TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE UYGULAMALARI

Alper TAZEGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN

2009
EDİRNE

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE UYGULAMALARI

Alper TAZEGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

"Bu tez 06 / 07 / 2009 Tarihinde Aşağıdaki Juri Tarafından Kabul Edilmiştir."

Yrd. Doç. Dr.	Prof. Dr.	Yrd. Doç. Dr.
Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN	Hasan ERGİN	Vedat Taşkın
Danışman – Juri Üyesi	Juri Üyesi	Juri Üyesi
.....	.....	.....

ÖZET

TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE UYGULAMALARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Alper TAZEGÜN

Trakya Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilimdalı

Günümüzde, firmaların üretim, verimlilik ve zorlaşan pazar şartlarında rekabet gücünü arttırması temel hedefleri arasındadır. Verimlilik, kalite, maliyet gibi kavramların önem kazandığı son yıllarda birçok yönetim sistemi ortaya çıkmıştır. İşletmelerde rekabet avantajı elde etmek için bu sistemlerden faydalanmaktadırlar. Bu noktada; Toplam Verimli Bakım (TPM) sistemi ön plana çıkmaktadır. İşletmelerin üretim performansını sistematik olarak yükseltmeyi amaçlayan TPM uygulamaları son dönemde gittikçe artan bir düzeyde tercih edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, çimento sektörü gibi bir proses endüstrisinde uygulanan TPM merkezli uygulamaların ve TPM'in bir işletmede uygulanabilirliğinin inclenmesidir.

Çalışmanın ilk kısmında giriş yapılmış ve bakım konusu anlatılmıştır.

İkinci kısımda Toplam Verimli Bakım kavramı ile ilgili genel bilgiler verilmiş, kayıplar ve performans ölçüm yöntemleri anlatılmıştır.

Üçüncü kısımda çimento işletmelerinde TPM merkezli yapılan uygulamalardan ve performans ölçüm yöntemlerinden örnekler sunulmuştur.

Temmuz 2009, 95 Sayfa

Anahtar Kelimeler : Toplam Verimli Bakım, Toplam Ekipman Etkinliği

ABSTRACT

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AND ITS APPLICATIONS IN CEMENT SECTOR

(M. Sc. Thesis)

Alper TAZEGÜN

Trakya University

Instute Of Science And Technology

Department Of Mechanical Engineering

Today; it is among the main goals that the firms increase their production, productivity and their competition power in market conditions that get harder. In recent years; during which the concepts such as productivity, quality, cost gained importance; numerous administration systems have emerged. The enterprises utilize these systems to obtain advantage of the competition. In this point; Total Productive Maintenance (TPM) system comes into prominence. Recently; the TPM applications; which aim to increase the production performance of the enterprises systematically; are preferred in an increasing level.

The aim of this study is to assess the applicability of TPM based applications; that are used in process industry like cement sector; and TPM in an enterprise.

In the first part of the study; the preface is presented and the maintenance issue is explained.

In the second part; general information about the Total Productive Maintenance is given, losses and performance measurement methods are explained.

In the third part; samples of the TPM based applications in cement enterprises and samples of the performance measurement methods are given.

July 2009, 95 pages

Keywords : Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yapmamda bilgi, tecrübe ve yönlendirmeleri ile ilk günden itibaren bana rehberlik ve yardım eden hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN'a ve Yrd. Doç. Dr. Vedat TAŞKIN'a, değerli katılımı ile birlikte çimento sektöründe de desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Hasan ERGİN'e ve kayıtsız şartsız sevgisi ve desteği için aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET …… iii
ABSTRACT …… iv
TEŞEKKÜR …… v
İÇİNDEKİLER …… vi
SİMGELER VE KISALTMALAR ……. Viii
ŞEKİLLER LİSTESİ …… ix
TABLOLAR LİSTESİ …….. x
1. BAKIM……. 1
1.1. Bakımın Tanımı…….. 1
1.2. Bakımın Tarihçesi……... 1
1.3. Bakım Metotları……. 2
1.3.1. Düzeltici (Arızi) Bakım……..... 4
1.3.2. Periyodik Koruyucu Bakım……... 4
1.3.3. Kestirimci Bakım…….. 5
2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM……. 7
2.1. TPM Tanımı…… 7
2.2. TPM Hedefleri…… 8
2.3. Toplam Verimli Bakımın Tarihsel Gelişimi……... 8
2.4. Toplam Verimli Bakımın Oluşumu…… 11
2.5. Literatür Taraması……... 14
2.6. Toplam Verimli Bakımın 12 Uygulama Adımı…….. 18
2.7. Toplam Verimli Bakımın Yapı Taşları……... 20
2.7.1. 5S Temizlik ve Düzen Sistemi…… 21
2.7.1.1. 5S Temizlik ve Düzen Sisteminin Adımları……... 23
2.7.1.1.1. 1S: Sınıflandırma…….…….... 23
2.7.1.1.2. 2S: Sıralama…….……..... 23
2.7.1.1.3. 3S: Silme – Süpürme Temizlik…….. 24
2.7.1.1.4. 4S: Standartlaştırma……... 25
2.7.1.1.5. 5S: Sahiplenme…….. 26
2.7.1.2. PUKÖ Döngüsü…… 27
2.7.2. Otonom Bakım…….……. 29
2.7.2.1. Otonom Bakımın Etkileri…….. 30
2.7.3. Kaizen……..…….. 32
2.7.3.1. Kaizen ve Yenilik…….……. 33
2.7.3.2. Kobetsu – Kaizen……..…… 33
2.7.3.2.1. Kobetsu - Kaizen Adımları……... 34
2.7.4. Planlı Bakım……..……. 34
2.7.4.1. Bakım Kavramı……. 34
2.7.4.2. Tamir ve Bakım Faaliyetlerinin Üretime Etkisi…… 36
2.7.4.3. Üretim ve Bakım Bölümlerinin Rolleri……. 38
2.7.4.4. Bakım Bölümünün Sorumluluğu……... 39
2.7.4.5. Yönetim Bölümünün Sorumluluğu…… 40
2.7.4.6. Planlı Bakım Yapısının Kurulması…… 41
2.7.4.6.1. Planlı Bakım Yapısını Kurmada 7 Adım…….. 42

2.7.5. Kalite Bakım……..…… 43
2.7.5.1. Kalite Bakımın Amacı…….…….. 44
2.7.5.2. Kalite Bakım Yaklaşımı……..... 45
2.7.6. Eğitim ……...……. 46
2.7.7. Ofis TPM……...……. 48
2.7.7.1. Ofis 5S……..……. 48
2.7.7.2. Süreç İyileştirme Faaliyetleri…….…… 48
2.7.8. Çevre ve İş Güvenliği……...…….. 50
2.8. 16 Büyük Kayıp ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)…… 52
2.8.1. Ekipman Kayıpları…...……... 53
2.8.1.1. Arıza Kayıpları……... 53
2.8.1.2. Set – up Kayıpları…….. 54
2.8.1.3. Sarf Malzemesi Değişim Kayıpları…… 54
2.8.1.4. Başlama (ve Bitiş) Kayıpları…….. 54
2.8.1.5. Küçük Duruşlar (Chokote) Kayıpları…… 54
2.8.1.6. Hız Kayıpları…….. 55
2.8.1.7. Kusurlu Ürün Kayıpları……. 55
2.8.1.8. Kapatma Kayıpları……. 55
2.8.2. İşgücü Kayıpları……..……... 56
2.8.2.1. Yönetim Kayıpları……. 56
2.8.2.2. Hareket Kayıpları…….. 56
2.8.2.3. Hat Organizasyonu Kayıpları…… 56
2.8.2.4. Otomasyon Eksikliği Nedeniyle Manipülasyon Kayıpları… 56
2.8.2.5. İzleme ve Ayar Kayıpları…….. 57
2.8.3.Yararlanılmayan Ekipman, Kalıp, Aparat, Enerji ve Malzeme Kayıpları……. 57
2.8.3.1. Yararlanılmayan Ekipman – Kalıp – Aparat…….. 57
2.8.3.2. Enerji Kayıpları…….. 57
2.8.3.3. Malzeme Kayıpları……. 57
2.8.4. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) ……. 58
2.8.4.1. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Hesaplamaları …… 59
3.ÇİMENTO İŞLETMESİNDE TPM UYGULMASI……. 61
3.1. İşletme Tanıtımı İş akış Şemasının Açıklanışı ve Tarihçesi…….. 61
3.2. Koruyucu Bakım Uygulamaları……..……... 63
3.3. Kestirimci Bakım Uygulamaları…… 67
3.4. Performans Değerlendirmesi…….. 71
3.4.1. Arızayı Çözme Süresi (MTTR) ve Arızalar Arası Geçen Süre (MTBF) ……. 80
3.4.2. Toplam Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectivenes) ……. 82
4. SONUÇ…….. 89
5. KAYNAKLAR…….. 91
6. ÖZGEÇMİŞ……... 95

KISALTMALAR

Kısaltmalar	*Açıklama*
CM	Corrective Maintenance - Düzeltici Bakım
JIMP	Japan Institute of Plant Maintenance – Japon Fabrika Bakım Enstitüsü
KB	Koruyucu Bakım
LCC	Life Cycle Cost - Hayat Döngüsü Maliyeti
LCP	Life Cycle Profit - Hayat Döngüsü Karı
MP	Maintenance Preventive - Bakım Koruması
MTBF	Mean Time Between Failures - Arızalar Arası Geçen Ortalama Süre
MTTR	Main Time To Repair - Tamirde Geçen Ortalama Süre
OEE	Overall Equipment Effectiveness - Toplam Ekipman Etkinliği
PM	Productive Maintenance - Önleyici Bakım
RCM	Reliability Centered Maintenance - Güvenirlik Merkezli Bakım
TB	Tamir Bakım
TEE	Toplam Ekipman Etkinliği
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TPM	Total Productive Maintenance - Total Verimli Bakım

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 2.1	TPM'in buzdağı benzetisi ……..	13
Şekil 2.2	TPM sütunları …….	20
Şekil 2.3	PUKÖ döngüsü ……	28
Şekil 2.4	Otonom bakım kavramı ……..	29
Şekil 2.5	Tamir ve KB bakım maliyetlerinin KB yoğunluğuna göre değişimi ….	36
Şekil 2.6	Bakım aktivitelerinin sınıflandırılması ……	38
Şekil 2.7	Üretim ve bakım bölümlerinin rolleri …….	39
Şekil 2.8	Bakım rolünün evrimi …….	39
Şekil 2.9	Planlı bakımın amacı ……..	42
Şekil 2.10	Eğitimin temel faaliyetleri ……..	47
Şekil 2.11	OEE …….	60
Şekil 3.1	Ekipman görüntüleme ekranı ……..	64
Şekil 3.2	Ekipman teknik doneleri ekranı ……..	65
Şekil 3.3	İş emri örneği ……..	66
Şekil 3.4	Motor ön dikey yönde titreşim ölçümü ……..	68
Şekil 3.5	Titreşim ölçümü yapılırken meydana gelen spektrumlar ……	68
Şekil 3.6	Titreşim ölçüm sonuçları ……	69
Şekil 3.7	Titreşim ölçüm sonuçları …….	69
Şekil 3.8	Termal kamera ile yapılan bir motor sıcaklık ölçümü ……	70
Şekil 3.9	Duruş bilgileri ekranı ……..	71
Şekil 3.10	Arıza çeşitleri ekranı ……	72
Şekil 3.11	Mekanik arıza listesi ekranı ……	73
Şekil 3.12	Duruş nedenleri raporu ……	74
Şekil 3.13	Stand – by duruşlarının dağılımı …….	75
Şekil 3.14	Duruş nedenleri ……	76
Şekil 3.15	Proses kaynaklı arızalar ……..	77
Şekil 3.16	Mekanik arızalar …….	78
Şekil 3.17	Elektronik arızalar ……..	79
Şekil 3.18	MTTR ve MTBF tablosu ……	81
Şekil 3.19	OEE detaylı yapısı ……..	83
Şekil 3.20	Fırınlarda kayıp tanımları ……	84
Şekil 3.21	Döner fırın OEE ve Kayıplar ……..	86
Şekil 3.22	OEE ve kayıplar ……	86
Şekil 3.23	Döner fırın kayıpları ……	87

TABLOLAR LİSTESİ

SAYFA

Tablo 1.1	Bakım politikası yaklaşımları ……	3
Tablo 2.1	Japonya'da TPM'in gelişimi ……..	10
Tablo 2.2	TPM uygulamasının 12 adımı …….	19
Tablo 2.3	5S Temizlik ve düzen sistemi …….	21
Tablo 2.4	İyi bir otonomcu özellikleri ……	31
Tablo 3.1	Yıllara göre arıza süreleri ve hedef ……	63
Tablo 3.2	Arıza süre ve sıklıklarının geçmiş yıllar ile karşılaştırması ……	79
Tablo 3.3	OEE tablosu ……	85
Tablo 3.4	Duruş süre ve maliyetleri ……	88

1. BAKIM

1.1. Bakımın Tanımı

Bakım; üretim süreçlerinin planlanan düzeyde devamını sağlamak için beklenmeyen arızaları ve muhtemel duruşları, mümkün olduğu kadar, önlemek veya kontrol altına alabilmek amacıyla tesis, makine veya teçhizatın kabul edilebilir bir standart dahilinde idamesini sağlamak için yapılan işlem ve faaliyetleri kapsar.

Bu tanımdan anlaşılacağı gibi bakım; işletmenin ömrü boyunca yapılan temizlik, muayene – izleme, ayarlar, parça değişimi, onarım, yenileme, korozyondan korunma, v.b. işlemleri kapsamaktadır. [Kocaalan, 2007]

1.2. Bakımın Tarihçesi

Bakımın tarihçesi, 1950'li yıllarda "Arıza Bakımı" kavramı ile başlayıp, sonraki yıllarda koruyucu bakım, verimli bakım yaklaşımları ile devam etmiştir. Koruyucu bakımın ortaya çıkmasından önce şirketler, ekipmanın arızalanmasından sonra arızanın giderilmesi için arızi bakım yöntemini uygulamışlardır. Daha sonra Japon firmaları, Amerikalıların uyguladığı koruyucu bakım kavramını benimseyerek ekipman arızalarını önemli sayılabilecek ölçüde düşürmüşlerdir. İleriki yıllarda koruyucu bakım yaklaşımı da modern dünya sanayisinde ortaya çıkan yeni talepleri karşılayabilmek üzere değişim göstermiştir. Bu değişimlerden biri, koruyucu bakımın bir parçası olarak yapılan ve ekipmanı ilk durumuna getirici rol oynayan onarım tipinin de ötesinde bir yere sahip olan düzeltici bakım (CM: Corrective Maintenance) kavramı ile birlikte meydana gelmiştir. Düzeltici bakım, aynı arızanın ilerde tekrar meydana gelme ihtimalini düşüren, onarımları özendirici rol oynayan bir yöntemdir. Diğer bir değişim de; bakımı

daha kolay, daha iyi bir ekipman imal edebilme amacına yönelik bir çaba içinde tasarım aşamasını da bünyesine dahil etmiş olan bakım koruması (MP:Maintenance Preventive) kavramı ile birlikte meydana gelmiştir. Son olarak; PM(Productive Maintenance), CM, ve MP yaklaşımları bir araya getirilerek PM adı ile bilinen, fakat bu defa verimli bakım anlamına gelen yeni bir yaklaşım tipine dönüştürülmüştür.

1960'lı yılarda A.B.D. de kompleks makine ve cihazların güvenirliği ile ilgili yapılan çalışmaların sonucu olarak, havacılık endüstri'sinde "Güvenirlik Merkezli Bakım" (RCM: Reliability Centered Maintenance) stratejisinin temelleri atıldı. Başlangıçta sadece havacılık endüstrisinde kullanılan RCM, zamanla güvenliğin ön planda olduğu nükleer santraller, petrokimya tesisleri, boru hatları gibi endüstriyel alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Günümüzde RCM'nin kullanım alanı hızla genişlemektedir. RCM, makine durumuna bağlı bakım (Kestirimci Bakım), çalışma zamanına bağlı periyodik bakım ve arıza sonrasında yapılan bakım stratejilerinin optimum birleşimini araştırır ve uygular.

1970'li yıllarda Japonya'da RCM den farklı, başlangıçta ağırlıklı olarak otomotiv endüstrisinde kullanılan yeni bir bakım stratejisi oluşmaya başlamıştır. 1971 yılında J.I.P.M. (Japan Institute of Plant Maintenance) kalite ve verimliliğin üst sınırlarını zorlayan bu metoda "Toplam Verimli Bakım" (TPM: Total Productive Maintenance) adını vermiştir. [Zafer vd., 2003]

1.3. Bakım Metotları

Günümüzün modern endüstri yapısı yüksek verimli makine ve makinelerden oluşan tesisleri gerektirmektedir. Beklenmedik arızaların oluşması, üretim planını aksatmakta ve büyük finansal kayıplara yol açarak maliyet artmasına neden olmaktadır. Bir tesisin düzenli ve sürekli çalışabilmesi, karlılığı, bakım ekibinin çalışma sistemine, randımanı ve tecrübelerine bağlıdır. Makinelerin planlı, sistematik bir şekilde bakımı ve kontrolü, üretim maliyetlerini azaltmakta büyük rol oynamaktadır. Yakın geçmişte kullanılan alışılmış bakım yöntemleri, arıza olduğu zaman yapılan bakım, periyodik koruyucu bakım, kestirimci bakım olarak toplam üç şekilde olmaktadır.

Tablo 1.1. Bakım politikası yaklaşımları [Güven, 2006]

<table>
<tr><th></th><th>BAKIM YÖNETİMİ</th><th>ELDE EDİLEN SONUÇ-DURUM</th></tr>
<tr><td>DÜZELTİCİ BAKIM</td><td>1- DÜZELTİCİ (ARIZİ) BAKIM</td><td>• Kısa dönemde ÜRETİCİYİ tatmin eder
• Büyük arıza duruşları olabilir
* DÜŞÜK KULLANILABİLİRLİK
* YÜKSEK BAKIM GİDERLERİ</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">BAKIM Bölümü ÜRETİM’in emrindedir: Gelen Talebi Karşılar</td></tr>
<tr><td rowspan="3">KORUYUCU BAKIM</td><td>2- PERİYODİK BAKIM</td><td>• İŞLETME’nin daha DÜZENLİ çalışmasına imkan sağlar.
• Arıza Duruşları daha az olur ve Toplam Bakım duruşları azalır.
* DAHA İYİ KULANILABİLİRLİK
* DAHA AZ BAKIM GİDERLERİ</td></tr>
<tr><td colspan="2">BAKIM – ÜRETİM Bölümleri Yetkileri Dengelenmelidir.</td></tr>
<tr><td>3- Durum Kontrolüne Dayalı
GEREĞİNDE BAKIM</td><td>• İŞLETME’nin EKONOMİK olarak Çalıştırılmasına imkan verir.
*OPTİMUM KULLANILABİLİRLİK
* DÜŞÜK BAKIM GİDERLERİ</td></tr>
<tr><td>BAKIMIN ÖNLENMESİ</td><td>4- BAKIM EKONOMİSİ</td><td>BAKIM İHTİYACININ AZALMASI veya ÖNLENMESİ
• Arıza kaynaklarının Islahı
• Dizayn Geliştirilmesi
• Malzeme Kalitesinin Geliştirilmesi
• Personel Eğitimi:
- Tasarım + Üretim + Bakım
* YÜKSEK KULLANILABİRLİK
(Daha fazla Üretim)
* DÜŞÜK ÜRETİM MALİYETİ
* GÜVENLİ ÇALIŞMA
* YÜKSEK VERİMLİLİK</td></tr>
</table>

1.3.1. Düzeltici (Arızi) Bakım

Dünya genelinde halen en yaygın olarak kullanılan bakım onarım metodu olarak görünse de, gelişen şartlara uyum sağlamanın gerekliliğini fark eden ve bakım yönetim sistemlerini kurmaya başlayan işletmelerin hızla terk ettiği bu metodun temel avantajları, daha az bakım personeli gerektirmesi ve görünen maliyetinin düşük olmasıdır. Bunun yanında bakım onarım personelinin verimsiz kullanılması, tezgâhın bozulması sonucunda başka bir arızanın ortaya çıkma olasılığı, parça değişimi ve/veya tamiri maliyeti, çoğunlukla fazla mesai yapılması gereği ile ortaya çıkan fazladan işçilik ücreti ve beklenmedik zamanlarda meydana gelen arızalar sebebi ile oluşan plansız duruşlar sonucu artan maliyetler gibi dezavantajları vardır. Yinede kritik olmayan, ucuz ve/veya bozulması halinde tamir edilene kadar üretimi çok fazla etkilemeyecek ekipmanlar için en uygun bakım metodu olarak kullanılabilir. [Denli ve Zeren, 2007]

1.3.2. Periyodik Koruyucu Bakım

Bu bakım yöntemi genelde bugün endüstride en çok kullanılan bakım yöntemidir. Bu bakım yönteminde, bakım ekibinin deneyimi ve makinelerin geçmişteki performans ve çalışma şartları göz önünde bulundurularak, makinenin hangi zaman aralıklarında durdurularak bakıma alınacağı belirlenmiştir. Aynı şekilde, denetime dayalı olarak bakıma alınan makinede hangi parçaların değiştirileceği belirlenir ve bu parçalar stokta hazır bulundurulur.

Arıza meydana gelme şartı aranmaksızın muayene, yağlama, ayarlama, revizyon ile makinelerin kullanılabilirlik süresi artırılmaya çalışılır. Amaç, arızaların ve hatalı üretimin önlenmesidir.

Herhangi bir ekipmanın bakım zamanlarını ve sıklığını belirlerken, mevcut teknik kılavuzlarında verilen süreler ve uygulamalar sonucu elde edilen tecrübelerden

faydalanılır. Koruyucu bakımın başarılı olabilmesi için öncelikle öngörülen koruyucu bakım düzeyinin mevcut (veya öngörülen) işgücü ve donanım kapasitesine uygun olması gerekir. Koruyucu bakım faaliyetlerine ilişkin öncelik derecelerinin de gerçekçi olmaları önemlidir. Zira programda bir aksama olması halinde, hangi faaliyetin geciktirileceğine bu önceliklere göre karar verilir. [Güven, 2006]

1.3.3. Kestirimci Bakım

Kestirimci Bakım "Ekipmanların fiziksel parametrelerinin (vibrasyon, sıcaklık, makine motorlarının çektiği amperlerdeki artışlar vb.) trendlerinin ölçülmesi, bilinen mühendislik limitleriyle karşılaştırılması, sonuçların analizi, yorumlanması ve arızalara yol açabilecek sorunların ekonomik biçimde etkisiz kılınması ve düzeltilmesi şeklindeki çabalar bütünü" olarak tanımlanır.

Bilindiği gibi arıza giderici bakım, yada yalın ifadeyle onarım anlayışı arıza oluştuktan, olumsuz sonuç doğup zarar yaşandıktan sonra müdahale etmeyi öngörmektedir ve geç kalınmış olduğu için de günümüzde kabul görmemektedir. Periyodik bakım ise belirli zaman aralıklarıyla ekipmanı muayene etmek ve elde edilen bulgulara göre bakım işleri gerçekleştirmek olduğundan oldukça büyük kaynak gerektirmekte ve her zaman doğru müdahale zamanında gerçekleştirilememektedir.

Kestirimci Bakım mantığı ise her arızanın en az bir habercisi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Dolayısıyla tüm ekipmanı muayene etmek yerine, haberci olarak ifade ettiğimiz belirtileri izlemek arıza odaklı bir çalışma sistemini getireceğinden hem daha az kaynak gerektirmekte, hem de bakım çalışmalarının etkinlik ölçüsü olan istenmeyen arızaların sıfır olması şeklindeki amacı erişilebilir kılmaktadır. Kestirimci bakım, titreşim, sıcaklık, basınç, gerilim veya direnç gibi fiziksel parametrelerin ölçülebildiği tüm ekipmanların sorunlarının önlenmesinde kullanılabilir. Ekipmanların bu değerlerinin ölçülmesi tek başına yeterli olmaz. Ölçümlerin yorumlanabilmesi için mihenk taşlarının, yani kriterlerin bulunması gerekir. Kriterler Kestirimci Bakım terminolojisi içinde mühendislik limiti olarak alınırlar. Tüm fiziksel parametrelere

ilişkin genel mühendislik limitleri bulunmasına karşın her ekipmanın özgün koşulları nedeniyle bunların firma içinde kullanılacak şekilde ayarlanması gerekir. Aynı zamanda erken uyarı anlamına da gelen bu limit değerler arıza oluşuncaya kadar sorun üzerinde düşünme ve en uygun önlemin alınması için ne kadar zaman bulunduğunu belirleyici etmen olmaktadır. [Güven, 2006]

Günümüz işletmeleri üretim sisteminin aksamadan çalışmasını sürdürmek için, bakımı belirli bir plan çerçevesinde yürütmek ve beklenmedik arızaları minimum düzeyde tutmak, kısaca işletmenin güvenirlik derecesini arttırmak zorundadır. Şirketler, dünya çapında başarı, müşteri memnuniyeti, maliyette rekabet edebilme gücü, Pazar payının arttırılması gibi iş hedeflerini göz önüne almak durumundadırlar.

İşletmelerde uygulanan bakım türlerinin gelişimi düzeltici bakım, önleyici bakım, iyileştirme-geliştirme amaçlı bakım prensipleriyle gerçekleşmiştir. İyileştirme-geliştirme amaçlı bakım makinenin tüm ekipmanın orijinali üzerinde tasarımı ile ilgili değişikliklere kadar giden bakım faaliyetleridir.

Bugün, işletmelerde uygulanan modern yönetim teknikleri müşteri isteklerini baz almaktadır. Müşterilerin ürün üzerindeki beklentisi sürekli artmakta olduğundan bu durum işletmelerin üretim sistemlerinin giderek karmaşık bir hal almasını sağlamaktadır. Üretim sistemlerinin giderek karmaşıklaşması, belirli bir verimlilik standardının korunmasını zorlaştıran etmenler arasındadır. Toplam verimli bakım hızla uluslararası kabul gören bir sistem haline gelmektedir. Amerika ve Avrupa ülkelerinde geniş bir şekilde uygulanmaktadır. ABD'de Ford, Harris, P&G, Kodak, Texas Inst., İngiltere'de Unilever, Nec, Fransa'da MBK, Renault, Ford, Almanya'da Volswagen, İspanya'da Fagor, Belçika'da Volvo, İtalya'da Fiat, Pirelli, Elcat firmaları kullanmaktadır. TPM ülkemizde de 1990'lı yılların başlarında kabul görmüş başta Pirelli, Brisa, Kordsa, Tofaş, Netaş, Profilo, Eti Gıda Sanayi, Arçelik ve Beko olmak üzere birçok firmada uygulanmaya başlanmıştır. Japonya'nın önde gelen kuruluşu olan JIMP'ın tanıtım ve desteği ile TPM'yi uygulayan şirketlerin sayısı giderek artmaktadır. [Zafer vd., 2003]

2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM

2.1. TPM Tanımı

Toplam verimli bakım en genel anlamda "tüm çalışanların katılımının öngörüldüğü, küçük grup faaliyetleri aracılığı ile gerçekleşen verimli bakım" olarak tanımlanabilir. Toplam verimli bakım, üretim faaliyetleri içinde çalışanların tamamının katılımını gerektiren, operatörlere üzerinde çalıştıkları makine veya ekipmanın otonom bakım sorumluluğunu da getiren, arızaları önleyen ve ekipman etkinliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. 1971 yılında, Japonya'da, Japon Fabrika Bakım Enstitüsü (JIMP) tarafından geliştirilen, Toplam Verimli Bakım, Toplam Kalite Yönetimi kavramından sıfır üretim hatası düşüncesini alıp bunu, hedefin sıfır arıza ve minimum üretim kayıplarına sahip olmak olduğu anlayışıyla ekipmanlara uygulayan bir kavramdır.

Toplam Verimli Bakımdaki "toplam" kelimesi ise şu üç anlamı ifade eder:

Toplam Etkinlik: TPM'in ekonomik etkinliği ve karlılığı sağladığını ifade eder.

Toplam Bakım Sistemi: TPM'in önleyici bakımı, bakım geliştirilebilirliğini ve koruyucu bakım içerdiğini ifade eder.

Toplam Katılım: Özellikle operatörlerin otonom bakım faaliyetleri ile önem kazanan küçük grup aktiviteleriyle tüm çalışanların katılımı hedeflenmiştir. Operatörlere sorumluluk vererek takım çalışmasını gerçekleştirmek esastır.

2.2. TPM Hedefleri

TPM sisteminin hedeflerini ise şu şekilde sıralayabiliriz.

- Ekipman verimliliğinin arttırılması
- Ürün kalitesinin arttırılması
- Hataların azaltılması (Sıfır hata)
- Kayıpların azaltılması (sıfır kayıp)
- Iskartanın azaltılması (sıfır ıskarta)
- Stokların azaltılması (Sıfır stok)
- İş kazalarının azaltılması
- Bakım kalitesinin arttırılması
- Grup çalışmalarının arttırılması
- İyileştirme fikirlerinin arttırılması
- Kültür değişiminin sağlanması
- Teknik eğitimin arttırılması [Yenen ve Görener, 2007]

2.3. Toplam Verimli Bakımın Tarihsel Gelişimi

II. Dünya savaşından sonra, Japon endüstri firmaları yönetim, imalat teknikleri ve becerilerini 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 irdeleyerek zenginleştirmişlerdir.

1950'li yıllarda başlayan "Arıza Bakımı" faaliyetlerinde tesis ve makinelerde oluşan arızalarda bakım elemanları çağırılıyordu. Takip eden yıllarda ortaya konulan "Koruyucu Bakım", "Verimli Bakım", 1970'li yıllarda Japonya'da "Toplam Verimli Bakım" kapsamında değerlendirilmeye başlandı. 1971 yılında J.I.P.E. (Japanese Institute of Plant Engineers) bu kalite ve verimliliğin üst sınırlarını zorlayan metodolojiye "TOPLAM VERİMLİ BAKIM" adını koydu.

Başlangıçta, TPM oldukça küçük sayıda işletmeye uygulanmış fakat kayda değer bir başarı gösterememiştir. Bu dönemde Japon imalatçılar, petrol krizinin neden olduğu ağır ekonomik sorunlarla karşı karşıya kalmışlardır. Bundan dolayı, imalatçılar pazarda ayakta kalabilmek için, etkili önlemlerin, ciddi arayışların içine girmişlerdir.

1970'li yılların sonunda CHUO SPRING işletmesinde, adım adım küçük grup çalışmaları başlamıştı. 1981'de TOKAI RUBBER işletmelerinde operatörlerin düzenli bakım sistemini uygulaması için, prototip "7 Adım Programı" geliştirilmiş ve önemli yararlar elde edilmiştir. Bunu izleyen yıllarda TPM sistemini uygulayan işletmeler yıldan yıla artmaya başlamıştır. Çünkü bu sistemin gerçekten mevcut işletmelerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesinin sağlanmasında, çalışanların bilgi ve becerilerinin arttırılmasında önemli rol oynadığı anlaşılmıştır. TPM kavramları, işletmelerde yarattığı bilgi birikimi ile de devamlı olarak gelişmektedir. Tablo 2.1'de TPM'nin Japonya'daki gelişimi görülmektedir.

Tablo 2.1: Japonya'da TPM'in gelişimi [Güven, 2006]

	1950	**1960**	**1970**
Bakım Sistemi	• *Önleyici Bakım* • Bakım fonksiyonları kurulmaya başlandı.	• *Verimli Bakım* • Güvenilirlik, tezgah tasarımında ekonomi ve verimliliğin önemi anlaşılmaya başlandı.	• **Toplam Verimli Bakım** • Bütün çalışanların katılımı ile verimlilik ve insana saygı temeli üzerine oturmuş detaylı bakım sistemi.
Teoriler	• 1952 Koruyucu Bakım • 1953 Verimli Bakım • Düzeltici Bakım	• 1960 Önleyici Bakım • 1962 Güvenilirlik Mühendisliği • 1962 Bakım Kolaylaştırıcı Mühendislik	• Davranış Bilimleri • Yaratıcılık • Performans Analizi • Sistem Mühendisliği • Ekoloji • Lojistik
Ana Olaylar	1951 PM yaklaşımını takip eden ilk Japon firması (La Toa Nenrya Kopgyo) 1953 20 firma PM ile ilgilenip araştırma yapmaya başladı. 1958 George Smith Verimli Bakım (PM) konusu için Japonya'ya gitti.	1960 Bakım konulu ilk konferans. 1962 Japanese Productivity Association bakım konusunda araştırma yapması için görevlendirildi. 1963 Japonya Londra'daki Uluslar arası tesis bakım konferansına katıldı. 1964 Japonya ilk Verimli Bakım (PM) ödülünü aldı. 1965 Japonya New York'daki tesis bakım konferansına katıldı. 1969 Japanese Institute of Plant Engineers kuruldu.	1970 Uluslar arası tesis bakım konferansı Japonya'da düzenlendi. 1970 Japonya Los Angeles'daki Uluslar arası tesis bakım konferansına katıldı. 1973 Düzeltici Bakım konusunda bir sempozyum düzenlendi. 1973 Japonya İngiltere'de düzenlenen Teknoloji konferansına katıldı. 1974 Avrupa Bakım Konferansına katılım. 1976 Avrupa Bakım Konferansına katılım. 1978 Avrupa Bakım Konferansına katılım. 1980 Avrupa Bakım Konferansına katılım.

2.4. Toplam Verimli Bakımın Oluşumu

Japon üretim işletmeleri diğer çalışmalara göre çok önceden "Önleyici Bakım" (PM: Preventive Maintenance) çalışmalarına başlamışlardır. Çünkü, üretim çıktısı, miktarı, kalitesi, güvenirliği ve çevresi hemen hemen tamamen araç ve gereçlerin durumuna bağlıdır. Japonlar tarafından geliştirilen önleyici ve verimli bakım çalışmaları, ürün kalitesi ve verimliliğin geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır.

Üretim işletmeleri önleyici ve verimli bakım üzerinde yoğunlaşırken, montaj işletmeleri işçi yoğunluğunu azaltmak için daha çok yeni ekipmanlara yatırım yapmayı yeğlemişlerdir. Bu endüstrilerde kullanılan ekipmanlar da otomasyon sürekli arttı ve Japonya günümüz endüstri robotları kullanımında dünya lideri oldu. Teknoloji ve otomasyonun artışı, tam zamanında üretim ile birleşince etkin ekipman kullanımı verimlilik artışında en önemli unsur oldu ve montaj sanayisinde bakım yönetimine olan ilgi arttı. Bu da tamamen bir Japon yaklaşımı olan Toplam Verimli Bakımın (TPM) doğmasına sebep oldu.

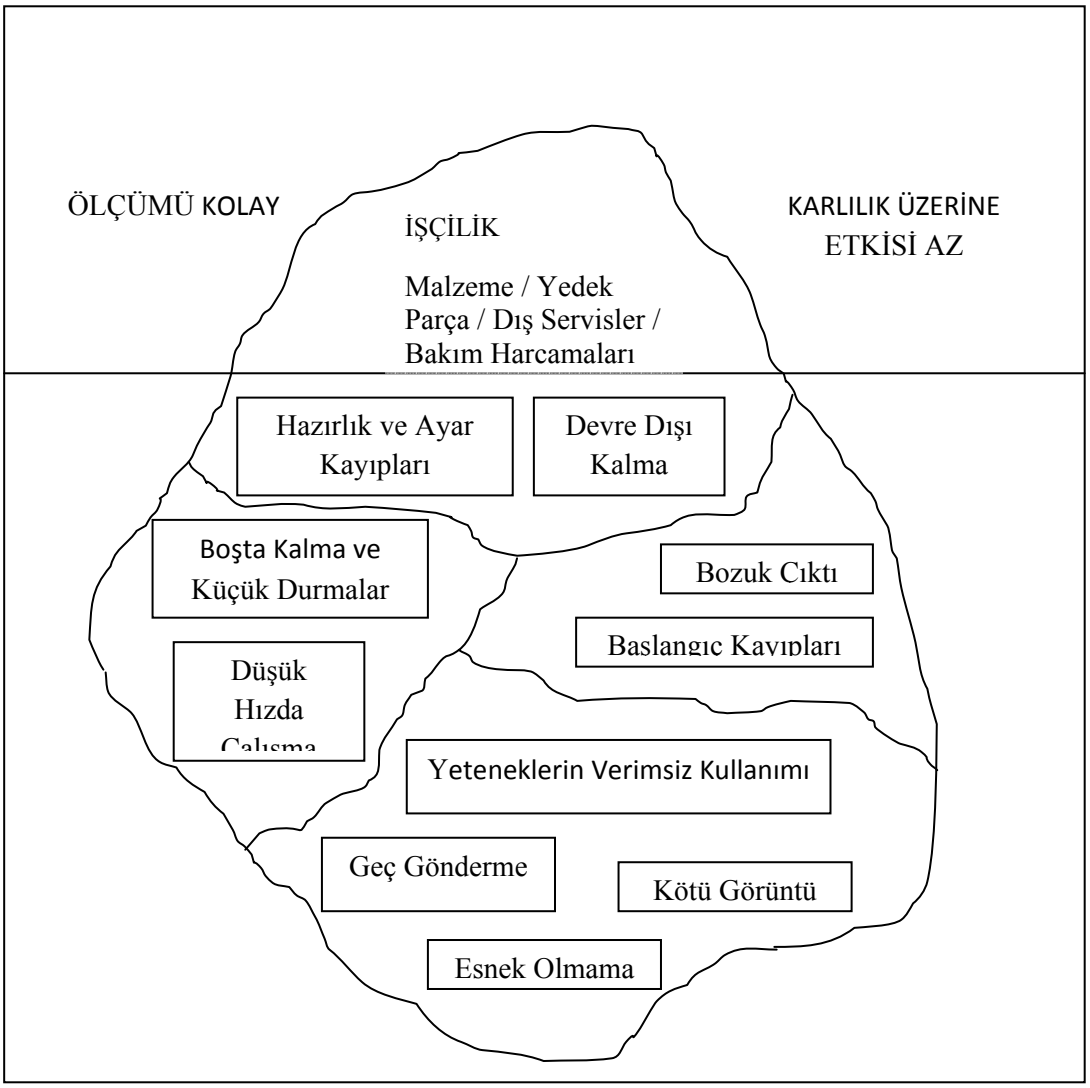
TPM kavramını ilk defa dile getiren ve Japonya'da bunu tanıtan kişi Seiichi Nakajima'dır. Nakajima 1950 yılında Amerikan Önleyici Bakım uygulamaları konusunda çalışmaya başlıyor ve 1962'de ilk defa Amerika'yı ziyaret ediyor. Bundan sonra her yıl Amerikalı ve Avrupalı imalatçıları ziyaret ederek, onların üretim faaliyetlerini gözlemliyor ve Önleyici Bakım sistemleri hakkında bilgi topluyor.

TPM fikrini ilk defa dile getiren Nakajima "TPM; işletmenin yapması gereken üretimi niçin yapamadığının incelenmesi ve buna neden olan hataların ortadan kaldırılmasıdır" der. TPM'ye göre bakım; hatalı cihazı "git ve tamir et" anlayışı değil, üretim sistemleri mükemmelliğini, Toplam Ekipman Verimliliği (OEE: Overal Equipment Effectiveness) adıyla ölçüp, ona değer katan süreçler, çalışanlar, makine ve cihazlar yoluyla geliştirmek ve iyileştirmektir. TPM, işletme yönetiminde yeni bir anlayış olup Verimli Bakım ile Toplam Kalite Kontrol yaklaşımlarını, çalışanların katılımını ve üst yönetimin tam desteğini gerektirir. "Topyekün katılım ile yapılan verimli bakım" olarak

da adlandırılır. TPM'yi diğerlerinden ayıran en önemli özellik, operatörler tarafından yapılan otonom bakımdır.

TPM bunu, doğru bilgi toplama, analiz ve problem çözümünde üretim (süreç)-bakım (mühendisler) eşdeğer ortaklığıyla sağlar. Deneylerle elde edilen iyi sonuçlar standartlaştırılıp haberleştirilir. Böylece başarılardan, hem herkesin haberi olur, hem de onları herkes kullanabilir. Çalışma araçları, görsel yönetim, problem çözme teknikleri ve sürekli iyileştirme anlayışıdır. TPM, Toplam Kalite Yönetimi (TKY)'nin bir uygulamasıdır. Toplam kalite, yöntemler üzerinde sürekli iyileştirmeyi, üretim değerleri üzerinde TPM'i ve malzeme üzerinde anında üretim tekniklerini (tam zamanında üretim) uygular. Tabii ki, bütün bu işlerde esas rol doğal olarak kişiye düşmektedir. TPM'in amacı iç ve dış müşterilerin memnuniyetini (tüm çalışanların katılımıyla) sağlamaktır.

TPM'nin buzdağı benzetisinde, kolay ölçülebilen ve kâra etkisi az olan bileşenler (işçilik, bakım harcamaları vb.) buzdağının suyun dışında kalan görünen kısmıdır. Ne yazık ki, genel olarak bakım maliyetlerini azaltma denince çoğunlukla bu en kolay ulaşılabilen bölge akla gelir ve hemen kısıntılara gidilir. Halbuki bu bölge maliyet üzerine etkisi en az olan bileşenleri barındırır. Buna karşın buzdağının yıkıcı etkisi çok fazla olan 7/8'i görünmezdedir. Şekil 2.1



Şekil 2.1: TPM'in buzdağı benzetisi [Güven, 2006]

1971 yılında Nippon Danse Şirketi Japonya'da TPM'i ilk uygulayan ve tanıtan firma olmuştur ve bu TPM'in başlangıcı kabul edilir. [Güven, 2006]

TPM uygulanması ile ödül kazanmış 200 şirketin kaydettiği ve JIPM tarafından yayınlanan sonuçlar şöyledir;

- Üretim verimliliğinde artış 1.5 kat,
- Arızalarda azalma 1/100-1/150,
- Iskartalarda azalma %90,
- İş kazalarında azalma %100,

- Bakım maliyetlerinde azalma %30,
- Şikayetlerde azalma %75 - %100,
- Stok seviyelerinde düşüş %50,
- Çevre kirliliğinin azaltılması %100,
- Çalışanların önerilerindeki artış 10 kat. [Güven, 2006]

TPM'in temeli, operatörün makinesini sahiplenmesi, makinesinin farkına varması, makine, enerji, hammadde ve kendisi ile ürün, yani girdiler ile çıktılar arasında ilişkiyi kurması, makine ve enerji bilgilerini ön plana çıkararak bunları iş hayatına yansıtması şeklindedir.

TPM'in temel amacı üretimde çalışana verilen değeri ön plana çıkararak kalite ve verimliliği maksimum değere ulaştırmaktır. TPM, üretim araçlarının sıfır hata ve sıfır kayıp ile üretir hale getirebilinmesiyle, kalite ve verimliliğin üst sınırlarının sürekli zorlandığı bir sistem olarak ürünlerin, firmalar arası artan rekabetin içinde, rekabet güçlerini devamlı geliştirebilmek amacıyla uygulanacak bir sistemdir. [Ateş, 2006]

2.5. Literatür Taraması

Toplam Verimli Bakım konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında özellikle son on yılda konu hakkında yapılan çalışma sayısının artmış olduğu görülmektedir. İmalat sektörü başta olmak üzere, farklı alanlarda da değişik ölçekte uygulamaları olan TPM anlayışı ile ilişkili, özellikle uygulamaların firmalara adaptasyonu ve getirileri konusunda çalışmalar mevcuttur.

Miyake vd., imalat sistemlerinin gelişiminde tamamlayıcı uygulamalar olan tam zamanında üretim, toplam kalite kontrol ve toplam verimli bakım anlayışlarını ve ilişkilerini incelemişlerdir. TPM ödülünü alan firmalardan, otuz yedi adet kuruluşta hangi tür uygulamaların yapıldığını araştırmışlardır. [Miyake vd., 1995]

McAdam ve Duffner, toplam kalite programlarının uygulandığı şirketlerde, TPM uygulamalarının nasıl daha etkili gerçekleştirilebileceğine ilişkin incelemeler yapmışlardır. İmalat sektöründeki iki firmada anket ve uygulamalar yaparak toplam kalite yönetimi çalışmalarının ve toplam verimli bakım sisteminin birlikte yürütülmesinin etkilerini açıklamaya çalışmışlardır. Blanchard, imalat sektöründe toplam verimli bakım uygulamaları için bir yöntem geliştirerek, genel teçhizat verimliliğinde artış ve maliyetlerde düşme sağlamıştır. [McAdam ve Duffner, 1996, Blanchard, 1997]

TPM sisteminin başarılı şekilde uygulanmasına ilişkin faktörlerin belirlenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada Bamber vd., araştırmacılar İngiltere'deki KOBİ'lerdeki uygulamaları esas alarak, TPM geliştirme ve uygulama programları oluşturmuşlardır. McKone vd., farklı ülkelerdeki doksan yedi tesisteki TPM uygulamalarını baz alarak, TPM sisteminin kullanımı ve JIT, TQM ve çalışan katılımı (EI) kavramları ile ilişkilerini belirleyen bir ara yüz geliştirmişlerdir. [Bamber vd., 1999]

Miyake ve Enkawa, yaptıkları çalışmada, toplam kalite kontrol ve toplam verimli bakım anlayışları arasındaki tamamlayıcı ilişkileri vurgulamışlardır. Bu anlayışların uygulandığı işletmelerde incelemeler yaparak, imalat stratejileri üzerindeki etkilerinden bahsetmişlerdir. Chand ve Shirvani, otomotiv sanayi tedarikçisi konumundaki hücresel üretim yapan bir firmada toplam verimli bakım çalışmalarının etkilerini incelemişlerdir. Genel ekipman verimliliğini ve altı büyük kayıptan kaynaklanan zararları tespit etmişlerdir. Tsang ve Chan, yüksek hassasiyete sahip makinelerin üretildiği Çin'deki bir fabrikada üç fazlı olarak gerçekleştirilen toplam verimli bakım uygulamalarını incelemişlerdir. Cua vd., toplam kalite yönetimi, toplam verimli bakım ve tam zamanında üretim uygulamaları arasındaki ilişkileri ve imalat performansı konusunu incelemişlerdir. Her üç anlayışın uygulanmasındaki araç ve teknikleri karşılaştırmışlar ve bütünleşik bir ara yüz oluşturmuşlardır. Diskriminant analizi ile bu anlayışlar arasındaki ilişkileri irdelemişlerdir. Ireland ve Dale, benzer yapıya sahip üç farklı işletmedeki TPM uygulamalarını inceleyerek, verimlilik ve maliyetler açısından değerlendirmeler yapmışlardır. [Miyake ve Enkawa, 1999, Chand ve Shirvani, 2000, Tsang ve Chan, 2000, Cua vd., 2001, Ireland ve Dale, 2001]

Kodali ve Chandra, TPM gerekliliklerini çok değişkenli karar verme tekniklerinden biri olan analitik hiyerarşi sürecini (AHP) kullanarak modellemişlerdir. Oluşturulan önceliklerin TPM kapsamındaki stratejik ve operasyonel uygulamalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir. McKone vd., yaptıkları çalışmada, toplam verimli bakım uygulamalarının imalat performansına etkilerini incelemişlerdir. TPM ve imalat performansı arasında yapısal eşitlik modeli bazlı bir yapı kurarak direkt ve dolaylı ilişkileri tam zamanında üretim kapsamında incelemişlerdir. Park ve Han, TPM'in uzun dönemdeki faydalarına ve kazandırdıklarına değinerek, toplam verimli bakımın rekabete etkisi konusunu incelemişler, ayrıca başarılı bir TPM uygulaması için ara yüz tasarlamışlardır. [Kodali ve Chandra, 2001, McKone vd., 2001, Park ve Han, 2001]

Swanson, bakım stratejileri ve şirket performansı arasındaki ilişkilerin sonuçlarını incelediği çalışmasında, fabrika yöneticileri ve bakım yöneticileri ile kapsamlı bir anket çalışması gerçekleştirmiş, proaktif ve agresif bakım stratejileri ile performans arasındaki ilişkiyi faktör analizi kullanarak irdelemiştir. Wang ve Lee, sürekli gelişme için toplam verimli bakımın stratejik bir silah olduğunu vurguladıkları çalışmalarında, TPM uygulaması için doğrusal olmayan bir regresyon modeli geliştirmişler ve bu modeli performans ölçümü için uygun zamanların belirlenmesi için kullanmışlardır. [Swanson, 2001, Wang ve Lee, 2001]

Vanderwall ve Lynn, yaptıkları çalışmada, Güney Afrika'daki bir selüloz ve kağıt fabrikasında toplam verimli bakım uygulamalarını gerçekleştirmişler, uyguladıkları anket ile konu hakkında çalışanların izlenimlerini tespit etmişlerdir. Sun vd., Hong Kong'taki bir imalat işletmesinde toplam verimli bakım uygulamalarını ve geliştirilmesini inceledikleri çalışmalarında, pilot uygulamalarla toplam verimli bakım tekniklerinin denendiğini, başarılı sonuçlar elde edildikten sonra genel uygulamaya geçildiğini belirtmişlerdir. Eti vd., Nijerya imalat endüstrisindeki toplam kalite yönetimi, yalın üretim ve toplam verimli bakım uygulamalarını incelemişlerdir. Elde edilen performans artışlarını, TPM uygulanmadan önceki değerlerle karşılaştırarak yorumlamışlardır. Waeyenbergh ve Pintelon, kendileri oluşturdukları yedi adımlı, bakım geliştirme yapısını çalışmalarında sunmuşlardır. Bakım politikalarının seçimine yönelik rehber olan bu karar destek aracının kullanımına ilişkin bilgiler vermişlerdir. [Vanderwall ve Lynn, 2002, Sun vd., 2003, Eti vd., 2004, Waeyenbergh ve Pintelon, 2004]

Chan vd., elektronik endüstrisinde TPM uygulamalarının incelenmesine yönelik yaptıkları çalışmada, yarı iletken mamuller üreten bir işletmeyi incelemişlerdir. TPM uygulamaları sonucunda, ekipman kullanımında gelişme sağlandığını belirtmişlerdir. Çalışanların bilgi ve becerilerinin arttığını, çalışma isteklerinin olumlu yönde geliştiğini tespit etmişlerdir. Elevli vd., toplam verimli bakım kapsamında genel ekipman verimliliği (OEE) konusunu ele almışlardır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde toplam verimli bakım uygulamaları ve genel ekipman etkinliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Patra vd., bir kütüphanede yapılan ofis TPM uygulamasını incelemişlerdir. 5S uygulaması ile birlikte gerçekleştirilen çalışmada, daha verimli iş ortamı oluştuğunu, çalışan memnuniyetinin arttığını belirtmişlerdir. [Chan vd., 2005, Elveli vd., 2005, Patra vd., 2005]

TPM kapsamında gerçekleştirilen önleyici bakım çalışmalarının maliyetlerinin proaktif yaklaşımla azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmada Eti vd., güvenirlik merkezli kültür kavramını açıklayarak, öğrenen organizasyonlar kavramına değinmişlerdir. Ayrıca TPM için fayda ve maliyet skalası oluşturmuşlardır. Gosavi, çalışmasında markov karar süreçlerini kullanarak, toplam verimli bakım için risk hassasiyeti yaklaşımı adı altında kapsamlı bir matematiksel model oluşturmuştur. [Eti vd., 2006, Gosavi, 2006]

Pinjala vd., Belçika ve Hollanda'daki uygulamaları dikkate alarak ileri imalat teknolojileri (AMT), tam zamanında üretim (JIT), toplam verimli bakım, dış kaynak kullanımı (outsourcing) gibi farklı yönetim ve bakım anlayışlarını, elde edilen verilere dayanarak incelemiş ve kıyaslamışlardır. [Pinjala vd., 2006]

Rodrigues ve Hatakeyama, yaptıkları çalışmada öncelikle TPM başarı faktörlerine değinmiş, ardından üst yönetimin konuya sahiplenmemesi gibi durumları eleştirerek sistemin tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi gerektiğini belirtmişleridir. Giyici, imalat endüstrisindeki işletmelerde toplam verimli bakım sistemini uygulayarak, maliyette kazanç ve arızalarda azalma olduğunu belirtmiştir. Saraç vd., TPM kapsamında bir porselen üretim işletmesinde, genel ekipman verimliliği hesaplamaları yapmışlardır. Varyans analizi ile de desteklenen çalışma sonucunda iyileştirme önerileri sunmuşlardır. [Rodrigues ve Hatakeyama, 2006, Giyici, 2007, Saraç vd., 2007, Yenen ve Görener, 2007]

2.6. Toplam Verimli Bakımın 12 Uygulama Adımı

Toplam Verimli Bakımın hedefi, çalışanları ve ekipman kullanımını geliştirerek şirket içinde verimliliği artırmaktır. TPM'in uygulama sürecinde izlenecek yol, Tablo 2.2'de 12 temel adım olarak sınıflandırılmıştır. TPM'in uygulaması 12 temel adımı içeren üç aşamadan oluşur: Hazırlık, Uygulama, Sürekliliği sağlama.

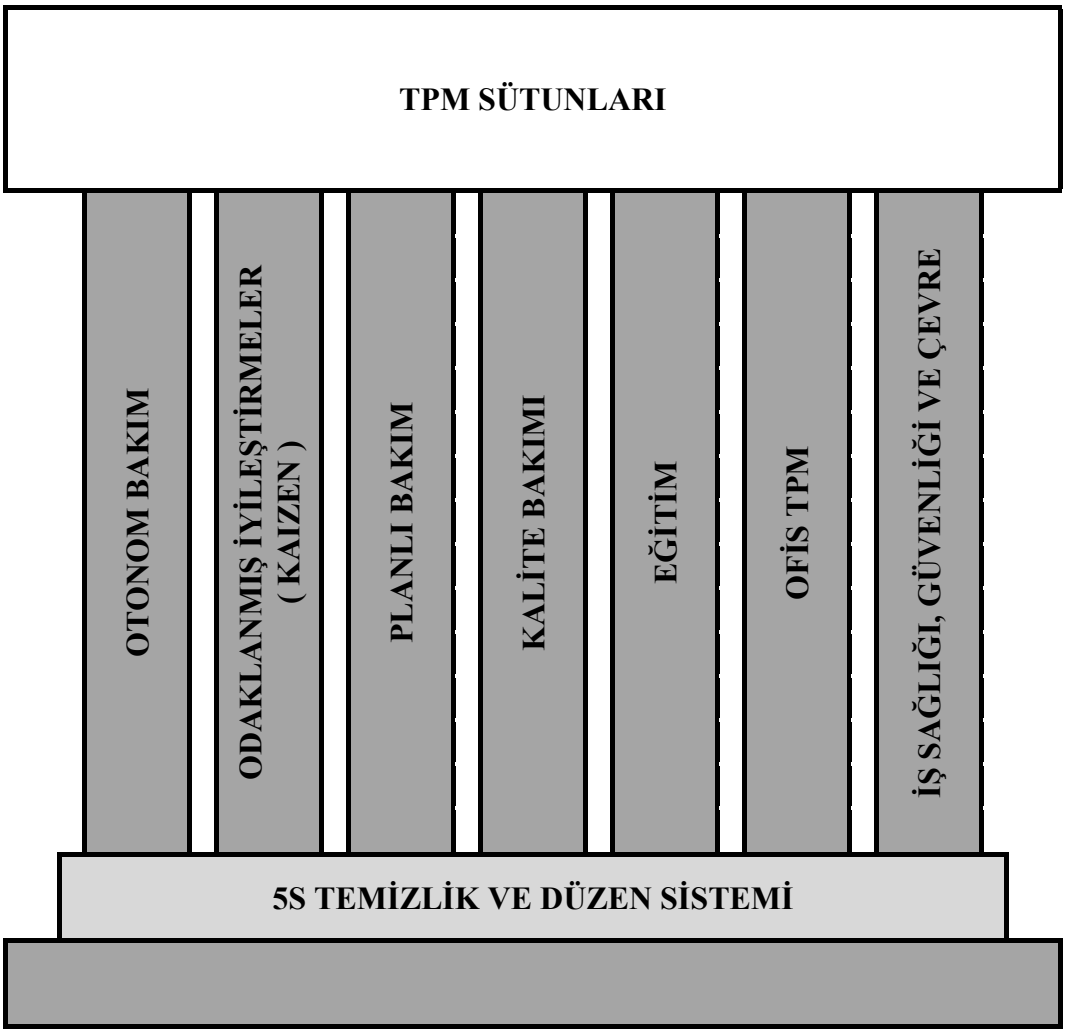
Hazırlık aşaması, Toplam Verimli Bakıma giriş planı ve programlarının hazırlanmasını sağlayan adımlardan oluşur. TPM sisteminin yapısı bu bölümde oluşturulur. Uygulama safhası, üretimin durumu, üretimi etkileyen sorunların analizi, tespit edilen bakım programının geliştirilmesi ve eğitim gibi uygulamaları kapsar. Son safhada ise, sistemin değerlendirilmesi, yeni ve üst düzey hedeflerin konulması, PM ödülüne başvuru gibi sürekliliğin sağlanması ve daha iyi bir sistem için yapılması gerekenler önem kazanmaktadır. [Yenen ve Görener, 2007]

Tablo 2.2: TPM uygulamasının 12 adımı [Yenen ve Görener, 2007]

AŞAMALAR	ADIMLAR	DETAYLAR
HAZIRLIK	*1. Üst Yönetim Tarafından İşletmede TPM Uygulanacağının İlanı*	İşletme yöneticileri öncü olarak, konuyu ve önemini duyururlar. Çalışanlar genel olarak bilgilendirilir ve uygulamanın faydası açıklanır.
	2. TPM konusunda Tanıtım ve Eğitim Faaliyetlerinin Başlatılması	TPM'in içeriği ve uygulanabilirliği konusunda seviyesine göre çalışanlara eğitimler verilir. Çalışanlar motive edilmeye çalışılır.
	3. Organizasyonel Yapının Oluşturulması	TPM uygulamalarının sürekliliğini sağlamak için bir organizasyon kurulması, çalışma kurallarını belirleyerek, işlerlik kazandırılması safhasıdır.
	4. TPM konusunda Temel Politika ve Hedeflerin Belirlenmesi	Var olan koşulların analiz edilmesi, temel politika ve hedeflerin belirlenmesi adımıdır.
	5. TPM İçin Ana Planın Hazırlanması	Detaylı uygulama planı hazırlanır.
UYGULAMA	*6. TPM Başlama Vuruşu Yapılması*	Planın hazırlanmasından sonra tüm çalışanların katılacağı bir organizasyonla uygulamalar başlatılır. Bu aşamadan sonra, her çalışan kritik önemdedir.
	7. Ekipman Yönetim Sisteminin Kurulması	Sürekli iyileştirme takımlarının çalışmaları ile kayıpları önleyecek faaliyetlere odaklanılır.
	8. Otonom Bakım Sistemi Kurulması	Arızalar için önlem alınması, üretim araçlarının periyodik bakımının bir bölümünün makine başında çalışan operatörler tarafından yapılmasıdır.
	9. Planlı Bakımın Geliştirilmesi	Üretim araçlarının gruplandırılması, üretim araçlarına ait dosyaların oluşturulması, alt grupların ayrılması, eylemlerin tanımlanması, uygulamanın takibi ve kontrolünü içerir.
	10. Önleyici Mühendislik Faaliyetlerinin Yerine Getirilmesi	Elde edilen sonuçların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür çevrim maliyeti analizi yapılmasıdır.
	11. Operasyon ve Bakım Yetenekleri Geliştirilmesi İçin Eğitim	Tüm düzeylerdeki çalışanların eğitimlerinin süreklilik kazanmasıdır.
SÜREKLİLİK	*12. TPM Sisteminin Korunması ve Yeni Hedeflerin Belirlenmesi*	Değerlendirme yapılması, hedeflerin güncellenmesi, PM ödülüne başvuru gibi aşamaları içerir.

2.7. Toplam Verimli Bakımın Yapı Taşları

Başarılı bir TPM uygulaması tıpkı bir evin inşası gibi bu yapı taşlarının doğru bir şekilde ve sağlıklı olarak yan yana getirilmesi ile gerçekleştirilir. Toplam verimli bakımın temeli bakıma ve üretime dayanmakla birlikte, günümüzde bakımın dışında çevre, iş sağlığı ve güvenliği, ofislerde TPM gibi çeşitli konuları da ihtiva eden bir yönetim biçimi haline gelmiştir. 5S temizlik ve düzen sistemi, toplam verimli bakımın ilk adımını oluşturmaktadır. Şekil 2.2'de toplam verimli bakımın sütunları görülmektedir.



Şekil 2.2: TPM sütunları

2.7.1. 5S Temizlik ve Düzen Sistemi

Toplam verimli bakım esas olarak 5S temizlik ve düzen sistematiği ile başlar. 5S, beş adımdan oluşan, amacı "çalışma ortamının organizasyonu ve israfın yok edilmesine yardımcı olmak" olan, son derece basit ve TPM çalışmalarının merkezinde yer alan bir yönetimdir. Bu adımlar orijinali Japonca'da S ile başlayan beş kelime ile ifade edilir. 5S sistematiği benzer şekilde Tablo 2.3'de görüldüğü Türkçe ve İngilizce olarak da S ile başlayan beş adımdan oluşur. 5S yaklaşımının en büyük özelliği basit olması ve kolay uygulama alanı bulmasıdır.

Tablo 2.3: 5S Temizlik ve düzen sistemi

Japonca	İngilizce	Türkçe
Seiri	Sort	Sınıflandır
Seiton	Set in Order	Sırala
Seiso	Shine / Sweep	Sil – Süpür (Temizle)
Seiketsu	Standardize	Standartlaştır
Shitsuke	Sustain / Self - discipline	Sahiplen

5S Sisteminin başarısı için üst yönetimden başlayarak alt çalışanlara kadar herkesin katılımı şarttır. Bu nedenle üst yönetimin desteği çok önemlidir. Bu sistemin başarısı, sistemin herkes tarafından anlaşılmasını, basit olmasını ve sürekli olarak gözden geçirilmesini gerektirir. Yaklaşımın, başarısı için gerekli olan bir başka faktör de, herkesin "Grup Çalışması Ruhu" na sahip olması ve bu ruhun eğitim yolu ile yerleştirilmesidir.

Literatürde 5S sisteminin avantajları aşağıda belirtilmektedir.

- Toplam verimli bakımın ilk adımıdır.
- İsraf görünür hale gelir ve eliminasyonu kolaylaşır.
- Ekipman, malzeme ve çalışma alanı üzerindeki kontrol artar.
- İşletme içinde morali yükseltir, takım çalışmasını teşvik eder, çünkü herkes katılabilir.
- Ayar – set up süreleri kısalır.
- Kalite değerleri yükselir, harcamalar azalır.
- Çalışma güvenliği artar.
- Birim zamana düşen üretim ve katma değer artar.
- Firma yada kurum için en iyi reklamdır.
- 5S başarılırsa pek çok şey başarılır.
- 5S düşünce yapımızın değişmesi gerektiğini söyler.
- Toplam kalite ortamı yaratmanın beş adımıdır.
- Sıfır hata elde etmenin sırrıdır. Hata oranını azaltır.
- Zaman kazandırır.
- İş kazalarını önler.
- Verimi ve kaliteyi arttırır.
- Maliyetin düşmesine yardımcı olur.
- Çalışanların moralini arttırır.
- Çalışanların kendine olan öz güvenlerini ve işyerine sahiplenmesini arttırır.

2.7.1.1. 5S Temizlik ve Düzen Sisteminin Adımları

2.7.1.1.1. 1S: Sınıflandırma

Gerekli, gereksiz malzemeleri ayıklayarak tasnif etmek, sınıflandırmaktır. İşletmedeki her malzemenin doğru yerinde bulundurulması amacı ile yapılan tasnif işlemine sınıflandırma denir. Aşağıdaki sorular sorulmalı ve çizelge esas alınarak tasnif işlemi yapılmalıdır.

- Çalışma sahanızda dağınıklık yaratan gereksiz bir eşya var mı?
- Olduğu gibi bırakılan kablo, boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- Zemin de duran el aleti ve teçhizat var mı?
- Tüm malzemeler sınıflandırıldı mı? Depolandı mı? Etiketlendi mi?
- Tüm el aletleri, ekipmanlar, ölçü aletleri, malzeme ve evrak sınıflandırılıp kendi yerlerine konulmuş mu?

2.7.1.1.2. 2S: Sıralama

Genel tertip ve düzenlemedir. “her şeye bir yer ve her şey yerli yerinde” olarak tanımlanabilir. Yerinde olmayanın bakınca kolayca anlaşılması gerekir. Nesnelere kolay erişilebilmeli, çalışanın zorlanmasına sebep olmayacak şekilde nesneler yerleştirilmelidir.

Sıralama – Düzenlemede 3 anahtar soru aşağıda belirtilmiştir:

1. *NEREDE?*
   Bölge Tanımlaması
   Alt Bölge Tanımlaması
2. *NE?*
   Raf tanımlaması
   Malzeme Tanımlaması
3. *NE KADAR?*
   Minimum Seviye Tanımlaması
   Maksimum Seviye Tanımlaması

2.7.1.1.3. 3S: Silme – Süpürme Temizlik

Amaç, tertemiz bir çalışma ve yaşama alanı yaratmaktır. Bütün çalışma alanlarını temiz ve aydınlık bir hale getirmek ve çalışanların moralini yükseltmek, ilk iki maddeyi (sınıflandırma ve sıralama) sürekli gözden geçirmek ve canlı tutmak, kirliliğin temel kaynaklarını bulmak ve yok etmektir. Çünkü; toz, kir ve artıklar, dağınıklığın, disiplinsizliğin, verimsizliğin, hatalı üretimin ve iş kazalarının kaynağıdır.

Bir temizlik kampanyası aşağıda belirtilen 5 adımdan oluşur:

- Hedeflenen temizlik seviyesinin tespiti
- Görevlendirme
- Metotlara karar verme
- Araçların temini
- Takip, kontrol listeleri

Ve üç hedefi vardır:

- Bütün çalışma alanlarını temiz, aydınlık bir hale getirmek ve çalışanların moralini yükseltmek,
- İlk iki maddeyi sürekli gözden geçirmek ve canlı tutmak,
- Kirliliğin temel kaynaklarını bulmak ve yok etmek.

2.7.1.1.4. 4S: Standartlaştırma

İlk 3S'i sağladıktan sonra temizlik ve düzeni sürdürecek bir sistem geliştirilmesi ve her ekipman ve faaliyetin standartlara kavuşturulmasıdır. Amaç ; iyi bir çevre düzeni ve iş yeri ortamı yaratmak ve bunu sürdürmektir. Yapılmış olan düzenlemeyi ve temizliği devamlı hale getirebilmek için her şey belirli kural ve şartlara bağlanarak tekdüze hale getirilmelidir.

Standartlaştırmak için

1- Gözlem yap
2- Problemi belirle
3- Kontrol noktalarını belirle

Bu aşamanın amacı ulaşılan seviyenin sürekli olmasını temin edecek kurguyu oluşturmak ve bir sistematiğe kavuşturmaktır.

2.7.1.1.5. 5S: Sahiplenme

Amaç; kurallara uymak ve takip etmektir. Sadece sınıflandırma, düzenleme, temizlik ve standartlaştırmayı yapmak işletmede veya kurumda verimliliği sağlamak için yeterli değildir. Bunların devamlı ve kalıcı olabilmeleri için tüm personelin eğitilmesi, sahiplenmesi ve disiplin gerekir.

Sahiplenme aşaması 5S çalışmasının belki de en zor olanıdır. Çünkü insan doğasının değişime karşı direnç eğilimi vardır. 5S aktif bir çalışma sonucunda başarılabilir, yeterli enerji harcanmaz ise eski duruma kolayca dönülebilir.

Bu aşamayı kolaylaştırmak için aşağıdakiler yapılabilir:

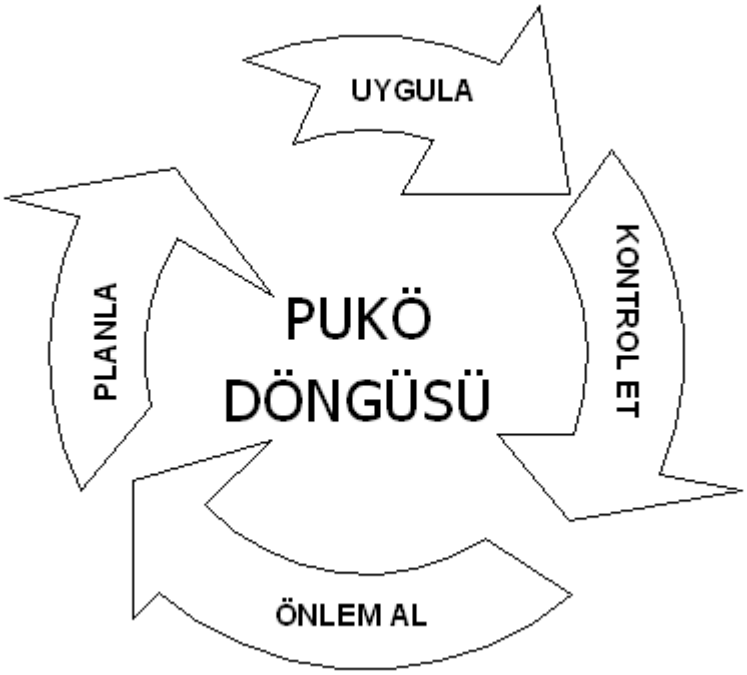
- Bu çalışmanın önemi her fırsatta anlatılmalı, örnekler ile (eskiden – şimdi) desteklenmeli,
- Kontrol ve kıyaslama listeleri oluşturulmalı ve periyodik olarak kullanılmalı,
- Sonuçlar herkes tarafından bilinmeli, sistem önerilere açık olmalı
- Eski durum – istenmeyen durum olarak belirlenmeli ve çalışma boyunca geçirilen safhalar görsel yöntemler ile belgelenmeli, göz önünde olmalı.

Sonuç olarak 5S çalışması uygulayan şirketlerde israfın önlendiği, arızaların azaldığı, kaynakların daha etkin kullanıldığı ve personel motivasyonunun arttığı ve şirketi sahiplendiği görülmektedir. 5S çalışması gelip geçici bir heves değil, bir yaşam biçimi haline getirilmelidir. Toplam verimli bakımın temelini oluşturur. Ancak TPM sistemini uygulamayan şirketlerde de kolaylıkla uygulanabilir. 5S çalışması sadece iş yerlerinde değil, ofislerde, okullarda ve evlerde de kolaylıkla uygulanabilecek bir sistemdir. Sistemin uygulaması belirli bir zaman alacaktır. Önemli olan sisteme üst yönetim ve tüm çalışanların katılımını ve katkısını sağlamak, sabırlı olmaktır. Personelin eğitimi çok önemlidir. Planla – uygula – kontrol et – önlem al döngüsü, uygulamanın her aşamasında sorgulanarak, eksik ve aksak yönler giderilmelidir. [Çayır, 2007]

2.7.1.2. PUKÖ Döngüsü

PUKÖ'nün açılımı Planla (P), Uygula (U), Kontrol et (K) ve Önlem al (Ö)'dır. "PUKÖ" döngüsü değişkenliğin sebeplerini tespit etmek ve kaliteyi iyileştirmek için kullanılan sistematik bir yöntem olarak tanımlanabilir. Bu döngü organizasyonların üretim sistemlerini iyileştirmenin bir yolu olarak Walter Shewhart (1939) tarafından geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Şekil 2.3'de Deming tarafından uyarlanmış hali gösterilen PUKÖ döngüsü aşağıdaki basamakları içerir:

1. İyileştirme için yapılacak değişikliği planla,
2. Değişikliği pilot olarak uygula,
3. Değişikliğin etkilerini analiz et ve yorumla,
4. Elde ettiğin bilgiler doğrultusunda önlem al ve harekete geç,
5. 1'inci basamağı tekrarla,
6. 2'nci basamağı, kapsamını genişleterek tekrarla,



Şekil 2.3: PUKÖ döngüsü [Güven, 2006]

Döngünün başlangıcında "Plan'ın formüle edilmesi gereklidir. "Uygula" aşamasının icrasını ve "Kontrol et" ise planlanan değişiklerin etkili olup olmadığının değerlendirilmesini kapsar. Döngünün "önlem al" aşamasında ise "Kontrol et" aşamasında elde edilen bilgiler ışığında tespit edilen yararlı değişikler standartlaştırılır. [Güven, 2006]

Diğer tüm yapı taşlarının amaçları ve içerikleri aşağıdaki bölümlerde anlatılacaktır. Unutulmamalıdır ki TPM çatısının sağlıklı bir şekilde kurulabilmesi için tüm yapı taşlarına gereken önem verilmelidir. Bir tek yapı taşının diğerlerinden zayıf olması binanın tümünü tehlikeye sokacaktır.

2.7.2. Otonom Bakım

Otonom kelimesi "bağımsız" anlamına gelir. Otonom Bakım, operatörlerin; ekipmanlarının ve ürünlerinin birtakım bakım, tamir ve kalite faaliyetlerini ilgili destek birimlerine ihtiyaç duymaksızın kendi başlarına yapabilme yeterliliğine sahip olmalarıdır.

Otonom Yönetim, mükemmel otonom bakım uygulamaları ile kendi kendini yönetebilen bir işletme yaratılmasıdır.

Otonom Yönetime ulaşmanın yolu, 7 adımlı otonom bakım uygulamalarını her adımdaki faaliyetlerin içeriğine uygun ve sistematik olarak uygulamaktan geçer.

1- Temizlik
2- Kirlilik kaynaklarının yok edilmesi ve temizlenmesi, zor bölgelerin iyileştirilmesi
3- Geçici otonom bakım standartlarının hazırlanması ve görsel kontrol
4- Teknik eğitimler ve ekipman muayene metotları
5- Otonom muayene
6- Standardizasyon
7- Otonom yönetim



Şekil 2.4: Otonom bakım kavramı [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.7.2.1. Otonom Bakımın Etkileri

Otonom Bakım sonucunda hem çalışanlarda hem de ekipman ve çalışma alanlarında önemli değişimler meydana gelmesi beklenir. Söz konusu etki ve değişimler; çalışanlar açısında bilgi ve beceri seviyesinin artışına paralel olarak gerçekleşen faaliyet değişimi ve kavramsal değişimken, ekipman ve çalışma alanına hata ve arıza oranlarında düşüş, iş güvenliği düzeyinin yüksek olduğu daha çalışılabilir ve özendirici bir çalışma ortamı şeklinde yansır.

Otonom bakım ile birlikte beklenen faaliyet değişimi, operatörün makinenin sadece çalıştırılması ile ilgili görevlerinin, temel önleyici bakım faaliyetlerinin de ilave edilmesi ile zenginleştirilmesidir.

Temel faaliyet değişimi ile aşağıdaki temel faaliyetler operatörlerin çalışma alanlarına sistematik olarak dahil edilir:

Ölçme faaliyetleri

- Çalışma şartlarının kontrolü
- Günlük kontroller
- Periyodik kontroller

Önleme faaliyetleri

- Temizlik
- Kontrol
- Sıkma
- Yağlama

Düzeltme faaliyetleri

- Küçük ayarlar, basit tamirler
- Anormalliklere karşı tedbir alma
- Anormalliklere F-tag asarak ve iş emri açarak rapor etme

TPM, çalışanlarda benim makinem anlayışını geliştirerek, fabrikadan elde edilebilecek verimin büyük ölçüde artırılmasına olanak sağlar. [Unilever, 2002]

İyi bir otonom bakım uygulaması sonucunda operatörler aşağıdaki özelliklere sahip otonomcular haline gelirler.

Tablo 2.4: İyi bir otonomcu özellikleri

FARKINDALIK	***YETKİNLİK***
Normal ve anormal durum	Ekipmanda oluşan arıza belirtilerini teşhis edebilme
	Ürün kalitesine etki edebilecek anormal çalışma şartlarını teşhis edebilme
	Mekanizma ve fonksiyonların işleyişleri ve ilişkileri hakkında bilgi
Problem çözme becerisinin gerekliliği	Çalışma sahasındaki hatalı koşulları düzeltebilme
	Ekipman üzerinde tamir yapabilme
	Ürün üzerinde tamir yapabilme
	Mevcut çalışma koşullarını iyileştirebilme – KAIZEN yapabilme
Standartlarla çalışmanın önemi	Standart oluşturabilme, kural koyabilme ve kuralları izleyebilme
Benim makinem bizim fabrikamız	İnisiyatif kullanabilme – gerekli durumlarda kendi başına karar alabilme
	Ekip halinde çalışabilme

2.7.3. Kaizen

Japonca'da "Kai" ve "Zen" sözcüklerinden oluşan Kaizen "SÜREKLİ İYİLEŞTİRME" anlamını taşır. Kaizenlerin ana fikri ekip veya bireysel olarak, insanın çevresinde, sorumlu olduğu alanlarda sürekli küçük iyileşmeleri bulması ve uygulamasıdır. Japonlar üretimde uyguladıkları Kaizen (sürekli iyileştirme) anlayışı sayesinde kendilerine önemli bir rekabet gücü kazandırmışlar ve daha rekabetçi ürünler yaparak dünya piyasasında uzun süre endüstriyel hâkimiyetlerini sürdürmüşler ve halen de sürdürmektedirler.

Biraz kaynak kısıtı, biraz da kültürel yapıları gereği, Kaizen metodolojileri Japon sanayisinde çok kolay ve yaygın olarak kullanılmıştır. Japonların takım çalışmasına yatkın olmaları, sürekli iyi niyetle Kaizen üretmeleri, Kaizen'i üretimde de, ürünlerde de yapıyor olmaları onlara ayrı bir üstünlük getirmiştir. Japonlar iyileşmeye yönelik bu değişim kültürünü 1950'lerden bu yana sanayiye kazandırdıkları için sürekli gelişerek verimlerini arttırmışlardır.

Japon Human Resources tarafından tanımlanan şekliyle Kaizen, bir amaç doğrultusunda iyileşmeler bütünü veya kullanılan bir metodun değiştirilmesidir. Diğer bir tanım, küçük değişikliklerin birikimiyle yapılan iyileşmelerdir. Dolayısıyla Kaizen herkesin yapabileceği, o gün yapabileceği işi en iyi bilen ve tezgâhın başında çalışan kişi tarafından yapılabilecek iyileşmeler ve bunların çok sayıda yapılarak sürekli kılınmasıdır.

Sanayi açısından Kaizen, bir amaç doğrultusunda üretim metodunda, süreç ya da süreçlerinde, ürün özelliklerinde küçük değişiklikler yapılarak çıktılarda sağlanan iyileşmelerdir. [Tiryakioğlu vd., 2007]

Kaizen, herhangi bir kuruluşta sorunların varlığının anlaşılmasıyla başladığı için, herkesin bu sorunları rahatlıkla kabul edebildiği bir şirket kültürü oluşturularak problemlerin çözülmesini öngörür. Problemler fonksiyonel veya fonksiyonlar arası olabilir. Sözgelimi yeni bir ürün geliştirmek pazarlama, mühendislik ve üretimde görevli kişilerin işbirliği ve katılımını gerektirdiği için tipik bir fonksiyonlar arası faaliyettir. [Imai, 2003]

2.7.3.1. Kaizen ve Yenilik

Kaizen kavramını daha iyi tarif edebilmek için ne olmadığını da anlatmak yararlıdır. Kaizen, yenilik değildir. Kaizen ve yenilik farklı iki kavramdır.

Yenilik ya da "inovasyon", kısa vadeli sıçrama şeklinde yapılan ve büyük adımlarla gerçekleşen değişikliklerdir. Yenilik (inovasyon) birçok durumda farklı bilgiler, teknoloji, ciddi bir yatırım ve ön çalışma gerektirir. Halbuki Kaizenler; daha mütevazı ve küçüktür. Yapılan değişiklikler küçük adımlarla ve uzun sürede toplanarak önemli bir sonuca varılır. Çalışanlar veya küçük ekipler tarafından küçük yatırımlar ile yapılabilirler. Sonuçta Kaizen basit, pratik, çok fazla kaynak ayrılmadan ve genelde eldeki kaynaklarla gerçekleştirilebilen iyileşmelerdir.

Fabrikalarda rekabet gücünün artması için üretim süreçlerinin, üretim araçlarının ve üretilen ürünlerin sürekli iyileşmesi gereklidir. Bu iyileşmelerle kalitede artış, maliyet ve teslim süresinde azalma sağlanarak müşterilere satılan ürüne değer katılmış olur. Ne kadar çok sayıda küçük iyileşmeler (Kaizen) yaparsak, toplamda elde edilen iyileşme dolayısı ile müşteriye yansıyan değer artar.

2.7.3.2. Kobetsu – Kaizen

"Kobetsu Kaizen" ekipler tarafından yapılan Kaizenlerdir. Metodik şekilde önemli iyileşmeler sağlamak için Kobetsu Kaizenler yapılır. Hedef hataları sıfırlayıp, kaliteyi iyileştirmek, üretim ve teslim sürelerini kısaltmaktır. Kayıplar azaltılıp, fireler düşürülerek maliyeti düşürmek üzere yoğunlaşır. Kobetsu Kaizen'de daha bilinçli bir Kaizen söz konusudur ve daha fazla eğitim gereklidir. Birçok durumda, çalışanların, kayıt ve istatistik tutmaları, grafik çizmeleri için bir ön eğitim almaları gerekebilir. Hedef bir grup çalışanın çalışma bölgelerindeki hataları ekip çalışması yaparak sıfırlamaları, kaliteyi yükseltmeleridir.

Kobetsu – Kaizen yapabilmek için, model çalışma şekli belirlenir ve Kobetsu Kaizen formları hazırlanır. Kayıplar, hatalar, hataların oluştuğu yer, yapılan Kaizen ve sonuçlar, hedefler bu formlarda yer alır. Gelişmeler işaretlenir, değiştirilir.

2.7.3.2.1. Kobetsu - Kaizen Adımları

1. Model çalışma şekli belirlenir, formlar hazırlanır.
2. Problem alanları seçilir.
3. Proje ekibi (leri) kurulur.
4. Kayıplar belirlenir.
5. Kaizen teması kurulur. (hedef ve sorumluluklar)
6. Plan hazırlanır.
7. Veri toplanır ve izlenir.
8. Kaizenler uygulanır.
9. Etkinlik ölçülür, kontrol edilir.
10. Önerilenler tekrarlanır, yaygınlaştırılır.

2.7.4. Planlı Bakım

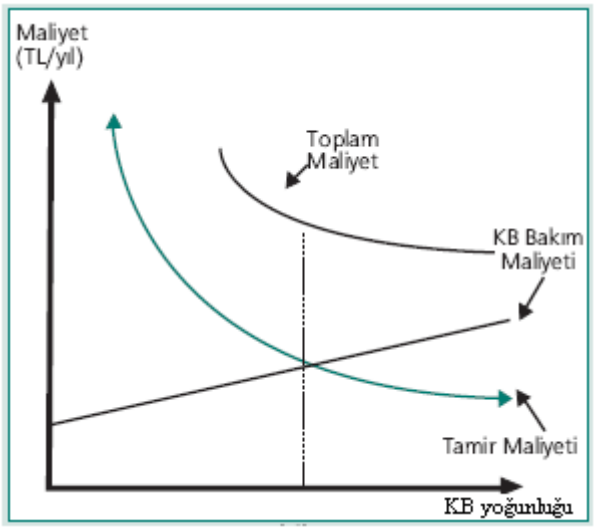
2.7.4.1. Bakım Kavramı

Bugünün modern endüstri dünyası yüksek verimli makine / makinelerden oluşan tesisleri gerektirmektedir. Beklenmedik arızaların oluşması, üretim planını aksattığı gibi büyük finansal kayıplara da yol açmakta ve maliyet artmasına neden olmaktadır. Günümüzde, bir tesisin düzenli ve sürekli çalışabilmesi, karlılığı, bakım ekibinin çalışma sistemine, verimine ve tecrübelerine bağlı olmaktadır. Makinelerin planlı, sistemli bir biçimde bakımı ve kontrolü, üretim maliyetlerini azaltmada büyük rol oynamaktadır.

Herhangi bir makinenin bakıma alınması diğer makinelerin boş kalmasına sebep oluyorsa kapasite kaybı var demektir. Çok makineli sistemlerde, bakım yüzünden kapasite kaybının önlenmesi ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Diğer taraftan bakım işlerini yürütecek insan gücünden yararlanma oranını da yüksek tutmak gerekmektedir. Bakım faaliyetlerinde belirsizlik bulunduğundan eldeki kısıtlı insan gücünden % 100 yararlanmak mümkün değildir. Bu oranın yüksek tutulması bakım faaliyetlerinin toplam maliyetin düşürülmesi açısından önem taşımaktadır. Tamir – bakım faaliyetlerindeki aksaklıkların üretim akışı, verimlilik ve dolayısıyla maliyetler üzerindeki etkileri şöyle özetlenebilir.

- Makinelerin ve onları çalıştıran işçilerin boş kalmaları
- Endirekt işçilik ve genel imalat giderlerinin artması
- Müşteri taleplerinin karşılanamaması, satışlarda düşmeler
- Aksaklığın meydana geldiği departmanla ilgili bulunan diğer departmanlardaki gecikme ve boş beklemeler
- Hurda oranının artması, kalitenin düşmesi, siparişlerin zamanında teslim edilememesi yüzünden müşteriyi kaybetme veya tazminat ödeme

Aşağıdaki grafik tamir ve koruyucu bakım faaliyetlerinin koruyucu bakım yoğunluğuna göre maliyetin ters yönde değişimini göstermektedir. Koruyucu bakım yoğunluğu arttıkça koruyucu bakım maliyetleri doğrusal bir şekilde artmaktadır. Buna karşılık tesadüfi arızaların sayısı azalacağından tamir maliyetleri hızla düşmektedir. Planlama açısından önemli olan nokta toplam maliyeti minimum yapan koruyucu bakım yoğunluğunun bulunmasıdır. Bu da iki maliyetin eşit olduğu noktadır ve kolaylıkla hesaplanabilmektedir.



Şekil 2.5: Tamir ve Koruyucu Bakım maliyetlerinin – KB yoğunluğuna göre değişimi [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.7.4.2. Tamir ve Bakım Faaliyetlerinin Üretime Etkisi

Üretimin programlara uygun biçimde sürdürülmesi, üç temel üretim unsurundan ikisini oluşturan makine ve tesisin aksamadan çalışmasına bağlıdır. Makinelerin belirli zamanlardaki bakımları ve beklenmedik zamanlarda ortaya çıkan arızaların giderilmesi üretim akışını mümkün olduğu kadar aksatmadan yapılmalıdır.

Üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça tamir – bakım (TB) faaliyetlerinin önemi artmaktadır. Yüzlerce tezgâhtan oluşan bir üretim hattında birkaç makinenin arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi felce uğratabilmektedir. Sipariş üretiminde arızalanan veya bakıma alınan makinelerin yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı vardır. Fakat sürekli üretimde ve özellikle proses üretimde arızaların üretim akışı üzerinde etkisi çok büyüktür. Örneğin bir petrol rafinerisindeki bir noktada belirlenen arıza tüm sistemin durmasına yol açar. Arıza giderildikten sonra normal üretim düzeyine çıkıncaya kadar da uzun bir süre geçer. Demir – çelik, şeker, çimento vb. üretimlerde de bu durum aynıdır. Otomasyonun ağırlık taşıdığı fabrikalarda sorunu

güçleştiren bir başka faktör daha vardır: Otomatik makinelerin arızalarının giderilmesinde son derece iyi yetiştirilmiş, yetenekli TB personeline ihtiyaç vardır. Özellikle karmaşık mekanizmaların ve elektriksel veya elektronik kontrol cihazlarının yer aldığı makinelerde kalifiye TB elemanlarının çalıştırılması zorunludur.

Kronik arıza ve hataların birçok nedeni olmakla birlikte bunlardan en önemlisi insan faktörüdür. Arızaları azaltmanın ve hatta tamamıyla ortadan kaldırmanın en önemli yolu TPM yöntemin uygulanmasıdır.

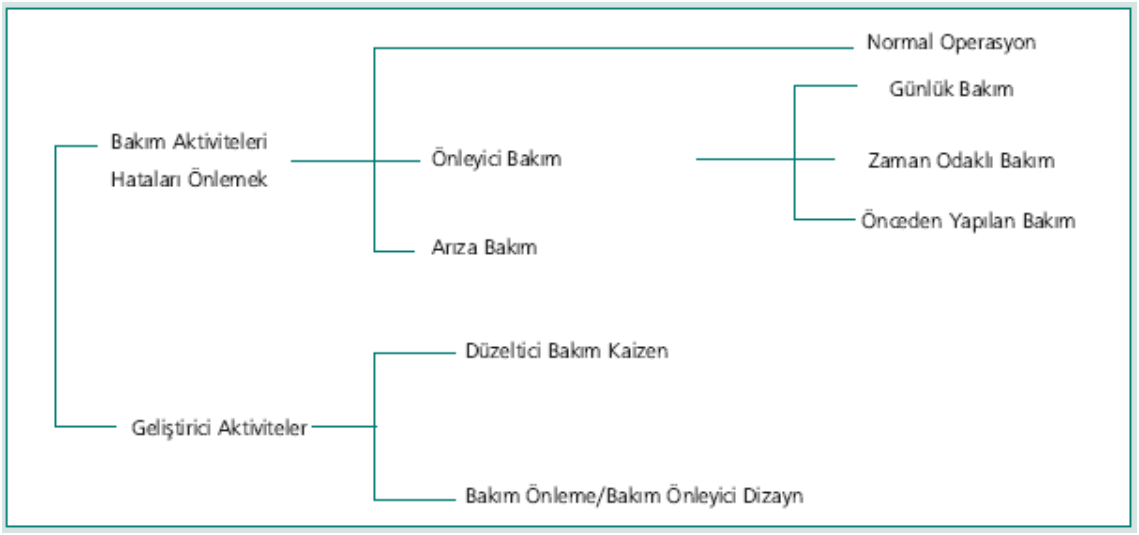
TPM, tüm çalışanların katılımı ile yapılan bir üretken bakım faaliyetidir. TPM, günümüzde robotların robot üretimi ve 24 saat otomatik üretim ne kadar realite ise adamsız fabrika da o kadar gerçekçi bir olasılıktır. Kalite kontrol tartışılırken, insanlar sık sık kalitenin prosese bağlı olduğunu söylerler. Günümüzde, robotlaşma ve otomatikleşme arttıkça, kalitenin ekipmana bağlı olduğunu söylemek daha doğru olmaktadır. Üretkenlik, maliyet, envanter, güvenlik ve sağlık ve üretim çıktısı kalite de olduğu gibi ekipmana bağlıdır. Otomasyonun ve adamsız üretimin artış göstermesi insan emeğine olan ihtiyacı azaltmayacaktır. Sadece operasyonlar otomatikleşecek, bakım hala güçlü bir biçimde insan girdisine dayanacaktır. Üst yönetimden üretim hattındaki mavi yakalılara kadar herkesi organize eden TPM'in iki amacı vardır: Sıfır arızaya ve sıfır duruşa ulaşmak.

Bakım hedeflerini gerçekleştirmek için kullanılan bakım ölçüleri iki ana sınıfa ayrılır.

- Koruma aktiviteleri: hataları önlemek
- Kaizen aktiviteleri: bakım süresini kısaltmak, bakımdan kurtulmak

Bu ölçüler 3 kısma ayrılırlar:

1. Kötüye gidişleri önleyen aktiviteler
2. Kötüye giden durumları ölçen aktiviteler
3. Kötüye gidişleri düzelten aktiviteler
4. Tüm bu aktiviteler bakımın amacının anlaşılabilmesi için yararlıdır.



Şekil 2.6: Bakım aktivitelerinin sınıflandırılması [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.7.4.3. Üretim ve Bakım Bölümlerinin Rolleri

Üretim bölümünün rolleri aşağıdadır:

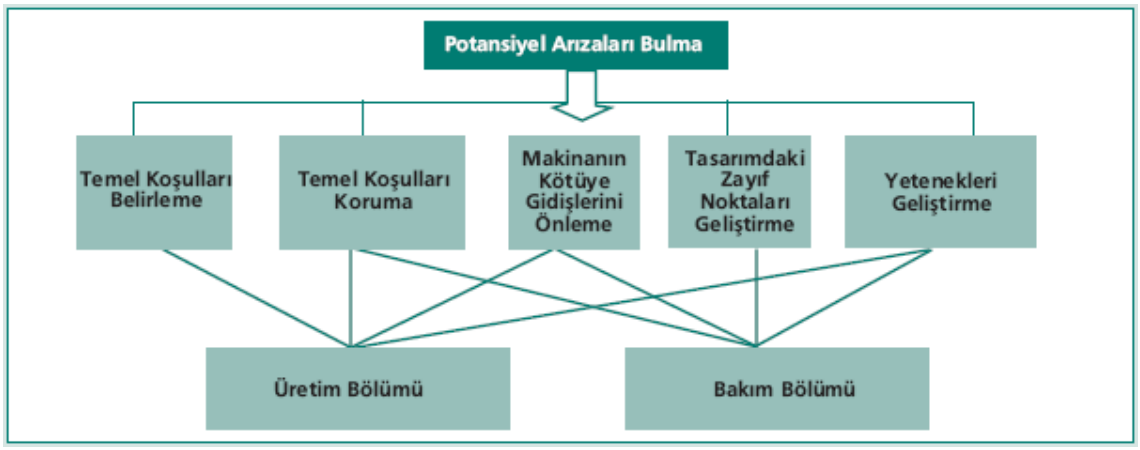
1. Temel koşullar (temizleme, yağ temini, vb)
2. Üretim koşullarını koruma
3. Üretimin erken aşamalarında arızi durumları tespit etmek ve kötüye gidişleri önleme
4. Set -up ve ayar gibi teknik kontrolleri içeren üretim yeteneklerini geliştirme

Yukarıdaki 4 madde otonom bakım aktiviteleri olarak adlandırılır.

Diğer taraftan bakım bölümünün rolü de aşağıdadır:

1. Üretim bölümünün Jishu-Hozen aktivitelerini teknik olarak destekleme
2. Kötüye giden durumları denetim, kontrol ve demontaj vb. aracılığıyla iyileştirme
3. Tasarımın zayıf noktalarını bulma ve kullanım koşullarını açıklama
4. Bakım yeteneklerini geliştirme

Yukarıda belirtilen 4 madde temel noktalardır ve bakım bölümünün görevleridir.

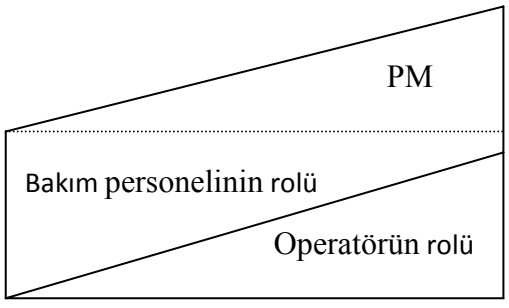


Şekil 2.7: Üretim ve bakım bölümlerinin rolleri [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.7.4.4. Bakım Bölümünün Sorumluluğu

Genellikle bir çok olayda kötüye gidişleri önleyen aktivitelerden bahsedilmez. Bakımdaki en temel aktiviteler kötüye gidişi önleyen aktivitelerdir. Üzerinde durulması gereken nokta, kötüye gidişleri önleyen ve ölçen aktivitelerin bakımcılar tarafından gerçekleştirilmesi bunların dışındaki iyileştirme ve düzeltici aktivitelerin operatörler tarafından yapılmasıdır.

Bakım kriterlerinin ve kategorilerinin nasıl olduğu aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:



Şekil 2.8: Bakım rolünün evrimi [1]

Bu noktadan itibaren, iç bakım bölümleri bakım teknolojisini vurgulamalı ve mekanik bakım uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Bakım bölümü arızalar ile baş ederek bu konuda uzman olmalı ve bakım teknolojisinin içeriğini değiştirmelidir. [1]

2.7.4.5. Yönetim Bölümünün Sorumluluğu

Birçok şirkette var olan yönetimden kaynaklanan zayıf noktalar temel problem niteliğindedir. İlk olarak, üretim bölümünde " ben üretirim sen ayarla" anlayışı yaygındır. Diğer taraftan da bakımcıların uzman eğitimleri yoktur. Bunlara ek olarak ekipman tasarımı çoğunlukla dışarıda taşeronlara yaptırılmaktadır. Sonuç olarak, arızalar kronik hale gelir ve zayıf noktalar hızla çoğalır. Yönetim seviyesinde PM öneminin farkında olunmamasından dolayı zayıf noktaların ve arızi durumların meydana gelmesi kaçınılmazdır. PM bilincinin orta ve üst yönetimin benimsemesi için 2 neden vardır.

Birincisi, yönetim yüksek ekonomik büyüme esnasında ekipmanın atılma fikrinden kaçamaz. Bunun kanıtı olarak, ekipman yatırımlarının ilk masraf (daha ucuz, daha iyi vb.) olarak belirleme fikri yönetimdedir. Böylelikle bakım masraflarını %20-30' lara indirirler.

İkinci neden ekipman bakımından kaynaklanan kayıpların büyüklüğünün yönetim tarafından farkına varılmamasıdır. Yeterli olmayan ekipman bakımından kaynaklanan kayıplar sadece ara sıra oluşan kayıplar değildirler. Set-up ve ayar zamanının artması, küçük duruş ve boşta bekleme sıklığının artması, çevrim süresinin artması, kalitenin ve karın kötüleşmesi, enerji kayıpları ve adam saat kayıpları örnek olarak verilebilir.

Yönetimin arızaları azaltma aktivitelerini açıkça anlaması ve desteklemesi gerekmektedir. Aksi takdirde sadece teknik destek yetersiz kalabilir.

2.7.4.6. Planlı Bakım Yapısının Kurulması

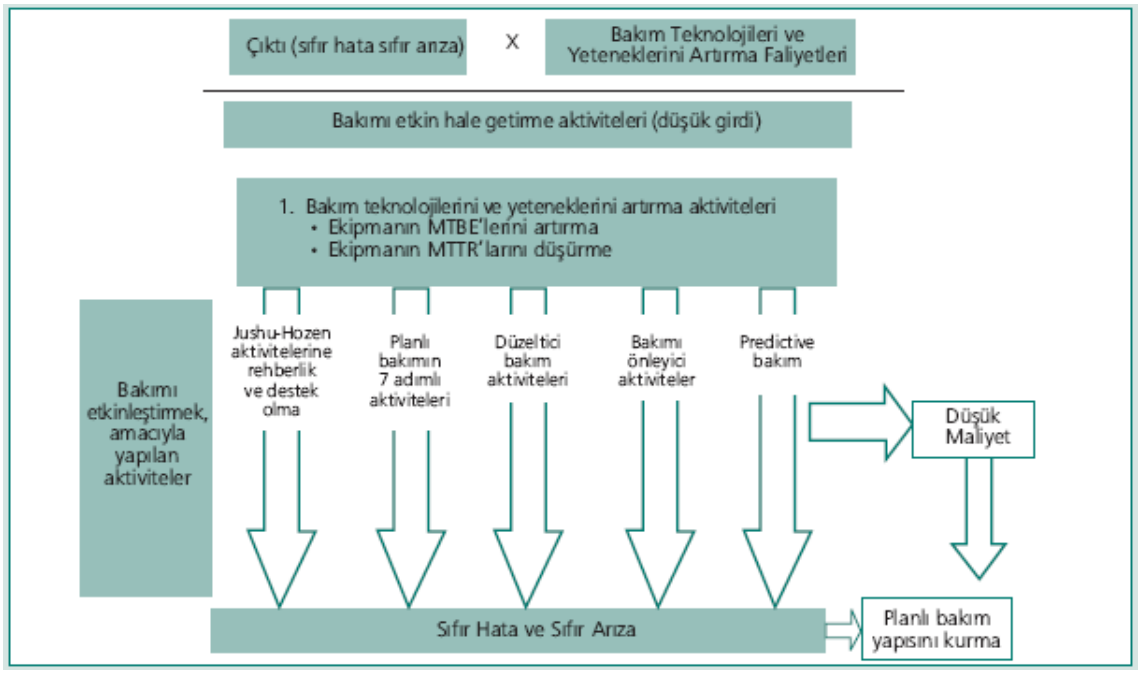
Planlı Bakımın Amacı:

- Sıfır hata ve sıfır arızayı bakım teknolojilerini ve yeteneklerini artırıcı aktivitelerle gerçekleştirmek, ekipmanın arızalar arası geçen ortalama zamanı (MTBF) artırmak ve tamirde geçen ortalama süreyi (MTTR) düşürmek,

- Ekipman bakımını etkin hale getirmek amacıyla girdileri azaltmak,

$$\text{Bakım Etkinliği} = \frac{\text{LCP (hayat döngüsü karı) MAX}}{\text{LCC (hayat döngüsü maliyeti) MIN}}$$

Yukarıdaki formülde gösterildiği gibi bakım etkinliği makinenin ömrü boyunca sağladığı faydanın, hayat döngüsü süresince oluşan işletme maliyetine oranıdır. Bakım etkinliğinde referans oran işletmeye ve ekipman tiplerine göre değişir. [1]



Şekil 2.9: Planlı bakımın amacı [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.7.4.6.1. Planlı Bakım Yapısını Kurmada 7 Adım

Adım 1: Planlı bakım yapısının kurulmasına ihtiyaç olup olmadığı belirlenir.

Bu fabrikada planlı bakım yapısına ihtiyaç vardır fikrine ulaşabilmek için mevcut problemler ve görevler tespit edilir.

Adım 2: Planlı bakımın amaçları, politikaları belirlenir.

Planlı bakımın işletmeye uygulanabilmesi için amaçların politikalarına karar verilir.

Adım 3: Formasyon oluşturulur ve pozisyon açıklanır.

Adım 4: Yapının kurulması için kuruluş adımları açıklanır.

Planlı bakım aşağıdaki öğelerle uygulanmaya konulur.

- Otonom bakım aktivitelerine rehberlik ve destek olma,
- Sıfır hata aktiviteleri,
- Planlı bakım yapısını kurma
- Yağlama yönetimi,
- Yedek parça yönetimi,
- Bakım maliyet yönetimi,
- Üretken bakım araştırması,
- Bakım teknolojilerini ve yeteneklerini artırma.

Yukarıdaki 8 madde planlı bakımın 8 temel öğesi olarak bilinir.

Adım 5: Her madde için spesifik maddeler çalışılır.

Adım 6: Uygulamaya koyma için plan oluşturulur.

Adım 7: Bakım sistemi kurulur ve etkileri izlenir.

2.7.5. Kalite Bakım

Kalite Bakım, işletme içerisindeki tüm proseslerde ve proseslerin her aşamasında "kalite koşullarının" (% 100 kaliteli ürünün müşteriye ulaşmasını sağlamak için gerekli olan tüm koşullar) sağlanmasını hedefleyen bir destek metodolojidir. Kalite Bakım temrininin İngilizce karşılığı Quality Maintenance'tır. Terim içerisinde yer alan bakım kelimesi, kalite koşullarının sürekliliğinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması anlamında ele alınmalıdır. Dolayısıyla kalite bakım tedarik zinciri içerisindeki tüm süreçleri kapsayan bir metodolojidir. Elbette ki TPM, ekipman odaklı bir metodoloji olarak doğduğundan kalite bakımın başlangıç noktası yine üretim ve ekipman koşullarına

odaklanır. Ancak, TPM'in ilerleyen aşamalarıyla birlikte Kalite Bakım'ın tüm süreçlere yaygınlaştırılması gereken bir metodoloji olduğu unutulmamalı ve uzun vadeli planlamada bu yaygınlaşmanın ne şekilde yapılacağı düşünülmelidir.

2.7.5.1. Kalite Bakımın Amacı

Proseslerin çıkış kalitesini kontrol etmek yani hatalı ürünleri eleyerek bir sonraki adıma geçmesini engellemek genellikle kolay olmakla birlikte hatalı çıktı üretilmesini engellemek daha zordur. Ancak proses koşullarının sağlanamadığı durumlarda çıktı kalitesi ne kadar kontrol edilse de hızlı ve hatasız ürün göndermede problemler karşımıza çıkabilir. Şirketler çıktı kalitesine odaklandıklarında aşağıdaki problemler nedeniyle istedikleri sonuçları elde edemediler:

a. Çıktı kalitesini kontrol etmek reaktif bir yaklaşımdır, proakitif değildir. Yani hata oluştuktan sonra fark edilmesini sağlar, oluşmadan önlemeyi değil.
b. Kötü çalışan bir proses, kalite hatalarına neden olduğu zaman, proses kontrol standartları çoğu kez ürün ya da hizmetin kalitesiyle ilişkili değildir. Sonuç, kalite problemlerinin sürekli olmasıdır.
c. Kalite hatası oluştuktan sonra harekete geçerek "sıfır – hata" hedefini yakalamak hiçbir zaman mümkün olmamaktadır. Bunun en büyük nedeni de hata oluşması acil bir durum teşkil ettiğinden başka bir "yangın söndürme" timi ilk müdahaleyi yapıp yangını söndürdükten sonra ilgili kimse(ler)in rahatlayarak kalitesizliğin tekrar oluşmaması için konuya gereken önemi vermemekte, verememektedir.

Mükemmel bir kalite düzeyini sağlayacak bir sistem oluşturmak isteniyor ise, hatalar meydana geldikten sonra ayıklamak yerine hata oluşmadan önlemek hedeflenmelidir. Bunun için de, kalite nedenlerini kontrol etmeyi amaçlayan bir sistem oluşturulmalıdır.

Bir diğer deyişle sıfır hata için gerekli koşulları oluşturmalıyız. Kalite Bakım'ın temel amacı "Kalite'yi, nedenleri aracılığıyla kontrol etme" dir.

2.7.5.2. Kalite Bakım Yaklaşımı

Başarılı bir Kalite Bakım uygulaması için aşağıdaki faaliyetleri günlük faaliyetlerin içine entegre etmeyi başarmalıyız:

1. Hata üretmeyen süreçler oluşturmak amacıyla sıfır hata koşullarını tespit etmeliyiz. (koşulları tespit et)
2. Koşulları, planlı ve sistematik olarak ölçmeli ve kontrol etmeliyiz. (koşulları kontrol et)
3. Ölçtüğümüz değerlerin standartlar içerisinde kalmasını sağlamalıyız. (kalite için önleyici bakım uygula)
4. Ölçüm sonuçlarındaki eğilimleri izleyerek hata oluşumunu önceden tahmin etmeliyiz. (eğilimleri gözlemle ve kestirimci bakım uygula)
5. Eğilim sonuçlarına göre hata oluşmadan harekete geçerek gerekli faaliyetleri gerçekleştirmeliyiz. (önleyici faaliyet yap)

2.7.6. Eğitim

TPM eğitim sistemi aşağıdaki faaliyetler doğrultusunda beyaz ve mavi yakalı çalışanlarını Otonom Yönetimine hazırlık ve işine yönelik yetiştirmeyi amaç edinir.

Yetiştirilen işgücünün beklenen profili aşağıdaki gibidir:

- Bilgi ve beceri seviyesi yüksek
- Motivasyonu yüksek
- Yaptığı işin şirket hedeflerine katkısını bilen
- Hedefler doğrultusunda çalışan

Firma mavi yakalı eğitim sistemi aşağıdaki tanımlamalar ile işe başlamalı.

- Sistemin çalışma prensibi
- Eğitim sisteminin misyonu tanımlanmalı
- Elde edilmek istenen nedir belirlenmeli
- Temel ilkeler
- Eğitim sisteminin politika ve ilkeleri
- Rol ve sorumluluklar
- Program hazırlanmasında sorumlu birim ve kişilerin belirlenmesi.
- Program yönetilmesinden sorumlu birim ve kişilerin belirlenmesi
- Programın yürütülmesinden sorumlu birim ve kişilerin belirlenmesi

Bu tanımlamaların ardından eğitim sisteminin hayata geçirilmesi için yapılması gereken temel faaliyetler aşağıdaki gibidir:

- Sistemin nasıl çalışacağı belirlenecek,
- Genel ve spesifik eğitimlerin listesi ve eğitim dokümanları hazırlanması
- Eğitim gruplarının belirlenmesi (A,B,C,D)



Şekil 2.10: Eğitim temel faaliyetleri [Tiryakioğlu vd., 2007]

- Eğitim etkinliğini ölçme sisteminin kurulması
- Firma içi eğitmen havuzunun belirlenmesi
- Uygulamalara yönelik "Metot Odası" kurulması
- Eğitimlerle ilgili dokümanlar tamamlanacak,
- Çalışanlara yönelik eğitim haritaları
- Yıllık eğitim planı hazırlanacak,
- Eğitimlerle ilgili raporlama sistemi
- Eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi.

Genelde Beyaz yaka için düşünülen sistemin hızla Mavi yaka çalışanları için de yapılması gerekir.

Firma uygulamalarına bakıldığında bazı büyük fabrikalarda şirket içi sürekli eğitim merkezleri kurulmaktadır. Türkiye çapındaki büyük fabrikalarda bu tür sürekli eğitim merkezleri mevcuttur. Örneklere bakıldığında firmalar öncelikle gerekli eğitim alanlarını belirleyerek bir eğitim ders programı hazırladığı görülmektedir. Bir zaman sonra sadece eğitim alan, operatörler sertifikalı operatör makine başına geçebilmekte, böylece fabrika daha bilinçli ve verimli bir işgücüne sahip olmaktadır.

2.7.7. Ofis TPM

TPM'in önemli yapı taşlarından bir tanesi de Ofis TPM faaliyetidir. İdari departmanlarda üretimi destekleyecek, büroların etkinliğini artıracak bir sistem kurulmalıdır. İdari departmanlarda çalışanlar üretim etkinliğini artırmak amacıyla bazı çalışmalar yapmalıdırlar. Bu tür çalışmalara dolapların düzeni, dosyalama sisteminin kurulması, etiketleme yapılması, dolap raflarının ayakta dururken bile kolayca görülüp ulaşılmasının sağlanması örnek gösterilebilir. Gerçek hayatta uygulanan prosedürlerin azaltılması, kararların hızlı alınmasının sağlanması da diğer çarpıcı örneklerdir. Dolayısıyla Ofis TPM faaliyetleri temel olarak birbirinden ayrı yürütülüp organize edilebilecek iki ana faaliyet grubunu kapsar:

1. Ofis 5S Faaliyetleri
2. Süreç İyileştirme Faaliyetleri

2.7.7.1 Ofis 5S:

Ofis 5S faaliyetlerinde de üretim sahalarında uygulanan 5S faaliyetlerindeki adımlar tekrarlanır. Ancak faaliyetlerin içeriği doğal olarak biraz farklılaşmaktadır.

2.7.7.2. Süreç İyileştirme Faaliyetleri:

Ofis TPM çalışmalarının aslında 5S faaliyetleri de dahil olmak üzere temel hedefi süreçlerdeki kayıpları azaltmak ve üretimi destekleyici faaliyetler geliştirmek amacını taşımaktadır.

Bu nedenle önceliği üretime direkt destek olan süreçlerden başlamak üzere kapsamlı süreç analizleri gerçekleştirilir. Bu analizlerde;

- Bilgi akışlarındaki kopukluklar
- Üretim akışındaki kopukluklar
- Gereksiz işler

- Tekrarlı işler
- Uzun zaman alan operasyonlar
- Uzun zaman alan onay süreçleri
- Süreçlerde sık tekrarlayan hatalar
- Gizli işletmeler

Ortaya çıkarılmalı ve bunların şirket içerisinde yarattığı kayıplar ortaya koyulmalıdır.

Bunun arkasından en önemli ve acil konular için proje ekipleri oluşturularak uygun analiz ve iyileştirme teknikleri ile problemler ortadan kaldırılmalıdır.

Ofis TPM faaliyetleri aynı zamanda üretim içerisinde operatörler ya da sadece üretim çalışanları tarafından çözülemeyecek ve üretim süreç ve teknolojisini bir üst kademeye, mühendislik ofislerine taşıyacak konulara da odaklanmalıdır. Bu anlamda

- Değer akış analizleri
- Hat dengeleme çalışmaları (yoksa başlangıç için)
- Gelecek durum haritası oluşturma,
- Bunlara paralel gerekli planlama ve malzeme çekme sistemlerinin oluşturulması,
- Tedarikçi geliştirme sistemleri vb.

Konularında Ofis TPM çalışmaları kapsamında ele alınması gerekir.

2.7.8. Çevre ve İş Güvenliği

TPM metodolojisinde çalışan güvenliği maksimum düzeyde göz önüne alınmaktadır. Çalışanların iş kazası riski taşımadan rahat ve güvenli bir çalışma ortamı içerisinde çalışması TPM'in temel hedeflerinden biridir.

Kazalar, emniyetsiz koşullarla dikkatsiz davranışların bir araya gelmesi sonucunda oluşur. TPM, hatasızlaştırma felsefesi gereği öncelikle emniyetsiz koşulların ortadan kaldırılmasına öncelik verir. Ancak elbette ki her şeye rağmen dikkatsiz davranışları da ortadan kaldırabilmek için iş güvenliği ile ilgili çalışanların eğitimine de büyük önem vermektedir.

Özellikle otonom bakım yaklaşımı ile birlikte makinesine daha fazla dokunmaya başlayan çalışanların kaza risklerini en aza indirgemek için verilen her yeni görevle birlikte beraberinde dikkat edilmesi gereken iş güvenliği noktalarının eğitiminin de verilmesini öngörür.

TPM yaklaşımı genel olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Kaza ve meslek hastalıklarına yönelik risklerin belirlenmesi: Bunun için TPM'in önerdiği iki yöntem bulunmaktadır. Bir tanesi mühendisler tarafından söz konusu risklere yönelik olarak gerçekleştirilecek FMEA çalışmaları diğeri ise kaza riskine en yakın çalışan operatörlerin seslerini duyurabilmesine olanak sağlayan Hata Kartlarına benzer şekilde Kaza Risk kartları.

2. Belirlenen risklerin önceliklendirilmesi: Her iki yöntemle belirlenen riskler önem sırasına göre önceliklendirilir.

3. Risklerin ortadan kaldırılmasına yönelik çözümler üretilmesi

4. Çözümlerin uygulanması

İş güvenliğine yönelik risklerin tümü ortadan kaldırılana dek bu çevrim 1. adımdan başlayarak sürekli tekrarlanmalıdır. TPM, özellikle sahada iş kazası ile riskleri yaşayan çalışanların bu konuyla ilgili Kaizen faaliyetleri gerçekleştirmesini teşvik etmeyi önerir. Zira çoğu zaman, şirketler parasal getirisi olan Kaizenleri daha fazla teşvik eden sistemler kurarlar ve çalışanlar da iş güvenliği ile ilgili Kaizen yapmak yerine parasal getirili Kaizenlere yönelirler. Bu nedenle iş güvenliği Kaizenlerini teşvik edecek bir sistem kurulması önemlidir.

TPM metodolojisinde üretim esnasında çevreye verilen zararın azaltılması, kaynakların minimum tüketimi yani kısacası çevreye olan etkilerin en aza indirilmesi de önem verilen diğer konulardan biridir. Çevreyle ilgili yaklaşımda tıpkı iş kazasında olduğu gibidir. Risklerin belirlenip yok etmek için gerekli çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

TPM, tüm çalışanlardaki iş güvenliği ve çevre bilincinin artırılması için sahalarda iş güvenliği ve çevreye yönelik özel panolar oluşturulmasını da önermektedir. Böylece saha çalışanlarının bu konuyla ilgili yapması gereken ve gerçekleştirdiği faaliyetler, hem herkes tarafından görülmüş olur hem de çalışanların konuya daha fazla hassasiyet göstermesi için örnek teşkil eder.

TPM'in ortaya çıktığı tarihte iş güvenliği ile ilgili yaklaşımlar günümüzden çok farklılık göstermektedir. Şirketleri bu konuda yönlendirecek sistemler henüz ortaya çıkmamıştır. Bu nedenle TPM, bu konuya ayrıca önem verip ayrı bir yapı taşı olarak ele almıştır. Günümüzde artık çalışanlarla ilgili gerek yasal düzenlemeler gerekse iş güvenliğine yönelik özel sertifikasyonlar şirketlere bu konuyla ilgili önemli bir yönlendirme sağlamaktadır. Zaten bir çok fabrikada çevre ve iş güvenliğine yönelik risk analizleri gerçekleştirilmekte, düzeltici önleyici faaliyetler planlanmaktadır. Ancak yine de TPM'in önemli bir üstünlüğü bu konuyu da tüm çalışanların katılımıyla gerçekleştirilmesi gereken bir faaliyet olarak ele alıp özellikle operatör düzeyindeki iyileştirme faaliyetlerini teşvik etmesidir. [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.8. 16 Büyük Kayıp ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)

TPM'in temel amacı işletmede kayıpları (16 Muda) azaltarak; nihai verimi (Toplam Ekipman Etkinliği'ni – TEE) arttırmaktır. Bunun için fabrikalarda sınıflanmış, ayırımlı olarak tanımlanmış kayıpları bilmek, ölçmek, iyileştirmek, iyileşmeyi görmek, gereklidir. [Tiryakioğlu vd., 2007]

Bu yönetim yaklaşımı kapsamında yapılan çalışmalarla işletmelerin TPM konusundaki gelişim düzeyine bağlı olarak maliyetlerinde özellikle de öncelikli olarak üretim maliyetlerinde iyileşme sağlanır. Bu sonuçlara ulaşabilmek için işletmeler proseslerinde oluşan veya oluşabilecek kayıpları sıfır düzeyine getirmeye çalışır.

Kayıp sebepleri temel olarak iki kategoriye ayrılmaktadır:

- Aniden ortaya çıkan kayıplar,
- Kronik tip kayıplar

Aniden ortaya çıkan kayıplar, ani, dramatik ve beklenmeyen ekipman hatalarıdır; genellikle açık ve düzeltilmesi kolaydır. Sıklıkla gerçekleşen veya kronik küçük kayıplar ise; düzeltmek için yapılan birkaç başarısız denemeden sonra genellikle göz ardı edilirler. Bu tür kayıpları yok etmek zordur ve aniden ortaya çıkan kayıplar, toplam kaybın büyük bir yüzdesini oluşturması sebebiyle daha önceliklidir. Aniden ortaya çıkan kayıp tek bir sebebe dayanabilir. Kronik kayıp ise birden fazla sebepten kaynaklandığı gibi bileşik sebeplerden de ortaya çıkabilir. Kronik kayıplar; sebepleri direkt analiz etmek yerine bütün faktörler incelenerek ve bütün kötü sebeplerin ölçümü yapılarak incelenerek ortadan kaldırılmalıdır. [Şimşirel ve Çetin, 2007]

TPM, ilke olarak üretim sahasındaki kayıpların tümüyle yok edilmesini ve verimliliği maksimum olan bir üretim sistemi yaratmayı hedefler. Bu nedenle TPM'deki her bir yapı taşı kayıpların azaltılmasına yönelik olarak tasarlanmıştır.

Kayıplarla mücadele etmek için öncelikli olarak kayıpların nerelerde oluştuğu ve hangi konulardan kaynaklandığının tespit edilmesi gerekir. TPM'de kayıpların tespit edilmesi aşamasında 16 büyük kayıp yaklaşımı uygulanır. Japonlar bu kayıplara "Muda" demektedir. 16 büyük kayıp yaklaşımında kayıplar üç ana başlıkta toplanır. Bunlar:

- Ekipmanın verimli kullanımını engelleyen 8 kayıp, "Ekipman Kayıpları"
- İşgücü verimini kısıtlayan 5 büyük kayıp "İşgücü Kayıpları"
- Yararlanılmayan Ekipman – Kalıp – Aparat, enerji ve malzeme'ye ilişkin 3 büyük kayıp "Yararlanılmayan Ekipman, Enerji ve Malzeme Kayıpları" olarak adlandırılır.

Kayıpların izlenmesi aşamasında üretim maliyetleri detaylandırılır. Tanımlanmış kayıpların, her bir maliyet bileşeni başlığı altında parasal büyüklüklerini tespit edilerek "Kayıp – Maliyet Matrisi" oluşturulur.

İşletmeler, TPM yolculuğunda daha ileri düzeylere ulaştıkça, kayıp kavramına bakış açıları genişler, geçmişte kayıp olarak görülmeyen birçok nokta kayıp olarak kabul edilir ve bu noktalarda iyileştirme çalışmaları yapılır.

2.8.1. Ekipman Kayıpları

Bir ekipmanın maksimum verimle çalışması, o ekipmanın sahip olduğu kapasiteden tamamen faydalanılması demektir. Ekipmanın verimli kullanımını engelleyen 8 faktör, Ekipman Kayıpları olarak adlandırılır. Bunlar;

2.8.1.1. Arıza Kayıpları

Ekipmanlardaki teknik problemlerden kaynaklanan ve arıza olarak tanımlanmış duruş veya fonksiyon kaybı ile oluşan kayıp zamandır. Kayıp zaman, makinenin durduğu an ile ilk doğru ürünün üretildiği an arasında geçen süredir.

2.8.1.2. Set – up Kayıpları

Bir ekipman üzerinde bir ürünün üretiminin tamamlandığı andan, diğer bir ürünün standart kalitede üretiminin başladığı ana kadar geçen zaman o ekipmanın "set-up" zamanıdır.

Bir çok işletme set-up zamanlarını 10 dakikanın altına düşürmeye çalışmaktadır. Set-up zamanı; Makinenin çalıştığı zamanki faaliyetler (dış set-up) ile makinenin durduğu zamanki faaliyetlerin (iç set-up) kesin çizgilerle birbirinden ayrılarak, iç set-up'ta yapılan faaliyetlerin dış set-up'a atılmasıyla ciddi miktarda azalır.

2.8.1.3. Sarf Malzemesi Değişim Kayıpları

Üretim sırasında sarf malzemesinin yenilenmesi için geçen süredir. Örneğin talaşlı imalat yapan bir tezgahta kesici takım değiştirme için harcanan zaman kaybı bu tip kayıptır.

2.8.1.4. Başlama (ve Bitiş) Kayıpları

Üretime başlanılan an ile tam randımana ulaşmasına kadar geçen sürede meydana gelen kayıplardır. Herhangi bir nedenle oluşan boşluktan bir ürüne dönüldüğünde ya da; üründen boşluğa dönüldüğünde oluşan kayıplar bu kapsamdadır. Bir ürünün üretiminin başlaması sırasında, standart hız ve kalitede üretime erişene kadar geçen sürede, üretim sürecinden, aparatlarından, kalıplarından, ayarlardan, operatör becerisinden kaynaklanan verim düşüklükleridir.

2.8.1.5. Küçük Duruşlar (Chokote) Kayıpları

Kısa süreli duruşlar veya duruşa neden olabilecek ama operatörün küçük müdahalesiyle önlenen noksanlıklardır. Küçük duruşlar, üretimin geçici olarak kesilmesi ve bir makinenin ürünler arasında boş kalmasıyla oluşur. Bu tür kesikli duruşlar, ekipman arızalarından açıkça ayrılır. Normal üretim akışı, operatörün küçük müdahaleleri ile

giderilir. Küçük duruşların önlenebilmesi için öncelikle bunların iyi tanımlanması, özelliklerinin ve sebeplerinin bilinmesi gerekir.

2.8.1.6. Hız Kayıpları

Hız kaybı, ekipmanın dizayn hızı (teorik hız) ile gerçek çalışma hızı (fiili hız) arasındaki farktır. Kayıpları ortadan kaldırmak için ekipmanı tasarım hızında çalıştırmak gereklidir. [Şimşirel ve Çetin, 2007]

Hız kayıpları, bazen yanlış ayar bazen de fonksiyonel yavaşlama nedeni ile meydana gelebilir. Hız kayıpları genellikle kayıt altına alınması en güç kayıplardır. Hız kayıplarının tespit edilebilmesi için standart zamanın biliniyor olması ve diğer kayıpların sistematik olarak kayıt altına alınıyor olması son derece yararlıdır. [Tiryakioğlu vd., 2007]

2.8.1.7. Kusurlu Ürün Kayıpları

Üretim sırasındaki uygunsuzluklar nedeniyle hurda haline gelen ürün ya da yeniden işleme, tamir ihtiyacı gerektiren ve üretim ekipmanından kaynaklanan kalite kayıplarıdır.

2.8.1.8. Kapatma Kayıpları

Planlı işler veya stok fazlası nedenleri dışında ekipmanın (hattın) kapatılmasından kaynaklanan kayıplardır. Ara verme amaçlı, doğal afet nedenli veya deneme vb. amaçlı ekipmanı durduran sebeplerdir.

2.8.2. İşgücü Kayıpları

İşgücü kaynağından yeterince yararlanmamaya sebep olan kayıpları 5 sınıfta incelenir.

2.8.2.1. Yönetim Kayıpları

Mavi yakalı personelin ne iş yapacağının belli olmadığı, beyaz yakalı personelden talimat beklediği süredir. Organizasyonel iş düzenlemeleri ile ortadan kaldırılabilir.

2.8.2.2. Hareket Kayıpları

Makinenin ya da hattın yerleşimi nedeniyle operatörlere yaptırılan taşıma kayıplarıdır. Gereksiz taşıma ve yürümeyi engellemek için fazladan ayrılan işçilik olarak da değerlendirilebilir. Ergonomi odaklı çalışmalarla bu tip kayıplar ortadan kaldırılabilir.

2.8.2.3. Hat Organizasyonu Kayıpları

Hattın temposunu darboğaz proses ve/veya makine belirler. Diğer proses ve/veya makinenin çevrim hızı ile darboğaz proses ve/veya makinenin çevrim hızı arasında farktan kaynaklanan kayıptır. Proses dengeleme iyileştirmeleri ile ortadan kaldırılabilir.

2.8.2.4. Otomasyon Eksikliği Nedeniyle Manipülasyon Kayıpları

Herhangi bir işlem noktasında otomasyon yapılabileceği halde, otomasyon olmadığından dolayı fazla işçilik kullanılması sonucu ortaya çıkan kayıplardır. Müşteri açısından bir değer yaratmayan kaldırma, indirme, vb. faaliyetleri kapsar.

2.8.2.5. İzleme ve Ayar Kayıpları

Ekipman ya da makinenin çalışmasına ya da iş sonuçlarına güvenilmediği için ürün akşını ya da ürün kalitesini sürekli izlemek ve mücadelede bulunmak zorunda kalınan işçilikleridir. Ayrıca problem nedeniyle geçici olarak konulan veya iş talimatlarına standart olarak yazılmış tüm ölçüm / ayarların yarattığı kayıplar bu kapsamdadır.

2.8.3. Yararlanılmayan Ekipman, Kalıp, Aparat, Enerji ve Malzeme Kayıpları

2.8.3.1. Yararlanılmayan Ekipman – Kalıp – Aparat

Ömürlerini tamamlamamış olmasına rağmen, üretimde kullanılmayan ekipman, kalıp, aparatın kullanılmamaya başlandığı andan itibaren oluşan teknik amortisman maliyetidir.

2.8.3.2. Enerji Kayıpları

Üretim için kullanılan fazla enerjinin maliyetidir. Hava kaçakları, ısı enerji kayıpları, gereğinden büyük elektrik motorları, boşa çalışan motorlar ve lambalar vs. bu kapsamdadır.

2.8.3.3. Malzeme Kayıpları

Üretim, depolama veya sevkiyat sırasında oluşan hurda bitmiş ürün kayıplarıdır. [Şimşirel ve Çetin, 2007]

2.8.4. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE)

Üretim tesislerinin performansını artırmak amacı ile kullanılan en etkili ölçüm parametrelerinden birisi, dünya literatürün de "Overall Equipment Effectiveness (OEE)" olarak geçen "İşletme Etkinliği" dir. İşletme Etkinliği (OEE); üretimin üç bileşeni olan zaman kullanımı, performans ve kalite faktörleri arasında ilişki kuran, bu faktörleri optimum noktada birleştiren ve yönetim imkanı sağlayan bir ölçüm sistematiğidir. Üretim tesislerinin yüksek verimlilik ve etkinlikte çalıştırılmasında yapılan bakım faaliyetlerinin büyük önemi vardır. Programlı bakım sürelerinin etkin bir planlama ile azaltılması ve programsız bakım duruşlarının minimuma indirilmesi ile, tesisin üretim için gereken çalışma süresi arttırılmaktadır. Bu durum direkt olarak tesisin üretme potansiyelini ve dolayısı ile işletme etkinliğinin (OEE) artmasına sebep olmaktadır.

"Overall Equipment Effectiveness (OEE)" ölçüm metodu, TPM sisteminin temel ölçüm parametresi olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde "Overall Equipment Effectiveness (OEE)" için standart Türkçe karşılık tanımlanmadığı için çeşitli tabirler kullanılmaktadır. Bu tabirler şu şekildedir: Toplam Ekipman Etkinliği, Genel Ekipman Verimliliği, Genel Tesis Etkinliği, İşletme Etkinliği vb. Kıyaslama çalışmaları için uluslar arası literatür de belirtilen ve ayrıca ülkemizde TPM uygulayan şirketler tarafından "Overall Equipment Effectiveness" tabirinin kısaltma harfleri olarak "OEE" harfleri kullanılmıştır. [Yanmaz ve Çayır, 2005]

2.8.4.1. OEE Hesaplamaları

OEE ve çarpanlarının hesabında şu formüller kullanılmaktadır.

OEE = NÇO x PO x KO

OEE : Overall Equipment Effectiveness

NÇO : Net Çalışma Oranı (Availability rate)

PO : Performans Oranı (Performance rate)

KO : Kalite Oranı (Quality rate)

Net Çalışma Oranı; üretim için kullanılan net zamanın, işletme saatine oranıyla hesaplanmaktadır.

Net Çalışma Oranı = Net Çalışma saati / İşletme Saati

Performans Oranı; tesisin kapasite kullanım etkinliğini, üretim hızını, küçük duruşları ve üretim düşüşüne sebep olan faktörleri gösterir.

Performans Oranı = Fiili Üretim / Optimum Kapasite

Performans oranı eşitliğinde; fiili üretim olarak, hesap yapılan zaman dilimi içerisinde yapılan fiili üretim miktarıdır.

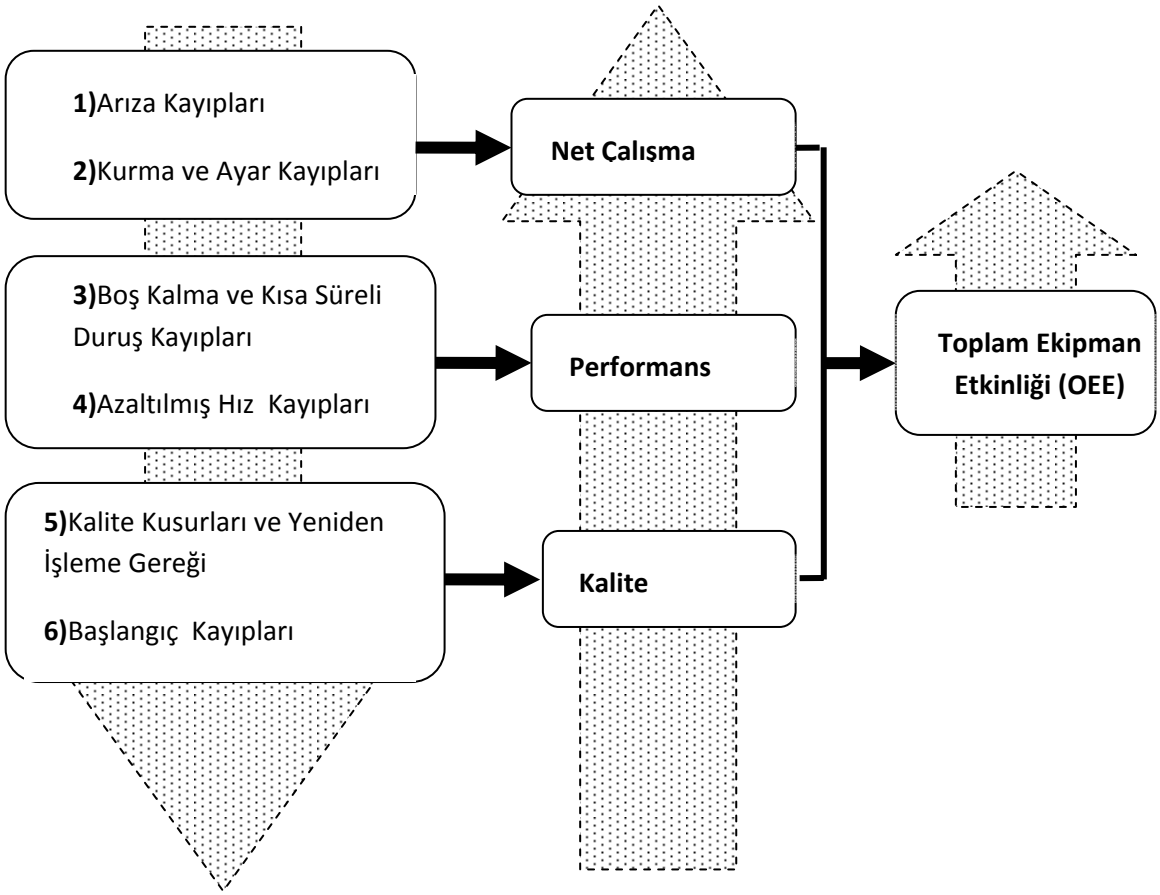
Optimum kapasite değeri ise,

Maksimum üretim > Tesisin dizayn kapasitesi ise, payda maksimum üretim

Maksimum üretim < Tesisin dizayn kapasitesi ise, payda dizayn kapasitesi olarak alınır.

Kalite Oranı prosese hâkimiyeti ve kaliteyi bir defada elde edebilme yeteneğini gösterir. Kalite kusuru olmayan ürün miktarının toplam üretim miktarına oranı veya müşteri ile belirlenen kalite kriterlerine uygunluk oranı olarak tanımlanır.

Kalite Oranı = Kaliteli Üretim Miktarı / Toplam Üretim Miktarı
[Yanmaz ve Çayır, 2005]



Şekil 2.11: OEE [Güven, 2006]

3. ÇİMENTO İŞLETMESİNDE TPM UYGULMASI

3.1. İşletme Tanıtımı İş akış Şemasının Açıklanışı ve Tarihçesi

İşletme Marmara ve Trakya bölgesinin çimento ihtiyacının karşılanması amacıyla kurulmuştur. Fabrika hem bölgedeki insanlara iş imkanı sağlamış hem de bunun dışında dolaylı olarak yöre halkına nakliye, inşaat ve ticaret yönünden ekonomik katkıda bulunmuştur.

Fabrika 1991 yılının 6. ayından itibaren öğütme ve paketleme tesisleri ile, 1992 yılından itibaren de diğer tüm üniteleriyle beraber faaliyete başlamıştır.

Fabrikanın 1.100.000 ton / yıl klinker üretim kapasitesi ve 2.000.000 ton / yıl çimento üretim kapasitesi vardır.

Son yıllarda yapılan yenileme çalışmalarıyla ülke içinde en modern çimento fabrikalarından biri haline gelmiştir.

Fabrikanın belli başlı üniteleri olarak Konkasör (Kırıcı), Farin Değirmeni, Döner Fırın, Kömür Değirmeni, Çimento Değirmeni, Paketleme ve yardımcı tesisileri (Kazan Dairesi, Bakım Grupları vs.) sayılabilir.

Hammadde olan Kalker ve Kil ocaklardan çıkarılarak kamyonlarla fabrikanın kırıcı ünitesine getirilir. Burada değişik boyutlardaki kalker parçaları kırıcı ızgara ayarına bağlı olarak maksimum 2 – 5 cm ebatlarına kadar kırılır. Kırılan bu malzemeler taşıyıcı lastik bantlarla stokhole getirilir. Aynı şekilde kil de konkasörden kalker ile birlikte belli oranlarda karıştırılıp geçirildikten sonra düşük titrasyonlu malzeme olarak stokholde stoklanır. Yine düzeltme maddesi olarak kullanılan demir cevheri de kırıcıdan geçirilerek stokholde stoklanır.

Laboratuarlarda yapılan analizlere paralel olarak, istenen orandaki malzemeler, miktarları ayarlandıktan sonra Farin Değirmenine girer. Farin değirmenine giren 2 -5

cm ebatlarındaki malzemeler tane boyları yaklaşık 10 mikron düzeyinde öğütülüp istenilen fiziksel ve kimyasal özellikleri sağlayacak şekilde farin homojene silolarında homojene edilerek, farin stok silolarında stoklanır. Stok silolarından alınıp farin şenkinde (fırın kantarı) tartılarak geçirilen farin, sevk sistemi ile fırının ön kalsinasyon kısmı olan siklonlara verilir. Kuru sistem olan Döner Fırında pişirilecek farin, fırın içerisinden çıkan gaz ile beraber ters akım prensibine göre ilerleyerek kalsine olmaya başlar ve % 30 – 35 kalsine olmuş şekilde döner fırına girer. % 3-3.5 eğime sahip olan döner fırının kalsinasyon bölgesinde yaklaşık 1150 ^{0}C 'de tamamen kalsine olan malzememiz emniyet ve geçiş bölgelerinden geçtikten sonra sinter bölgesine gelir. Malzemenin bünyesindeki bileşikler burada 1300 – 1500 ^{0}C civarındaki sıcaklıkta reaksiyona girerek oluşacak olan yarı mamulümüz klinkerin temel yapısını teşkil eden fazları, silikatları ve alüminat bileşiklerini meydana getirirler. Pişmiş malzemeye yarı mamul yani Klinker adı verilir. Döner Fırın sinter bölgesinden çıkıp havuzlama bölgesinden soğutma ünitesine dökülen klinker burada soğutma fanlarının oluşturduğu hava ile soğutulur. Soğutma ünitesinde yavaş bir hızla ilerleyerek soğutulan klinker, klinker kırıcıdan geçirilerek kovalı nakil sistemiyle klinker stokholünde stoklanır.

Döner fırında yakıt olarak kullanılan kömür, Kömür Değirmeninde döner fırın ihtiyacını karşılayacak özelliklerde yani istenen incelik ve rutubet değerlerini sağlayacak şekilde öğütülür. Uygun tartım sisteminden geçirilerek döner fırın alev borusuna sevk edilir. Alev borusundan fırına pişme sıcaklığını sağlayacak oranda, yakıt olarak verilir.

Kapalı veya açık stokholden taşıyıcı lastik bant veya değişik tipte sevk sistemleriyle alınan klinker, alçı taşı ve tras çimento değirmeni bunkerlerine getirilir. Bunkerlerden de üretilecek olan çimento cinsine göre tartımları yapılarak belirli oranlarda çimento değirmenlerine verilirler ve burada öğütülürler. Seperatör (ayırıcı) aracılığıyla istenen inceliğe ulaşanlar ayrılarak çimento silolarına sevk edilir. Havalı bantlarla ve elevatörlerle (kovalı yükseltici) silolardan alınan çimento ya açık dolum kısmına ya da paketleme ve tartım işlemini aynı anda yapan paketleme makinelerine gelir. Buradan manüel veya çeşitli tip yükleyiciler vasıtasıyla araçlara yüklenir.

3.2. Koruyucu Bakım Uygulamaları

Toplam Verimli Bakım anlayışı, önemli bir çok faaliyetin bir arada olması, birbirini tamamlaması ve desteklemesi odaklı bir anlayıştır. TPM'in başarılı olması bu faaliyetlerin etkin bir biçimde sürdürülmesiyle mümkündür. Bahsedilen Toplam Verimli Bakımın işletmede uygulanan temel faaliyetleri arasında Koruyucu ve Kestirimci bakımda vardır.

Koruyucu bakım uygulamalarına geçmeden önce işletmede asıl amacın hiç kuşkusuz kaliteli ve talepleri karşılayacak miktarda çimento üretmek olduğunu belirtmek gerekir. Bu yönde yapılan bakım planlaması uygulamalarında doğru yönde yol alınmalı ve bakım amacı iyi belirlenmelidir. Makineleri hiç arıza yapmayan ve ilk kuruldukları gündeki gibi çalışan bir fabrika temel amaçtır.

TPM'in gereği olarak teknik eğitimlerle bakım personelini uzmanlaştırmak ve hedefe ulaşmak için otonom bakım faaliyetlerine destek verilmelidir.

Yönetim, çok temel olarak arıza sürelerini gelecek yıllarda daha az süreye indirilmesiyle duruş sürelerinin kısaltılmasını hedeflemektedir. Örnek olarak Tablo 3.1

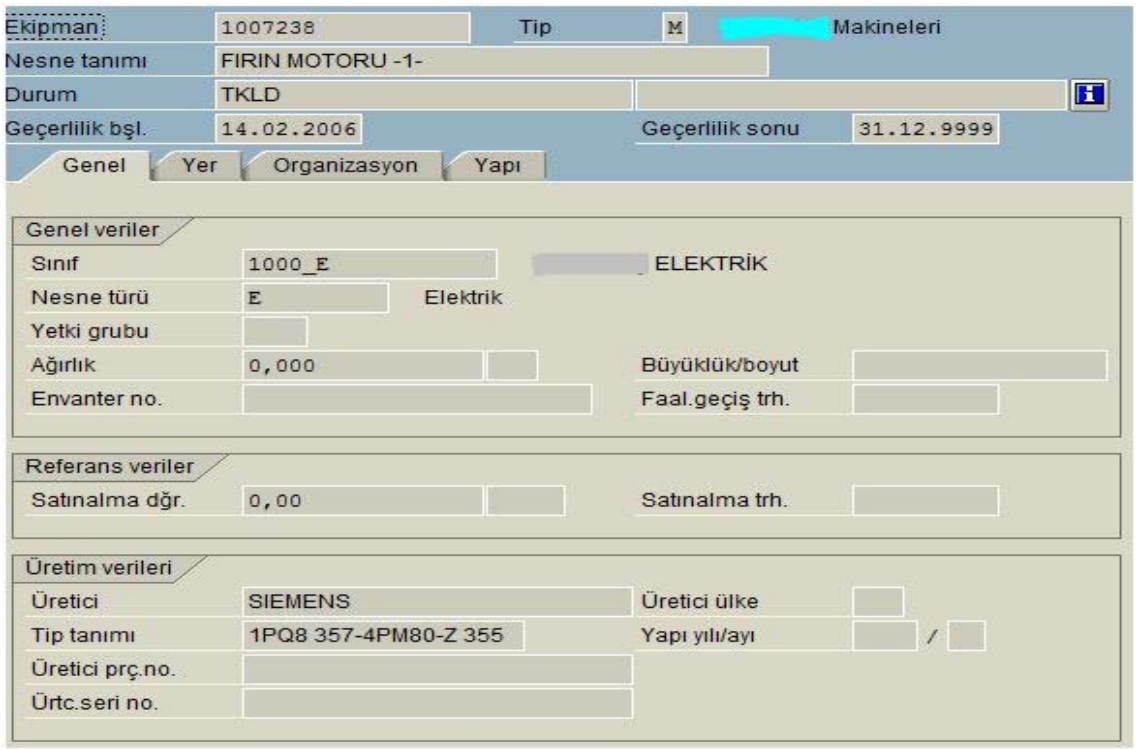
Tablo 3.1:Yıllara göre arıza süreleri ve hedef

	2008	*2009*	*2010*
Arıza Süresi (Saat)	864	576	480

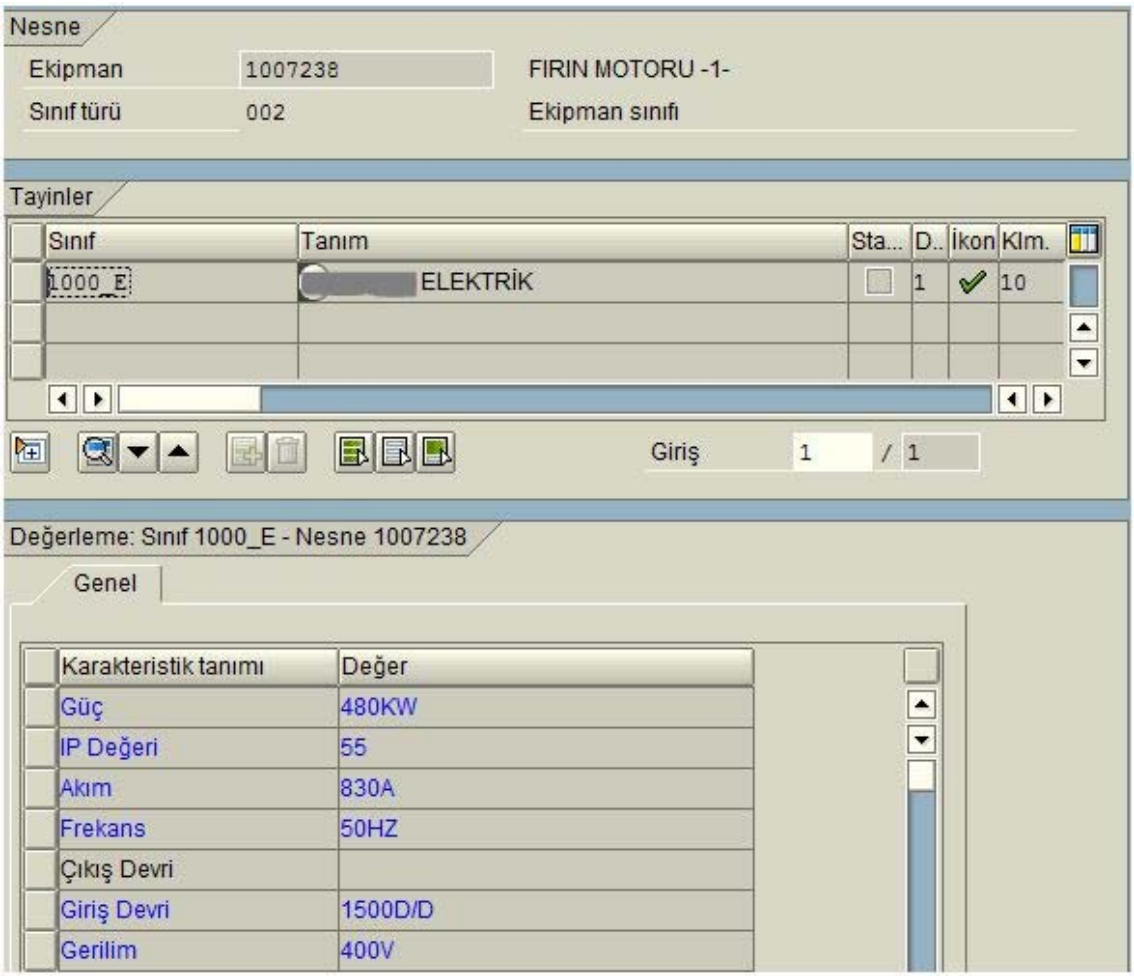
Fabrikada ki tüm ekipmanları çalışır vaziyette muhafaza etmek ve sürpriz arızaları önlemek için uygulanan koruyucu bakım sisteminde yapılan temel belli başlı faaliyetler aşağıdaki gibidir.

- Yağlama işlemleri
- Temizleme işlemleri
- Muayeneler durum muayenesi (vizitler)
- Kalibrasyon, ayar
- Programlı onarımlar
- Programlı revizyonlar
- Programlı parça değişimleri vb.

Koruyucu bakım çalışması için ekipman bazlı koruyucu bakım çalışması başlatılmıştır. İlk iş olarak ekipmanların takibini kolaylaştırmak ve ortak bir dil kullanmak adına kodlama işlemi yapılmıştır. Ekipmanların teknik bilgileri katalog veya ekipman üzerinden alınarak kullanılan koruyucu bakım sistemine kaydedilmiştir.



Şekil 3.1: Ekipman görüntüleme ekranı



Şekil 3.2: Ekipman teknik doneleri ekranı

Koruyucu bakım (KB) tekrar nitelikli bir iş olduğu için bakım sürelerinin standartlaştırılması gerekmektedir. Bunu için geçmiş kayıtlardan yararlanılabilir yada ekipmana ait imalatçı firma talimatlarından faydalanılır. Süreler için 52 haftalık bir iş gücü yükleme diyagramı kullanılır. Tespit edilen periyotlar iş programı üzerine işlenir. İşletmede yıllık planlar genellikle Vizit, Duruş, Revizyon şeklinde olmaktadır. Periyotları ise;

1G, 1H, 2H, 1A, 3A, 1Y, vb. gibi olmaktadır.

G: Gün, H:Hafta, A: Ay, Y:Yıl

Üniteler, vizitörler tarafından vizit programına göre gezilir ve gerekli kontroller yapılır. Duruş esnasında yapılacak olan standart işlere ek bir aksaklık görürler ise, bu durumu acil iş emri şeklinde belirtirler ve tüm iş emirlerini ünitenin duruş gününden bir gün önce koruyucu bakım sisteminden çıktı alarak ilgili sorumlu ünitelere verirler. İş emirleri işlerin bitiminden sonra KB geri döner ve yapılan işler ve önemli parça değişimleri ve bakımlar ekipman siciline kayıt edilir ve daha sonraki yıllar için bilgi amaçlı olarak saklanır. Kullanılan iş emirleri;

- Planlı Bakım İş Emirleri
- Acil Bakım İş Emirleri
- İlk Duruş Bakım İş Emirleri
- Revizyon Bakım İş Emirleri

BAKIM ONARIM SİPARİŞİ TARİH : 01.07.2009
BO SİPARİŞİ : 3116824

Ana Teknik Birim Kodu : 1000-K	Ana Teknik Birim Tanımı:1 NOLU FIRIN			
Teknik Birim Kodu :1000-K -MWHC13G	Teknik Birim Tanımı:FIRIN 1.AYAK GALELERİ			
Planlanan Başlama Tarihi: 01.07.2009	Sipariş Türü:M103 PLANSIZ BAKIM İŞ EMRİ (ACİL)			
BO Aktivite Türü : BAKIM / İş Yeri: MEKANIK	Teknik Birimde Yapılacak İşlem:2 Durdur			
Plan Grubu Kodu: 18050 Plan Tanımı: Acil KAYNAK İŞLERİ		Personel Sayısı	Planlanan ( )	Gerçekleşen ( )
Ana Operasyon Kodu: 1805 Tanımı:Acil KAYNAK İŞLERİ	REV.:	Yapılan İşin Süresi(DAK)	Planlanan ( )	Gerçekleşen ( )

ALT OPERASYONLAR (1)

Acil KAYNAK İŞLERİ
1-SOL GALE GİRİŞ TARAFI NOKSAN OLAN
SANDVİÇ SACI TAMAMLA.
2-HER İKİ GALENİN GİRİŞ TARAFINDA MEVCUT
BULUNAN KORUYUCU SAÇLARI BİRLEŞTİRECEK
ŞEKİLDE KORUYUCU SAÇ MONTE ET.(NOKSAN
KORUYUCU SAÇLAR SEBEBİYLE GALE YATAKLA-
RINDAKİ SICAKLIKLAR ARTIYOR.)-Ç.K.A.-

Şekil 3.3: İş Emri (Sipariş) örneği

3.3. Kestirimci Bakım Uygulamaları

Bilindiği gibi çimento endüstrisinde duruş maliyeti en yüksek ünite Döner Fırın dır. Döner Fırın ekipmanlarını zaman bazında periyodik olarak duruşa alıp, bakım yapmak pek mümkün olmamaktadır. Ancak tek kaçınılmaz arıza olan tuğla dökme hadiselerinde veya bağlı olduğu ünitelerin duruş yapmasıyla bakım için geniş ve yeterli zaman bulunabilir. Bu nedenle tüm fabrika genelinde ve özellikle döner fırın ünitesi ekipmanlarında durum takip veya kestirimci bakım önem kazanır.

Bu metot, daha önce de bahsedildiği gibi makine ve teçhizatın sürekli gözlenmesi ve işlem görme şartlarının ve bunların zamanla gelişiminin analiz edilmesini içerir. Kestirimci bakım makine sağlığının izlendiği bir süreçtir ve kestirimci bakımın temelinde ölçme vardır.

Sektörde en yaygın kullanılan takip sistemlerinin başında titreşim analizi gelmektedir. İşletmelerde yaygın olarak bu analizlerden yararlanır ve ekipman performansı takip edilir.

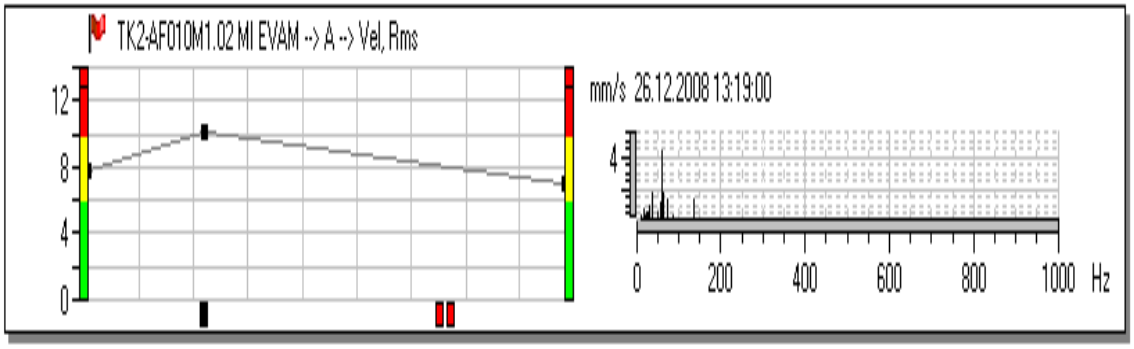


Şekil 3.4: Motorun ön dikey yönde titreşim ölçümü

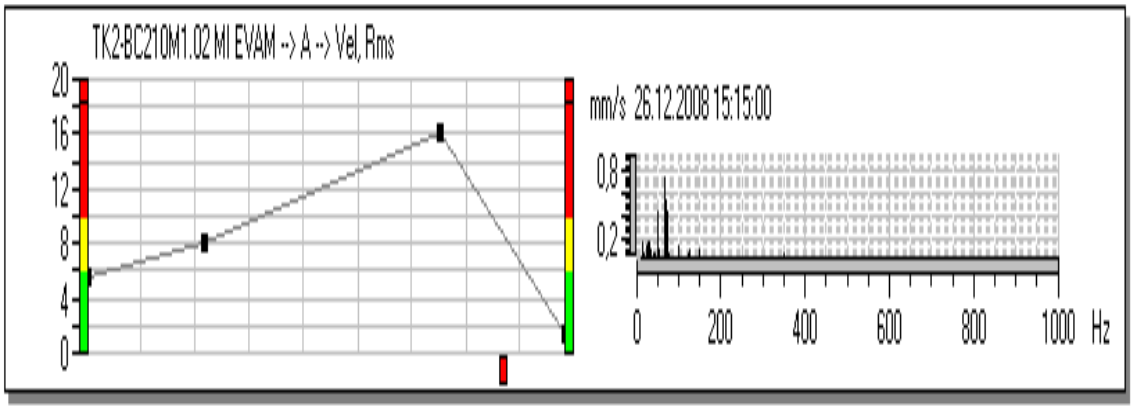


Şekil 3.5: Titreşim ölçümü yapılırken meydana gelen spektrumlar

Resme dikkatlice bakıldığında cihaz ekranında ölçüm sonucu oluşan spektrumlar görülmektedir. Bu spektrumlar bilgisayara aktarılarak incelenir ve ekipman durumu hakkında yorum yapılacak bilgiler edinilir. Aşağıda elde edilen grafik örnekleri verilmektedir.



Şekil 3.6: Titreşim ölçüm sonuçları



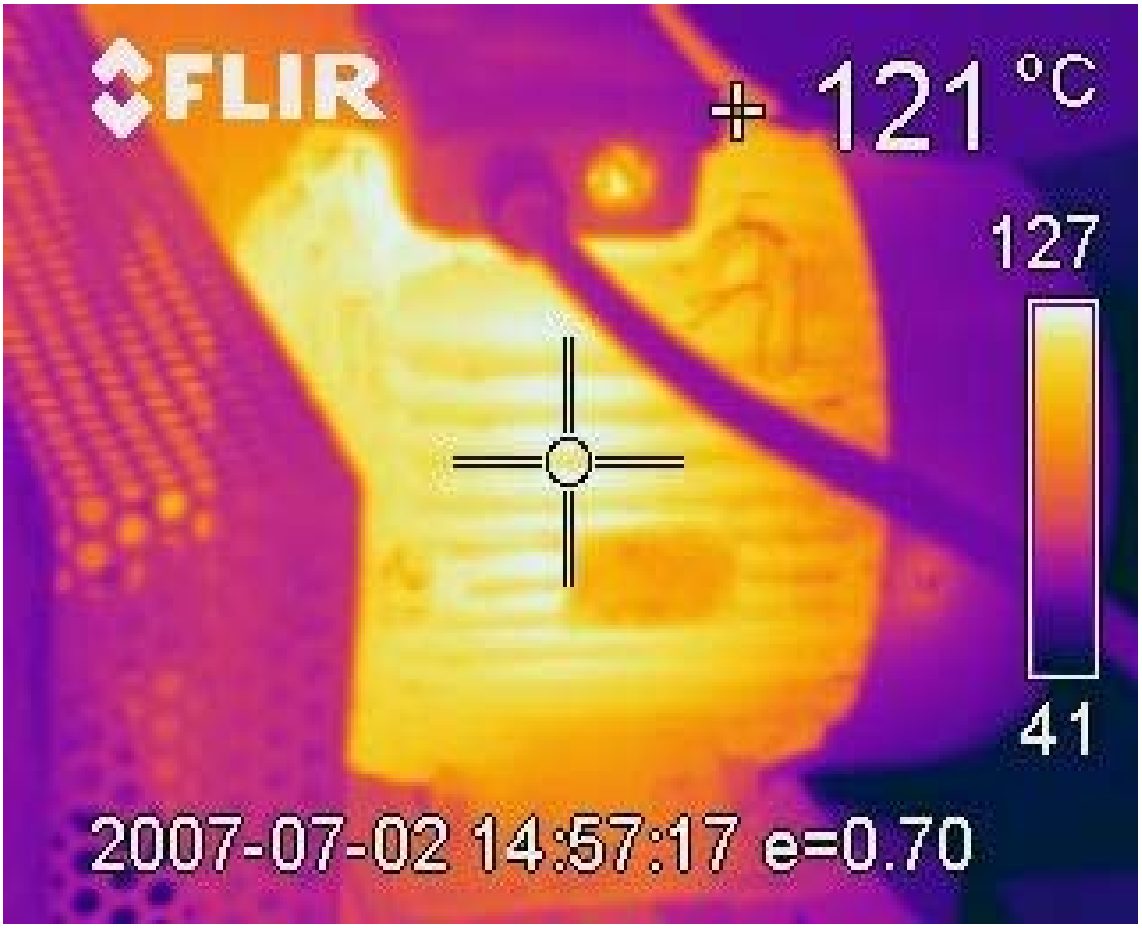
Şekil 3.7: Titreşim ölçüm sonuçları

Şekilden 3.7'de görüldüğü gibi belirli tarihlerde yapılan ölçümler sonucunda vibrasyon değerlerinin 16 mm/s seviyelerine çıktığı gözlemlenmiş ve ekipman sağlığını korumak için ölçüm sonucuna göre yapılması gereken müdahale belirlenmiş ve şeklin sol kısmında daha net görülen trend eğrisinden müdahale sonucunda vibrasyon değerinin 3 mm/s civarına indirildiği görülmüştür.

Bazı durumlarda bu tip ölçümler için dışarıdan hizmet alımı yapılmaktadır. Uzman kuruluşlarca verilen hizmetler belirli periyotlar da olmakta ve raporlamalar sonucu yapılacak müdahaleye karar verilmektedir.

Yeni kurulan bir kritik ekipman için, çalıştığı ilk günden başlayarak belirli aralıklarda titreşim ölçümü yapılabilir ve ekipmanın belirli zaman sonrasında bile durumu hakkında ilk gün ki durumu ile kıyaslama yapılarak durum değerlendirmesi yapılabilir. Amaç daha öncede değinildiği gibi ekipman performansının kontrolü ve sürpriz arızaların elimine edilmesidir.

İşletmede, titreşim ölçümünün yanında ayrıca hızlı ve güvenilir sonuç vermesi açısından termal kamerada kullanılmaktadır. Kamera sayesinde ekipman hakkında çok kısa sürede bilgi sahibi olunabilir ve sıcaklık değerinin yorumlanmasıyla arıza tespiti yapılabilir.



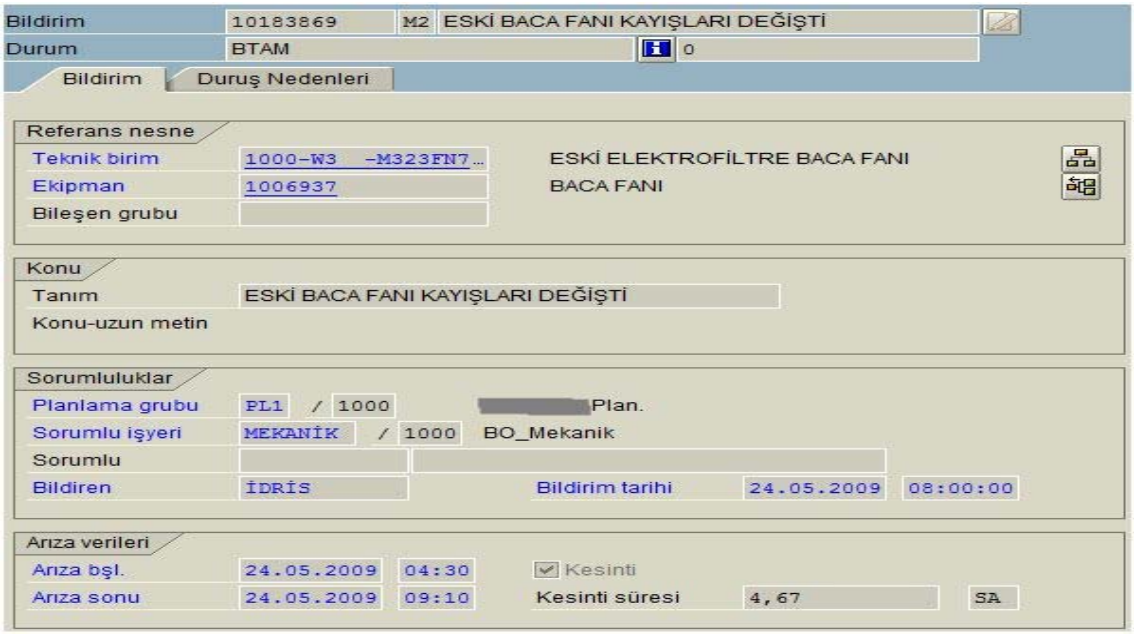
Şekil 3.8: Termal kamera ile yapılan bir motor sıcaklık ölçümü

Motorda ısı kaynağının yeri ve sıcaklığı çok kısa sürede öğrenilebilir. Ayrıca ısınmaya aşırı yağlamanın, sürtünme yada elektrik bağlantısındaki gevşek uçların mı sebep olduğu tespit edilebilir.

3.4. Performans Değerlendirmesi

İşletmede ekipman veya ünite bazında performans takibi ve değerlendirmesi yapılmaktadır. Anlatılacak uygulamaların tamamı çimento işletmelerinde ana ünite olan ve duruş maliyeti en yüksek olan döner fırınlar için olacaktır.

Performans tablolarına geçmeden önce verilerin elde edilme şeklinden bahsedilecektir. Koruyucu bakımdan bahsederken fabrikaların ünite ve ekipman bazında kodlandığına değinilmişti. Tüm ünitelerden günlük olarak koruyucu bakıma duruş raporları gönderilir. Her sabah üniteye gelen raporlarda sistemin ne zaman, hangi sebepten ve ne kadar süre durduğuna ilişkin bilgiler bulunur. Bu bilgiler koruyucu bakım sistemine aktarılarak geçmişe ait bir data oluşturulur.



Şekil 3.9: Duruş bilgileri ekranı

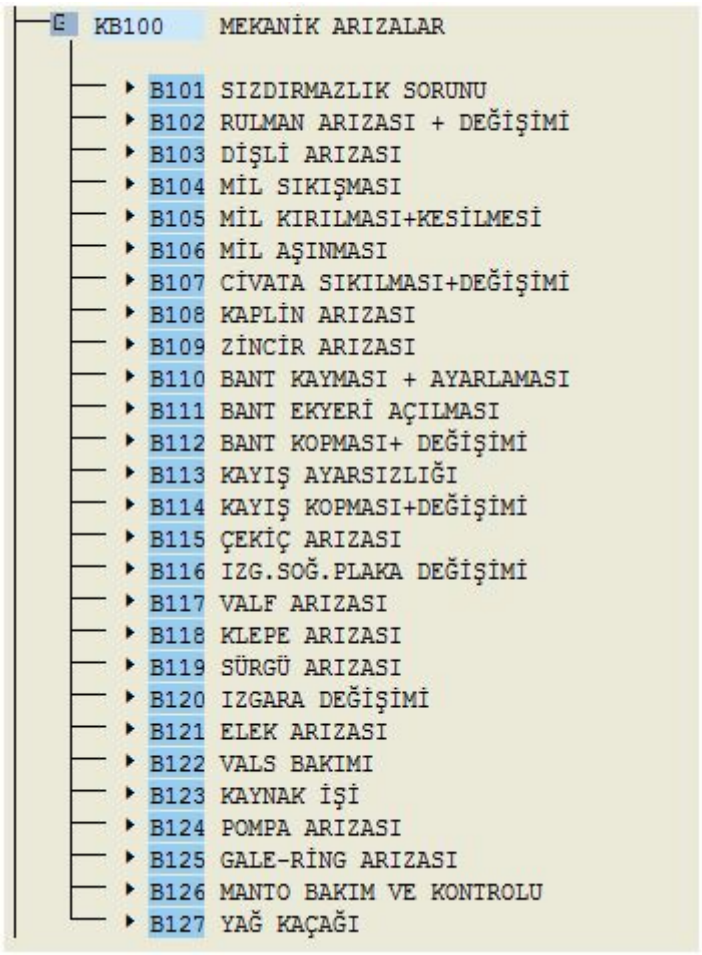
Ünitelerden koruyucu bakıma gelen duruş raporları yukarıda görülen ekrana işlenir ve kesinti süresi belirlenir.

Eklenen bilgilerden sonra daha sonraki istatistik çalışmaları için arızanın sınıfı tespit edilir ve aynı sayfaya eklenir.



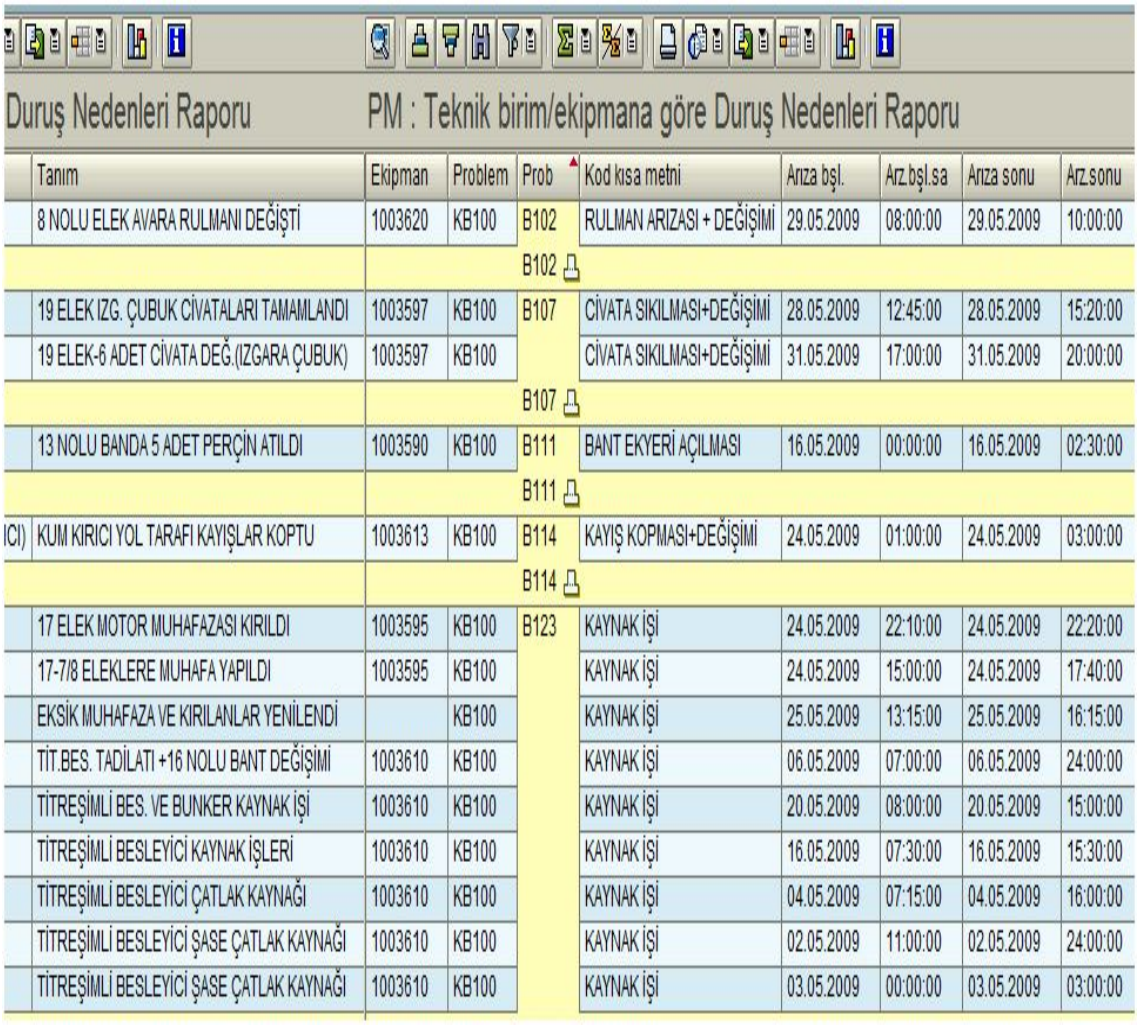
Şekil 3.10: Arıza çeşitleri ekranı

Yukarıdaki ekrandan arızanın hangi gruba ait olduğu seçilir ve bir alt grubuna gidilerek net arıza ismi belirlenir.



Şekil 3.11: Mekanik arıza listesi ekranı

Verilen örnekten arızanın mekanik arıza olduğu ve mekanik arıza listesinden de Bant Kopması Değişimi isimli arıza olduğu seçilir ve sisteme kayıt edilir. Daha sonra belli süreler için yapılacak olan (3A, 1Y vb.) performans değerlendirmesi çalışmaları için sisteme daha önce kayıt edilen bilgiler listelenir. Listelenen bilgiler çok çeşitli raporlama şekilleriyle ekranda görüntülenebilir. Sadece ekipman bazında yada sadece belirli bir arıza bazında vb. gibi.



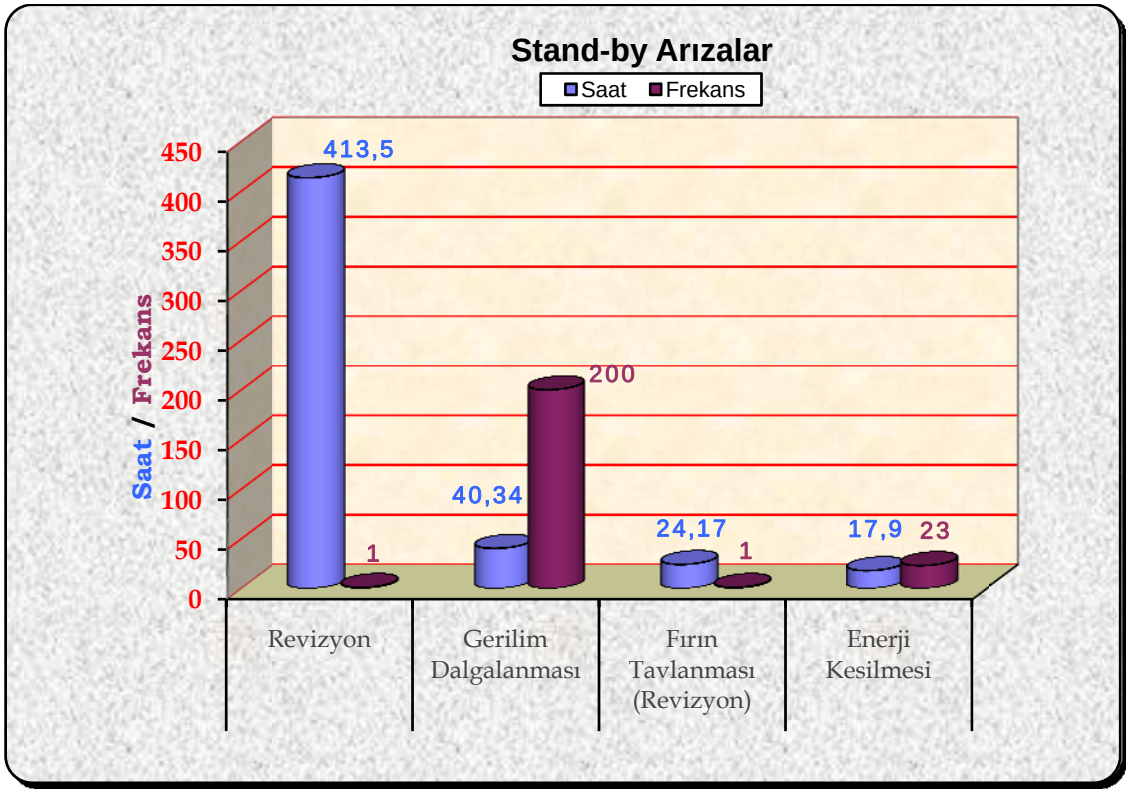
Duruş Nedenleri Raporu — PM : Teknik birim/ekipmana göre Duruş Nedenleri Raporu

	Tanım	Ekipman	Problem	Prob	Kod kısa metni	Arıza bşl.	Arz.bşl.sa	Arıza sonu	Arz.sonu
	8 NOLU ELEK AVARA RULMANI DEĞİŞTİ	1003620	KB100	B102	RULMAN ARIZASI + DEĞİŞİMİ	29.05.2009	08:00:00	29.05.2009	10:00:00
				B102					
	19 ELEK IZG. ÇUBUK CİVATALARI TAMAMLANDI	1003597	KB100	B107	CİVATA SIKILMASI+DEĞİŞİMİ	28.05.2009	12:45:00	28.05.2009	15:20:00
	19 ELEK-6 ADET CİVATA DEĞ.(IZGARA ÇUBUK)	1003597	KB100		CİVATA SIKILMASI+DEĞİŞİMİ	31.05.2009	17:00:00	31.05.2009	20:00:00
				B107					
	13 NOLU BANDA 5 ADET PERÇİN ATILDI	1003590	KB100	B111	BANT EKYERİ AÇILMASI	16.05.2009	00:00:00	16.05.2009	02:30:00
				B111					
ICI)	KUM KIRICI YOL TARAFI KAYIŞLAR KOPTU	1003613	KB100	B114	KAYIŞ KOPMASI+DEĞİŞİMİ	24.05.2009	01:00:00	24.05.2009	03:00:00
				B114					
	17 ELEK MOTOR MUHAFAZASI KIRILDI	1003595	KB100	B123	KAYNAK İŞİ	24.05.2009	22:10:00	24.05.2009	22:20:00
	17-7/8 ELEKLERE MUHAFA YAPILDI	1003595	KB100		KAYNAK İŞİ	24.05.2009	15:00:00	24.05.2009	17:40:00
	EKSİK MUHAFAZA VE KIRILANLAR YENİLENDİ		KB100		KAYNAK İŞİ	25.05.2009	13:15:00	25.05.2009	16:15:00
	TİT.BES. TADİLATI +16 NOLU BANT DEĞİŞİMİ	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	06.05.2009	07:00:00	06.05.2009	24:00:00
	TİTREŞİMLİ BES. VE BUNKER KAYNAK İŞİ	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	20.05.2009	08:00:00	20.05.2009	15:00:00
	TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ KAYNAK İŞLERİ	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	16.05.2009	07:30:00	16.05.2009	15:30:00
	TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ ÇATLAK KAYNAĞI	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	04.05.2009	07:15:00	04.05.2009	16:00:00
	TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ ŞASE ÇATLAK KAYNAĞI	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	02.05.2009	11:00:00	02.05.2009	24:00:00
	TİTREŞİMLİ BESLEYİCİ ŞASE ÇATLAK KAYNAĞI	1003610	KB100		KAYNAK İŞİ	03.05.2009	00:00:00	03.05.2009	03:00:00

Şekil 3.12: Duruş nedenleri raporu

Yukarıda bir kısmı gösterilen raporlamada arızanın hangi tarihte, hangi saatler arasında ve hangi nedenden oluştuğunu gösteren listeleme görülmektedir. Bu raporlamada istenilen süre aralığında ünitenin ve ya ekipmanın ne kadar süre ve kaç kez duruş yaptığı bilgilerine kolayca erişilebilir.

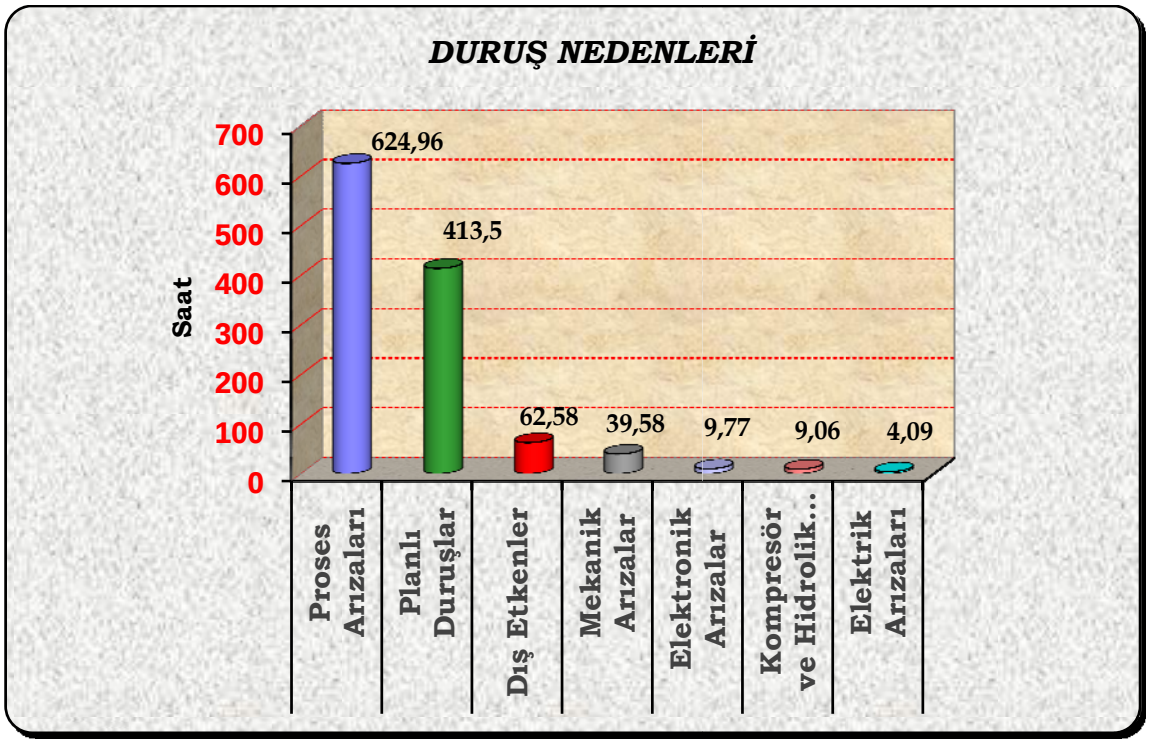
Elde edilen veriler ile oluşturulan performans figürlerinden bazıları;



Şekil 3.13: Stand – by duruşlarının dağılımı

Revizyon, enerji kesilmesi veya gerilim dalgalanması gibi stand - by duruşu içerisinde yer alan arızaların yıl içindeki dağılımını göstermektedir. Süre bazında elde edilen bilgiler bazen açıklayıcı olmamaktadır, bundan dolayı tekrar sayısı önem kazanmaktadır. Sürenin çok kısa olmasına rağmen çok fazla sayıdaki duruş tekrar sayısı ünitede hız kayıplarına neden olmaktadır. Gerilim dalgalanmalarını buna örnek gösterilebilir.

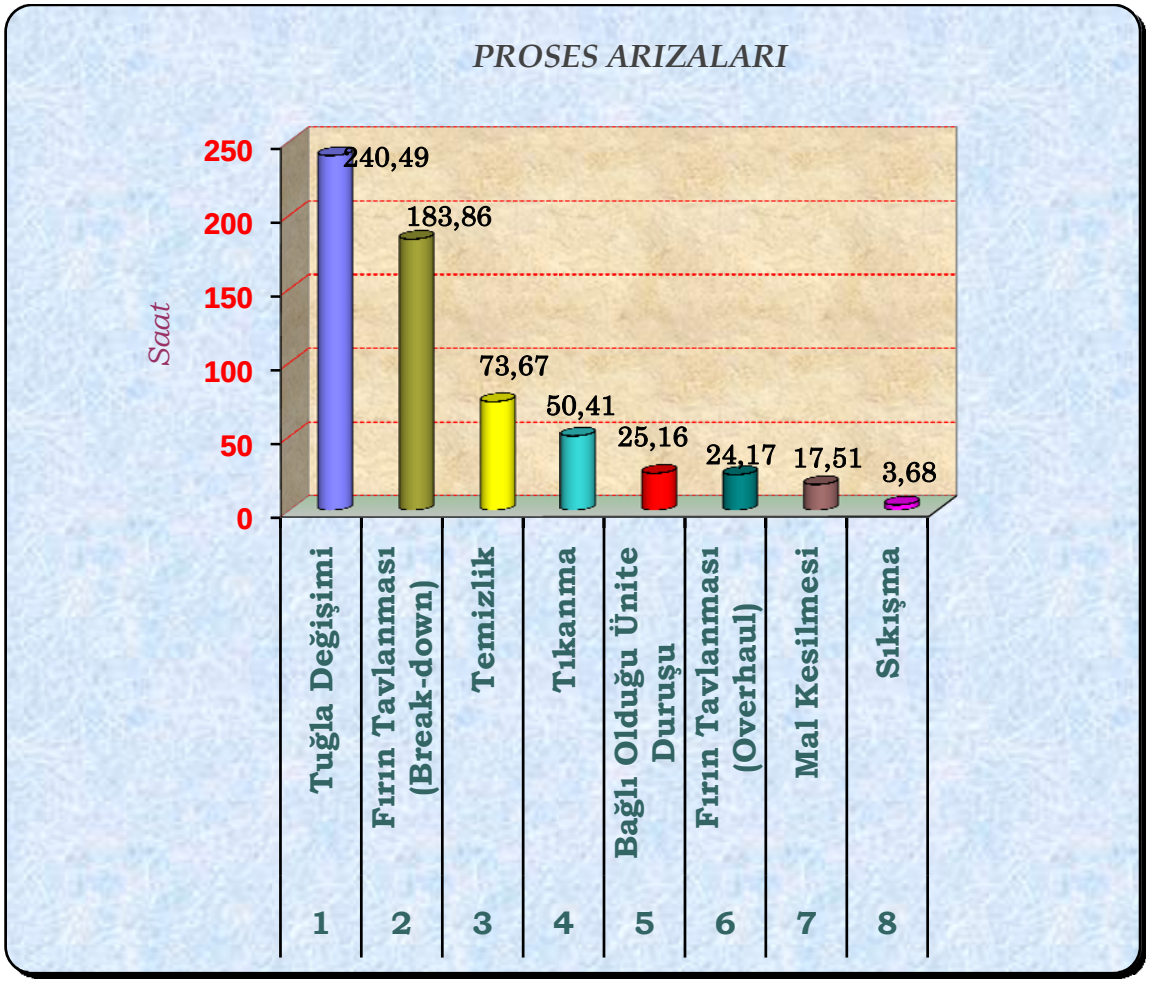
Aşağıdaki grafikte ise arızaların genel başlık altında ne kadar bir süre duruşa sebep verdiğini göstermektedir.



Şekil 3.14: Duruş nedenleri

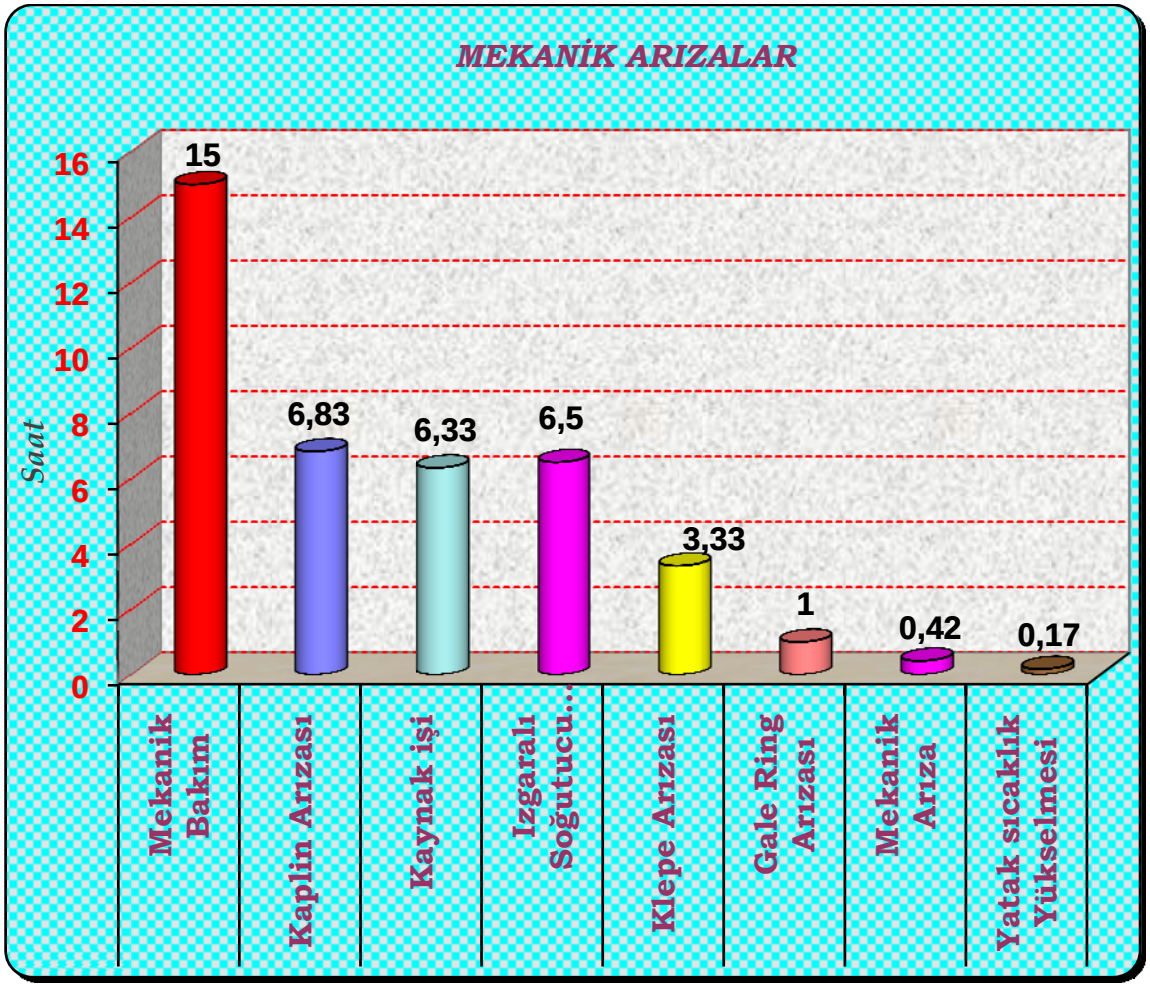
Yapılan bu tip çalışmalar sonucunda genel bir bilgi edinilse bile daha detaya inilerek kök sebepler araştırılmakta ve çözüm için daha hızlı uygulamalara geçilebilmektedir.

Bunun için her bir ana duruş nedeninin alt detay duruş nedenlerine ait bir analiz yapılarak hangi arızanın daha çok sıklıkta meydana geldiği ve kronikleşmiş nedenler kolayca görülebilmektedir.



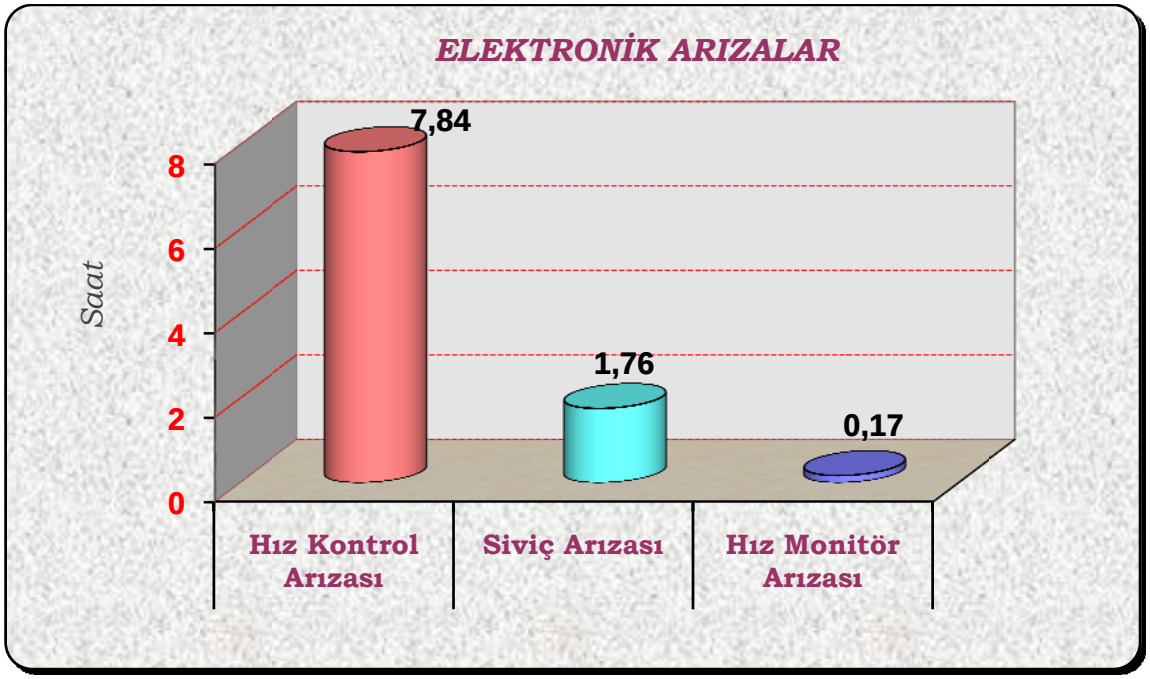
Şekil 3.15: Proses kaynaklı arızalar

Yukarıda tuğla yenilemesinin en fazla duruşa neden olduğunu ve proses arızalarında birinci sırada olduğu görülmektedir. Takip eden fırın tavlanması ve temizliğinde önemli sürelerde duruşa neden olduğu görülmektedir.



Şekil 3.16: Mekanik arızalar

Mekanik arızalar içinde ilk sırayı mekanik bakımların aldığını daha sonra kaplin probleminin geldiği görülmektedir. Süre dışında ayrıca problem çözümünde arızanın tekrar sayısı da önemlidir.



Şekil 3.17: Elektronik arızalar

Tablo 3.2: Arıza süre ve sıklıklarının geçmiş yıllar ile karşılaştırılması

MEKANİK ARIZALAR

	2007	*2008*	*2007 Frekans*	*2008 Frekans*	*2007 - 2008 Saat Farkları (Saat)*
Rulman Arızas	✓	✓	1	2	15,75
Mil Kırılması	✓	✓	1	2	-17,5
Cıvata Kesilmesi	-	✓	0	1	0,17
Kayış Ayarsızlığı	-	✓	0	1	2
Kayış Kopması	✓	✓	4	8	5,32
Izgaralı Soğutucu Plaka Değişimi	✓	✓	2	4	13,75
Kaynak İşi	✓	✓	7	12	10,83
Yatak Sıcaklık Yükselmesi	✓	✓	1	1	5
Mekanik Arıza	✓	✓	3	11	30,18
Mekanik Sıkışma	✓	✓	9	5	-3,59
Mekanik Bakım	✓	✓	6	9	18,69
Valf Arızası	✓	-	1	0	-0,17
Klepe Arızası	✓	-	1	0	-0,83
Sızdırmazlık Sorunu	✓	-	3	0	-0,59
Bant Kayması	✓	-	2	0	-0,92
	TOPLAM		15		78,09

Bütün bu yapılan çalışmalar ile kök sebep bulunup Kobetsu – Kaizen çalışmaları yapılabilir ve çimento endüstrisinde yılda bir kez yapılan dönemsel revizyonlarda kobetsu - kaizen çalışmalarını uygulama imkanı verir. Analiz ile detaylar daha rahat görülebildiğinden arızaların tespiti daha da kolaylaşmaktadır.

3.4.1. Arızayı Çözme Süresi (MTTR) ve Arızalar Arası Geçen Süre (MTBF)

MTBF (Arızalar Arası Geçen Süre – Mean Time Between Failure)

MTBF: Mevcut sistemin arıza çıkarmadan çalışma becerisini gösterir.

MTBF = Yükleme Süresi – Arıza Süresi / Arıza Adedi

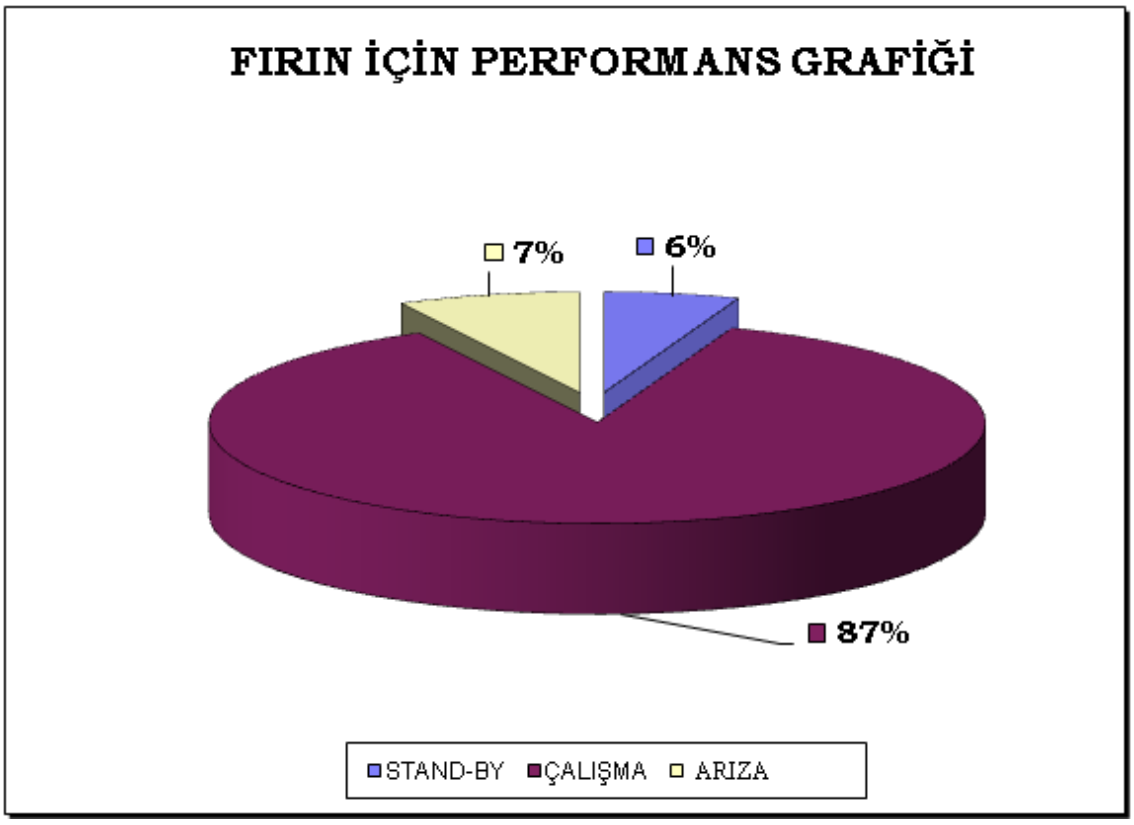
MTTR (Arızayı Çözme Süresi – Mean Time to Repair)

MTTR: Arızayı çözme süresidir.

MTTR = Arıza Süresi / Arıza Adedi [2]

İşletmede uygulanan performans değerlerinin arasında MTBF ve MTTR de bulunmaktadır. Hesaplama yaparken break-down arızaları dikkate alınır. Stand – by ve fırın tavlanmalarını hesaplama dışında tutulur.

PERFORMANS GRAFİĞİ									
STAND-BY		**ÇALIŞMA**		**ARIZA**		**Arıza duruş sayısı**	**Elde Edilebilen Çalışma Oranı (%)**	**MTBF**	**MTTR**
(saat)	(%)	(saat)	(%)	(saat)	(%)			(saat)	(saat)
496	**6,2**	**7620**	**86,8**	**668**	**7,6**	**254**	**91,9**	**30**	**2,6**



Şekil 3.18: MTTR ve MTBF tablosu

3.4.2. Toplam Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness)

İşletmede performans değerlendirme kriterlerinden biri olarak OEE raporlamalarından yararlanılmaktadır. OEE hesaplanması için kullanılan formül;

OEE = NÇO x PO x KO

Ancak; çimento sektöründe tüm üretim aşamaları laboratuar kontörlü altın da gerçekleştirilen bir imalat olduğundan uygun olmayan ürün oranı ihmal edilecek derece de düşük olmaktadır. Hatta bu uygun olmayan ürünler çimento imalatı aşamasında çok az miktarda ürün içine kaliteyi bozmadan katılabildiğinden formüldeki KO ile belirtilen Kalite Oranı ihmal edilebilir boyuttadır.

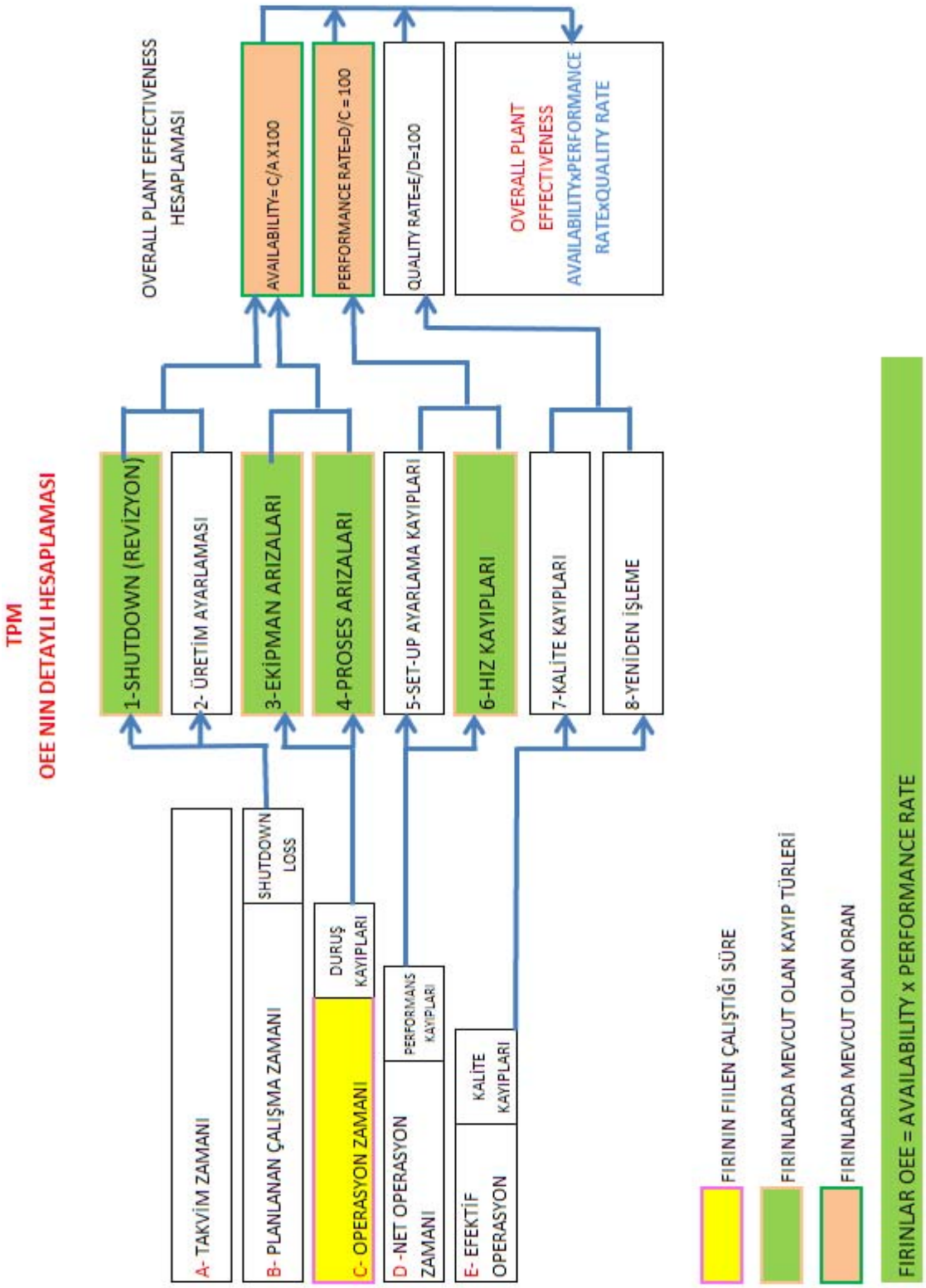
OEE = Net Çalışma Oranı x Performans Oranı

Çimento endüstrisinde ana ünite olan Döner Fırın için OEE hesaplanması grafik şekilde gösterilmiştir.

Net çalışma oranın (availability) = Operasyon Zamanı / Takvim Zamanı

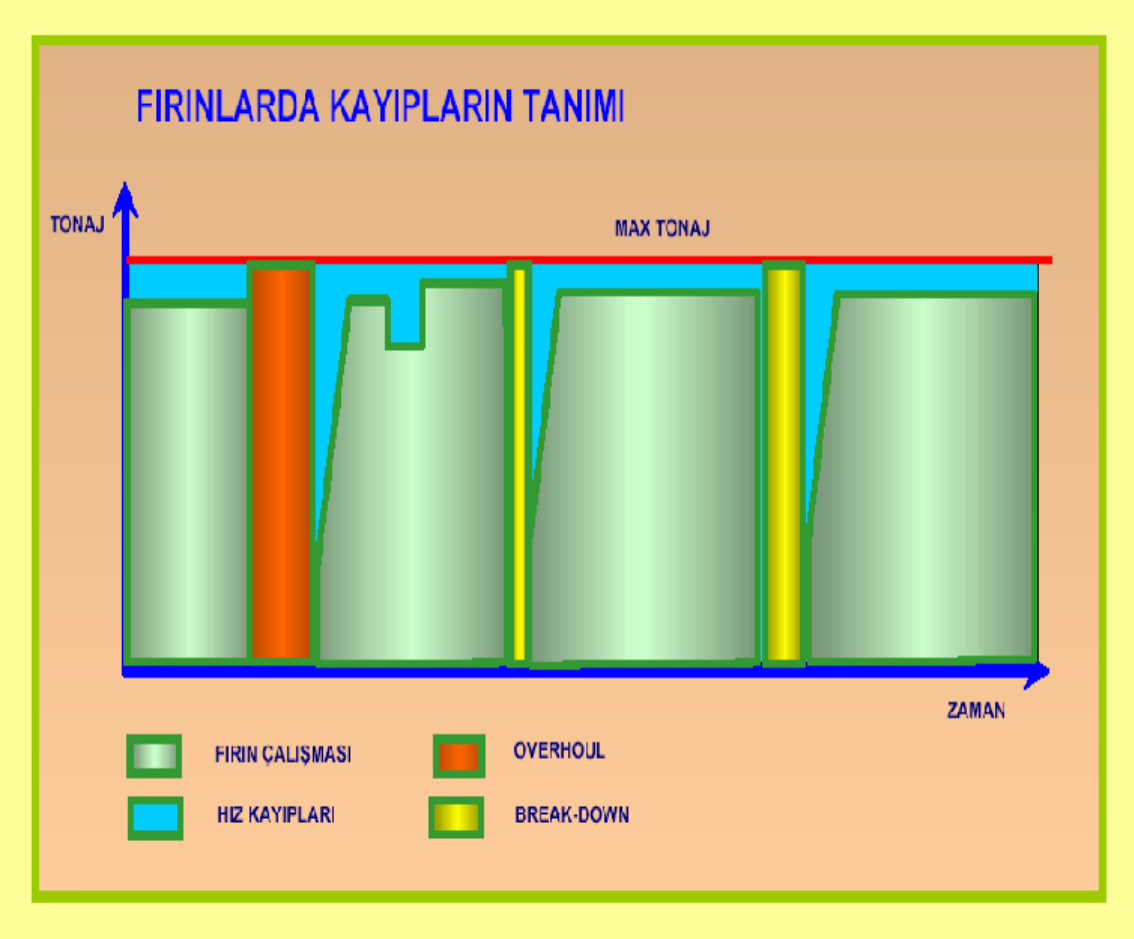
Performans Oranı = Net Operasyon Zamanı / Operasyon Zamanı

olduğu görülmektedir. Grafik incelediğinde renkler ile belirtilmiş kayıpların fırınlar için geçerli olan kayıplar olduğu ve OEE hesaplanmasında Availabilty ile Performance oranının dikkate alındığı görülmektedir.



Şekil 3.19: OEE detaylı yapısı

Fırınlarda kayıpların tanımı yapılırken aşağıda gösterilen şekil açıklayıcı olmaktadır.



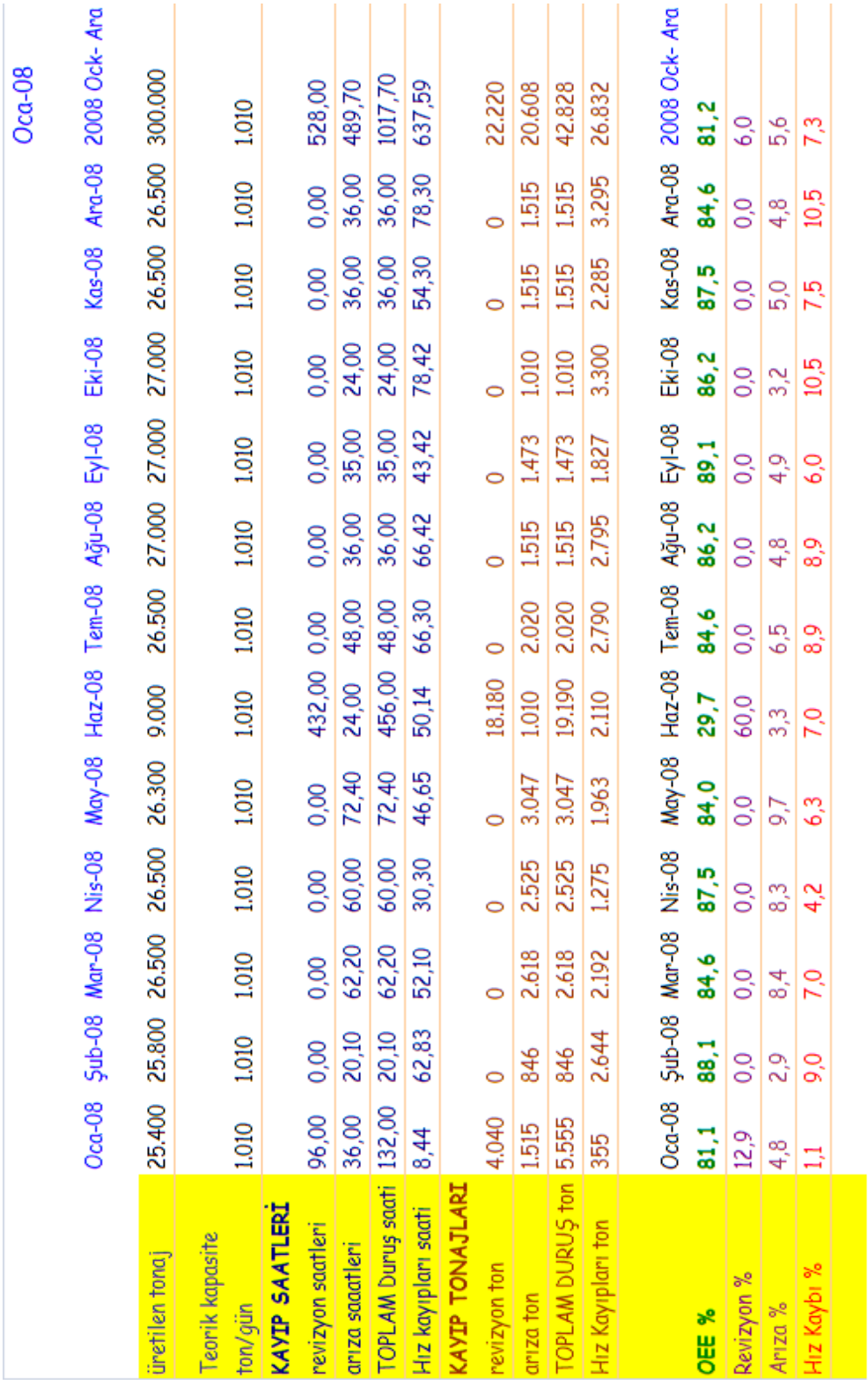
Şekil 3.20: Fırınlarda kayıp tanımları

Şekil incelendiğinde, fırının revizyon veya breakdown duruşları ardından belirgin oranda bir hız kaybı yaşadığı görülmektedir. Fırınların maksimum tonaja çıkması ve rejime oturması duruşlardan sonra zaman almaktadır.

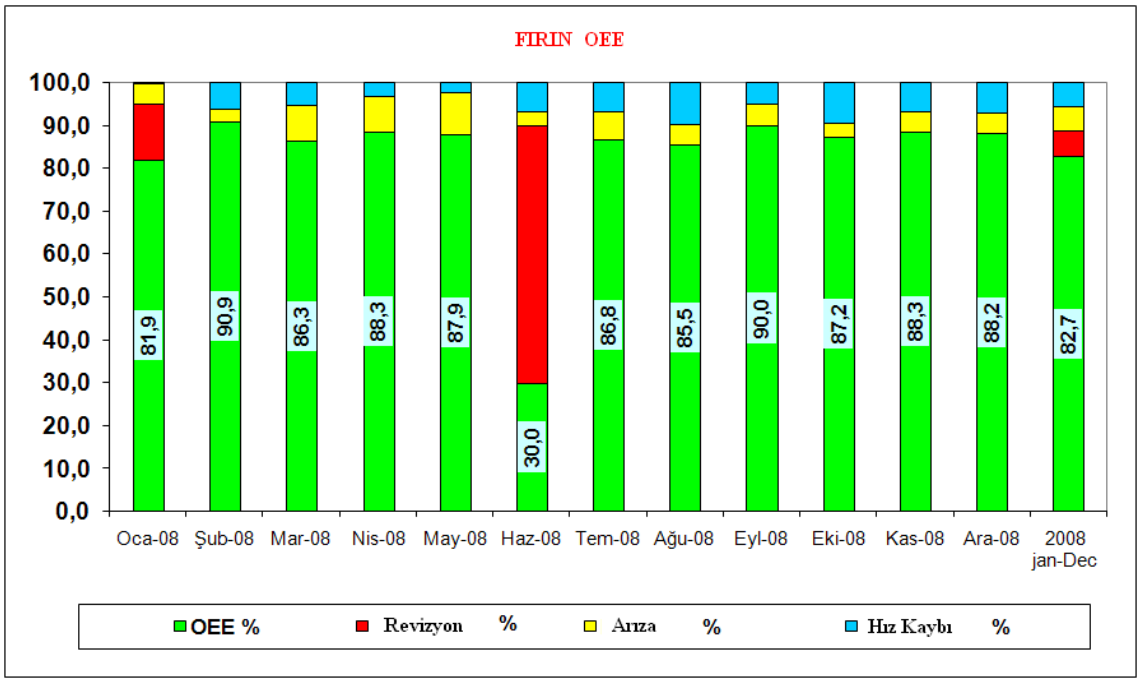
Hız Kaybı: Değişik nedenlerden dolayı makinenin tanımlanmış hızından daha düşük hızda kullanılması ile ortaya çıkar. Ekipmanlar mutlaka standart hızlarında kullanmalıdır. Bundan dolayı üstte ki şekilde hız kaybının rahatlıkla görülebilmesi için maksimum tonaj belirtilmiştir. [Unilever, 2002]

Fabrikada OEE uygulamalarından bir örnek aşağıda gösterilmiştir.

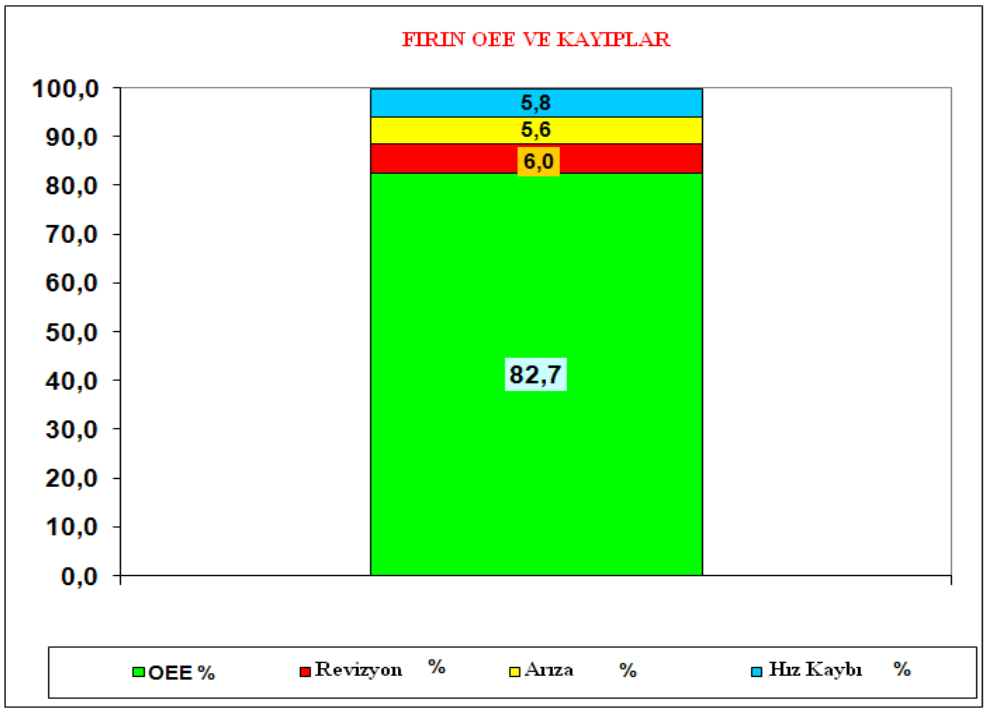
Tablo 3.3: OEE tablosu



	Oca-08	Şub-08	Mar-08	Nis-08	May-08	Haz-08	Tem-08	Ağu-08	Eyl-08	Eki-08	Kas-08	Ara-08	2008 Ock- Ara
üretilen tonaj	25.400	25.800	26.500	26.500	26.300	9.000	26.500	27.000	27.000	27.000	26.500	26.500	300.000
Teorik kapasite ton/gün	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010
KAYIP SAATLERİ													
revizyon saatleri	96,00	0,00	0,00	0,00	0,00	432,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	528,00
arıza saatleri	36,00	20,10	62,20	60,00	72,40	24,00	48,00	36,00	35,00	24,00	36,00	36,00	489,70
TOPLAM Duruş saati	132,00	20,10	62,20	60,00	72,40	456,00	48,00	36,00	35,00	24,00	36,00	36,00	1017,70
Hız kayıpları saati	8,44	62,83	52,10	30,30	46,65	50,14	66,30	66,42	43,42	78,42	54,30	78,30	637,59
KAYIP TONAJLARI													
revizyon ton	4.040	0	0	0	0	18.180	0	0	0	0	0	0	22.220
arıza ton	1.515	846	2.618	2.525	3.047	1.010	2.020	1.515	1.473	1.010	1.515	1.515	20.608
TOPLAM DURUŞ ton	5.555	846	2.618	2.525	3.047	19.190	2.020	1.515	1.473	1.010	1.515	1.515	42.828
Hız Kayıpları ton	355	2.644	2.192	1.275	1.963	2.110	2.790	2.795	1.827	3.300	2.285	3.295	26.832
	Oca-08	Şub-08	Mar-08	Nis-08	May-08	Haz-08	Tem-08	Ağu-08	Eyl-08	Eki-08	Kas-08	Ara-08	2008 Ock- Ara
OEE %	**81,1**	**88,1**	**84,6**	**87,5**	**84,0**	**29,7**	**84,6**	**86,2**	**89,1**	**86,2**	**87,5**	**84,6**	**81,2**
Revizyon %	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
Arıza %	4,8	2,9	8,4	8,3	9,7	3,3	6,5	4,8	4,9	3,2	5,0	4,8	5,6
Hız Kaybı %	1,1	9,0	7,0	4,2	6,3	7,0	8,9	8,9	6,0	10,5	7,5	10,5	7,3



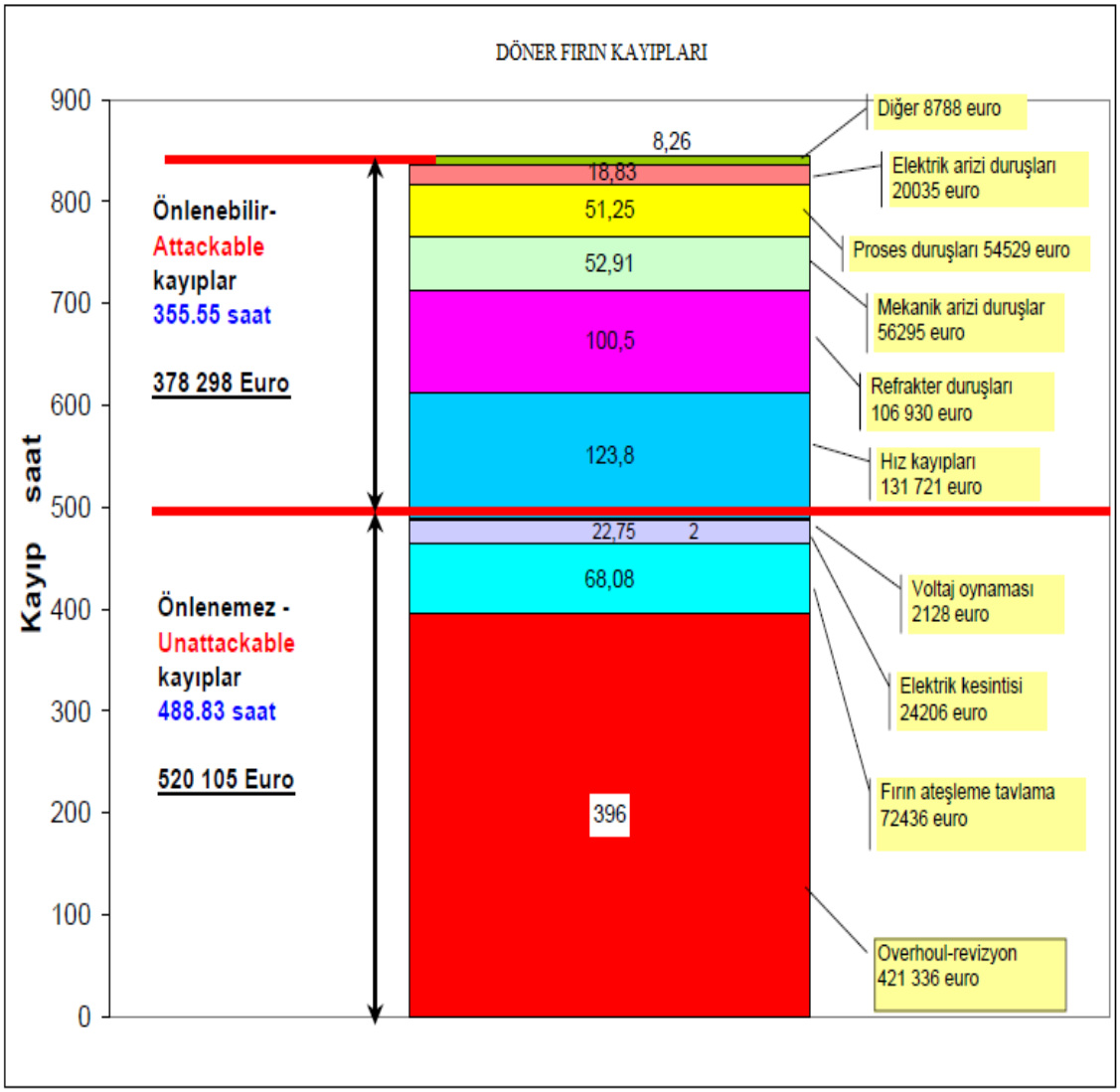
Şekil 3.21: Döner Fırın OEE ve Kayıplar



Şekil 3.22: OEE ve Kayıplar

Tabloda üretim miktarları, duruşlar, duruşlara bağlı tonaj kayıpları, hız kayıpları ve OEE aylar bazında görülmektedir. Aynı tablo günlük üretim ve OEE görülmek istendiğinde de kullanılabilir. Ayrıca bütçe çalışmalarında ve bakımın ve üretim birimlerinin hedef koymalarında bu veriler ışık tutmaktadır. Amaç hep iyiye yönelmek olduğundan gelecek yıllarda daha fazla üretim, daha az duruş ve hız kayıpları hedeflenmektedir.

Bu tablolar dışında bir de bu veriler ışığında parasal olarak kayıplar da gösterilebilir.



Şekil 3.23: Döner Fırın kayıpları

Tablo 3.4: Duruş süre ve maliyetleri

LAMELLİ BANT KAPLİN SIYIRDI		
DURUŞ SÜRESİ SAAT	:	5,66
TOPLAM DURUŞTAKİ PAYI %	:	0,8%
DURUŞUN MALİYETİ (FACTORY MODEL E GÖRE) EURO	:	6.152
2. AYAK SOL GALE MİLİ KESTİ		
DURUŞ SÜRESİ SAAT	:	23,75
TOPLAM DURUŞTAKİ PAYI %	:	3,3%
DURUŞUN MALİYETİ (FACTORY MODEL E GÖRE) EURO	:	25.816
28. MT TUĞLA BAKIMI		
DURUŞ SÜRESİ SAAT	:	53,33
TOPLAM DURUŞTAKİ PAYI %	:	7,4%
DURUŞUN MALİYETİ (FACTORY MODEL E GÖRE) EURO	:	57.970

Şekil 3.22'de görüldüğü gibi kayıplar önlenebilir yada önlenemez kayıplar olarak sınıflandırılmış ve maliyetleri çıkarılmıştır. Bu veriler ışığında iyileştirme çalışmalarına yön verilmektedir. Kayıpların önüne geçerek verimlilik hedeflenmektedir.

4. SONUÇ

İçinde insan, makine, malzeme ve metot gibi birçok değişkeni barındıran TPM, günümüzde işletmelerin, sürekli değişen ve gelişen rekabet ortamlarında verimliliği arttırmak, maliyeti düşürmek adına uyguladığı yöntemlerden biri olmuştur. TPM, üretimi bizzat gerçekleştiren operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanları organize eden, bütün üretim operasyonlarını destekleyebilecek, işletme çapında bir makine ve ekipman bakım yönetim sistemidir.

Bakım maliyetlerinin azaltılması, kronik kayıpların ortadan kaldırılması ve otonom bakım faaliyetleri gibi TPM'in üç ana unsuru vardır. Bu amaçlar doğrultusunda Toplam Verimli Bakım çalışmasının işletmeye sağladığı faydalar aşağıdaki gibi olacaktır.

- Ekipman kayıpları incelenerek, ekipmanlardaki problemlerin kök nedenleri bulunur. Düzeltme faaliyetleri uygulanır.
- Otonom Bakım faaliyetleri sayesinde maliyetlerde ve duruş sürelerinde azalma sağlanır. Aynı zamanda arıza tekrarının da önüne geçilir.
- 5S uygulanarak ortamın sürekli temiz tutulması sağlanır.

Bu çalışmada bir Çimento İşletmesinde, işletmenin sahip olduğu varlıkların verimli kullanmalarını sağlamak zorunda olduğu yaklaşımından yola çıkarak, TPM merkezli yapılan çalışmalar ve TPM'in temel faaliyetleri incelenmiştir.

TPM sisteminin diğer sektörlerde olduğu gibi çimento sektöründe de uygulanabilirliğinin mümkün olduğu gözlenmiştir. Yapılan performans çalışmalarıyla TPM merkezli faaliyetlerle; kayıpların, arızaların ve hataların azaldığı bu sayede verimliliğin arttığı tespit edilmiştir. Planlı bir organizasyon ve sistemli çalışma grupları sayesinde TPM uygulamalarının başarılı olmaması için hiçbir sebep yoktur. Bu noktada üst yönetimin desteği ve tüm çalışanların katılımı önemlidir.

TPM merkezli çalışmalar ile birlikte son yıllar içersinde işletmede önemli değişiklikler gözlenmiştir. Farin değirmeni, çimento değirmeni gibi üretim bölümleri bazındaki takip sistemi, daha detaylı olarak ekipmanların takip edilmesi şekline dönüşmüş ve ekipman performans takibi yapılmaya başlanmıştır. Temizlik, bakım ve özellikle yağlama işlemi sistematik bir hal almıştır. Çalışma alanları daha düzenli hale getirilmiştir. Performans arttırıcı iyileşmeler ve buna bağlı kapasite artışları olmuştur. Ambar bölümü daha düzenli hale gelmiş stok seviyelerinde azalma görülmüştür. KB, ambar ve muhasebe arasında malzeme akışına bağlı bir ilişki kurulmuştur.

İş güvenliği ve çevre işletme için daha önemli hale gelmiş ve bu yönde eğitimler verilmeye başlanmıştır. İşçi sağlığı yönünden risk oluşturan yerler işaretlenmiş, tehlikeli yerler için önlemler alınmıştır. Toz kaynakları elimine edilmiştir. Yapılan iyileştirme çalışmaları devam etmektedir.

Uygulamaya geçmek isteyen işletmelerin, önce tespit edilen pilot uygulamalarla sistemi test edip avantajlarını görmelidirler. Pilot uygulamalarla elde edilecek deneyimler sonrasında, TPM anlayışını ve uygulamalarını belirli bir plan dâhilinde tüm süreçlere yaymalıdırlar.

5. KAYNAKLAR

Ateş S., (2006), "Kalite Geliştirme Sürecinde Toplam Verimli Bakım'ın Önemi Lastik Sektörü Uygulaması" Yüksek lisans Tezi.

Bamber C. J., Sharp J. M., Hides M. T., (1999), "Factors Affecting Successful Implementation of Total Productive Maintenance-A UK Manufacturing Case Study Perspective", Journal of Quality in Maintenance Engineering, 5, 3, 162 - 181.

Blanchard B. S., (1997), "An Enhanced Approach for Implementing Total Productive Maintenance inThe Manufacturing Environment", Journal of Quality in Maintenance Engineering, 3, 2, 69 - 80.

Chan F. T. S., Lau H. C. W., Ip R. W. L., Chan H. K., Kong S., (2005), " Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study", International Journal of Production Economics, 71 - 94.

Chand G., Shirvani B., (2000), "Implementation of TPM in Cellular Manufacture", Journal of Materials Processing Technology, 149 - 154.

Cua O. K., McKone K. E., Schroeder R. G., (2001), "Relationships Between Implementation of TQM, JIT and TPM and Manufacturing Performance", Journal of Operations Managment, 675 - 694.

Çayır E., (2007), "5S Temizlik ve Düzen Sistemi", III. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 369 - 376.

Denli B. H., Zeren Y., (2007), "Kestirimci Bakım", III. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 9 - 24.

Elveli S., Özcan G., Şipal A., (2005), " Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliğinin Belirlenmesinde Yaşanan Güçlükler", V. Endüstri ve İşletme Mühendisliği Kurultayı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: E/2005/401.

Eti M. C., Ogaji S. O. T., Probert S. D., (2004), " Implementing Total Productive Maintenance in Nigerian Manufacturing Industries", Applied Energy, 389 - 390.

Eti M. C., Ogaji S. O. T., Probert S. D., (2006), " Reducing The Cost of Preventive Maintenance (PM) Through Adopting A Proactive Reliability - focused Culture", Applied Energy, 1235 - 1248.

Giyici A., (2007), " ASSAN-Alüminyum Değişimdeki Mükemmellik", 8. Mükemmelliği Arayış Sempozyumu, İzmir.

Gosavi A., (2006), " A Risk-Sensitive Approach to Total Productive Maintenance", Automatica, 1321 - 1330.

Güven K., (2006), "Periyodik Bakım Yapan Bir Tekstil İşletmesinde Bilgisayar Destekli Toplam Verimli Bakıma Geçiş ve Kaliteye Etkisi", Yüksek Lisans Tezi.

Ireland F., Dale B.G., (2001), "A Study of Total Productivite Maintenance Implementation", Journal of Quality in Maintenance Engineering, 183 - 191.

İmai M., (2003), "Kaizen"

Kocaalan B., (2007), "Bilinçli Tasarım ile Bakım Sorunları Azaltılabilir", III. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 2 - 8.

Kodali R., Chandra S., (2001), "Analytical Hierarchy Process for Justification of Total Productive Maintenance", Production Planing & Control, 695 - 705.

McAdam R., Duffner A. M., (1996), "Implementation of Total Productive Maintenance in Support of An Established Total Quality Programme", Total Quality Management, 7, 6, 613 - 630.

McKone E. K., Schroeder R. G., Cua K. O., (2001), " The Impact of Total Productive Maintenance Practices on Manufacturing Performance", Journal of Operations Managment, 39 - 58.

Miyake D. I., Enkawa T., (1999), "Matching The Promotionof Total Quality Control And Total Productive Maintenance: An Emerging Pattern For The Nurturing of Well-Balanced Manufacturers" Total Quality Managment,10, 2, 243-269.

Miyake D. I., Enkawa T., Fleury A. C. C., (1995), "Improving Manufacturing Systems Performance By Complementary Application of Just -In - Time, Total Quality Control and Total Productive Maintenance Paradigms", Total Quality Management, 6, 4, 345 - 363.

Park K. S., Han S. W., (2001), " TPM - Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation", Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 321 - 338.

Patra N. K., Tripathy J. K., Choudhary B. K., (2005), " Implementing The Office Total Productivite Maintenance-Office TPM-Program: A Library Case Study", Library Review, 415 - 424.

Pinjala S. K., Pintelon L., Vereecke A., (2006), " An Empirical Investigation on The Relationship Between Business and Maintenance Stretegies", International Journal of Production Economics", 214 - 229.

Rodrigues M., Hatakeyama R., (2006), " Analysis of The Fall of TPM in Companies", Journal of Meterials Processing Technology, 276 - 279.

Saraç M. İ., Tekin O., Doğanay E., ve Elveli S., (2007), " Toplam Ekipman Etkinliğinin Kütahya İlinde Bir Porselen Üretim İşletmesinde Uygulanması", Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiri Cd'si.

Sun H., Yam R., Wai-Keung N., (2003), " The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance (TPM)-An Action Case Study in a Hong Kong Manufacturing Company", International Journal of Advance Manufacturing Technology, 224 - 228.

Swanson L., (2001), " Linking Maintenance Strategies to Performance", International Journal of Production Economics, 232 - 244.

Şimşirel B., Çetin O., (2007), "TPM'de Kayıp Yaklaşımı", III. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 225 - 230.

Tiryakioğlu U., Utaş T., Savaş H., (2007), "Toplam Verimli Yönetim TPM", İstanbul Sanayi Odası.

Tsang A. H. C., Chan P. K., (2000), "TPM Implementation in China: A Case Study", International Journal of Quality and Reliability Managment, 144 - 157.

Vanderwall R. W. E., Lynn D., (2002), " TPM in South African Pulp and Paper Company: A Case Study", The TQM Magazine, 359 - 366.
.

Waeyenbergh G., Pinelton L., (2004), " Maintenance Concept Development: ACAse Study", International Journal of Production Economics, 395 - 405.

Wang F. K., Lee W., (2001), " Learning Curve Analysis in Total Productive Maintenance", Omega, 491 - 499.

Yanmaz M., Çayır E., (2005), "İşletme Etkinliğinin (OEE) Ölçülmesi", II. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 61 - 74.

Yenen V. Z., Görener A., (2007), "İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler ve Verimliliğe Katkıları", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Sayı:11.

Zafer N., Türkeş E., Kasap M., (2003), "Bakım Mühendisliği ve Yeni Teknikleri", I. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi, 325 - 330.

Unilever Sanayi ve Türk Ticaret A.Ş., TPM Eğitim Notları, (2002).

[1] www.tpmakademi.com, (21.05.2009).

[2] www.tpmdanismanlik.com, (11.06.2009).

6. ÖZGEÇMİŞ

1976 Yılında Kars ‘da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kars’da tamamladı. 2000 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında askerlik görevini tamamladı. 2004 yılında Çimento sektöründe çalışmaya başladı. Halen aynı sektörde Makine Mühendisi olarak görev yapmaktadır.