlar süresi, arızalardan kaynaklanan ekipman duruş kayıpları, ayarlama prosedürleri, kalıp değişimi vb. durumları içerir. Örneğin günlük 460 dakikalık yükleme zamanını kabul edelim. Eğer günlük çalışılmayan süre arızalar 20 dakika, hazırlık süresi 20 dakika ve ayarlamalar 20 dakika yani toplamda 60 dakika olduğu düşünülürse, günlük çalışılan işlem süresi 400 dakika olacaktır. Bu durumda işlem oranı hesaplandığında % 87 değeri elde edilir.

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi planlanan duruşların 20 dakika, arızalardan kaynaklanan duruşların 20 dakika, hazırlık kayıplarının 20 dakika, ayar kayıplarının 20 dakika olduğu kayıtlı duruşların 60 dakika olduğunu kabul edelim. Bu kayıtlı zamanların doğruluğunu belirlemek zordur.

Zamanları saniye cinsinden yazmak gerekli değildir ancak pratikte çok küçük duruşların birleşmesiyle büyük zaman kayıpları meydana gelir. Bazı firmalar hata duruşları eğer 30 dakikadan düşük sürelerle sınırlanmazlar kaydetmezler. Bu sağlam olmayan bir çalışmadır. Bu şekildeki 10 veya 20 dakikalık duruşların kaydedildiği verilere dayanan operasyon zamanları sadece baştan savma yönetime götürür.

Eğer ekonomik TVB uygulamak ve optimal ekipman etkinliğini devam ettirmek istiyorsak, aşağıdaki iki faktör çok önemlidir. İlk önce, doğru ekipman işlem kayıtları tutmalıyız ki böylece yönetim ve kontrol sağlanabilir. İkincisi olarak ise, ekipman işlem şartlarını ölçmek için kusursuz bir ölçek kurmak zorundayız. [2]

2. Performans Oranı:

Performans oranı, operasyon hız oranı ve net işlem oranının bir ürünüdür. Ekipmanın işlem hızı oranı standart hızla gerçekleşen hız arasındaki farka bağlıdır.

$$\text{Performans Oranı} = \text{Net İşlem Oranı} * \text{İşlem Hızı Oranı} \quad (6.6)$$

Bu oranın hesaplanabilmesi için net işlem oranı ve işlem hızı oranının bulunması gereklidir.

İşlem (operasyon) Hızı Oranı: İşlem hızı oranı ekipman üreticisinin tasarım sırasında belirlediği ve genellikle kataloglarda da belirtilen hızın, o anki şartlarda çalıştırılan hıza bölünmesiyle elde edilir. Hız kayıplarının etkisini göstermektedir.

$$\text{İşlem Hızı Oranı} = \text{Teorik Çevrim Zamanı} / \text{Gerçekleşen Çevrim Zamanı} \quad (6.7)$$

Örneğin, parça başına standart çevrim zamanı 0,5 dakika ise ve parça başına gerçekleşen çevrim zamanı 0,8 dakika ise hesaplama sonucunda işlem hızı oranı % 62,5 olarak bulunur.

Net İşlem Oranı: Net işlem oranı, verilen periyotta verilen hızın bakımını ölçer. Bu bize gerçekleşen hızın tasarlanan hızdan daha küçük veya daha büyük olduğu konusunda bir bilgi vermez. Net işlem oranı, ekipmanın birim zamanda istikrarlı çalışıp çalışmadığını gösteren bir bilgidir. Burada hızlı mı yoksa yavaş mı çalışılıyor şeklinde bir sonuç beklenmez ancak ekipmanın uzun periyottaki sabit hızda çalışması kontrol edilir. Küçük duruşların ve boşta kalmaların etkisini göstermektedir.

$$\text{Net İşlem Oranı} = \text{Gerçekleşen Proses Zamanı} / \text{İşlem Süresi} \quad (6.8)$$

Gerçekleşen proses zamanını boşta kalma ve küçük duruş kayıpları etkilemektedir ve üretilen ürün miktarı ile gerçekleşen çevrim zamanını çarpılmasıyla elde edilir. Örneğin, günlük üretilen parça sayısı 400 adet, gerçekleşen çevrim zamanı 0,8 dakika ve işlem süresi 400 dakika iken, gerçekleşen proses zamanı 320 dakika net ve işlem oranı 0,80 olarak bulunur.

Yukarıda elde ettiğimiz “İşlem Hızı Oranı” ve “Net İşlem Oranı” değerlerinden hareketle “Performans Oranı” değeri ise % 50 olarak bulunur.

3. Kalite Oranı:

Kalite oranı, toplam üretilen hatasız ürün miktarının bir göstergesidir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$\text{Kalite Oranı} = \text{Kaliteli Ürün Miktarı} / \text{Toplam Üretilen Ürün Miktarı} \quad (6.9)$$

$$\text{Kaliteli Ürün Miktarı} = \text{Toplam Üretilen Ürün Miktarı} - \text{Hatalı Ürün Miktarı} \quad (6.10)$$

Kalite oranının % 98 olduğu varsayılırsa TEE şöyle hesaplanabilir;

$$\text{Kullanılabilirlik} = 0,87$$

$$\text{Performans Oranı} = 0,50$$

$$\text{Kalite oranı} = 0,98$$

$$\text{TEE} = 0,87 * 0,50 * 0,98 * 100 = \% 42,6 \text{ olarak bulunur.}$$

İyileştirme çalışmaları öncesi, bir fabrikada bu oranın % 30 - % 50 arasında olması doğaldır. Bu değer; ekipman etkinliğinin yarısından bile daha aza değerde çalıştığını göstermektedir. Deneyimlere dayanılarak ideal koşullar şu şekilde belirtilmiştir;

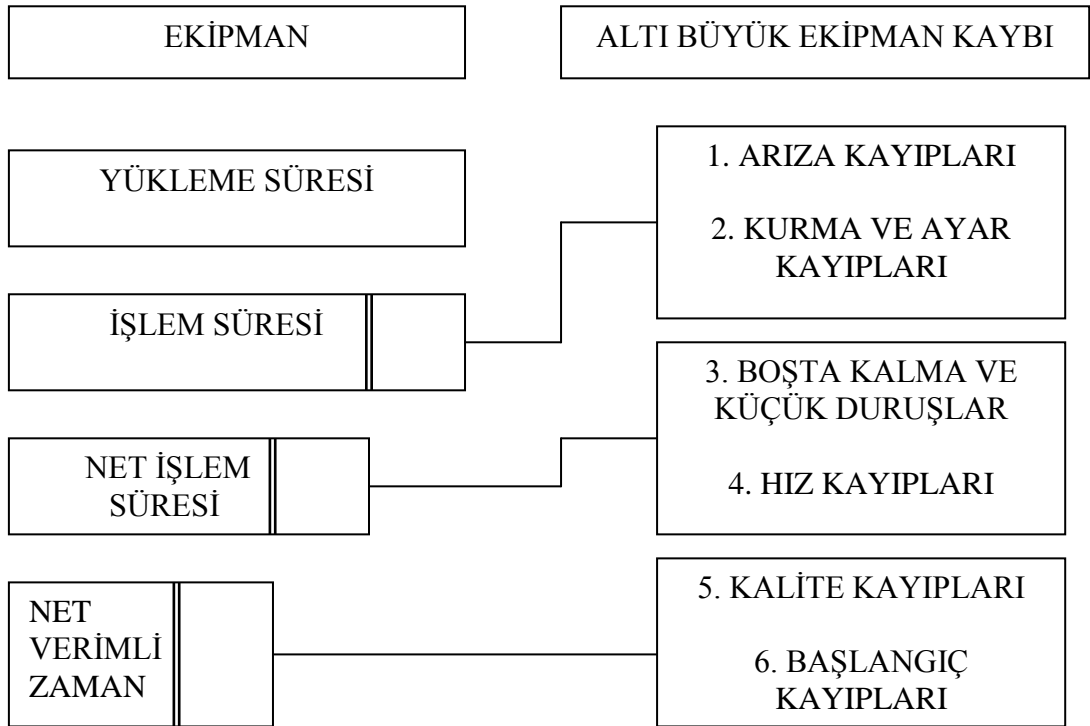
- “Kullanılabilirlik” değeri % 90’ dan daha büyük
- “Performans Oranı” değeri % 95’ ten büyük
- “Kalite Oranı” değeri % 99’ dan büyük olmalıdır.

Bu durumda TEE değerini hesaplanırsa:

$$\text{TEE} = 0,90 * 0,95 * 0,99 * 100 = \% 85 \text{ değeri elde edilir. İşte ideal koşullarda TEE değeri \% 85 değerinden daha fazla olmalıdır. [2,26]}$$

Toplam Ekipman Etkinliği değeri, TVB uygulamasının ilerleyişinin değerlendirilmesi için oluşturulmuş bir metriktir. Nakajima tarafından tanımlanan TEE hesaplama şeklinin sermaye yoğun işletmeler için pek uygun olmadığı görülmüştür. Örneğin, yarı iletken endüstrisi ve kimya endüstrisi. Nakajima’ nın planlı duruşlar içinde varsaydığı, planlı bakım faaliyetleri, aralar, üretimin

çizelgelenmediği zamanlar, tatiller vs. bu endüstri kollarında faaliyet gösteren şirketler için birer zaman kaybı niteliğindedir ve ekipmandan faydalanma oranını azaltmaktadır yani ekipmanın kullanılabilirliğini etkilemektedir. Bu tür şirketlerde amaç plansız duruşların yanında planlı olarak varsayılan duruşlarında önüne geçilmesi gerektirir. Aşağıdaki şekilde altı büyük ekipman kaybından hareketle önce işlem süresinin elde edilişi sonra net işlem süresini elde edilişi ve de en son ekipmanın üretimde yarattığı katma değer ölçüsü olan net verimli zamanın elde edilişi gösterilmektedir. (Şekil 6.3) Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının amacı altı büyük ekipman kaybını önleyerek net verimli zamanı en yüksek seviyeye çıkarmaya çalışmaktır. İşte sermaye yoğun işletmelerde bu net verimli zaman büyük önem taşımaktadır ve de planlı duruşların en aza indirilerek bu sürenin arttırılması büyük kazançların elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 6.3 Ekipman Etkinliğini Önleyen Altı Büyük Kayıp [27]

6.3.2 Hata Bilgi Kağıdı

Hata bilgi kağıtları sürekli iyileştirme faaliyet takımlarına ekipman iyileştirme faaliyetleri için bilgi toplamada yardımcı olan en önemli unsurlardan biridir. Her ekipmanın kendisine ait hata bilgi kağıtları mevcuttur. Hata bilgi kağıtları operatörler

tarafından doldurulmaktadır. Bakım departmanı personeli veya şefler yardımıyla doldurulmalarında muhtemelen büyük fayda vardır. Çünkü bu kişilerin yardımıyla doldurulan hata bilgi kağıtlarının doğruluk derecesi büyük bir ihtimalle daha yüksek olacaktır. Hata bilgi kağıdında; ekipmanın numarası, ekipmanın tanımı, hatanın meydana geldiği tarih, hatanın meydana geldiği saat, operatörün adı, operasyon sırasında ne meydana geldiğinin yani hatanın tanımı, hatanın neden meydana geldiği, bu hatanın önlenmesi için ne yapılması gerektiğinin yazılacağı bölümler bulunmaktadır.

Operatörlerin ekipman arızaları konusunda daha ilgili olmalarının istendiği durumlarda bu formlar bu görevi yerine getirmek için en uygun araçlardır. Formda üç adet basit soru vardır ve bu soruların cevapları operatörden beklenmektedir.

Hata bilgi kağıtları sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarına şu hususlarda yardımcı olur;

- İyi bir ekipman tarihçesinin elde bulunamadığı durumlarda, hata bilgi kağıtları ekipman iyileştirme faaliyetlerinin başarılmasında en fazla yardımı sağlayacak bilgi kaynakları olacaktır.
- Operatörlerin ekipmanları üzerindeki ilgilerinin daha da arttırılmasını ve ekipman hataları üzerinde odaklanmalarını sağlar.
- Sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarının problemin analizi ve çözümü sırasında yaptıkları çalışmalarda başarının gelmesini sağlayan beyin fırtınası sürecinde bir katalizör görevi görür.

Bu formların kullanılması nedeniyle elde edilen deneyimlerin sonucuna göre şu durum ortaya çıkmıştır; operatörlerin sadece ne olduğunu tam anlamıyla ifade etmekle kalmayıp, meydana gelen arızanın neden meydana geldiği konusunda doğru bir yaklaşımla uygun izahı yaptıkları görülmüştür. Özellikle üçüncü soru arızaların azaltılması hususunda oldukça faydalı olmaktadır.

Sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarına problemin uygun çözümü için karar verme sürecinde en fazla yardımı sağlayacak ve en kullanışlı olan dokümandır. Hatanın doğru bir şekilde tanımlandığı hata bilgi kağıtları çözüme ulaşmada büyük katkılar sağlarlar. Tablo 6.4' te hata bilgi kağıdı örneği görülmektedir.

Tablo 6.4 Hata Bilgi Kağıdı [17]

TVB HATA BİLGİ KAĞIDI	
Ekipman No:..... Ekipman Tanımı:.....	
Tarih:..... Saat:..... Operatör:.....	
1. Ne oldu? (Arızayı tanımlayınız.)	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
2. Neden? (Arızaya neyin sebep olabileceğini düşünüyorsunuz?)	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
3. Gelecekte olabilecek benzer arızaları önlemek için ne yapılabilir?	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

6.3.3 Ekipman Durum Analizi

Ekipman durum analizi formu operatörlerin ekipmanlarına ve TVB sürecine olan ilgilerini arttırmada önemli bir rol üstlenen araçlardan biridir. Ekipman durum analizi ile operatörlerin ekipmanların bakım ve iyileştirme ihtiyaçlarını kritik etmeleri sağlanmaktadır.

TEE gözlem ve hesaplama formu kadar objektif sonuçlar vermemekte olup yaklaşım daha subjektiftir. Bazen oldukça duygusal durumlar formda gözükmektedir. TEE gözlem ve hesaplama formunda yer almayan unsurlar, örneğin, fark edilmeyen kabiliyetler ve genel durum, bu formda yer almaktadır ve sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarınca değerlendirilmektedirler.

Bu form ile takımlar dikkatlerini önceden bakım ve iyileştirme ihtiyaçları üzerine odaklayabilmektedirler. Ayrıca bu odaklanma çalışanların motivasyonlarını arttırmakta olup, takım çalışmasını güçlendirmekte ve katılım oranını arttırmaktadır.

Ekipman durum analizinde, ekipman, sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarınca şu başlıklar altında değerlendirilirler:

1. Güvenilirlik
2. Kabiliyet
3. Genel Durum
 - Görünüş / Temizlik
 - Operasyon Kolaylığı
 - Güvenlik / Çevre

Bu değerlendirme sonucunda ekipmana 1 ile 5 arasında bir not verilir. Bu notların anlamları şöyledir;

- 1: Kötü** (Tüm standartların altında, kullanılmamalı)
- 2: Zayıf** (Standartların altında, sınırlı yetenekler)
- 3: Orta** (İyileştirilebilir, ihtiyaçları tespit edilmeli)
- 4: İyi** (İyileştirmelerle daha da iyi olabilir)
- 5: Mükemmel** (Tüm beklentileri karşılayabilir)

Bu notların anlamlarını biraz daha açalım. Eğer ekipmanın aldığı not 1-kötü ise; ekipman tüm standartların altındadır, bu ekipmanla operasyon yapmak oldukça güçtür, güvenilir değildir, TEE çok düşüktür, ekipmanda bu güne kadar hiçbir iyileştirme çalışması yapılmamıştır, operasyon yapmak güvenli değildir, önleyici bakım yapılmamıştır, ıskarta oranı çok yüksektir ve toleranslar tutturulamamaktadır.

Bu durumdaki bir ekipman için yapılması gereken faaliyetler şunlar olabilir;

- Üretimde kullanılamaz, hurdaya ayrılır.
- Tekrardan inşa edilebilir.
- Önleyici bakım faaliyetlerine başlanabilir.
- Tümüyle temizlenir.
- Tekrardan boyanır.
- Saklanabilir.
- Fonksiyonelliği iyileştirilebilir.
- Operasyonların güvenli bir şekilde yapılabilmesi için iyileştirmeler yapılabilir.

Eğer ekipmanın aldığı not 2-zayıf ise; standartların altındadır, ancak kabul edilebilir düzeydedir, ekipmanla operasyon yapmak kolay değildir, sınırlı yetenekleri mevcuttur, kirlidir, düşük TEE' ye sahiptir, yüksek ıskarta oranına sahiptir ve önleyici bakım faaliyetleri düşük seviyede yapılmaktadır. Bu durumdaki bir ekipman için yapılabilecek faaliyetler şunlar olabilir;

- Tekrardan inşa edilir.
- Fonksiyonelliği iyileştirilebilir.
- Operasyonların güvenli bir şekilde yapılabilmesi için iyileştirmeler yapılabilir.
- Önleyici bakım faaliyetleri iyileştirilebilir.
- Tümüyle temizlenir.
- Muayene teknikleri iyileştirilebilir.

Eğer ekipmanın aldığı not 3-orta ise; ihtiyaçları tespit edilmelidir, ekipmanın güvenilirliği zayıftır, önleyici bakım faaliyetleri yerine getirilmektedir ancak ekipman iyi durumda değildir, yeteneklerindeki sınırlılıklar daha azdır, görünüşü normaldir, TEE seviyesi ortalama düzeydedir ve ıskarta oranı ortalama seviyededir. Bu durumdaki bir ekipman için yapılması gereken faaliyetler şunlar olabilir;

- Gerekli fonksiyonları iyileştirilebilir.
- Muayene teknikleri iyileştirilebilir.
- Önleyici bakım faaliyetleri iyileştirilebilir.
- Tümüyle temizlenebilir.
- Kötüleşmesine izin verilmemelidir.

Eğer ekipmanın aldığı not 4-iyi ise; makinanın güvenilirliği iyi durumdadır, görünüşü oldukça iyi durumdadır, ıskarta oranı oldukça düşüktür, önleyici bakım faaliyetlerinin tümü yerine getirilmektedir, ekipman üzerinde bir takım iyileştirme çalışmaları yapılmıştır, TEE düzeyi iyi durumdadır ve de tüm standartları sağlamaktadır. Bu durumda olan bir ekipman için yapılması muhtemel olan faaliyetler şunlardır;

- Önleyici bakım faaliyetlerinin daha düzenli olması için çalışmalar yapılabilir.
- Muayenede kullanılan ekipmanların korunması için çalışmalar yapılabilir.
- Yağlama ve temizlik faaliyetlerine devam edilebilir.
- Ekipman üzerinde iyileştirilmesi muhtemel olan yerler için çalışılabilir.
- Kötüleşmesine izin verilmemelidir.

Eğer ekipmanın aldığı not 5-mükemmel ise; ekipman mükemmel durumdadır, ekipman sanki yeni alınmış bir makine gibi görünüşe sahiptir, kabiliyetleri oldukça iyidir, ıskarta oranı sıfırdır, ekipman iyileştirilmiştir, arıza meydana gelmemektedir, mükemmel düzeyde başarılı önleyici bakım faaliyetleri yerine getirilmiştir ve de TEE seviyesi mükemmel durumdadır. Bu durumda olan bir ekipman için yapılması gereken faaliyetler şunlardır;

- Müşterilere gösterilmelidir.
- Kötüleşmesine izin verilmemelidir ve temizlik düzeyi korunmalıdır.
- Mükemmel seviyedeki önleyici bakım rekorları sürdürülmelidir.

Ekipman durum analizinde kullanılan form şu bilgiler yer almaktadır; ekipmanın adı, ekipmanın numarası, değerlendirmenin kim tarafından yapıldığı ve tarihi, değerlendirme notu, ekipmanın güvenilirliği hakkındaki görüşler, yetenekleri hakkındaki görüşler, genel durumu hakkında bilgi. Genel durumu ile ilgili şu bilgiler verilmektedir; görünüşü-temizliği, operasyon kolaylığı, güvenlik-çevre.

Tablo 6.5 Ekipman Durum Analizi Formu

TVB EKİPMAN DURUM ANALİZİ FORMU	
Ekipman No:..... Ekipman Tanımı:.....	
Tarih:..... Değerlendirmeyi Yapan:.....	
Değerlendirme Notu:.....	
1. Güvenilirlik	
Yorumlar:	
2. Yetenekler (Makinanın yapabilecekleri hakkında ne düşünüyorsunuz?)	
Yorumlar:	
3. Genel Durum (Görünüş-Temizlik, Operasyon Kolaylığı, Güvenlik-Çevre)	
Yorumlar:	

Bu formlarda verilen notların çoğu zaman düşük çıkması sürpriz olarak karşılanmamalıdır. Çünkü operatörler ekipman hakkındaki görüşlerini söylemekten çekinmezler. Ekipman durum analizine göre yapılabilecek olası faaliyetler sürekli iyileştirme faaliyet takımlarına, bakım personeline, mühendislere ve yönetime çalışmalarında yardımcı olmaktadır. Bu form, sürekli iyileştirme faaliyeti takımlarınca toplantılarda, ekipmanın en iyi ve tam bir şekilde değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Tablo 6.5’ de ekipman durum analizinde kullanılan form örneği verilmektedir. [17]

6.3.4 Ekipman Tarihçesi

İyi bir şekilde hazırlanmış ekipman tarihçesi bakım, iyileştirme ve önleyici mühendislik faaliyetleri için hayati öneme sahip bir dokümandır. Ancak günümüzde çok az sayıdaki firma ekipman tarihçesini hazırlamakta ve kullanmaktadır. Ekipman tarihçesi olmadan şu noktalar başarılamaz;

- Tekrarlayan hataların izlenmesi güçleşir
- Bakım - onarım maliyetleri ile parça değiştirme maliyetlerinin karşılaştırılması olanaksız hale gelir
- Önleyici bakım faaliyetlerinin izlenmesinde güçlükler yaşanır.

Ekipman tarihçesinde şu kısımlar bulunmaktadır;

- Ekipmanın numarası
- Tanımı
- Üretime alındığı tarih
- Maliyeti
- Değiştirme maliyeti
- Bakım-onarım yapıldığı tarih
- İş talep numarası
- Bakım-onarım faaliyetinin kısa bir tanımı
- İşçilik saati ve maliyeti
- Değiştirilen parçanın maliyeti
- Toplam onarım maliyeti
- Kümülatif maliyet

Ekipman tarihçesi yardımıyla elde edilen kümülatif maliyetler ekipman değişim maliyeti ile karşılaştırılır. Çünkü ekipmanı işler durumda tutmak için yapılan faaliyetlerin toplam maliyeti ekipmanı değiştirme maliyetinde yüksek çıkıyorsa o ekipmanı hala üretimde kullanmanın bir anlamı kalmayacaktır. İşte ekipman tarihçesinin önemi bu noktada daha da anlaşılmaktadır.

İyi bir şekilde hazırlanmış ekipman tarihçesi ekipman iyileştirme faaliyetleri için vazgeçilmez bir dokümandır. Çünkü ekipman tarihçesi sürekli iyileştirme faaliyet takımlarına TEE gözlem ve hesaplama formu ve ekipman durum analizine oranla daha detaylı bilgiler vermekte özellikle tekrarlayan arızaları veya hataları daha açık bir şekilde sunmaktadır.

Ayrıca bakım-onarım maliyetlerini gösterdiği için iyileştirme karar verme sürecinde üst yönetime de yardımcı olmaktadır. Çünkü iyileştirme ile katlanılacak olan maliyet bakım-onarım maliyetlerinin çok üstünde olabilir. Bu noktada da fayda-maliyet analizinin daha da kolay bir şekilde yapılabilmesi için ekipman tarihçesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. [17,22]

6.4 Problem Analiz Ve Çözme Teknikleri

Problemler, insanlarda heyecan ve korku yarattıklarından gerilime yol açabilirler. Gerilim içindeyken çözüm aramak ise pek verimli bir uğraş olmaz. Bu nedenle problemlere kılık değiştirmiş, maskelenmiş fırsatlar olarak bakmaya çalışmalıyız. Problemlere böyle iyimser bir bakış açısıyla yaklaştığımızda gerilim azalmış olacaktır.

Problemleri olması gerekenden (yani hedeflenenenden) arzulanmayan yönde sapmalar olarak görmeliyiz. Bir arabanın 100 km/saat hız yapabiliyor olması bir problem değildir, ta ki 150 km/saat hız yapabilmesi gerektiğini öğrenene kadar.

Yaşamımızın hemen her aşamasında problemlerle karşılaşmaktayız. İnsanlar genelde problemlerden hoşlanmadıklarından bir an önce onlardan kurtulmayı arzular. Doğal eğilim, ilk akla gelen mantıki ve geçerli gibi görünen çözümü benimsemektir. Ne yazık ki ilk akla gelen çözüm (mantıki ve geçerli gibi görünse bile) her zaman en iyi çözüm olmayabilir, hatta beklenmeyen yeni problemlere yol açabilir.

Problemlerin çözümlerinin bir takım aşamaları vardır. En yaygın kabul gören problem çözüm modeli aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- Problemin tanımlanması
- Çözüm seçeneklerinin geliştirilmesi
- Seçeneklerin değerlendirilip en iyisinin belirlenmesi
- Çözümün uygulanmaya konması ve izlenmesi

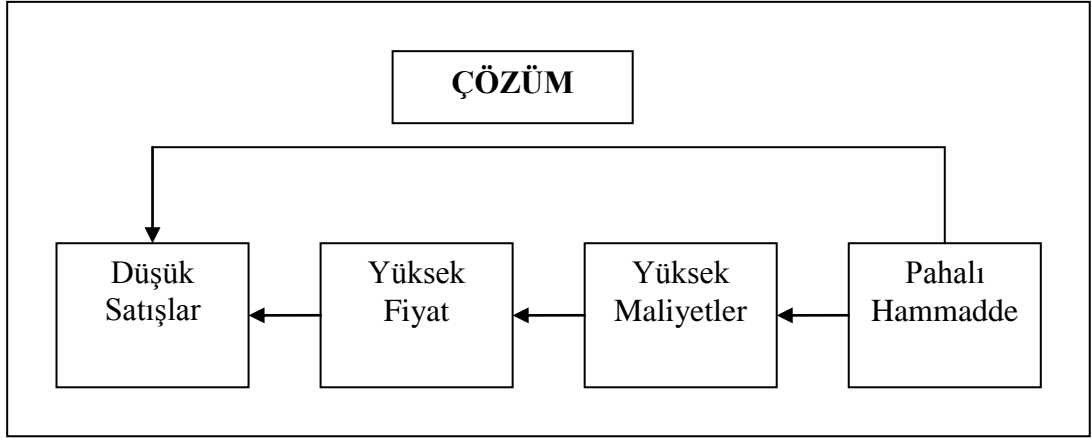
Amaç, gerçek problemi anlamak, görmek onu doğru olarak tanımlamak, teşhis etmektir. Doğru tanımlanmış bir problem yarı çözülmüş demektir. İyi bir problem tanımı problemle ilgili şu unsurları içermelidir:

- Tüm bilinenler
- Tüm bilinmeyenler
- Tüm arzulananlar.

Doğru problem tanımı; bizleri, bazı belirtileri problem sanma yanılgısından kurtarır. Örneğin, bir çocuğun ateşi yükseldiğinde “ Yüksek Ateş” olarak tanımlanırsa, doğru çözüm, ateş düşürücü ilaçlar vermek olacaktır. Ancak ateş başka bir rahatsızlığın belirtisiyse, o rahatsızlık tanımlanıp düzeltilmedikçe esas problem çözülmemiş, ancak geçici bir rahatlama sağlanmış olacaktır. Doğru problem tanımında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Objektif veriler toplayın.
- Tüm ilgili birey ve kaynaklardan bilgi ve veri toplayın, yetersiz bilgi ile işe başlamayın.
- Problemi açık, belirgin terimlerle tanımlayın.
- Problemin kimin sorumluluğu olduğunu belirleyin.
- Problemi tanımlamanın çözümü de içermemesine dikkat edin.

Doğru problem tanımı aynı zamanda değişik problemler arasındaki ilişki zincirlerini de ortaya çıkaracaktır. Örneğin, bir ürünün satış hedefine erişmemiş olması bir problemdir. Bu problemin nedenleri araştırıldığında fiyatın yüksek olması başlıca neden olarak belirebilir. Fiyat yüksekliğinin nedeni ise yüksek üretim maliyetleri olabilir. (Şekil 6.4)



Şekil 6.4 Değişik Problemler Arası İlişki Zinciri ve Problemin Çözümü [28]

Operatörler, problem analiz ve çözüme teknikleri konusunda eğitilmelilerdir. Çünkü sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarında operatörlerin aktif katılımının daha yüksek olmasının sağlanabilmesi ve daha iler ki zamanlarda operatörlerin kendi ekipmanlarında bir takım iyileştirmeleri kendi kendilerine yapmalarına yardımcı olunabilmesi için bu eğitimlerin verilmesi gereklidir.

Operatörlere problem analiz ve çözüm teknikleri konusunda eğitimi için şu yollar izlenebilir;

- Şirket bünyesindeki endüstri mühendislerinin eğitim vermeleri sağlanabilir,
- Şirket dışından, misyonu firmalara eğitim desteği vermek olan bir kuruluş ile anlaşma yapılabilir ve operatörler, belirli bir programa göre ya fabrikada ya da eğitimi veren kuruluşun eğitim yerlerinde süresi 2 ile 5 gün arasında değişen eğitimlere katılabilirler.

Ancak bu eğitimlerden maksimum faydanın temini, operatörlerin bu konuları en iyi şekilde anlayabilmesinin sağlanması ile mümkün olmaktadır. Bu da eğitimin çok karmaşık olmamasını gerektirmektedir. Operatörlerin verilen eğitimi tam olarak kavrayamaması halinde kendi takımlarındaki mühendislerce eksikliklerinin tamamlanması gerekmektedir.

Operatörlerce öğrenilmesi ve uygulanması en kolay olan, ekipman iyileştirme çalışmalarında kullanılabilecek problem analiz ve çözüm tekniklerden bazıları şunlardır;

1. Pareto Analizi
2. Kök – Neden Analizi [17]

6.4.1 Pareto Analizi

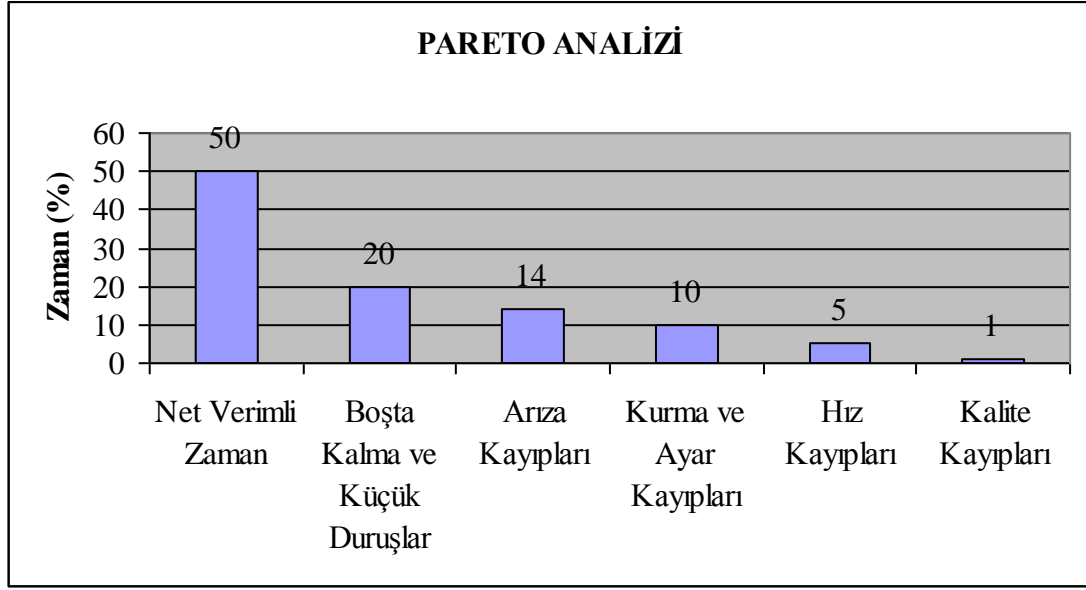
Pareto analizi, anlaşılması ve uygulanması en kolay tekniklerden biridir. Bu teknik problemlerin tanımlanmasında iyi olmakla problemin çözümü hususunda pek kullanışlı değildir.

1897 yılında İtalyan ekonomist Vilfredo PARETO tarafından ortaya atılan teori daha iler ki yıllarda Joseph DURAN tarafından genişletilmiştir. Günümüzde 80 / 20 kuralı olarak bilinmektedir. 80 / 20 kuralının anlamı şudur; problemlerin % 80' i nedenlerin % 20' sinden kaynaklanmaktadır. Farz edelim ki, bir makinanın hata yapmasına neden olan 10 sebep var. Bu sebeplerden sadece ikisi hataların % 80' ini meydana getirmektedir.

Joseph DURAN bu tekniği hata analizinde kullanmaya başlamış ve bu teknik yardımıyla hayati öneme sahip hatalar ile önemsiz hataların birbirinden ayırt edilmesinin gerekliliğini savunmuştur. Örneğin;

- Satışların % 75' in ürünlerin sadece 5 çeşidinden sağlanmaktadır.
- İşçilerin % 10' u problemlerin % 80' inin kaynağıdır.
- Müdürlerin zamanının % 80' ini işçilerin % 20' si almaktadır. [29]

Aşağıda gösterilen şekil 6.5' de Pareto diyagramına örnek verilmiştir. Şekilden anlaşılacağı gibi, üretim yapan bir işletmede, TVB felsefesi ışığı altında tanımlanan ekipman kayıplarının yüklem zamanının içindeki yüzdelik değerleri ve net verimli zamanın yüzdelik değeri gösterilmektedir. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları ekipman iyileştirme analiz safhasında uygulanması ve anlaşılması oldukça kolay olan bu tekniği kullanmaktadırlar.



Şekil 6.5 Pareto Diyagramı Örneği [17]

6.4.2 Kök Neden Analizi

Problem çözümünde TVB yaklaşımı “bir kere ve hepsi için” çözümdür. Bu nedenle sürekli iyileştirme faaliyet takımları problemi tanımladıktan sonra kök nedenini bulmaya çalışırlar. Kök neden aranırken belirtileri nedenlerden ayırmak çok önemlidir. Problemlerin genellikle görünür bir nedeni bir de kök nedeni vardır. [2]

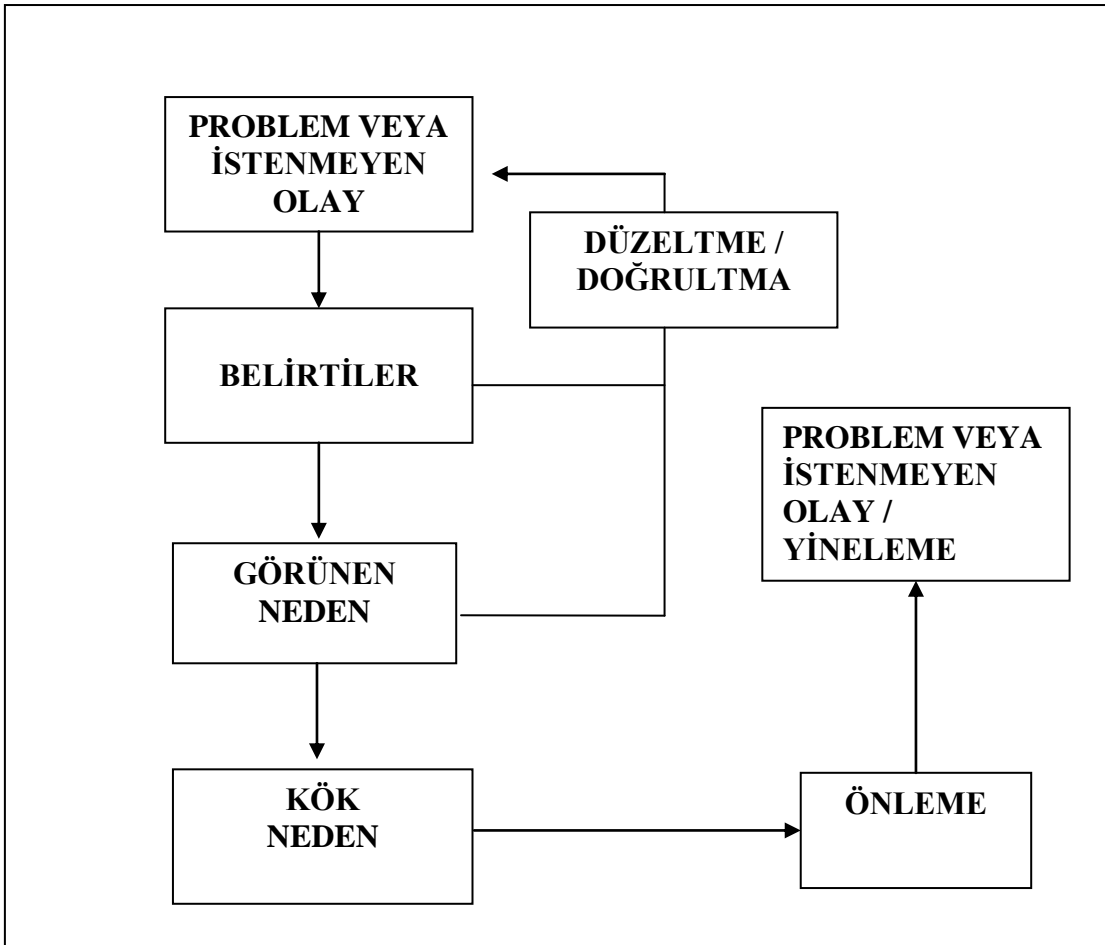
Bir problem oluşurken veya oluşuktan sonra bazı belirtiler ortaya çıkar. Hata oluşumundan önce bu belirtiler kullanıcıya bazı şeylerin kötü gittiğini söylerler. Örneğin tıpta belirti (ateş) vücuttaki hastalıkla birlikte gelir. Belirti bir neden (hastalık) değil fakat problemin açığa çıkışıdır. Ateş termometreyle kolaylıkla yakalanabilir fakat bu onun nedenini belirlemez. Bu yüzden görünür nedenle kök nedeni ayırmak çok önemlidir.

Bir problemin ancak kök nedeni bulunabilirse ancak o durumda “bir kere ve hepsi için” çözüm bulunabilir. Bazı durumlarda görünür neden kök neden de olabilir. Çözümlerin iyi bir analizle yakalanması deneyim gerektirir. Belirtilerin ve görünür nedenlerin kök nedenlerden ayrımının önemi Şekil 6.6’ da gösterilmiştir.

Kök neden analizi çalışmalarında çeşitli analiz teknikleri kullanılmaktadır. Örneğin; değişim analizi, engel analizi, sebep ve etki diyagramı, mantık ağacı analizi, neden – neden analizi, PM analizi vb. Çeşitli firmalar kök neden analizi yapabilmek için

çeşitli yazılımlar kullanmaktadırlar. Bu yazılımlara örnek olarak PROACT, REASON verilebilir. Bu yazılımların seçiminde çeşitli kriterlerden faydalanılır. Bunlar;

- Doğrulanabilirlik: Verilerin olabildiğince çabuk bir şekilde doğrulanabilirliği
- Bütünlük: Verilerin bir bütünlük içerisinde elde edilebilirliği
- Karşılaştırılabilir: Verileri faydalarının karşılaştırılabilirliği
- Maliyet etkinliği: Sonuçların maliyet etkinliği sistemin maliyet etkinliğinin göstergesidir.
- Büyüme potansiyeli: Çözümü gerçekleştirilmiş problemlerle ilgili tecrübelerden yararlanılması sağlanabilirliği. Problem çözüm çıktılarının diğer işlemlerde de kullanılabilirliği .
- Yayılabilirlik: Organizasyonun tüm bölümlerinde kullanılabilirlik.[22]



Şekil 6.6 Görünen ve Kök Nedenler [29]

Sürekli iyileştirme faaliyeti takımları için kök neden analizi spesifik problemlerin çözümünde kullanışlı iyi bir araçtır. Sebep ve etki diyagramı, Mantık ağacı analizi, PM analizi ve Neden – Neden analizi ekipman iyileştirme faaliyetlerinde kullanılması en uygun olabilecek araçlardır. İstenmeyen durumların oluşmasında etkili olan nedenler ve bunların etkilerini sunmaya çalışan bir yöntemdir. Kök neden analizi takım üyelerini biraz derin düşünmeye yönelten bir yaklaşımdır. Bu analiz yönteminin kullanılabilmesi için operatörlerin fizik ve mekanik bilgilerinin belli bir seviyede olması gerekmektedir. Bazen takımlar bir problemin birden fazla kök nedenine ulaşırlar. Bu bulmacayı çözmek için oldukça sistematik ve bilimsel bir yol izlemelidirler. Bir neden ortadan kaldırıldıktan sonra diğer nedenin ortadan kaldırılması için çaba harcanmalıdır. Bu çabalar problemin nedeninin ortadan kaldırılmasına kadar devam etmelidir. [2,17]

Sebep ve etki diyagramı Japon bilim adamı Dr. Kaoru ISHIKAWA tarafından bulunmuştur. Yapısı bir balığın iskeletini andırıldığından bu diyagrama kılçık diyagramı da denmektedir. Bir sebep ve etki diyagramı, koşul üzerindeki spesifik problemlerin olası sebeplerini gösteren bir analiz aracıdır. Bir sebep ve etki diyagramı bir etki ile bunun sebepleri arasında anlamlı bir bağıntıyı temsil etmek için tasarlanmış doğrular ve sembollerden oluşan bir resimdir. [29]

Sebep ve etki diyagramı, ya kötü bir etkiyi araştırmak ve sebeplerini düzeltmek amacıyla girişimde bulunmak için veya iyi bir etkiyi araştırmak ve bundan sorumlu olan sebepleri öğrenmek için kullanılır. Her etki için çok sayıda sebep olabilir.

Bir sebep ve etki diyagramı şu amaçlar doğrultusunda kullanılır;

- Problem veya konunun potansiyel sebeplerinin tanımlanması (örneğin; neden telefona zamanında cevap verilmedi? Üretim prosesi neden ani olarak ve fazla sayıda hata oluşturmaya başladı?)
- Ana sebeplerin dört kategori altında özetlenmesi (insan, makina, malzeme, metotlar veya politikalar, prosedürler, insan, atölye gibi) [2]

Sebep ve etki diyagramının oluşturulmasında adımlar;

1. Problemi tespit edin. Ayrıca problemi açık ve herkesin anlayabileceği şekilde tanımlayın.

2. Ana sebep kategorilerini tanımlayın. Ana sebepler ekipman iyileştirme faaliyetlerinde şunlardır; makine, malzeme, metot, insan.
3. Problemin kaynaklanabileceği olası alt nedenleri beyin fırtınası faaliyeti yoluyla belirleyin.
4. Problemin kaynaklanabileceği en olası nedenden başlayarak (gerçek nedeni bulana kadar) nedenleri doğrulamaya çalışın.

Problemlerin kaynaklanabileceği olası nedenlerin belirlenmesi aşamasında amaç, mümkün olduğu kadar çok çözüm seçeneği üretmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için beyin fırtınası tekniği kullanılır. Beyin fırtınası yöntemi:

- Konu seçiminde,
- Olası soruları önceden belirlemede,
- Bir soruna yol açan nedenleri saptamada (Sebep-Sonuç Analizi),
- Bir sorunla ilgili hangi verilerin toplanacağını saptanmasında,
- Bir sorunu ortadan kaldıracak çözüm önerilerinin belirlenmesinde,

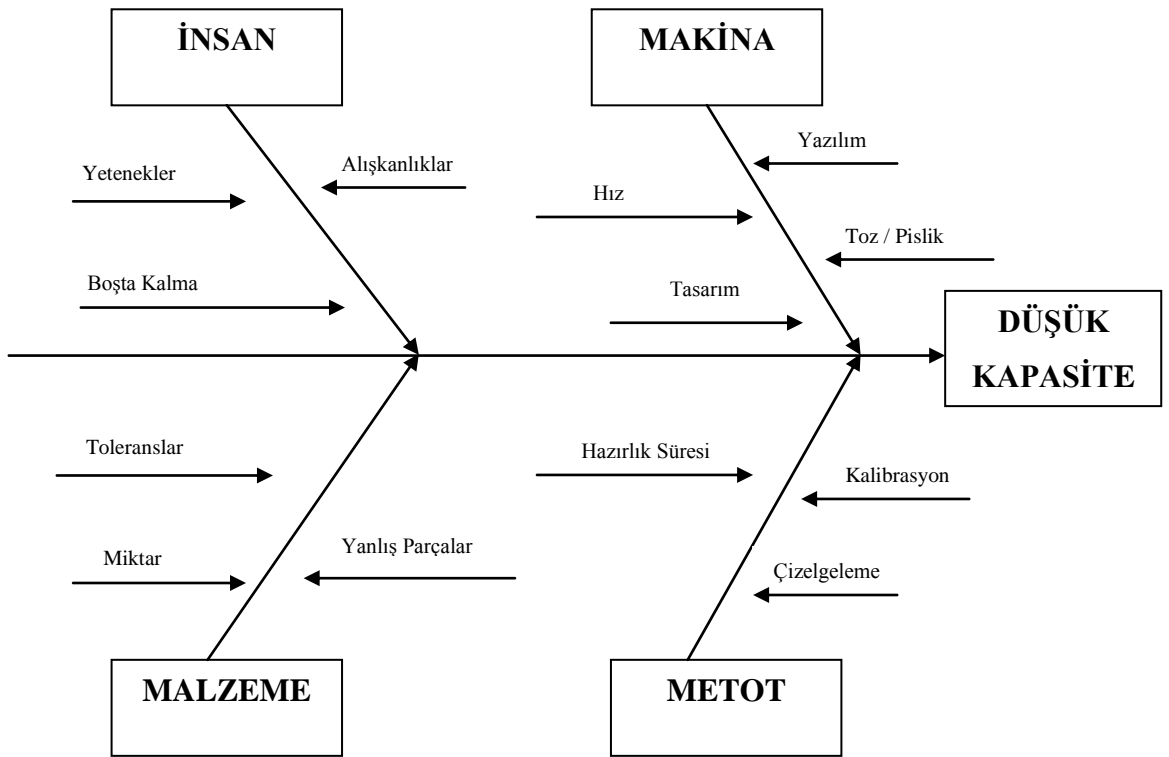
başarıyla kullanılır. Beyin fırtınası, bir grup insanın yaratıcı bir şekilde düşünerek fikir üretmesi tekniğidir. Beyin fırtınası kuralları şunlardır:

- Her kişi, aklında kaç fikir olursa olsun sırası geldiğinde her seferinde yalnız bir fikir önermelidir.
- Öneriler yapıldıkları anda değerlendirilmeli ve üzerinde tartışılmamalıdır.
- Sırası gelen kişinin o anda aklına bir şey gelmeyebilir. O zaman “pas” der. Bir sonraki turu bekler.
- Oturuma katılanlar önerilerini zorlamasız olarak yapmalı, rahat olmalıdırlar.
- Çok sayıda fikir üretilmesine çalışılmalıdır.
- Üyeler abartmaya teşvik edilmelidir.
- İyi niyetli gülümseme ve gayri resmi bir ortam yaratıcı çalışmalar için havayı yumuşatmak amacıyla grup üyeleri teşvik edilmelidir.
- Beyin fırtınası bir turda herkes “pas” deyince biter.

Beyin fırtınası tekniğinin adımları şunlardır:

1. Adım: Beyin fırtınasına tabi tutulacak konu açık ve kesin bir biçimde belirlenir.

2. Adım: Beyin fırtınası kuralları tekrar edilir.
3. Adım: Beyin fırtınası oturumu başlar. Bir üye yapılan önerileri herkesin görebileceği büyük bir kağıt üzerine yada beyaz tahtaya yazar.
4. Adım: Değerlendirilecek önerilerin sayısını azaltmak için 1.tur oylamaya geçilir. Her öneri oylanır. Oylamaya katılanlar doğru olduğuna inandıkları her öneriye oy verirler. En çok oy alan öneriler bir daire içine alınarak işaretlenir. En az oy alan önerilerin 2.tur oylamaya alınıp alınmayacağına oturuma katılanlar karar verir.
5. Adım: İşaretlenen öneriler herkes tarafından anlaşılana kadar üzerinde tartışılır.
6. Adım: 2.tur oylamaya geçilir. Bu oylamada her üye sadece bir öneriye oy verebilir. Oylama sonunda öneriler (çözümler) önem sırasına göre belirlenmiş olur. [28]



Şekil 6.7 Sebep ve Etki Diyagramı Örneği [17]

Sebep ve etki diyagramı sürekli iyileştirme takımlarınca hataların süreçteki ve ekipmandaki sebeplerinin ve etkilerinin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Sebep ve etki diyagramı grup çalışmalarını teşvik etmekte olup problemlerin çözümü için muhtemel çözümler sağlamaktadır. Sebep ve etki diyagramı yaygın olarak kullanılan

bir teknik olmakla birlikte ekipman iyileştirme faaliyetlerinde problem çözümüne getirdiği kolaylık nedeniyle ve de operatörler tarafından kolaylıkla anlaşılabilirdiği için kullanılmaktadır. (Şekil 6.7)

Mantık ağacı analizini bir örnek üzerinde tartışalım, pompa arıza yaptı. Bu arızayı gidermek için bakım ekipleri çalıştıklarını ve arızanın rulman arızası nedeniyle ortaya çıktığını tespit ettiklerini düşünelim. Pompanın arızalanma nedeni rulman arızasıdır, bu arızanın görünen nedenidir. [30]

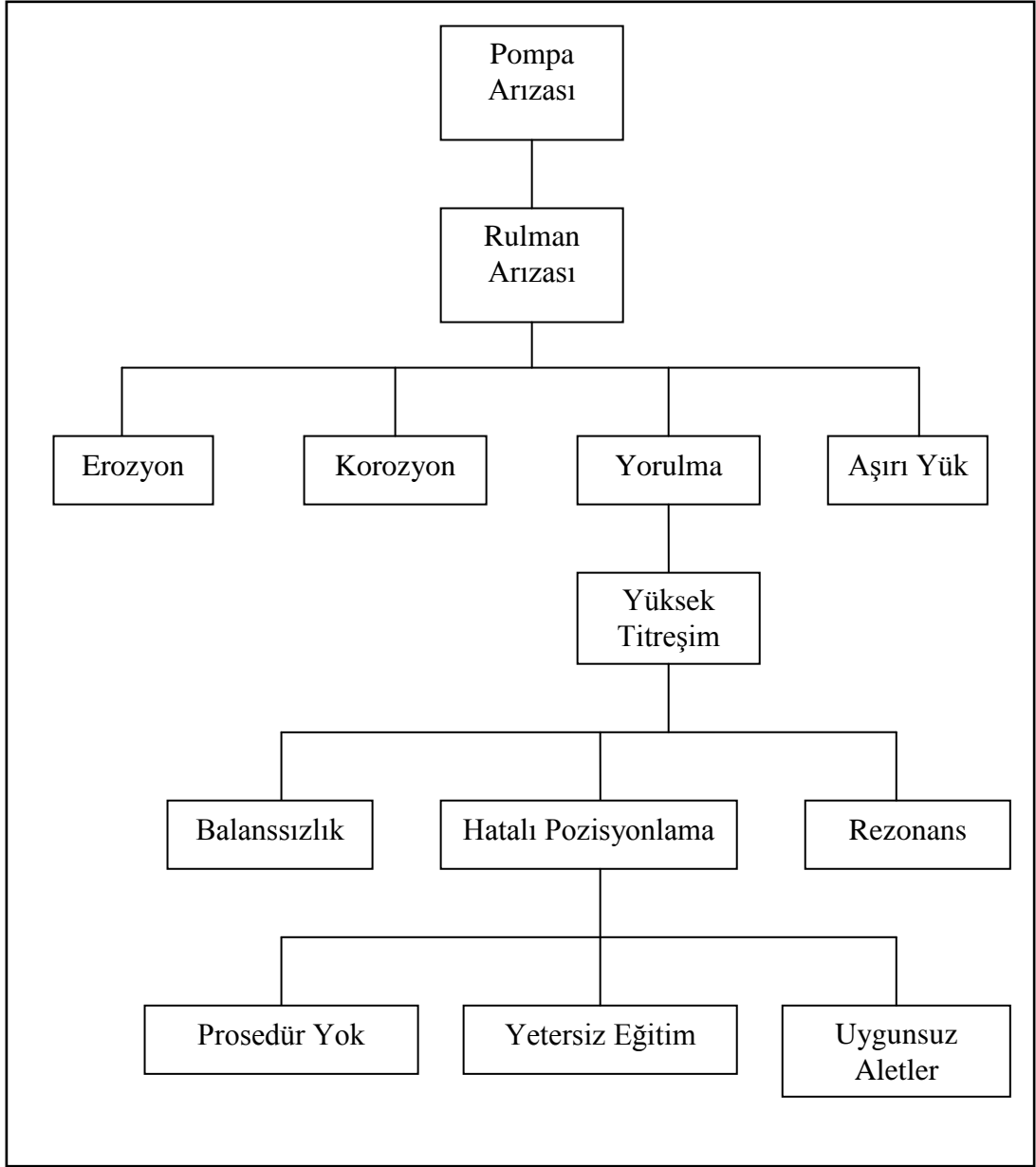
Mantık ağacı analizinde bundan sonraki adım rulman arızası nasıl meydana geldi sorusunun araştırılmasıdır. Bizim hipotezlerimiz şunlar olabilir; erozyon, korozyon, yorulma ve aşırı yük. Bu noktada kafalarda şu soru oluşur, hangi nedenin doğru olduğunu nasıl ortaya çıkarabilirim? Bunun için rulman metalurji laboratuvarlarında analiz edilir ve test raporu bize sonucu verecektir. Rulman arızasının nedeninin yorulma olduğunun ortaya çıktığını düşünelim. Diğer nedenler elemine edilmiş kabul edilir.

Şimdiki aşamada yorulmanın nasıl meydana geldiği sorusunun cevabı aranmalıdır. Bu noktadaki hipotezimiz yüksek titreşim olsun. Bu yargıya da titreşim izleme kayıtlarından vardık. Peki bu yüksek titreşim nasıl oluştu? Bu noktadaki hipotezlerimiz, balanssızlık, rezonans ve pompanın yanlış pozisyonlanması olsun. Daha sonra bu hipotezler üzerinde çalışılır ve hangisinin yüksek titreşime neden olduğu araştırılır. [31]

Balanssızlık nedeni için balans belgeleri incelenir, rezonans için titreşim kayıtları incelenir ve pompanın yanlış pozisyonlanması ile ilgili olarak bu işlemi kimin ve nasıl gerçekleştirdiği incelenir. Bu incelemeler sonucunda pompanın neden yüksek titreşime maruz kaldığı anlaşılır. Pompanın yüksek titreşime maruz kalmasının nedeninin pompanın yanlış pozisyonlanması olduğu ortaya çıksın. Bu yargıya da laserli pozisyonlama teknolojisiyle varılabilir.

Şimdi yapılması gereken pompanın neden yanlış pozisyonlandığının araştırılmasıdır. Bu konu ilgili olarak hipotezlerimiz; prosedürlerin yokluğu, yetersiz eğitim ve uygunsuz aletler olsun. Artık bu noktadan ileriye gidilerek bu nedenlerin nasıl meydana geldiğini araştırmak artık zorlaşmaya başlamıştır. Bu nedenlere belirtileri

görülmeven kök adı verilir. Bu noktada analiz artık sonuçlanmıştır. Artık bu nedenlerin ortadan nasıl kaldırılacağı ile ilgili olan çalışmalar başlar.



Şekil 6.8 Mantık Ağacı Örneği [32]

Prosedürler oluşturulur, eğitimler verilir ve de uygun aletlerin kullanılması sağlanır. Bu çalışmalar sonucunda pompa arızasının tekrar meydana gelmesinin önüne geçilememiştir. Bu hatanın tekrar oluşmasının önüne geçilmesi için problemin gerçek kök nedeninin bulunması gerekmektedir bu da yüksek maliyetler demektir. Şekil 6.8’ de örneğe göre oluşturulmuş bir mantık ağacı örneği yer almaktadır.

Kayıplara sebep olan problemleri düzeltmeye başlamanın en çabuk yolu ekipmanın tam olarak nasıl çalıştığını anlamak ve her bir probleme mantıksal olarak bakmaktır.

Bir probleme mantıksal olarak bakmak demek en az beş kere “neden” sorusunu kullanmak demektir. Bu yöntem Neden – Neden analizi adı verilir ve bu analizi tekniğini bir örnek ile ele alalım: Dış yüzey işlemede hata

Adım 1: Neden?

Birinci neden bizi gerçekte ne olup bittiğinin bir açıklamasına ulaştırır: Silindirik bileyicideki parçanın bileme sonrasındaki boyutlarında değişkenlik.

Adım 2: Neden?

İkinci neden bizi ekipman mekanizmasına yöneltir: Parça boyutlarındaki değişkenlik bileme taşı ile malzeme arasındaki kontak arasındaki değişkenlikten kaynaklanmaktadır.

Adım 3: Neden?

Üçüncü neden ise bizi değişkenliğin sebebini sorgulamaya yöneltir. Sebep makinada mı? Sabitleyici de mi? Bir önceki işlemdeki arızalar mı? İşlem hatalı mı? Bu adımdan sonra tekrar neden sorusu sorulmalı ta ki kök nedene ulaşıncaya kadar. TVB felsefesi içinde sürekli neden diye sormak ekipman iyileştirmenin temelidir. [2,12]

PM analizi ise kronik kayıpların önlenmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bazı durumlarda diğer analiz yöntemleriyle kronik kayıpların önüne geçmek mümkün olmayabilir. Bu durumlarda PM analizi problemi çözmeye yetmektedir. PM analizi hatanın yerini belirlemek, karşı tedbirleri almak ve elde edilen deneyimleri bilinirleştirmek amacındadır.

P: Problem, Physical (Fiziksel), Phenomenon (Olay)

M: Mechanism (Mekanizma), Machine (Makina), Man (İnsan), Material (Malzeme), Measurement (Ölçme), Method (metot-yöntem)

PM analizi aşağıdaki adımlardan oluşur:

1. Adım: Olayın (problemin) tanımlanması: Her Őeyden önce, fenomenin tam olarak anlaşılması için, fenomenin görünüşü, durumu, görülebileceği yer, nedenleri ve sonuçları açısından benzer durumlarla karşılaştırılması ve olayın yapısının sınıflandırılması incelenmelidir. Olayın muhtemel detaylı sınıflandırması da oldukça önemlidir.

2. Adım: Olaya fiziksel bakış: Olaya sebepleri açığa çıkarmak için, birçok açıdan fiziksel bakış (irdeleme) yapmak gerekir. Mesela, bir üründe istenmeyen bir pürüz görüldüğünde, pürüzün temas sırasında zayıf olan yüzeyde mi olduğu yoksa başka malzemelerden mi olduğu bulunmaya çalışılmalıdır. Olayın sebebindeki etkenlerin görülme sıraları, analizde kullanılan metoda göre değişiklik gösterir. Olay analizindeki bu basit yaklaşıma göre:

- Olayda analiz edilen faktörlerin görülme sıraları faktörlere yapılan fiziksel irdelemenin nasıl olduğuna göre değişir.
- Teorik düşünülürse, sistematik düşünce faktörlere uygulanabilir ve faktörlerin gözden kaçması önlenmiş olur.
- Hissi düşünme sonucu olabilecek yanlış algılamının önüne geçilmiş olur.

3. Adım: Durumların olay için bir araya getirilmesi: Belirtilen şartlar sağlandığında olayla birleştiği görülen her durum incelenmelidir. Genelde, olaya katkıda bulunan şartların incelenmesi yetersizdir, sadece belirli şart ve ölçümler üzerinde durulduğu için diğer etkenlere dikkat edilmez. Bu yüzden hata ve arızalarda azalma sağlanamaz. Tüm sebeplerin dikkatle incelenmesi gerekir.

4. Adım: Makina, malzeme, metot, insan ve ölçme arasındaki ilişkinin anlaşılması: Etkenlerin etki derecesine bakılmaksızın M etmenleri türünden teorik sebep-sonuç ilişkileri düşünülerek olayın oluşundaki her faktör listelenmelidir.

5. Adım: Şartların ne olması gerektiğinin belirlenmesi: Mekanizmadan hareketle durum ne olmalı sorusuna cevap aranır. Araç mekanizmasına, mevcut araca, çizimlere ve bir çok standarda başvurarak yapılacak bir çalışma çoğu zaman kalite hatalarını ortaya çıkarır ve bir sonraki adımın ele alınmasına olanak verir.

6. Adım: Araştırma metodunun incelenmesi: Problem olan faktörleri çözebilmek için ne tür bir yöntem kullanılacağı belirlenir.

7. Adım: Hataların belirlenmesi: Seçilen araştırma metodunu yürürlüğe koymak için her faktörün etkisi ele alınır. Bu adımda, kalite hatalarını ve ikinci derece önemli hataları ele alırken, geleneksel fikirlere veya hüküm alışkanlıklarına fazla takılmayıp, ufak hataların yada şartların ne olması gerektiğine dikkat edilmelidir. Bu adımda olması gereken durumdan sapmalar ve önemsiz hatalar belirlenir.

Bu adımdan sonra iyileştirme planı yapılır ve uygulanır. PM analizi yaşanan sorunları (birçok sebepten kaynaklanan, birçok ölçüme rağmen çözümü zor olan ve çözmeye kalkışıldığında uzun zaman alan kronik sorunlar) sıfıra indirmeyi amaçlayacak şekilde geliştirilmiştir. Mesela metot, hata oranı % 0.5' ten sıfıra düşürüle bir durumda oldukça etkilidir. Ama hata oranının % 5-10 gibi olduğu bir durumda önce klasik analizlerle (neden-neden analizi) sorunun çözümüne belli bir oranda ulaşıldıktan sonra PM analizi uygulaması daha etkili olur. PM analizinde başarılı olabilmek için; sistemin işlev, yapısı, doğru kullanılması bilinmeli, optimum durumlar tanımlanmalı, optimum durumları koruması sağlanmalı, insan etmeni dahil nedenler araştırılmalı vs. [2]

Kök neden analizinin avantajları;

Uygun kaynakların kullanım potansiyellerini arttırmayı sağlamak: Etkili bir kök neden analizi uygun kaynakları kullanım potansiyellerini arttırarak daha fazla kullanılmalarını sağlar. Problemlerin tekrarlanmalarını önleyerek aynı probleme ilişkin yenilene araştırmaların önüne geçer böylece çalışanlar problemlerin çözümü için daha etkin olur ve az zaman harcarlar.

Gereksiz dar boğazları engellemek: Proses akışındaki dar boğazlar maliyetlerin artmasına sebep olabilir. Kök neden analizi hata veya problemlerin tekrarlanmasının önüne geçmesi yoluyla bu gereksiz dar boğazların ortadan kaldırılmasını sağlayabilir.

Objektif problem çözümünü sağlamak: Kök neden analizinin önemli bir avantajı onun doğasında var olan objektifliğidir. Analizi yapan kişiler problem çözümünde de analizin objektifliğinden yararlanarak verimli sonuçlar elde edebilir. Kök neden

analizi aynı anlayışla tamamlanmamış ve yarım kalmış çözümlerin önlenmesini sağlar.

Çözümlerin geniş çerçevede ele alınması ve bunların gelişiminin kolaylaştırılması: Kök neden analiz tekniklerine problemin doğru sebebini tanımlamak amacıyla sıkça başvurulur. Kök neden analiz teknikleri amaçlanmış çözümler yerine geliştirilmiş çözümleri ortaya koyabilir.

Diğer problemleri önceden tanımlamak ve engel olmak: Kök neden analizi diğer problemlerin engellenmesinde de kullanılabilir. Benzer veya ilişkili operasyonlar baz alınarak sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilir. Eğer kök neden analizi tarafından önerilen çözümler, problemlerin oluşumunu önlemekle birlikte problemin tekrarını da engelleyebilirse ilk hedef gerçekleştirilmiş olur.

Ayrıntıları tanımlamak, birleştirmek ve entegre etmek: Kök neden analizi teknikleri tüm analiz prosesi boyunca analizi yapan kişiye veya kişilere rehberlik etmek üzere tasarlanmıştır. Etkiler, ayrıntılar, neden faktörleri ve benzerlikler son kararın oluşturulması amacıyla toplanır.

Problemlerin yeniden oluşumunu engellemek: Problemlerin yeniden oluşumu iki şekilde engellenebilir. İlk çözüm, problemin nedenlerinin en temel aşamada tanımlanarak ve gerçek nedeni düzeltecek çözümler tasarlanarak sağlanır. İkinci yol, kök neden analizi programında bir kişi tarafından problemlerin bulunuşu ve çözümünün sürekli gelişimle birlikte gerçekleştirilmesidir.

Gelişimin elverişli koşullarını tanımlamak: Kök neden analizi, operasyonların ve uygulamaların aktif engellerle karşı karşıya kaldığı belirgin gelişme koşullarını tanımlamakta kullanılır. Kök neden analizi teknikleri orijinal olarak aktif problemleri kontrol altına almak amacıyla uygulanır. Bununla birlikte bu teknikler ileride potansiyel program veya sistem hatalarını bulmak ve önlemek amacıyla da kullanılabilirler. [29]

6.5 Sürekli İyileştirme Faaliyeti Süreci

Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmaları TVB faaliyetlerinin temel direklerinden biridir. Bu takımların çalışmalarının süreci aşağıdaki adımları içermektedir:

1. Model Seçimi: Model seçiminde şu noktalara dikkat edilir; en büyük kaybın yaşandığı ekipman veya hat, yaygınlaştırma faktörü en yüksek olan (diğer ekipman ve makinalar arasında en fazla benzeri bulunan) ekipman veya hat, TVB uygulama alanı içerisinde yer alan ekipman veya hat olması.

2. TVB Sürekli İyileştirme Faaliyet Takımları Oluşturulur: Takımlar kayıpları yok etmeye yönelik kişilerden oluşur. Her takımın bir adı ve lideri vardır.

3. Kayıpların Belirlenmesi: Kayıplar belirlenir ve açıkça tanımlanır. Pareto analizi bu noktada yardımcı olmaktadır. Kayıplara ilişkin yeterli veri yoksa veri toplanır. Çünkü veriler önceliklerin belirlenmesinde ve problem çözümü için karar verme aşamasında ihtiyaç duyulan unsurlardır.

4. İyileştirme Konusu ve Hedef Belirleme: Mevcut durumdaki kayıpların analizi sonuçlarına göre en büyük kayıp kaynağı iyileştirme konusu olmaktadır. Bu kayıp kaynağının analizine başlanır. Sıfır kayıp düşüncesine uygun olarak iddialı hedefler konur ve süre belirlenir.

5. Problemin Tanımı, Çözümü ve Görev Paylaşımı: Bu aşamada problemler tanımlanır ve problemlerin nedenleri araştırılır. Nedenler bulunduktan sonra görev paylaşımı yapılır.

6. Faaliyet Planının Hazırlanması: Faaliyet planı görevlerin plan dahilinde daha etkin bir şekilde yürütülebilmesi ve izlenebilmesi için gereklidir. Faaliyet planı hazırlanırken, TVB hedefleriyle uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Faaliyet planının ışığında görevler için süre verilir ve önlemler alınır.

7. İyileştirmenin Uygulanması: Sürekli iyileştirme faaliyet takımları çalışmaları için bir bütçe hazırlarlar ve bütçe sınırları içinde kalmaya çalışarak iyileştirme faaliyetini yerine getirirler.

8. Etkilerin Doğrulanması: İyileştirme uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar değerlendirilir. Örneğin, bir ekipmandaki en büyük kayıp kaynağı hız kaybı olabilir. Ekipman için konulan hız hedefine ulaşıp ulaşılmadığı incelenir, sonuçlar gözlemlenir.

9. Standartlar Hazırlanır: Problemlerin tekrarlamasını önlemek için operasyon standartları ve bakım prosedürleri hazırlanır ve standartlar geliştirilir. Yaygınlaştırma için el kitapları hazırlanır. Üst yönetim tarafından denetleme yapılır.

10. Yaygınlaştırma: Aynı tipteki diğer ekipman veya hatlarda yaygınlaştırılması için çalışılır. [24,33]

Sürekli iyileştirme faaliyeti en büyük kayıp kaynağı için tamamlanmıştır. Bundan sonra diğer büyük kayıp kaynağı üzerinde çalışmaya başlanır. Sürekli iyileştirme faaliyetinin süresi yaklaşık olarak 6 ile 18 ay arasında değişir. Amaç TEE' yi dünya sınıfındaki işletmelerin değerine ulaştırmaktır. [17]

Ekipman iyileştirme işte bu faaliyet sürecinin çıktılarında biridir. Takımlar kayıpların ortadan kaldırılması için bazen ekipman üzerinde değişiklik yapmak zorunda kalırlar. Bu değişimler ile inanılmaz sonuçlara ulaşabilirler. Örneğin, bir makina bir üründen 3200 adet üretirken bu sayı 640 adet artarak 3840 adete yükselebilir. Bu artış yıllık bazda düşünülecek olursa şirketlerin elde ettikleri kazançların ne boyutlarda olduğu daha da iyi anlaşılacaktır.

Sürekli iyileştirme faaliyeti yalnızca ekipman kayıplarını ortadan kaldırmamakta ayrıca malzeme (hatalı üretim nedeniyle atılan malzemeler), enerji (boşa harcanmış enerji), insan gücü kayıplarını (Yönetim-talimat bekleme, üretim hareketleri, hat organizasyonu, malzeme akışı, ölçme ve ayar) ortadan kaldırmaktadır. Sürekli iyileştirme ile üretim sürecinde katma değer yaratmayan faaliyetlerin elemine edilmesi içinde çaba sarf edilir.

7. EKİPMAN İYİLEŞTİRME UYGULAMALARI

7.1 BEKO Elektronik A.Ş. Uygulaması

Beko Elektronik A.Ş.’ de ekipman, işçilik, malzeme ve enerji kullanım etkinliğini sağlayarak üretkenliği arttıran uygulama Kobetsu – Kaizen çalışmalarıdır. Kobetsu – Kaizen Beko Elektronik A.Ş. TVB uygulamasının temel direklerinden biridir. Ekipman iyileştirme çalışmaları Kobetsu – Kaizen çalışmalarının bir çıktısıdır. Bu faaliyet bünyesinde üretkenliği etkileyen kayıplar “16 Büyük Kayıp” başlığı altında toplanmaktadır. Bu kayıplar şunlardır:

1. Ekipman Kayıpları

- Arıza
- Model değişimi ve ayar
- Kesici bıçak ve jig değişimi
- Başlangıç
- Küçük duruşlar ve boшта bekleme
- Hız
- Hurda ve tamir
- Kapatma (aralar, toplantılar vb.)

2. İşgücü Kayıpları

- Yönetim
- Üretim hareketleri
- Hat organizasyonu
- Malzeme hareketleri
- Ölçme ve ayar

3. Malzeme ve Enerji Kayıpları

- Enerji
- Kalıp, el aleti, jig
- Ürün [12]

Bu kayıp değerleri ile ilgili veriler operatörler tarafından çeşitli formlar aracılığıyla kaydedilmekte daha sonra da bu kişiler tarafından “Bakım 2000” adı verilen bakım yönetim yazılımındaki gerekli yerlere kaydedilmektedir. Bu kayıtları yapan kişi şu bilgileri de yazılımdaki ilgili bölüme kaydetmektedir; çalışanın adı, personel numarasını, ekipmanın adı, ekipmanın numarası, tarih, vardiya numarası vb.

Bu yazılımda şu modüller mevcuttur:

- Bakım Bütçesi
- Personel Planlama
- Malzeme ve Avadanlık Deposu
- Satın Alma Siparişi
- Periyodik Bakım
- Arızı Bakım
- Toplam Verimli Bakım

Bu modüllerden TVB modülünü kullanarak Kobetsu – Kaizen takımları şu hususlarda bilgi alabilmektedirler:

- TEE Raporları
- Makina Ürün Listesi
- Kayıp Detay
- MTTR – MTBF
- Arıza Yüzde Oranı
- Kayıp Grafik

Takımlar TVB modülündeki bilgilerin yanında diğer modüllerden “Ekipman Tarihçesi”, operatörlerin meydana gelen arıza ile ilgili çözüm önerileri gibi bilgileri de alabilmektedirler. Kısacası takımların veri kaynakları “Bakım 2000” programında bulunmaktadır.

Kobetsu – Kaizen faaliyetini gerçekleştiren takımlar 5 – 11 kişi arasında değişen üyelerden oluşabilmektedirler. Takımlar operatörler, bakım personeli ve mühendislerden meydana gelmektedir. Takımda yer alan mühendis takım liderliği görevini üstlenmiştir. Bölüm 6’ da değinilen “Sürekli İyileştirme Faaliyet Takımları” ile aynı özellikleri paylaşmaktadırlar ve çalışmalarının süreci sürekli iyileştirme faaliyeti süreciyle paralellik göstermektedir.

TEE değerlerinin hesaplanmasında Bölüm 6’ da anlatılan yaklaşımdan farklı bir tarzda hesaplama yapmaktadırlar. Performans ve Kalite Oranı’ nın hesaplanmasında bir farklılık yoktur ancak Kullanılabilirlik değeri farklı bir tarzda hesaplanmaktadır. Arızalar, model değişimi ve ayar değerlerinin yanında kesici bıçak ve jig değişimi, başlangıç kayıpları ve yönetim kayıplarını kullanılabilirlik değerinin hesaplanmasında ele alınmaktadır. Ancak tamir olarak adlandırılan yeniden işleme kayıplarının net verimli zamanın hesaplanmasında dikkate almadıklarını çünkü bu kayıpların oldukça yüksek çıktığını belirtmektedirler.

Ancak şu nokta unutulmamalıdır ki, TEE değerinin nasıl tespit edileceği şirketin hangi endüstri dalında faaliyet gösterdiğine göre değişmektedir ve de bunun yanında BEKO Elektronik A.Ş. JIPM ile işbirliği yapmaktadır ve TVB uygulamasını bu kuruluşun denetiminde yürütmektedir.[34-35]

“Toplam Ekipman Etkinliği” değerinin optimum şekilde ölçülmesi kesinlikle bir hedef değildir asıl önemli olan nokta bu değerın TVB çalışmalarının odaklanacağı, iyileştirmeye ihtiyaç duyan alanları gösteren basit ölçümlerle elde edilmesinin sağlanmasıdır. [36]

7.1.1 SVECIA Taşıyıcı Robot

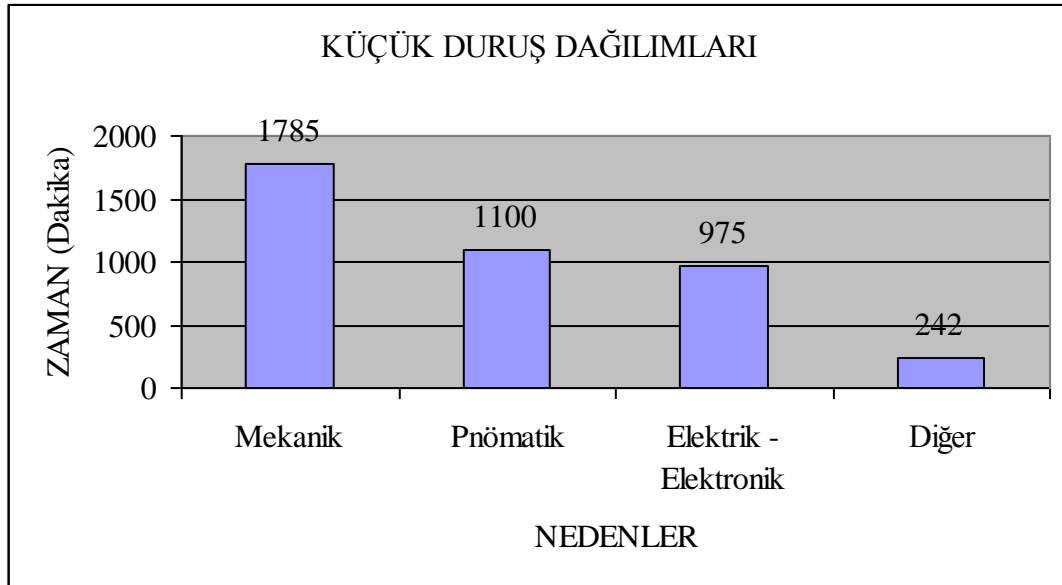
BEKO Elektronik A.Ş. PCB atölyesinde PCB (televizyon şasesi) taşınmasında ve konveyöre yüklenmesinde kullanılan bir çeşit robottur. Çalışması kısaca şöyledir; PCB’ ler elle makinanın yanındaki asansöre yüklenirler. Taşıyıcı robot çalıştırılır ve robot stoktan PCB’ leri vakum pedleri vasıtasıyla taşır. Taşıyıcı robot önceden ayarlanmış bir hızla servomotor aracılığıyla konveyöre kadar gelir ve PCB’ yi vakumu keserek konveyörün üzerine bırakır. Tekrar stok noktasına dönerek yeni bir PCB alır. Her bir PCB alındığında asansör bir PCB boyu kadar yükselir. PCB’ yi

taşıyan mekanizmada; beş adet vakum pistonu, beş adet itici piston ve beş adet sensör bulunmaktadır. Her piston kendisine uygulanan vakum havası ile çalışır. İtici pistonlar vasıtasıyla PCB' yi konveyör üzerine bırakır.

Bakım 2000 sisteminden alınan TEE raporları sonucunda bu ekipmanda TEE değerinin istenen değerin çok fazla altında olduğu saptanıyor ve Kobetsu – Kaizen sistemi dahilinde sekiz kişilik bir iyileştirme takımı kuruluyor ve takım çalışmalarına başlıyor.

Operatörler tarafından 3 ay boyunca kaydedilen kayıp bilgilerinin analizi sonucunda en büyük kayıp kaynağı olarak, SVECIA Taşıyıcı Robot' un toplam 4102 dakikalık küçük duruşa neden olduğu saptanıyor.

Kobetsu – Kaizen takımının iyileştirme konusu en büyük kayıp kaynağı olarak küçük duruşlardır. Takım, küçük duruşlara neden olan problemleri inceler ve küçük duruşların dağılımlarını analiz eder. Şekil 7.1' de küçük duruş dağılımları verilmiştir.

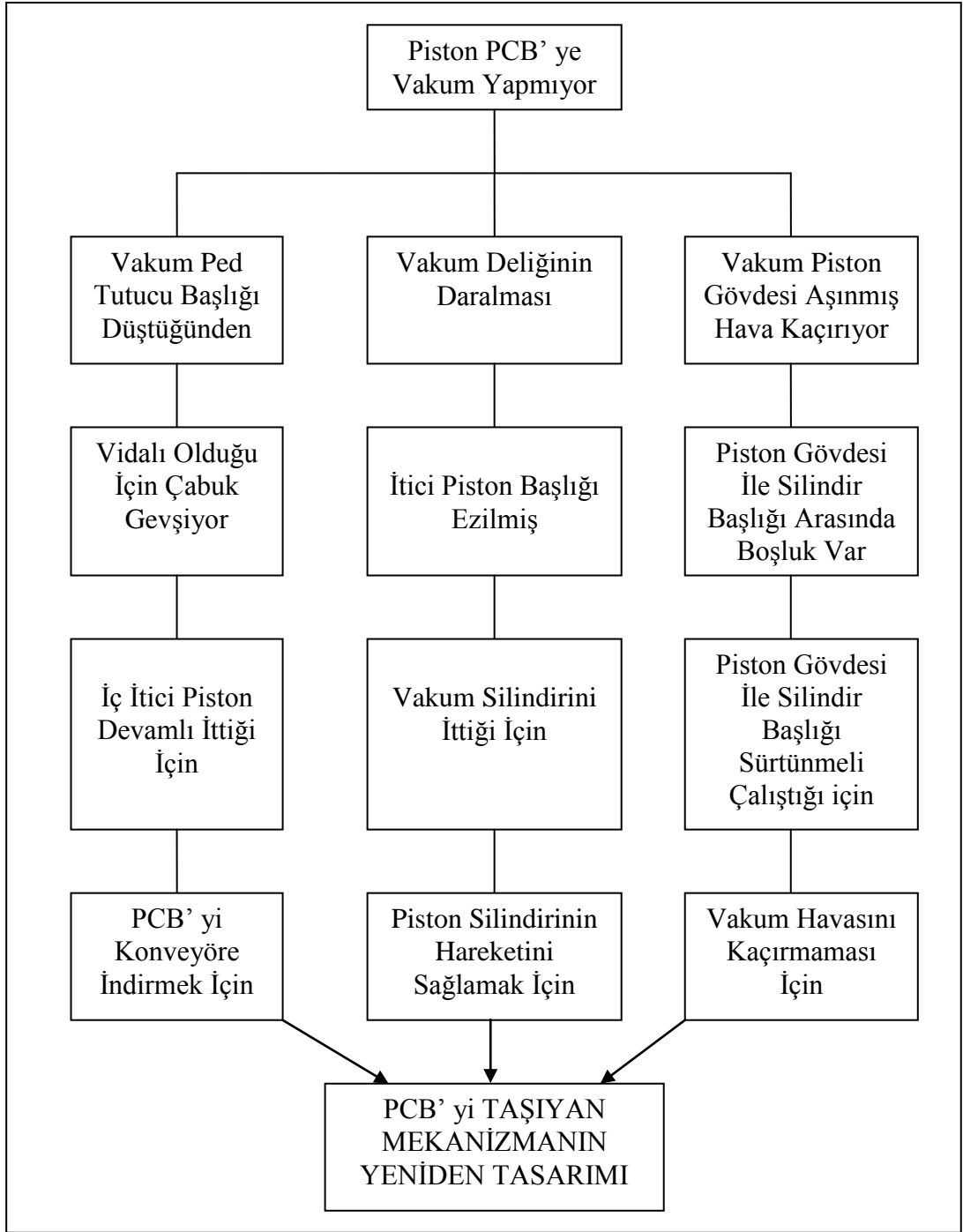


Şekil 7.1 SVECIA Taşıyıcı Robot Küçük Duruş Dağılımları

Bu nedenlerin daha da detaylı incelenmesi yapılıyor ve küçük duruşlara şu hataların neden olduğu anlaşılıyor; keçe bozulması, vakum yetersizliği, sensör takılması, ince ayar, piston gövdesinin aşınması, piston silindirinin aşınması, vakum pedinin yırtılması, ped başının çıkması, yatak aşınması, kablo kopması vb. Kobetsu – Kaizen

takımı bu analizleri gerçekleştirdikten sonra SVECIA Taşıyıcı Robot ekipmanının küçük duruşlarının sıfır yapılması hedefini koyuyor.

Kobetsu – Kaizen takımı problemi şöyle tanımlıyor “Piston PCB’ ye vakum yapmıyor.” Artık problem tanımlanmıştır ve Neden – Neden Analizi yardımıyla problem çözülür. (Şekil 7.2)



Şekil 7.2 SVECIA Taşıyıcı Robot Çalışması Neden – Neden Analizi

Neden – Neden analizinin yapılmasının ardından görev paylaşımı yapılır ve bu paylaşımın ışığında faaliyet planı oluşturulur. Aşağıdaki tabloda görev paylaşımı doğrultusunda hazırlanmış faaliyet planı örneği verilmektedir. (Tablo 7.1)

Tablo 7.1 SVECIA Taşıyıcı Robot Çalışması Faaliyet Planı Örneği

FAALİYET PLANI					
İŞLEM NO	SEBEPLER	KAIZEN İÇERİĞİ	KİŞİ	TARİH	SORUMLULAR
1	Piston Vakum Yapmıyor	Yeni Tasarım Yapılması			
2	Piston Gövdesi Aşınmış	Çift Etkili Kendiliğinden Yağlı Piston Kullanılması			
3	Vakum Silindir Yatakları Aşınmış Hava Kaçırıyor	Vakum Pistonu Yerine Vakum Ayağı Kullanılması			
4	Vakum Deliğinin Daralması	Daralmaya Neden Olmayacak Sistem Kullanılması			
5	Vakum Ped Tutucu Başlığının Düşmesi	Sabit Vakum Ped Başlığı Yapılması			
6	Vakum Kuvveti İtici Yay Kuvvetini Yenemiyor	Yaysız Çift Etkili Piston Kullanılması			
7	Sızdırmazlık Sağlayan Manyetik Başlığın Aşınması	Yeni Sistem Manyetik Başlıklı Piston Kullanılması			
8	Sensör Algılayamıyor	Sensör Sayısının Azaltılması			
9	İtici Piston Başlığının Ezilmesi	Tek Pistonlu Çalışma Sisteminin Yapılması			

Faaliyet planının hazırlanmasının ardından takım elemanları görevlerini verilen sürelerle kadar yerine getirmeye çalışıyorlar. Görevlerin tamamlanmasının ardından takımlar iyileştirme için gerekli olan bütçeyi hazırlıyorlar ve üst yönetimin onayına sunuluyor ve bütçenin kabulü ile iyileştirme uygulanıyor. İyileştirmenin

uygulanmasının ardından etkiler gözlemleniyor. Bu gözlemler sonucunda küçük duruşların sifira indiği tespit ediliyor.

Yapıla alışma sonucunda, sensör sayısı 5' ten 2' ye düşürölüyor. Vakum pistonu yerine vakum ayak kullanılıyor. Tek pistonlu çalışma sistemi yapılıyor ve vakum ped başlığının düşmemesi için sabit vakum ped başlığı yapılıyor. Yeni sistem dört adet vakum ayağı, bir adet merkez piston, bir adet çift etkili vakum pistonu ve iki adet sensörden ibarettir. Yeni sistemin için operasyon ve bakım prosedürleri hazırlanıyor ve diğer taşıyıcı sistemlerde yaygınlaştırılması için çalışmalara başlanıyor.

SVECIA Taşıyıcı Robot' un eski mekanizmasının çok fazla küçük duruşa neden olması çok doğaldır çünkü tasarımını yapan kişilerin yeterli işletim deneyimleri yoktu. Çok basit bir işlemi gerçekleştiren bu robotun taşıyıcı sisteminin bu kadar çok fazla eleman içerek bir şekilde tasarlanması hataların meydana gelme olasılığını yükseltmekte dolayısıyla üretimin aksamasına neden olmaktadır. Hataların çok fazla oluşu ayrıca bu makina için harcanan bakım zamanlarının artmasına ve bakım maliyetlerinin çok daha fazla olmasına neden olmuştur. Bu iyileştirmeyi gerçekleştiren takımın lideri bu çalışmayla hem küçük duruşların sifira indiğini hem de arızaların meydana gelme sıklığının şaşırtıcı bir şekilde azaldığını belirmiştir.

Bu ekipman iyileştirme çalışması az sayılabilecek bir maliyetle, ekipmanın bakım zamanlarının azalmasına, bakım maliyetlerin inanılmaz bir şekilde düşmesine, operatörlerin yaptıkları çalışma sonucunda ekipmanlarına sahiplik duygularının ve motivasyonlarının artmasına, üretimin gecikmesi ile oluşan teslimat gecikmelerinin önüne geçilmesi ile müşteri memnuniyetinin artmasına, ekipmanın güvenilirliğinin artmasına, daha güvenli operasyon şartlarının oluşmasına, diğer ekipmanlarda boşta çalışmaların engellenmesine, yeteneklerin daha verimli kullanılmasına ve daha onlarca dolaylı ve dolaysız bir şekilde maliyetleri azaltıcı etkilerin oluşmasına yol açmış ve maliyet etkili bir sistem olduğunu göstermiştir.

Bu iyileştirme çalışması yaklaşık bir ay süre içinde tamamlanmış ve grup üyeleri şirkete sağladıkları fayda üzerinden belli bir oranda prim almışlardır. Primler iyileştirme önerilerinin artmasına yönelik olarak birer teşvik edici unsur olarak görölmektedirler.

7.1.2 FSL Makinası

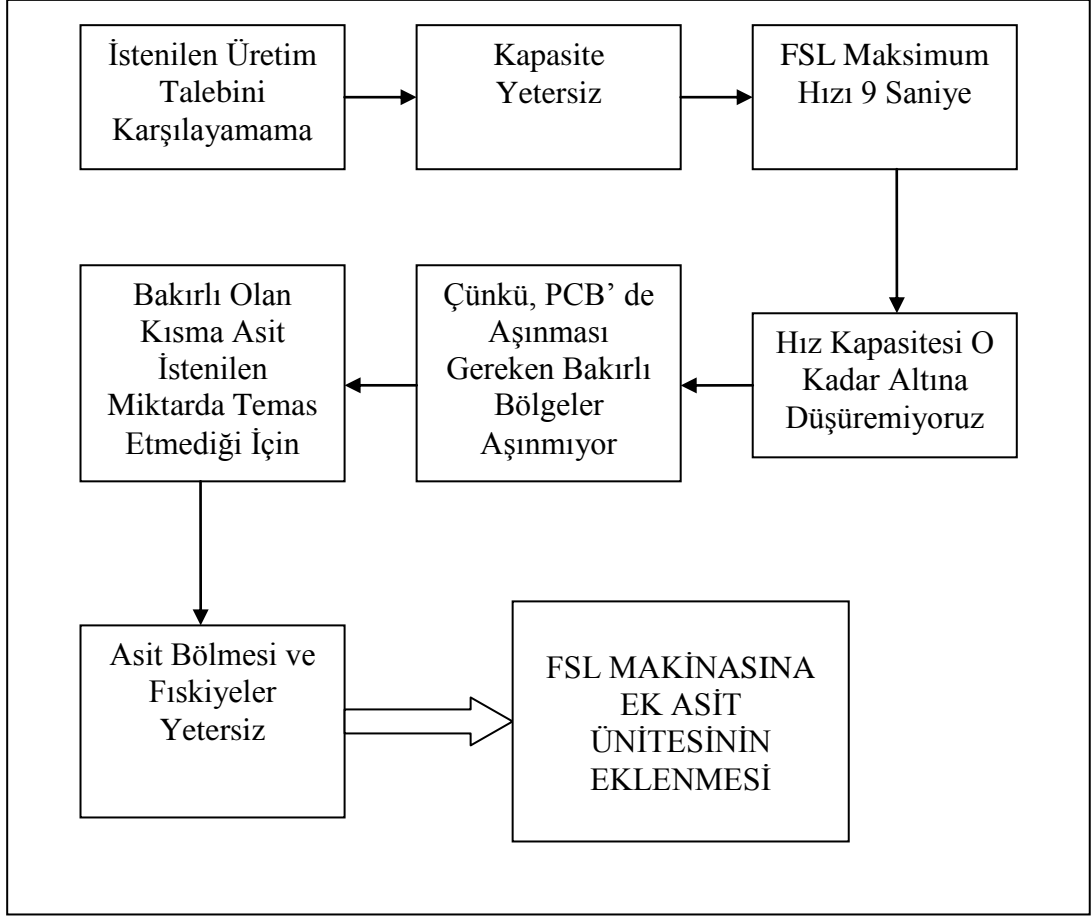
FSL makinası, basılan PCB' de boya dışında kalan ve aşınması gereken bakırların asit kullanılarak eritilmesini sağlayan bir ekipmandır. Bakırın tamamen aşındırılmaması kalite kaybına neden olmaktadır.

FSL makinası için bir standart hız belirlenmiştir ve bu hız 9 saniyedir. Ancak yetkililer tasarım hızını hesaplamalarında kullanmamaktadırlar ve tasarım hızı bu değer altındadır. Üretimin ilerleyişi sırasında yetkililer diğer makinaların çalışma hızlarının FSL makinasının 2 ile 4 saniye arasında değişen değerlerde daha hızlı olduklarını saptıyorlar. Örneğin, robotun standart hızı 5 saniye, baskı devresinin standart hızı 6,5 saniye düzeyindedir. Dolayısıyla hatta sorunlar yaşanmakta ve makinaların TEE değerleri düşmektedir. Hızlar arasındaki bu farklılıklar işletmenin istenen üretim talebini karşılayamamasına bundan dolayı da müşteri memnuniyetinin azalmasına neden olmaktadır.

Çalışanlar FSL makinasının çalıştırma hızını arttırdıklarında PCB üzerindeki aşınması gereken bakırlı bölgelerin tamamen aşınmadığını görüyorlar. Bunun sonucunda kalite kayıpları ve yeniden işleme kayıpları meydana geliyor dolayısıyla da TEE değeri istenen değer altındadır.

Hem üretimin aksamayıp taleplerin karşılanmasını sağlamak hem de kalite ve yeniden işleme kayıplarının önlenmesini sağlamak için 6 kişilik bir Kobetsu – Kaizen takımı oluşturuluyor. Takım ilk iş olarak diğer makinelerin standart hızlarını Bakım 2000 varlık yönetimi yazılımı vasıtasıyla inceleyip ulaşılması hedeflenen standart hızın seviyesini belirlemeye çalışıyor. Hem üretimi aksatmamak hem de boya dışındaki bakırlı bölgelerin aşındırılmasını sağlayacak şekilde sistemdeki en düşük hızlı ikinci makina olan fırının çalışma standart hızı olan 7 saniye değerini kendilerine hedef olarak koyuyorlar ve bu değere ulaşılması için süre belirliyorlar. Bu değere ulaşılması ile üretim günlük 6400 adetten 8228 adete çıkarılacaktır.

Takım problemin tanımını “İstenilen Üretim Talebini Karşılayamama” olarak yapıyor ve çözüm için neden – neden analizini uyguluyor. Aşağıdaki şekilde FSL makinasının hızının arttırılması çalışmasında hazırlanan neden – neden analizi örneği verilmiştir. (Şekil 7.3)



Şekil 7.3 FSL Makinası Çalışması Neden – Neden Analizi Örneği

Neden – Neden analizi çalışması sonucunda bakırlı bölgelerin tamamen aşınmasını sağlamak üzere makineye ek asit ünitesinin eklenmesi için çalışılma yapılmasına karar veriliyor ve daha sonra bu çalışmanın gerçekleştirilmesini sağlamak için görev paylaşımı gerçekleştiriliyor.

Kobetsu – Kaizen takımı görev paylaşımı doğrultusunda bir faaliyet planı hazırlıyor. Hedef sürenin tutturulabilmesi için bu görevler için tamamlanma süreleri saptanıyor. Aşağıdaki tabloda görev paylaşımı doğrultusunda, iyileştirme faaliyetinin daha etkin bir şekilde yürütülmesini ve izlenebilmesini sağlayacak şekilde ve hedeflerle uyumlu bir şekilde hazırlanmış FSL Makinasının iyileştirme çalışması için hazırlanmış bir faaliyet planı örneği verilmektedir. (Tablo 7.2)

Tablo 7.2 FSL Makinası Çalışması Faaliyet Planı Örneği

FAALİYET PLANI					
İŞLEM NO	SEBEPLER	KAIZEN İÇERİĞİ	KİŞİ	TARİH	SORUMLULAR
1	Kapasite Yetersizliği	FSL Hızının Arttırılması			
2	PCB' ler Aşınmıyor	Ek Asit Ünitesi Eklenmesi			
3	PCB' lerin Yıkanamaması	Yeni Asit Ünitesi Eklenmesinden Dolayı Yıkama Ünitesi Yer Değiştirmesi			
4	Asit Devirdaim Olmuyor	Yeni Yerleşime Göre Asit Dönüş Borusu Tesisatı Çekilmesi			
5	PCB' ler Aşınmıyor	Yeni Üniteye Göre Fıskiye Grubu İlave Edilmesi			
6	Aşınmadan Çıkan PCB' lerin Kontrolü	FSL Hızının Kontrolü			
7	Veri Toplama Ve Düzenleme	Pano Hazırlama			

Faaliyet planının hazırlanmasının ardından takım elemanları görevlerini verilen sürelerle kadar yerine getirmeye çalışıyorlar. Görevlerin tamamlanmasının ardından takımlar iyileştirme için gerekli olan bütçeyi hazırlıyorlar ve üst yönetimin onayına sunuluyor ve bütçenin kabulü ile iyileştirme uygulanıyor. İyileştirmenin uygulanmasının ardından etkiler gözlemleniyor. İyileştirme sonucunda yapılan gözlemlerde şu hususlar gözlemleniyor:

- FSL Makinası' nın çalıştırma hızı 9 saniyeden 7,5 saniyeye indirildi.
- Yetersiz olan dört asit ünitesinin yanına beşinci asit ünitesi eklendi.
- 5. asit ünitesine fıskiye takıldı.
- Yıkama ünitesi sökölüp konveyör boşluğun monte edildi.
- Üretim adedi 6400' den 7680 adete çıkartıldı.

Yeni sistem için bakım ve operasyon prosedürleri hazırlanır ve benzer makinalarda yaygınlaştırılması için çalışmalara devam edilmelidir. Ancak hedeflere ulaşamaması bu çalışmanın bir daha ele alınmayacağı anlamına gelmektedir. Hedef olan 7 saniye değerine ulaşılabilmesi için iler ki zamanlarda çalışmalara devam edilmelidir. Bu çalışmanın maliyet kazanç analizine baktığımızda çok şaşırtıcı sonuçlarla karşılaşmaktadır. Çalışmanın maliyet kalemleri şöyledir:

- İşçilik: 168 \$
- Malzeme: Hurda malzeme kullanıldı
- Toplam: 168 \$ harcandı.

Çalışmanın getirdiği kazançlara baktığımızda:

- Ekipman Kazancı: 1.250.000 \$ (Yeni ekipman alınmadığı için)
- İşçilik Kazancı: 120.000 \$
- Enerji Tasarrufu: % 26,5
- Su Tasarrufu: % 26,5

Ayrıca hızın arttırılması ile yıllık bazda JUMBO PCB üretimi 2 vardiya çalışma ile 366.080 adet artmıştır. Görülüyor ki ekipman iyileştirme çalışması için katlanılan küçük maliyetler ile aslında karlılık üzerinde azımsanamayacak kadar etkisi yüksek olan maliyetlerin önüne geçilebilmektedir. Ekipman iyileştirme faaliyetleri yalnızca ekipman kayıplarının önüne geçmekle kalmayıp enerji, malzeme ve iş gücü kayıplarını da en ez seviyeye indirmektedir. Ekipman iyileştirme faaliyetleri işletmeleri birer karlılık merkezleri haline getirmektedirler. [25,34-35]

7.2 Dizayn Teknik A.Ş. Uygulaması

Dizayn Grup olarak bilinen ve dayanımı en fazla boru üretimi yapan firma olarak sürekli reklamlardan takip ettiğimiz işletme TVB uygulamasını yapmamaktadır. Dizayn Grup, ekipmanlarını üretimin durduğu zamanlarda genel bir kontrolden geçirmektedir. Bu zamanlarda değişmesi gereken parçalar değiştirilmekte, bazı parçaların yağlama ve temizlik işlemleri yerine getirilmekte olup normal üretim zamanlarında arıza meydana geldiği durumlarda bakım personeli arızayı gidermektedir. Ancak Dizayn Grup ekipmanlarının üretime kattığı değeri arttırmak

için sürekli projeler hazırlamakta, aldığı ekipmanlarda sürekli iyileştirmeler yapmaktadır. Hatta ekipmanların tasarım hızlarının üstüne çıkmak için tasarımında radikal değişiklikler gerçekleştirmektedir. Yetkililer ekipmanlarda yaptıkları değişikliklerle bu ekipmanları üreten firmaların yoğun ziyaretlerine maruz kaldıklarını ifade etmektedirler. Ekipmanı üreten firmalar Dizayn Grup ile bilgi alış verişinde bulunmak istemekte olduklarını sürekli dile getirmişler ancak Dizayn Grup rekabet avantajını kaybetmemek için böyle bir yaklaşımda bulunmayacağını açıklamış.

Atık su borularının birbirine geçtiği bölgeyi yapmak için kullanılan bir makinanın aşırı yük altında çalıştırıldığında hız kaybına uğradığını tespit ediyorlar. Bunun nedenini ise şöyle açıklıyorlar; yağ fazla ısındığında pistonlardan yağ kaçırılmamasını sağlayan keçeler gevrekleşiyor ve uzun süre çalışma sonunda bu keçelerden yağ kaçaqları başlıyor. Bunun sonucunda yağ basıncının düşerek makinanın hız kaybına uğruyor dolayısıyla verimi düşüyor.

Bu kaybı önlemek için aşırı yük altında çalışan makinanın yağının soğutulması için bir sistem tasarlıyorlar. Böylece ekipmanın hızının düşmesinin önüne geçilerek verim arttırılmış oluyor.

Boruları istenen boyutlarda kesmek için kullanılan bir makinada, zaman zaman boruların istenen boyutlardan sapma gösterdiği tespit ediliyor. Boruları kesmek için pnömatik bir piston kesici bıçağı boru sabit bir hızla ilerlerken hareket ettiriyor ancak ilk kalkış sırasında oluşan bir miktar gecikme boruların farklı boyutlarda kesilmesine neden oluyor. Bunu tespit eden yetkililer pistonun ilk hareketindeki gecikmeyi önlemek için çift etkili pistonun bir girişine bir hava tankı ilave ediyorlar. Hava tankındaki basınçlı hava ilk harekette meydana gelen gecikmeyi önleyerek bu kalite hatasının önüne geçilmesini sağlıyor. Böylece ıskarta ve borunun uygun boyutlara getirilmesiyle oluşan malzeme kayıplarının önüne geçilerek karlılıkta artışlar sağlanıyor.

Boru üretiminde kullanılan bir makinada Dizayn Grup mühendisleri standart hızın üzerine çıkmak için çalışmalara başlıyorlar. Ancak boru hammaddesi makinadan geçerken yeteri kadar ısıtılmadığı için ürün üzerinde çizikler ve küçük delikler oluşuyor. Bunun nedeni hammaddenin kalıpta kalma süresinin azalıyor ve

malzemenin pişmesi engelleniyor olması. Bunu önlemek için kalıptaki iç ve dış hadde denen dönen parçaların boyları uzatılıyor ve buna bağlı olarak da boru hammaddesinin yeteri kadar ısıtılmasını sağlamak için rezistansın olduğu bölgenin boyu uzatılıyor ve gücü arttırılıyor. Böylece standart hız arttırılarak tasarım hızına yaklaşıyor. Hızı daha da arttırmayı deniyorlar ancak makinanın dişli kutusunun fazla zorlanması ile hız arttırmayı bırakıyorlar. Ancak tasarım hızına ulaşmak için yeni projelerin üzerinde çalıştıklarını da belirtmeden geçemiyorlar.

Bu makinada yapılan iyileştirme ile çalışma hızı 4,3 m/dak değerinden 5,6 m/dak değerine yükseltilmiştir. Şirket bu çalışmasıyla üretim sisteminin verimliliğini yükseltmiş ve de karlılığını da arttırmıştır.

Boruya asıl şeklini veren unsur vakumdur. Vakum tankına bağlı bir pompa tanktaki havayı emer ve içeride vakum oluşmasını sağlar. Bu vakumun sabit kalması çok önemlidir çünkü kalite kayıplarının önlenmesi için bu gereklidir. Vakum tankı içinde kalibre denen bir parça vardır oluşturulan vakum ile boru hamuru bu kalibrenin çeperlerine yapışır ve tanktaki su ile bu borunun sertleşmesi sağlanarak asıl şeklini alması sağlanır.

Vakum tankının çıkışında bulunan keçe, borunun çıktığı noktada içerideki vakum değerinin bozulmamasını sağlamaktadır. Ancak boru sürekli aktığı için zamanla bu keçe aşınır ve vakum ortamı bundan etkilenir. Operatörün bunu fark etmesi çok önemlidir çünkü tespit edemediği takdirde en az 100 metre boru hurda olmaktadır. Bu nedenle operatör fark etmese bile bu vakum seviyesinin korunmasını sağlayacak bir vakum kontrol ünitesini ekipmana ilave ederek bu kayıpların bir nebze olsun önüne geçmeye çalışıyorlar. Sonuçlar gözlemlendiğinde çapı 20 mm olan boruda 58 kilogram olan firenin 8 kilograma indiği tespit ediliyor. Boru çapı büyüdükçe bu kayıplar çok fazla artmaktadır ve şirketi karlılığını olumsuz yönde etkilemektedir ve bu çalışmayla bu büyük kayıpların önüne geçilmiştir. [23]

8. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Şirketler karlılıklarını arttırabilmek için yoğun rekabetin yaşandığı ortamlarda daha fazla gayret göstermek zorundadırlar. Mevcut durumlarını muhafaza etmek için, karlılık üzerinde etkisini fazlaca hissettikleri maliyet kalemlerini ele alıp, bunların nasıl azaltılabileceği yönünde çalışma yapmak zorundadırlar. Karlılık üzerinde en fazla etkisi bulunan maliyet kalemlerinden biri de bakım maliyetleridir.

Geleneksel olarak, organizasyonlar, bakım faaliyetlerinin, sadece üretimi destekleyen bir fonksiyon olduğunu, verimlilik ve üretim sürecine katma değer eklemede küçük bir etkisinin mevcut bulunduğunu ve temel bir fonksiyon olmadığını düşünmektedirler.

Bakım faaliyetleri, mevcut ekipmanın üretim sürecine kattığı değeri en üst seviyeye çıkarmakta olup bu yolla organizasyonların karlılıkları üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. Şirketlerin üretim ekipmanları için yaptıkları yatırımların ve otomasyon derecesinin artması, teslim tarihlerinin müşteri memnuniyeti üzerindeki en önemli etkenlerden biri olması ve diğer firmalarla rekabetin gittikçe artması şirketlerin bakım faaliyetleri üzerine daha fazla odaklanmalarını sağlamıştır.

Yatırımların uygun bir zaman içerisinde geri dönebilmesi için üreticilerin, kullandıkları üretim araçlarının belli bir miktarda ürün üretmeleri ve bu ürünlerin belli bir kar marjı ile satılmaları gerekmektedir. Bu kar marjının şirketin istediği düzeyde olabilmesi ve daha da arttırılabilmesi için birim maliyetlerin düşürülmesi gerekmektedir. Ürünlerin birim maliyetlerini azaltmada yapılabilecek olan çalışmaların başında, bakım maliyetlerini en düşük seviyeye getirmek bunun yanında ekipmanların yarattığı katma değeri en üst seviyeye çıkaracak bir bakım metodolojisini uygulamaktır.

Toplam Verimli Bakım işletmenin bu amacına ulaşmasında kullanabileceği en etkin bakım metodolojilerinden biridir. Temeli Amerika Birleşik Devletleri' nde uygulanan “ Koruyucu Bakım” olan ve Japonlar tarafından geliştirilerek “Toplam

Verimli Bakım” adını alan sistem, üretim sistemini tüm çalışanların katılımıyla en üst verimlilik düzeyinde kullanmayı sağlamakta, şirket kültüründe önemli değişiklikler yaratmakta ve de karlılığı arttırmaktadır.

Toplam Verimli Bakım felsefesi, üretimin bağlı bulunduğu her değer (insan, makine, süreç) en verimli durumda tutulması için çalışmaktır. TVB bunu, doğru bilgi toplama, analiz ve problem çözümünde üretim ve bakım eşdeğer ortaklığı ile sağlar.

TVB sistemini kurarken çalışanların düşüncelerini geliştirmek, eski alışkanlıklarından vazgeçirmek zor olabilir. Ama TVB uygulamaları tam anlamıyla başlatıldığında bir çok şeyin değiştiği, kolaylaştığı ve iyileştiği mutlaka görülür. Ancak başarıyı yakalamak için gerekli ilk şart bu sisteme gönülden inanmaktır.

Organizasyonlar, daha etkin ve daha az maliyetle üretim yapabilmeye TVB’ nin önemini anlamaktadırlar. Ancak gelişmeler bir anda olmamaktadır, uygulamada sabır ve disiplin başarıya ulaşmada en önemli faktörler olmaktadır.

TVB’ de becerikli ve eğitilmiş elemanın rolü büyüktür. Bir insanın yetişmesi teknik bilgi ve beceri kazanması yıllarca zaman alır. Personel doğru ve kaynağından eğitilmeli, el becerileri arttırılmalı ve ona sahip çıkılmalıdır. TVB şirketin karlılığına pozitif etkiler yapmanın yanında tüm çalışanlarını yetenek ve bilgi açısından geliştiren en popüler bakım sistemlerinden biridir.

Günümüz iş dünyasında rekabet edebilmenin temel şartı diğer firmalardan sizi ayırt eden en az bir üstün yanınızın olmasıdır. Doğru bir şekilde uygulanan “Toplam Verimli Bakım” uygulaması bu üstün yanınız olabilir. Türkiye’ deki iddialı firmalar rekabet güçlerini arttırmak için TVB sistemini uygulamakta ve başarılı sonuçlar elde etmektedirler.

Şirketin karlılığı bir dondurmaya benzetilecek olursa, bir fabrikadaki üretim sisteminin verimliliğini azaltan unsurlar, bu dondurmayı sürekli küçülten sıcak kor taneleri gibidir. İşte TVB felsefesi bu kor tanelerini yok etmek için işletmelerin kullanabileceği en güçlü silahlardan biridir.

Toplam Verimli Bakım uygulaması, işletme bazında aktif katılımı sağlamakta, çalışma ortamına canlılık ve iş güvenliği getirmekte, istikrarlı ürün kalitesini ve de yüksek karlılığı sağlamaktadır.

“Toplam Verimli Bakım” sisteminin başarıya ulaşmasında en önemli temel faaliyetlerden biri ekipman yönetimidir. Bu faaliyet işletmenin sahip olduğu ekipmanların en üst verimlilik düzeyinde tutulmasını sağlamaya yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi için yerine getirilmektedir. Bu faaliyeti gerçekleştiren takımlar sürekli iyileştirme faaliyet takımlarıdır. Bu takımların yaptıkları çalışmaların en önemli çıktısı ise ekipman iyileştirme.

Ekipman iyileştirme, işletmelerin rekabet ettiği firmalara karşı üstünlük kurmasını sağlayabilecek stratejik bir unsurdur. Çünkü ekipman üzerinde yapılan değişiklikler ile ekipmanın üretime kattığı değer daha da artırılabilir. Bunun yanında işçilik, malzeme ve enerji kayıplarının önüne geçilerek, ekipmanın bakım yapılabilirliği iyileştirilmekte, ömrü uzatılmakta, ürün kalitesi artırılmakta, bakım zamanları kısalmakta, bakım maliyetleri azaltılmaktadır.

Ekipman iyileştirme bunların yanında müşteri memnuniyetini artırmanın da kilit elemanlarından biri olabilmektedir. Müşteriye ürünlerin teslim zamanının, üretim sistemindeki aksaklıklar nedeniyle geciktirilmesi, müşteride şirket hakkında olumsuz düşüncelere neden olmaktadır. Bu olumsuz düşünceler şirketin satışlarını düşürerek doğrudan karlılık üzerinde etkisini gösterir.

Ekipman iyileştirme faaliyetinin tüm olumlu etkileri sayesinde şirketler artık satın aldıkları ekipmanların üzerinde daha fazla çalışmaktalar ve de yaptıkları iyileştirmeler ile rekabet etme güçlerini arttırmaya çalışmaktadırlar.

BEKO Elektronik A.Ş. TVB sistemini 1997 yılında JIPM anlaşma yaparak uygulamaya başlamış ve 2001 yılında mükemmel tesis ödülünü almıştır. Bu işletmede Kobetsu – Kaizen diye adlandırılan faaliyetlerle üretim sisteminin verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır. Kobetsu – Kaizen çalışmalarında ekipman iyileştirme çalışmaları yapılmış ve de bir çok başarılı sonuç elde edilmiştir. Bu çalışmalarla şirketin karlılığında gözle görülür artışlar sağlanmıştır. Bunun yanında ekipman iyileştirme faaliyetleri operatörlerin üretim ortamına bakışları değiştirmiş, maliyetler üzerinde daha fazla düşüncelerini sağlamış ve bunun sonucunda bireysel olarak bir takım iyileştirmeler yapmalarının önünü açmıştır.

Ekipman iyileştirme çalışmalarının yerine getirilmesi için ön koşul kesinlikle TVB metodolojisini uygulamak değildir. TVB felsefesi sadece daha bilimsel bir yaklaşım sunmaktadır.

Dizayn Grup TVB metodolojisini uygulamamakta ancak ekipman iyileştirme çalışmalarında başarılı sonuçlar elde etmektedir. Mühendislerin, bakım personelinin ve de operatörlerin uyumlu ve istekli çalışmaları ile mevcut ekipmanları üzerinde bir çok değişiklikler yapıp daha verimli hale gelmişlerdir.

Şirketler, ekipman iyileştirme çalışmalarında az sayılabilecek maliyetlerle büyük kazanımlar sağlamaktadırlar. Maliyet etkin bir faaliyet olarak adlandırılabilen ekipman iyileştirme çalışmasının başarıyla sonuçlanmasında en başta yapılması gereken sürekli iyileştirme faaliyetini gerçekleştirecek olan takımın iyi bir şekilde organize edilmesidir. Bundan dışındaki diğer önemli etkenler ise, ekip üyelerinin eğitilmiş olmaları, yeterli miktarda veri toplanması, problemin en kısa sürede çözümlenmesi, faaliyetlerin daha etkin yürütülebilmesi ve izlenebilmesi için hazırlanmış bir faaliyet planı, ekipman iyileştirme ile katlanılan maliyet ile elde edilecek faydanın iyi bir şekilde hesaplanması, iddialı hedeflerin ortaya konması, verilen süre içinde faaliyetlerin tamamlanması ve de yönetim desteğidir.

Bu unsurların hepsi uygun bir şekilde bir araya getirildiği takdirde, başarı kaçınılmazdır. Bazı takımlar çok çabuk sonuçlara ulaşırlar, bazıları ise istenilen sonuçlara ulaşmakta güçlük çekerler. Takımların verimlilikleri, işletme yönetimin başarısının bir ölçüsüdür.

Özellikle sürekli üretim şeklinin gerçekleştirildiği işletmelerde ekipman iyileştirme çalışmaları oldukça fazla öneme sahiptir. Çünkü bu tür üretimde sistemin durması çok büyük maliyetlerin oluşmasına neden olmaktadır. Örneğin, cam veya kimyasal madde üreten bir işletmede üretimin durması yada yaşanan küçük duruşlar sistemde büyük kayıplara neden olmaktadır. Cam donmakta yada kimyasal maddelerin özelliklerinde değişiklikler olmaktadır. Bunun sonucunda da enerji, malzeme ve insan gücü kayıpları oluşmakta, işletmenin maliyetleri artmaktadır. Bu nedenle bu tür işletmelerde kullanılan ekipmanların etkinliklerinin olabilecek en üst düzeye çıkarılması zorunludur. Bu etkinlik düzeyine ulaşmada ekipman iyileştirme çalışmalarının etkisi azımsanamayacak kadar fazladır.

Organizasyonlar, ekipman iyileştirme faaliyetlerini gerçekleştirmek için gerekli verileri toplamalı, veri toplama tekniklerini iyileştirmelilerdir. Verilerin yeterli ve doğru bir şekilde toplanması, iyileştirme için hedef olabilecek noktaların belirlenmesinde hayati öneme sahip unsurlardır.

Bu çalışmada, TVB felsefesi ışığı altında incelenen ekipman iyileştirme faaliyeti, şirketlerin ekipmanlarından aldıkları verimi en üst düzeye çıkarmaları ve küresel rekabette “ben de varım” diyebilmeleri için izlemek zorunda oldukları en önemli stratejilerden biridir.

KAYNAKLAR

- [1] **Kobu, B.**, 1995. Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [2] **Sağlam F.**, 2000. Toplam Üretken Bakım ve Beko Elektronik A.Ş. Uygulaması, *Bitirme Projesi*, Y.T.Ü, Makina Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [3] **Ben-Daya M.**, 2000. You may need RCM to enhance TPM implementation, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **6**, 82-85
- [4] **Maximo**, www.bilesim.com.tr/tr/yayincilik/machinery/index.nsf
- [5] **Maximo**, www.dominantbilgi.com
- [6] **Datastream**, www.datastream.com
- [7] **Jostes, R.S. and Helms, M.M.**, 1994. Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management, *Work Study*, **43**, 18-20.
- [8] **What TPM is and is not**, www.tpmonline.com/articles
- [9] **What is TPM**, www.tpmonline.com/articles
- [10] **TPM Eğitim Notları**, 1998. Netaş, İstanbul.
- [11] **History of TPM**, www.tpm.co.jp
- [12] **TPM, Toplam Üretken Bakım**, 2000. İ.D.E.A., Seminer Katılımcı Notları, İstanbul.
- [13] **TPM History and Implementation Process**, www.tpmonline.com/articles
- [14] **Göktaş, Ç.**, 1997. Toplam Verimli Bakım ve Kordsa' daki Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [15] **TPM Eğitim Kitabı**, 1998. BEKO, İstanbul.
- [16] **How To Successfully Install TPM In Your Plant**, 1999. Bir Günlük Özel Seminer Notları, FESTO, İstanbul.
- [17] **Hartmann, E.H.**, 1992. Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant, TPM Press, Pittsburgh.

- [18] **Tajiri, M. And Gotoh, F.**, 1992. TPM Implementation-A Japanese Approach, KORDSA Türkçe Çevirisi, İstanbul.
- [19] **Davies, A.**, 1989. Handbook of Condition Monitoring, Chapman & Hall, London.
- [20] **Bamber, C.J., Sharp, J.M. and Hides, M.T.**, 1999. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, **5**, 162-181.
- [21] **Autonomous Maintenance**, www.tpmonline.com/articles
- [22] **Sümen, H.**, 2002. Kişisel görüşme.
- [23] **Sarıkuş, E.**, 2002. Kişisel görüşme.
- [24] **Toplam Verimli Bakım**, www.erdemir.com.tr
- [25] **Yıldız, F.**, 2002. Kişisel görüşme.
- [26] **Dal, B., Tugwell, P. and Greatbanks, R.**, 2000. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement, *International Journal of Operations & Production Management*, **20**, 1488-1502.
- [27] **Jeong, K. And Phillips, D.T.**, 2001. Operational efficiency and effectiveness measurement, *International Journal of Operations & Production Management*, **21**, 1404-1416.
- [28] **Problem Çözme Teknikleri Eğitim Notları**, 2002. BEKO, İstanbul.
- [29] **Taptık, Y. and Keleş, Ö.**, 1998. Kalite Savaş Araçları, Kalder Yayınları, İstanbul.
- [30] **Root Cause Analysis - Quality of Process? Part 1**, www.tpmonline.com
- [31] **Root Cause Analysis - Quality of Process? Part 2**, www.tpmonline.com
- [32] **Root Cause Analysis - Quality of Process? Part 3**, www.tpmonline.com
- [33] **Kaizen Eğitim Notları**, 2002. BEKO, İstanbul.
- [34] **Utaş, T.**, 2002. Kişisel görüşme.
- [35] **Çorlu, O.**, 2002. Kişisel görüşme.
- [36] **Ljungberg, O.**, 1998. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, *International Journal of Operations & Production Management*, **18**, 495-507.

ÖZGEÇMİŞ

Armağan Fatih Karamanlı, 1977 yılında İstanbul' da doğdu. İlkokulu Haznedar Abdi İpekçi İlkokulu' nda, orta okulu Haznedar Ortaokulu' nda ve liseyi Yeşilköy 50.Yıl Lisesi' nde okudu. 1995 yılında İTÜ Makine Mühendisliği Bölümü' nü kazandı. 2000 yılında 250 makine mühendisi arasından 10.sırada mezun olarak makine mühendisliği eğitimini tamamladı. Aynı yıl İTÜ İşletme Mühendisliği Bölümü' nde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen bu bölümde tez aşamasında öğrenimine devam etmektedir.