

150362

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMA
PLANININ HAZIRLANMASI VE BİR SANAYİ
KURULUŞUNDA UYGULANMASI

Serkan MALCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TASARIM VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Doç.Dr. Fehmi ERZİNCANLI

GEBZE

2004

150362

..SERTKAN.....MALCI.....'ın tez çalışması, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .01/07/2004.. tarih ve 2004/2..7.. sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından .TASARIM....VE.....JANALAT.....AĞRILODİNE, Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE : DOÇ. DR. FEMİ ERZİNCANLI
(Tez Danışmanı)

ÜYE : YRD. DOÇ. DR. BELENT SEZEN

ÜYE : YRD. DOÇ. DR. HASAN KURTARAN

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 01/07/2004 tarih ve 2004/ 3.4.... sayılı kararı.


İmza / Mühür

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇAPOĞLU
GYTE Mühendislik ve Fen Bil.
Enstitüsü Müdür Yardımcısı

ÖZET

Toplam Verimli Bakım uygulaması, sanayi kuruluşlarında performans oranının artırılması, ürün kalitesinin yükseltilmesi, çalışanların daha iyi şartlarda ve daha profesyonel çalışmasını sağlamayı hedefler. Temel hedef; “sıfır duruş”, “sıfır kaza”, “sıfır hata” sürekli hale getirmektir. Toplam Verimli Bakım uygulaması gelişmiş sanayi kuruluşlarında, Amerika, Japonya ve Avrupa Ülkeleri gibi gelişmiş sanayi ülkelerinde uygulamasına karşılık, ülkemizde halen uygulama alanı oldukça azdır. Bu proje, “Toplam Verimli Bakım nedir?”, “Uygulama hedefleri nelerdir?”, “Toplam Verimli Bakım nasıl uygulanır?” gibi konular hedeflenerek hazırlanmıştır. Bir sanayi kuruluşunda uygulama örneği yapılarak, kayıpların önüne nasıl geçileceği, Toplam Verimli Bakımın uygulama hedefleri ve uygulama alanları ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Toplam Ekipman Verimliğinin artırılması ile ilgili çalışmalar yapılarak, başlangıç seviyesinde Toplam Verimli Bakım uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

SUMMARY

Total Productivity Maintenance (TPM) aims to increase the performance rate, to improve the quality of production, to provide better condition, and more professional works. In other words, goals of TPM are to enhance equipment effectiveness and maximize equipment output. It strives to attain and maintain optimal equipment conditions in order to prevent unexpected breakdowns, speed losses and quality defects in process. Overall efficiency, including economic efficiency, is achieved by operating at optimal conditions through the life of equipment.

The main objective is to provide a workplace where there is no error, delay or incidence. Although TPM program is applied in leading industrial countries in the world, it is ignored by industries in Turkey.

It is the purpose of this study to explain definition of TPM, the aim of TPM and TPM activities in an agricultural machine factory in Turkey. The study about goals of application and TPM working area has been done, and the results of this program have been observed and discussed. Firstly, system of TPM program was built by preparing determination of all application steps. The applications prove that TPM program and content are different from classical maintenance. The observation results show that TPM program increases the effectiveness positively.



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince beni yönlendiren ve destekleyen fedakar Sayın Doç. Dr. Fehmi ERZİNCANLI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Öztunçlar Tarım Makineleri Sanayi ve Ticaret A.Ş' ye çalışmamda verdikleri desteklerden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

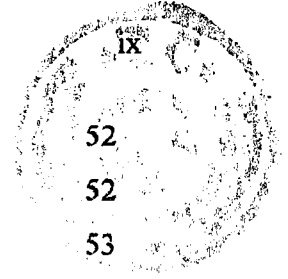
Çalışmalarım esnasında maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen aileme, anneme ve babama saygı ve sevgilerimle...



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM KAVRAMINA GİRİŞ	3
2.1. Bakım Faaliyetlerine Duyulan Gereksinim	3
2.2. İşletmelerde Bakım Faaliyetleri ve Bazı Bakım Yöntemleri	4
2.2.1. Arıza Bakımı	5
2.2.2. Koruyucu Bakım	5
2.2.3. İyileştirme Amaçlı Bakım	6
2.2.4. Bakım Koruması	7
2.3. Toplam Verimli Bakımın Kavram Olarak Gelişimi	8
2.4. Toplam Verimli Bakımı Uygulamadaki Hedefler	14
2.5. Verimliliği Düşüren Altı Büyük Kayıp	16
2.6. Altı Büyük Kayıp	17
2.6.1. Onarım Gerektiren Ekipman Hatalarının Neden Olduğu Duruş Kayıpları	17
2.6.2. Ekipmanı Kurma ve Ayarlama Kayıpları	17
2.6.3. Küçük Duruş Kayıpları	17
2.6.4. Hız Kayıpları	18
2.6.5. Kalite Hataları ve Tekrar İşleme Kayıpları	18
2.6.6. Ürün Kayıpları	18
2.7. Toplam Ekipman Verimliliği	19
2.7.1. Kullanılabilirlik Oranı	20
2.7.2. Performans Oranı	20
2.7.3. Kaliteli Ürün Oranı	21

2.8. Toplam Verimli Bakımın Karakteristikleri	21
2.9. TVB Ve TKY Arasındaki İlişki	23
3. TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMASI	24
3.1. Toplam Verimli Bakım Organizasyonu	24
3.1.1. Hazırlık Aşaması	24
3.1.2. Geliştirme Aşaması	24
3.1.3. Süreklilik ve Geliştirme Aşaması	25
3.1.4. ADIM 1: Yönetimin Toplam Verimli Bakım Uygulaması Kararını İlanı	26
3.1.5. ADIM 2: Toplam Verimli Bakım Eğitimleri	26
3.1.6. ADIM 3: Toplam Verimli Bakım Yönlendirme Organizasyonu	27
3.1.7. ADIM 4: Toplam Verimli Bakım Politikasının Oluşturulması ve Hedeflerin Belirlenmesi	28
3.1.8. ADIM 5: Toplam Verimli Bakım Uygulama Planının (Master) Hazırlanması	28
3.1.9. ADIM 6: Toplam Verimli Bakım Uygulaması	30
3.1.10. ADIM 7: Toplam Ekipman Verimliliğinin Artırılması	30
3.1.11. ADIM 8: Otonom Bakım Sisteminin Hazırlanması	33
3.1.12. ADIM 9: Bakım Departmanı İçin Bakım Çizelgesi Hazırlamak	37
3.1.13. ADIM 10: Operasyon ve Bakımın Geliştirilmesi İçin Eğitim	39
3.1.14. ADIM 11: Erken Ekipman Yönetimi	39
3.1.15. ADIM 12: Toplam Verimli Bakımın tam olarak uygulamaya geçirilmesi ve ileri hedefler	41
4. TOPLAM VERİMLİ BAKIM YÖNETİMİNDE EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK ÇALIŞMALAR	42
4.1. Toplam Verimli Bakımda Altı Önemli Faaliyet	42
4.1.1. Altı Büyük Kayıp İçin İyileştirme Hedefleri	43
4.1.2. Kronik Kayıpların İyileştirilmesine Yönelik Yaklaşım	44
4.1.3. Kronik Kayıpların Karakteristik Özellikleri	44
4.1.4. Kronik Kayıpların Azaltılması	45
4.1.5. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)	46
4.1.6. HTEA'nın Amaçları	47
4.1.7. Üretim Departmanının Kullanıcı Bakımı Uygulaması	47
4.1.8. Kullanıcı Bakımın Geliştirilmesine Ait Karakteristik Özellikler	49



4.2. Bakım Departmanı Tarafından Planlı Bakımın Uygulanması	52
4.2.1. Çabuk Müdahale Sistemi	52
4.2.2. Anormalliklerin Erken Teşhisini Hedefleyen Faaliyetler	53
4.2.3. Aynı Arızaların Tekrar Ortaya Çıkmasını Önlemeye Yönelik Faaliyetler	53
4.2.4. Onarım Sürelerinin Kısaltılmasına Yönelik Faaliyetler	53
4.2.5. Parça Değiştirme Yöntemlerinin İncelenmesi	54
4.2.6. Yedek Parça Yöntemi	54
4.3. Önleyici Mühendislik	54
4.4. İmalatı Kolay Ürün Tasarımı	55
4.5. Eğitim	55
5. TOPLAM VERİMLİ BAKIM TERİMLERİ VE TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN ISO STANDARTLARINDAKİ YERİ	59
5.1. Toplam Verimli Bakım Terimleri	59
5.2. Toplam Verimli Bakımın ISO Standartlarındaki Yeri	62
5.2.1. ISO-TS 16949'da Makine, Teçhizat, Kalıp Ve Takım Yönetimi	62
5.2.2. ISO-TS 16949'da Önleyici Bakım Ve Kestirimci Bakım	62
5.2.3. ISO-TS 16949'da Takım Yönetimi	63
6. TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMA ÖRNEKLERİ	65
6.1. Montaj Atölyesinde Kolay Montaj ve Bakım Çalışmaları	65
6.2. Öztunçlar A.Ş. Bakım Faaliyetleri	69
6.2.1. Amaç Ve Kapsam	70
6.2.2. Sorumluluklar	70
6.2.3. Tanımlar	70
6.2.4. Uygulama	71
6.3. Montaj Atölyesi Bakım Faaliyetleri	72
6.3.1. Temizlik ve Düzen	73
6.3.2. Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler	74
6.3.3. Temizlik ve Yağlama	75
6.4. Verimliliği Artırmaya Yönelik Çalışmalar	96
6.5. Toplam Verimli Bakım Uygulama Sonuçları	98
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	104
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	108



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Verimlik tablosu	20
2.2. Toplam Verimli Bakımın sağladığı avantajlar	22
2.3. Toplam Verimli Bakım ile toplam kalite yönetimi ilişkisi	23
4.1. Aniden Ortaya Çıkan ve Kronik Tipteki Sorunlar ile Sebep İlişkisi	44
6.1. Çayır biçme makinesinde gresörlerin hatalı takılan başlıkları	66
6.2. Çayır biçme makinesindeki gresörün tasarım olarak yenilenmiş hali	67
6.3. Çayır biçme makinesinin gresörlük kısmının düzeltilmiş durumu	68
6.4. Çekilir tip goble diskaro makinesi toprak kırma sacları yatağı tasarımın ilk hali	68
6.5. Çekilir tip goble diskaro makinesi toprak kırma sacları yatağı tasarımın son hali	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Toplam Verimli Bakım ve koruyucu bakım arasındaki ilişki	8
2.2. Toplam Verimli Bakımın tarihsel gelişimi	11
3.1. Toplam Verimli Bakım uygulamasında 12 aşama	25
3.2. Toplam Verimli Bakım planı geliştirmeye örnek bir plan	29
3.3. Kullanıcı bakım programı ve KÖPU çevrimi	30
3.4. Yağlama ve temizlik standartları örneği	31
3.5. Yıllık ve aylık koruyucu bakım takvimleri	38
4.1. Hataların önlenmesine yönelik eski ve yeni düşünce biçimleri	46
4.2. Temel ekipman bakımı eğitim kursu içeriği	56
4.3. Ders planı örneği	57
4.4. Bakım personeli beceri kazandırma eğitim programı	58
6.1. Makineler için yağlama planı	80
6.2. Makine yeterlilik formu	82
6.3. Arıza Takip Formu	84
6.4. Tezgah bakım onarım sicil kartı	86
6.5. Tezgahlar için yapılması gereken genel bakım formu	88
6.6. Yıllık bakım plan çizelgesi	90
6.7. Genel olarak bakım-onarım planlarının hazırlanması	93
6.8. Eğitim Formu	95
6.9. Montaj atölyesi eski yerleşim biçimi	96
6.10. Montaj atölyesi yeni yerleşim biçimi	97

1. GİRİŞ

“Total Productivity Maintenance” kavramı “Toplam Verimli Bakım” olarak Türkçe’ye çevrilmiştir. Asıl amaç; çalışanlara verilen değeri ön plana çıkararak, kalite ve verimliliği maksimum seviyeye ulaştırmaktır. Kalite ve üretkenliğin üst sınırlarını sürekli zorlayarak minimum kayıp ve minimum hata ile üretim yapılabilecek hale gelebilmek için uygulanabilecek bir Japon felsefesi olarak tanımlanabilir.

Tez çalışması içerisinde öncelikle Toplam Verimli Bakım uygulama konsepti belirlenip uygulama planı oluşturulacaktır. Toplam Verimli Bakım uygulama aşamaları tek tek belirlenerek uygulama planları dahilinde bir Toplam Verimli Bakım sistemi ortaya çıkarılıp sistem tutarlılığı açısından incelenecektir. Toplam Verimli Bakım uygulama başlangıcından itibaren yapılan çalışmalar ele alınarak profesyonel bir sistem oluşturuncaya kadar her aşama incelenecektir.

Toplam Verimli Bakım sistemi oluşturulduktan sonra uygulanmaya başlandığı durum ile kuruluşun Toplam Verimli Bakım sisteminin uygulanmaya başlanmadan önceki durumu arasındaki verimlilik oranları hesaplanacaktır. Bu hesaplamalar sonucunda Toplam Verimli Bakımın bir kuruluş için pozitif ya da negatif ne gibi bir sonuç oluşturacağı ortaya çıkarılacaktır. Bu uygulamalar neticesinde varolan Toplam Verimli Bakım sistemine devam edilip edilmeyeceğine karar verilecektir.

Toplam Verimli Bakım uygulanmaya başladıktan sonra kuruluşun yapısının nasıl değiştiği tez içerisinde uygulamalarla gösterilecektir. Bu uygulamalardan sonra kuruluşun işleyiş yapısının nasıl devam edeceği ve klasik bakım uygulamalarından uzak, sadece bakım çalışmaları ile değil tasarım çalışmaları ve verimlilik hesaplamaları ile kuruluşun sürekli kontrolünün sağlanacağı bir yapı içerisinde olması uygulamalarla oluşturulacaktır.

Uygulamalarla Toplam Verimli Bakım sisteminin alışlagelmiş atölye tarzı bakım çalışmalarından tamamen uzak bir yapıda olduğu ve Toplam Verimli Bakım

uygulama çalışmalarının bir sistem olarak ele alınarak planlı ve uygulama hedeflerinin konulduğu ciddi bir sistem yapısı olup olmadığı ispatlanacaktır..

Toplam Verimli Bakımla ilgili M. C. Eti, S.O.T. Ogaji ve S.D. Probert, Nijerya'da elektronik endüstrisinde 2000 yılında elektronik aletlerin montaj hattı üzerinde uygulamış olduğu çalışmasında, Toplam Verimli Bakım uygulamasından önceki iç denetim, tezgah gelişimi ve performans gelişimi ile Toplam Verimli Bakım uygulamasından sonraki gelişimini incelemişlerdir. Sonuç olarak iki yıl sonunda Toplam Verimli Bakım çalışmaları ile verimliliğin %83'e çıkarılmış olduğunu ispatlamışlardır (Eti et al, 2004)

G. Chand ve B. Shirvani, İngiltere'de 2000 yılında, orta ölçekli üretimde Toplam Verimli Bakım uygulamaları başlıklı makalesinde bir otomotiv fabrikasının montaj bölümünde yaptığı Toplam Verimli Bakım çalışmalarının verimliliği olumlu yönde nasıl etkilediğini sonuçları ile ortaya koymuştur. Performans oranı, verimlilik oranı ve kaliteli ürün oranlarının hesapları yapılarak toplam ekipman verimliliği ortaya çıkarılmış ve buna bağlı olarak Toplam Verimli Bakımın uygulama sonuçları ele alındığında kuruluşun verimliliğinde %23 oranında pozitif yöndeki artış ortaya çıkarılmıştır. (Chand and Shirvani, 2000)

Kathleen E. Mckone, Roger G. Schroder, Kristy O. Cua, 1999 İngiltere'de yılında üç farklı endüstri alanında yapmış olduğu çalışmaya göre Toplam Verimli Bakımın üretim performansı üzerindeki etkisini ve üretim ile Toplam Verimli Bakım arasındaki ilişkiyi makalelerinde ortaya koymuşlardır. Toplam Verimli Bakımın düşük maliyet, yüksek kalite ve yüksek performans dağılımıyla ilgili önemli bir ilişkisi olduğunu ispatlamışlardır (Mckone et al, 1999).

Laura Swanson, Haris-Hindistan sanayisinde 2001 yılında bakım stratejileri ve performans arasındaki bağlantı adlı makalesinde, planlama ve bakım yöneticilerinin çalışmalarına dayalı analizler, bakım stratejileri ve performans arasındaki pozitif ilişkiyi ispatlamıştır. Bu çalışma metal işleri endüstrisinde uygulanmıştır. Bu endüstride temel metal metaller, fabrikasyon metal ürünleri, endüstri ve metal işleri makineleri, hassas makineler ve taşıma makineleri yapılmaktadır (Swanson, 2001).

2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM KAVRAMINA GİRİŞ



2.1. Bakım Faaliyetlerine Duyulan Gereksinim

İşletmelerde ekipman veriminden en yüksek düzeyde yararlanılması, planlı çalışma koşullarına bağlıdır. Makinenin arıza yaparak beklemelelere neden olması tüm çalışma sistematiğini aksatır. İşletmelerin bugünkü rekabet şartlarında ayakta kalabilmesinin şartı, üretimi etkileyecek tüm olumsuz faktörleri ortadan kaldırmasından geçmektedir (Wild, 1995).

Üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça tamir-bakım faaliyetlerinin önemi artar. Yüzlerce tezgahtan oluşan bir üretim hattında birkaç makinenin arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi durdurabilir. Sipariş üretiminde arızalanan veya bakıma alınan makinelerin yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı vardır. Fakat sürekli üretimde ve özellikle proses imalatında arızaların üretim akışı üzerindeki etkisi çok büyüktür. Örneğin; bir polyester iplik (sürekli üretim) fabrikasında bir noktada beliren arıza tüm sistemin durmasına yol açtığı gibi borulardaki polimerin telef olmasına da neden olmaktadır. Arıza giderildikten sonra devreye giriş ve normal üretim düzeyine çıkıncaya kadar da çok uzun bir süre geçer. Otomasyonun ağırlık taşıdığı sektörlerde arızaların giderilmesinde son derece iyi yetiştirilmiş tamir-bakım personeline ihtiyaç vardır. Tamir-bakım faaliyetlerinde üretimin aksamasını minimum düzeyde tutmak gerekli ancak yeterli değildir. Herhangi bir makinenin bakıma alınması, diğer makinelerin boş kalmasına sebep oluyorsa kapasite kaybı var demektir. Çok makineli sistemlerde, tamir-bakım faaliyetleri sebebiyle kapasite kaybının önlenmesi ayrı bir sorundur. Diğer taraftan tamir-bakım işlerini yürütecek insan gücünden yararlanma oranını da yüksek tutmak gerekir. Tamir-bakım faaliyetlerinde belirsizlik bulunduğundan eldeki insan gücü kaynaklarından %100 yararlanmak mümkün değildir. Bu oranın yüksek tutulması tamir-bakım faaliyetlerinin toplam maliyetinin düşürülmesi açısından önem taşır. Tamir-bakım faaliyetlerindeki aksaklıkların üretim akışı, verimlilik ve dolayısıyla maliyetler üzerindeki etkileri şöyle özetlenebilir (Kobu, 1996):

- Makinelerin ve onları çalıştıran operatörlerin boş kalmaları.
- Dolaylı işçilik ve imalat genel masraflarının artması.
- Müşteri taleplerinin karşılanamaması ve dolayısıyla müşteri memnuniyetinin düşmesi
- Aksaklığın meydana geldiği departmanla, ilgili olan diğer departmanlardaki gecikme ve boş beklemler.
- Hatalı ürün oranının artması, beklenen kaliteyi yakalayamama.
- Siparişlerin zamanında teslim edilememesi sebebiyle müşteri kaybetme.

2.2. İşletmelerde Bakım Faaliyetleri ve Bazı Bakım Yöntemleri

Bakım; üretim sisteminin plan ve programlarına uygun olarak çalışmasını sağlayan kontrol sistemidir. Bu sistem üretimin istenilen çalışma düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme sistemidir (Nakajima, 1988).

Ancak bu sistemin düzenli çalışabilmesi ve sürekliliği bakım ekibinin çalışma sistemi, verimi ve tecrübesine mutlaka bağlıdır. Özellikle otomasyona dayalı üretim ve montaj sisteminin günümüzdeki önemi oldukça fazladır. Dolayısıyla ürün kalitesi direkt olarak robotlar vb. otomasyon aşamalarından geçeceğinden dolayı bakım için gerekli olan insan gücünün ve özellikle bakım bilgisini gerektirecek eğitim düzeyinin kesinlikle göz önünde bulundurulması bakım açısından büyük önem taşımaktadır.

Üretim esnasında bakım gerektirecek bir durumda (arıza yada genel bakım gibi) bakımın en kısa sürede ve en iyi şekilde yapılması gerekir. Bu durumda sistem, oluşacak duraksamalardan ve zincirleme birbirini takip edecek aksamalardan mümkün olduğunca az etkilenir (Harrison, 1996).

2.2.1. Arıza Bakımı

Arıza bakımı (breakdown maintenance) çok sayıda yedekleri bulunan ve fazla pahalı olmayan makinelerle üretim yapan tesislerde ve atölyelerde uygulanan bir yöntemdir. Makinenin oluşan beklenmedik bir arıza nedeniyle durduğunda yedeği yoksa program dışı bir bakım gerekecektir. Makinelerin yedeğini bulundurma ise; hem sermaye hem de depolama yönünde büyük yük getirecektir. Başka bir dezavantajı ise, hasarın ne zaman meydana geleceği bilinmediğinden, gerçek bir üretim planı yapmanın mümkün olmayışıdır (<http://www.ytukvk.org.tr>).

2.2.2. Koruyucu Bakım

Koruyucu bakım (preventive maintenance), arızaların ve hatalı ürünlerin, önlenmesini amaçlar. Günlük faaliyetler; ekipman kontrolleri, hassas ölçümler, belirli periyotlarla kısmi veya genel bakımlar, yağ değiştirme, yağlama vb. rutin işlemleri içerir. Buna ek olarak işçiler de ekipman bozulmalarının kayıtlarını tutar ve böylece, problemlere sebep olmadan önce değiştirilmesi ya da onarılması gereken aşınmış parçaları belirlerler. Kontrol ve arıza arama işlemlerini kolaylaştıran takımlarda son yıllarda kaydedilen teknolojik gelişmeler, ekipman açısından daha da doğru ve güvenilir bir duruma gelinebilmesini sağlamıştır (KOSGEB, 2004).

Periyodik koruyucu bakımın dezavantajları:

Üretim, planlanan periyotlarda yine umulmadık, beklenmeyen arızalardan dolayı durmaya mahkumdur. Bu ani ve plansız üretim durmaları hem bakım ekibini güç durumda bırakabilir, hem de üretim planını aksatır.

Bakım ekibi, plan ve programı yapılmış ama gerçekte belki o anda gerekmeyen bakım için zaman kaybedecektir. Bundan dolayı da çok sayıda bakım personelinin istihdam etmek gerekecektir.

Periyodik bakım sırasında, gerek istatistik ve gerekse tecrübelerle değişmesi planlanan parçalar, belki de ömürlerini tamamlamadan değiştirilmek zorunda

kalacaktır. Ayrıca bir parçadan oluşan hasar, hesapta olmayan başka parçalarda da hasar yaratacağından birçok parçanın stokta hazır bulundurulması gerekecektir. Bu da yedek parça maliyetini arttıracak gibi stoklama problemi de getirir.

Planlı periyodik bakım sırasında, özellikle hassas makinelerin sökölüp tekrar montaj edilmeleri, çalışma hassasiyetlerini ve ayarını bozabilir. Bu ayarsız süre içinde üretim hatalı ve düşük olacaktır. Periyodik bakımdan sonra, gerek ayar ve gerekse yeni parçalardaki sürtünme ve aşınmalar dolayısıyla makinenin ideal haline gelmesi için bir süre geçecektir. Yeni ayarlamalar ve ilk aşınmalardan sonra iyi çalışma şartlarına dönülecektir ama, bu arada üretim kalitesinde ve miktarında düşme olacaktır (<http://www.ytukvk.org.tr>).

2.2.3. İyileştirme Amaçlı Bakım

İyileştirme amaçlı bakım (corrective maintenance) faaliyetleri, ekipmanın durumunu iyileştirmeye ve dolayısıyla ileride meydana gelebilecek arızaları ve hataları azaltmaya yönelik olarak tasarlanmış işlemlerdir. Ayrıca, ekipman bakımını da kolaylaştırmayı sağlar. Kullanılan ekipmanın zayıf noktaları anlaşıldığı anda, bunları ortadan kaldırmak için tasarlanmış bazı iyileştirme işlemleri yapılmalıdır. Bu, ekipman operatörlerinin her günkü rutin işlemlerinin yanı sıra; kontrol, yağlama, parça değiştirme vb. işlemlerini de kolaylaştıracaktır (Sharp et al, 1999).

Bu bakım yönteminde ana prensip, üretim sırasında yapılan ölçmelerle makinelerin performansını izleyerek ne zaman bakıma gerek olacağına karar vererek, kısa bir süre üretime ara vererek daha önceden belirlenen arızayı onarmaktır. Makinenin karakteri ve çalışma koşulları göz önünde bulundurularak yapılan program çerçevesinde, üretimi durdurmadan bazı parametrelerin kontrolü ve ölçümü yapılır. Bu ölçümler değerlendirilerek, makinenin çalışma şartları hakkında fikir oluşturulur ve varsa hasarın gelişmesi izlenir. Hatayı oluşturan sebep belirlenerek hata teşhisi yapılır. Ölçülen ve izlenen parametreye bağlı olarak hata belirleme işlemi değişik kriterlere dayanarak yapılır. Hata teşhis edildikten sonra, gerekli yedek parça temin edilerek, üretim durdurulur ve mümkün olan en kısa zaman süresinde bakım yapıp, tekrar üretime devam edilir.

İşletmenin varlığını sürdürebilmesi, ürettiğini ekonomik koşullarda satarak kar edebilmesine bağlıdır. Üretim sisteminin tümü ile aksamadan çalışmasını sürdürmek, bakımı belirli bir plan çerçevesinde yürütmek ve beklenmedik arızaları minimum düzeyde tutmak, kısaca işletmenin güvenilirlik derecesini arttırmakla da bağlantılıdır (<http://www.ytukvk.org.tr>).

2.2.4. Bakım Koruması

Yeni bir ekipman geliştirilmesinde, bakım koruması (maintenance preventive) kavramına projelendirme aşamasında ihtiyaç vardır. Bu amaca yönelik faaliyetler, ekipmanın güvenilir, bakımı kolay, kullanıcısı ile dost kılınmasını sağlar. Böylece operatörlerin takım sökme, bağlama, ayar vb. işlemlerini kolaylıkla yapabilmesini; bunun yanında makineyi rahatlıkla kullanabilmelerini hedefler (Sharp et al, 1999).

İşletmelerde uygulanan bakım türlerinin gelişimi üç ana prensipten ortaya çıkmıştır:

Düzeltilici bakım; plansız olarak ortaya çıkmış arızaları ortadan kaldırmak ve acilen çare bularak tamir etmek amaçlı yapılan bakım faaliyetleridir.

Önleyici bakım; periyodik olarak yapılan makinenin eğiliminin takip edildiği istatistiksel çalışmalar yapılarak, özel zamanlarda, kendi içinde belirlenmiş kontrol limitleri ile takibi yapılan, planlı bakımdır.

Bakımın en iyi şekilde ve düzenli yapılması gerektiğinden bu bakım planları ve uygulama teknikleri ortaya çıkmıştır. Bakım uygulamalarının yapılması üretimdeki hata payını en alt seviyede tutacağından ve üretimdeki aksamalardan dolayı ortadan kaldıracağından işletmeler de kalite kontrol birimleri gibi bakım uygulamaları da bir birim ve plan dahilinde yapılmaktadır.

Son olarak; koruyucu bakım (PM), iyileştirici amaçlı bakım (CM), bakım koruması (MP) yaklaşımları bir araya getirilerek Productive Maintenance adı ile bilinen, fakat bu defa Verimli Bakım anlamına gelen yeni bir yaklaşım tipine

dönüştürülmüştür. Bakım sözcüğü belli şartları sürdürebilmek için ihtiyaç duyulan faaliyetler anlamını taşır. Eğer bunlar; kalite performansı ve emniyet faktörleri dahil, üretime ilişkin en uygun şartların tümünden oluşuyorsa, bütün bu şartları sürekli koruyabilmek için PM kavramına ihtiyaç vardır. Çünkü PM, verimliliğin maksimum düzeye çıkarılması amacına yöneliktir, Çizelge 2.1.'de bir karşılaştırma tablosu ile gösterilmiştir. (KOSGEB, 2004).

Çizelge 2.1. Toplam Verimli Bakım ve koruyucu bakım arasındaki ilişki (Nakajima, 1988);

	Toplam Verimli Bakım Özellikleri	Verimli Bakım Özellikleri	Koruyucu Bakım Özellikleri
Ekonomik Etkinlik	√	√	√
Toplam Sistem Etkinliği	√	√	
Otonom Bakım (Küçük Grup Aktiviteleri)	√		

2.3. Toplam Verimli Bakımın Kavram Olarak Gelişimi

II. Dünya savaşından sonra, Japon endüstri firmaları yönetim, imalat ve beceri ve tekniklerini ABD'den ithal etmişler ve bir takım değişikliklerden sonra kendi sistemlerinde uygulamışlardır. Sonraki yıllarda Japon ürünleri üstün kalitesiyle, tüm dünyada yayılmaya başlamış ve tüm gözler Japon yönetim teknikleri üzerinde odaklaşmıştır. Ekipman bakımı alanında da aynı durum görülmektedir. Japonlar yaklaşık elli yıl önce Amerikan tarzı verimli bakımı kendi ülkelerine ithal etmiş ve Japon endüstriyel ortamına uyacak şekilde irdelleyerek zenginleştirmişlerdir (<http://www.ytukvk.org.tr>).

Toplam Verimli Bakım (TVB), temelde operatörün makinesini sahiplenmesi; makinesinin farkına varması, makine, enerji, hammadde ve operatör ile ürün, yani

girdilerle çıktılar arasındaki ilişkiyi kurması; makine ve enerjinin bilgileri edinip, iş başında teknik eğitim alıp kendisini geliştirmesi, olayların ve çevrenin tümüne bakıp bütünü kavrayabilme becerisi kazanarak, bunları işine ve hayatına yansıtması demektir. Amaç, üretimde çalışanlara verilen değeri ön plana çıkararak, kalite ve verimliliği maksimum değere ulaştırmaktır. Günümüzün daralan pazarında, firmalar arasındaki rekabet gittikçe artmaktadır. TVB, ürünlerin rekabet güçlerini devamlı geliştirebilmek amacıyla, kalite ve verimliliğin üst sınırlarını sürekli zorlayarak üretim araçlarının sıfır kayıp ve sıfır hata ile üretir hale getirilmesi için uygulanabilecek bir sistemdir (Nachi and Fujikoshi, 1988).

Toplam Verimli Bakımın bir başka tanımı ise; yüksek maliyetli ve kaliteyi negatif yönde etkileyen çalışmalara engel olmak, ekipman ve sistemin en iyi düzeyde kullanılmasını sağlamak için tesisin en alttaki çalışanından en üst düzeydeki yöneticisine kadar bütün işletmenin dahil olacağı, sürekli ekip çalışmasıdır (Ashayeri, 1999).

“Total Productivity Maintenance” kavramı “Toplam Verimli Bakım” olarak Türkçe’ye çevrilmiştir. Asıl amaç; çalışanlara verilen değeri ön plana çıkararak, kalite ve verimliliği maksimum seviyeye ulaştırmaktır. Kalite ve üretkenliğin üst sınırlarını sürekli zorlayarak minimum kayıp ve minimum hata ile üretim yapılabilecek hale gelebilmek için uygulanabilecek bir Japon felsefesi olarak tanımlanabilir.

Toplam verimli bakış en geniş tanımı aşağıdaki maddelerle yapılacak olunursa (Sharp, 2000).;

1. Toplam Verimli Bakım, ekipmanların etkinliğini maksimum seviyeye çıkarmayı amaçlar (Genel ekipman etkinliği: Overall Equipment Effectiveness O.E.E).
2. Toplam Verimli Bakım, ekipmanların tamamı için bir verimli bakım sistemi içerir.

3. Toplam Verimli Bakım, en alt düzeydeki çalışandan en üst düzeydeki yönetime kadar her çalışanı içerir ve ilgilendirir.
4. Toplam Verimli Bakım, motivasyon yönetimi aracılığı ile verimli bakımın ilerletilmesi, geliştirilmesi zemini üzerine kurulmuştur.
5. Toplam Verimli Bakım, değişik departmanlar tarafından uygulanır (üretim, bakım, montaj gibi).

Toplam Verimli Bakım, bir işletme için gelecek açısından şunları sağlar (Chand and Sirvani, 2000).

1. Varolan ekipmanlarda verimlilik artışı sağlamak;
2. Bakım iyileştirmesi sonucunda, bakım maliyetlerinin aşağı seviyelerde tutulması;
3. Bakım işçilerinin, yeteneklerinin tespit edilmesi neticesinde yeni eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve yerine getirilmesi;
4. Bakım ihtiyaçlarının giderek azaltılacağı yeni programların genişletilerek uygulanabilmesi;
5. Yapılacak yatırımların başında iken, bakım ihtiyaçlarını minimumda tutacak, ekipman veya tesis seçimi planlaması avantajını sağlar.

Toplam Verimli Bakım, toplam kalite yönetiminin bir uygulamasıdır. Toplam kalite, yöntemler üzerindeki sürekli iyileştirmeyi, üretim değerlerinin üzerinde Toplam Verimli Bakımı ve malzeme üzerinde tam zamanında üretim (Just In Time: JIT) tekniklerini uygulamayı amaçlayan bütünsel bir sistemdir. Toplam Verimli Bakımın amacı iç ve dış müşteri memnuniyetini tüm çalışanların katılımı ile sağlamaktır (Sharp et al, 2001).

Toplam Verimli Bakım gelişimi tarihsel olarak incelenecek olursa; 1970'li yılların başından itibaren başlamıştır. Çizelge 2.2.'de toplam verimli bakım gelişim süreci yıllara göre gösterilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 2.2. Toplam Verimli Bakımın tarihsel gelişimi (Nakajima, 1988);

1950 Koruyucu Bakım Bakım fonksiyonları uygulanmaya başlandı.	1960 Üretken Bakım Tezgah tasarımında ekonomi ve verimlilik artırılmaya başlandı.	1970 Toplam Verimli Bakım Bütün çalışanların katılımı ile verimlilik ve insana saygı temeli üzerine oturmuş detaylı bakım sistemi
1952 koruyucu bakım 1953 üretken bakım 1957 düzeltici bakım	1960 önleyici bakım 1962 mühendislik ekonomisi	1970 ve sonrası – davranış bilimleri – yaratıcılık – performans analizi – sistem mühendisliği – lojistik – ekoloji

Dünyadaki Toplam Verimli Bakım uygulamalarına kronolojik bir sıra bakılacak olunursa (KOSGEB, 2004);

- 1970 öncesi ABD’de koruyucu bakımın iyileştirilmesi;
- 1970 yılında, İngiltere’de “Teroteknoloji” adı altında, bir makinenin, bir makinenin üretimde kaldığı süre boyunca fabrikaya maliyetini (LCC: Life Cycle

Cost: Yaşam Boyu Maliyet), optimize etmeyi amaçlayan bir yöntemin geliştirilmesi;

– 1971 yılında, Japonya’da üretken bakımın Toplam Verimli Bakım olarak geliştirilmesi;

– 1976 yılında, Japonya’daki şirketlerin %10’unda,

– 1989 yılında, Japonya’daki şirketlerin %20’sinde,

– 2000 yılında, Japonya’daki şirketlerin %35’inde Toplam Verimli Bakım yöntemine geçilmesi, süreçleri şu günlerde de devam etmektedir.

1989 yılında Renault Fransa’da Cleon Fabrikası’nda Toplam Verimli Bakım kararının alınması;

– 1993 yılı itibariyle, fabrikanın %50’sinde, 83 bölgede uygulamaya başlandı,

– 1994 sonunda, fabrikanın %75’inde uygulamaya devam etti.

– 1996 sonunda, %100’ünde uygulanır hale getirildi.

1991 yılında, Renault Fransa’da Flins Fabrikası’nda Toplam Verimli Bakım kararının alınması;

– 1994 yılında, 64 bölgede uygulama başlatıldı; 30 kişi bilfiil Toplam Verimli Bakım konusunda görevlendirildi.

– 1997 yılı sonuna kadar, 167 uygulama bölgesine yaygınlaştırılarak tüm fabrikada uygulamanın gerçekleştirildi.

Renault Sandouville ve Setubal'de Toplam Verimli Bakım faaliyetlerine katılmış fabrikalar arasında yer almaktadır. Renault'un politikası; Üretim Direktörlüğü'ne bağlı tüm fabrikalarda Toplam Verimli Bakımı faaliyetlerine başlandı.

Sonunda Renault Fabrikası' da Toplam Verimli Bakım uygulanması kararını alarak;

- 1994 yılına kadar koruyucu bakımın gerçekleştirilmesini sağlayarak, imalata yönelik birinci seviye koruyucu bakım faaliyetlerini kısmen başlattı.
- Fabrika düzeyinde Toplam Verimli Bakım pilotunu belirledi.
- 1994 yılında Toplam Verimli Bakım projesini tüm fabrikada yaygınlaştırmak üzere eğitim programlarını hazırladı.
- Eğitim dokümanları ve görsel araçların tasarlanması ve oluşturulması sağlandı.
- Her departmanın Toplam Verimli Bakım sorumluluklarını belirledi.
- Birinci seviye bakım içeriklerini tamamladı ve Toplam Verimli Bakım uygulamalarını başlattı.

Toplam Verimli Bakım, hızla uluslar arası kabul gören bir sistem haline gelmektedir. Amerika ve Avrupa ülkelerinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Toplam Verimli Bakım ülkemizde 1990'lı yılların başlarında kabul görmüş, başta Prelli, Brisa, Kordsa, Tofaş, Netaş, Arçelik ve Beko olmak üzere birçok firmada uygulanmaya başlanmıştır. Beko 2001 yılında JUSE' den (Japanese Union of Science and Engineering) Toplam Verimli Bakım ödülü almıştır (KOSGEB, 2004).

Günümüz piyasa ekonomisinde yapılan ürünün rekabet edebilir olması için ürünün fiyatı çok önemlidir. Kaliteli ve rekabet edebilir bir ürünün fiyat indirgenmesi rekabet şartlarında ön maliyetin azaltılması ile sağlanabilir ve bunun için ürünün imal edilmeden önceki gider yükselmelerine sebep olan kayıpların engellenmesi gerekir. Toplam Verimli Bakımın temel hedeflerinden biri de kayıpların ortadan kaldırılmasıdır (Wireman, 1991).

2.4. Toplam Verimli Bakım Uygulamadaki Hedefler

Toplam Verimli Bakım uygulaması temelde; sıfır iş kazası, sıfır hata ve sıfır kayıp zamanı gerçekleştirmeyi hedefler. Toplam Verimli Bakımın hedeflerini “sıfıra yönelme kavramı” olarak tanımlayan Nakajima (1988) bu konuda şunları söylemektedir:

“Toplam Verimli Bakım felsefesi yaygınlaşmaya başladığı sıralarda, Japon firmaları tarafından oldukça benimsendi. Örneğin; Toplam Verimli Bakım, ilk yıllarda Toyota fabrikasının üretim sisteminin işleyişini destekleyici bir sistem olarak ele alınıyordu. Bu sistem JIT (just in time-tam zamanında üretim) sisteminin aslı; defolu veya atık olarak israf edilen ürünlerin tamamen ortadan kaldırılması gerçeğini göz önünde bulunduruyordu. Toyota’ nın kullandığı JIT, ‘gerekli parçaları gerekli olduğu zaman, gerektiği kadar üret’ özüne dayanmaktadır”.

Toplam Verimli Bakım uygulamasındaki hedeflere ulaşılabilmek için bölümlerin sorumlulukları şunlardır (Nakajima, 1988):

Operatörler:

1. Ekipmanların bakımını yapmak (yağlama, temizleme, makine kontrol, bakım vb.).
2. Çalışma ortamını iyileştirmek.

3. Çalışma esnasında oluşan aksaklıkları ve problemleri tespit edip onarmak ya da bildirmek.
4. Ekipman kullanımında gerekli bilgiye sahip olmak ve eğitime tabi tutulmak.

Bakım personeli:

1. Üretim departmanının periyodik bakım aktiviteleri için teknik destek sağlamak.
2. Bakım gözlemleme ve ekipman kontrolünü iyi yapabilmek için eğitim almak.
3. Arıza nedenlerini tespit ederek bakımların kısa zamanda yapılmasını sağlamak.
4. Tasarım değerlerini kontrol ederek ve geliştirmeler yaparak, çalışma standartlarını oluşturmak.

Toplam Verimli Bakımın temel hedeflerinden biri ise tesis ve makine verimliliğini artırmaktır. Bunun sağlanabilmesi ise bütün kayıp sebeplerinin tespit edilip ortaya çıkarılması ve bunların ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların yapılmasıdır. Bunun sağlanması ile kayıpların sıfıra çekilmesi hedeflenir.

Toplam Verimli Bakım temelde şu beş maddeyi hedef alarak uygulanır (Shirose, 1992).

1. Üretim, bakım ve mühendislik departmanlarınca organize edilen proje grubunun, altı büyük kayıp ortadan kaldırması,
2. Üretim departmanının kullanıcı bakımı yürütmesi,
3. Bakım departmanının arıza ve planlı bakım faaliyetlerini yürütmesi,

4. Yukarıdaki çalışmaların eğitim ile desteklenmesi,
5. Mühendislik hizmetleri departmanının erken ekipman yönetimi faaliyetlerini yürütmesi.

2.5. Verimliliği Düşüren Altı Büyük Kayıp

Verimliliği düşüren kayıplar temelde altı ana kayıp olarak adlandırılırlar (Nachi and Fujikoshi, 1988).

1. Arıza kayıpları (mekanik, elektrik, elektronik arızalar gibi.)
2. Kurma ve ayar kayıpları (aparat değişimi, merkezleme, ölçme, deneme yapma, kalıp bağlama vb.)
3. Boşta kalma ve durma kayıpları (malzeme transfer hattındaki takılmalar gibi.)
4. Düşük hızda çalışma kayıpları (hesaplanan hız ile uygulamadaki hız arasındaki fark gibi)
5. Kalite hataları ve yeniden işleme gereği
6. Üretim kayıpları

Bu tür hataların ortaya çıkarılıp giderilmesinde aşağıdaki beş önlem esas kabul edilebilir (Nachi and Fujikoshi, 1988).

1. Tasarım zayıflıklarının düzeltilmesi
2. İşletme prosedürlerine uyulması (iş emirleri)
3. Standart fonksiyonlarda sapmaların giderilmesi

4. İyi tanımlanmış bazı temel şartların devam ettirilmesi (yağlama, temizleme, düzenli bakım gibi)
5. Operatörün bakım becerilerinin geliştirilmesi.

2.6. Altı Büyük Kayıp

Toplam Verimli Bakımda, kayıplar ve ekipman verimliliği arasındaki ilişki açık olarak ürün kalitesi ve çalışmaya hazır ekipman ile tanımlanmıştır. Ekipmanın etkinliğini düşüren nedenler göz önüne alındığında, ana kayıplar altı ana başlıkta sınıflandırılır (Kordsa, 1996).

2.6.1. Onarım Gerektiren Ekipman Hatalarının Neden Olduğu Duruş Kayıpları

Örneğin; işçilik, ekipmanı tamir etmek için gerekli yedek parçaların olmayışı vb. Bu kayıplar makine duruşu olarak ölçülür

2.6.2. Ekipmanı Kurma ve Ayarlama Kayıpları

Bu kayıplara işletme koşullarındaki değişimler sebep olur. Bunlardan bazıları, üretim veya vardiya başlangıcındaki üretim akışındaki değişiklikler, ürünlerdeki ve üretim koşullarındaki değişikliklerdir. Bu tür kayıplar, makine duruşları, kod değişim ayarları (ekipman değişiklikleri, kalıp, düzene, el aletleri değişimleri), üretim başlangıcı ve ayarlar oluşturur. Bunun da büyüklüğü duruşlarla ölçülür.

2.6.3. Küçük Duruş Kayıpları

Bir makinede meydana gelen durdurma, sıkışma ve boşta çalışma gibi olaylardan kaynaklanır. Genelde, bu tür kayıplar, elde yeterli aletler olmadığı için kaydedilemez. Bu kayıplar, bundan dolayı %100 performans oranı formülü temel alınarak değerlendirilir.

Operatörler belirlenen zaman içinde (10 dakika gibi) küçük duruşları önleyemediklerinde, ekipmanda herhangi bir hasar olmamasına rağmen, birçok firma, bu küçük duruşların önemini vurgulama açısından, makine duruşu olarak dikkate alırlar.

2.6.4. Hız Kayıpları

Üretim hızındaki azalmadan dolayı meydana gelir. Ekipman orijinal veya teorik hızda çalıştırılmaz. Yüksek çalışma hızında, kalite hataları ve küçük duruşlar sık sık oluşur. Bundan dolayı ekipmanın uygun (düşük) hızda çalışması istenir. Hız kayıpları, teorik çalışma hızının, gerçek çalışma hızına oranı ile ölçülür.

2.6.5. Kalite Hataları ve Tekrar İşleme Kayıpları

Tanım dışı veya normal operasyon sırasında üretilen hatalı ürünlerden kaynaklanmaktadır. Bu ürünler, ya tekrar işlenmeli, yada telef edilmelidir. Burada, ürünler tekrar işlenirken harcanan emek ve felsefe giden malzeme kayıpları söz konusudur. Bu kayıpların niceliği, kaliteli ürünün toplam üretilen ürüne oranı ile ölçülür. Bazen bu, “proses içinde kalite hatası” olarak tanımlanır. Bu kayıpları, makineleri ilk devreye alma ve ayarlama çalışmaları sırasında meydana gelen kalite hatalarından veya normal çalışmada oluşan hatalı ürünlerden ayırmak gerekir.

2.6.6. Ürün Kayıpları

Standartlara uymayan veya hatalı, telef gitmiş ve artan hammaddeden oluşmaktadır. Ürün kaybı iki gruba ayrılır. Birincisi, ürün tasarım, imalat metotları, ekipman sınırlamasının sonucundan kaynaklanan hammadde kayıplarıdır. Diğer grup ise, operasyon değişikliği veya operasyon başlangıcındaki koşulların kararlılığı ile ilgili kalite hatalarından kaynaklanan, ayarlama kayıplarıdır.



2.7. Toplam Ekipman Verimliliği

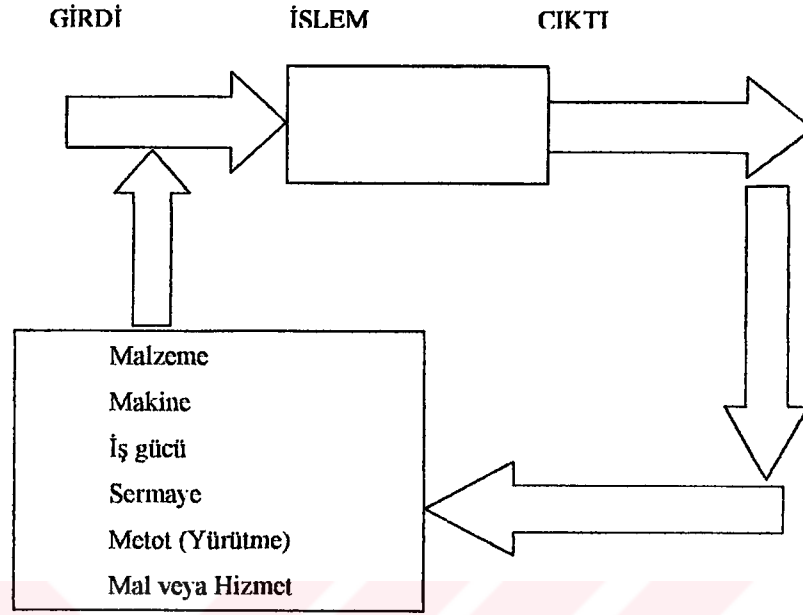
Bir sistemde oluşturulan çıktılarla, bunları oluşturmak için kullanılan girdiler arasındaki orana verimlilik denir. Verimlilik artışı, girdilerin en aza çekilmesi, çıktıların ise en üste yükseltilmesi ile sağlanır. Bu söylem matematiksel olarak formüle edilecek olursa formül (2.1) deki bir oran ortaya çıkarılabilir (Işık, 2000).

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad (2.1);$$

Burada dikkat edilmesi gereken, kalite sözcüğünde hiç bahsedilmemektedir. Aslında, bugün çıktı kalitesini sağlamadan ulaşılacak verimlilik hiçbir anlam taşımamaktadır. Diğer bir deyişle, “kalitesiz üretim, pazarsız bir ürün demektir” ve “kalitesiz üretim, mevcut kaynaklarla daha çok üretmek yerine, ek kaynak tüketimine neden olarak verimliliği düşürmektedir (Akal, 1985).

Verimlilik ve kalite arasındaki bu etkileşimin fark edilmesi, üretim sürecinin bütününde, kaliteli üretimle yüksek verimliliğe ulaşmanın yollarını açmıştır. Klasik kalite anlayışı da bu ikili ilişki içinde daha kapsamlı bir çerçeveye oturmuştur. Klasik anlayışta; kalite, standartlara ve belirlemelere uygunluk, amaca uygunluk gibi tanımlarla iki tür kaliteden söz edilmektedir; üretim kalitesi ve ürün kalitesi. Üretim kalitesi, kötü işçiliği ve iş yöntemlerini, gecikmeleri ve israfı önleyerek üretimde sağlanacak verimdir. Ürün kalitesi, daha gelişmiş ürün standartları ile müşteriye, kuruluşça belirlenen niteliklere en uygun ürünü sunmada sağlanan performans olarak tanımlanmaktadır. Oysa yeni kalite anlayışında daha farklı bir yaklaşım vardı. Kaliteye bu yeni anlayışı kazandıran dünyada oluşan tek pazar egemenliği ve bunun getirdiği yeni rekabet koşullarıdır. “işletme ne üretirse onu satar” anlayışı yerini “bizim işimiz pazarın istedikleri ürünleri üretmektir” anlayışına bırakmak zorunda kalmıştır. Artık pazarlara müşteri egemen olmuştur. Müşteriyi hoşnut etmek için onun beklentilerini ve gereksinimlerini önceden belirleyerek, bunlara uygun ürün ve hizmeti en hızlı, kaliteli verimli bir biçimde üreterek pazara sunmak gerekir bu nedenle kalite kavramı içine yenilik ve değişim kavramları da girmiştir. Bu çerçeve içinde bugün kalite, “ürün yada hizmet üretiminde müşterilerin beklentilerini

yanıtlama düzeyi”, “müşterilerinin son ürün yada hizmetle ilgili duyduğu doyum, hoşnutluk düzeyi” olarak tanımlanmaktadır (Akal, 1985).



Şekil 2.1. Verimlik tablosu (Işık, 2000);

Verimliliği etkileyen üç temel faktör bulunmaktadır. Bunlar altı büyük kayıptan dolayı oluşan faktörlerdir (Chand and Sirvani, 2000).

2.7.1. Kullanılabilirlik Oranı

Kullanılabilirlik oranı (availability); tezgahın yada daha da geniş bir ifadeyle tesisin hangi oranda kullanılabildiğini gösterir. Üretim esnasında oluşan durma zamanlarının hesaplanmasıyla bulunur (Chand and Sirvani, 2000).

$$\text{Kullanılabilirlik} = \frac{(\text{Teorik Çalışma Süresi} - \text{Duruş Süresi}) \times 100}{\text{Teorik Çalışma Süresi}} \quad (2.2);$$

2.7.2. Performans Oranı

Performans oranı (performance efficiency) Tezgahın veya tesisin hangi oranda kullanılabildiğini gösterir. Hız kayıplarının hesaplanması ile bulunur (Chand and Sirvani, 2000).

$$\text{Performans} = \frac{(\text{Günlük Ürün Sayısı} \times \text{Ortalama Birim Üretim Zamanı}) \times 100}{\text{Günlük Çalışma Zamanı}} \quad (2.3);$$

2.7.3. Kaliteli Ürün Oranı

Kaliteli ürün oranı (quality rate); tezgah yada tesisin hangi oranda kullanılabildiğini gösterir. Ürün arızalarının hesaplanmasıyla bulunur.

$$\text{Kaliteli ürün oranı} = \frac{(\text{Gerçekleşen Ürün Sayısı} - \text{Arızalı Ürün Sayısı}) \times 100}{\text{Gerçekleşen Ürün Sayısı}} \quad (2.4);$$

Bütün bu oranların çarpımları toplam ekipman verimliliğinin (overall equipment effectiveness: OEE) sonucunu verir.

$$\text{Toplam Ekipman Verimliliği} = \text{Kullanılabilirlik} \times \text{Performans Oranı} \times \text{Kalite Oranı} \quad (2.5); \quad (\text{Chand and Sirvani, 2000})$$

Kullanılabilirlik ; Arıza kayıpları

Kurma ve ayar kayıpları

Performans Oranı; Boş zamanlar ve küçük duraklama kayıpları

Hız azalma kayıpları

Kalite Oranı; Kalite hataları ve tekrar çalışma kayıpları

Ürün kayıpları ve İşe başlama kayıpları

2.8. Toplam Verimli Bakımın Karakteristikleri

Bakım; işlerin yapılmasında, yatırımlarda ve malzeme karlılığında toplam verimliliği önemli derecede etkileyen bir faktör olarak görülmektedir. Buna bakım

karlılığı da denebilir. Örneğin; bakım faaliyeti Pazar gidilerinde malın zamanında ve güvenilir şekilde müşteriye tesliminde önemli bir argüman olmaktadır. Şirketin gelir ve gider tablosunda önemli bir kalem olarak görülmektedir. Ekipman performansının ve kalitesinin iyileştirme faaliyetlerinde şirketin genel iyileştirme süreçlerinin en önemli parçalarından biri olmaktadır (KOSGEB, 2004).

Toplam Verimli Bakımın geliştirilmesi; üretim planlama, ürün geliştirme, kalite, üretim, satış ve pazarlama süreçlerinin yakın işbirliği ile olmakta ve sonuçta kapasite de olumlu artışlar, kalitede gelişmeler sağlanmaktadır. Sonuçta şirket stratejisinin büyük bir bölümünü ortaya çıkmaktadır. Toplam Verimli Bakım faaliyeti, ünitelerin bakım gruplarının (otonom bakım), merkezi bakım gruplarının ve taşeron hizmetlerinin yakın işbirliği ile yürütülmekte, bakım görevleri bu grupları arasında uygun bir şekilde dağıtılmakta ve bakım ihtiyaçlarının minimize edilmesine çalışılmaktadır (KOSGEB, 2004).

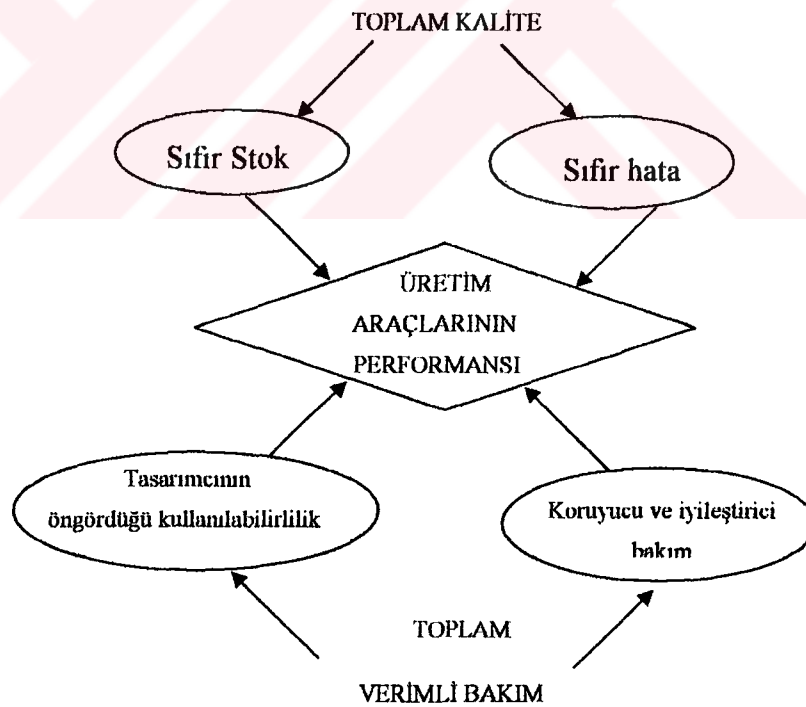
Toplam Verimli Bakımda insanın tasarımcı yönünü ortaya çıkarma çabası vardır. İnsanlara hedef ve sorumluluk vermek tasarımcılığın motorudur. Toplam Verimli Bakımda rutin bakım işlerini operatörlere yüklenmesinin nedeni, teknolojinin eğitilmiş bakım personelini gerektirmesidir. Rutin işleri operatörlere devreden bakımcılar, teknik bilgilerini artırıp ihtisas gerektiren bakımlara yönelmeleri ile bakım duruşlarının sifra indirgenmesini amaçlamaktadırlar. Toplam Verimli Bakımın sağladığı avantajlar Şekil 2.2’de gösterilmiştir. (KOSGEB, 2004).



Şekil 2.2. Toplam Verimli Bakımın sağladığı avantajlar (KOSGEB, 2004).

2.9. Toplam Verimli Bakım ve Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki İlişki

Toplam Verimli Bakım, ürün kalitesinde sürekli ilerleme, kullanıma hazır ve becerikli kapasite garantisi ve güvenliği için üretim açısından çok önemlidir. Toplam Verimli Bakımın esası, ilgili üretim uzmanlarının ve araçlarının koruyucu bakım çabalarıdır. Toplam Verimli Bakım ve toplam kalite yönetiminin her içinde işlemler daha rekabetçi bir işletme oluşturmaya yöneliktir. İşlemlerde ki ilerlemeler her ikisi içinde çok fazla önem taşır; maliyet fiyatları düşer, müşteri memnuniyeti artar ve ürünün bitirilmesindeki zaman azaltılır. Toplam kalite yönetimi (TKY) sürekli ilerlemeler yaklaşımı olup organizasyondaki tüm aşamaları içerir. TKY, istatistiksel işlem kontrolünü, kendi kendine çalışan iş ekiplerini, tam zamanlı çalışma yöntemini Toplam Verimli Bakımı ve toplam kalite hedeflerini içerir (Finlow and Visser, 2000).



Şekil 2.3. Toplam Verimli Bakım ile toplam kalite yönetimi ilişkisi (KOSGEB, 2004).

3. TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMASI

3.1. Toplam Verimli Bakım Organizasyonu

Toplam Verimli Bakım uygulaması üç temel ana başlık altında incelenir (KOSGEB, Toplam Verimli Bakım seminer notları, 2004).

1. Başlangıç (hazırlık aşaması)
2. Geliştirme (geliştirme aşaması)
3. Sürekliliği sağlama (stabilizasyon)

3.1.1. Hazırlık Aşaması

Hazırlık aşaması Toplam Verimli Bakımın ilk beş adımıdır. Tanıtım faaliyetlerinin sonucu olarak iş ortamı Toplam Verimli Bakım için hazırlanır; gerekli stratejiler, organizasyon çalışmaları, uygulama planları ve hedefler açık bir şekilde duyurulur. Hazırlık aşaması normal koşullarda altı aylık bir zaman dilimi içerir (Nakajima, 1988).

3.1.2. Geliştirme Aşaması

Ön geliştirme ve geliştirme olarak iki grupta incelenebilir. Toplam Verimli Bakım hedeflerine ne kadar kısa zamanda ulaşılacağına planlarını yapmak ve bu planları uygulama aşamasıdır. İki yada üç yıl gibi bir zaman alması beklenir (Nakajima, 1988).

3.1.3. Süreklilik ve Geliştirme Aşaması

Son kontroller ile yapılan planların tamamlandığı dönemdir. Hedeflerin ulaşıldığı seviye karşılaştırmaları yapılır. Çıkan sonuçlara göre hedef yükseltilir. Toplam Verimli Bakım uygulaması adım adım anlatımlarla Çizelge 3.1.'de verilmiştir (Nakajima, 1988).

Çizelge 3.1. Toplam Verimli Bakım uygulamasında 12 aşama

AŞAMA	ADIMLAR	DETAYLAR
HAZIRLIK AŞAMASI	1. TVB'yi tanıttak üst yönetim kararının açıklanması	Şirket için TVB ile ilgili konferans vermek; şirket gazetesinde makaleler yayınlamak
	2. TVB'yi tanıttak eğitim ve organizasyonun başlatılması	Yöneticiler: Seviyeye göre seminerler Genel: Slayt gösterileri
	3. TVB yürütme organizasyonunu oluşturmak	Her seviyede TVB ile uğraşacak sorumluları belirlemek
	4. Temel TVB politika ve hedefleri oluşturmak	Mevcut durumun incelenmesi, amaçların belirlenmesi, sonuçların tahminin yapılması
	5. TVB'yi geliştirmek için master planının hazırlanması	Detaylı uygulama planının hazırlanması
ÖN GELİŞTİRME	6. TVB uygulamalarına başlanması	Müşterilerin ve ilgili şirketlerin davet edilmesi
GELİŞTİRME	7. Ekipmanların her parçasının verimliliğinin artırılması	Proje takımları oluşturmak
	8. Otonom bakım programı geliştirmek	Eğitim prosedürlerini oluşturarak geride kalan yedi adımı ilerletmek
	9. Bakım departmanı için planlı bakım çizelgeleri oluşturmak	Koruyucu bakım, önleyici bakım, stok kontrol gibi dokümantasyon sistemlerinin kurulması
	10. Bakım yeteneklerini artıracak bilgi seviyesinin artırılması için eğitimler vermek	Liderlerin eğitimi, liderlerin bilgilerini grup üyeleri ile paylaşması
	11. Öncü ekipman yönetim programının geliştirilmesi	Bakım koruması (MP) sisteminin dizaynı, yaşam boyu maliyet (LCC) analizlerinin yapılması
SÜREKLİLİK	12. Mükemmel bir TVB uygulaması ve TVB seviyelerinin artırılması	Verimli bakım (PM) ödülü için değerlendirme yapmak ve yüksek hedefler belirlemek

3.1.4. ADIM 1: Yönetimin Toplam Verimli Bakım Uygulaması Kararını İlanı

Yönetim, Toplam Verimli Bakım uygulamalarının başlatılması ile ilgili alınan kararları tüm çalışanları ile paylaşmalıdır. Toplam Verimli Bakım uygulamasının başarılı olabilmesi için, Toplam Verimli Bakım içeriğinin, amacının hedeflerinin ve niçin uygulanması gerektiği kararının sebepleri resmi bir sunum ile çalışanlara aktarılmalıdır. Gelişmeler mutlaka şirket panolarında yayınlanmalıdır. Yönetimin kararlılığı ve bu kararlılığı çalışanlarına hissettirebilmesi çok önemlidir. Toplam Verimli Bakım uygulama sisteminin oluşturulmasında ilk görev yönetime düşmektedir. Yönetimin veriminin artırılmasında; müşteri isteklerine, analiz ve işlevlerin standartlaştırılmasına; gösterdiği konsantrasyon ilk adımın ve gelecek adımların başarılmasına yardımcı olacaktır (Sherwin and Jonsson, 1995).

İşçilerin küçük grup aktiviteleri ile bakım uygulamaları ve operasyon bakım yeteneklerinin geliştirilmesi konularında eğitilmeleri zorunludur. Üst yönetim tarafından oluşturulan uygun bir iş ortamı ve eğitilerek motive edilmiş işgücü bir araya geldiğinde grupların bakım hedeflerine ve diğer hedeflere ulaşılması daha kolay olacaktır (Nakajima, 1988).

3.1.5. ADIM 2: Toplam Verimli Bakım Eğitimleri

Toplam Verimli Bakım uygulamasının tanıtılmasında hemen sonra eğitimlere geçilmelidir. Oluşturulan küçük grupların lider ve üyelerine eğitim programları uygulanmalıdır. İşçilerin görsel eğitim araçları kullanılarak eğitilmeleri ve yöneticilerin de ara sıra da olsa gruplarla birlikte eğitimlere katılımları sağlanmalıdır. Ekipmanların tüm özellikleri, temel bakım kriterleri ve Toplam Verimli Bakım amaçlarının çalışanlara aktarılmasında programlanmış zamanlarda eğitimlerin uygulanması gerekmektedir (Nakajima, 1988).

Toplam Verimli Bakım uygulamasındaki hedefler ve kültür çalışanlara aktırılarak hassasiyetle en alt seviyede çalışana kadar eğitimler verilmelidir (Shirose, 1992).

3.1.6. ADIM 3: Toplam Verimli Bakım Yönlendirme Organizasyonu

Eğitimler tamamlandıktan sonra, organizasyon içinde Toplam Verimli Bakım uygulamalarını yönetecek olan Toplam Verimli Bakım komisyonu kurulmalıdır. Bu konuda görev alacak kişilerin eğitimleri çok iyi almış olmaları gerekir. Yönetim seviyelerindeki personelin eğitimi tamamlandıktan sonra, Toplam Verimli Bakım geliştirme sisteminin kurulmasına başlanabilir (Nakajima, 1988).

Küçük grup aktiviteleri katılımcı yönetimin önemli bir gereğidir. Japon İşletme Bakım Enstitüsü (Japan Institute of Plant Maintenance: JIPM) ise her kademede organize edilmiş küçük gruplarda meydana gelmiş bir sistem yapısını tavsiye etmiştir. Grup içindeki her lider bir sonraki seviyedeki küçük grubun üyesidir. Başka bir deyişle grup liderleri seviyeler arasında bir bağlantı görevi görürler (Nakajima, 1988).

Oluşturulan gruplara küçük problemlerle başlamaları ve kayıtlarını çok iyi bir şekilde tutmaları önerilir. Takımın performansı, kayıtların yönetim tarafından değerlendirilmesi ile ölçülür. Takımların küçük problemlerle uğraşp kayır tutmaları, tecrübe kazanmalarını sağlayarak büyük problemlerle karşılaşınca daha kolay üstesinden gelmelerini sağlayacaktır (Tajiri and Gotoh, 1992).

Toplam Verimli Bakım geliştirme programı üç yıla yakın bir periyodu kapsadığından, iyi ekiplerin kurulması ve uzmanlaşması çok önemlidir. Bu uzmanlar ise yönetimin bir temsilcisi olarak TVB yürütme organizasyonu içinde çekirdek bir görev üstlenirler. İdeal olarak, bu kişiler ekipman yönetimi konusunda eğitim görmeli ve zamanlarının tamamını bu işe ayırmalıdır (Tajiri and Gotoh, 1992).

Toplam Verimli Bakım organizasyonunda takımlardan sorumlu takımlar kaptanı yer almaktadır. Toplam Verimli Bakım görev takımının çalışabilmeleri için önlerini açar ve onlara destek verip yönlendirir. Bu kişiler ayrıca üretim içindeki Toplam Verimli Bakım yetkilileriyle üretimle ilgili tüm personelin TVB tanıtımında ve araçlarının kullanımında becerilerinin artmasından sorumludur. Toplam Verimli

Bakım görev takımları, en az kayıp ve en çok verimlilikle çalışmak zorunda olan üretimle ilgili kişilerden oluşur (Nakajima, 1988).

3.1.7. ADIM 4: Toplam Verimli Bakım Politikasının Oluşturulması ve Hedeflerin Belirlenmesi

Toplam Verimli Bakım yürütme komitesi hedefleri iyi tespit etmeli ve kesinlikle hedeflerin uygulanabilir objektifliği olan hedefler olmasını planlayabilmelidir. Hedeflerin iyi belirlenememesi ve yönlendirmedeki hatalar Toplam Verimli Bakım yapısının çökmesine neden olabilir. Hedefler kesin ve somut olmalıdır. Şirketin bulunduğu durum içerisindeki yapısı çok iyi incelenmeli ve uygulama hedefleri varolan duruma göre belirlenmelidir. Şirket için genel hedefler belirlendikten sonra alt grupların hedefleri belirlenmelidir (Nakajima, 1988).

3.1.8. ADIM 5: Toplam Verimli Bakım Uygulama Planının (Master) Hazırlanması

Belirlenen hedefler için bir master plan hazırlanması gerekmektedir. Bu plan dahilinde uygulamaya başlamadan önceki hazırlık aşaması dahil, Toplam Verimli Bakım uygulama hedeflerinin tamamını içeren plandır. Toplam Verimli Bakım uygulamasını içeren bu plan koordinasyon merkezi tarafından oluşturulmalıdır. Bu plan Çizelge 3.2 'de General Motor'dan alınmış olan örnek plana göre temelde beş ana maddeyi içerir (Nakajima, 1988).

- Altı büyük kaybın yok edilmesiyle ekipman verimliliğinin artırılması
- Otonom bakım (autonomous maintenance) programının hazırlanması
- Kalite güvencesinin sağlanması
- Bakım departmanı için bir planlı bakım çizelgesi hazırlanması
- Eğitim

Çizelge 3.2. Toplam Verimli Bakım planı geliştirmeye örnek bir plan
(Nakajima, 1988)



1979	1980	1981	1982		
Hazırlık	Tanıtım	Geliştirme	Tamamlama	Süreklilik	Geliştirme
Ekipman verimliliği	Grup aktiviteleriyle ilgili bir model oluşturulması: Ani arızalardan korunmak için adımlar Koruyucu bakım Kurma ve ayar kayıplarının azaltılması Parçaların arızalarını azaltmak Otonom bakım için temel oluşturmak				Ödül kanabilecek seviyeye ulaşmak,
Otonom bakım (autonomous maintenance)	Otonom bakımın yaygınlaştırılması Ön temizlik Zor problemlerin çözülmesi Temizleme ve yağlama standartları Genel kontrol 2. ve 4. adımların yeniden değerlendirilmesi Öz (iç) denetim (Audit) Organizasyon ve düzenleme Hedef yönetimi				Şirketin durumunu güçlendirmek
Kalite kontrol	Yeterli kalite seviyesi tutturmak için çalışmalar Kabul edilebilir bir kalite seviyesi				Daha iyi bir çalışma ortamı oluşturmak
Planlı bakım	Mükemmel bakım yapılabilirliğinin geliştirilmesi Makine kontrol onayı için tamamlanmış tümleşik sistem				
Bilgilerin aktarılması	Bakım bilgileri: Aralık 1980: 1. Şirket toplantısı Haziran 1981: 2. Şirket toplantısı Mayıs 1982: 3. Şirket toplantısı				

3.1.9. ADIM 6: Toplam Verimli Bakım Uygulaması

Toplam Verimli Bakım geliştirme sürecinin başlangıcıdır. Hazırlık aşamasında yönetim kadrosunun önderliği daha önemlidir. Altıncı adımla birlikte tüm çalışanlar Toplam Verimli Bakım için çalışmaya başlamalıdır. İyi bir başlangıç için tüm çalışanların katıldığı bir toplantı ile altıncı adıma kadar yapılan çalışmalar bir rapor halinde üst yönetim tarafından sunulur ve karşılıklı olarak destek verileceği ifade edilerek yüksek moral sağlanır (Nakajima, 1988).

3.1.10. ADIM 7: Toplam Ekipman Verimliliğinin Artırılması

Kayıpların ortadan kaldırılması ve ekipman verimliliğinin maksimum seviyeye çıkarılması için proje takımları-mühendis, bakım elemanları, operatörlerden oluşan çalışanlar- olarak görev yapan gruplar işbaşındadır. Her grup için birkaç tane ekipman seçilmeli ve her parça için proje takımları oluşturulmalıdır (Nakajima, 1989).

Proje takımlarının çalışmaları ilk aşamada kronik kayıplara sahip kötü durumdaki ekipmanların analiz çalışmalarını yaparak kayıpların en aza indirilmesi için çalışmaya başlatılır. Bu çalışmalar maksimum üç ay devam ederek makine problem (P-M) analizi uygulayarak kayıpların en aza indirilmesi sağlanmaya çalışılır. Böylece bu çalışmalarla Toplam Verimli Bakım çalışmalarının denenmesi yapılmış olur ve gruplar için tecrübe kazandırılması sağlanmış olur (Nakajima, 1989).

P-M analizi şu aşamaları içerir (Nakajima, 1989).

1. Problemin tanımlanması: Problemlerin nasıl ortaya çıktıkları incelenir, çalışma ortamı gözden geçirilerek etkilenen parçaların durumu ve benzer modelleri arasındaki oluşan farklar ortaya çıkarılır.

2. Problemin fiziksel analizinin yapılması: Fiziksel analiz yapılırken, temel fizik kanunları açısından çözümlenmeye çalışılır. Çeşitli açılardan fiziksel analizler yapılabilir ve basit olaylar kolay fizik kanunları ile çözülebilir.

3. Probleme sebep olan şartların tanımlanması: Fiziksel prensiplere dayalı olarak problemler belirlendiğinde bunların ortaya çıkması için gerekli şartların neler olabileceği tespit edilir.

4. Yöntem, malzeme ve ekipmanın değerlendirilmesi: Üçüncü aşamada belirlenen her bir durumla ilgili olarak ekipman, malzeme ve uygulanan iş yöntemi gibi faktörler tanımlanıp listelenir.

5. Araştırma çalışmasının yapılması: Önceki aşamalarda tanımlanmış olan faktörlerin her biri için, inceleme yöntemi ile ölçümlerin dikkatle yapılması planlanır.

6. Hataların araştırılması: Beşinci aşamada planlanmış olan inceleme yöntemi kullanılarak her faktör ortaya konur. Küçük hataların etkileri ve hazırlanacak optimal koşullar dikkate alınmalıdır.

7. İyileştirme ve plan taslaklarının hazırlanması: Belirlenen anormallikler için iyileştirme plan taslakları hazırlanır.

Proje takımları çalışmalar sırasında problem çözme tekniklerini istatistiksel analiz tekniklerini, Kontrol et – Önlem al - Planla – Uygula (KÖPU) çevrimi vb. teknikleri kullanmaya özen göstermeli ve yönetim tarafından da desteklenmelidirler. (KOSGEB, 2004)

KÖPU çevrimi ile ilgili kullanıcı bakım programını içeren çevrim Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Kullanıcı bakım programı ve KÖPU çevrimi (KOSGEB, 2004)

ADIM	KÖPU ÇEVİRİMİ	ÖNEMLİ FAALİYETLER
1. Ön temizlik	(K) ↓ (Ö) ↓ (P) → (U)	-Ekipmanı tamamen temizlenir. -Ekipmanda hatalı bölge tespit edilerek iyileştirme yapılır. -Kirlenme nedenleri belirlenir.
2. Kirlenme ve tozlanmaya karşı alınacak önlemler		-Temizliği zor olan bölgelerin kontrolü yapılır ve kirlenme nedenlerine karşı önlem alınır.
3. Temizlik ve yağlama standartları		-Yağlama konusunda kapsamlı muayene yapılır. -Temizleme ve yağlama standartları oluşturulur.
4. Kapsamlı muayene	(K) ↓ (Ö) ↓ (P) → (U)	-Bağlama elemanları için kapsamlı muayene yapılır. -Geçici muayene standartları oluşturulur.
		-Ekipmanda küçük hatalar düzeltilir. -Muayenesi güç bölgeler için önlem alınır.
		-Günlük muayene standartları revize edilir. -Ekipman ve muayene yöntemleri geliştirilir.
5. Kullanıcı bakım	(K) ↓ (Ö) ↓ (P) → (U)	-Ekipman tamamen temizlenir.
		-Güç çalışma bölgeleri belirlenir ve gerekli iyileştirici önlemler alınır.
		-Kullanıcı bakım standartları ve düzenli temizlik, yağlama ve kontrol işlemleri yapılır. -Kullanıcı bakım standartları ve planın takibi yapılarak ekipmanın ve çalışma yöntemlerinde iyileştirmeler yapılır.

3.1.11. ADIM 8: Operatörler İçin Otonom Bakım Sisteminin Hazırlanması

Kullanıcı bakım, çalışanların kullandıkları ekipmanlardaki bazı küçük bakımlarını yapmasıdır. Kullanıcı bakım sistemi adım adım yapılmalıdır. Operatörler için otonom bakım toplam verime ait bir özelliktir ve Toplam Verimli Bakım gelişimi için merkezi bir rol oynar. Firma organizasyonu ne kadar eski ise, alışkanlıkları yıkmak zor olduğundan, otonom bakımı geliştirmek o derece güçleşir. Çünkü operatörler tamamen üretim için, bakım personeli ise bakım için şartlanmıştır (KOSGEB, 2004).

Bakım görevlerinin operatörlere tahsisi ve paylaştırılması ile, bakım personelinin uzun vadede kendini geliştirmesi sağlanır. Ayrıca bakım planlaması için zaman kazandırır (Kathleen and Elliott, 1998).

Düşünceleri ve firma içindeki ortamı değiştirmek zaman aldığından, Toplam Verimli Bakımın tamamen başarılmasının üç yıl gibi bir zaman gerektirmesinin nedenlerinden biri de budur. Toplam Verimli Bakımın uygulanmasında, en üst düzeyden en alta kadar herkes operatörlerin otonom bakımı yürütebileceğine ve herkesin kendi ekipmanından sorumlu olabileceğine inanılmalıdır. Ancak, her operatör otonom bakımı yürütebilecek düzeye gelinceye kadar eğitimden geçirilmelidir (Nakajima, 1989).

Yedi basamaktan oluşan kullanıcı bakım uygulamaya konulurken “5S” prensibine uyulmalıdır. 5S’nin önemi; iyileştirme çabalarına temel oluşturur. (KOSGEB, Toplam Verimli Bakım seminer notları, 2004).

- | | |
|------------|-------------------------------|
| • Seiri | Organizasyon ve Sınıflandırma |
| • Seiton | Düzenleme |
| • Seiso | Temizlik |
| • Shitsuke | Eğitim ve Disiplin |
| • Seiketsu | Standartlaştırma |

Yedi adım yönetimindeki her basamak için hedefler ve ihtiyaç duyulan zaman şöyle sıralanabilir (Nakajima, 1989).

1. **Ön Temizlik:** Operatörlere kullandıkları makineleri uygun şekilde nasıl temizleyecekleri öğretilir. Temizlik aslında bazı sorulara cevap aranan bir eğitim aşamasıdır. Böylece operatörler temizliğin aslında bir kontrol olduğunu öğrenirler.
2. **Kir ve Tozun Etkileri ve Sonuçları için Karşı Tedbirler:** Kirlenmeye, tozlanmaya ve diğer kötüleşmelere yol açan unsurların tespiti ve yok edilmesi için sık sık ölçüm ve kontroller yapılmalıdır. Eğer sebep tamamen yok edilemezse, daha etkili bir temizlik ve kontrol prosedürü hazırlanmalıdır. Her iş grubu kendi bölümünün temizliğinden ve geliştirilmesinden sorumludur.
3. **Temizlik ve Yağlama Standartları:** 1. ve 2. adımlar yapıldıktan sonra Toplam Verimli Bakım çemberleri, ekipmanların her parçası için vidalama, yağlama, temizlik gibi bozulmayı engelleyici temel bakım işlemleri için standartlar geliştirilebilir. Genel olarak, yağlama, temizlik ve küçük hataların tespiti gibi işlemlere ayrılan zaman sınırlıdır. Bu işler için bir hedef zaman verilmelidir. Eğer bu işler hedef zaman içinde tamamlanamıyorsa pratik çözümler aranmalıdır. Çizelge 3.4.' de Toplam Verimli Bakım için hazırlanmış yağlama ve temizleme standartları verilmiştir.
4. **Genel Kontrol:** Ekipmanın genel kontrolü ile bozulmanın ölçülmesi anlatılıp, operasyon konularının daha da iyileştirilmesi ve operatörlerin uzmanlığı arasında doğru bir orantı olduğundan bahsedilecektir. İşe Toplam Verimli Bakım çemberleri eğitimi ile başlanır. Liderler öğrendiklerini kendi çemberlerindeki diğer grup üyeleriyle paylaşırlar. Genel ekipman kontrolü esnasında grup üyeleri hedef problem için birlikte uğraşırlar. Sonuç olarak, bakım personeli ve yöneticilerin yardımıyla söz konusu alanlarda gerekli iyileştirmeler yapılır ve kötüye gidiş engellenir.
5. **Otonom Kontrol:** Daha önceki aşamalarda hazırlanmış olan temizleme, yağlama ve kontrol standartları karşılaştırılarak yeniden değerlendirilir ve

eksiklik varsa düzeltilerek tespit edilmiş zaman limitleri ve amaçlarla bakım aktivitelerinin uygunluğu sağlanır. Operatörlerin genel kontrol aşaması için eğitimi sırasında, bakım departmanı da kendi bakım standartlarını geliştirmeli ve yıllık periyodik bakım takvimi hazırlamalıdır. İş merkezlerinde çemberlerce geliştirilen standartlar bakım departmanının standartları ile karşılaştırılarak, unutulmuş noktalar ilave edilir. Her iki grubun sorumlulukları açık bir şekilde tanımlandıktan sonra her kategori için uygun bir kontrol prosedürü hazırlanabilir.

6. Organizasyon ve Düzen: Seiri ya da organizasyon, iş yerinin yönetim şeklinin ve bunlar için uygun standartların oluşturulmasıdır. Bu yöneticilerin görevidir. Seiton ya da düzenlilik, temel olarak operatörlerin sorumluluğundadır ve standartlarla güçlendirilir. Seiri ve Seiton organizasyon ve onunla ilgili standartların güçlendirilmesi için yapılan aktivitelerdir. Yöneticiler operatörlerin sorumluluk ve görevlerini belirleyerek ve değerlendirerek otonom bakım ve bakım sisteminin tamamlanmasında önderlik ederler. Operatörlerin deneyimleri arttıkça yöneticiler ilgili konularda operatörlerin sorumlu oldukları alanların da artmasını sağlarlar. Temel bakım ve kontrol işlemlerinin yanı sıra, operatörlere sorumluluklar verilebilir.

7. Otonom Bakımın Tam Olarak Uygulanması: Yöneticiler tarafından yönlendirilen ve desteklenen ilk altı aktivitede işçiler uzmanlık ve morallerini arttırırlar ve bağımsız, eğitilmiş ve kendi işlerini rahatlıkla izleyebilecek ve otonom olarak iyileştirme yapabilecek düzeye gelirler. Bu aşamada ise, çember aktiviteleri ve proje timleri vasıtası ile model ekipmanlar üzerinde iyileştirmeler yaparak altı büyük kaybın yok edilmesi üzerine yoğunlaşılmalıdır.

Başarılı bir otonom bakım geliştirme çalışmasında çember aktivitelerinin ve ekipmanların yöneticiler tarafından denetime (audit) tabi tutulması çok önemlidir. Daha etkili bir çalışma için, işçilerle tamamlanan her aşamada başarılı olma hissi verilerek motivasyon sürekliliği sağlanmalıdır (Nakajima, 1989).

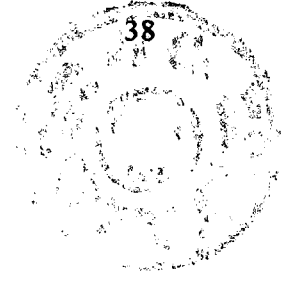
Çizelge 3.4. Yağlama ve temizlik standartları örneği (Shirose, 1992)

3-XX makinesi için yağlama ve temizlik standardı		Geçerlilik Tarihi:										
Temizlik alanları		Temizleme standartları		Temizleme aracıları		Zaman		Temizlik sıklığı				
No	Kategori		Temizleme					Ün	Hafta	Ay		
1	Çevre	Iskarta katırlık olmayacak	Çelik iskarta toplayıcı süpürmek			15			0			
2	Ana gövde ve çevre	Katırlık içkelen kalmayacak	Süpürmek			5		0				
3	Üst öğe katırlı ekm	Yağ seviyesi katırlı ekmde	Pamuklu bezle silmek			3			0			
4	Yağ pompası ve valfleri	Yağ ve kir olmayacak	Pamuklu bezle silmek			10			0			
5	İçinde boşluğu	Sızma ve kar olmayacak				30				0		
Temizlik kontrol noktaları		Otomatik pompaların vidalarını sık										
		Valfleri sık ve sızma kontrol et										
		Şahırları vidaları sık										
Yağlama alanları		Yağlama standartları										
Har f		Kategori	Metot	Aracı	Zaman	Yağlama Sıklığı						
						Ün					Hafta	Ay
a	Yağlayıcı	Yağ seviyesi limitler dahilinde olmalı	Elle			10			0			
b	Sürtünme dişli	Yağ seviyesi dışı boyutun yarıya gelmeli	Yağ püskürtü			5				0		
c	Ana dişli	Dışarı yağlanmaması olmalı	Süpürücü			5				0		
d	Otomatik yağ pompası	Yağ seviyesi yağ	Yağ seviyesi			3			0		0	
Yağlama kontrol noktaları		1. Kontrol ucu katırlı kontrol et									0	
		2. Yağ pompasının vidalarını kontrol et										
		3. Filtre, regülatör ve yağlayıcı kontrol et							0			

3.1.12. ADIM 9: Bakım Departmanı İçin Bakım Çizelgesi Hazırlanması

Bakım departmanınca yürütülecek olan periyodik bakım, üretim departmanınca yürütülen otonom bakım çalışmaları ile koordinasyon içinde olmalıdır. Yani bu iki departman birlikte hareket etmelidir. Genel kontrol günlük rutin bir iş haline gelinceye kadar, bakım departmanının katkı ve yardımlarına Toplam Verimli Bakım geliştirme programı öncesinden çok daha fazla ihtiyaç duyulur. Çünkü, operatörler eksikliklerin belirlenmesinde ve karşı tedbirlerin alınmasında bakım departmanına güvenecektir. Daha da önemlisi, arızalar sürekli olarak azalırken gittikçe artan bir dikkate ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenlerle bakım departmanının iş yükü artacaktır (Nakajima, 1988).

Genel kontrol operatörlerce günlük rutin bir iş olarak benimsendikten sonra, bakım departmanının iş yükü normal haline geri dönecektir. Arıza sayıları belirgin bir şekilde düştükçe, bakım aktiviteleri azalacaktır. Bu noktada bakım departmanı kendi organizasyonunu çok iyi dengelemelidir. Bakım departmanı için periyodik bakım çizelgesi hazırlanmasına, operatörler için genel kontrol prosedürü (4. adım) tamamen bitirilmeden başlanır. Böylece otonom kontrol aşaması (5. adım) devresinde üretim departmanınca hazırlanan standartlara uyumsuzluk engellenmiş olur. Çizelge 3.5.'te örnek yıllık ve aylık koruyucu bakım takvimleri ile ilgili bir plan görülmektedir (Shirose, 1992).



Çizelge 3.5. Yıllık ve aylık koruyucu bakım takvimleri (Shirose, 1992).

Bir tanesini işaretleyin															0 Planlama aşamasında				• Tamamlanmış			
No. 2 Üretim Dept. Bilgi işlem		2004 için yıllık bakım takvimi		Tanzim Tarihi	Gün Ay Yıl								Dept Seti	Grup Şefi								
					Tanzim eden: isim no. 2 Üretim Dept.																	
Makine No	Makine Adı	Kontrol Noktası		Çalışma saati	Sorumlu kişi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül								
18038	Dahili torna tezgahı	1) Tablo üstü merkezleme kontrolü	6 ay	16'			.						o									
		2) Ana mil kafasındaki dikey titreşimin ve kayar yatak düzlemi açısının kontrolü	6 ay	20'																		
		3) Mil titreşiminin kontrolü	6 ay	5'	Nisan Aylık Periyodik Kontrol Takvimi																	
		4) İzolasyon direnci Kontrolü	6 ay	5'	Makine Adı	Makine No.	Kontrol veya ayar	Sorumlu kişi	Takvim													
									1	2	3	4										
		5) Direnç kontrolü	6 ay	30'	Taglama tezgahı	20177																
					NC taret freze	16222																
					NC taret freze	20142																
					Universal tezgah	22064																



3.1.13. ADIM 10: Operasyon ve Bakımın Geliştirilmesi İçin Eğitim

Toplam Verimli Bakım uygulamalarının başarıya ulaşabilmesi için üretim ve bakım bölümlerinde çalışanların eğitim düzeyinin yükseltilmesi şarttır. Öğretilecek konular arasında; ekipmanın yapısı, fonksiyonları, uygun ayar yöntemleri, yapısal problem oluşturabilecek konular ve günlük kontrol noktalarına yer verilmesi gerekir. Teknik kadro ve bakım uzmanları temel bakım konularını operatörlere öğretmek için malzeme, kesit, model ve numunelerden faydalanmalıdır.

İnsanlar için yapılan eğitim ve öğretim yatırımları bir çok şekilde geri dönecektir. Toplam Verimli Bakımı geliştiren bir şirket, işçilerine kendi ekipmanlarını yönetebilecek eğitimi vermek zorundadır. Operatörlere bakım teknikleri eğitiminin yanında, temel teknik bilgiler de verilmelidir. Operasyon ve bakım için teknik eğitim iş yerinin kendi ihtiyacına göre ayarlanmalıdır (Nakajima, 1988).

3.1.14. ADIM 11: Erken Ekipman Yönetimi

Erken ekipman yönetimi; geçmişte yaşanan olumsuzluklarla en son teknolojik imkanların birleştirilerek, güvenilirliği yüksek, bakımı ve işletilmesi kolay, geleceğe yönelik, emniyetli makinelere sahip olmak için mühendislik ağırlıklı bir faaliyettir. Yeni bir ekipman monte edildiğinde, dizayn, üretim ve montaj çalışmaları kusursuz olsa bile mühendis ve bakım mühendisleri normal çalışmaya geçmeden önce pek çok iyileştirme yapmak zorunda kalırlar. Başlangıç periyodu onarımları, kontroller, ayarlar, kötüleşme ve arızaları engellemek için yapılan temizlik çalışmaları o kadar zor hale gelir ki, destek mühendisleri gereken desteği vermede tam anlamıyla başarılı olamazlar. Sonuçta kontrol, yağlama ve temizlik ihmal edilebilir. Başlangıç sorunları ve daha sonradan yapılan ekipman iyileştirmeleri dizayn ve yapı aşamalarındaki hatalardan meydana gelir. Bir ekipmanın üretim ve bakım kalitesi ya fabrikanın içindeki dizayn, üretim ve bakım mühendislerinin ortaklaşa çalışmaları sonucu yapılan dizayn ve tekrar oluşturma yada doğrudan doğruya işletme dışından belirlenir (Shirose, 1992).

Erken ekipman yönetimi üretim mühendisleri ve bakım personeli tarafından yürütülür. Ulaşılacak 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 bu aktivitelere dahildir. Burada birden fazla amaç söz konusudur (Nakajima, 1988).

1. Ekipman yatırım planlaması aşamasında belirlenmiş olan limitler içinde en yüksek tamamlanma oranlarına ulaşmak.
2. Dizayn ve sabit operasyon arasında geçen süreyi azaltmak.
3. Bu süre esnasında minimum işçilik ve dengeli iş yükü ile verimli çalışmayı sağlamak.
4. Dizayn edilen ekipmanın en yüksek verimliliğe, onarılabilirliğine, ekonomikliğe ve güvenilirliğe sahip olmasını sağlamak.

Toplam Verimli Bakımın amacı ekipman verimliliğini en üst seviyeye çıkarmaktır, başka bir deyişle, ekonomik yaşam boyu maliyetidir. (Life Cycle Cost: LCC) LCC %95 oranında dizayn aşamasında belirlenir. Bakım ve enerji maliyetleri ekipmanın orijinal dizaynı ile belirlenir. Dizayn aşamasından sonra LCC'yi azaltıcı faaliyetler toplam rakamın sadece %5'ini etkileyecektir.

Makinenin yaşam boyu maliyetini minimuma indirmek için teknolojinin getireceği avantajları takip etmek, yeni ve ekonomik dizayn oluşturmak, bakım maliyetlerini azaltıcı tasarımlar kurabilmek için aşağıda sıralanan kriterleri göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Nakajima, 1989).

1. Ekipman yatırımı aşamasındaki ekonomik değerlendirme
2. Bakım maliyeti ve ekonomik LCC'un birlikte göz önüne alınması
3. Toplanmış olan bakım verilerinin kullanımı

4. Kontrol faaliyetlerinin belirlenmesi

3.1.15. ADIM 12: Toplam Verimli Bakımın Tam Olarak Uygulamaya Geçirilmesi Ve İleri Hedefler

Toplam Verimli Bakım geliştirme programındaki son adım; uygulamayı kusursuz hale getirmek ve gelecek için daha ileri hedeflerin oluşturulmasıdır. Bu periyodun sürekliliği sırasında herkes Toplam Verimli Bakım sonuçlarını elde etmek için sürekli çalışmalıdır. Bu aşamada, firmalar PM ödülü için değerlendirmeye alınırlar. Hatta firma PM ödülünü alsa bile, iyileştirme çalışmaları devam eder. Nakajima (1988) bu konuda, “Bu ödül, Toplam Verimli Bakımı tamamlamamızın notu değil, doğru yolda olduğumuzun bir işaretidir. Bu ödül bizim daha zoru denememiz için yeşil bir ışıktır” demiştir. Toplam Verimli Bakım sonucu ulaşılan sonuçlar geliştirilerek daha yüksek hedefler ve maksimum ekipman verimliliğine ulaşmanın sürekliliği sağlanmalıdır (Nakajima, 1988).

Toplam Verimli Bakım çalışma sistematigini uygulayan şirketlerde verilen eğitimlerin yararı zaman içerisinde yükselmektedir. Arıza sayılarında ise ilk iki yıl büyük azalmaların görülmesi beklenmese de üçüncü ve dördüncü yıllarda gözle görülür ilerleme kaydedilir. Kalite hatalarında da aynı gelişme beklenmelidir. Tüm bunları sonucunda verilen eğitim programının uygulanmasıyla Toplam Verimli Bakıma başlama noktasına göre verimlilikte %100'lere ulaşmak mümkün olabilecektir.

4. TVB YÖNETİMİNDE EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMA

Toplam ekipman verimliliği Toplam Verimli Bakım sistemi içerisinde yer alan bir uygulama aşamasıdır. Toplam ekipman verimliliğini artıracak çalışma yöntemleri altı önemli aşamadan oluşur.

4.1. Toplam Verimli Bakımda Altı Önemli Faaliyet

Bugünkü Toplam Verimli Bakım, Japon imalatçıların işletmelerinde 1970'lerin sonunda başlamış olup, o zamandan beri, işletmelerin bakım çalışmalarında bir sistem olarak, sürekli ilerlemektedir. Toplam Verimli Bakım uygulayan işletmelerinin sayısının artmasıyla, oldukça fazla deneyim ve bilgi birikimi oluşmuştur. Son zamanlarda, çeşitli şirketler ve işletmelerin tüm departmanlarını ve hatta yönetim departmanlarını bile içerecek şekilde, Toplam Verimli Bakım başlığı altında programlar geliştirilmiştir (Kordsa, 1996).

Toplam Verimli Bakım, öncelikle üretim, bakım ve mühendislik departmanlarının uygulaması ve tüm çalışanların katılımı ile, en yüksek verimliliğe ulaşmak için yapılan küçük grup çalışmalarıdır. Başka bir deyişle, Sıfır iş kazası, Sıfır hata ve Sıfır duruşları gerçekleştirecek tüm çalışan personelin benimsediği bir stratejidir (Kordsa, 1996).

Toplam Verimli Bakım, özetle altı önemli faaliyeti içerir (Tajiri and Gotoh, 1992).

1. Üretim, bakım ve mühendislik departmanlarınca organize edilen proje grubunun, altı büyük kaybı ortadan kaldırması,
2. Bakım departmanlarının planlı bakımı yürütmesi,
3. Üretim departmanının kullanıcı bakımı yürütmesi,

4. Mühendislik hizmetleri departmanının önleyici mühendislik faaliyetlerini yürütmesi,
5. Ürün tasarım departmanının
6. Yukarıdaki çalışmaların sürekli olarak eğitimlerle desteklenmesi.

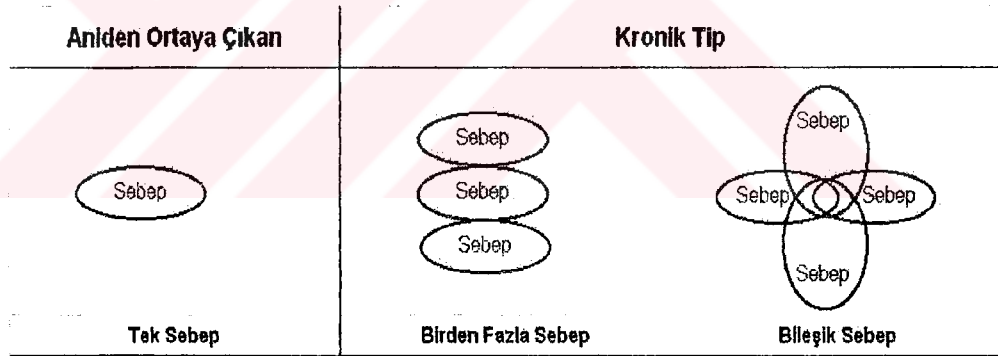
4.1.1. Altı Büyük Kayıp İçin İyileştirme Hedefleri

Altı büyük kaybın büyük kısmı, geçmişte önemsenmemiş, yada geleneksel problem çözme teknikleriyle çözülmeye çalışılmıştır. Bazen, çalışanlar açığa çıkarılan veya toplam ekipman verimliliği hesaplarında ortaya çıkan, büyük kayıplardan korkarlar. Bu sorunların çözümünde en etkin yöntem, üretim, bakım ve mühendislik departmanlarından alınan, uygun sayıda üyelerden oluşan proje gruplarının yapılanmasıdır. Bu grupların çalışmaları, genellikle üretim personeli tarafından yönetilir ve iki kategoriden oluşur (Kordsa, 1996).

1. **Sorunun yok edilmesi:** Mevcut sorunlar, 3 ile 6 ay gibi, oldukça kısa bir sürede ortadan kaldırılabilir. Bu yaklaşım, işletmedeki sorunların ortadan kaldırılmasına yardımcı olur ve böylece gelecekteki kullanıcı bakım çalışmalarında, operatörlerin bekledikleri istenmeyen iş yükünü azaltır. Bu, aynı zamanda, operatörlere kronik kayıpların ortadan kaldırılıp sifira indirebileceğini gösterecektir.
2. **Yaratıcı yaklaşım:** Toplam Verimli Bakım uygulamasından önce; sadece geleneksel iyileştirme kavramları temel alınarak; iyileştirme çalışmaları yürütülmüştür. Genelde; üretim ve bakım çalışanlarının çoğunun, altı büyük kaybın sifira indirilmesine yönelik, alınacak karşı önlemler konusunda tecrübeleri yoktur. Bazen, kendileri bile, sıfır hata ve sıfır duruşun başarılmasının mümkün olacağına inanmazlar. Pratikte, bu hedeflere, sıfıra yönelme kavramlarını temel alan, yaratıcı yaklaşımlar ulaşılabilir. Sınırlı bir üretim alanında ulaşılan başarı, işletmenin bütün kısımlarına yaygınlaştırılabilir.

4.1.2. Kronik Kayıpların İyileştirilmesine Yönelik Yaklaşım

Altı büyük kaybın içinde kronikleşmiş olanları incelemek yerine, kronik kaybın en hakim durumda olduğu iki unsur olan arızalar ve kalite unsurlarının incelenmesi daha uygun olacaktır. Daha önce de bahsedildiği gibi; arızalar, kalite kusurları ve diğer anormallikler bazen arada sırada, bazen de kronik olarak meydana gelmektedir. Arada sırada meydana gelen anormalliklerin nedenini bulmak nispeten kolay olduğu için bunları düzeltilmesi zor olmayacaktır. Çalışma şartlarındaki bu ani değişiklikler, değişen şartları ya da arızalı çalışan parçaları tekrar ilk durumlarına getirme suretiyle basit olarak düzeltilebilir. Kronik anormalliklerin düzeltici önlemler alındıktan sonra bile devam etme ihtimali vardır. Bunun nedeni, bu tür arızaların yalnızca bir tek sebebe dayalı olmasının çok ender görülmesidir ki bu da, sebep sonuç ilişkilerinin açık ve seçik biçimde belirlenmesini çok daha güç bir hale sokar. Dolayısıyla etkin iyileştirme yöntemlerinin bulunması da aynı oranda güçleştirir. Kronik ve ani olarak ortaya çıkan durumlarla sebep ilişkileri Çizelge 3.1’de izah edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.1. Aniden Ortaya Çıkan ve Kronik Tipteki Sorunlar ile Sebe İlişkisi
(<http://hendese.tripod.com>)

4.1.3. Kronik Kayıpların Karakteristik Özellikleri

Bir kronik problemin belirlenebilmiş sadece bir tek sebebe dayalı olması halinde; bu sebep, tümü tek tek aynı problemi ortaya çıkarabilecek nitelikte olan birçok sebepten yalnızca biri olabilecek ve bu nedenle de, meydana gelen olayların herhangi ikisi birbirlerinden çok farklı sebeplerden kaynaklanabilecektir. Eğer tüm

nedenler kolaylıkla belirlenebilirse, problemleri çözmek çok zor değildir. Fakat bazılarının belirlenememesi halinde, yeni baştan daha geniş kapsamlı bir yaklaşımla tarzı uygulamak gereklidir. Bir çok fabrikada çalışanlar, kayıp kavramını, yeterince anlayarak bu konuda tam bir bilince sahip olmadan önce, kronik problemlere müdahale etmekte ve bu nedenle de verimliliği yükseltme yönünde başarılı olamamaktadırlar. Burada en önemli tehlike, insanların ortaya çıkan bir problem hakkında tam bilgi sahibi olmadan ve olaya çok dar bir açıdan bakarak, probleme neyin sebep olduğu konusunda karar vermeleridir (Nakajima, 1988).

4.1.4. Kronik Kayıpların Azaltılması

Kronik kayıpların azaltılması için işletme içerisinde yapılan çalışmalarda aşağıda açıklanan üç unsurun dikkate alınması gerekir.

1. Durum ve şartların iyice anlaşılması: Bir kalite kusuru meydana geldiğinde mevcut şartları tam anlamıyla inceleyip sınıflandırabilecek dikkatli ve azimli elemanlardan oluşan bir personel kadrosuna sahip fabrika sayısı çok azdır. Çoğu fabrikada, bunun önemi tam olarak anlaşılamamakta, sonuç da, genellikle hatalı model ve değişik parçalar kullanılması, olayların ne zaman meydana geldiğinin tespiti gibi önem içeren faktörlere dikkat edilmemektedir.
2. Muhtemel nedenleri içeren listenin iyice gözden geçirilmesi: Eğer problem teşkil eden olaylar iyice incelenmezse, muhtemelen bazı nedenler gözden kaçırılabilir. Bu durumda alınacak düzeltici önlemler gerçek amaca yönelik olmayacak ve gerçek problemle hiç ilgili olmayan şeylerle uğraşmış olacaktır. Böyle bir durumdan kaçınılması, mevcut problemle ilgili olabilecek tüm nedenleri sıra ile belirleyerek, çok geniş kapsamlı ve analitik bir yaklaşım tarzının benimsenmesini gerektirir.
3. Muhtemel nedenler içinde gizlenmiş ufak tefek kusurların tümüyle ortaya çıkarılması: Bazen bir nedenin yakından incelenmesi, daha önce

hiç dikkat edilmemiş bir nedenin (hataların) varlığını ortaya çıkarır. Bu nedenle hataları oluşturacak tüm faktörler tespit edilmeye çalışılmalıdır.

4.1.5. Hata Türleri ve Etkileri Analizi

Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA), Toplam Verimli Bakım sistemi içerisinde sıfır arıza ve hata hedefine ulaşma amacıyla üretimde meydana gelebilecek kronik ve ara sıra meydana gelebilecek hataları önleme amacıyla uygulanabilen problem çözme tekniğidir. HTEA çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik tahmini yapılmaktadır. Buna bağlı olarak da alınması veya göz ardı edilmemesi gereken faaliyetler değerlendirilmektedir. HTEA' nın amacı devamlı iyileşme ve düzeltici faaliyetlerin başlatılması ve olumlu sonuçların alınmasıdır. Problemlerin çok iyi tanımlanmış olması ve üretim ile bakım departmanlarının TVB çerçevesinde birbirleriyle destekli çalışmaları şarttır. (KOSGEB, 2004).

Teknolojik gelişmeler firmaların rekabet edebilmeleri için operasyonlarında hata önleme ve risklerini azaltmaya yönelmelerini ortaya çıkarmıştır. Hataların ve arızaların önlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda eski ve yeni düşünce biçimlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Hataların önlenmesine yönelik eski ve yeni düşünce biçimleri (KOSGEB, 2004).

Eski Düşünce Biçimi	Yeni Düşünce Biçimi
Problemlerin çözülmesi	Problemlerin önlenmesi
Iskartaların gözlenmesi	Iskartaların önüne geçilmesi
Güvenilirliğin ortaya konulması	Güvenilirsizliğin azaltılması

4.1.6. HTEA'nin Amaçları

Yeterince bakım onarım yapılmamış tesis ve donanımda işlenen ürünlerin kalitesinde düzensizlik, ıskarta oranları, üretim hızında düşüşler, enerji kaybı vb. hatalarla karşılaşmak mümkündür. HTEA bu gibi hataların önlenmesi amacıyla aşağıdaki kriterleri ele alır:

- Potansiyel hataları tanımlar.
- Her hatanın sebeplerini ve etkilerini belirler.
- Olasılık, şiddet ve saptanabilirliğe bağlı olarak hataların önceliğini çıkarır.
- Problemlerin takibini ve düzeltici faaliyetlerin alınmasını sağlar.

Başarılı bir HTEA programı çıkarılan sonuçların iyileştirme programlarına dönüştürülmesi ile gerçekleşir. Bütün organizasyon tarafından devamlı iyileşme konusu benimsendiği takdirde başarılı olur.

Üretim sistemi içerisinde HTEA ilişkisi; insan gücü, makine, metot, malzeme, ölçüm ve çevrenin; araçlar, iş istasyonları, üretim hatları, prosesler gibi makineler ile bütün üretim sistemindeki hataları engellemek amacıyla proses kalitesini, güvenilirliğini, korunabilirliğini ve verimliliğini arttırmak sonucunu hedefleyen bir süreçtir (Shirose, 1992).

4.1.7. Üretim Departmanının Kullanıcı Bakımı Uygulaması

Kullanıcı bakım faaliyetleri; bakım personelinin teknik desteğiyle, operatörler tarafından yürütülür. Temel ekipman koşullarının oluşturulması (temizleme, yağlama, sıkma vb.), ekipman kullanım koşullarının gözlemlenmesi, kapsamlı kontrol ile ortaya çıkarılan yıpranmış parçaların değiştirilmesi, bilgili operatörlerin yetiştirilmesi, kullanıcı denetimi altındaki kullanıcı bakımının yürütülmesi gibi, büyük hedefleri başarmak için, operatörler eğitilirler. Operatörlerin koydukları kuralların,

yine kendileri tarafından takip edilerek, temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesine, kullanıcı bakım adı verilir (Kordsa, 1996).

Kullanıcı bakım, bakım departmanı tarafından yürütülen planlı bakım sisteminin kurulmasındaki çalışmalar, operatörler tarafından doldurulacak şekilde planlanır. Bundan dolayı her iki grubun görevi dikkatlice kontrol edilmelidir. Üretim ve bakım departmanları arasındaki sıkı işbirliği olmaksızın TVB faaliyetlerinde başarı mümkün olmaz. Kullanıcı bakım sisteminin kurulması için minimum üç yıl, bazen dört yıl gerekir. Zaman alıcı olmasına rağmen, bütün çalışanların katıldığı işletme çapındaki bu faaliyetler önemli etkiler ve yararlarla sonuçlanacaktır. Bunun yanında altı büyük kaybın yok edilmesi faaliyetleri, daha kısa zaman aralığında, kesin sonuçlar üretebilir.

Kullanıcı bakım, operatörlerin kendi kullandıkları ekipmanı anlamalarını gerekli kılmaktadır. Yapılan işle ilgili uzmanlık bilgisi yalnızca ekipmanın işletilmesi ile sınırlı kalmayarak, geleneksel olarak bakım çalışması kapsamında sayılabilecek daha pek çok unsur da içine alınmalıdır. Robot kullanımı ve otomasyona geçen fabrika sayısı arttıkça, bu yaklaşım tarzına olan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Öncelikli olan, operatörlerin sorumlu oldukları ekipmanda herhangi bir anormallik olup olmadığının tespit edilmesi gerekliliğidir. Bu şekilde ürün kalitesi ve ekipman performansına bakılarak, ekipman üzerindeki olumsuzluğu anlayabilme ve oluşabilecek bozukluğa müdahale edebilme yeteneğinin kazanılmasıdır.

Bir operatör, ileride ortaya çıkabilecek problemlerin nedenlerini bilecek kadar ekipmanı yeterince iyi tanıması sayesinde makine üzerinde oluşabilecek bozuklukları önceden tahmin ederek fikir beyan edebilecektir. Bu düzeye gelmiş bir operatör, aynı zamanda duruma anıda müdahale edebilecektir. Operatörler tarafından kazanılması gerekli olan becerilerin bazıları aşağıda sıra ile belirtilmiştir (Nakajima, 1989):

1. Ekipmandaki anormallikleri tespit edebilme ve iyileştirebilme becerisi.
2. Ekipman fonksiyonları ve mekanizmalarını anlayabilme ve anormalliklerin nedenlerini tespit edebilme becerisi.

3. Ekipman ve ürün kalitesi arasındaki ilişkileri anlayabilme, kalite problemlerini önceden kestirebilme ve nedenlerini saptayabilme becerisi.

4. Tamirat yapabilme becerisi.

4.1.8. Kullanıcı Bakımın Geliştirilmesine Ait Karakteristik Özellikler

Aşağıda kullanıcı bakım programının karakteristik özellikleri ve geliştirilmesini içeren ayrıntılı bir eğitim planı verilmektedir (Nakajima, 1988).

Kademeli Yaklaşım: Aynı anda birkaç işi birden yapmak çok zordur. İşte bu nedenledir ki; bir kullanıcı bakım eğitim programında, herhangi bir kademe kapsamında kazandırılması öngörülen önemli becerilerin iyice öğrenilmesi sağlanmadan bir sonraki kademeye geçilmemesi prensibine dayanan kademeli yaklaşım modeli benimsenmiştir. Kullanıcı bakım geliştirme programı yedi kademeli olarak düzenlenmiş olup, bu kademelerin her biri aşağıda açıklanmaktadır. (<http://www.ytukvk.org.tr>)

1. Denetimlerden Yararlanılması: Kullanıcı bakım kursuna katılanların bir sonraki düzeye geçme duruma gelmiş olup olmadıklarını belirlemek için denetlenmeleri sağlanır. Bu denetimler şu üç sebebe dayanmaktadır.

- Her bir düzeyin tam olarak uygulanmış olup olmadığını belirlemek.

- Küçük gruplara, kullanıcı bakım faaliyetlerinin ne derece güçlü ya da zayıf olduğunu görmeleri için yönetimden geri besleme sağlayarak yardım etmek

- Ulaşılması gereken hedeflerin ne olduğunu ve bunlara en iyi şekilde nasıl ulaşılabilirliğini açıkça belirlemek

Bazen gruplar ilk denetimde, bazen de ikinci veya üçüncü denetimde başarı sağlayarak bir üst düzeye yükselecektir. Fakat burada önemli olan konu grupları

kendi ekipmanları hakkında ayrıntılı düşünmeye sevk edecek ve onlara destek vermelerini sağlayacak bir yöntem geliştirmektir.

2. Organizasyon Tarafından Yönlendirilen Faaliyetler: Kullanıcı bakımı sözcüğü bu faaliyetlerin küçük gruplar tarafından tamamen kendi yetkileri çerçevesinde yürütülmesi anlamına gelmesine rağmen; eğer bu gruplar en azından eğitimin ilk aşamalarında, grup şefinin şube amirinden ve şube amirinin de bölüm müdüründe talimat olarak yönlendirdiği bir yetki zinciri dahilinde işleyen Toplam Verimli Bakım organizasyonunca yönlendirilirse, başarılı olunur. Kullanıcı bakım programı geliştirilmesinde bile, tamamen kendi başlarına çalışan küçük gruplar teşkil etmekten kaçınılması yararlı olur. Bu anlamda kullanıcı bakım programı geliştirilmesinde yararlanılan küçük gruplar, son derece bağımsız çalışan kalite kontrol gruplarından tamamen farklıdır. Çünkü kullanıcı bakım çerçevesi içinde yapılan her şey, şirket organizasyonu dahilinde yapılan çalışmaların bir kısmını oluşturmaktadır. Bu sistemde üst düzey birimler, alt düzeydeki birimlerin faaliyetlerini kontrol ederek güçlüklerin veya zayıflıkların üstesinden gelinmesi için destek olurlar.
3. Faaliyet Panolarının Kullanılması: Faaliyet panoları, küçük grup faaliyetlerinin tarif edilmesi ve kaydedilen ilerlemeyi göstermek; böylece grubun neye, hangi tarihe kadar ve ne şekilde ulaşmaya çalıştığının kolayca görülebilmesini sağlamak, grubun strateji ve yönünü; yani faaliyet ve yöntemlerinin oluşturduğu genel kavramı belirlemek, altı büyük kayıp için iyileştirme sonuçlarını, toplam verim, işletim süresi, performans oranı, gibi faktörlere ait istatistiksel trendlerin sonuçları hakkında bilgi vermek, ekipman arızaları, ortaya çıkarılan sebepler, gözden kaçırılmış faktörler ve geleceğe yönelik planları kaydetmek amacıyla hazırlanır. Bu bilgilerin tümü olmasa bile çoğunun dahil edildiği faaliyet panoları, küçük grup faaliyetlerini ayrıntılı olarak açıklayabilecek niteliktedir. Bu şekilde, farklı gruplar arasındaki işbirliğinin teşvikini sağladığı gibi, herhangi bir grubun diğer gruplara kıyasla hangi noktada bulunduğu takip edilir.
4. Öğrencilerin Öğretmen Durumuna Gelmesi: Toplam Verimli Bakım esaslarına göre eğitimden geçmiş olan herhangi bir küçük grup lideri

öğrendiklerini grup arkadaşlarına da öğretmekle yükümlüdür. Ekibin başındaki bu kişilerin sadece Toplam Verimli Bakım kurslarından öğrenmiş oldukları bilgileri diğer grup üyelerine öğretmeleri değil, aynı zamanda kazandıkları deneyimlere dayalı anlayış tarzlarını ve ilerlemeyi hızlandırmak için tasarlamış oldukları ipuçlarını da söylemeleri teşvik edilir. Diğer grup üyeleri için öğretmen konumuna gelmek suretiyle hem kendilerini gerçek lider olarak kanıtlamış olurlar, hem de bu öğretmen-öğrenci ilişkisi sayesinde birbirlerini daha iyi anlayabilecekleri bir yakınlık ortamı yaratılmış olur. Temel Toplam Verimli Bakım çalışması içinde kendilerine görev verilmeden önce, öğrencilerin test sınavına tabi tutulması ve bu sınavda %80 başarı elde edemeyenlerin kursu tekrarlaması gerekir.

5. Bir Tek Konuyu Kapsayan Etkili Dersler: Küçük grup başkanlarının öğrendiklerini grup arkadaşlarına öğretmelerinde çok etkin bir araç olarak tek konulu ders yöntemi kullanılır. Bu, kurs öğretmenin kullanıcısı bakımla ilgili bir ana konuyu odak noktası olarak seçerek düzenlediği ve şekil, çizim vb. teknik kullanarak anlattığı eğitim programlarıdır.
6. Toplantılar: Tüm grup elemanlarının katılımıyla yapılan, kullanıcı bakım programının geliştirilmesi açısından, tüm grup üyesi elemanların bu toplantılara katılarak ve görüşmelerini ortaya koyarak bakım planları üzerinde ortak çalışmaları özellikle önemlidir. Grup üyelerinin her biri kendisini grubun bir elemanı olarak hissetmedikçe, küçük grup faaliyetleri başarılı olamaz.
7. Zorunlu Raporlar: Grup şefi, toplantının içeriği, varılan sonuçlar bir sonraki toplantı tarihi ve diğer gerekli konuları kapsayan bir raporun hazırlanmasını sağlayarak ilgili bölüm şefine göndermektedir. Bu raporların bölüm şefine sunulmasının amacı, bölüm şefinin kendisine bağlı grupların ulaşmaya çalıştıkları hedefler ve bu yolda ilerlerken karşılaştığı problemler hakkında sürekli olarak bilgilendirilmesini sağlamaktır. Burada önemli olan, grup üyelerinin üstlerinden geri besleme temin edebilmesidir. Bu geri besleme sayesinde yapılan çalışmalar üzerinde gerekli görüldüğünde düzeltici faaliyetler yapılması mümkün olacaktır.

4.2. Bakım Departmanı Tarafından Planlı Bakımın Uygulanması

Planlı bakım sistemi, bakım departmanınca oluşturulur. Başarılı sonuçlar, ancak bakım bölümü personelinin uyumlu ve hızlı çalışmasıyla elde edilir. Bu çalışmalar, işletmede Toplam Verimli Bakımın uygulanmasında, ana faaliyetlerin içinde yer aldığı dönemi oluşturmak için gereklidir. Bu ana faaliyetler aşağıda belirtilmiştir (Kordsa, 1996).

- Parça ömürlerindeki değişikliklerin azaltılması,
- Parça ömürlerinin uzatılması,
- Yıpranan parçaların düzenli olarak değiştirilmesi,
- Parça ömürlerin tespit edilmesi.

Bu faaliyetler için yapılacak işlemler şöyle açıklanabilir.
(<http://www.ytukvk.org.tr>)

4.2.1. Çabuk Müdahale Sistemi

Bakım departmanının kullanıcı bakım esnasında ortaya çıkarılan anormalliklere çok çabuk olarak müdahale etmesi gereklidir. Bu şekilde hareket etme gereğinin nedenlerinden birisi; olaya müdahalenin bir süre ihmal edilmesi halinde, bu anormal durumu tespit edebilmek için birtakım eziyetlere girmiş olan üretim elemanlarının morallerinin bozulmasına sebep olunacağıdır.

4.2.2. Anormalliklerin Erken Teşhisini Hedefleyen Faaliyetler

Anormalliklerin erken teşhisi amacına yönelik iki yöntem vardır. İlki, zamana bağlı bakım (periyodik bakım), diğeri ise duruma bağlı bakım (kestirimci bakım) faaliyetleridir. Bu konularla ilgili detaylı bilgiler birinci bölümde yer almaktadır.

4.2.3. Aynı Arızaların Tekrar Ortaya Çıkmasını Önlemeye Yönelik Faaliyetler

Aynı arızaların tekrar meydana gelmesini önleme amacıyla yürütülen faaliyetler, arıza oranının düşürülmesi ile ilgili faaliyetlerin büyük bir kısmını teşkil etmektedir. Bu engeller arasında aşağıda belirtilen ikisi özellikle önem taşımaktadır.

1. Kronik Arızaları Azaltacak İyileştirmeler: Kronik arızalar üzerinde çalışırken, bakım elemanlarının, ekipmandaki zayıf noktaları belirlemek ve iyileştirmeleri planlamak ve uygulamak için uzmanlık düzeyindeki becerilerinden yararlanmaları gerekir.
2. Ekipman Ömrünü Uzatacak İyileştirmeler: Bu tür iyileştirmeler, en dayanıklı parçaları bulmak ve daha iyi kalitede olanları seçmek amacıyla, parçalar için kullanılan malzemelerin incelenmesini alternatif sistem ve mekanizmalar geliştirmek için gerekli çalışmaların yapılmasını içerir.

4.2.4. Onarım Sürelerinin Kısaltılmasına Yönelik Faaliyetler

Bir arıza meydana geldiğinde, eğer makinenin yapısında otomatik arıza arama fonksiyonları mevcutsa, gerekli onarım süresi çok daha kısa olacaktır. Genellikle, arızanın meydana geldiği andan onarımın tamamlanmasına kadar geçecek olan zamanın çoğu kırık parça veya parçaların aranması için harcanmaktadır. Bakım elemanları otomatik arıza arama cihazlarının tasarım ve çalışma prensiplerini inceleyerek çalışma prensiplerini anlamalıdır. Piyasada bu cihazların çok çeşitli tipleri mevcut olup, bir çoğu da oldukça pahalıdır. Bununla beraber, en iyi cihazlar genellikle bakımçıların pahalı cihazlara yatırım yaptıktan sonra kendilerine yatırım yaparak, bunların gerektirdiği özel durumlara kendilerini uydurmayı tercih ettikleri pahalı olmayan, basit tipler olmaktadır.

4.2.5. Parça Değiştirme Yöntemlerinin İncelenmesi

Bakım birimi çalışanları, parçaları birer birer değiştirmek yerine, ön montajı yapılmış gruplar halinde değiştirerek bakım onarım için harcadıkları zamanı

kısaltabilecektir. Ekipmanın dıştan parça değişimine uygun biçimde kurulduğundan emin olarak, bu ön montaj gruplarını arızaların giderilmesi ve rutin onarımların yapılması için de kullanabilirler.

4.2.6. Yedek Parça Yöntemi

Bunun anlamı, daima doğru zamanda ve yerde doğru parça bulundurulmasını temin edecek bir yedek parça stok sisteminin düzenlenmesidir. Bu sistem; hangi yedek parçaların gerekli, hangilerinin gereksiz olduğunu ve hangilerinin farklı departmanlar tarafından ortaklaşa kullanılabileceğini tespit ederek parça çeşidinin azaltılmasını amaçlar.

4.3. Önleyici Mühendislik

Yeni üretim hattının devreye alınması sırasında, ortaya çıkan sorunların çözülmesi gerekir. Erken ekipman yönetimi, bütün işletme çabalarını, mümkün olan en kısa zamanda seri üretime çevirecek bir dizi iyileştirici faaliyeti gerektirir. Bu amaçla, sorunların nedenleri sadece devreye alma sırasında değil, daha erken safhada bir dizi fabrika mühendisliği hizmetleri esnasında yok edilmelidir. Bu safhalar, düşünsel tasarımı, temel tasarımı, ayrıntılı tasarımı, siparişi, imalat ve ikmali, montajı, test çalışmalarını, devreye almayı ve üretime devretmeyi kapsar.

Daha da öteye gidilerek, işlev ve diğer etkenler açısından uygun olmayan ekipman nitelikleri incelenmelidir. Bu gözden geçirme, ekipman verimliliğini, kolay bakım olanaklarını, ekonomikliğini, kolay çalıştırabilirliğini ve güvenliğini kapsar. Bu, geçmişteki deneyimlere, deneyimlere dayanarak, mevcut sorunların çözümlerinin keşfini, ve yeni ekipmanın geliştirilmesini sağlayabilir. Bu tür çalışmalar, önleyici mühendislik, olarak adlandırılır ve ekipmanın, mühendislik, sipariş, imalat ve devretme aşamalarında alınan tüm önleyici faaliyetleri içerir (Kordsa, 1996).

4.4. İmalatı Kolay Ürün Tasarımı

Ürünlerin kısalan ömürlerine rağmen, tüketicilerin çeşitli gereksinimleri, ürünün çekiciliğinde, tasarımında, kalitesinde ve fiyatında tatmin edilerek, şirketin dünya pazarlarında rekabet edilmesi sağlanır. Sonuçta, sadece işletmedeki çabalarla, çözümü zor imalat güçlükleri, ürün tasarım aşamasında, kolay imalat ve kalite güvenilirliği tesis edilerek, kolaylıkla yok edilebilir. Bu alanda, yeterli deneyim birikimi henüz oluşmamıştır ve Toplam Verimli Bakımda giderek önemi artmaktadır (Kordsa, 1996).

4.5. Eğitim

Yukarıda anlatılan faaliyetler, işletme dışındaki, Toplam Verimli Bakım uzmanlarınca yürütülmeyecektir. Toplam Verimli Bakım 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 etmelidirler. Esas olarak, yetersiz eğitimle Toplam Verimli Bakımın hiçbir prensibi başarılamaz. Başka bir deyişle; operatörlerin kullanıcı bakımın yedi adım programındaki eğitimi, üretim departmanında Toplam Verimli Bakım sisteminin başarıyla uygulanması için yapılan önemli bir katkıdır. Toplam Verimli Bakımda uygulanabilecek eğitim programına örnekler Çizelge 4.2., Çizelge 4.3., Çizelge 4.4.'de örneklerle verilmiştir (Kordsa, 1996).

Çizelge 4.2. Temel ekipman bakımı eğitim kursu içeriği (Nakajima, 1988).

İHTİYAÇ DUYULAN GÜN	KONU	ELEMANLAR
3 GÜN	1. Vida ve somun	1. Vida ve somun bağlantıları 2. Gevşeme nasıl engellenir 3. ilgili bakım teknikleri
3 GÜN	2. Anahtar takımları	1. Anahtar tipleri ve kullanım alanları 2. Anahtarların sınıflandırılması 3. Anahtar kullanma teknikleri
3 GÜN	3. Şaft ve rulman takımları	1. Şaft ve gövde uyumu 2. Rulmanların takılması ve test edilmesi 3. Yağlama ve ilgili problemler
3 GÜN	4. Aktarma organları	1. Dişliler ve prensipleri 2. Zincir dişli ve prensipleri 3. Kayış ve fren sistemleri
3 GÜN	5. Sızdırmazlık metotları	1. Sızdırmazlığın önemi ve temel yöntemler 2. Conta çeşitleri 3. Segmanların yerleştirilmesi ve basınç testleri

Çizelge 4.3. Ders planı örneği (Shirose, 1992).

NOT: Çizelgede D: Ders, E: Egzersizler, K: Kendi kendine çalışma

Yeni Başlayanların Bakım Kursu DERS PLANI				
KONU (4) Transmisyon donatımının bakımı		Hazırlık Tarih : Hazırlık Yapan:		
Detaylar (4-2) Mil yataklarının temelleri				4 saat
Hedefler 1. Mil yataklarının fonksiyonlarını anlamak. 2. Mil yataklarını yerleştirmede ve yer değiştirmede yetenekli olmak 3. Kontrol yapabilmek ve anormallikleri saptayabilmek. 4. Metal aletleri kuvvetlendirebilmek ve parçaları yağlamak.				
Öğretim Malzemeleri 1. Eğitim Notları, 2. Değişik mil yatakları, 3. Sistem öğretim malzemeleri.				
No.	Eğitim Talimatları	Öğretim Malzemeleri	Dak.	Tip
1.	Mil yataklarının çeşitleri ve fonksiyonları	Eğitim Notları; Değişik mil yatağı çeşitleri	30	K
2.	Sürtünmesiz mil yatakları,	Eğitim Notları;		D
a.	Yapı, çeşit, işaretleri, Kullanmada	Sistem öğretim	30	E
b.	önemli noktaları,	malzemeleri,	90	D
c.	Parça yağlama, yenileme metodu,	Parça yağlama,	60	E/K
d.	Bakımın önemli noktaları.		30	

Çizelge 4.4. Bakım personeli beceri kazandırma eğitim programı (Shirose, 1992)

Konu	Amaç	1. Gün	2. Gün	3. Gün
Ünite 1: Civata ve somun sıkma	Şemaları okuyabilme, malzeme karakterisiklerini anlayabilme, takımları uygun biçimde kullanabilme, ekipman parçalarını sıkabilme ve konumlarını ayarlayabilme. Mekanik tahrik sistemleri, dişliler ve şanzımanların bir araya gelmesi ve performansını kalıcı biçimde koruyabilmek için gerekli temel "civata ve somun sıkma" işlemlerini anlayıp uygulayabilme.	1. Yönlendirme 2. Etüt 3. Resim okuyabilme 4. Takımları uygun biçimde kullanabilme 5. Makine malzemelerini anlayabilme 6. Ağırtma işaretlerinin konulması	7. Delik delme 8. Dış çekme 9. Tork anahtar ile civata sıkma 10. Civata bağlama 11. Civata sökme 12. Öğretilen konuların gözden geçirilmesi	13. Ekipman bakımının önemi 14. Tork anahtarıyla sıkma 15. Konuların gözden geçirilmesi, test sınavı ve rapor hazırlama
Ünite 2. Kamalar	Dişli, Kasknak, zincir dişlisi, kaplin, vs mil ve göbüklerin Tespitinde önemli rol e sahip olan kamaların tip ve özelliklerini uygulayabilme	1. Ünite 1'in tekrarı ve sorulara cevap verilmesi 2. Geçme tipleri ve toleransları 3. Egeleme prensip ve teknikleri 4. Kama tipleri 5. Yuvarlak çubukların eğilenmesi	6. Kama tipleri ve isimleri 7. Değişik tip kamaların montajı 8. Değişik tip kamaların sökülmesi 9. Öğretilen konuların gözden geçirilmesi	10. Kama monte etme tekniğinin kısaca gözden geçirilmesi 11. Sıkı geçme teknikleri 12. Ünite 2'nin kısa tekrarı, test sınavı ve rapor hazırlama
Ünite:3 Mil ve rulman bakımı	Anormallik nedenleri, genellikle milin kendisinden değil, dişli veya kaskağa yanlış monte edilmesinden kaynaklanır. Bu nedenle rulman yalıklar konusundaki bilgi ve tekniklerin geliştirilmesi, test ve tekniklerin geliştirilmesi, test edilmekte olan ekipmana ait titreşim ve ısı verilerinin kaydedilmesi, veri değerlendirme konusunda beceri kazandırılması bu ünitenin amaçlarını oluşturur.	1. Ünite 2'nin tekrarı ve soruların cevaplandırılması 2. Mil ve şaft tipleri 3. Yağlama 4. Mil montajı uygulaması 5. Mil rulman montajı uygulaması 1. Kayar rulmanlar 2. Sürünmesi; rulmanlar	6. Sürünme mesiz rulman yalak düzeceği 7. Sürünmesiz, rulman yalakların merkezleme, yağlama, titreşim, sıcaklık, vs.	8. Sürünmesi; yatakların yağlanması 9. Sürünmesiz yatakların bakım, onarım, test ve kontrolü 10. Ünite 3'un tekrarı, test sınavı ve rapor hazırlama
Ünite 4- Güç aktarma organları (dişli, kayış ve zincir sistemleri;	Ünite 3 kapsamındaki derslerin gerek dişli, kayış ve zincirlerin tespit ve merkezleme yöntemlerine, gerekse zincir gerdirme sistemlerine uygulanması Tüm mekanik güç aktarma sistemleri için bakım becerilerinin öğrenilmesi ve uygulanması.	1. Ünite 3'ün tekrarı ve soruların cevaplandırılması 2. Dişliler 1. Dişli tipleri 2. Dişli hasarı ve bakımı	3. Dişli grupların test ve kontrolü 4. Zincir tahrik sistemi cihaza 5. Kaplin ve zincir merkezleme 6. Zincir gergi ayar cihazları 7. Zincir tahrik sistemi cihazların test ve kontrolü	8. Kayış sisteminden hareket alan cihazlar hakkında bilgi ve beceri kazandırma 9. Ünite 4 ün tekrarı, test sınavı ve rapor hazırlama

5. TVB TERİMLERİ VE TVB'NİN ISO STANDARTLARINDAKİ YERİ

5.1. Toplam Verimli Bakım Terimleri

Altı büyük kayıp: Makinelerde, yetersiz işletme ve üretim sonucu oluşan kayıplara denir. Bu kayıplar; Arıza kayıpları, kurma ve ayar kayıpları, küçük duruş kayıpları düşük hız kaybı, kalite hataları (tekrar işleme kayıpları) ve ürün kayıplarıdır.

Başarısızlığın şekli ve sonuçların analizi (BŞSA): Hata ayıklama değil önleme modelidir. Riskler ve karşı önlemleri ortaya koyan analitik bir teknik olup; proses hatalarını tanımlar, müşteriye potansiyel etkiye bakar, hatanın sebebine iner, hatanın önlenmesine odaklanır ve öncelikleri belirler. Tam uygulanan BŞSA programı telef, test ve garanti maliyetlerini azaltır, prosesin güvenilirliğini artırır. Her ayrı operasyon veya proses için uygulanabilir.

Bakım önleyici bilgiler: İşletmede elde edilen faydalı bilgilerle, makineleri bakım yapma ihtiyacının gereksiz hale getirilmesini sağlayan faydalı bilgilerdir.

Çoklu nedenler: Ekipmanın bir parçasında meydana gelen bir sorun, diğer parçaları da etkiler ve bu sorunlar aynı zamanda oluşup, her biri kendi etkileri açısından bağımsız olurlar ve makine kayıplarını oluştururlar.

Doğal bozulma: Makinelerdeki parçaların, kullanım ömürlerinin dolmasıyla ortaya çıkan performansı, sorunlar ve elde edilen iyileştirme sonuçlarının gösterildiği panodur.

Faaliyet panosu: Kullanıcı bakım grupları arasında haberleşme, grup faaliyetleri, çalışmaların performansı, sorunlar elde edilen iyileştirme sonuçlarının gösterildiği panodur.

Kademeli eğitim: Kullanıcı Grup liderleri, toplam verimli bakım eğitimcisiinden aldığı bilgileri grup içindeki arkadaşlarına öğretmesi ve onların becerilerini geliştirmesidir.

Kaizen: İyileştirme demektir. Kaizen, iş, ev, özel ve sosyal yaşamdaki sürekli iyileştirme faaliyetleridir. Bir iş yerinde uygulandığında, yöneticilerden en alttaki işçilere kadar tüm çalışanları içeren sürekli iyileştirmelerdir.

Kanban: Tam zamanında üretim (Just in time: JIT) ile envanter kontrol sistemlerinde kullanılan bir iletişim aracıdır. Üretilen parçaların üstüne, teslim edilen miktarın belirtildiği bir kart (kanban) asılır. Tüm parçalar kullanıldığında, aynı kart işleme konulduğu ilk noktaya döner ve sonraki talebi oluşturur.

Kapsamlı muayene: Kullanıcı bakım programının uygulanması ile elde edilen temizleme, yağlama, sıkma standartlarının uygulanması ile; makinelerdeki hidrolik, pnömatik, güç iletim elemanlarının vb. makine elemanlarındaki arıza belirtilerini bulmak amacı, ile yapılan faaliyetlerdir.

KÖPU: Köpu (kontrol et, önlem al, planla, uygula) çevrimi; araştırma, tasarım, üretim, ve satış sırasında sabit bir etkileşim ihtiyacını vurgular. Kullanıcı bakım programına başlandığı zaman uygulanır.

Kullanıcı bakım: Makinelerin işletilmesinden sorumlu kullanıcıların (operatör, ayarçı vb.) ekipmanın tam çalışma koşullarının sağlanmasında yaptığı bakım işleridir. Bunlar, günlük uygulama, temizleme, küçük ayarlar ve kontrollerdir.

Kullanıcı bakım denetlemesi: Kullanıcı bakım gruplarının uyguladıkları kullanıcı bakım faaliyetlerinin performansını ve standartların uygulanması, yeterliliği gibi konuların sorgulanmasıdır.

Kullanıcı bakım standartları: Kullanıcıların makinelerde uyguladıkları temizlik, yağlama ve sıkma işlemlerinin her zaman aynı şekilde uygulanması için yazılan talimatlardır.

Ne – Nerede analizi: Problemlerin kaynaklarının esas nedenlerini bulmak amacı ile art arda sorgulama şeklinde yapılan analiz şeklidir.

Ne – Niçin analizi: Ortaya çıkan problemlerin köklü çözümlerinin bulunması ve sorunun başka yerlere taşınmasının kontrolü veya önlenmesi amacı ile art arda sorulan sorularla yapılan analiz şeklidir.

Önleyici mühendislik: Ekipmanın güvenilirliğini, kolay bakım olanaklarını ve çalıştırılmasını; geçmiş deneyimlere dayanılarak yeni makinelerin tasarlanması kavramıdır.

Sarı uyarı kartı: Ekipmandaki problemin tanımı ve yerinin açıkça belirlenmesi amacı ile doldurulan kartın adıdır. Bu kartta, alınan veya yapılan önlemler ayrıca yazılır.

Sıfıra yönelme kavramı: Çalışanların ve makinelerin, çalışma koşulları, performansları araştırılarak, olumsuz etkilerin tamamen ortadan kaldırılmasına yönelik bir yaklaşımdır.

Sürekli bakım: Bakım grubu tarafından uygulanan, kullanıcıların yaptığı bakımın dışındaki bakımdır.

Tam zamanında üretim (JIT): Gerekli miktarda ve gerektiği zaman, ihtiyaç duyulan malzemenin tamamlanarak tam zamanında üretimin gerçekleştirilmesidir.

Tek nokta dersi: Açık bir şekilde tanımlanmamış bir konunun, birkaç sayfalık şekil ve anlatımına yer verilen eğitime denir.

Tekli neden: Makinede verimlilik düşmesi veya üründe kalite hatalarına sebep olabilen, makinenin bir parçasında oluşan hatadır.

Temizlik ve muayene: Toplam verimli bakımda temizlik, alışlagelmiş bir temizlik değildir. Makinelerde gizli kalmış hataları veya bozulmaları bulmak için bir araçtır.

Temizlik ve yağlama: Kullanıcıların hedeflenen zamanlarda, makinelerde uyguladıkları yağlama ve temizlik metotlarıdır.

Toplam verimli bakım ofisi: Çeşitli toplam verimli bakım faaliyetlerinin planlaması ve departmanlar arası koordinasyonun sağlanması amacı ile oluşturulan gruptur.

VKMTGM: toplam verimli bakım faaliyetlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde oluşturulan kavram; verimlilik, kalite, maliyet, teslimat, güvenlik ve moraldir.

5.2. Toplam Verimli Bakımın ISO Standartlarındaki Yeri

Toplam Verimli Bakımın ISO standartlarındaki yeri aşağıdaki maddelerle açıklanmaktadır.

5.2.1. ISO-TS 16949'da Makine, Teçhizat, Kalıp Ve Takım Yönetimi

Madde 6.3.1, 7.514, 7.515'de makine, teçhizat, kalıp ve takım yönetimi gerçekleştirilmesinde çok disiplinli bir yaklaşım gösterilmelidir. Fabrika yerleşimi taşımayı minimize edecek şekilde olmalıdır. Senkronize malzeme akışı ve boş alanların etki değerlendirilmesi temin edilmelidir. Mevcut operasyonların etkinliğini tespiti yönelik yöntemler geliştirilmelidir.

5.2.2. ISO-TS 16949'da Önleyici Bakım Ve Kestirimci Bakım

Madde 6.3.1, 7.514, 7.515'de firma kritik makinelerini veya ekipmanlarını belirlemeli, makine veya ekipman bakımı için gerekli, kaynakları sağlamalı, planlı ve etkin bir "toplam koruyucu bakım" sistemini ortaya koymalıdır. Bu sistem aşağıda şunları içermelidir:

Planlı bakım faaliyetleri, ekipman ve teçhizatın paketlenme ve koruma prensipleri, kritik üretim teçhizatı için değişken parçaların (yedek parça) bulundurulması, bakım hedeflerinin dokümantasyon olarak hazırlanması, değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, üretim cihazlarının etkinliğini ve yeterliliğini sürekli geliştirmek üzere kestirimci bakım yöntemleri kullanılmalıdır.

Kestirimci bakım yönteminde ana prensip, üretim sırasında yapılan ölçmelerle makinelerin performansını izleyerek ne zaman bakıma gerek olacağına karar vererek, kısa bir süre üretime ara vererek daha önceden belirlenen arızayı onarmaktır. Makinenin karakteri ve çalışma koşulları göz önünde bulundurularak yapılan program çerçevesinde, üretimi durdurmadan bazı parametrelerin kontrolü ve ölçümü yapılır. Bu ölçümler değerlendirilerek, makinenin çalışma şartları hakkında fikir oluşturulur ve varsa hasarın gelişmesi izlenir. Hatayı oluşturan neden belirlenir. Ölçülen ve izlenen parametreye bağlı olarak hata teşhis edildikten sonra, gerekli yedek parça temin edilerek, üretim durdurulur ve mümkün olan en kısa zaman içerisinde bakım yapıp, tekrar üretime devam edilir.

Makine ve teçhizatın uygun koşullarda bakımı için; ana proses teçhizatı tanımlanacak; uygun kaynaklar sağlanacak; etkin, planlı toplam koruyucu bakım sistemi geliştirilecektir; faaliyetleri tanımlayan prosedür hazırlanması, planlı bakım faaliyetlerini içerir.

Teçhizat, takım ve masterların paketlenmesi ve korunması için yöntem belirlenmesi; Kestirimci bakım metotları; imalatçının tavsiyesi; kesici takım aşınması; sarf malzemesi türündeki takımların önemli özellikleri; soğutma sıvısı analizleri; devrelerin kızılötesi ışıyla gözlemlenmesi; vibrasyon analizi.

5.2.3. ISO-TS 16949'da Takım Yönetimi

Madde 6.3.1, 7.514, 7.515'de; tedarikçi takım yönetimi için bir sistem oluşturacaktır. Bakım ve onarım teçhizatı ve personeli, depolama ve koruma, ayar; kesici takımlar için değiştirme programları; takım ve modifikasyonlarına ilişkin dokümanların mühendislik seviyesi değişimlerini de dikkate alır şekilde

geliştirilmesi; takımların tanımlanması, faal, onarımda, yada kullanım dışı sınıflandırılmasının yapılması;



6. TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Ülkemizde gelişmekte olan teknoloji ve sanayimizin, gün geçtikçe tarım ve ekonomimize olan katkısı tartışılmaz bir gerçektir. İmal edilmekte olan yerli tarım makinelerindeki gelişmeler, Türk tarımını gelişmiş ülkeler seviyesine çıkarırken, çiftçilerimizin de bol ürün almasını sağlamakla, maddi yönden daha da zenginleşmesine destek olmaktadır. Bunun neticesi olarak da tarım tekniğine uygun tarım makinelerinin kullanılmasına duyulan talepler sürekli artmaktadır.

Tarımın ilerlemesi, ve köylümüzün daha rahat çalışabilmesi için ÖZTUNÇLAR TAR. MAK. SAN. TİC. A.Ş., bütün yenilik ve gelişimlere ayak uydurarak, 1960 yılından itibaren payına düşen katkıyı büyük bir başarıyla sağlamıştır. Bol ürün elde etmekte önemli rol oynayan faktörler arasında olan sulama ve gübreleme, tarımda makineleşmenin önemini artırmıştır. Arazinin coğrafi ve toprağın yapısal durumuna göre de muhtelif cins ve ebatlarda yapılan makinelerle çiftçimizin isteklerine cevap verilmektedir. Fabrikanın temel hedefi, kaliteli üretim, satışlarda ekonomik fiyatlar, güçlü servis ağı, yedek parçada güvenilirlik ve müşteri memnuniyetidir.

Fabrikanın ürünleri ise şunlardır: Çekilir tip hidrolikli goble diskaro makinesi; Kombine çapa makinesi (gübre ve tohum sandıklı); Yaylı çapa makinesi; Çift bıçaklı çayır biçme makinesi; Kombine hububat mibzeri (dereceli ve çekilir tip); Zeytin ve meyve silkme makinesi; Pamuk ve mısır mibzeri; Pancar çapa makinesi; Gübre serpme makinesi.

6.1. Montaj Atölyesinde Kolay Montaj ve Bakım Çalışmaları

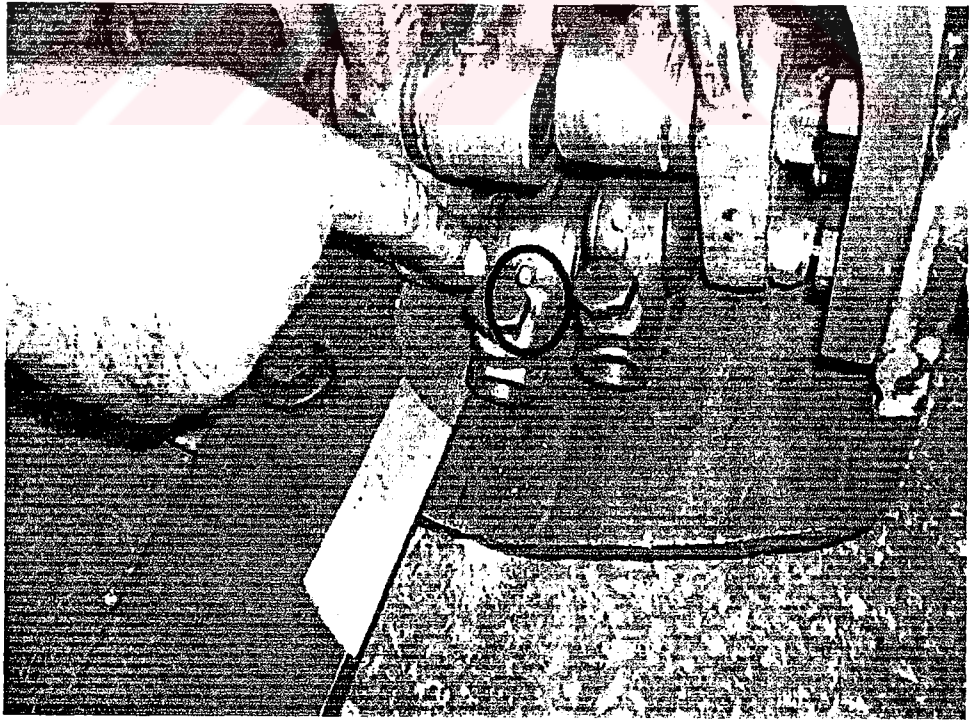
Montaj atölyesi olarak yapılan çalışmalar toplam verimli bakımla direkt olarak bağlantılı olan çalışmalardır. Bu tez çalışmasındaki amaç toplam verimli bakıma geçiş aşamasından önce yapılması gereken tasarım düzeltmeleri, montaj da ve bakım

esnasında ortaya çıkan problemlerin değerlendirilerek ortadan kaldırılmaya çalışmaktır. Toplam Verimli Bakım uygulamasında iki değişik uygulama yaklaşımı incelenmektedir. Bunlardan ilki; üretimi yapılan makinelerdeki yapılan yenileştirmeler; ikincisi ise üretim esnasında kullanılan makinelerin TVB uygulama esasına göre olan uygulamalardır.

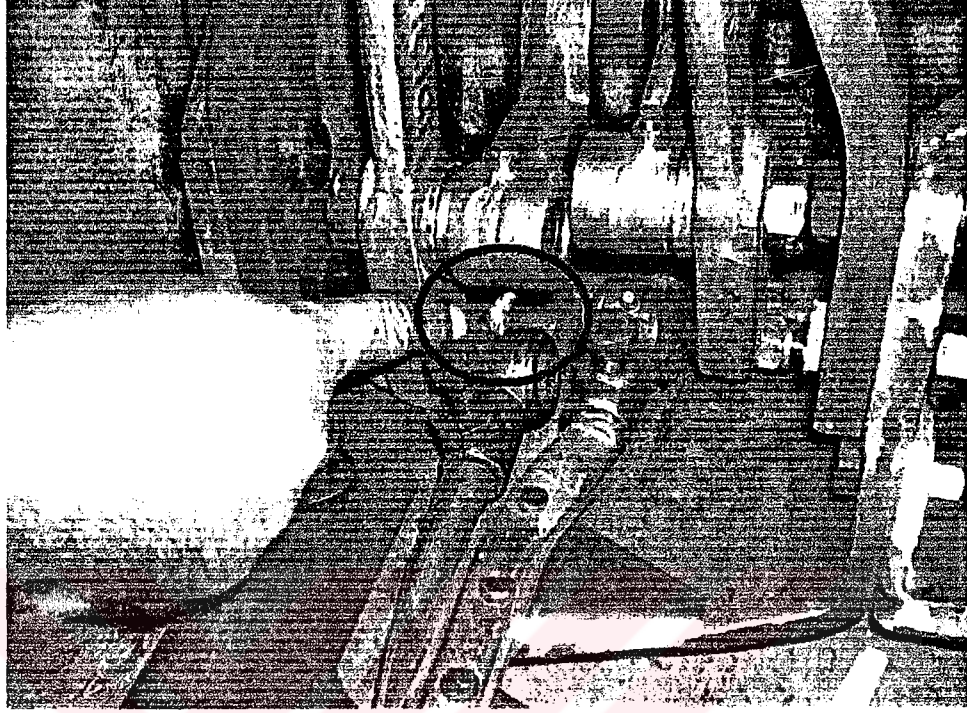
Montaj atölyesine ait bir vargel tezgahı, bir torna tezgahı, bir şerit testere, bir hidrolik pres, on adet matkap, çeşitli ölçülerde ve güçte havalı ve elektrikli sıkma tabancaları, altı adet gazaltı kaynak makinesi, iki adet elektrik kaynağı bulunmaktadır.

Gösterilecek olan fotoğraflarda tasarımdan kaynaklanan sorunlardan ileri gelen makine bakımındaki problemlerin yeniden tasarlanması ilgili bu tez çerçevesinde yapılan Toplam Verimli Bakım uygulamaları anlatılmaktadır.

Şekil 6.1. Çayır biçme makinesinde gresörlerin hatalı takılan başlıkları.



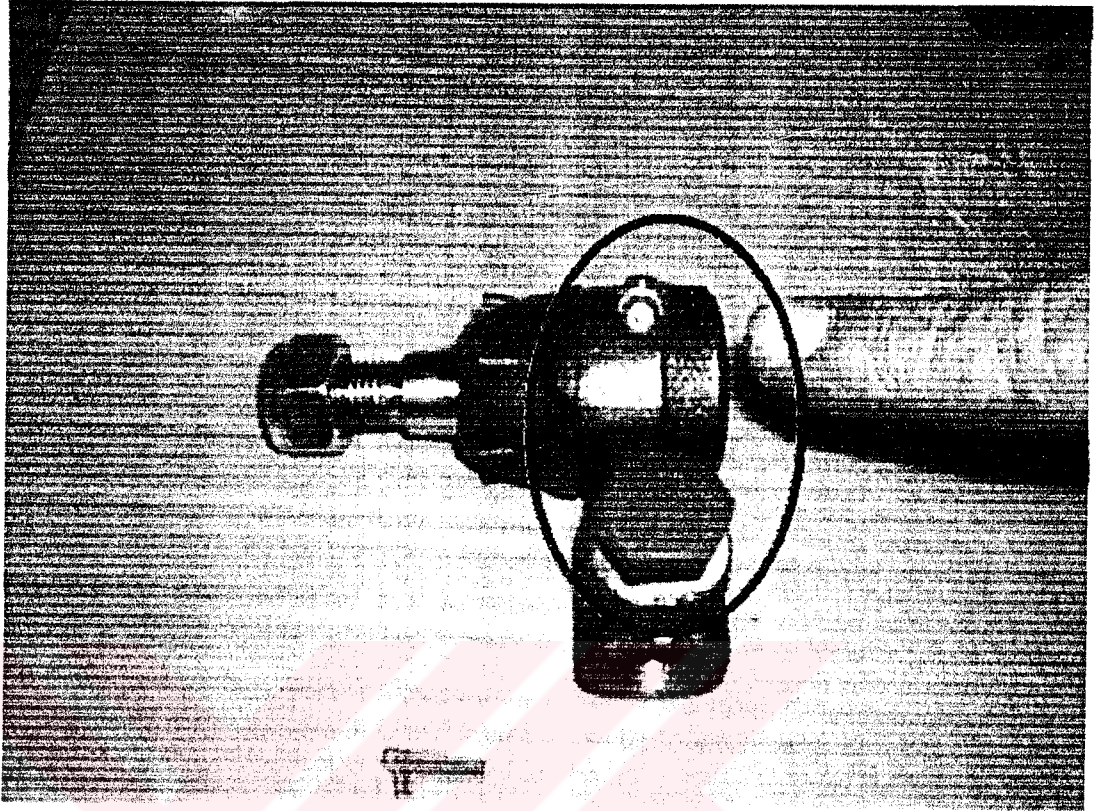
Şekil 6.2. Çayır biçme makinesindeki gresörün tasarım olarak yeniden düzenlenmiş hali.



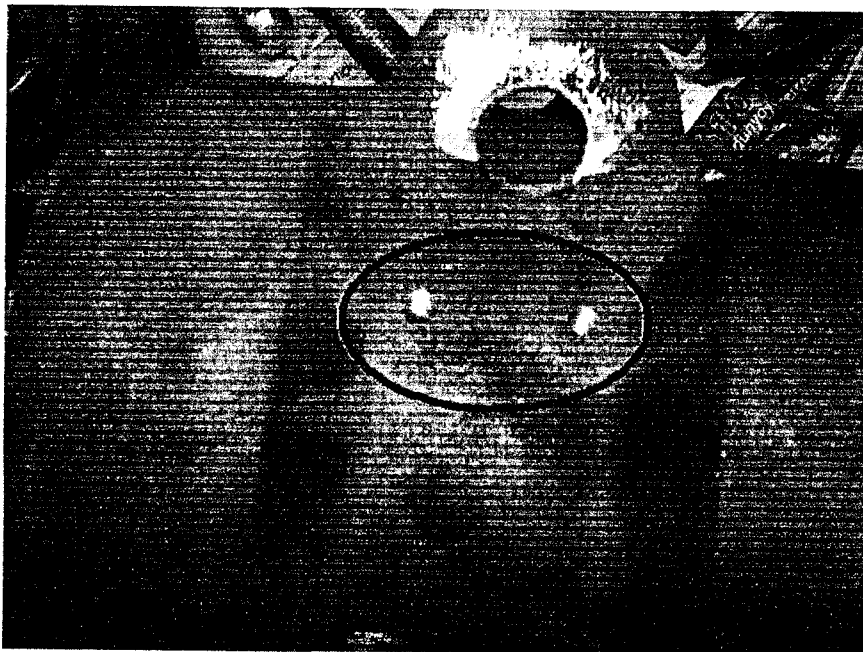
Şekil 6.1.'de görülen çayır biçme makinesinin yağlama gresörlüğü olarak düz gresörlük kullanıldığından bugüne kadar ki yapılan makinelerde, kullanıcı gresörlüklerden yağ doldurmak için önünde bulunan cıvatayı söküp yağ doldurmak zorunda kalıyordu. Şekil 6.2.'de görüldüğü üzere gresörlükler eğri baş gresörlük tipine çevrilerek, gresörlüğün üzerinde bulunan açısı sayesinde gresörlük yukarı bakacak şekilde ayarlanarak kullanılması rahat ve kolay hale getirilmiştir.

Gresörlüğün değiştirilip eğri baş gresörlük takılmış hali Şekil 6.3.'de net bir şekilde görülmektedir. Yağlama çek valfinin bulunduğu başlık, cıvatanın üzerinden yağlama yapabilecek kadar rahat bir hale getirilmiştir.

Şekil 6.3. Çayır biçme makinesinin gresörlük kısmının düzeltilmiş durumu



Şekil 6.4. Çekilir tip goble diskaro makinesi toprak kırma sacları yatağı tasarımının ilk hali



Şekil 6.5. Çekilir tip goble diskaro makinesi toprak kırma sacları yatağı tasarımının son hali



Şekil 6.4.'de görülen yatak üzerindeki gresörlük delikleri Şekil 6.5.' deki gibi değiştirilmiştir. Yatakların sağ ve sol tarafından içlerine sıkı geçirilen rulmanların yağlanması amacı ile iki tane gresörlük deliği açılmıştır. Bu deliklerden biri yağ girişi, diğeri ise makine toprakta yük altında çalışırken yağın sıkışmasından dolayı keçelerde oluşabilecek bir zorlama esnasında yağın basıncından dolayı keçelerin patlamaması için tahliye yağ tahliye gresörlük deliğidir. İlk tasarımda yatağın orta kısmındaki kanala açılan delikler, yağın rulmana daha iyi nüfuz edebilmesi ve direkt olarak yağın gresörlüklerden basıldığı anda rulman yanaklarına yayılması için uygun bir tasarım değildi. İkinci tasarımda bu durum düzeltilmiştir ve yağın rulmana nüfuzu kolaylaştırılmıştır. Ayrıca tahliye gresörlüğünün keçeyle yakın olması ile zorlamadan dolayı yağın atılması direkt keçe yakınında bulunan gresörlükten olacağı için bir basınca maruz kalması engellenmiştir.

6.2. Öztunçlar A.Ş. Bakım Faaliyetleri

Bu tez çerçevesinde TVB ile ilgili atölye içi makine tamir ve bakım formları ile ilgili yapılan çalışmalar ve düzenlemelerle ilgili örnek formlar ve kayıt alınması

gereken bilgilerle ilgili dokümantasyon çalışmalarına ait örnek formlar aşağıda gösterilmiştir.

Bakım departmanınca yürütülecek olan periyodik bakım, üretim departmanınca yürütülen otonom bakım çalışmaları ile koordinasyon içindedir ve bu iki departman birlikte hareket etmektedir. Genel kontrol günlük rutin bir iş haline gelinceye kadar, bakım departmanının katkı ve yardımlarına Toplam Verimli Bakım geliştirme programı öncesinden çok daha fazla ihtiyaç duyulur. Çünkü, operatörler eksikliklerin belirlenmesinde ve karşı tedbirlerin alınmasında bakım departmanına güvenecektir. Daha da önemlisi, arızalar sürekli olarak azalırken gittikçe artan bir dikkate ihtiyaç duyulacaktır.

Genel kontrol operatörlerce günlük rutin bir iş olarak benimsendikten sonra, bakım departmanının iş yükü normal haline geri dönecektir. Arıza sayıları belirgin bir şekilde düştükçe, bakım aktiviteleri azalacaktır. Bu noktada bakım departmanı kendi organizasyonunu çok iyi dengelemelidir. TVB, grubunun oluşturulan hedefler doğrultusunda amacı, sorumlulukları, uygulama alanları ve iş tanımları şöyledir.

6.2.1. Amaç Ve Kapsam

Proses yeterliliğinin devamını sağlamak için makine ve teçhizatın gerekli bakım ve onarımının yapılması ile ilgili uygulamalar, yetki ve sorumlulukları belirlemek.

6.2.2. Sorumluluklar

Fabrika Müdürlüğü, bakım ve onarım faaliyetlerini yürütmekten, Satın alma Müdürlüğü bakım onarım için gerekli malzemeleri temin etmekten sorumludur.

6.2.3. Tanımlar

Periyodik Bakım : Önceden tespit edilmiş süreler içinde, makinenin ve teçhizatın bir plan dahilinde tüm bakım faaliyetlerini içeren işlemler bütünüdür.

Arıza : Makine ve teçhizatın kısmen ya da tamamen fonksiyonlarını yerine getirememesi durumudur.

Onarım : Makine ve teçhizatı tekrar çalışır duruma getirmek için uygulanan işlemler bütünüdür.

6.2.4. Uygulama

- Üretimde kullanılan makine teçhizatın günlük ve haftalık temizlik ve bakımı ile ilgili bilgiler makine ve teçhizata ait çalıştırma talimatına göre yapılır.
- Üretimde kullanılan makine teçhizatın periyodik bakım ve yağlama faaliyetlerinin sistemli bir şekilde yürütülebilmesi için Fabrika Müdürlüğü tarafından Bakım Planı ve Yağlama Çizelgesi hazırlanır.
- Yağlama işlemleri Yağlama Çizelgesine göre yapılır.
- Bakım Planının uygulanması için Fabrika Müdürlüğü tarafından, Periyodik Bakım Yıllık İş Programı hazırlanarak uygulanır.
- Periyodik bakımı yapan kişi/fonksiyon doldurduğu Periyodik Bakım Formunu Fabrika Müdürüne iletir.
- Üretim teçhizatında oluşan arızalar; ilgili operatör tarafından Üretim Şefine sözlü olarak bildirilir. Üretim Şefi, arızayı inceleyerek gerekli müdahalenin yapılmasını sağlar, arıza ile ilgili olarak Fabrika Müdürüne sözlü bilgi sunar.
- Fabrika Müdürlüğü, kendi imkanları ile gideremediği arızaların giderilmesi için Ticaret Müdürlüğünden sözlü veya yazılı olarak taşeron firmalardan hizmet alınmasını talep eder.

- Üretim Şefi, arızanın giderilmesini takiben arıza ile ilgili bilgileri Arıza Kayıt Formuna işleyerek Fabrika Müdürüne iletir.
- Yapılan tüm onarım işlemleri ile aylık veya daha uzun periyotlu periyodik bakımlara ait bilgiler Fabrika Müdürlüğü tarafından her tezgah için ayrı olarak oluşturulan Tezgah Bakım Onarım Sicil kartına işlenir.
- Bakım veya onarım esnasında ihtiyaç olması halinde gerekli malzeme ve yedek parçayı Ticaret Müdürlüğü temin eder.
- Arıza bakımı ve periyodik bakımla ilgili tüm kayıtlar Kalite Kayıtları Prosedürüne göre saklanır. Bu kayıtların saklanması en az bir yıl olmalıdır.

6.3. Montaj Atölyesi Bakım Faaliyetleri

İlk temizlik ve düzen, kirlenme kaynaklarına karşı önlemler, kapsamlı muayene ve kullanıcı bakım standartlarının oluşturulması (KÖPU- kontrol et, önlem al, planla, uygula) Toplam Verimli Bakımın başlangıçta uygulanması gereken en önemli aşamalarıdır. Sorunların tespit edilmesi ve mümkünse çözümlenerek yok edilmesi gerekmektedir. Bütün bu uygulamalar herkes tarafından çözümü bilinen, çözümü kolay, fakat planlı olarak uygulanmadığı için zaman içerisinde yığılmış ve sonuçta duruşlara ve kayıplara yol açan sorunlar haline gelmiştir. Bu tez çalışmasında ileride doğabilecek altı büyük kaybın oluşmasını engellemek amacıyla alınması gereken ilk önlemlere örnek uygulamalar yer almaktadır. KÖPU (kontrol et, önlem al, planla, uygula) çevrimine göre yapılmış uygulamalardır. Öztunçlar A.Ş. montaj atölyesinde bugüne kadar düzenli olarak uygulanmamış bakım kriterleri ve bunlardan kaynaklanan problemler bu tez çalışması ile ortaya konulmuş ve çözümleri ortaya çıkarılarak gösterilmiştir.

6.3.1. Temizlik ve Düzen

Sorun: Atölye içi uygulamalarda montaj bantları oluşturulurken montaj parçaları gelişigüzel ve sıra gözetmeksizin yerleştirilmekteydi.

Önlem: Parçalar montaj sırası belirlenerek montaj bandı planına göre yerleştirilmektedir.

Sorun: Montaj parçalarının istiflenmesi yerlerde ve düzensiz bir yapıdaydı.

Önlem: Montaj parçaları atölye içine yerleştirilen raflara, montaj parçası adına göre düzenlenerek yerleştirilmesi sağlanmaktadır.

Sorun: Montajda kullanılacak cıvata ve bağlantı elemanları depo sayımı yapılmaksızın kutularla alınarak montajda kullanılmaktaydı.

Önlem: Makine başı cıvata, somun vs. türleri ve makine başı giden cıvata, somun vs. bağlantı elemanları depolama sayımına uygun girişleri yapılarak montaja giden miktar kadar sayısı alınıp atölye içinde montaja dahil edilmektedir.

Sorun: Montaj hattının gerektiği gibi ergonomik şekilde oluşturulmamış ve yerde hiç sağlıklı olmayan montaj uygulaması yapılmaktaydı.

Önlem: Montajı yapılacak parçalar ve bağlantı elemanları, gerekli montaj masaları sağlanarak, masalarda düzenli ve ergonomik bir yapıda montaj yapılmaktadır.

Sorun: Atölyede kullanılan flex, el matkabı, anahtar, takımlar vs. montaj aletlerinin atölye içinde belirli yerleri olmayıp, atölye içinde dağınık olması ve sayılarının belirlenmemiş olması.

Önlem: Anahtarlar, takımlar ve montaj araçları atölye içinde belirlenen yerlere konularak mesai bitimlerinde sayılarının tespitinin yapılması sağlanmaktadır.

Sorun: Montaj hattında eldiven, gözlük, iş elbisesi vs. kullanımına standart getirilmeksizin, güvenlik dikkate alınmadan çalışılmaktaydı.

Önlem: Çalışırken mutlaka belirtilen yerlerde belirtilen güvenlik araçlarının kullanılması zorunluluğu uygulanmaktadır. Örneğin taşlama başında mutlaka gözlük kullanılması, sac işlemede ve kesmede mutlaka eldiven kullanılması gibi.

Sorun: Montaja girecek parçaların kalite kontrolünün yapılmamasından, montaja girecek parçalarda oluşan ölçü problemlerinden, çapak problemlerinden vs. dolayı montaj hattının sürekli aksaması ve duruşlar meydana gelmesi.

Önlem: Montajdan önce montaj parçalarının kalite kontrolü yapılarak gereken şartların uygunluğu sağlanmaktadır.

6.3.2. Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler

Sorun: Rulman, keçe, yatak vs. elemanlarının önem arz etmeden yerlerde ve düzensiz şekilde montajda kullanılmaktaydı.

Önlem: Bu tür hassas elemanların kendi kutularında muhafazası sağlanarak montajdan önce tayin edilen yerlerde temiz ve düzenli muhafazası yapılmaktadır.

Sorun: Gazaltı kaynak makinelerinde torç ağızlarında oluşan çapakların temizlenmemesinden dolayı sürekli yığılma yapması ve kaynak yapılırken problem çıkarmaktaydı.

Önlem: Gazaltı kaynak makinelerinde çalışma süresince çapak oluşmaması için kaynak spreyleri temin edilerek çapakların daha rahat temizlenmektedir.

Sorun: Kaynak gerektiren parçaların kaynak işleminden sonra çapaklarının temizlenmesi yapılmamaktaydı. Kalite kontrol ve görünüm açısından uygun değildi.

Önlem: Kaynak yapılan her parçanın temizlenmesi ve düzenli montaja uygun duruma getirilmesi uygulanmaktadır.

6.3.3. Temizlik ve Yağlama

Sorun: Atölye içi genel temizlik uygulamalarının yapılmayıp herkesin çalıştığı yeri temizlemesi uygulanmaktaydı.

Önlem: Oluşturulan temizlik çizelgesindeki isimlerin haftada bir defa olmak üzere genel atölye temizliğinden sorumluluğu uygulanmaktadır. Ayrıca günlük atölye temizlik kontrolleri yapılmaktadır.

Sorun: Montaj masalarının mesai bitiminde dağınık bırakılmaktaydı.

Önlem: Mesai bitimlerinde tayin edilen montaj elemanlarının montajından sorumlu olduğu kısmın temizliğini yapmaktadır.

Sorun: Yağlama ve bakım standartlarının oluşturulmamış olması ve bakımların düzenli yapılmaması.

Önlem: Oluşturulan bakım-onarım çizelgelerine göre planlı bakım çalışmaları uygulanması hedeflenmektedir ve bakım grubu oluşturulması sağlanmak üzeredir.

Sorun: Çalışılan makinelerde gerekenden fazla ve dikkat edilmeksizin sarf edilen, yağlama bakımları yapılmaktaydı. Sorunun üzerine gidilmeden varolan şekilde olması gerekenin üzerinde yağlama yapılmaktaydı.

Önlem: Nedenler araştırılarak blokaj veya ayar sorunları kontrol edilip normal yağlama bakımları yapılmaktadır.

Sorun: Makine göstergeleri (yağ seviyesi, basınç göstergesi vs.) kırılmış, çatlak ya da bozuk durumdaydı.

Önlem: Bu tür önemli göstergelerin, gereken bakımların yapılması sağlanarak ve gereken onarımların yada parça değişimlerinin yapılması sağlanarak kontrollerle düzenli ve aktif durumda çalışmaları sağlandı.

Sorun: Makinelerin bazılarında dişli kutularında yağ sızıntıları tespit edilmiştir.

Önlem: Gereken bölgenin temizliği yapılarak problemlili kısım tespiti yapıldı. Keçe veya contaların kontrolü yapılarak yerlerine yenisi takılıp aksakların giderilmesi sağlandı ve düzenli olarak kontrolleri yapılmaktadır.

Sorun: Makine sensörleri, anahtarları, ışık göstergeleri kir ve tozdan korunmasız durumdaydı.

Önlem: Gereken temizlikler yapılarak muhafaza içine alınması sağlandı.

Sorun: Gres nipelleri ulaşılması zor yada takılı olmayan yerlere rastlandı.

Önlem: Eksik nipeller tamamlanarak gresin kolay basılması için gereken aparat yada takımlar temin edilerek aksaklar giderilmektedir.

Sorun: Tehlike arz eden talaş sıçratan makinelerde koruyucu siperlerin takılı olmaması sorunu saptandı.

Önlem: Koruyucu siperliklerin yerlerine takılarak yada onarımı yapılarak sorumluluğu makine operatörüne verilerek güvenlik problemleri ortadan kaldırıldı.

Sorun: Makine kapaklarında, dolaplarda cıvata ve somun eksiklikleri tespit edildi.

Önlem: Eksikler tamamlandıktan sonra daha güvenilir ve çalışması kolay hale getirilmesi sağlandı.

Sorun: Makinelerde dönen zincir ve kayışların gerginlik ayarlarına dikkat edilmemekteydi.

Önlem: Kayış ve zincir gerginlikleri normal hale getirilerek bakımları sağlandı.

Sorun: Makine kayışlarında kopmak üzere olan ve yıpranmış olanlar tespit edildi.

Önem: Kayışlar yenilerek daha kontrollü bir çalışma ortamı sağlanmıştır.

Sorun: Kaynak bakımlarının yapılmamış olmasından dolayı kaynak esnasında gazın yeterli çıkışı olmadığından kaynak esnasında köpüklenme yapması.

Önem: Gaz çıkış valflerinin kontrolleri yapılarak gereken valflerin değiştirilmesi sağlandı.

Sorun: Makine valflerinde sızıntılar tespit edildi.

Önem: Bağlantı parçalarının kontrolleri yapılarak keçe ve bağlantı vidaları değiştirilerek problemin ortadan kaldırılması sağlandı.

Sorun: Borularda vb. bağlantı parçalarında sızıntılar tespit edildi.

Önem: Gereken kısımlar değiştirildi. Kaliteli malzeme teminleri yapılarak sıkılaştırma ve sızma önlemi alınıp aksaklıkların ortadan kaldırılması sağlandı.

Sorun: Atölye yüksek gerilim prizlerinde çatlaklar, kırıklar ve çalışmayan prizler tespit edildi.

Önem: Yerlerine yenileri takılarak aksaklıkların giderilmesi sağlanıp güvenlik ortamı oluşturulmuştur.

Sorun: Kablolarda ve fişlerde temassızlıklar tespit edilmiştir.

Önem: Gereken tamirler yapıldı ve tamir edilemeyen aksaklıkların yerine yeni kabloların takılması sağlanarak aksaklık ortadan kaldırılmıştır.

Sorun: Elektrik panosunun düzenli olarak sayım takibi yapılmadığından, panoda aktif sayacın kullanıma girerek yüksek maliyetlerde fatura gelmesi tespit edildi.

Önlem: Gerekli kondansatör kompanzasyon ayarları yapılarak ve rölelerden biri değiştirilerek uygun ayar sağlandıktan sonra haftalık olarak ortalama sayaç miktarları kontrolü sağlanmaktadır.

Sorun: Makine butonlarında ve elektrik butonlarında kırılmalar ve çatlaklar tespit edildi. Görevini yapmayan ve kısa devre usulü çalıştırılan devreden çıkmış butonlar tespit edildi.

Önlem: Butonlar değiştirilerek aksaklıklar ortadan kaldırıldı.

Sorun: Makinelere ait elektronik kartların muhafazalarının iyi yapılamamış olmasından dolayı, korozyona neden olduğu ve makinenin durmasına sebep olduğu tespit edildi.

Önlem: Pas önleyici spreylere temini yapıldı ve kart muhafazaları onarılmış olup makinelerdeki aksaklıkların ve duruşların yaşanması ortadan kaldırılmıştır.

Sorun: Temizleme ve yağlama filtrelerinin işlevlerini yerine getirmediği tespiti yapılmıştır.

Önlem: Filtrelerin temizliği yapılarak, yağlama ünitesi tamir edilerek düzgün bir çalışma sağlanmıştır.

Sorun: Çok sıkıştırılmış yada gevşek parçaların kontrolleri yapılmadığı tespit edilmiştir.

Önlem: Vida, cıvata somun vs. elemanların makineler üzerindeki kontrolleri yapılmıştır. Gereken cıvata ve somunların dişleri bozulduğundan yerlerine yenileri takılarak makinelerde güvenli ve duruşların olmadığı şartlar oluşturulmuştur.

Kullanıcı bakım standartları ile ilgili bu tez çerçevesinde hazırlanmış olan bakım ve onarım çizelgeleri günlük, haftalık, aylık ve yıllık olmak üzere planlanarak gereken bakımın zamanında yapılarak altı büyük kaybın önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Çizelge 6.1.' de makineler için uygulanması gereken yağlama detayları görülmektedir. Kullanılan yağın cinsi ve süresi mutlaka çizelgedeki tarihlere ve zamana göre ayarlanmış olup, süresi gelen yağ değişimi gereken zamanlarda yapılmaktadır.



OZTUNCLAR

YAĞLAMA ÇİZELGESİ

DOKÜMAN NO: ÇİZ-001

Çizelge 6.1. Makineler için yağlama planı

Sıra No	Tezgah Kodu	Makine/Teçhizat Adı	Yağ Adı	Kullanılan Yağın Markası	Yağ Değiştirme Periyodu	Yağ Kontrol Sıklığı
1.	TR1-TR2- TR3-TR4- TR5-TR6	Üniversal Tornalar	Şanzıman Yağı Kızak Yağı Norton yağı	Shell Tellus T 37 veya muadili Shell Tellus T 37 veya muadili Shell Tellus T 37 veya muadili	Eksildikçe ekleme Eksildikçe ekleme Eksildikçe ekleme	Her çalıştırmadan önce
2.	M1-M2-M3- M4	Üniversal Matkaplar	Şanzıman Yağı	Shell Tellus T 37 veya muadili	12 ay	
3.	FR	Üniversal Freze	El kızak yağı Hızlı ilerleme Kızak yağı Şanzıman Yağı Araba Yağı	Shell Tellus T 37 veya muadili Shell Tellus T 37 veya muadili Shell Tellus T 37 veya muadili Shell Tellus T 37 veya muadili	Eksildikçe ekleme Eksildikçe ekleme	
4.	TS	Testere	Redüktör Yağı	No:140 Kloro veya muadili	6 ay	
5.	KM	Pistonlu Kompresör	Şanzıman yağı	Mobil Raus 425 Shell Corena P68 veya muadili	6 ay	Her çalıştırmadan önce
6.	PR	Hidrolik Pres	Hidrolik	Shell Tellus T 37 veya muadili	12 ay	6 aylık

HAZIRLAYAN
FABRİKA MÜDÜRÜ

ONAYLAYAN
GENEL MÜDÜR

REVİZYON TARİHİ: 23.05.2004
REVİZYON NO: 00
SAYFA NO: 80

Çizelge 6.2.'de makine yeterlilik veri formu bulunmaktadır. Bu form makinenin hassasiyeti ile ilgili olan bir formdur. Bu forma göre makinede işlenen aynı tür parçaların ayrı ayrı her birinin ölçümü yapılarak bu forma kaydedilir. Buna göre kaydedilen değerler arasındaki ölçü farkları tespit edilerek bir standart sapma değeri belirlenip makinenin hassasiyet derecesi ölçülecektir. Ölçülen değerlere göre makinenin ömür testi yapılmış olup, uygunsa makinenin gerekli aksamı değiştirilerek yada onarılarak çözüme ulaşılmaya çalışılacaktır. Aksi halde değişime gidilmelidir yada daha kaba ve toleransı yüksek işlerde kullanılmalıdır.



ÖZTUNÇLAR MAKİNA YETERLİLİK VERİ TOPLAMA FORMU

Sayfa NO: .../... 82

Çizelge 6.2. Makine yeterlilik Formu

Ürün Kodu		Ürün Adı					
Parti No		Tezgah Kodu					
Operasyon Adı		Tezgah Adı					
Ölçülen Boyut		Kabul Değeri					
S. No	Ölçülen	S. No	Ölçülen	S. No	Ölçülen	S. No	Ölçülen
1.		26.		51.		76.	
2.		27.		52.		77.	
3.		28.		53.		78.	
4.		29.		54.		79.	
5.		30.		55.		80.	
6.		31.		56.		81.	
7.		32.		57.		82.	
8.		33.		58.		83.	
9.		34.		59.		84.	
10.		35.		60.		85.	
11.		36.		61.		86.	
12.		37.		62.		87.	
13.		38.		63.		88.	
14.		39.		64.		89.	
15.		40.		65.		90.	
16.		41.		66.		91.	
17.		42.		67.		92.	
18.		43.		68.		93.	
19.		44.		69.		94.	
20.		45.		70.		95.	
21.		46.		71.		96.	
22.		47.		72.		97.	
23.		48.		73.		98.	
24.		49.		74.		99.	
25.		50.		75.		100.	
26.		51.		76.		101.	
27.		52.		77.		102.	
28.		53.		78.		103.	

REVİZYON TARİHİ: 23.05.2004 REVİZYON NO: 00

...../...../.....
Boyut Kontrollerini Yapan
Adı, Soyadı, İmza

Çizelge 6.3.'de arıza kayıt formu görölmektedir. Bu formla hangi makinenin, hangi tarihte ne tür bir arıza çıkardığı kaydedilmektedir. Bu verilere göre makinenin periyodik arıza veren kısımları incelenerek ortaya çıkarılmış olup gereken düzeltmelerin yapılması sağlanmıştır. Bu sayede makinenin arıza çıkarması hem engellenmeye çalışılmış olur hem makine ile ilgili bakım düzenli ve önceden tahmin edilir hale getirilmiştir. Ayrıca form üzerinde makine bakım zamanının ne kadar süre içersinde yapıldığı ve buna göre kaybolan zamanın hesabının yapılmasını kolaylaştıran bir formdur.



**ÖZTUNÇLAR****ARIZA KAYIT FORMU**

Çizelge 6.3. Arıza Takip Formu

Tezgahın Adı		Tamire Başlama Tarihi/Saati	
Arıza Başlama Tarihi/Saati		Tamirin Bittiği Tarihi/Saati	
Arızanın Yeri,Tarifi ve Sebebi			
Yapılan Tamirat ve Değişen Parçalar (marka,Tipi,Cinsi)			
Arızalı Makinenin Operatörü	Tamiratu Yapanlar		



Çizelge 6.4.'de makinenin bakım ve onarımının yapıldıktan sonraki kayıt tutulmasını sağlayan örnek bir form görülmektedir. Bu form makine ile ilgili yapılan bakımların bir arada görülmesini sağlar. Bu forma göre makinenin bakım tarihleri arıza ile ilgili nedenler açıkça tespit edilmektedir.



Çizelge 6.5.'de genel bir bakım planı için nelerin yapılması gerektiği gösterilmiştir. Buna göre atölyede bakımı yapılacak olan makineler için planlı olarak hangi bakımların hangi periyotlarda yapılması gerektiği düzenli bir şekilde gösterilmiştir. Bu form ile makinelerin genel bakım prosedürleri ve eğitimleri için önceden bakım personeline eğitimler verilerek bu konuda bilgi almaları sağlanmıştır. Buna göre bakım için gereken uygulamalar yapılmaktadır.



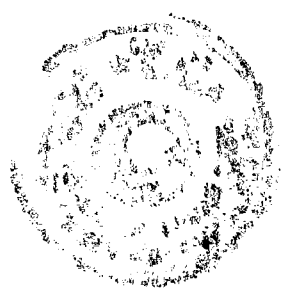
BAKIM PLANI

SAYFA NO: 88

Çizelge 6.5. Tezgahlar için yapılması gereken genel bakım formu

Sıra No	Tezgah Kodu	Bakım Yapılacak Makina / Teçhizat Adı	Bakım Periyodu	Bakım Kapsamı	Bakım Sorumlusu	Kayıt
1.	M1, M2, M3, M4	Matkap Tezgahları	Yıllık	1,3,5,6,7,9,10,13,14,15	Üretim Şefi	
2.	PR	Hidrolik Pres	Yıllık	1,2,5,6,14,15	Üretim Şefi	
3.	TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6	Üniversal Torna Tezgahları	Yıllık	1,3,5,6,8,9,10,13,14,15	Üretim Şefi	
4.	FR	Üniversal Freze Tezgahı	Yıllık	1,3,5,6,8,9,10,12, 13,15	Üretim Şefi	
5.	TS	Şeritli Testere Tezgahı	Yıllık	1,2,3,5,6, 7,9, 12,13,14,15	Üretim Şefi	
6.	KM	Pistonlu Kompresör	6 Aylık	1,4,5,6,13,14,14,15,16	Üretim Şefi	
7.	TC	Test Cihazı	Yıllık	1,2,4,5,14,15	Üretim Şefi	

No	Kontrol Edilecek Özellikler
1	Yağlama sistemi/yağ seviyesi kontrolü
2	Hidrolik tesisat kontrolü
3	Dişli kuru ve yağlı kontrolü
4	Yağ ve hava filtresi kontrolü/değiştirme
5	Aşınan ve yıpranmış parçaların tespiti
6	Titreşim ve gürültü kontrolü
7	Rulman Kontrolü
8	Kızak Boşluğu kontrolü
9	Gres Yağlama Kontrolü
10	Balata Kontrolü
11	Radyatör dış temizliği
12	Kesme sıvısı kontrolü
13	Kayış gerginliği kontrolü
14	Elektrik Tesisat Kontrolü
15	Genel temizlik
16	Sistemin suyunun alınması
17	Taşeron tarafından yapılan bakım



Çizelge 6.6.'da genel yıllık, aylık ve haftalık periyotlarda uygulanacak bakım planı görülmektedir. Bu çizelgeye göre yıllık planlar yapılarak tezgahların yıl içerisinde haftalık, aylık ve yıllık zamanlarda uygulanması gereken bakım planları oluşturulmuştur. Bakım personeline bu plan dağıtılarak senelik plan oluşturulmuş olup bu plan dahilinde bakım personelinin genel görevleri belirlenmiştir. Bu planlara göre uygulanması gereken bakım prosedürleri ve hazırlıklar önceden yapılarak bakım için gerekli hazırlıklar kolaylıkla yapılmakta ve zamanı geldiğinde bakım uygulamaları gerçekleştirilmektedir.



ÖZTUNÇLAR

PERİYODİK BAKIM YILLIK İŞ PROGRAMI

Çizelge 6.6. Yıllık bakım plan çizelgesi.

Sayfa No:...../ 90

[illegible]

Çizelge 6.7.'de yapılan bakımların ilgili kişiler tarafından ve ilgili formlarla yapılacak hazırlık planı görülmektedir. Bu plana göre bakım görevlerinin ve kontrol görevlerinin sorumlulukları verilerek, yapılan bütün bakım çalışmalarının denetlenmesi sağlanmıştır. Bu sayede periyodik bakım uygulamaları düzenli bir şekilde kontrol edilmekte ve yapılan işlerin kişilerin sorumluluklarına verilerek kaliteli ve düzgün bir bakım yapılması sağlanmaktadır.



Çizelge 6.7. Genel olarak bakım-onarım planlarının hazırlanması

S. NO	İŞİN TANIMI	SORUMLU	REF. DÖK.	KAYIT
1	Bakım Planının hazırlanması	Fabrika Müdürü		
2	Yağlama Çizelgesinin hazırlanması	Fabrika Müdürü		
3	Periyodik Bakım Yıllık İş Programının Hazırlanması	Fabrika Müdürü		
4	Yıllık İş Programına göre zamanı geldiğinde ilgili tezgahın, Bakım Planına ve Yağlama Çizelgesine göre bakımının yapılması	Üretim Şefi		
5	Periyodik Bakım esnasında ilgili kaydın hazırlanması ve kaydın Fabrika Müdürüne iletilmesi	Üretim Şefi		
6	Yapılan Bakım-Onarımın ilgili tezgahın sicil kartına işlenmesi	Fabrika Müdürü		
7	Bakım-Onarım esnasında malzeme ve yedek parça gerekli ise talebinin yapılması	Fabrika Müdürü (Üretim Şefi)		
8	Çalışma talimatlarında anlatıldığı şekilde günlük ve haftalık bakımın yapılması	Tezgah operatörleri		
9	Arızanın Üretim Şefine bildirilmesi	Tezgah operatörleri		
10	Arızanın incelenmesi	Üretim Şefi		
11	Arızanın Fabrika Müdürüne sözlü şekilde bildirilmesi	Üretim Şefi		
12	Tedarikçi çağırılması	Üretim Şefi		
13	Arızanın giderilmesi	Üretim Şefi		
14	Arızanın kaydının tutulması ve Fabrika Müdürüne iletilmesi	Üretim Şefi		
15	Uygulama Sonucu oluşan kayıtların muhafazası	Fabrika Müdürü		
KAYNAKLAR:		3. Eğitim		
1. Finansman		4. Doküman		
2. İnsan Kaynakları		5. Gerekli alet ve aparatlar		
HEDEF:				
Arızadan kaynaklanan duruşları en aza indirmek				
KRİTER:				
Arızadan kaynaklanan duruş				

Çizelge 6.8.'de yapılacak bakım eğitimleri ve genel eğitimler için önceden bilgilendirme formu görülmektedir. Bu form ile eğitimlerin zamanı ve katılacak kişilerin önceden haberdar edilmesi sağlanır.



Dizelge 6.8. Eğitim Formu

AŞAGIDA İSMİ BELİRTİLEN KONUDA YAPILACAK EĞİTİME KATILMANIZ İÇİN DUYURUDUR.

Eğitim Tarihi : 15/06/2004
Eğitimin Adı : Bakım Onarım genel bilgi eğitimi
Eğitim Süresi : 3 gün x 1 saat = 3 saat
Eğitimci :

S. No	Adı Soyadı	Unvanı / Görevi	Tarih	İmza
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

6.4. Performans Verimliliğini Artırmaya Yönelik Çalışmalar

Öztunçlar A.Ş. atölye montaj hattındaki mevcut durum gözden geçirilerek verimliliği artırmaya yönelik uygulama çalışmaları bu tez çalışması çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar tamamen günlük çalışma verimini artırmak ve düzenli bir çalışma ortamı sağlamak amacıyla uygulanmıştır. Verimliliği artırmaya yönelik uygulama çalışmaları aşağıda gösterilmektedir.

Montaj atölyesinde mevcut durumda şu an dört farklı makine montajı yapılmaktadır. Daha önce uygulanan atölye içi montaj planı şu şekildedir.

Çizelge 6.9. Montaj atölyesi eski yerleşim biçimi.

Çayır Biçme Makinesi Ön Montaj alanı		Gübre Serpme ve Pamuk Çapa Makinesi ön montaj alanı
Tüm makinelerin montaj parçaları istif alanı		Tüm makinelerin montaj parçaları istif alanı
Çayır Biçme Makinesi son Montaj alanı		Pamuk Çapa makinesi son montaj alanı ve Pancar Çapa Makinesi montaj alanı
Boyahane		

Eski montaj hattı Çizelge 6.9.'da eski montaj alanlarını gösteren bir genel yapı ifade edilmeye çalışılmıştır. Atölye düzeni son montajlar kapı önünde yapılmak üzere zaman kaybı olmayacağı düşünülerek montajı biten makinelerin direkt olarak

boyahaneye gitmesi şeklinde tasarlanmış bir yapıya sahipti. Ancak çalışma alanı oldukça karışık, parça istifleri bir arada yapıldığından karışıklık meydana gelmesi durumu söz konusuydu. Atölyenin başında montajına başlanan ürünün ön montajı tamamlandıktan sonra son montajı yapılmak üzere atölye sonuna taşınmakta ve tekrar montaj grubu oluşturularak son montajdan boyahaneye gitmesi sağlanmaktaydı. Bu durumda zaman kaybı ve işçilikten çok büyük kayıp ortaya çıkmaktaydı. Atölye istif alanları birbirine karışmış parçaların seçilmesi zor ve düzenli yerleştirilmediğinden oldukça karışık ve zaman kaybına neden olacak bir yapıya sahipti. Atölyenin orta kısmında tamamen boş bir alan oluşmakta ve bu alan sadece araç giriş çıkışları sağlanması amacı kullanılmamakta idi.

Yeni atölye planı Çizelge 6.10.'da görüldüğü üzere bu karmaşık yapı ortadan kaldırılmak sureti ile yeniden düşünülüp oluşturulmuştur.

Çizelge 6.10. Montaj atölyesi yeni yerleşim biçimi.

Çayır Biçme Makinesi tam Montaj alanı ve parça istif alanı		Gübre Serpme montaj alanı ve parça istif alanı
Pamuk Çapası montaj alanı ve parça istif alanı		Pancar Çapa Makinesi montaj alanı ve parça istif alanı
		Yeni Ürün çalışma alanı
Boyahane		

Çizelge 6.10.'da görüldüğü montaj alanı yeni yapısı ile montajı yapılacak makinelerin parça istif alanları ve montajı kendi bölgelerinde yapılmak üzere

değiştirilmiştir. Yeni yerleşim planında parça istif alanları düzenli ve makine montajının yapıldığı kısımda yer almaktadır. Bu yapıya göre son montajlar dahil hepsi bir arada yapıldığından dolayı atölye içi karışıklık engellenmiş olup ve zamandan büyük tasarruf sağlanmıştır. İşçinin motivasyonunda gözle görülür bir artış sergilenmiş ve hedeflenen montaj makine planlarının uygulanır duruma gelmesi sağlanmıştır.

Montaj atölyesinde kullanılan havalı somun sıkma tabancaları yeterince güçlü olmadığından ve M20 üzeri somunların sıkılmasında kullanılamamaktaydı. Montajın M20 somun ve civata üzeri ölçüleri elle yapıldığından montajda zaman kaybı olmaktaydı. Hem zaman kaybı hem kalite açısından uygun olmayan bu durum yüksek devirli ve gücü yüksek elektrikli sıkma tabancaları alınarak ortadan kaldırılmıştır.

Boyahanede makine boyanmadan önce yapılan temizlik ilkel ve masraflı bir şekilde yapılmaktaydı. Boyanacak makinenin yağlarından arınması ve çapaklarının temizlenmesi işlemi benzin ile yapılıyordu. Haftada yaklaşık 200 litre benzin harcadığı saptanmıştır. Zaman açısından boyahane montajdan çıkan makinelerin boyanmasında oldukça geç kalıyordu ve yığılmalar olduğundan makine sevkıyatlarında sorunlar yaşanıyordu. Rezistanslı su ısıtıcılı çift diskli hidrofor sistemi düşünülerek atölye şartlarında bir yıkama makinesi yapılarak bütün masraflar ve zaman kaybı ortadan kaldırılmak sureti ile yeni düzen getirilmiş oldu.

6.5. Toplam Verimli Bakım Uygulama Sonuçları

Bu tez çalışması ile montaj atölyesinde Toplam Verimli Bakım uygulamalarına başlanarak, daha önce de bahsedilen altı büyük kaybı önlemek için iyileştirmeler gerçekleştirilerek tasarruflar sağlanmıştır. Atölye içi düzen ve temizlik, genel kontroller ve bakım sisteminin iyileştirilmesi için girişimler yapılmış ve performans veriminde son iki ay itibari ile artış olduğu gözlenmiştir.

Fabrika içinde gereksiz ve kullanılmayan malzemelerin, araç ve gereçlerin düzgün şekilde istiflenmesi sağlanmış ve yeni depo düzeni oluşturulmuştur.

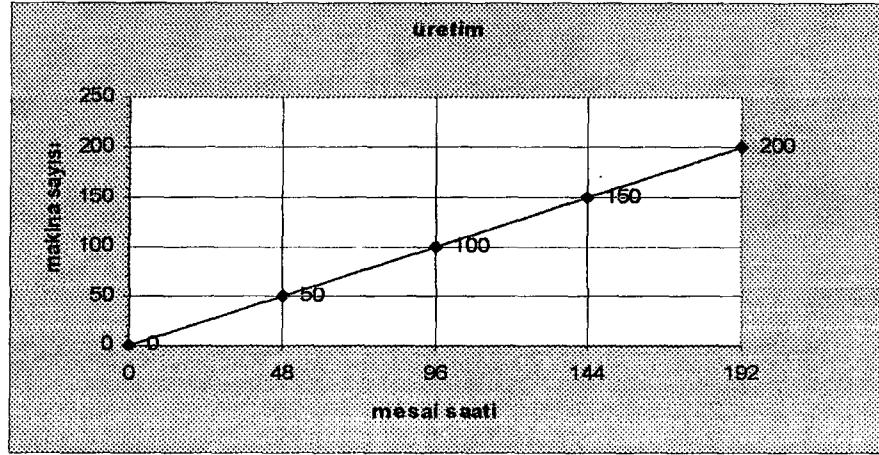
Kullanılması gereken alet ve teçhizatlar belirli bir düzen içerisinde yerleştirilerek kullanılması gerektiği durumlarda ulaşılması kolay bir hale getirilmiştir. Çalışma yerleri, montaj masaları ve çevre temiz, düzenli ve ergonomik bir yapıya dönüştürülmüştür. Bu düzendeki tertip ve temizlik sayesinde personelin çalışma ortamı güvenilir hale getirilmiş ve oluşabilecek iş kazalarına önlemler alınmıştır. Atölye içi karışık yapı ortadan kaldırılarak parça, takım vs. teminindeki zaman kayıpları ortadan kaldırılmıştır. Montaj alanında ilgili makinenin ilgili parçalarının istifi sağlanarak montaj hattında oluşabilecek zaman kayıpları ve düzensizlikler engellenmiştir.

Bu tez çalışması çerçevesinde bakım-onarım formları oluşturularak makinelerin bundan sonraki yapılacak bakım planları oluşturulmuş olup yapılan bakım kayıtları tutulur hale getirilmiştir. Gerekli bakım zamanlarının planlanması gereken zamanda bakımların yapılması sağlanarak makine duruşlarının ortadan kaldırılması hedeflenmekte ve gelecek aylarda genel verimlilikte hedeflenen montaj planının üzerine çıkılması planlanmaktadır. Yapılan bakım çalışmaları ile küçük duruşlar engellenmiş olup üzerine düşülmeyen bakımlar yapılarak varolan durumun iyileştirilmesi ve verimin artırılması sağlanmıştır. Yapılan bu tez çalışması ile montaj planlarında belirtilen sürelerde belirtilen montajın yapılması sağlanmıştır.

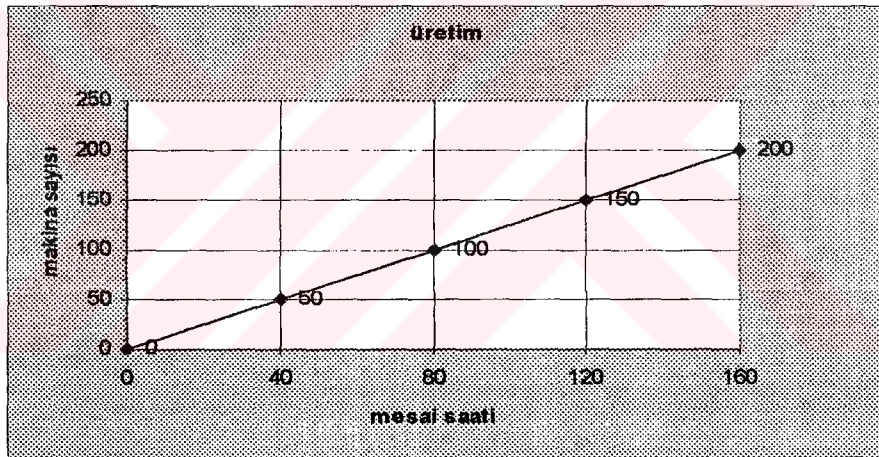
Mart, Nisan ve Mayıs ayı itibari ile günlük 5 adet Pancar Çapa Makinesi ve 5 Adet Pamuk Çapa Makinesi hedeflenmiş. Varolan hedeflerde Gübre Serpme ve Çayır Bıçme Makinesi montajları tamamlandığı halde Pancar Çapa ve Pamuk Çapa makinelerinin hedeflenen zamanda çıkarılması gerçekleştirilememiştir. Yapılan bütün bu çalışmalar Nisan ve Mayıs ayı içerisindeki çalışmalara direkt etkide bulunmuş ve hedeflenen makineler zamanında çıkarılmaya başlanmış ve günlük performansta artış sağlanmıştır.

Çizelge 6.11.'de Mart ayı itibariyle hedeflenen günlük toplam 10 adet makinenin ancak fazla mesai yapıldığı durumda istenen rakamlara ulaşıldığı görülmektedir. Oysa Çizelge 6.12.'de varolan durumunun iyileştirilmesinden sonra hedeflenen makine montajlarının istenilen zamanlarda istenilen sayılarda mamul olarak ortaya çıkarıldığı görülmektedir.

Çizelge 6.11. Mart ayı makine montaj verileri



Çizelge 6.12. Nisan - Mayıs ayları makine montaj verileri



Çizelge 6.11. ve Çizelge 6.12.'ye göre pancar çapa ve pamuk çapa makinesi montaj planına göre haftalık 50 adet makine olmak üzere toplam ay boyunca 200 adet makinenin montajının bitmiş ve mamul hale getirilmiş olduğunun göstergeleri verilmiştir. Ancak Çizelge 6.11.'de görüldüğü gibi haftalık 40 saat ve aylık 160 saatte toplam 200 adet makinenin montajı kayıplardan dolayı hedeflenen zamanda yapılamamıştır. Ancak bu durum ve varolan kayıpların ortadan kaldırılmasıyla Çizelge 6.12'de Nisan ve Mayıs aylarında hedeflenen saatlerde 160 saatte toplam 200 makine mamul olarak elde edilmiştir. Mart ayı boyunca cumartesi günlük 8 saat mesai yapılmak sureti ile ancak istenen hedefler gerçekleştirilmiştir. Toplam Verimli Bakım uygulamaları daha bahsedildiği üzere gerçekleştirilerek kayıplar kısmen

giderilmiş ve varolan durumun performans verimi yükseltilerek Nisan ve Mayıs aylarında istenilen hedeflere ulaşılmıştır. Ekipman bakımları yapılarak ve gereken yeni ekipmanlar tedarik edilerek performans oranı artırılmıştır. Boya öncesi makine temizleme problemi giderilerek ürünlerin boyadan çıkarılıp mamul şekilde çıkarılması zamanı kısaltılarak verimlilikte artış sağlanmıştır. Haftada yaklaşık 200 litre boyahanede harcanan benzin sarfiyatı engellenerek büyük oranda tasarruf sağlanmıştır. Yeni tasarımla boyahane işleri hızlandırılmış ve boyaya girecek makinelerin yığılması problemi ortadan kaldırılmıştır. Bu kayıpların ortadan kaldırılmasıyla ortaya çıkan durumlar Mart ayı ve Nisan-Mayıs ayları oluşan grafikte net olarak görülmektedir. Eldeki verilere göre performans oranındaki artış şöyle hesaplanabilir.

$$P.O. = \frac{(\text{Günlük Ürün Sayısı} \times \text{İdeal Birim Üretim Zamanı}) \times 100}{\text{Günlük Çalışma Zamanı}}$$

Mart Ayı Performans Oranı :

$$\text{İdeal birim üretim zamanı} = \frac{400\text{dk}}{10\text{ makine}} = \frac{40\text{dk}}{1\text{ makine}}$$

Günlük Üretim Miktarı = 10 makine

Günlük Çalışma Zamanı = 8 saat + 1,6 saat (günlük fazla mesai) = 9,6 saat

9,6 saat = 576 dk.

$$P.O. = \frac{(40 \times 10) \times 100}{576} = \%69,44$$

Nisan-Mayıs ayları performans oranları:

$$\text{İdeal birim üretim zamanı} = 400\text{dk} / 10\text{makine} = 40\text{dk} / 1\text{makine}$$

Günlük Üretim Miktarı = 10 makine

Günlük Çalışma Zamanı = 8 saat = 480 dk.

$$\text{P.O.} = \frac{(40 \times 10) \times 100}{480} = \%83,33$$

Sonuçlarda görüldüğü üzere Mart ayı performans oranı %69,44 iken Nisan ve Mayıs ayları performans oranları %13,89 artışla %83,33'e ulaşmıştır. Bu artış Toplam Verimli Bakımın uygulama başlangıcında olsa dahi performans verimliliğini ne derece iyi yönde etkilediğini göstermektedir. Maliyet hesaplaması yapıldığında ne gibi bir farkın iki ay arasında oluşan değerleri saptamak mümkündür.

$$\text{Haftada 8 saat fazla mesai uygulaması} = 15 \$ \times 35 = 525 \$$$

$$\text{Fazla mesai boyunca ortalama yemek gideri} = 2 \$ \times 35 = 70 \$$$

$$\text{Bu rakamlara göre; haftalık net gider} = 525 + 70 = 595 \$$$

$$\text{Aylık net gider} = 595 \times 4 = 2380 \$$$

Sonuçlara göre aylık net 2380 \$ sağlanmıştır ve bu rakamlara göre Yıllık 28560 \$ kazanç sağlanmış olup servis ücretleri, elektrik ve su giderleri, makinenin kullanım maliyetleri gibi ek giderlerde hesaplandığında ciddi bir kazancın ortaya çıktığı görülecektir.

Bütün tez çalışması dahilinde, daha uygulama başında Toplam Verimli Bakımın montaj atölyesindeki durumu pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Performans oranındaki artış işçilere yansımış ve herkesin isteyerek katıldığı bir

Çalışma ortamı sağlanmıştır. Gelecekle ilgili Toplam Verimli Bakım alışmaları atölye şartları göz önünde bulundurularak planlanmakta ve uygulanmaktadır. Yeni bir otomasyon montaj hattı kurulması planlanıp yapılan işlerin daha seri biçimde daha düzenli daha ergonomik bir yapıya ulaşması yakın zamanda gerçekleştirilecek hedefler arasındadır. Bakım gurubu oluşturularak bakımların daha düzenli olarak yapılması sağlanmakta ve oluşturulan formlar ve çizelgeler sayesinde düzenli bakım çalışmaları yapılmaktadır. Boyahanede kalitenin yükselmesi ve performansın daha da artması amaçlı boyama fırınları ve yeni teknolojilerin getirilmesi uygulanacak yakın hedefler içersinde yer almaktadır.





7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Toplam Verimli Bakım uygulama çalışmaları ile bir kuruluşun genel işleyiş yapısının nasıl değiştirildiği ve verimlilik oranının pozitif yönde nasıl artırıldığı ortaya konulmuştur. Toplam Verimli Bakım sistemi ile kuruluşun yapısı yeniden gözden geçirilmiş ve sisteme uygunluk oluşturacak bir yapı ortaya konularak uygulamaya başlatılmıştır. Bu yapı ile montaj hattının işleyişi kontrol altına alınarak Toplam Verimli Bakım uygulamasından önceki durum ile uygulanmaya başlanmasından sonraki durum arasındaki sonuçlar ortaya çıkarılmış ve Toplam Verimli Bakımın bir kuruluş için pozitif yönde gelişmeler sağladığı ispatlanmıştır.

Toplam Verimli Bakımın bir kuruluşun kesinlikle uygulaması gereken bir sistem yapısı uygulamalarla görülmüştür. Bu sistemle klasik bakım uygulamalarından tamamen uzak, düzenli ve kontrol altında tutulan bakım ve tasarım çalışmaları yapıldığı, kuruluş için sürekli ilerlemeleri sağlayacak bir organizasyon ortaya çıkarılmıştır.

Toplam Verimli Bakımın uygulandığı bu tez çalışması ile sadece uygulama başlangıcı yapılmıştır. İleri ki aşamalarda bu yapı daha detaylı hale getirilerek otonom bakım grupları oluşturulup, işleyiş daha profesyonel bir yapı içerisinde sürdürülmelidir. Bu çalışmalarla Toplam Verimli Bakım uygulama sonuçlarından elde edilen değerlere göre aylık ve yıllık performans analizleri ve maliyet hesapları incelenerek ortaya çıkan sonuçlara göre yeni hedefler konulmalıdır. Elde edilen değerlere göre negatif sonuçlar veren uygulamalar varsa daha detaylı incelenip, uygulamalar değiştirilmelidir. Pozitif sonuç alınan uygulamalarda ise verimliliği %100'e çıkarmak için ek uygulama planları yapılabilir. Toplam Verimli Bakım sistemi uzun bir süre uygulanarak genel bir yapıyı etkileyişi istatistiksel olarak ortaya konulup, kuruluşun her departmanını kapsayacak daha detaylı bir çalışma ile devam ettirilebilir. Bu uygulamanın devamında, bir kuruluş yapısını en iyi çalışma seviyesine çıkarmak için detaylı istatistiksel veriler ortaya çıkarılarak daha kapsamlı bir çalışma yürütülebilir.

KAYNAKLAR

[1] AKAL Z. “Toplam Kalite Yönetimi ve Performans Ölçme ve Değerlendirme Sistemleri”, Verimlilik Dergisi Toplam Kalite Özel Sayısı, Ankara, MPM Yayınları, 1985.

[2] ASHAYERI J. “A Production and Maintenance Planning Model for the Process Industry” International Journal of Quality & Reliability Management, Tilburg University, 1999.

[3] CHAND G., SIRVANI B. “Implementation of TPM in Cellular Manufacture” Journal of Material Processing Technology, 2000 (www.elsevier.com).

[4] FINLOW T. and VISSER B. “An Integrated Approach to Problem Solving: TQM and TPM”, The TQM Magazine, 2000.

[5] HARRISON M. “Principles of Operations Management”, Pitman Publishing, London, 1996.

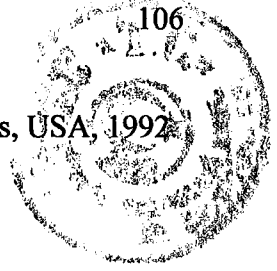
[6] IŞIK A. “Üretim Planlaması ve Maliyet Hesapları Eğitim Notları”, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2000.

[7] KATHLEEN E. MCKONE and ELLIOTT N.W. “TPM: Planned and Autonomous Maintenance Production and Operations Management”, 1998, (www.elsevier.com).

[8] Kathleen E. Mckone, Roger G. Schroder, Kristy O. Cua, “The impact of Total Productive Maintenance Practices on Manufactures Performance”, 1999, (www.elsevier.com).

[9] KORDSA “TVB Uygulaması”, Bir Japon Yaklaşımı, 1996.

[10] KOSGEB “TVB Seminer Notları”, Dr. Hikmet ERBIYIK, 2004.



- [11] KUNIO S. "TPM for Workshop Leaders", Productivity Press, USA, 1992.
- [12] KOBU B. "Üretim Yönetimi", İstanbul, 1994.
- [13] Laura Swanson, Linking Maintenance Strategies to Performance, 2001, (www.elsevier.com).
- [14] MASAJI T. and FUMIO G. "TPM Implementation", McGraw Hill, 1992.
- [15] M. C. Eti, S.O.T. Ogaji ve S.D. Probert, "Implementing Total Productive Maintenance in Nigerian Industries, 2004, (www.sciencedirect.com)
- [16] NACHI F. "Training for TPM a Manufacturing Success Story", Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, Norwalk, Connecticut, 1988.
- [17] NAKAJIMA S. "TPM Development Program", "Implementing Total Maintenance", Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1988.
- [18] NAKAJIMA S. "TPM Development Program", Productivity Press, Inc. Cambridge, 1989.
- [19] ROBERTS J. "Total Productivity Maintenance", The Technology Interface, 1997.
- [20] SHERWIN D.J. and JONSSON P. "TQM Maintenance and Plant Availability", Journal of Quality in Maintenance Engineering, University Press, 1995.
- [21] SHARP J. M., IRANI Z., KUTUCUOĞLU K., ERZİNCANLI F. Integrating TQM and TPM into Management Information System, 2001.
- [22] SHARP J. M., IRANI Z., KUTUCUOĞLU K., ERZİNCANLI F. Striving for Quality in Maintenance within Manufacturing Organisations, 2001.



[23] SHARP J. M., IRANI Z., KUTUCUOĞLU K., ERZİNCANLI F. Striving for Quality in Maintenance Through Formal Information Systems: A Focus SME's. 1999

[24] WILD R. "Essentials of Production and Operations Management", Henley Management College, 1995.

[25] WIRREMAN T. "TPM-An American Approach", Journal of Quality In Maintenance, Newyork, 1991.

[26] <http://ytukvk.org.tr/arsiv/kariyerplanlama.htm>

[27] <http://hendese.tripod.com>



ÖZGEÇMİŞ



11.07.1979 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Müratpaşa İlköğretim okulunda tamamladı. Lise Öğrenimini Haydarpaşa Teknik Lisesi Hidrolik ve Pnömatik Bölümünde tamamladı. 2000 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Talaşlı Üretim Öğretmenliği'nden mezun oldu. 2000 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Tasarım ve İmalat Bölümünde Yüksek Lisansa başladı.

