

TC  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI  
İŞLETME YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞLETMELERDE TOPLAM ÜRETKEN BAKIM  
UYGULAMALARIYLA VERİMLİLİĞİN  
ARTIRILMASI VE SEKTÖREL BİR UYGULAMA

BARIŞ KÖKSAL  
04713011

TEZ DANIŞMANI  
Yrd. Doç. Dr. HAYRİ BARAÇLI

İSTANBUL  
2009

TC  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANA BİLİM DALI  
İŞLETME YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞLETMELERDE TOPLAM ÜRETKEN BAKIM  
UYGULAMALARIYLA VERİMLİLİĞİN  
ARTIRILMASI VE SEKTÖREL BİR UYGULAMA

BARIŞ KÖKSAL  
04713011

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 09.02.2009  
Tezin Savunulduğu Tarih: 24.02.2009

Tez Oy birliği ile başarılı bulunmuştur.

	Ünvan Ad Soyad	İmza
Tez Danışmanı:	Yrd. Doç. Dr. Hayri Baraçlı	
Jüri Üyeleri:	Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat Güneri	
	Öğr. Gör. Dr. Ceren Erdin Gündoğdu	

İSTANBUL  
Şubat 2009

## ÖZ

### İŞLETMELERDE TOPLAM ÜRETKEN BAKIM UYGULAMALARIYLA VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASI VE SEKTÖREL BİR UYGULAMA

**Barış Köksal**

**Ocak, 2009**

Bu çalışmada, ilk olarak yalın üretim sisteminin tarihçesinden ve temel unsurlarından bahsedilmiştir. Yalın üretim sistemlerinden toplam üretken bakımın nasıl ortaya çıktığı ve kapsamı incelenmiştir. Toplam Üretken Bakım çalışmalarının verimliliğinin ölçülebilmesi için bir maliyet analizi modeli geliştirilmiş ve elde edilen model farklı firmalara uygulanmıştır. Modelleme yapılırken, 6 büyük kayıpta (arızalar ve plansız üretim duruşları, kurma ve ayar kayıpları, boшта kalma ve küçük duruşlar, düşük hızda çalışma, başlangıç kayıpları, kalite hataları) yapılan iyileştirmelerin yanı sıra, Toplam Üretken Bakım için yapılan harcamalar da dikkate alınmıştır. Oluşturulan model farklı işletmelerdeki farklı makinelere uygulanmış ve sonucunda toplam üretken bakım çalışmalarının 6 büyük kayıptan dolayı oluşan maliyetlerin azaltılmasında etkin bir rol oynadığı görülmüştür. Ancak 6 büyük kayıptan dolayı oluşan maliyetlerin belirli bir seviyeye indirilmesinden sonraki toplam üretken bakım yatırımlarının aynı derecede verimlilik göstermediği de yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur. Yapılan analizlerden çıkan sonuçlar incelendiğinde, 6 büyük kayıp belirli bir seviyeye çekildikten sonra toplam üretken bakım çalışmalarına ayrılan bütçede artış yapılırken elde edilecek getirilerin dikkatli bir şekilde analiz edilmesi gerektiği görülmektedir. Ayrıca otomotiv sektöründen bir firmada ki Toplam Üretken Bakım faaliyetleri yerinde incelenmiş ve firmada Toplam Üretken Bakım'ın nasıl algılandığı, yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toplam Üretken Bakım, Yalın Üretim, Maliyet Analizi, 6 Büyük Kayıp.

## **ABSTRACT**

### **INCREASING EFFICIENCY IN BUSINESS ENTERPRISES WITH TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE APPLICATIONS AND AN INDUSTRIAL APPLICATION**

**Barış Köksal**

**January, 2009**

In this study, firstly history and basic elements of lean production are mentioned. Total productive maintenance's history and scope, which is one of the lean manufacturing systems, is analysed. To calculate efficiency of total productive maintenance studies, a cost-analysis model is developed and applied to different companies. While the model was being developed, not only 6 big loses (unexpected breakdowns, setup and adjustment loses, idling and minor stoppages, reduced speed, process defects, scrap and rework) but also expenses for total productive maintenance studies are included. After the applications of model in different machines, it has obviously seen that, total productive maintenance has played an effective role in decreasing the cost of 6 big loses. However, after the catching a certain level of cost reduction of 6 big loses, investment for total productive maintenance does not give same efficiency. When the results of analysis are investigated, it has seen that after taking down the six big loses' cost to certain level, total productive maintenance budget increase must be done with analysing the revenue. In addition, total productive maintenance activities of a company from automobile industry are investigated and tpm studies and results are analysed.

**Key Words:** Total Productive Maintenance, Lean Manufacturing, Cost-Analysis, 6 Big Loses.

## ÖNSÖZ

Günümüzde küreselleşmenin etkisiyle firmaların rekabetçi piyasa koşullarında hayatta kalması iyice zorlaşmıştır. Müşterilerin bilinçlenmesi ve farklı seçenekler içinden fiyat-kalite oranına göre seçim yapabilmesi, firmaların hem kalite açısından rekabetçi olmalarını hem de kaliteyi sağlarken fiyatı da makul düzeyde tutmalarını gerektirmektedir. Firmaların belirtilen hedeflere ulaşabilmeleri için tüm dünyada kabul görmüş yönetim ve bakım metodolojilerini kendi süreçlerine uygulamaları kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu çalışmada Yalın Üretim Sistemi'ni oluşturan temel yöntemlerden Toplam Üretken Bakım incelenmiş ve verimlilikte sağladığı kazanımlar ortaya konmuştur.

Beni bu konuda çalışmaya sevk eden, bilgisi ve engin tecrübeleriyle bana yol gösteren kıymetli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hayri BARAÇLI'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım sırasında, manevi destekleri ile daima yanımda olan sevgili eşim Sezen KÖKSAL'a, aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İstanbul; Ocak, 2009

Barış Köksal

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGE LİSTESİ .....	x
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. YALIN ÜRETİM .....</b>	<b>3</b>
2.1. Yalın Üretim Nedir? .....	3
2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi.....	4
2.3. Yalın Üretime Ulaşmak İçin Kullanılan Yöntemler.....	6
2.3.1. Kanban Sistemi.....	6
2.3.2. Tek parça Akışı .....	9
2.3.3. Senkronizasyon .....	9
2.3.4. İş Rotasyonu.....	10
2.3.5. Sıfır Hata İle Üretim .....	11
2.3.6. Bir Dakikada kalıp Değişirme.....	11
2.3.7. Sürekli İyileştirme (Kaizen).....	12
2.3.8. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzgünleştirme .....	13
<b>3. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM .....</b>	<b>15</b>
3.1. Bakım.....	15
3.2. Toplam Üretken Bakım Nedir? .....	16
3.3. Toplam Üretken Bakımın Tarihsel Gelişimi.....	19
3.4. Toplam Üretken Bakımın Uygulanma Amaçları .....	20
<b>4. TOPLAM ÜRETKEN BAKIMIN TEMEL FAALİYETLERİ....</b>	<b>23</b>
4.1. Ekipman Yönetimi.....	24
4.2. Planlı Bakım.....	26
4.3. Kestirimci Bakım .....	29
4.4. Otonom Bakım .....	31
4.4.1. Operatörlerin Eğitimi .....	36
4.4.2. Otonom Bakımda Üretim Ve Bakım Grubunun Rolü .....	37
4.4.3. Otonom Bakım Programının 7 Adımı .....	38
4.4.3.1. Başlangıç Temizliği.....	38
4.4.3.2. Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler.....	40
4.4.3.3. Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi.....	41
4.4.3.4. Genel Kontroller.....	42

4.4.3.5. Otonom Kontrol .....	43
4.4.3.6. Standardizasyon .....	43
4.4.3.7. Otonom Yönetim.....	44
<b>5. BAKIM OPTİMİZASYON ÇALIŞMALARI VE MALİYET ANALİZİ</b>	<b>45</b>
5.1. Toplam üretken Bakımın Etkinliğinin Tespiti İçin Maliyet Analizi Modellemesi .....	46
<b>6. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM VE OTOMOTİV SANAYİSİNDE BİR UYGULAMA</b> .....	<b>55</b>
6.1. Ford Motor ve Türkiye’de Üretim.....	55
6.2. Ford Üretim Sistemi .....	56
6.2.1. Ford Üretim Sisteminin Temel Unsurları .....	58
6.2.1.1. Görsel Fabrika.....	59
6.2.1.2. Hata Önleme .....	60
6.2.1.3. Kalite Proses Sistemi.....	60
6.2.1.4. Hızlı Ekipman Değişimi .....	61
6.2.1.5. FÜS Göstergeleri.....	61
6.3. Ford Toplam Üretken Bakım Sistemi .....	61
6.3.1. FTÜB’da 7 Büyük Kayıp.....	62
6.3.2. FTÜB’ın 7 Adımı.....	65
6.3.3. FTÜB Çalışma Grupları .....	65
6.3.4. FTÜB Şampiyonu .....	66
6.3.5. FTÜB Koordinatörü .....	66
6.3.6. Fabrika FTÜB Komitesi .....	66
6.3.7. Alan FÜS Komiteleri.....	66
6.3.8. Toplam Üretken Bakım Panoları .....	67
6.3.9. Ofislerde Toplam Üretken Bakım.....	68
6.4. Ford Bakım Organizasyonu .....	69
6.5. Bakım Sınıflandırması.....	70
6.6. Otonom Bakım.....	72
6.7. Bakım Değerlendirme Yöntemleri.....	75
6.7.1. Ekipman Etkinlik Oranı (EEO).....	75
6.8. FTÜB Çalışmaları .....	77
6.8.1. Enerji maliyetleri.....	77
6.8.2. Örnek Çalışma Grubu Aktivitesi.....	78
6.9. Düzeltici Faliyet Sistemi .....	79
6.10. Bakım Gözden Geçirme Toplantıları .....	80
6.11. Veri Toplanması.....	80
<b>7. SONUÇ</b> .....	<b>82</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>84</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>86</b>
Ek 1. Arıza Bakım İş Akış Diyagramı .....	86
Ek 2. Periyodik Bakım İş Akış Diyagramı .....	89
Ek 3. Kestirimci Bakım İş Akış Diyagramı.....	91
Ek 4. FRACAS İş Akış Diyagramı .....	92
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>95</b>

## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 1:</b> Kaizen Şemsiyesi .....	13
<b>Tablo 2:</b> Temizliğin Etkileri .....	39



## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1:	Yalın Üretim ..... 4
Şekil 2:	Kanban Sistemi (Çekme ve Üretim Kanbanı) ..... 7
Şekil 3:	TÜB Kayıp-Maliyet İlişkisi ..... 18
Şekil 4:	Şirket Hedefleri-TÜB İlişkisi..... 21
Şekil 5:	Parça Öncelikli Model ..... 28
Şekil 6:	Ekipman Öncelikli Model ..... 28
Şekil 7:	Gereksiz Parçaların Tanımlanmasında Kullanılan Kırmızı Etiket ..... 34
Şekil 8:	5S Çalışma Alanının Düzenlenmesi ..... 35
Şekil 9:	TÜB Harcamaları-6 Büyük Kayıp İlişkisi..... 48
Şekil 10:	TÜB Uygulanan Makinenin Yıllık Giderleri ..... 50
Şekil 11:	TÜB Çalışmaları ve 6 Büyük Kaybın Neden Olduğu Toplam Maliyet ..... 51
Şekil 12:	TÜB Uygulanan Makinenin Yıllık Giderleri ..... 53
Şekil 13:	TÜB Çalışmaları ve 6 Büyük Kaybın Neden Olduğu Toplam Maliyet ..... 54
Şekil 14:	Ford Üretim Sistemi ..... 58
Şekil 15:	FÜS Temel Unsurları ..... 58
Şekil 16:	Görsel Fabrika..... 59
Şekil 17:	Ford Otosan'da Görsel Uyarılar..... 60
Şekil 18:	5S Faaliyetleri ..... 60
Şekil 19:	FTÜB'in 5 Temel Ögesi..... 62
Şekil 20:	Problem Tespit-Takip Rapor Panosu ..... 63
Şekil 21:	Faaliyet Panosu ..... 67
Şekil 22:	FTÜB İş Akış Diyagramı ..... 68
Şekil 23:	Dağınık ve Yalın Ofise Uygun Birer Çalışma Masası ..... 69
Şekil 24:	Bakım-Ekipman Güvenilirliği İlişkisi..... 71
Şekil 25:	Kestirimci ve Düzeltici Bakım-Ekipman Çalışma İlişkisi .. 72
Şekil 26:	7 Adım Yaklaşımı ile Ekipman, İnsan ve Proses Değişimi 74
Şekil 27:	Kocaeli Fabrikası Yıllık Enerji Maliyeti (Euro/Araç) ..... 77
Şekil 28:	İstenmeyen Su Çıkışı ve Oluşan Paslanma ..... 78
Şekil 29:	Su Deşarj Tankı ..... 79
Şekil 30:	Aylık Hat Duruşları..... 80
Şekil 31:	Kazalardan Kaynaklanan Kayıp Saat..... 81

## SİMGE LİSTESİ

$M_d$	Duruş Maliyeti
$M_{d-bir}$	Birim Duruş Maliyeti
$M_p$	Performans Maliyeti
$M_{p-bir}$	Birim Performans Maliyeti
$M_k$	Kalite Maliyeti
$M_{k-bir}$	Birim Kalite Maliyeti
$M_{TUB}$	Toplam Üretken Bakım için Ayrılan Bütçe
$t_d$	Belirtilen Periyottaki Toplam Duruş Süresi
$t_p$	Belirtilen Periyottaki Boşta Kalma, Küçük Duruşlar ve Düşük Hızda Çalışma
	Nedeniyle Katlanılan Kayıp Süre
$n_k$	Hatalı Parça Sayısı
$f_{maks}$	Amaç Fonksiyonu

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, Toplam Kalite Yönetimi, Toplam Üretken Bakım gibi çalışanların tümünü içine alan ve herkese belirli oranlarda sorumluluk getiren metodolojilerin uygulanması firmaların artan rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için büyük önem taşımaktadır.

Küreselleşme ile birlikte tek pazar olgusunun yavaş yavaş dünyada yerleşmesiyle firmalar sadece kendi ülkelerindeki değil farklı ülkelerdeki aynı sektörde faaliyet gösteren firmalarla da rekabet etmektedirler. Rekabette maliyet avantajı elde etmek artık çok daha önemli bir hale gelmiştir.

Toplam üretken bakım, 1950'li yıllardan itibaren bakım anlayışında yaşanan gelişmeler sonucunda 1971 yılı başlarında dünyaya tanıtılmıştır. İlk olarak Nipson Denco firmasında uygulanmaya başlanmıştır. Toplam üretken bakım firmalara, proseslerini ve ekipmanlarını iyileştirme ve sürdürülebilirliklerini koruma imkânı sunmaktadır.

Ülkemizde de birçok firma ekipmanların ve makinelerin sürdürülebilirliklerini korumak ve 6 büyük kaybın maliyetlerini minimize etmek amacıyla toplam üretken bakım faaliyetlerini uygulamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; toplam üretken bakım çalışmalarıyla işletmelerde görülen verimlilik artışının ortaya konulması ve oluşturulan maliyet analiz yöntemi ile yapılan toplam üretken bakım çalışmalarının değerlendirilmesidir. Ayrıca otomotiv sektöründe yapılan çalışma ile toplam üretken bakımın otomotiv sektöründe nasıl yorumlandığı ve uygulandığı incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, yalın üretim sisteminin nasıl ortaya çıktığı incelenmiş ve yalın üretime ulaşmak için uygulanan başlıca yöntemlerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, toplam üretken bakımın ne olduğu ve nasıl bir gelişim gösterdiğinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, toplam üretken bakımın temel faaliyetleri incelenmiştir.

Beşinci bölümde, toplam üretken bakımın etkinliğinin tespiti için maliyet analizi modeli oluşturulmuş ve değişik firmalarda ki değişik makinelerden elde edilen veriler oluşturulan modele oturtularak toplam üretken bakım çalışmalarının etkinliği değerlendirilmiştir.

Son bölümde ise, Ford Otosan'da yapılan toplam üretken bakım çalışmalarının içeriği ve nasıl uygulandığı incelenmiştir.

## 2. YALIN ÜRETİM

### 2.1. Yalın Üretim Nedir?

Yalın üretim; müşterinin siparişi ile ürünün sevkiyatı arasındaki zaman aralığını minimize etmeyi amaçlayan bir üretim felsefesidir. Başka bir ifade ile yalın üretim, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan, hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire ve müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirgenmesinin amaçlandığı üretim sistemidir.

Yalın üretimi altı başarı faktörü karakterize etmektedir. Bunlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle entegrasyon, eş zamanlı mühendislik ve tüketici oryantasyonudur. Bu faktörlerden ekip çalışması, proje yöneticisi ve tedarikçilerle entegrasyon, yalın üretim kavramını daha az rekabetçi olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir.

Yalın üretimin kökeninde, kalitenin anlamını ve sistemini değiştiren Toplam Kalite Yönetimi bulunmaktadır. Kalitenin; Kalite Kontrol veya Kalite Güvence gibi tek bir bölümün sorumluluğu olmadığını, mal ve hizmetler üretilirken adım adım elde edildiğini benimseyen bu sistem, yalın üretimin köşe taşlarından birisidir. Çünkü yalın üretimde hedef; işi ilk seferde doğru yaparak kaliteli mallar üretmektir.

Yalın üretimin kalite anlayışı; müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerinin eksiksiz karşılanmasıdır. Yani yalın üretim, kalite anlayışına yeni boyutlar kazandırmıştır.

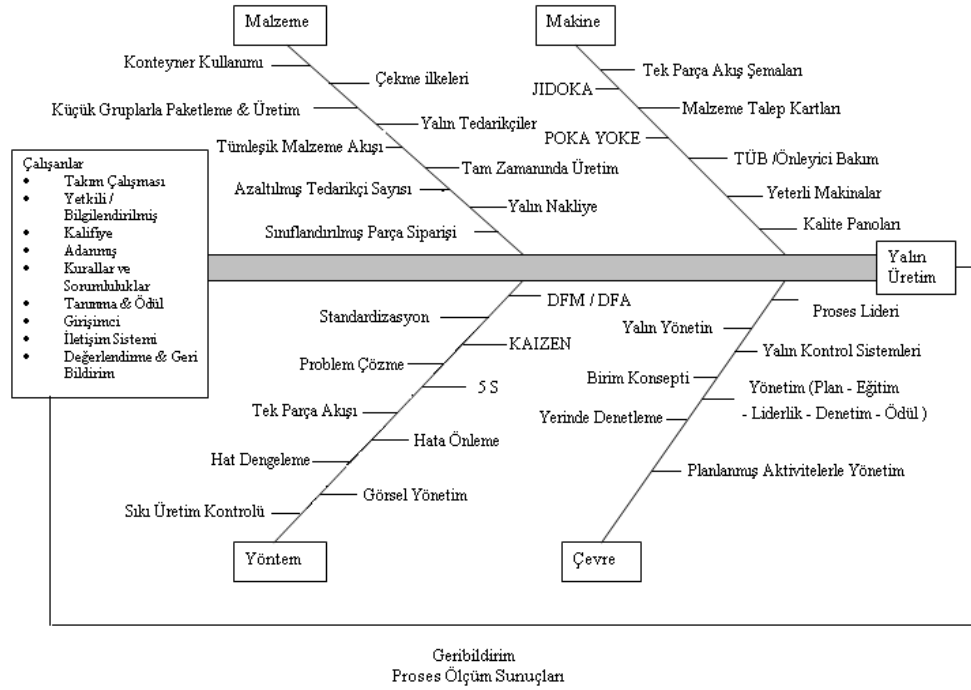
Yalın üretim, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden işçisine ve tedarikçisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak birleştirir. Üretimin her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalıştırılır ve yüksek derecede esnekliği olan, otomasyon düzeyi yüksek makineler kullanılır.

Sorumluluk firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine indirilerek çalışanların kendi çalışmalarını kontrol etme özgürlüğü sağlanır.

Yalın üretim, yüksek verimlilikle araç üretmede bir sıçrama adımı olmuştur. Japon otomotiv endüstrisi tarafından geliştirilen yalın üretim; emek-sanat bağımlı üretim ve seri üretimin avantajlarını kendi bünyesinde birleştirmektedir.

Yalın üretim de asıl amaç, sorumluluğu organizasyonun bütün kademelerine yaymaktır. Sorumluluğun artması, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların takım çalışması içerisinde verimli bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir (Töre, 2000).

Şekil 1'de Yalın Üretim'e ulaşmak için hazırlanan balık kılıçığı diyagramı görülmektedir.



**Şekil 1: Yalın Üretim**

Ford Üretim Sistemi Notları, [www.fps.ford.com](http://www.fps.ford.com).

## 2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

Bugün, "yalın üretim" olarak adlandırılan üretim ve yönetim sisteminin temel ilkeleri, ilk kez 1950'lerde Japon Toyota firması tarafından atılmıştır. Toyota, Ford'un yüzyılım başlarından itibaren öncülük ettiği "kitlesele üretim" sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar vermiş ve bu kararla yepyeni bir üretim

ve yönetim anlayışının ilk adımlarını atmıştır. Kitlesele üretimde görülen ne kadar fazla işçi, o kadar fazla üretim anlayışına karşı geliştirilmiştir.

Kitlesele üretimde mantalite; mevcut makineler ve çalışan sayısı ile ne kadar çok ürün elde edilebilirse maliyet o kadar düşecektir. Bu durumda daha fazla ve daha hızlı üretim yapılmalıdır. Yani mevcut kaynaklardan maksimum üretim hedeflenmekte ve aynı üründen büyük miktarlarda üretilmesi ile maliyetlerin minimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Toyota, kitlesele üretim sistemindeki eksiklik ve yanlışları, esneklikten yoksun olma, katı bir hiyerarşiye dayanma ve önemli miktarda israf içermesi olarak belirlemiştir.

Ancak kitlesele üretimle ilgili belirtilen problemler, 1950'ler Amerika'sında bir sorun yaratmamaktaydı. Amerika, 1950'lerde, farklılaşmamış ama geniş, yani kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceği, çoğunluğunu, elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu henüz doymamış bir pazardı.

Toyota'nın kitlesele üretim sistemine eleştirici bir gözle yaklaşmasının başlıca nedeni, Japonya'nın kendine özgü ekonomik koşullarıydı. Japon pazarı çok daha küçük bir pazardı. Kişi başına milli gelir oldukça düşüktü ve sermaye birikimi yetersizdi. Pazar küçük olmasına karşın, talepler çeşitlilik arz ediyordu. Sadece belirli bir tipteki araç taleplerin çoğunu alamamaktaydı. Aynı sektörde birbirine yakın birçok firma bulunuyordu. Bu da rekabetin artmasına neden oluyordu. 1950'ler Japonya'sında üreticilerin başlıca problemi, aynı anda, farklı tip araçları düşük sayıda üretip, düşük maliyette tutma gereksinimiydi. Üretim adetlerindeki sınırlılık ve sermaye birikiminin yetersiz oluşu nedeniyle, kısıtlı sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmaları gerekiyordu. Üstelik Japonya'da 1950'lerde getirilen yeni yasalarla, işçi sınıfı haklarını koruma adına önemli kazanımlar elde etmişti. Bundan dolayı da işçilerin, Amerika'da ki uygulamalarda görüldüğü gibi istenildiği zaman işten çıkarılabilecek bir değişken maliyet olarak görülmeleri de mümkün değildi.

Tüm bu koşullar, başta Toyota'nın öncülüğünde, bugün "yalın üretim" diye tanımlanan sistemin ortaya çıkması ve kısa sürede tüm Japon endüstrisine yayılması sonucunu doğurmuştur (Carrerir, 2005).

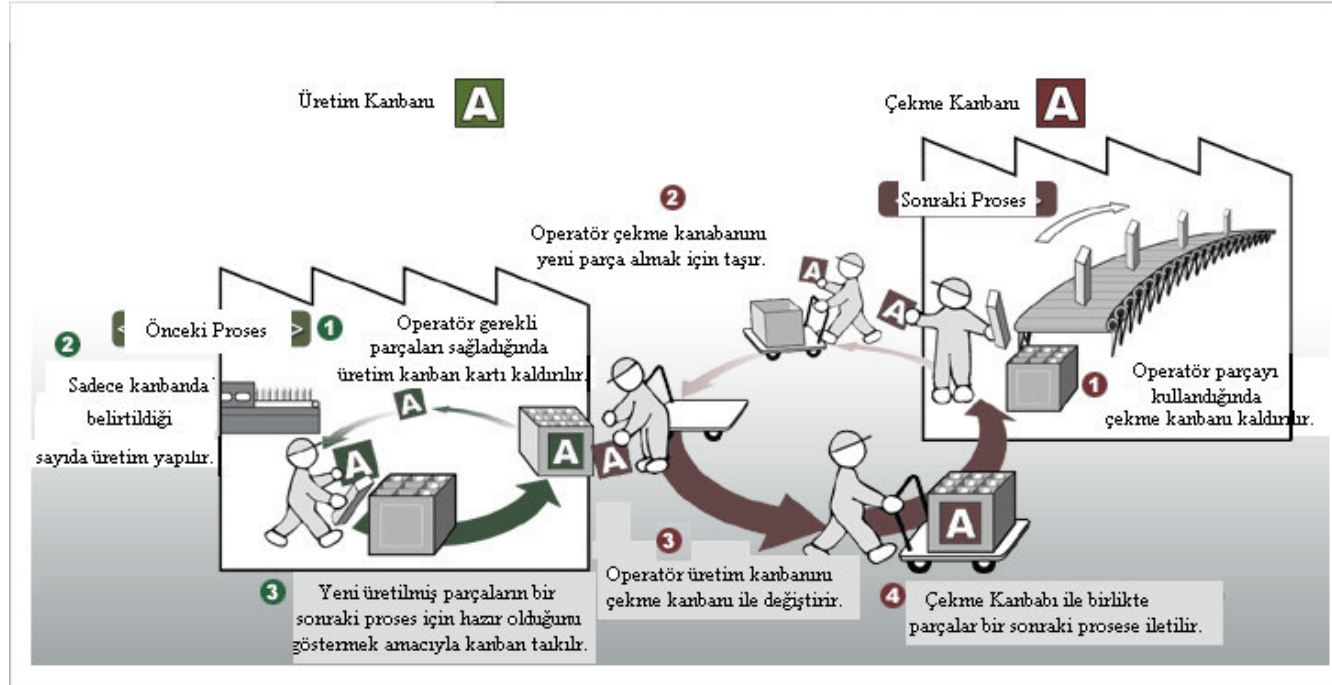
## **2.3. Yalın Üretime Ulaşmak İçin Kullanılan Yöntemler**

### **2.3.1. Kanban Sistemi**

Yalın üretimin temel ilkelerinden biri olan herşeyi gerektiği an ve gerektiği miktarda üretmek, sadece müşteri talebi sonucu, talebin belirlediği miktar ve çeşitlilikte üretmek anlamı taşımamaktadır. Aynı ilke bir fabrikanın kendi iç üretim akışı için de geçerlidir. Amaç, tüm üretim proseslerinde talep fazlası üretimi minimize ederek ara stokların en aza indirgenmesini sağlamaktır. Üretim hattında ki herhangi bir proses kendinden bir önceki prosesin müşterisi, bir sonraki prosesin ise üreticisidir. Üretim sahasında, iç müşterilerden gelen talep sonucu üretimin ihtiyaç oranında yapılması ile ara stok maliyetlerinin en aza indirgenmesi amaçlanır.

Geleneksel kitle üretim sisteminde üretim akışı en sondan başlayıp öne, montaj hattına doğru ilerler, yani bir önceki istasyon bir sonrakine işleyeceği parçaları gönderir. Kanban sistemi ile birlikte bu anlayış tersine çevrilmiş, hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretmemesi için, bir önceki prosesin neyi ne kadar üreteceğine bir sonraki aşamanın karar vermesi uygulamasına geçilmiştir. Yalın üretime bu açıdan baktığımızda, üretim akışını bütünüyle bir "çekme" sistemi olarak tanımlamak mümkündür. Aşağıdaki şekilde kanban sisteminin nasıl çalıştığı görülmektedir.





**Şekil 2: Kanban Sistemi (Çekme ve Üretim Kanbanı)**

Toyota Production System, [http://www.toyota.co.jp/en/vision/production\\_system](http://www.toyota.co.jp/en/vision/production_system).

Kanban sistemi aslında son derece rasyonel ve basittir. Şekil 2’de de görülebileceği gibi sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gerekecek miktarda parçayı çekmesine dayanır. Bir sonraki istasyonun ihtiyacı olan parçaları bir önceki istasyondan alması bir önceki istasyon için yeni üretime başla sinyalinin verir. Ayrıca yeni üretimin miktarını ve çeşidini de belirtir. Bir önceki aşamada, kanbanda belirtilen miktarda ve çeşitlikte parça üretilecektir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz. "Çekme" olayının başladığı yer son montaj hattıdır ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, ya da yan sanayiden ana sanayi fabrikasına çekilirler. Hatta çekme sisteminin müşteri talebiyle başladığı ifadesi de yanlış olmayacaktır. Gelen müşteri talebinin üretime iletilmesi ile son montaj hattından çekme süresi başlamış olmaktadır. Toyota sisteminde bu süreci senkronize etmek için hem fabrika içi işleyişte, hem de yan sanayilerle çalışmada, Japoncada "kanban" diye ifade edilen ve organizasyon içinde üretimle ilgili iletişim ağı kurmaya yarayan kartlardan yararlanır. Bu sistemde herhangi bir aşamada üretilecek/işleme geçecek her parçanın bir kanban kartı vardır. Aslında iki tür kanbandan yararlanılmaktadır. Bunlar "çekme kanbanı" ve "üretim kanbanı"dır. Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak atölyeler arasında ve fabrika ile yan sanayiler arasında ürün/parça çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretilen parça sayısı ve miktarını düzenler. Merkez bir bilgisayar programının güçlükle başa çıkacağı ve üstelik de gerekli esnekliğe adapte olamayacağı bu bilgi iletişimini kanban basit ve masrafsız bir şekilde sağlamaktadır.

Kanbanla çalışmak, binlerce parçanın üretimini kapsayan, karmaşık bir ürün söz konusu olduğunda son derece etkin ve esnek bir haberleşme sistemini kendiliğinden sağlamaktadır. Karışık yükleme, yani aynı hatta değişik modellerin birbiri ardına monte edilmesi durumunda, atölyeler arası akış kanbanla sağlandığı zaman, herhangi bir atölyenin ya da yan sanayinin hangi model için, hangi parçayı ne zaman üreteceğini önceden bilmesine gerek kalmamaktadır. Modellerin montaj sırasını bir tek son montaj hattı bilir ve bu sıra "çekme" ilkesine göre alt atölye ve yan sanayilere kanban kartlarıyla iletilir (Ohno, 1988).

### **2.3.2. Tek Parça Akışı**

Herhangi bir atölyedeki tüm makinelerin mamülün göreceği işlemlerin sırasına göre yerleştirilmeleri 'süreç bazlı yerleşim' ve bir parçanın bir önceki prosesde yer alan makineden bir sonraki prosese beklemeden geçmesi 'tek parça akışı' olarak adlandırılır.

İdeal olarak gerçekleştirilmek istenen, karışık yükleme, üretimde düzenlilik ve kanban kartlarıyla çekiş sistemine göre bir sonraki ürün grubuna monte edilecek tüm parçaların aynı anda ve kısa aralıklarla üretilmeleri, son montaj hattına ihtiyaç duydukları zamanda ulaşmalarıdır. Yani, tek tek her bir parçanın hiç beklemeden bir süreçten diğerine geçmesi ve yine aynı anlayışla hem atölye içi montaj hattına oradan da son montaj hattına ilerlemesidir. Tek parça akışı hem fabrika içinde hem de yan sanayilerde senkronize olarak gerçekleştirilmelidir.

### **2.3.3. Senkronizasyon**

Seri imalatta en önemli sorunlardan biri ard arda sıralanan makinelerin parça işleme süreleri arasındaki farklılıklardır. Bir makine dakika da 10 parça işleyebilirken beslediği makine 5 parça işleyebiliyorsa bu ara stok oluşmasına sebep olacaktır.

Yalın üretimde bu sorun, hattaki makineleri birbirine senkronize ederek, yani tüm makinelerin aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri sağlanarak çözülmüştür. Kapasitesi yüksek olan, yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden kısa olan makinelere, belli bir miktar parçayı işledikten sonra kendi kendini otomatikman durduran limit anahtarları yerleştirilmiştir. Yani makinenin birim parça işleme süresi bir önceki ve bir sonraki makine ile uyumlulaştırılmıştır. Yüksek kapasiteli makinelerin, düşük kapasiteli makinelere bu şekilde senkronize edilmelerine ya da makine kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılmasına ise, yalın üretimde "toplam iş denetimi" denilmektedir.

Toplam iş denetiminde, görüldüğü gibi bazı makineler tam kapasiteyle çalışmamaktadırlar. Ancak, parçaların hat ya da makine yanı stokta beklememelerinden elde edilecek kazanç, aslında makinelerin tam kapasite çalışmalarından elde edilecek kazançtan daha büyüktür. Yalın üretimde parçaların beklemesi, yani stoklu çalışma, olabilecek en büyük israf olarak tanımlanmıştır ve sistem neredeyse tümüyle bu israfın önlenmesi üzerine kuruludur.

Çoğu firmada, yalın üretimde gördüğümüz yaklaşımın tam tersi bir anlayış ve düzenleme uygulanır ve toplam iş denetimi tekniği ilk başta yadırganabilir. Gerçekten de çoğu kez, makineler arası yığılmaları önlemek için, belli bir hatta kapasitesi yüksek bir makine varsa, bu makineden bir sonraki prosesi gerçekleştiren makinelerin sayısını artırma yoluna gidilmektedir. Oysa yalın üretimde hâkim olan anlayış şudur. Eğer, kapasitesi düşük makinelerin verimi, o gün içinde gerçekleştirilmesi gereken ürün miktarının tutturulmasına yetiyorsa, o zaman, gereksiz ürün üretmektense, yüksek kapasiteli makineleri toplam iş denetimi tekniğiyle düşük kapasiteli makinelere adapte etmek daha doğrudur.

Yalın üretimde toplam iş denetiminin yanı sıra, makinelerden tam kapasite verim elde edilmesi için de çalışmalar yapılmaktadır. Düşük kapasiteli makinelerin kapasitelerini artırmak için geliştirmeler yapılmaktadır. Kullanılan makinelerin ana sanayi, yan sanayi fabrikalarının kendi içlerinde imal edilmeleri sağlanarak makine maliyetlerinin düşürülmesi öngörülmektedir. Gerçekten de, örneğin Toyota ve yan sanayilerinde kullanılan birçok makine dışarıdan tedarik edilmemiş, kendi bünyelerinde imal edilmiştir. Böylelikle, ihtiyaç duyulan makineler ihtiyacı karşılayacak şekilde tasarlanmakta, kapasiteleri de üretimde ki diğer makinelere bir yandan kapasiteleri birbirine yakın makineler tasarlanabilmekte, dolayısıyla senkronizasyonda toplam iş denetimi gerekliliği azalmakta; öte yandan da toplam iş denetimi uygulandığında, makine maliyetleri düşük olduğundan verim kaybı da önemini yitirmektedir.

Yalın üretimde, nasıl ki tek parça akışı anlayışı atölyelerin içindeki süreçle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanmışsa, senkronizasyon da sadece tek bir atölye içindeki süreç bazlı hatlarda değil, atölyeler arasında da uygulanmaktadır. Yani, değişik atölyelerin kapasiteleri birbirlerine yaklaştırılmakta, "aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme" ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir (Womack, Jones, 1996).

#### **2.3.4. İş Rotasyonu**

İşçinin bir yerden bir yere gitmesi, makinelerin çalışmasını kontrol etmesi ya da makine başında makinenin devrinin bitmesini beklemesi gibi ürüne hiçbir değer katmayan eylemler zaman kaybına ve israfa neden olmaktadır.

Makinelerin doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makineye parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri otomatize ederek, kazanılan zaman sayesinde her işçinin birden fazla makineyi çalıştırması Ohno'nun verimliliğini arttırmak için geliştirdiği sistemin mantığıdır.

İş rotasyonu ile, iş hatları ve Shojinko'nun (talepteki esnekliğe makine adetlerinde değişiklik yapmadan işçi sayısında yapılan düzenlemelerle üretimi uyumlu hale getirme) verimli kullanılması mümkün olmaktadır, iş rotasyonu sayesinde yüksek becerilere sahip olan işçiye herhangi bir makinenin sorumluluğu verildiğinde işçi başarılı olmaktadır.

### **2.3.5. Sıfır Hata ile Üretim**

Yalın üretime göre çalışıyor olsun ya da olmasın birçok firmanın gündeminin birinci maddesini genellikle kalite konusu oluşturur. Ancak, yalın üretimi benimsemiş firmalarla geleneksel yaklaşımı benimsemiş firmalar arasında hedefler ve kullanılan yöntemler açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır. Geleneksel anlayışa göre çalışan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal karşılanırken, yalın üretimde ürün kalitesi için saptanan asgari hedef "ppm" (milyonda bir parça) mertebesinde dir. Yani ıskarta oranının yüzdelere (%), bindelerle değil, milyonda birlerle ifade edilecek düzeye indirilmesi hedeflenmektedir. Nihai hedef sıfır hataya ulaşmak ve muhafaza edebilmektir. Hataların minimize edilmesi için 6 sigma, gibi farklı metodolojiler kullanılmaktadır.

### **2.3.6. Bir Dakikada Kalıp Değişirme**

Makinelerde farklı ürünler elde edilebilmesi için kalıp değiştirilmesi gerektiğinde geçiş süresinin (set up süresi) uzun oluşu kitle üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen nedendir. Kalıp değiştirme süresinin uzunluğu makinenin verimli olarak kullanılabilmesi için aynı parçadan fazla miktarda üretilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

1950'lerde Toyata'da stoksuz üretim için kalıp değiştirme süresinin azaltılması bir önşart olarak görülmüş, şaşırtıcı biçimde kalıp değiştirme zamanı üç dakikaya indirilmişti. Böylece küçük miktarlarda pres basımları yapıldığı taktirde büyük miktarlar basmaya göre parça maliyeti daha düşük olmaktadır. Küçük miktarlarda üretim yapmak, seri üretim sistemlerinin gerektirdiği muazzam miktarlarda bitmiş

parça stok taşıma maliyetini ortadan kaldırmakta ve pres baskı hatalarının anında ortaya çıkmasını sağlamaktaydı (Womack, Jones, 1996).

### **2.3.7. Sürekli İyileştirme (KAIZEN)**

Yalın üretim ulaşılmış olan uygulama düzeyinin en iyi olarak kabul edildiği durağan bir sistem olmayıp sürekli iyileştirmenin temel prensip olarak benimsendiği bir felsefedir.

Japonca bir sözcük olan kaizenin anlamı daha iyiye doğru değişim demektir. Kaizen sürece yönelik, küçük adımlı, insana dayanan bilgiyi paylaşan sürekli iyiyi arama çabasıdır.

Sorunu kökten çözenin ana hedef olduğu, kaizen uygulamalarının ön koşulu sorunları saklamamaktır. Ömür boyu iş garantisi altında çalışan tüm işçilerin sürekli iyileştirme çalışmalarına takım çalışması anlayışı içinde katılmasına imkan veren ve tüm çalışanların yaratıcı potansiyellerine saygı duyan bir sistem olan kaizende çalışanların potansiyellerinden yararlanılması kalite çemberleri ile sağlanmaktadır.

Kaizen yalın üretim sistemini kurmak için aynı zamanda bir araçtır. Kaizenin Japonca kelime anlamına bakacak olursak;

Kai (Değişim) + Zen (Daha İyi) = Kaizen (Daha iyiye doğru değişim)

Kaizen yöneticilerden işçilere, bütün organizasyon kademelerini içeren sürekli iyileştirmedir. Japonların geliştirdiği birçok yönetim uygulaması kısaca literatürde Kaizen Şemsiyesi olarak da ele alınan ve Tablo 1'de verilen başlık altında toplanabilir (Imai, 1986) :

**Tablo 1: Kaizen Şemsiyesi**

Müşteri yönetimi	Kanban
Toplam Kalite Kontrol	Kalite iyileştirmesi
Robot kullanımı	Tam zamanında üretim
KK Çemberleri	Sıfır Hata
Öneri Sistemi	Küçük Grup Faaliyetleri
Otonomasyon	işçi - Yönetim İşbirliği
İşyerinde Disiplin	Verimlilik iyileştirme
Toplam üretken bakım	Yeni Ürün Geliştirilmesi

Imai, Masaaki, **Kaizen The Key to Japan's Competitive Success** (New York: Mc Graw Hill, 1986)

Özellikle II. Dünya savaşı sonrası Japonya'da başlayan yeniden yapılanma sürecinde birçok şirket yeni yönetim uygulamaları arayışına girdiler. Tüm bu şirketlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için her alanda sürekli ilerleme sağlamaları, karlılıklarını ve verimliliklerini korumaları gerekmektedir. Bunun bilincinde olan Japon şirketleri şirket kültürleri içerisinde iyileştirmenin sürekli olması gerektiğini benimseyerek, normal yaşamlarında da kullandıkları, kaizen felsefesini şirket içinde de uygulamaya başladılar.

Kaizen felsefesi bir problem çözme tekniği olduğu kadar problemlerin ortaya çıkarılmasında da önemli bir role sahiptir. Problem ortaya çıkmadığında gerçek anlamda bir iyileştirmeden söz edilemeyeceği açıktır. Problemler çözüldükçe iyileştirmede de bir adım daha ileri gidilmiş olacaktır. Önemli olan kaizen felsefesinin altında yatan mevcut durumla yetinmeme prensibini uygulamaktır.

### **2.3.8. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzgünleştirme**

Bilindiği gibi günümüzde Japon üreticilerinin dışında da birçok üretim firması, aynı son montaj hattında "karışık yükleme", yani değişik özelliklere sahip ürünleri ardı ardına monte etme yöntemini kullanmaktadırlar. Karışık yüklemenin birincil ve en önemli işlevi, üretimin talep değişikliklerine hesapta olmayan bitmiş ya da işlenmekte olan ürün stoku ile karşılaşılmaksızın kolayca adapte olabilmelerini sağlamaktır. Ayrıca, aynı hatta birden fazla modelin, monte edilmesi, ihtiyaç duyulan toplam hat sayısını ve dolayısıyla toplam fabrika alanını da azaltır.

Karışık yüklemenin bir diğer işlevi de, ürünlerin bayilere, müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmelerini sağlayarak, üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmasıdır.

Son montaj hattında karışık yükleme belirli bir düzen içerisinde gerçekleştirilmelidir. Aksi takdirde, önceki üretim istasyonları ve yan sanayi firmaları yedek stok bulundurmaya zorunda kalacaklardır ve böylece stoksuz çalışma ilkesine ters düşülecektir. Örneğin, son montaj hattı bir önceki istasyonlardan A, B ve C tipi ürünlere ait parçaları, kanbanlar kanalıyla hep 5'şer palet halinde çekiyorsa, üretim kanbanları da önceki üretim istasyonlarının kanban kutularında bu adette ve sıralamada birikecek, dolayısıyla üretim de bu adet ve sıralamada gerçekleşecektir. Eğer bir sonraki devirde "çekme" birdenbire 10'ar palete çıkarsa, önceki istasyonlarda fazladan 5'er palet (stoksuz çalışıldığında) bulunmayacağından dolayı, üretim de aksama olacaktır. Üretimin aksamaması için getirilebilecek tek çözüm, önceki istasyonlar ve yan sanayilerin yedek stok tutmalarıdır.

İşte yalın üretimde bu tür olasılıklarla karşılaşmamak için, son montaj hattında karışık yüklemenin her zaman belli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi ve ürünlerin hattan mümkün olan en küçük lotlarda çıkarılması esasına göre çalışılır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden ise, müşteri talep miktarı ve bileşimidir.

Yalın üretim sisteminde yan sanayi ile genellikle kanban kartlarıyla çalışılmasına karşın, bazı büyük parçaları üreten yan sanayiler ve fabrika içi atölyelerde kanban yerine, o günkü üretim bilgilerinin, yan sanayi firmalarına bilgisayar yoluyla gönderilmesi yoluna da gidilmektedir.

Kanbanın üstünlüğünü burada bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Kanban, pahalı ve müşteri taleplerine cevap verebilme esnekliği kuşkulu bir bilgisayar sistemi yerine, yüzlerce üretim birimi arasında istenilen zamanlamayı ve senkronizasyonu kolayca sağlayan, üretimdeki tüm olası değişiklikleri, ana sanayi fabrikasının kendi iç üretim istasyonları kadar, yan sanayi firmalarına da hızlı bir şekilde ileten, yan sanayi firmalarını çok kısa sürede ana sanayi üretimine uyum sağlayacak düzeye getiren, düşük maliyetli ve kolay uygulanabilme özelliğine sahip bir yöntemdir (Carrerir, 2005).



### 3. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM

#### 3.1. Bakım

Yapılan araştırmalar ve sanayileşme ile birlikte yıllar içinde edinilen tecrübeler gösteriyor ki, çoğu sistem tasarlandığı gibi performans göstermemektedir. Özellikle üretim sistemlerine bakacak olursak, bazıları sıklıkla tam kapasiteden daha düşük seviyelerde üretim yapmaktadırlar. Bu da düşük üretkenliğe ve üretilen ürünlerin birim maliyetlerinin yükselmesine yol açmaktadır.

1990 yılında Mobley tarafından raporlanan çalışmaya göre toplam üretim maliyetinin %15 ila %40 (ortalama %28) arasındaki kısmı fabrikadaki bakım aktivitelerine bağlanmaktadır (Mobley, 1990). Gerçekte, bu maliyetler bakım işçiliği ve malzeme maliyetiyle ilişkilidir ve teknolojik yeniliklerin artması sonucu fabrika otomasyon sistemlerinin gelişmesiyle bakım maliyetlerinin artma eğilimi göstermesi son derece doğaldır.

Bakım; üretim sisteminin plan ve programlara uygun olarak çalışmasını sağlayan, istenen çalışma düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme ve kontrol fonksiyonudur (Göktaş, 1997).

Bakım fonksiyonunun önemi, ekipmanın kullanılabilirliğinin korunmasında ve geliştirilmesindeki etkisi, ürün kalitesine etkisi, güvenlik gereksinimleri ve fabrika maliyet etkinliğinde bakım maliyetinin üretim yapan firmalarda önemli bir kalem oluşturması gibi nedenlerle artmıştır.

Bakım yöntemleri düzeltici(corrective, ıslah edici), planlı ve önleyici bakım (PM-preventative maintenance) olmak üzere 3 temel başlık altında ifade edilebilir. Mobley (1990) tarafından yapılan detaylı araştırmada aynı hatanın düzeltilmesi için yapılan masrafın arızı bakım da önleyici bakımdan 3 kat daha fazla maliyetli olduğu görülmektedir.

Üretim maliyetleri içerisinde bakım maliyetleri önemli bir paya sahip olduğundan, belirli bakım problemlerine özellikle odaklanılması önerilmektedir. Bunlar:

- Yetersiz önleyici bakım faaliyetleri
- Sık sık tekrarlanan problemler
- Sesli bakım uyarılarının kurulu olmaması
- Gereksiz ve koruyucu önleyici bakım
- Önleyici bakım faaliyetlerinin yeterince açıklanmaması
- Bakım programının sürdürülebilirliğini kaybetmesi
- Orijinal malzeme üreticilerinden sorgusuz malzeme kabulü
- Benzer veya aynı üniteler arası bakım uygulama farklılıkları
- Önleyici bakımın yetersizliği

### **3.2. Toplam Üretken Bakım Nedir?**

Üretimde karşılaşılan bakım ve destek problemleri nedeniyle Japonya'da yapılan çalışmalar sonucunda Toplam Üretken Bakım konsepti ortaya çıkmıştır. TÜB ekipmanın planlama, üretim ve bakım safhalarını da içeren bütün ömrünü kapsamaktadır ve bütün organizasyonel fonksiyonlar arasında sinerjiye dayalı bir ilişki oluşturmayı amaçlamaktadır. Özellikle ürün kalitesinin, operasyonel verimliliğin, kapasite istikrarının ve güvenliğin sürekli geliştirilebilmesi için üretim ve bakım arasında çalışma uyumunun üst seviyede olması gerekmektedir.

Toplam üretken bakım (TÜB), küçük grup faaliyetleri yoluyla desteklenen bir üretken bakım sistemidir. Tüm firma bazında "Toplam Kalite Kontrolü" gibi, TÜB'de tüm şirket çapında gerçekleştirilen bir ekipman bakım sistemidir (Jostes, Helms, 1994).

TÜB, bakım ve verimlilik arasında yakın bir ilişki kurar ve ekipman bakımının iyi yapılmasıyla nasıl daha yüksek verimliliğe ulaşılacağını gösterir. Aynı zamanda yalın üretimin temel yapıtaşlarından biridir. TÜB, sürekli iyileştirme hedefinin firma içinde benimsenmesini ve ekipmanlar üzerinde operatörlerin sahiplik duygusunu yaratmayı amaçlar. Bunu denetçi ve bakım personelini de içine alarak gerçekleştirir. TÜB; makine ve ekipmanların sürdürülebilirliğini, ve optimum koşullarda çalışmasını sağlamayı hedefleyen bir felsefedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi doğrudan üretim sisteminin etkinliği üzerinde olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Toplam üretken bakımın felsefesi, üretimin bağlı olduğu her değer (insan, makine, süreç) en iyi durumda tutulmasıdır. TÜB bunu; doğru bilgi toplama, analiz ve problem çözümünde üretim ve bakım birimlerinin ortaklığı ile sağlar. Deneyleyen iyi sonuçlar standartlaştırılıp firma içinde duyurulur. Böylece başarılarından hem herkesin haberi olur, hem de elde edilen sonuçları herkes kullanabilir. TÜB, Toplam Kalite Yönetimi'nin (TKY) bir uygulamasıdır. Toplam kalite, yöntemler üzerinde sürekli iyileştirmeyi, üretim değerleri üzerinde toplam üretken bakımı ve malzeme üzerinden anında üretim tekniklerini (Tam Zamanında Üretim) uygular. Tabii ki, bütün bu işlemlerde esas görev çalışanlara düşmektedir. TÜB'ın amacı iç ve dış müşterilerin memnuniyetini (tüm çalışanların katılımıyla) sağlamaktır.

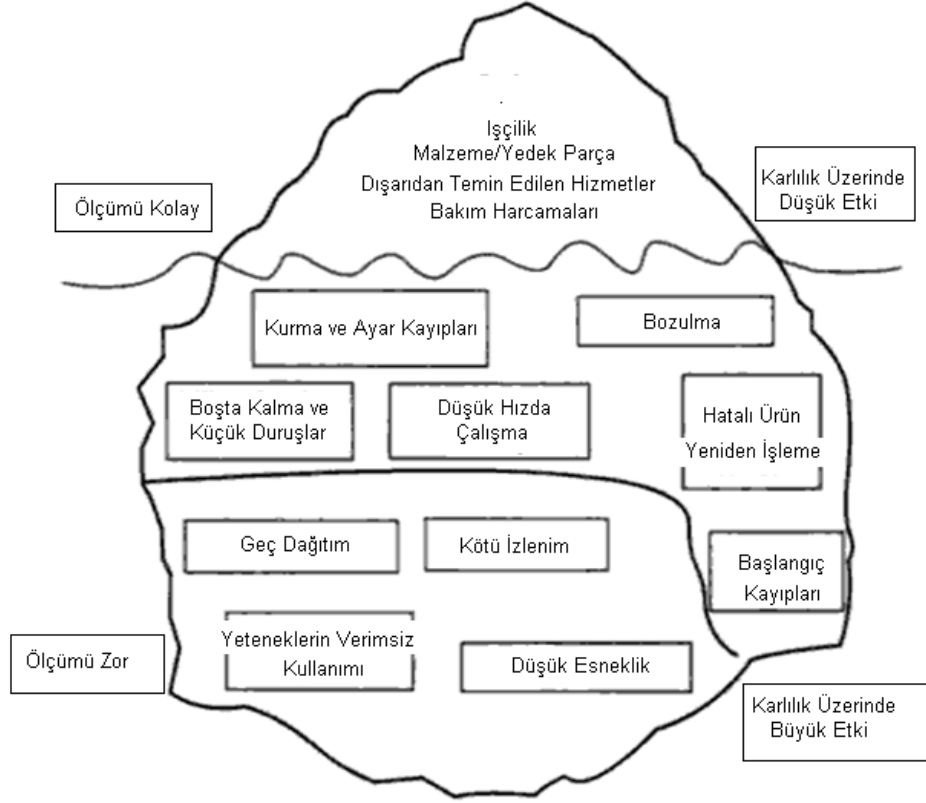
TÜB fikrini ilk dile getiren Nakajima; "TÜB, fabrikanın yapması gereken üretimi niçin yapamadığının incelenmesi ve buna neden olan hataların ortadan kaldırılmasıdır." demiştir. TÜB'a göre bakım, hatalı cihazı, salt "git ve tamir et" anlayışı değildir. Üretim sistemlerinin mükemmelliğini, TEE(Toplam Ekipman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

Şekil 3'de ki TÜB buzdağı benzetisinde, ölçümü basit ve kara etkisi az olan bileşenlerin kolaylıkla tespit edilebildiği ancak kara daha çok etkisi olan bileşenlerin tespit edilmesinin daha zor olduğu ifade edilmiştir. İşletmeler herhangi bir nedenden dolayı bakım maliyetlerini azaltmaları gerektiğinde çoğunlukla bu en kolay ulaşılan bölge üzerinde kısıntılara giderler. Hâlbuki bu bölge maliyet üzerine etkisi az olan bileşenleri barındırmaktadır. Buna karşın buzdağının yıkıcı etkisi çok fazla olan 7/8' i ise görünmezdir. Buzdağının görünmez kısmında dolaylı maliyetler ve verimsiz, yanlış uygulanan bakım nedeniyle kaçırılan fırsat maliyetleri bulunmaktadır. Buzdağının üst kısmı "bakımın verimliliği" ile üst kısmın alt tarafında kalan 7/8'lik büyük kısmı ise "bakımın etkinliği" ile ilgilidir.

Bahsedilen dolaylı veya kayıp fırsat maliyetleri Toplam Üretken Bakım'da 6 büyük kayıp olarak ifade edilir:

- Arızalar ve plansız üretim duruşları
- Kurma ve ayar kayıpları
- Boşta kalma ve küçük duruşlar

- Düşük hızda çalışma
- Başlangıç kayıpları
- Kalite hataları



**Şekil 3: TÜB Kayıp-Maliyet İlişkisi**

Göktaş, Coşkun. Toplam Verimli Bakım ve Kordsa'daki Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Yukarıda maddeler halinde verilen 6 büyük kayıptan, ilk 2 kayıp ekipmanın kullanılabilirliğini, daha sonraki iki ekipmanın performans oranını, en son 2 kayıp ise kalite oranını etkiler. 6 büyük kaybın tamamı yüksek bir ekipman etkinlik oranına ulaşmayı engelleyici faktörlerdir (Willmott, McCharty, 2001).

Toplam Üretken Bakım:

- Üretim sisteminin verimliliğini en üst düzeye çıkaracak bir şirket kültürü oluşturur.

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

### 3.3. Toplam Üretken Bakımın Tarihsel Gelişimi

Modern ekipman yönetimi önleyici bakımla (PM-preventative maintenance) başlamış ve zamanla gelişerek üretken bakıma (PM-productive maintenance) dönüşmüştür. Belirtilen yaklaşımlar, Amerika'da bakım departmanlarının odaklandığı aktiviteler sonucu ortaya çıkmıştır. TÜB; toplam üretken bakım ya da herkesin katılımıyla üretken bakım (productive maintenance with total participation) anlamına gelmektedir. İlk olarak Japonya'da ortaya çıkan toplam üretken bakım, takım temelli üretken bakım çalışmasıdır. Organizasyon içindeki her kademeyi ve fonksiyonu içine alır. En üst yöneticilerden üretim sahasındaki operatörlere kadar herkesi kapsar.

2. Dünya savaşının sonrasında, Japon endüstri firmaları Amerika'dan yönetim ve üretim tekniklerini almış ve bunların üzerinde çeşitli değişiklikler yaparak kendi sistemlerine uygulamışlardır. İlerleyen yıllarda, Japonya'da üretilen ürünler yüksek kaliteleriyle öne çıkmışlar ve batı ülkelerine büyük miktarlarda ithal edilmişlerdir. Bunun sonucu olarak da tüm dünyanın ilgisi Japon yönetim sistemleri üzerine odaklanmıştır (Roberts, 2008).

1950'li yıllarda uygulanan 'Arızı Bakım' faaliyetlerinde tesis ve makinelerde oluşan arızalarda, arızanın giderilmesi için bakım elemanları çağrılmaktaydı.

Önleyici(koruyucu) bakım (PM) konsepti 1951 yılında Japonya'da benimsendi. Önleyici bakım, ekipman için bir çeşit fiziksel check-up ve önleyici ilaç olarak düşünülebilir. Tıpkı insan yaşamının süresiyle ilgili beklentinin gittikçe artmasının başlıca sebeplerinden birinin insanların farklı hastalıklara yakalanma ihtimalinin kullanılan destekleyici ilaçlar sayesinde azaltılması olduğu gibi, fabrikalarda da ekipmanların hizmet süresinin uzatılması ekipmanlarda ortaya çıkacak problemlerin daha önceden giderilmesiyle sağlanabilir.

1957'de Düzeltici bakım (corrective maintenance-CM) uygulaması ortaya çıktı. Bu sistemin temel fikri; ekipmanın geliştirilmesi ile ekipman bozulmasının önlenmesi ve ekipmanın sürekliliğinin sağlanmasıdır.

1960 yılında üretken bakım (productive maintenance) uygulanmaya başlanmıştır. Bu yaklaşım, ekipman hattının dizaynını bakımı gerektirmeyecek şekilde yapmayı amaçlar. Ekipman ve üretimle ilgili nihai amaç, tamamıyla bakımdan bağımsız (maintenance free) hale getirmektir. Bütün çabalar ekipman ve üretim hattının nasıl olması gerektiği göz önünde bulundurularak bu şartı sağlamak için odaklanmalıdır. Bu aktiviteler genel olarak üretken bakım olarak adlandırılmaktadır.

1971 yılında, Nippon Denso Co. Toplam Üretken Bakım adı verilen bir program tanıttı ve başarıyla uyguladı. Bu çabaları sonucunda, Nippon Denso firması Üretken Bakım (PM) mükemmellik ödülünü kazandı. Bu olay Japonya'da ve Avrupa'da Toplam Üretken Bakım'ın başlangıcını oluşturmuştur. Daha sonra Japonya'dan bütün dünyaya yayılmış ve özellikle Toyota grubunda başarıyla uygulanmıştır (Chan ve diğ., 2003).

TÜB kavramını geliştiren ve Japonya' da bunu tanıtan kişi Seiichi Nakajima'dır. Nakajima 1950 yılında önleyici bakım uygulamaları hakkında çalışmaya başlamış, daha sonraki yıllar boyunca da Amerika'daki ve Avrupa'daki üretim yapan firmaların üretim faaliyetlerini gözlemlemiş ve de onların önleyici bakım sistemleri hakkında bilgiler toplayarak elde ettiği bulguları Japonya'daki üreticilere tanıtmıştır. 1970'li yılların başlarında bu bilgileri "Toplam Kalite Kontrolü" ve tüm çalışanların katılımı kavramıyla birleştirerek Toplam Üretken Bakım kavramını ortaya çıkarmıştır.

### **3.4. Toplam Üretken Bakım'ın Uygulanma Amaçları**

Toplam üretken bakım, ekipmanların yanı sıra insanları da güçlendirerek daha sağlıklı şirketler oluşturmayı hedefler. TÜB, şirket kültürünün değişimini sağlar.

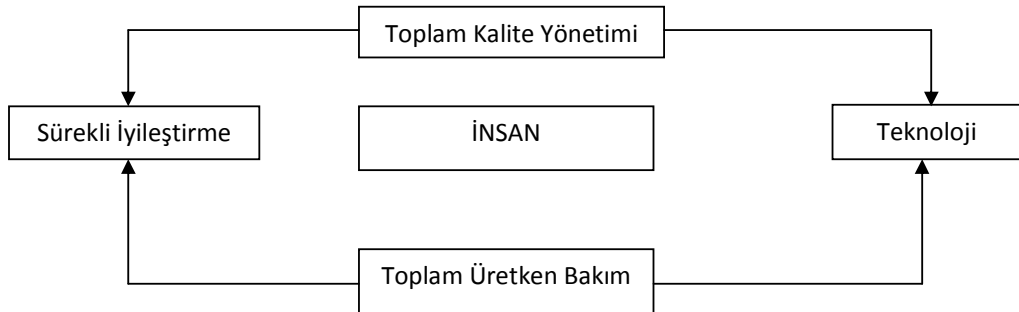
TÜB'in ana hedefi; altı büyük ekipman kaybının ortadan kaldırılması veya minimize edilmesi sonucunda ürün kalitesinin ve ekipman verimliliğinin artırılmasının sağlanmasıdır. TÜB felsefesinde tanımlanan altı büyük ekipman kayıp kalemi şunlardır:

1. Arıza Kayıpları

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

Toplam üretken bakım çalışmasında, bu altı kaybın elenerek (ideal halde sıfırlanarak), normal koşullarda önemli bir harcama yapmadan tüm ekipmanların verimliliğinde ve ürün kalitesinde ölçülebilir bir gelişme sağlamak hedeflenmektedir. Şirketin müşteri gözünde görüntüsünü zenginleştirmek, esnekliği artırmak, çalışanların yeteneklerinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve gecikmeleri en aza indirmek TÜB felsefesinin diğer hedefleridir. TÜB uygulaması ile üretim sisteminde meydana gelen iş gücü, enerji ve malzeme kayıplarının da en alt seviyeye indirilmesi için çalışılmaktadır. TÜB üretim metotları, ekipman kullanımını ve bakım sistemini geliştirerek üretim verimliliğini arttırmayı hedefler. TÜB toplam ekipman etkinliğinin artması, proses hurda oranlarının azalması, tezgah ve hat duruşlarının azalması, iş kazalarının azalması gibi ölçülebilir sonuçların takibini zorunlu kılar. Yapılan çalışmalar sonucu alınan sonuçların ölçülebilir kılınması, elde edilen sonuçların değerlendirilebilmesi ve yeni hareket planlarının oluşturulabilmesi için çok önemlidir.

Toplam üretken bakımın hedefleri şirket hedefleriyle uyum içerisindedir. TÜB'ın tüm organizasyonca kabul görmesi çok önemlidir. Şekil 4'de bu ilişki ifade edilmektedir.



**Şekil 4: Şirket Hedefleri-TÜB İlişkisi**

TÜB'ın şirketin iş yapma biçimi, vizyonu ve değerleriyle mantıksal bağı vardır. Bu nedenle şirket hedeflerine ulaşmak için kullanılan birbiriyle ilişkili yöntemlerden biri de toplam üretken bakımdır.

TÜB, işletmelerin, küresel rekabetin gittikçe ivme kazandığı günümüz dünyasında ayakta kalabilmek için uygulamaları gereken stratejilerden biridir.



#### 4. TOPLAM ÜRETKEN BAKIMIN TEMEL FAALİYETLERİ

Toplam Üretken Bakım çalışmaları yedi önemli faaliyetten meydana gelmektedir. Her işletmede TÜB'ın gelişmesi, imal edilen mallar, işletme yerleşimi, şirket organizasyonu, yörenin tarihsel gelişimi ve işletme çevresindeki kültür gibi koşullarla uyum içinde olmalıdır. Genel olarak TÜB uygulaması şu temel faaliyetlerden meydana gelir:

- Ekipman yönetimi
- Bakım departmanının planlı bakım faaliyetlerini yürütmesi
- Üretim departmanının otonom (kullanıcı) bakım faaliyetlerini yürütmesi
- Mühendislik hizmetleri departmanının önleyici mühendislik faaliyetlerini yürütmesi
- Kalite bakım sistemi
- Ofislerde TÜB
- Yukarıdaki çalışmaların eğitim ile desteklenmesi

TÜB'ın başarılı olması ancak yukarıda belirtilen yedi temel faaliyet içinde yer alan insanların arasındaki işbirliğinin sağlanmasıyla mümkündür. TÜB'ı başlatmak için karar verildiğinde, üst yönetim tüm TÜB faaliyetlerini karşılaşılabilecek engellere rağmen desteklemelidir. Üst yönetimin desteği çalışmaların sürdürülebilir kılınması için hayati önem taşımaktadır. Yanlış yorumlanacak TÜB prensipleriyle verimlilikte kısa vadeli gelişme elde etme için yapılan çalışmalar önlenmelidir.

Toplam üretken bakım, üst düzey yöneticilerden kıdemsiz işçilere kadar herkesi kapsar. Günümüz rekabetçi ortamında varolabilmek için şirketlerin toplam üretken bakım faaliyetlerini uygulamaları büyük önem arz etmektedir.

#### **4.1. Ekipman Yönetimi**

Ekipman yönetimi, toplam üretken bakımın temel faaliyetlerinden biridir. Amaç ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir. Bunun yanı sıra ekipman kayıplarını önlemek için yapılan faaliyetler ile birlikte enerji, malzeme ve işgücü kayıplarının en az seviyeye indirilmesi için de çalışmalar yürütülmektedir. Ekipman yönetiminin birbiriyle bağlantılı, toplam üretken bakım felsefesinin başarısında kilit rol oynayacak olan ve eğitim ile desteklenmesi gerekli olan üç temel unsuru bulunmaktadır. Bu unsurlar; ekipman iyileştirme, kayıpların analizi ve de sürekli iyileştirme faaliyet takımlarıdır.

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

Ekipman yönetiminin odaklandığı konu ekipman iyileştirmesidir. Örneğin, halen devrede olan bir ekipmanda kronik olarak tabir edebileceğimiz arızalar meydana geliyor ve bu arızalar büyük zaman kayıplarına neden oluyorsa bunun sonucu olarak verimlilik düşer ve şirket yüksek maliyetlere maruz kalır. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları bu arızaların meydana geldiği ekipman üzerinde yoğunlaşarak bu sorunu çözmek için çalışma yürütürler. Yaptıkları iyileştirmeler sonucunda toplam ekipman etkinliğinin arttırılması sağlandığı gibi maliyetlerde de azalma sağlanmaktadır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımları hedef ekipmanlar üzerinde gerekli iyileştirmeleri yaparak toplam ekipman etkinliğinin maksimize edilmesi için çalışırlar. Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmaları büyük miktarda emek gerektirirken bununla karşılığında verimlilikte büyük artışlar sağlanmakta, kalite iyileştirilmekte ve de maliyetlerin azalması sağlanmaktadır. Ancak bu başarıların sağlanması için verilerin yeterli miktarda ve doğru olarak toplanması ve de iş planlamasının çok dikkatli bir şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir.

Bu takımlar; mühendislik bölümü personeli, bakım personeli ve operatörlerden oluşurlar. Burada amaç katılımın yüksek düzeyde tutmak ve operatörlerin

yeteneklerinin geliştirilerek toplam üretken bakım felsefesinin ulaşmak istediği nokta olan otonom bakımın başarıya ulaşmasını sağlamaktır.

Sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının oluşturulması çok kolay değildir. Takımların en iyi seviyede organize olabilmeleri için yönetimin desteği şarttır. Her takım 5 ila 11 kişiden meydana gelmektedir. Her takımın bir lidere ihtiyacı vardır ve her takımın üyeleri takımları için bir ad seçerler. Bu takımların problem analizi ve çözme teknikleri konularında eğitim almaları yapılacak olan iyileştirme faaliyetlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu takımların faaliyetleri sonucunda;

1. Altı büyük ekipman kaybı ve bunun sonucu olarak da işgücü, malzeme ve enerji kayıpları minimize edilir.
2. Otonom bakıma katılım için operatörlerin motivasyonları artırılır.
3. Ekipmanların bakımı kolaylaşır.
4. Üretim sistemlerinin optimum koşullarda çalışması sağlanır.

Ekipman yönetimi çalışmaları sonucunda Toplam Üretken Bakım uygulamalarının sağladığı kazanımlar, ekipman etkinliğinin oldukça yüksek değerlere ulaşması ile daha da anlaşılacaktır.

Günümüzde üretim yapan firmalarda otomasyona sistemlerinin kullanımının giderek artması sonucunda, ekipmanlar çıktının artırılmasında en önemli faktörler haline gelmişlerdir. Ekipman yönetimi ideal proses şartlarını sürdürerek ve ekipman etkinliğini artırmaya çalışarak çıktıları maksimize etmeyi hedefler. Bunun içinde kayıplara neden olan faktörlerin doğru olarak tanımlanması çok önemlidir. Bir üretim sisteminde meydana gelen altı büyük ekipman kaybı şu kalemlerden oluşmaktadır:

1. Arıza Kayıpları: Onarım gerektiren, ekipman hatalarının sebep olduğu kayıplardır. Arıza kayıpları üretimde neden oldukları duruşlar nedeniyle büyük verim kayıplarına neden olabilmektedirler.
2. Hazırlık ve Ayar Kayıpları: Bu kayıplara işletme koşullarındaki değişimler sebep olur. Bunlardan bazıları her üretim veya vardiya başlangıcındaki üretim akışındaki, siparişteki veya üretim koşullarındaki değişikliklerdir (ekipman değişiklikleri, kalıp, düzene, el aletleri değişimleri).
3. Boşta Çalışma ve Küçük Duruşlar: Bir makinada meydana gelen durdurma, sıkışma ve boşta çalışma gibi olaylardan kaynaklanır. Genelde, bu tür kayıplar,

elde yeterli aletler olmadığı için yok edilemezler. Bu kayıplar bu nedenden ötürü (%100 performans oranı) formülü temel alınarak değerlendirilir. Operatörler belirlenen zaman içinde küçük duruşları engelleyemediklerinde, ekipmanda herhangi bir hasar olmamasına karşın birçok firma bu tür duruşlardan kaynaklanan kayıpları makine duruşu olarak ele almaktadır. Bu duruşların sürelerinin tespiti iyileştirme faaliyetleri için önemlidir.

4. Hız Kayıpları: Ekipmanın tasarlanan hızı ile gerçekleşen üretim hızı arasındaki farka karşı gelen üretim kayıplarıdır. Bu tür kayıplar ekipmanın işletim standartlarına göre çalıştırılması ile giderilebilir.

5. Kalite Kayıpları: Bir üretim sırasında üretilen parçaların veya ürünlerin tamamının veya bir kısmının yapılan ölçümler sonucu istenilen özelliklerde olmadığı tespit edildiği hallerdeki hatalara kalite hataları denir. Ürünler duruma göre ya tekrar işlenir ya da hurdaya çıkarılırlar.

6. Başlangıç Kayıpları: Üretim sürecinde yer alan makinelerin ilk çalıştırıldıklarındaki düşük verimlerinden dolayı oluşan kayıplardır.

Toplam Üretken Bakım felsefesi yalnızca toplam ekipman etkinliğini maksimize etmek için oluşturulmuş bir felsefe değildir. TÜB çalışmaları; aynı zamanda bu ekipmanları kullanan iş gücünün en verimli şekilde kullanılmasını, üretim ortamında meydana gelen enerji (başlangıçta, boşta çalışma ile oluşan) ve malzeme (hatalı ürünler, kesme kayıpları) kayıplarının da en aza indirilmesini sağlamayı hedeflemektedir. TÜB çalışanların sürekli eğitimleri ile birlikte büyüyen ve gelişen bir sistemdir (Willmott, McCarthy, 2001).

#### **4.2. Planlı Bakım**

Planlı bakım çalışmaları, bakım bölümü tarafından organize edilir. Yapılan çalışmalar ile aşağıdaki hedeflerin gerçekleştirilmesi amaçlanır.

- Parça ömürlerindeki değişikliklerin azaltılması
- Parça ömürlerinin uzatılması
- Yıpranan parçaların düzenli olarak değiştirilmesi
- Parça ömürlerinin tespiti

Planlı bakım çalışmaları genellikle otonom bakım çalışmalarıyla paralel olarak yürütülür. Otonom bakım faaliyetlerini operatörler kendileri yürütürken, bakım ekipleri de fabrikanın tamamında arızaların oluşmasını en baştan engellemek için periyodik bakım faaliyetlerini yürütür.

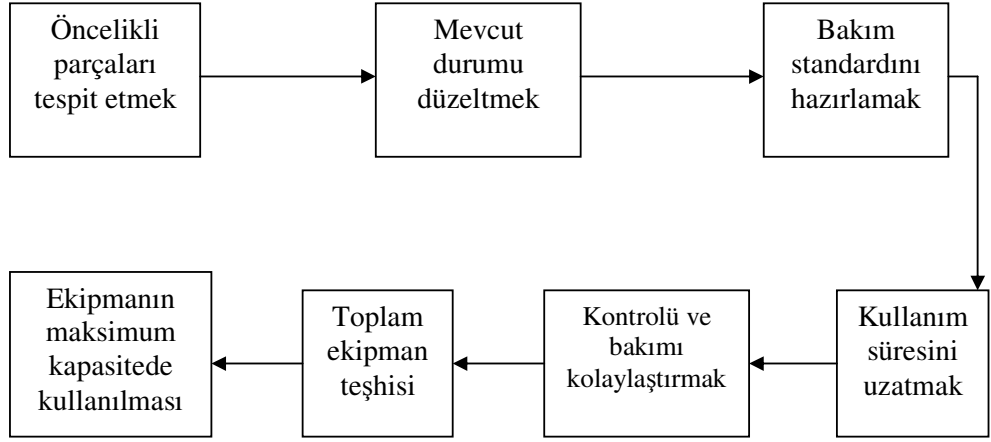
Planlı bakımda iki model söz konusudur;

- Parça Öncelikli Model: Makine sayısı çoksa, otonom bakım faaliyetleri düzenli bir şekilde yerine getiriliyorsa ve bakım kadrosu kalifiye elemanlardan oluşuyor ise bu model seçilir (Şekil 5).
- Ekipman Öncelikli Model: Yetersiz ve yeterince kalifiye olmayan bakım elemanlarının bulunduğu ve makinelerin aşırı yüklü olduğu durumlarda ise bu model seçilir (Şekil 6).

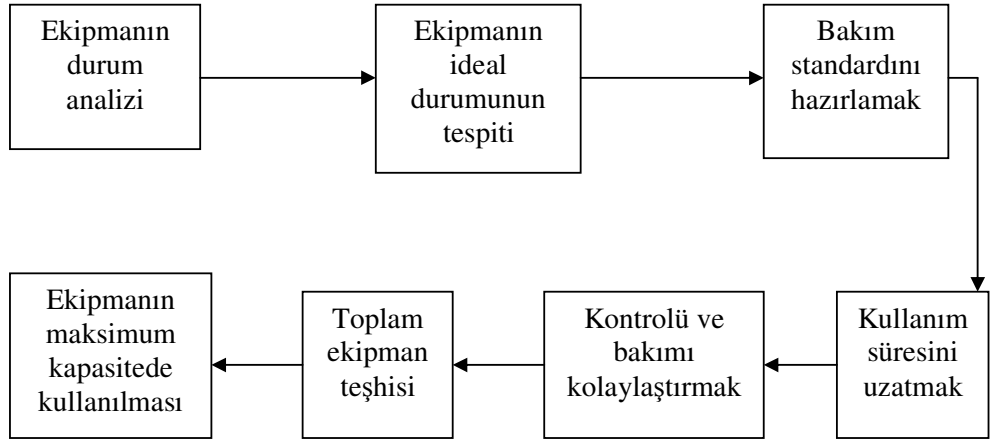
Bakım kadrosu yeterli derecede büyükse istenilen model tercih edilebilir. Arızalar arasındaki ortalama süre (Mean Time Between Failure) ve ortalama tamir süresi (Mean Time to Repair) verileri dikkatle incelenmeli ve sürekli takip edilmelidir. Planlı bakım çalışmaları bir arızanın meydana gelmesiyle yapılan arıza bakım faaliyetlerini kapsadığı gibi ekipmanın cinsine ve durumuna göre farklı periyotlarla (haftalık, aylık, 6 aylık gibi...) yapılan periyodik bakım çalışmalarını da kapsamaktadır. Hedef ekipmanın maksimum kapasitesinde kullanılmasının sağlanmasıdır.

Makinelerin devre dışı kalma süreleri dikkatlice izlenmeli ve devre dışı kalma nedenleri tespit edilerek iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Makineler üzerinde bulunan parçaların farklı ömür süreleri bulunmaktadır. Makinelere ne kadar iyi bakılırsa bakılsın bazı parçaların kullanım ömürleri diğerlerinden daha önce dolacaktır. Makinelerin ve makineler üzerinde bulunan parçaların kullanım ömrü tespitleri yapılmalıdır.

Kritik parçaların durumları gözlemlenerek hasara uğramadan önce değiştirilmelidir. Daha önceden yapılan tespitler neticesinde ekipman ömrünü en üst düzeye çıkarmak için kestirimci bakım çalışmaları uygulanabilir.



**Şekil 5: Parça Öncelikli Model**



**Şekil 6: Ekipman Öncelikli Model**

Planlı bakım faaliyetlerinde yer alan bakımcıların sorumlulukları şunlardır;

- Periyodik bakımları gerçekleştirmek
- Kestirimci bakım tekniklerinden hangisinin fabrikada uygulandığına bağlı olarak gerekli ölçümleri yapmak
- En uygun yağlayıcıları, yedek parçaları, tüketim malzemelerini seçme, planlama ve sipariş etme
- Operatörlere bakım eğitimi verme
- Kendi bakım becerilerini geliştirme ve bakımla ilgili yeni teknolojileri öğrenme

- Kontrol ünitelerini (elektronik cihazlar) ısıdan, nemden ve kirlilikten koruyucu önlemler alma
- Yanlış kullanımın bile makineyi bozmayacağı koşulları yaratma.

### **4.3. Kestirimci Bakım**

Teknolojik alanda meydana gelen ilerlemeler sonucunda, güvenlik ve güvenilirliğin ön planda geldiği özellikle nükleer güç ve hava-uzay gibi endüstrilerde meydana gelebilecek arızalar çok büyük kayıplar yaratacaklarından, ortaya çıkması muhtemel arızaların önceden tespiti amacıyla makine ve ekipmanların çalışmalarının izlenerek olağandışı bir durum görüldüğünde ekipman arıza vermeden önlem alma çalışmaları başlamıştır. Bakım tekniklerinde meydana gelen ilerlemeler kestirimci bakım adı verilen yeni bir sistemi ortaya çıkarmıştır.

Kestirimci bakım uygulamaları fabrikalarda kullanılmaya başlamadan önce, operatörler duyu organları aracılığıyla sıcaklık değişimlerini, gürültü artışlarını ve arıza belirtilerini algılamaya çalışıyorlardı. Bu sistemle de bazı tespitler yapılabiliyordu. Ancak iş tamamıyla operatörün yetkinliğine kalıyordu. Eğer operatör kullandığı makineyi çok iyi tanımiyorsa kestirimci bakımdaki başarı oranı da doğrudan düşüyordu.

Makine çalışmalarını engellemeden, işleyişlerini yakından izleme olanağı doğuran kestirimci bakım sistemi, gereksiz duruşları ortadan kaldıracak gibi gereksiz parça değiştirmeleri de önlemektedir. Arıza oluşturacak nokta önceden algılandığından, geleceğe yönelik bir bakım programı oluşturulmasını sağladığı gibi doğabilecek ani duruşlara neden olan arızaları da ortadan kaldırmaktadır (Moblely 1990). Kestirimci bakım sisteminin sağladığı başlıca avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

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

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

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

1. Sıcaklık izleme: Kullanılabilecek en basit yöntemlerden biri olan sıcaklık izlemede termokupllar veya rezistanslı termometreler kullanılarak mil yataklarının sıcaklıkları takip edilir. Algılayıcı eleman mil yatağının yakınındaki bir yüzeye konulur. Ölçümlerin doğruluğu için ısı temasını iyi sağlamış olması gerekmektedir. Daha önceden yatak sıcaklıklarının maksimum değerleri belirlenmiş olmalıdır. Bu sıcaklık değerlerinin üzerine çıktığında arızanın meydana gelmesinden önce alarm verilerek, makine durdurulur.

2. Spektrografik yağ analizi: Bu yöntemde normal koşullar altında çalışan ekipmanlardan alınan yağ örnekleri (tüm sistemi temsil edecek şekilde) spektrometre ile analiz edilerek, sistemin ihtiva ettiği metal parçacıklar incelenir. Bu metal parçacıklar aşınma nedeniyle oluşmaktadır. Örneklerin, bir eğilim grafiğinin oluşturulabilmesi için rastsal olarak alınması önemlidir. Bu yöntem, otomatik olarak alarm verilmesine ve makinenin durdurulmasına olanak sağlayacak bir sistem değildir.

3. Metal parçacıklarının elden geçirilmesi: Spektrografik yağ analizindeki metal parçacıklarının oranının ölçülmesine karşın bu yöntemde parçacıklar mikroskop yardımıyla boyutlarına göre sınıflandırılırlar. Normal çalışma koşullarında oluşan parçacıkların büyüklükleri 0,000025 mm'dir. Ancak üst üste alınan iki ya da üç örnekte bu boyutu aşan parçalara rastlanırsa muhtemel arızanın yakın olduğu anlaşılır. Bu yöntem de herhangi bir alarm verilmesine ve makinenin durdurulmasına olanak sağlamamaktadır.

4. Gürültü izleme: Makinelerin normal çalışma esnasında oluşturdukları gürültü seviyesi geleneksel olarak kullanılan bir bilgi kaynağıdır. Geleneksel gürültü dinleme yöntemlerinden biri de operatörün mil yataklarında meydana gelen gürültüyü bir tornavida yardımıyla dinlemesidir ve tetkik sonucunda operatör yatağın aşınma derecesi hakkında bir fikir sahibi olur. Bu yöntem uygulanmasındaki ve sonuçlarının yorumlanmasındaki güçlükler nedeniyle günümüzde pek fazla



kullanılmamaktadır.

5. Megger testi: Elektrik motorlarında ve diğer elektrikli ekipmanlarda meydana gelen gelişmeler sonucunda bu ekipmanların durumlarının izlenme olanağı daha da artmıştır. Bu ekipmanların izlenmesinde kullanılan başlıca yöntemlerden biri de megger testidir. Megger testinde kullanılan bir cihaz ile motora sabit ve genellikle gerilimi 500 volt olan elektrik verilir ve de motor izolasyonunun direnci ölçülür. Bu direnç değeri önceden tanımlanmış değer altına düşerse istenilen standartlara getirilebilmesi için rotor ve statorun temizlenip kurulanması gerekmektedir. Bu yöntem ile de muhtemel arızalar meydana gelmeden önce önlenmektedir.

6. Titreşim analizi: Kestirimci bakım sisteminde en çok kullanılan yöntem titreşim analizidir. Bu yöntemde de çeşitli cihazlar yardımıyla ekipmanın belirli noktalarından alınan veriler ile ekipmanın işleyişi hakkında bir eğilim grafiği oluşturulur. Daha sonra makinede oluşan titreşimler izlenir ve de izlenen noktaların titreşimlerinde bir farklılık görüldüğünde bu belirtinin, oluşabilecek bir arızanın habercisi olduğu kabul edilir. Titreşimlerde oluşan herhangi bir farklılaşmanın sebebi incelenmelidir. Bu farklılaşma o makine ile ilgili bir arızanın oluşmasıyla ilgili olabileceği gibi çevresel etkiler sonucunda da ortaya çıkabilir. Bu nedenle oluşan titreşimlerin analizi yapılmalı ve analiz sonucunda elde edilecek değerlere göre hareket edilmelidir. Titreşim analizi makinede oluşabilecek bir arızaları engellemek için bir uyarı sisteminin oluşturulmasına ve makinenin durdurulmasına olanak veren bir tekniktir.

Kestirimci bakım sistemi ile arızalar daha oluşmadan önlenmekte ve böylece üretim de yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçilerek maliyet avantajı elde edilmektedir.

Yukarıda bahsedilen testlere vasıtasıyla önleyici bakım programları oluşturulabilmektedir Ancak belirtilen tekniklerin kullanılabilmesi maliyeti yüksek ekipmanlar ve bu ekipmanları kullanabilecek iyi eğitilmiş personel ihtiyacı doğurmaktadır (Davies, 1998).

#### **4.4. Otonom Bakım**

Operatörlerin, bakım personelinin de desteğiyle oluşturdukları bakım standartlarının yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine

getirilmesine "Otonom Bakım" denilmektedir. Otonom Bakım basit olarak "Bağımsız Bakım" anlamına gelmektedir. Otonom bakım, operatörlerin, bakım departmanından bağımsız olarak kendi ekipmanlarının bakımında aldıkları görevleri içerir. Başlıca otonom bakım faaliyetleri aşağıdaki gibidir:

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

Geleneksel üretimde atölyeler, ekipmanlarla ilgili her şeyin bakım departmanının sorumluluğu altında olduğu varsayımıyla çalışırlar. "Ben üretim sen tamir edersin" düşüncesi geleneksel üretimde hakim olan görüştür. Toplam Üretken Bakım'da operatörlerin benim makinem duygusunu kazanarak kendi ekipman ve makinelerinin durumunun kendi sorumlulukları olduğu bilincinin oturtulması amaçlanmaktadır.

Operatörler, bir grup liderinin öncülüğünde otonom bakım gruplarını oluştururlar. Bu gruplar kendi kendini yöneten gruplardır. Grupların liderleri şirket içinde düzenlenen eğitimlere katılırlar ve edindikleri bilgileri gruplarında yer alan operatörlere aktarırlar. Otonom bakım grup liderlerinin başlıca görevi ekibin uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlamaktır. Grup liderlerinin operatörleri eğiterek kendi liderlik yeteneklerini geliştirmeleri önemlidir.

Grup liderleri kendi otonom bakım gruplarıncı işletilen özel ekipmanların işlev ve karakteristiklerini öğrenerek uzmanlaşmalıdırlar. Grup üyeleri bir araya geldiklerinde bilgi alışverişinde bulunmalıdır. Ayrıca otonom bakım grupları bakım personeli tarafından desteklenmelidir.

Otonom bakım grubundaki tüm çalışanların, otonom bakım programının tüm adımlarında çaba göstermeleri ve katkıda bulunmaları şarttır. Otonom bakım operatörlerin ihtiyacı olan yetenekleri geliştirecek ve onlardan ne beklendiğini tanımlayacak yedi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar:

1. Başlangıç temizliği
2. Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler

3. Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi
4. Genel Kontroller
5. Otonom kontrol
6. Standardizasyon
7. Otonom Bakım Yönetimi (Tajiri, Gotoh, 1999)

Her adım yöneticiler tarafından denetlenir ve yapılanların tatmin edici olduğuna kanaat getirilirse takım bir sonraki adıma geçer. Tüm otonom bakım programları, KÖPU çevrimi takip edilecek şekilde yapılır. KÖPU; kontrol et, önlem al, planla, uygula sözcüklerinin baş harflerinden meydana gelmektedir ve şu anlamları içerir:

Kontrol et: Sistemi bütünüyle inceleyin ve sorunları ortaya çıkarın.

Önlem al: Sorunları çözmek için karşı önlemler alın.

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

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

Otonom bakım programında operatörler KÖPU çevrimini çok kez tekrar ederler. Bunun için otonom denetimde uzmanlaşırlar. Bütün TÜB programları bu temel üzerine kurulmuştur. Otonom bakımı anlamak ve herhangi bir departmanın kendi TÜB geliştirme programını planlaması için özellikle KÖPU çevrimine aşina olması temel esastır (Tajiri, Gotoh, 1999).

Otonom bakımda ilk üç seviye, ekipmanı kötüye gidişten koruyacak aktivitelerdir. Bunlar, temizlik, yağlama ve civataların sıkılması ile makinanın günlük çalışması için gerekli olan koşulları sağlamayı kapsar. Daha önce 5S faaliyetlerine başlanmış bir fabrikada ilk üç seviye kolaylıkla aşılr (Tajiri, Gotoh, 1999).

Japonca S ile başlayan 5 kelimedenden oluşan 5S felsefesi, efektif çalışma alanı organizasyonuna ve standardize edilmiş çalışma prosedürleri dayanır. 5S çalışma

alanını basitleştirir, gereksiz ve artık niteliğindeki maddelerin azaltırken kalite etkinlik ve güvenliğin arttırılmasını sağlar.

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

Sınıflandırma (SEBRI): İlk S çalışma alanındaki gereksiz parçaların elemine edilmesini içerir. Bu gereksiz parçaların tanımlanmasında etkili olan bir görsel metot kırmızı etiket (red tag) yönetimidir (Şekil 7). İş tamamlamanız için gerekli olmayan tüm parçaların üzerine kırmızı etiket takılır. Daha sonra bu parçalar merkezi bir alana taşınır. Bu proses kırmızı etiketli parçaların değerlendirilmesi içindir. Kullanılan parçalar, çalışma alanının dışında organize olmuş bir stoklama alanına alınır. Sınıflandırma değerli olan çalışma alanında boş yerlere sahip olma ve kırılmış araçlar, talaş, fazla ham madde gibi parçaların elemine edilmesinde mükemmel bir yöntemdir.



**Şekil 7: Gereksiz Parçaların Tanımlanmasında Kullanılan Kırmızı Etiket**

Düzenleme (SEITON): Çalışma alanının etkin bir kullanım sağlayacak şekilde düzenlenmesi ile ilgilidir. Elimizde tutmaya karar verdiğimiz şeyleri ihtiyaç duyulduğunda kolayca bulabilmek ve kullanabilmek için yaptığımız düzenlemelerdir.

Çalışma alanını düzenlerken aşağıdaki soruların cevaplarına göre hareket edilir:

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

Etkin bir düzenleme için başlıca stratejiler, yerlerin boyanması, çalışma alanının ana hatlarının çıkarılması, çöp kutuları süpürgeler, tahta bezleri ve kova gibi gerekli nesnelere için koruma tahtaları, modüler raflama gibi yöntemlerdir. Şekil 8’de de örneği görüldüğü gibi her parçanın belirli ve sabit bir yeri olmalı ve bu yer o parçaya ihtiyaç duyabilecek bütün personel tarafından bilinmelidir. "Her şey için bir yer ve her şey kendi yerinde" sloganı 5S’in düzenleme maddesini özetlemektedir.



**Şekil 8: 5S Çalışma Alanının Düzenlenmesi**

Temizleme (SEISO): İlk iki adım tamamlandıktan sonra sıra çalışma alanının temizlenmesine gelir. Günlük takipçi temizlik elde edilen gelişimin devam ettirilmesi için gereklidir. Temizlemenin hedefi, işletmede bütün alanları ve ekipmanları temiz tutmaktır. Her zaman bir denetime hazırlanılıyormuş gibi temiz olunmalıdır. Çalışanlar, temiz ve darmadağın olmayan bir çalışma alanına sahip olmaktan gurur duyarlar. Bu adım ekipman üzerinde ve faaliyette sahiplik duygusunu yaratmaya yardımcı olur. Çalışanlar aynı zamanda ekipman üzerinde ortaya çıkan değişiklikleri fark etmeye başlarlar.

Standartlaştırma (SEIKETSU): 5S'in ilk üç adımı başarılıdıktan sonra, elde edilenlerin devamlılığının sağlanması ve çalışma alanında en doğru uygulamaların yapılabilmesi için süreç standartlaştırılmalıdır. Standartların geliştirilmesinde çalışanlar aktif rol almalıdırlar.

Disiplin (SITSUKE): Süreç standartlaştırıldıktan sonra, başarı elde edebilmek için standartlaştırılan sürecin belirtilen kurallara uygun bir şekilde sürdürülmesi çok

önemlidir. İlk başta çalışanlar standartlaştırılan kuralların yararlılığına inanmalıdırlar. Bunun içinde daha önceki aşamalarda, özellikle standartlaştırma aşamasında sürece aktif katılımları gereklidir.

İnsan doğası değişikliklere karşı direnç gösterir ve birçok firma 5S uygulamasının birkaç ay sonrasında kendisini tekrar kirli, darmadağın bir atölyede bulmuşlardır. Tam anlamıyla uygulandığında 5S prosesi çalışanların moralini yükseltir, müşteriler üzerinde pozitif etki yaratır, etkinliği artırır. Sadece çalışanların çalıştıkları alandan memnun olması değil, aynı zamanda sürekli gelişimin etkisi sonucu daha az atık, daha iyi kalite ve daha hızlı çalışma zamanları elde edilir.

Dördüncü ve beşinci seviyeler, birinci ve üçüncü seviyelerdeki temizlik ve yağlama standartlarına genel kontrol standartlarını ekler. Kötüye gidişi önleme aşamasından, kötüye gidişi ölçme, izleme ve etkili bakım aktiviteleri gerçekleştirme aşamasına geçilir. Altıncı seviyede şimdiye kadar geçilen adımlar sonucu, standartların son hali oluşturulur. Yedinci seviye gerçek otonom bakım aktivitelerinin başlamasıdır. Bu seviye, her grubun birbirinden bağımsız olarak bakım aktivitelerini sürdürdüğü ve TÜB'in gerçek bir iş haline geldiği adımdır. Otonom bakım programının 7 adımı ilerleyen bölümlerde daha detaylı olarak işlenecektir.

Otonom bakım, her operatörün yaptığı günlük bakım, yağlama, parça değiştirme, onarım, arıza arama, hassasiyet kontrolü ve benzeri işleri kapsamaktadır. Amaç herkesin kullandığı ekipmana sahip çıkması ve onu iyi durumda muhafaza etmesini sağlamaktır. Günümüzde ekipmanlar oldukça karmaşık bir hal almıştır. "Operatör çalıştırır, bakımcı tamir eder ve bakımını yapar" kavramı ortadan yok olmakta ve ekipman üzerinde yapılacak işler operatör ve bakımcı tarafından paylaşılmaktadır. Bazı bakım faaliyetleri ve yağlamalar otonom bakım kapsamında operatör tarafından yapılmakta, geri kalan bakım işleri bakım grubu tarafından yapılmaktadır (Imai, 1986).

#### **4.4.1. Operatörlerin Eğitimi**

Otonom bakımın tam anlamıyla uygulanabilmesi için operatörlere, ekipmanın bakımı ve işletilmesi ile ilgili olarak yeterli derecede eğitim verilmelidir. Verilen eğitimler sonucunda, operatörün ekipmanına temel bakım faaliyetlerini uygulayabilir hale gelmiş olması gerekmektedir. Operatörlerin otonom bakımı başarıyla uygulayabilmeleri için aşağıdaki temel yeteneklere sahip olmaları önemlidir:

- Normal ve anormal durumu söyleyebilmeli
- Kurallara ve koyulan sınırlara kesinlikle uymalı
- Anormal duruma karşı çabuk ve uygun çözüm bulup uygulayabilmeli
- Ekipman arızasını bulabilmeli ve gerekli iyileştirme çalışmasını yapabilmeli
- Ekipman ve kalite arasındaki ilişkiyi kurabilmeli, kötü kalitenin ve onun sonuçlarının önüne geçebilmeli
- Onarım bilgisine ve yeteneğine sahip olmalı
- Ekipman mekanizmasını ve fonksiyonunu anlamalı, olası problemleri tespit edebilmeli
- Tek başına çalışabilmeli, gerektiğinde diğer departmanlardan ilgili kişilerle işbirliği yapabilmeli

#### **4.4.2. Otonom Bakımda Üretim ve Bakım Grubunun Rolü**

Geleneksel üretimde, üretim bölümü, ihtiyaçlarının mümkün olan en kısa süre içerisinde ve üretimi aksatmadan karşılanmasını ister. Bakım bölümü ise genellikle, acil ihtiyaçların belirtilen sürede karşılanamayacağını belirtir. Her iki bölümde süreci kendi açısından değerlendirir ve diğer tarafın sıkıntılarını önemsemez. Bakım faaliyetlerinin uyumlu bir şekilde yürütülebilmesi için üretim bölümü ile bakım bölümü işbirliği yapmalıdır. Üretim bölümü, bakımın temeli olan kötüleşmeyi önleyici faaliyetleri üstlenmelidir. Bakım hedeflerine ulaşmak için faaliyetler, aşağıdaki gibi geniş bir şekilde sınıflandırılmalıdır. Yapılacak faaliyetleri 3 kategoriye ayırmak mümkündür.

##### 1. Kötüye Gidişi Önleme

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

## 2.Kötüye Gidişi Ölçme (Yoğunlukla 5 Duyununun Kullanılması)

- Günlük bakım
- Zamana dayalı bakım
- Duyu organları ile ekipmanın kontrolü

## 3.Kötüye Gidişi Yok Etme

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

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

### **4.4.3. Otonom Bakım Programının Yedi Adımı**

#### **4.4.3.1. Başlangıç Temizliği**

Temizlik ve kontrol otonom bakım faaliyetlerinin başlangıcıdır. Başlangıç temizliği yapılmadan önce ilk adım, prosedürünün ve faaliyet planının hazırlanmasıdır. Prosedür; adımın amacını, kapsamını, kaynaklarını ve uygulamalarını gösterir.

Başlangıç temizliği ekipmanlara, kalıplara, aletlere ve düzeneklere yapışan, kir, toz, kırıntı, talaş, yağ ve hurda gibi yabancı maddeleri tamamen yok etmeyi amaçlayan çalışmaları içerir. Bu temizlik, işletme yönetiminin geleneksel anlamda anladığı gibi, olağan bir temizlik olmayıp, ekipmanın kirlenme maddelerden tamamen arındırılmasını amaçlayan kapsamlı bir temizliktir. Tablo 2’de temizliğin olumlu etkileri özetlenmiştir.

Temizlik gizli hataları ortaya çıkarmayı ve gidermeyi hedefler. Temizlik esnasında operatör ekipmandaki tüm parçalara dokunur ve böylece normalde dikkat etmediği kısımlarına bile göz atmış olur. Bu yaklaşım sayesinde gizli hataları, gürültüyü, titreşimi, kokuyu ve ısınmayı tespit etme şansı artar. Kirlenmeden dolayı aşınmış ekipmanda, hatalar kolaylıkla tespit edilebildiğinden, küçük hatalar, duruşlar ve



kalite hatalarıyla sonuçlanan önemli kusurların oluşmadan hızla iyileştirilmesini mümkün kılar.

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

Yağlama sistemleri işler hale getirilir ve tüm civatalar sıkılır. Etraftaki gereksiz eşya ve malzemelerden arınmış bir ortam hazırlanır. Aletler ve jigler muntazam halde korunur. Temizliğin neleri fark ettirdiğinin bilincine operatörler sonuçları görek ulaşrlar.

Temizliğin TÜB'a başlayabilmemiz ve başarabilmemiz için ne denli önemli ve gerekli olduğu personele sürekli hatırlatılmalıdır. Teşhis çizelgeleri hazırlanmalı ve faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli yetki paylaşımı personel arasında yapılmış olmalıdır. Operatörler makinelerini temizledikçe performans açısından farkı görek temizliğin önemini daha iyi kavrayacaklardır.

Temizlik de önemli noktalar aşağıdaki gibidir;

- Önce iş güvenliği.
- Operatörler kendilerini temiz ve tertipli tutmalıdır.
- Yıllardır biriken kirler temizlenmelidir.
- Görüşü engelleyen kapaklar sökülerek tam anlamıyla temizlik yapılmalıdır.
- Sadece ekipman değil kontrol panosu, transfer ekipmanı ve diğer yan birimler de temizlenmelidir.
- Ekipman temizlikten hemen sonra tekrar kirlense dahi vazgeçilmemelidir. Ne kadar sürede?, neresi?, ne miktar da? gibi kirlilik ile ilgili sorulara alınacak yanıtlar kayıt altına alınarak elde edilen veriler yapılan analizlerde kullanılmalıdır.

Operatörler temizlik sürecinde tespit ettikleri hataları hata kartına yazarlar. Bu kartın amacı var olan bir problemi göstermek ve hatırlatmaktır (Tajiri, Gotoh, 1999).

**Tablo 2: Temizliğin Etkileri**

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

#### **4.4.3.2 Kirlenme Kaynaklarına Karşı Önlemler**

Birinci adım boyunca başarıyla temizlenen ekipmanın durumunun sürdürülebilmesi için kirliliğe neden olan kaynaklar yok edilmelidir. Eğer kirlilik kaynağı ortadan kaldırmak mümkün değilse ekipmanda yapılan uygun değişikliklerle kirliliğin yayılmasının önüne geçilmelidir. Kirliliğin ortadan kaldırılması ve yayılmasının önlenmesinde başarı sağlanamadığında, operatörler sürekli olarak aynı kirlenme kaynağının yol açtığı kirliliği temizlemek için zaman ayırmak durumunda kalırlar. Operatörler, temizliği hedeflenen zamanda bitirebilmek için ya kendi temizlik yöntemlerini geliştirmeliler ya da temizliği zor olan bölgelerin iyileştirilmesi için çalışmalıdırlar.

Ekipmanın zor ulaşılan yerleri açığa çıkarılmalı ve bu yerlere erişim sağlanmalıdır. Gerek ekipmanın tüm noktalarına ulaşılabilmesi, gerek her yerinin temiz olması ekipmanın daha sağlıklı gözlemlenebilmesine olanak verir. Ekipman böylece, daha kolay bakım yapılabilir hale gelmiş olur.

Ekipmanın yanı sıra, hammadde ve ürünler yabancı maddelerle kirlenmeden, başarılı olarak üretimin gerçekleştirilmesi sağlanabiliyorsa, sadece ekipmanın yıpranması önlenmez aynı zamanda ürünlerin kalitesi de geliştirilmiş olur. Bu olumlu gelişmelere ek olarak, temiz olan ekipmanda küçük hatalar kolayca tespit edilir ve

önemli hatalara dönüşmeden iyileştirilme sağlanır. Sonuç olarak; kirliliğin önlenmesinde yapılacak bütün iyileştirici faaliyetler, ekipmanın yüksek verimliliğe ulaşmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda, temizlenmesi güç bölgelere getirilen çözümler sayesinde ekipman bakımı da kolaylaştırılmış olur.

Birinci adımda operatörler uzun süre sonunda fazlaca kirlenmiş olan ekipmanı temizlerler. Başlangıç temizliğinde yaşanan aşırı güçlük, operatörlerin ekipmanlarının bir daha kirlenmesine izin vermemelerini sağlar. Ayrıca, ekipman temizlenince, basit bir kirlenme varlığı bile operatörleri rahatsız etmeye başlar. Sonuç olarak operatörler, ekipmanı temizlemenin yarattığı etkiler ve ilk başta yapılan zor temizlikten sonra ki temizlik işlemlerinin daha rahat bir şekilde yapılması sayesinde yaptıkları temizlik eylemine daha çok motive olurlar.

2. adımda operatörler, karşı önlem almak için yaptıkları hazırlıklarda yabancı madde kaynaklarının nasıl oluştuğunu dikkatlice gözlemlerken, ekipmanların temel çalışma ve hareket düzenleri hakkında bilgi edinirler. Gözlenen kirlilik belirtileri tek bir yerden kaynaklanıyormuş gibi gözükebilir ama operatörler eğer kirliliğin farklı kaynakları varsa yaptığı gözlemler sonucunda bu kaynakları da tespit edebilirler. En sorunlu ve ihmal edilmiş kirlilik kaynaklarının, karmaşık karakteristikleri vardır. Bundan dolayı, üstün körü ve çabuk uygulanan karşı önlemler kullanılmamalıdır. Bu tür bir yaklaşım problemin yanlış analizine neden olur. Bu nedenden ötürü, doğru çözümlerin bulunması için ekipmanların çalışma prensiplerinin ışığında olayın mantıksal analizinin yapılması tavsiye edilmektedir. Aksi takdirde, kısa süreli ortaya çıkan başarının ardından, kirlilik kaynakları tam olarak tespit edilemediği için problem tekrar ortaya çıkacaktır (Tajiri, Gotoh, 1999).

#### **4.4.3.3. Temizlik ve Yağlama Standartlarının Belirlenmesi**

Yapılacak faaliyetlerin amacı daha önceki faaliyetlerde öğrenilenlerin standartlaştırılması ve böylece bakım çalışmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

3. adım boyunca, operatörler ulaşılan ekipman koşullarını muhafaza etmek için temizlik ve yağlama standartları gibi bazı standartları oluştururlar. Toplam üretken bakım uygulanmayan tesislerde bu kurallar mühendislik, bakım ve üretim departmanlarından oluşan personel tarafından hazırlanır daha sonra da hazırlanan kurallar operatörlere aktararak uygulanması istenir. Ancak TÜB'de gerçek

deneyimi temel alan bu kurallar, bunları uygulayacak olan operatörler tarafından oluşturulmaktadır. Böylece çalıştığı ortamın şartlarını en iyi bilen operatör, kendi uygulayacağı ve sonuç olarak kendi makine ve ekipmanının devamlılığını sağlayacağı sürecin standartlarını oluşturmuş olur.

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

Üçüncü adımda, grup elemanları ekipmanlarının kötüye gidişini önlemek için ne gibi standartlar izlemeleri gerektiğini belirlerler. Bunlar yönetici ve teknisyenlerin atölye çalışanlarına zorla uygulattıkları standartlar değildir. Operatörler, uymaları gereken kuralları ve bu kuralların nedenlerini anlamalıdır. Bu anlayışa dayanarak gerçekçi ve etkili standartlar oluşturulur (Tajiri, Gotoh, 1999).

#### **4.4.3.4. Genel Kontroller**

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

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

Her bir teşhis konusunda operatörler, ekipmandaki bozulma ve anormallikleri tespit edebilmek için gerekli muayene ve temel bakım becerileriyle eğitilirler. Bu eğitim stratejileri ve onu izleyen kapsamlı muayenelerde operatörler, plan yapmanın ve ekipmanın gerçek çalışma koşulları ile ilgili derlenmiş verilerin analizi ile elde

edilen, doğru rakamlara dayalı sonuçların gözden geçirilmesinin önemini anlarlar. Kısa aralıklardaki uygun sayıda, teşhis konularıyla bağlantılı KÖPU çevrimini içeren, operatörlerin denetim yeteneğini arttırmak ve eğitmek için sağlanan bu temel hazırlıklar eğitici ve pratik deneyimler sayesinde gerçekleştirilir (Tajiri, Gotoh, 1999).

#### **4.4.3.5. Otonom Kontrol**

5. adıma girerken, makinelerdeki duruşlar önemli ölçüde azalır. Birçok proste aylık bazda sıfır duruş gerçekleştirilir. Çalışan personel, güvenilir ve kararlı çalışma koşulları neticesinde ekipmanlarda sağlanan muhafaza edilebileceğini görecektir.

Eğer operatörler, ekipmanların güvenilir ve bakımlı olması için harcanan her çabaya rağmen hala temizlik, yağlama ve elle muayene yapmaya gerek duyuyorsa istenen görevlerin daha kolay ve insan hatalarından arınmış olarak yapılması için diğer görsel kontrollerin ve önleyici sistemlerin keşfedilmesinde daha etkin çabalar sarfetmelidirler. 1.Adımdan 4.Adıma kadar yapılan faaliyetlerin ekipmanın güvenilirliğinin, bakımlılığının ve kalitesinin artırılması amacıyla geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için hazırlanmış temizlik, yağlama ve ekipman teşhis standartları yeniden incelenmeli ve hataları gidererek "otonom bakım" standardı oluşturulmalıdır (Tajiri, Gotoh, 1999).

#### **4.4.3.6. Standardizasyon**

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

- Fabrikanın malzeme akışının standardizasyonu
- Veri akışının standardizasyonu

- Kalıp ve bağlama aparatlarının yönetim standartları
- Üretim kalite güvence standartları

#### **4.4.3.7. Otonom Yönetim**

7. Adım kendi enerjisini üreten ve lokomotifi olmayan elektrikli bir tren gibi işlev gören insanlar yaratmayı hedefler. Bu aşamaya gelindiğinde operatörlerde artık bakım maliyetleri bilinci oluşmuştur, daha düşük maliyetlerle iş yapma konusunda kafa yorular ve sürekli iyileştirme için çalışmalarına devam ederler.

Esas olan nokta kararlı ve kararından vazgeçmeyen bir yönetim kurmaktır. Kararlı bir yönetimin fonksiyonları;

- Üretim departmanının işlerinde otonom bakımın devamlılığını sağlama
- Sıfır hata, sıfır arıza, sıfır kaza, sıfır hız kaybı ve sıfır küçük duruşun hedeflenmesi için, otonom bakımın şirketin faaliyetleri içerisinde yer almasını sağlamak
- Operatörlerin otonom bakım faaliyetlerinde yapmış olduklarını belirli periyotlarda üst yönetime göstermesi için sunuşlar yapmasını sağlamak
- Sürdürülebilirliği sağlamak için otonom bakım çalışmalarının düzenli olarak gerçekleşmesini sağlamak.

PM ödülü almış bazı şirketlerde bile otonom bakım sistemi 2-3 yıl sonra çökmektedir. Bu da genelde üst yönetimin ve departman yöneticilerinin toplam üretken bakım faaliyetlerinin sürekliliğinin korunması için gerekli özeni göstermemeleri nedeniyle olmaktadır. Dönemsel hedefler belirlenmeli ve bu hedefler çalışanları daha iyi yapmaya yöneltmesi gerekmektedir. Operatörlerin şirket hedeflerine katkılarının olduğuna inanmaları otonom bakımın sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Tajiri, Gotoh, 1999).

## 5. BAKIM OPTİMİZASYON ÇALIŞMALARI VE MALİYET ANALİZİ

Bakım faaliyetinin temel amacı, olabilecek muhtemel arızaların önlenmesi ve/veya geciktirilmesidir. Bu sayede iş kazalarının önlenmesi, arıza kayıplarının azaltılması ve bunların sonucu olarak da maliyet avantajı elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Güvenilirlik, sistemin performansını gösteren bir parametredir ve sistemin artan görev zamanına (ömrüne) bağlı olarak azalır. Bir sistemin güvenilirliği sistemin yapısına ve dolayısıyla sistemi oluşturan elemanların güvenilirliğine bağlıdır. Sistemi oluşturan elemanların ömrü ise sistem içindeki çalışma sürelerinin bir fonksiyonudur. Dolayısıyla bir sisteme uygulanan bakım işlemlerinin sistemin verimli ömrü üzerinde oldukça büyük etkisi vardır (Kahvecioğlu, 2004).

Yapılan bakım çalışmaları ile ürünün sürdürülebilirliğinin sağlanması hedeflenmektedir. Fakat bir ürüne ne kadar bakım yapılırsa yapılsın, tasarım yapıldığı ilk güvenilirlik değerinin üzerine çıkılamaz. Ancak bu değer korunabilir ya da bu değere yaklaşılabilir.

Bir sisteme uygulanacak bakımın şekli ve sıklığı büyük ölçüde bakım ve onarım maliyetlerine bağlıdır. Örneğin; üretim yapan bir birimdeki herhangi bir makine için yapılacak önleyici bakım çalışmaları belirlenirken, önleyici bakım çalışmaları sonucunda arıza ve işgücü kayıplarının giderilmesiyle elde edilecek maliyet tasarrufu ile önleyici bakım için harcanan miktar karşılaştırılmalıdır. Eğer belirtilen miktarlar, birbirine yakın olursa o makine için önleyici bakım çalışmaları uygulamak etkin bir çözüm getirmeyecektir. Onarılabılır bir sisteme önleyici bakım uygularken bakım maliyetinin onarım maliyetine oranı oldukça önemli bir faktördür. Dikkate alınması gereken diğer bir faktör ise sistemin bozulma oranıdır. Sistemin herhangi bir bölümü azalan bozulma oranına sahipse, uygulanan önleyici bakım bozulma olasılığını artıracaktır. Bozulma oranı sabit olan sistemlerde ise önleyici bakımın sistemin bozulma olasılığı üzerinde herhangi bir etkisi olmaz. Fakat sistem artan bozulma oranına sahipse periyodik önleyici bakımın arıza sayılarının azalmasında oldukça büyük etkisi vardır (O'Connor, 1991).

Önleyici bakım çalışmaları, artan bozulma oranına sahip ekipmanlardaki beklenmedik arızaların azaltılmasında önemli bir araç olarak kullanılabilir. Artan bozulma oranına sahip ekipmanlarda dışında kullanıldığı takdirde önleyici bakımın bozulmaların sıklığını azaltmaya herhangi bir etkisi olmadığı gibi artışına da sebep olabilmektedir (Gosavi, 2006).

### **5.1 Toplam Üretken Bakımın Etkinliğinin Tespiti için Maliyet Analizi Modellemesi**

Toplam Üretken Bakım faaliyetlerinin bir işletmede uygulanmasında, yukarıda da bahsedildiği gibi, TÜB için katlanılan maliyetin kayıpların azaltılması neticesinde elde edilen getiriden daha az olması en temel koşuldur. Bu bölümde, makine bazında TÜB çalışmalarının etkinliğini ölçmek amacıyla bir model geliştirilmiştir. Yapılacak analiz için seçilen makinelerde, TÜB uygulanmadan önceki belirli bir periyot içinde kayıplar nedeniyle katlanılan maliyetlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Geliştirilen modelde toplam üretken bakımda tanımlanan 6 büyük kayıp temel maliyet kalemleri olarak ele alınmıştır. Ardışık iki senenin 6 büyük kayıp maliyetleri ve TÜB giderleri karşılaştırılarak toplam üretken bakım çalışmalarının etkinliği ölçülmüştür.

Modelde, maliyetler 3 ana başlık altında toplanmıştır;

Duruş Maliyeti ( $M_d$ ) : Arızalar ve plansız üretim duruşları ile kurma ve ayar kayıpları bu maliyet başlığı altında ele alınmıştır.

$$M_d = M_{d-bir} \times t_d \quad (5.1)$$

$M_{d-bir}$  = Birim duruş maliyeti

$t_d$  = Belirtilen periyottaki toplam duruş süresi

Performans Maliyeti ( $M_p$ ) : Boşta kalma, küçük duruşlar ve düşük hızda çalışma nedeniyle katlanılan maliyetleri kapsamaktadır.

$$M_p = M_{p-bir} \times t_p \quad (5.2)$$

$M_{p-bir}$  = Birim performans maliyeti

$t_p$  = Belirtilen periyottaki boşta kalma, küçük duruşlar ve düşük hızda çalışma nedeniyle katlanılan kayıp süre



Kalite Maliyeti ( $M_k$ ) : Başlangıç kayıpları ve kalite hatalarını içermektedir.

$$M_k = M_{k-bir} \times n_k \quad (5.3)$$

$M_{k-bir}$  = Birim kalite maliyeti

$n_k$  = Hatalı parça sayısı

Amaç 6 büyük kayıptan dolayı oluşan maliyetin ve TÜB faaliyetleri nedeniyle oluşan giderlerin bir önceki yılda bu kalemler için ayrılan tutarın altına inmesidir. Bu durumda amaç fonksiyonu;

$$f_{maks}(M_d, M_p, M_k) = \sum_{t=1}^n [[M_d(t) + M_p(t) + M_k(t) + M_{TUB}(t)] - [(M_d(t+1) + M_p(t+1) + M_k(t+1) + M_{TUB}(t+1))]] \quad (5.4)$$

olarak ifade edilir.

Burada;

$M_d(t)$  = t periyodundaki duruş maliyetini,

$M_p(t)$  = t periyodundaki performans maliyetini,

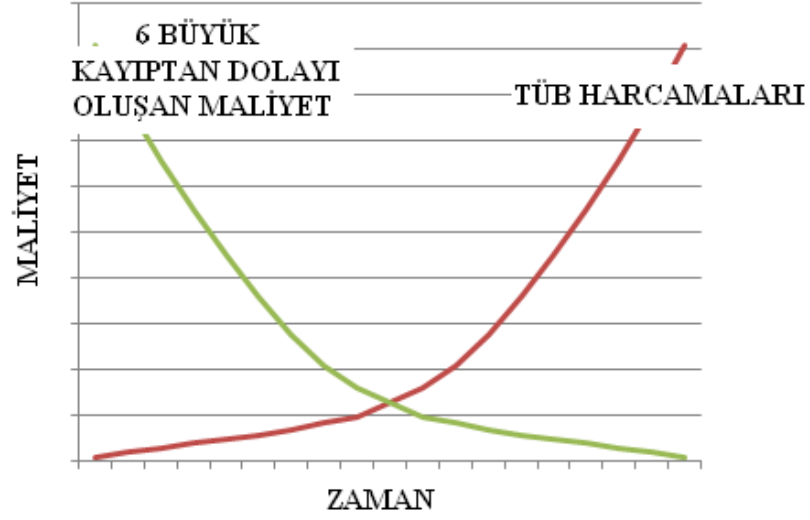
$M_k(t)$  = t periyodundaki kalite maliyetini,

$M_{TUB}(t)$  = t periyodundaki TÜB için ayrılan bütçeyi ifade etmektedir.

Yapılan toplam üretken bakım çalışmaları sonucunda başarı elde edilebilmesi için

$$f_{maks}(M_d, M_p, M_k) > 0 \quad (5.5)$$

olmalıdır.



**Şekil 9: TUB Harcamaları - 6 Büyük Kayıp İlişkisi**

Şekil 9’da da görülebileceği gibi çoğu makinede 6 büyük kayıp maliyetleri belirli bir seviyeye yapılan küçük TUB yatırımları neticesinde düşürülebilir. Ancak bu noktadan sonra kayıplardan dolayı oluşan maliyetlerin daha da azaltılması için daha büyük TUB harcamaları gerekecektir. Bu noktada yapılacak yatırımın getirisi iyi hesaplanmalı, optimum noktadaki ekipman koşullarının sürdürülebilmesi için çalışmalar yapılmalıdır.

Aşağıda modelin farklı makinelere uygulanması sonucu elde edilen sonuçlar verilmiştir.

#### Vaka 1

Model otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın kaynak hattında çalışan bir punta kaynak robotuna uygulanmıştır. Belirtilen makine üzerinde 3 yıldır toplam üretken bakım çalışmaları yürütülmektedir. Önleyici ve periyodik bakım çalışmaları düzenli olarak sürdürülmektedir.

Burada 1. Periyot olarak TUB uygulaması başlamadan önceki son yıl alınmıştır.

Periyot	$M_{d-bir.}$	$t_d$	$M_{p-bir.}$	$t_p$	$M_{k-bir.}$	$n_k$
1	5,1 ytl/sa	104 sa.	2,2 ytl/sa	125 sa	25 ytl/adet	150 adet
2	5,1 ytl/sa	65 sa.	2,2 ytl/sa	110 sa.	25 ytl/adet	115 adet
3	5,1 ytl/sa	50 sa.	2,2 ytl/sa	90 sa.	25 ytl/adet	94 adet
4	5,1 ytl/sa	45 sa.	2,2 ytl/sa	92 sa.	25 ytl/adet	79 adet

$$M_{d(1)} = M_{d-bir.} \times t_{d(1)} = 5,1 \text{ ytl/sa} \times 104 \text{ sa} = 530,4 \text{ YTL}$$

$$M_{d(2)} = 331,5 \text{ YTL}$$

$$M_{d(3)} = 255 \text{ YTL}$$

$$M_{d(4)} = 229,5 \text{ YTL}$$

$$M_{p(1)} = M_{p\text{-bir}} \times t_{p(1)} = 2,2 \text{ ytl/sa} \times 125 \text{ sa} = 275 \text{ YTL}$$

$$M_{p(2)} = 242 \text{ YTL}$$

$$M_{p(3)} = 198 \text{ YTL}$$

$$M_{p(4)} = 202,4 \text{ YTL}$$

$$M_{k(1)} = M_{k\text{-bir}} \times n_k = 25 \text{ ytl/adet} \times 150 \text{ adet} = 3750 \text{ YTL}$$

$$M_{k(2)} = 2875 \text{ YTL}$$

$$M_{k(3)} = 2350 \text{ YTL}$$

$$M_{k(4)} = 1975 \text{ YTL}$$

Aynı makinede yapılan TÜB çalışmaları için harcanan yıllık masraf tutarları ise 1., 2. ve 3. seneler için sırasıyla 520 YTL, 600 YTL ve 600 YTL'dir.

$$f_{\text{maks}}(M_d, M_p, M_k) = \sum_{t=1}^n [(M_d(t) + M_p(t) + M_k(t)) + M_{TUB}(t)] - [M_d(t+1) + M_p(t+1) + M_k(t+1) + M_{TUB}(t+1)]$$

$$f_{12} = [M_d(1) + M_p(1) + M_k(1) + M_{TUB}(1)] - [M_d(2) + M_p(2) + M_k(2) + M_{TUB}(2)]$$

$$f_{12} = (530,4 + 275 + 3750 + 0) - (331,5 + 242 + 2875 + 520)$$

$$f_{12} = 4555,4 - 3968,5$$

$f_{12} = 586,9 \text{ YTL} > 0$  olduğundan toplam üretken bakım çalışmaları makine üzerinde ilk uygulandığı yıl maliyet avantajı sağlamıştır.

Diğer yıllar içinde aynı hesabı tekrarlırsak;

$$f_{23} = [M_d(2) + M_p(2) + M_k(2) + M_{TUB}(2)] - [M_d(3) + M_p(3) + M_k(3) + M_{TUB}(3)]$$

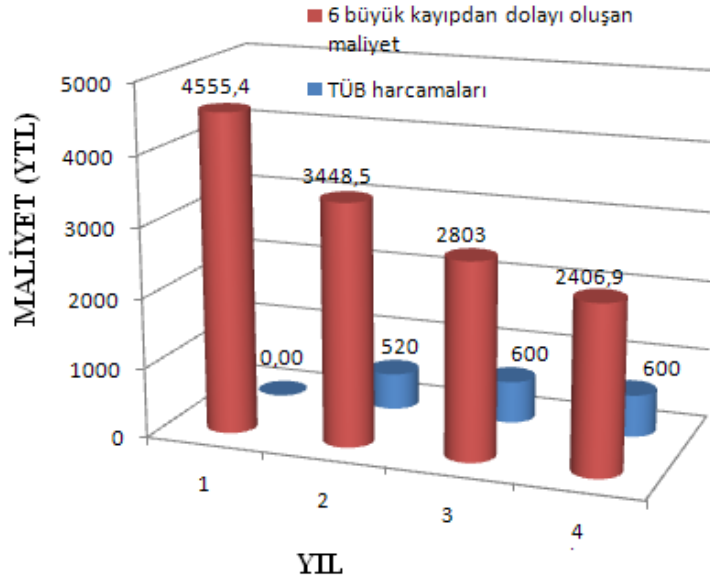
$$f_{23} = 3968,5 - 3403,0$$

$$f_{23} = 565,5 \text{ YTL} > 0 \text{ elde edilir.}$$

$$f_{34} = [M_d(3) + M_p(3) + M_k(3) + M_{TUB}(3)] - [M_d(4) + M_p(4) + M_k(4) + M_{TUB}(4)]$$

$$f_{34} = 3403,0 - 3006,9$$

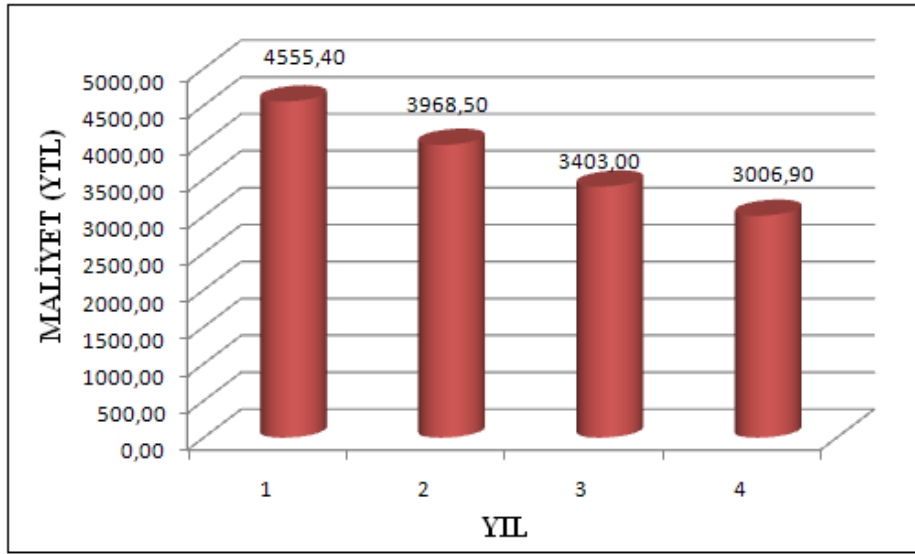
$$f_{34} = 396,1 \text{ YTL} > 0 \text{ elde edilir.}$$



**Şekil 10: TÜB Uygulanan Makinenin Yıllık Giderleri**

Şekil 10'da da kolayca görülebileceği gibi TÜB uygulanan makine de 6 büyük kayıptan dolayı oluşan giderler azalmıştır. Ancak azalma oranı son yıl diğer yıllara göre daha az olmuştur. Makine veya ekipman, iyileştirme çalışmaları sonucu belirli bir seviyeye getirildikten sonra daha iyiye götürmek için yapılan çalışmalardan daha zor sonuç alınmaya başlanmaktadır. Bazı durumlarda makinenin performansının daha üst seviyelere taşınması için TÜB faaliyetlerine ayrılan bütçe fazlaştırılır. Ancak yapılan bu fazla yatırım aynı oranda dönüş sağlamayabilir. Önemli olan TÜB faaliyetlerinde optimum seviyeyi yakalayabilmektir. TÜB uygulamaları sonucunda, belirli bir periyottan sonra ardışık periyotlar arasındaki maliyet farkı giderek

azalabilir hatta eşitlenebilir. Ancak bu TÜB faaliyetlerinin başarısız olduğunu göstermez. Toplam üretken bakım ulaşılan makine ve ekipman koşullarının sürdürülebilmesinin sağlanmasında da çok önemli rol oynar. Yani “ $f_{maks}(M_d, M_p, M_k) \cong 0$ ” olduğu durumlarda da ardışık TÜB uygulanan yıllar için ulaşılan ekipman koşullarının korunduğu sonucu çıkarılabilir. Şekil 11’de ardışık yıllardaki 6 Büyük Kayıp ve TÜB giderleri nedeniyle oluşan toplam maliyet görülmektedir.



**Şekil 11: TÜB Çalışmaları ve 6 Büyük Kaybın Neden Olduğu Toplam Maliyet**

## VAKA 2

Maliyet analizini uyguladığımız ikinci ekipman otomotiv ana sanayisinde faaliyet gösteren bir firmada ki cnc abkant pres makinesidir.

Buradada 1. Periyot olarak TÜB uygulaması başlamadan önceki son yıl alınmıştır.

Periyot	$M_{d-bir.}$	$t_d$	$M_{p-bir.}$	$t_p$	$M_{k-bir.}$	$n_k$
1	3,2 ytl/sa	56 sa	1,5 ytl/sa	130 sa	6,5ytl/adet	452 adet
2	3,2 ytl/sa	49 sa	1,5 ytl/sa	100 sa	6,5ytl/adet	347 adet
3	3,2 ytl/sa	45 sa	1,5 ytl/sa	95 sa	6,5ytl/adet	289 adet
4	3,2 ytl/sa	42 sa	1,5 ytl/sa	88 sa	6,5ytl/adet	155 adet
5	3,2 ytl/sa	42 sa	1,5 ytl/sa	89 sa	6,5ytl/adet	120 adet

$$M_{d(1)} = M_{d-bir.} \times t_{d(1)} = 3,2 \text{ ytl/sa} \times 56 \text{ sa} = 179,2 \text{ YTL}$$

$$M_{d(2)} = 156,8 \text{ YTL}$$

$$M_{d(3)} = 144 \text{ YTL}$$

$$M_{d(4)} = 134,4 \text{ YTL}$$

$$M_{d(5)} = 134,4 \text{ YTL}$$

$$M_{p(1)} = M_{p\text{-bir}} \times t_{p(1)} = 1,5 \text{ ytl/sa} \times 130 \text{ sa} = 195 \text{ YTL}$$

$$M_{p(2)} = 150 \text{ YTL}$$

$$M_{p(3)} = 142,5 \text{ YTL}$$

$$M_{p(4)} = 132 \text{ YTL}$$

$$M_{p(5)} = 133,5 \text{ YTL}$$

$$M_{k(1)} = M_{k\text{-bir}} \times n_k = 6,5 \text{ ytl/adet} \times 452 \text{ adet} = 2938 \text{ YTL}$$

$$M_{k(2)} = 2255,5 \text{ YTL}$$

$$M_{k(3)} = 1878,5 \text{ YTL}$$

$$M_{k(4)} = 1007,5 \text{ YTL}$$

$$M_{k(5)} = 780 \text{ YTL}$$

Aynı makinede yapılan TÜB çalışmaları için harcanan yıllık masraf tutarları ise 1., 2., 3. ve 4. seneler için sırasıyla 350 YTL, 375 YTL, 450 YTL ve 600 YTL'dir.

$$f_{\text{maks}}(M_d, M_p, M_k) = \sum_{t=1}^n [(M_d(t) + M_p(t) + M_k(t)) + M_{TUB}(t)] - [M_d(t+1) + M_p(t+1) + M_k(t+1) + M_{TUB}(t+1)]$$

$$f_{12} = [M_d(1) + M_p(1) + M_k(1) + M_{TUB}(1)] - [M_d(2) + M_p(2) + M_k(2) + M_{TUB}(2)]$$

$$f_{12} = (179,2+195+2938+0) - (156,8+150+2255,5+350)$$

$$f_{12} = 3312,2 - 2912,3$$

$f_{12} = 399,9 \text{ YTL} > 0$  olduğundan toplam üretken bakım çalışmaları makine üzerinde ilk uygulandığı yıl maliyet avantajı sağlamıştır.

Diğer yıllar içinde aynı hesabı tekrarlırsak;

$$f_{23} = [M_d(2) + M_p(2) + M_k(2) + M_{TUB}(2)] - [M_d(3) + M_p(3) + M_k(3) + M_{TUB}(3)]$$

$$f_{23} = 2912,3 - 2540$$

$$f_{23} = 372,3 \text{ YTL} > 0 \text{ elde edilir.}$$

$$f_{34} = [M_d(3) + M_p(3) + M_k(3) + M_{TUB}(3)] - [M_d(4) + M_p(4) + M_k(4) + M_{TUB}(4)]$$

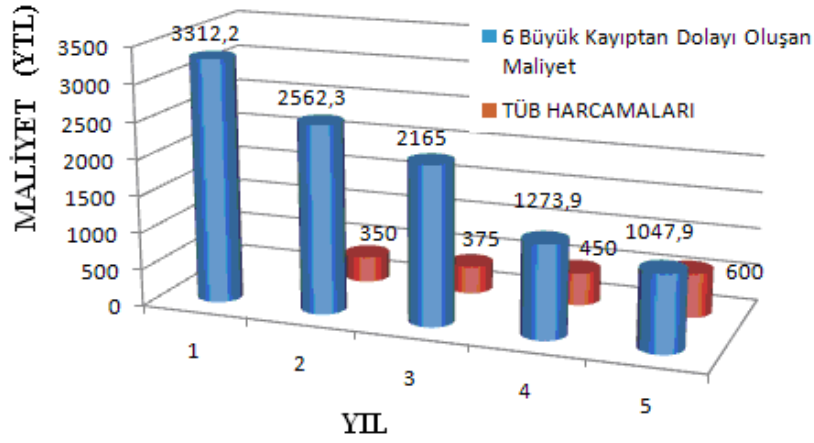
$$f_{34} = 2540,0 - 1723,9$$

$$f_{34} = 816,1 \text{ YTL} > 0 \text{ elde edilir.}$$

$$f_{45} = [M_d(4) + M_p(4) + M_k(4) + M_{TUB}(4)] - [M_d(5) + M_p(5) + M_k(5) + M_{TUB}(5)]$$

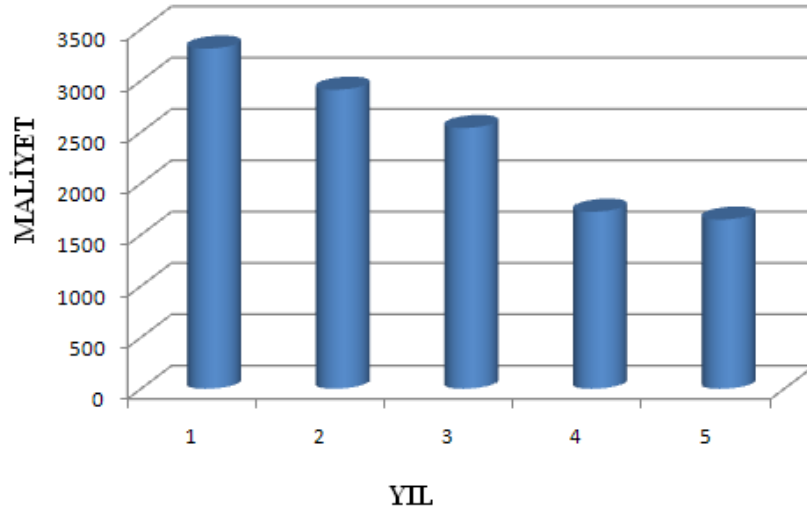
$$f_{45} = 1723,9 - 1647,9$$

$$f_{45} = 76 \text{ YTL} > 0 \text{ elde edilir.}$$



**Şekil 12: TÜB Uygulanan Makinenin Yıllık Giderleri**

Şekil 12’de de görüldüğü gibi 6 büyük kayıp, yapılan toplam üretken bakım çalışmalarıyla azaltılmıştır. TÜB için ayrılan bütçe tutarı yıllar içinde artırılmıştır. Bakım faaliyetlerine yatırılan tutarın artırılması sonucu Şekil 13’de de görülebileceği gibi her sene bir sene önceden daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 5. senede TÜB için %33 oranında arttırılan bütçe sonucunda bir önceki yıla göre olan iyileşme düşük miktarda kalmıştır. Görüldüğü gibi altı büyük kayıptan dolayı oluşan maliyet toplam üretken bakımın uygulandığı ilk 3 yıl hızlı bir şekilde azalmış ancak makine belirli bir standarda getirildikten sonra yapılan iyileştirme çalışmaları daha zor sonuç vermeye başlamıştır. Ancak buradan, toplam üretken bakım çalışmalarının makinenin belirli bir seviyeye ulaşmasından sonra gereksiz olduğu sonucu çıkarılmamalıdır. Ulaşılan ekipman ve makine seviyesinin sürdürülebilir olması için TÜB çalışmalarının kesintisiz olarak devam ettirilmesi gerekmektedir.



**Şekil 13: TÜB Çalışmaları ve 6 Büyük Kaybın Neden Olduğu Toplam Maliyet**



## **6. TOPLAM ÜRETKEN BAKIM VE OTOMOTİV SANAYİSİNDE BİR UYGULAMA**

Bilindiği gibi tüm dünyada otomotiv sanayisi reel sektör içinde çok önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde Ford, Toyota, Renault gibi uluslararası otomotiv firmalarının üretim tesisleri bulunmaktadır. Türkiye’de bulunan otomotiv firmaları ülkemizin yaptığı ihracatın önemli bir kısmını gerçekleştirmektedir.

2007 yılında Ford Otosan firması, ihracat yönünden otomotiv sektöründe birinci tüm sektörlerin dâhil olduğu listede ise ikinci olmuştur.

### **6.1. Ford Motor ve Türkiye’de Üretim**

Resmî olarak 1959 yılında kurulan Otosan, Türkiye’de Otomotiv sanayinin gelişmesinde çok önemli bir rol oynamış, kısa sürede montaj fabrikasından üretim merkezi konumuna gelmeyi başarmıştır. 1966 yılında seri üretimine başladığı Anadolu ile Türkiye’de otomotiv sanayinin ilk tohumlarını eken şirkettir. 1928 yılında Vehbi Koç, Ankara da kurduğu Otokoç firması ile Ford Motor Firması’nın distribütörlüğünü almıştır. 1946 yılında Koç grubu resmen Ford Motor Firması’nın Türkiye temsilcisi oldu. Ford ve Otosan arasındaki kuruluş anlaşmasında Otosan’ın Ford’u temsil etme hakkı tanınmamıştı. Ford’un Otosan ile ilişkilerinde dönüm noktası 1976 yılında imzalanan lisans anlaşması ile başlar. Bu anlaşma ile Otosan D-1210 Ford kamyonu ile Transit serisinin Türkiye’de imal ve satış hakkını almakta ve bir motorun geliştirilmesi iznine sahip olmaktadır. D-1210 serisi Ford Kamyonu, üretim yeri İstanbul olarak 56.126 adet üretildi.

1979 yılında temeli atılan İnönü Fabrikası’nda motor hatları kurulmuş, 1982 yılında Türkiye’nin ilk dizel motoru üretilmiş ve Ford Almanya’ya motor parçaları ihraç edilmiştir. İnönü yatırımının amacı yerli üretimi arttırarak döviz ihtiyacını minimuma indirmek ve daha yüksek kalitede üretim yapmaktır. Özellikle üzerinde durulan diğer bir konu ise Otosan’ın ticari araç üretim kapasitesini arttırmaktır. Eskişehir İnönü fabrikasının ticari üniteler bölümü 1983 yılında İstanbul fabrikasından parça parça

taşındı. Cargo kamyonunun imalatı Eylül 1984 yılından itibaren tamamen bu fabrikada yapılmaya başlandı.

3 Ekim 1997 tarihinde imzalanan bir anlaşma ile Ford ve Otosan hisselerini eşitledi. Böylece Otosan A.Ş. yeni ismiyle Ford Otomotiv Sanayi A.Ş., yani Ford Otosan ortaya çıkmış oldu.

Ulaşılan seviye ile Ford Otosan Kocaeli Fabrikası, Avrupa Ford Fabrikaları arasında oditörler tarafından 2002, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında "Best Plant In The World" olarak adlandırıldı ve en iyi notu elde edip birinci oldu. Yine 2008 yılı içerisinde yapılan Ford Üretim Sistemi değerlendirmesinde Ford Otosan'ın hem Gölcük hem İnönü fabrikaları çok başarılı bulunarak Ford Motor'un tüm dünyadaki fabrikaları arasında birinciliği elde etmiştir.

## **6.2. Ford Üretim Sistemi**

Ford üretim sistemi operasyonel elementleri ve prosedürleri ile üretim yöntemini ve yapılan iş akışını yöneten standartlaştırılmış bir prosestir. Aynı zamanda Ford'u kitlesel üretimden yalın üretime geçirmek içinde kullanılan yöntemdir. Şirket kültürünün değişimi ve iş gücünün uygun biçimde yönetilmesi ile ilgilidir.

Ford Üretim sistemi uygulamasına bütün dünyada ki Ford fabrikalarında aşama aşama geçilmiştir. Yeni kurulan fabrikaların Ford Üretim Sistemi'ni destekleyecek şekilde kurulmasına önem verilmektedir. FÜS uygulamaları öncelikle pilot bölge olarak seçilen bölümlerde başlamaktadır. Ford Otosan'da da ilk olarak FÜS çalışmalarının başladığı 1999-2000 yıllarında pilot bölge olarak İstanbul fabrikasında ön amortisör toplama hattı, İnönü fabrikasında ise arka aks toplama hattı seçilmiştir.

Ford Üretim Sistemi uygulamalarında, Ford fabrikaları yeşil tarlalar ve kahverengi tarlalar olmak üzere iki ana grup altında sınıflandırılmıştır. Yeşil tarlalar yeni kurulmakta olan, tasarımının ve yerleşimin eşzamanlı malzeme akışını destekleyecek şekilde yapıldığı fabrikalardır. Ford Otosan'ın Gölcük fabrikası yeşil tarla olarak planlanmış ve fabrika yerleşimi buna göre yapılmıştır. Yeni kurulan fabrikalarda, yalın üretime göre düzenlenmemiş fabrikalara oranla Ford Üretim Sistemi'nin uygulanması daha kolay ve daha başarılı olmaktadır.

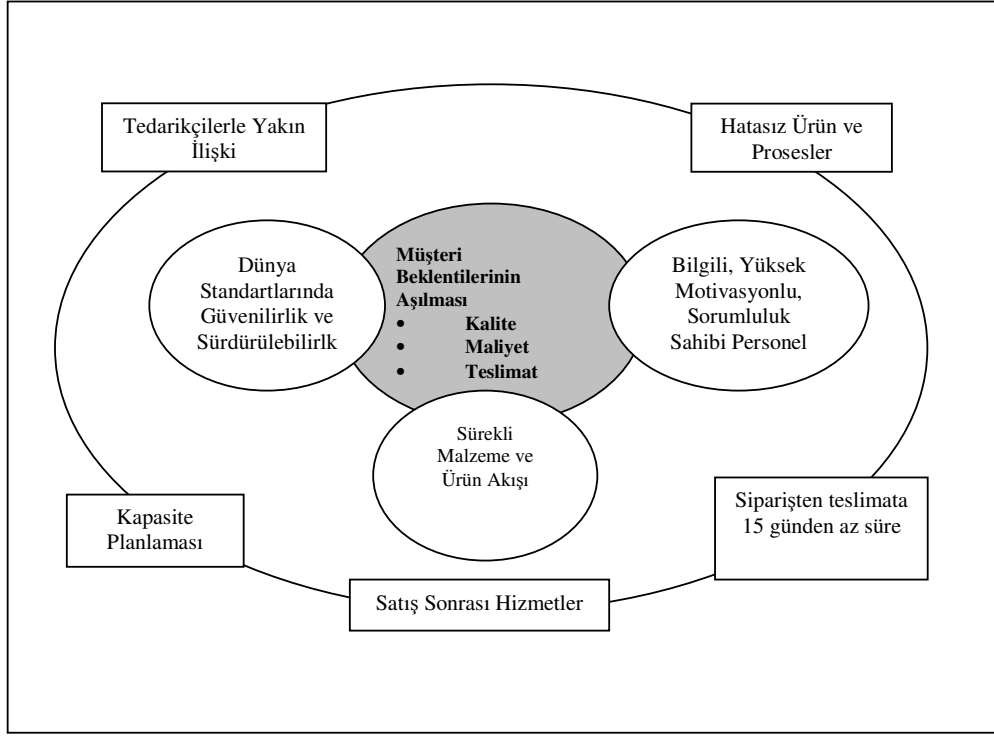
Ford Üretim Sisteminin 11 ögesi bulunmaktadır:

- Güvenlik ve Sağlık Değerlendirme, Gözden Geçirme Prosesi
- evre
- Liderlik
- İş Grupları
- Eğitim
- Yerinde Proses Kontrolü
- Ford Toplam retken Bakım Sistemi
- Üretim Mühendisliği
- Eşzamanlı Malzeme Akışı
- Endüstriyel Malzeme Akışı
- Kalite İşletim Sistemi

Yukarıdaki ğeler Ford retim Sisteminin DNA'sını oluşturmaktadır.

Ford'un dünya üzerinde farklı noktalara yayılmış tüm fabrikaları, yıllık olarak prosesle ilgili ne durumda olduklarını değerlendirirler. Ayrıca Ford'un uluslararası denetleme ekipleri her yıl fabrikaları gezerek Ford retim Sistemi'nin sağlıklı bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını, farklı alanlarda yapılan gelişmeleri denetlerler.

Ford retim Sisteminin ana amacı müşteri beklentilerinin üzerine çıkmaktır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için aşağıdaki Şekil 14'de de görülebileceği gibi doğrudan bağlantılı olan faaliyetlerin kusursuz bir Şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

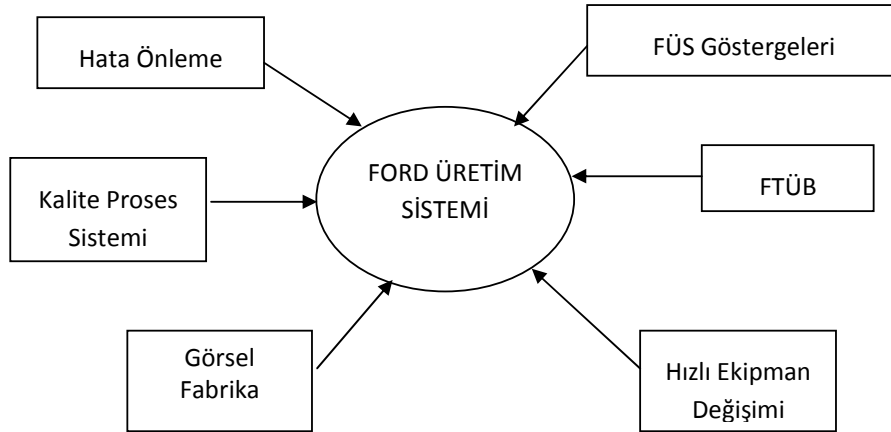


**Şekil 14: Ford Üretim Sistemi**

Ford Üretim Sistemi Notları, [www.fps.ford.com](http://www.fps.ford.com).

### 6.2.1. Ford Üretim Sisteminin Temel Unsurları

Ford üretim sisteminin sağlıklı bir şekilde işlemesi, sistemin temel unsurlarının firma içersinde ne derece de uygulandığıyla doğrudan ilişkilidir. Aşağıdaki şekilde FÜS'nin ana unsurları görülebilir:



**Şekil 15: FÜS Temel Unsurları**

Bu unsurlardan toplam üretken bakım bu çalışmanın temel konusunu oluşturmaktadır. Diğer unsurlara kısaca bakacak olursak;

### 6.2.1.1. Görsel Fabrika

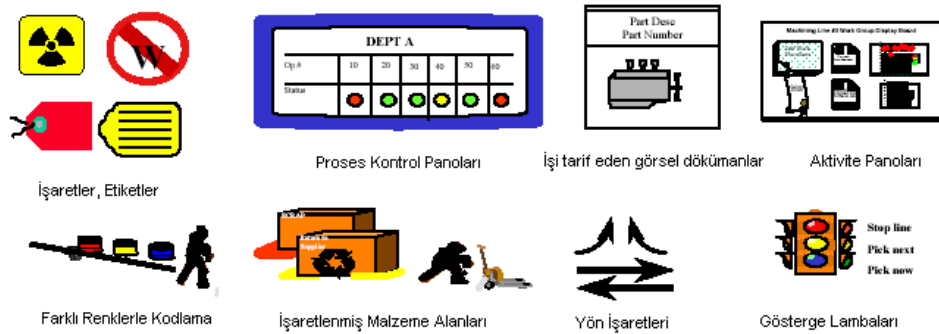
Operatöre sürekli standartları hatırlatmak ve olası hatalara fırsat vermemek için kullanılan bir kontrol metodudur. Personelin baktığında her şeyi görebilmesi amaçlanmaktadır.

Görsel fabrika çalışmaları sonucunda aşağıdaki kazanımların elde edilmesi hedeflenmektedir:

- Çalışma sahasında gereksiz hiçbir şeyin olmaması
- Çalışma sahasının tertemiz ve güvenli olması
- Operatörün kimseye ihtiyaç duymadan çalışabilmesi
- Standartların kolayca anlaşılabilir ve anormal durumların hemen fark edilebilir olması

Çalışma sahasının kusursuz olması ile performansta da önemli bir artış kaydedilmektedir.

Görsel fabrikanın gerçekleştirilebilmesi 5S çalışmalarının başarısıyla doğrudan ilişkilidir. Şekil 16 ve Şekil 17’de görsel fabrika çalışmaları kapsamında kullanılan bazı yöntemler verilmiştir.



Şekil 16: Görsel Fabrika



**Şekil 17: Ford Otosan'da kullanılan görsel uyarılar**

### 5S

5S yaklaşımı FTÜB'in da ön adımı olarak kabul edilmektedir. Çalışanlara gerek işe giriş eğitimleri gerek tek nokta dersleri ile 5S'in önemi ve niçin uygulanması gerektiği açıklanarak çalışanın 5S'in önemini fark etmesi sağlanır. Şekil 18'de de Otosan'da 5S faaliyetleri kapsamında yapılan bazı uygulamalar görülmektedir.



**Şekil 18: 5S Faaliyetleri**

#### **6.2.1.2. Hata Önleme**

İnsan ve makine kökenli hataların kaynağında önlenmesi amaçlanmaktadır. Burada hatanın doğmasına sebep verecek etkenlerin en başından (örn. Fikstürlerin kurulumunda, parça dizaynında) minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Hataya sebep olan etmenler ne kadar azaltılırsa çalışanlar o kadar az hata yapacaklardır. Proses aşamasında da hatalı ürünün bir sonraki işleme girmeden tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

#### **6.2.1.3. Kalite Proses Sistemi**

Üretim prosesinde kullanılan yöntemlerin standartlaştırılmasını amaçlayan sistemdir. Bu hedefe ulaşmak için

- Operatör bilgilendirme dokümanı
- Kapasite analiz dokümanı
- İş analiz dokümanı

kullanılır.

Operatör bilgilendirme dokümanı: Yapılan işlem için şu anki güncel standartları içerir. İş sahasında operatörün görebileceği bir yerde asılı bulunur.

Kapasite analiz dokümanı: Üretim hattındaki her bir makinenin kapasitesinin tespit edilip raporlandığı dokümandır.

İş analiz dokümanı: Bir mamulün hatta girmesinden çıkmasına kadar ki geçtiği bütün proseslerin dökümünün ve proseslerde harcanan zamanların çıkarıldığı dokümandır.

Kalite proses sistemi, prosesi gerçekleştirmek için mevcut en güvenli ve en kolay metodun kullanılmasını sağlar. Sürekli iyileştirmenin sağlanabilmesi için temel hatları kurar. Proseslerdeki değişkenliği azaltır. Atık üretiminden kaçınmak için fırsatları belirler. İş gücünün optimum bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli ortamı sağlar.

#### **6.2.1.4. Hızlı Ekipman Değişimi**

Farklı ürün gruplarında kullanılacak farklı kalıp ve diğer ekipmanların seri bir şekilde değiştirilmesi amaçlanmaktadır. Hattın sürekliliğinin sürdürülebilmesi ve esnekliğin artırılabilmesi için hızlı ekipman değişimi önem kazanmaktadır.

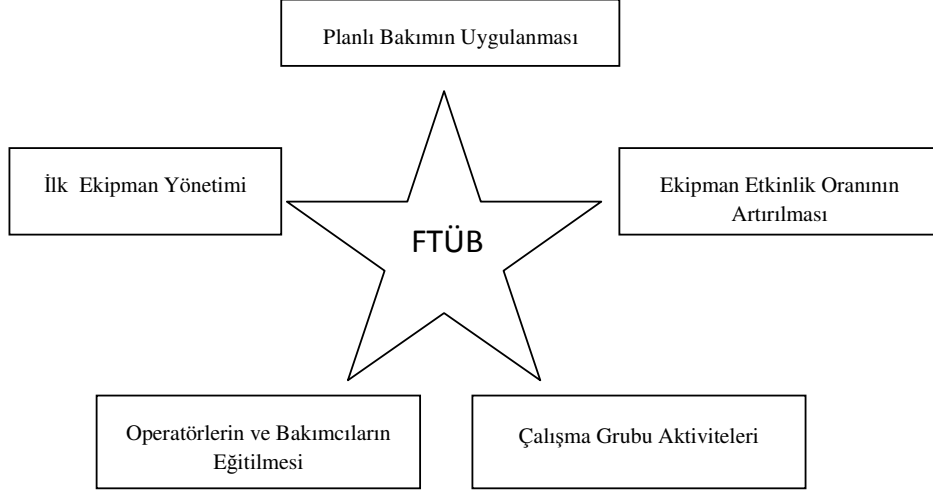
#### **6.2.1.5. FÜS Göstergeleri**

FÜS göstergeler başlığı altında toplanan konular; performans, hedefler, başarı seviyesi ve rakiplerle farkın ölçülerek verimliliğin değerlendirilmesidir. Bu göstergeler, ilk seferinde doğru yapılabilirlik, girişten çıkışa süre, üretim sıralama örneği, programa göre üretebilme, ekipman etkinlik oranı, toplam maliyet, kapasite raporları, güvenlik ve sağlık gibi farklı başlıklar altında incelenmektedir.

### **6.3. Ford Toplam Üretken Bakım Sistemi**

Sektöründe bir numara olmayı hedeflemiş Ford; sıfır kayıp, sıfır kalite hatası, sıfır arıza ve sıfır iş kazası hedeflerini gerçekleştirebilmek için Ford Toplam Üretken

Bakım Sistemi'ni (FTÜB) uygulamaktadır. FTÜB'ün uygulanması ile ekipman kullanım süresinin ve ürün sayısının artırılması, ömür maliyetinin azaltılması hedeflenmektedir. Aşağıdaki şekilde FTÜB'ün 5 temel ögesi görülmektedir.



**Şekil 19: FTÜB'in 5 temel ögesi**

---

Ford Üretim Sistemi Notları, [www.fps.ford.com](http://www.fps.ford.com).

Ford Toplam Üretken Bakım Sistemi, üretimde verimliliğin artırılarak, mümkün olan en yüksek seviyeye ulaştırılmasını sağlayan, operatörlerin kendi makinelerini koruması ve bakmasını öngören, üst-orta kademe yönetim, operatörler dahil herkesin katılımıyla oluşturulan, çalışma grupları kurularak gerçekleştirilen bir sistemdir.

FTÜB sistemi; üretim ekipmanlarının verimliliğini artırmak için kullanılan proaktif bir bakım yönetim prosesidir. FTÜB'ün kullanılmasıyla kararlı, güvenilir ve tahmin edilebilir ekipman performansı sağlanmış olur. Bu da doğrudan kalitenin gelişimine katkıda bulunmaktadır.

### **6.3.1. FTÜB'da 7 Büyük Kayıp**

Ford Toplam Üretken Bakım Sisteminde 7 büyük kayıp tanımlanmıştır. Bunlar

- Arızalar
- Çevrim ve Ayar
- Boş Bekleme ve Küçük Duruşlar
- Kalitesizlik
- Hız Kayıpları

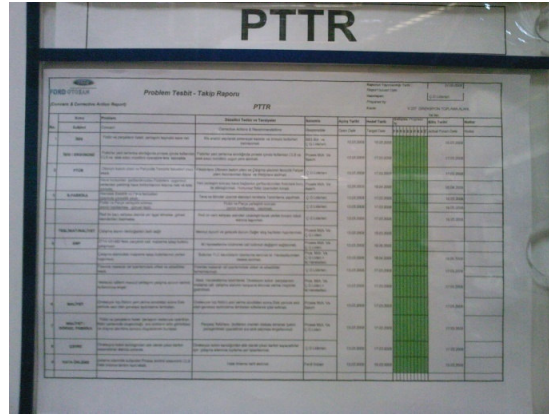


- Başlangıç
- Takım Değişirme

### Arızalar

Herhangi bir ekipmanda mekaniksel/elektriksel ya da kimyasal fonksiyonların birinin durması nedeniyle, bakım ihtiyacının ortaya çıkmasının sonucu katlanılan kayıptır. Ekipmanın “kullanılabilirlik” değerini düşürür.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR (Problem Tespit ve Takip Raporu) formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir. Şekil 20’de Ford Otosan montaj atölyesinde bulunan problem tespit-takip panolarından biri görülmektedir. Bu panolarda hatta tespit edilen sorunlar işlenir ve yine pano üzerinden takibi yapılır. Böylece ortaya çıkan problemlerden ve çözümünü yapılan çalışmalardan ilgili herkes haberdar olur. Benzer sorunlarla karşılaşıldığında daha önceki deneyimlerin sayesinde sorun büyümeden çözülebilir.



**Şekil 20:** Problem Tespit-Takip Rapor Panosu

### Ekipman Değişimi ve Ayar

Yeniden takım değiştirme, kalıp değiştirme gibi çevrim faaliyetleri ya da; operatörün araya girerek kalitesizlik ve ürün kaybına yol açan proses ya da ekipman ayarlaması (düzeltmesi) nedeniyle katlanılan kayıptır. Ekipmanın “kullanılabilirlik” değerini düşürür.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir.

### Boş Bekleme ve Küçük Duruşlar

Boş bekleme: Proses akışının bloke olması veya prosese daha önceki proseslerden yetersiz besleme olması nedeniyle ortaya çıkan kayıptır. “Performans” değerinin düşmesine neden olur.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir.

Küçük duruşlar: Proses parçasının, parça akış oluğu (konveyörün/bantın ağzı) önünde sıkışması, kontrol anahtarının takılı kalması gibi operatör müdahalesi ile çözülebilecek problemler nedeniyle katlanılan kayıptır. “Performans” değerinin düşmesine neden olur.

### Kalitesizlik

Proses sonucu ortaya çıkan parçadaki kalitesizlik nedeniyle tekrar işlem, tamir veya hurda olarak katlanılan kayıptır. “Performans” ve “Kalite Oranı” değerlerinin düşmesine yol açar.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir.

### Hız Kayıpları

Ekipmanın ideal çevrim zamanı ile gözlenen çevrim zamanı arasındaki farktan dolayı katlanılan kayıptır. “Performans” değerinin düşmesine neden olur.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir.

### Başlangıç (Isınma) Kayıpları

Makinenin kapalı tutulması sonrasında tekrar çalıştırılması durumunda, özellikle imalat başlangıcının ilk evrelerinde katlanılan kayıptır. “Kullanılabilirlik”, “Performans” ve “Kalite Oranı” değerlerinin düşmesine sebep olur.

Bu kaybın azaltılması için tespit edilen problemlerin, PTTR formları yardımıyla çözüme götürülmesi gerekir.

### Takım Değiştirme

Kesici takımın arızalanması (kırılması, hasar görmesi, fazla yüklenilmesi), takımın değiştirilmesi nedeniyle katılan kayıptır. Ekipmanın “Kullanılabilirlik” değerinin düşmesine sebep olur.

Takım tasarımında yapılabilecek çalışmalarla bu kayıpları en aza indirmek mümkündür.

### **6.3.2. FTÜB’in 7 adımı**

Ford Toplam Üretken Bakım Sistemi’nin başlıca 7 adımı bulunmaktadır;

- Temizlik Kontrolü
- Kirlilik Kaynaklarının ve Ulaşılması Zor Yerlerin Kontrol ve Yok Edilmesi
- Temizlik, Yağlama, Kontrol ve Emniyet Prosedürleri
- Genel Kontrol Eğitimi
- Kendi Kendine Kontrol ve Standartlaştırma
- Çalışma Yerinin Organizasyonu
- Çalışma Grupları Ekipman Yönetimi

Görüldüğü gibi FTÜB’da operatörlere çok önemli sorumluluklar yüklenmektedir. Kendi kullandığı makine ve ekipmanların temizlik ve yağlamasının düzenli olarak yapılmasından sorumlu olurlar. Fabrika genelinde operatörlerin FTÜB organizasyonu içindeki sorumluluklarını tam olarak kavrayabilmesi için bakım bölümü tarafından işe giriş eğitimleri düzenlenir.

### **6.3.3. FTÜB Çalışma Grupları**

FTÜB başlayan hatlarda Taslak Çalışma Grubu oluşturulur. Grup Başkanı Hat Posta Başıdır. Üyeler; Bakımcı ve Operatörlerdir. Çalışma grubunun asıl işlevi operatörlerin kendi tezgâhlarının rutin bakımını yapmasının sağlanmasıdır.

Çalışma grupları liderleri haftalık olarak çalışma grubunu katılacağı bir toplantı planlar ve yönetir. Toplantılarda minimum 1 Bakım Mekanik ve 1 Bakım Elektrik Operatörü bulunması için gerekli iletişimi kurar.

Bu toplantıların gündemini; emniyet ile ilgili problemler, temizlik rutinleri ve problemleri, yağlama rutinleri ve problemleri, eğitim ihtiyacı, EEO (Ekipman Etkinlik Oranı) Trendi, arıza duruşları, FTÜB iyileştirmeleri, hurda oranları,

darboğaz analizi ve karşılaşılan problemler ile ilgili 5 Niçin – 8D – Balık Kılçığı Diyagramı ile problem çözümü gibi konular oluşturur.

Çalışma grubu lideri, periyodu onbeş günde bir olmak üzere sekiz kontrol listesindeki sorulara cevap verip, grubun o an içinde bulunduğu seviyeyi tespit eder. Herhangi bir seviyede eksik puan alındığında grubun seviyesi bir önceki seviye olarak değerlendirilir. Sekiz kontrol listesindeki cevaplanamayan sorular ile ilgili olarak, eksiklikleri çalışma gurubu lideri grubun PTTR'sine işler ve ilgili ay içerisinde haftalık toplantılarda bu eksiklikler takip edilip PTTR'ler güncellenir.

#### **6.3.4. FTÜB Şampiyonu**

FTÜB şampiyonu FÜS FYK komitesinin bir üyesi olup FÜS yayılım Planı doğrultusunda FTÜB çalışmalarını koordine eder

#### **6.3.5. FTÜB Koordinatörü**

Ford toplam üretken bakım eğitimleri verir, bölümler arası koordinasyonu sağlar, çalışma gruplarına destek verir, Önleyici (koruyucu) bakım çalışmalarını koordine eder, kontrol noktaları ile uygulama planlarının çakışmasını sağlar, EEO hesaplama ve raporlama metodunun geliştirilmesini ve gruplar arasında standart olmasını sağlar. Kontrol noktası için gerekli dokümanların sağlanmasında destek olur, gelişmeleri takip eder ve çalışma gruplarını bilgilendirir.

#### **6.3.6. Fabrika FTÜB Komitesi**

Planlı FTÜB aktivitelerinin gelişmesini ve yayılmasını sağlar, FTÜB kapsamına alınacak tezgâhı FÜS yayılma planına göre belirler, ayda 2 kez toplanır, gelişmeleri inceler ve çalışmalar sırasında ortaya çıkan genel problemlerin çözümünü tartışarak araştırır.

#### **6.3.7. Alan FÜS Komiteleri**

"Planlı Bakım", "Çalışma Grubu" ve "Sürekli İyileştirme" çalışmalarının gelişmesini ve yayılmasını sağlamak için 15 günde bir toplanır. "Otonom Bakım" ve "Sürekli İyileştirme (Kaizen)" çalışmalarını uygulamaya koyar ve gelişmeleri kontrol eder. "Sürekli İyileştirme" çalışmaları için "Proje Ekibi"ni oluşturur ve problemleri gözden geçirerek hat çalışanlarına eğitici bilgiyi "Tek Nokta Dersleri" ile verir.

### 6.3.8. Toplam Üretken Bakım Panoları

Fabrika içerisinde çalışanların rahatlıkla görüp, inceleyebileceği yerlere “Çalışma Grubu Aktiviteleri Panoları” konulur. Her hattın (kaynak, montaj, boyahane, pres) kendi ayrı çalışma grupları vardır. Bu panolarda yapılan çalışmalar ve bu çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar verilir. Aşağıdaki resimde Ford Otosan montaj kısmında kullanılan faaliyet panolarından bir örnek görülmektedir.



Şekil 21: Faaliyet Panosu

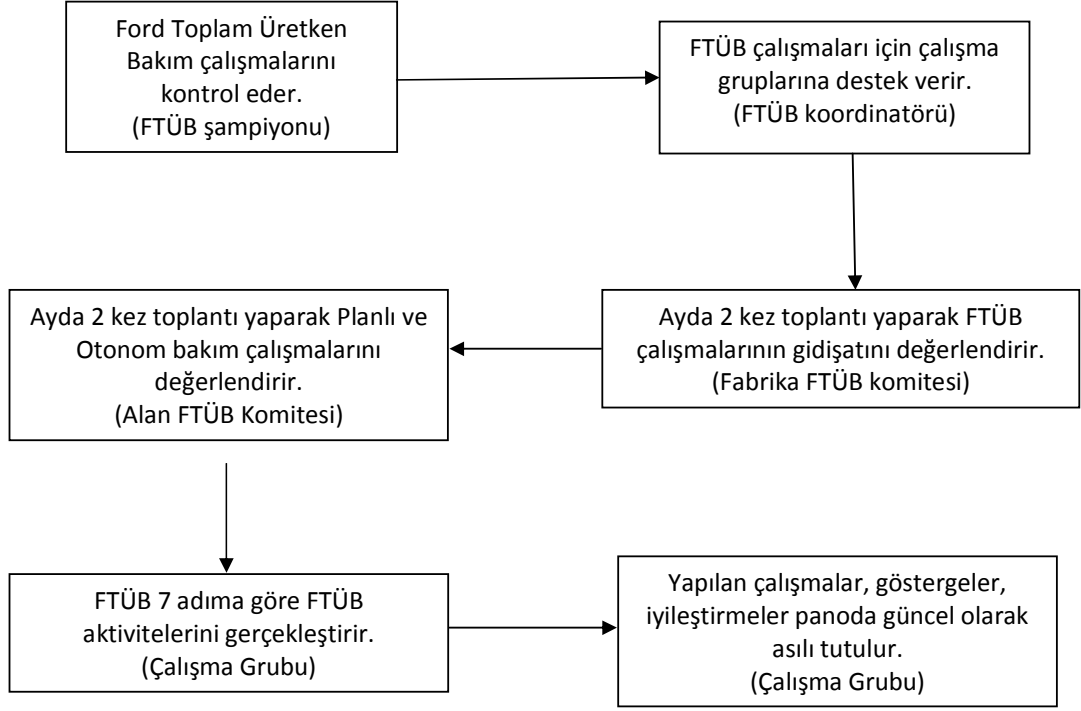
Yapılan tüm analiz ve hazırlanan raporlar "FTÜB Panoları"na asılır ve güncel tutulur. FTÜB Panosu"na;

- İş Kazalarını
- EEO
- Verimlilik
- Ret Oranı
- Arıza Sayısı
- Çevrim Zamanı ve Sayısı
- Tek Nokta Dersleri
- Problem Özet Listeleri

- Eğitim Bilgileri
- 5 Niçin Analizleri
- Hata Önleme ve Tedbir Planı
- Yapılan İyileştirme Çalışmaları

asılır.

FTÜB akış diyagramı aşağıdaki şekilde verilmiştir.



**Şekil 22: FTÜB İş Akış Diyagramı**

### 6.3.9. Ofislerde Toplam Üretken Bakım

Ofis ortamındaki tüm kayıpları yok edecek şekilde gerekli is basitleştirme, reorganizasyon ve ofis otomasyonu çalışmalarını yaparken, ofis çalışanlarını otonom olarak çalışabilecekleri bilgi ve beceri düzeyine ulaştırmak amaçlanır. Bu aşamada,

- Ofisler temizlenir,
- Dokümanlar sınıflandırılır ve dosyalanır,
- Gereksiz dokümanlar elimine edilir,
- Ofis ve dolap düzenlemeleri kaydedilir,
- İş akışı analizleri yapılır.

Ofislerde çalışan personel bilinçlendirilerek, kendi kendine (otonom) olması gereken standartlaştırılmış düzeni korumaları beklenmektedir. Aşağıda FTÜB felsefesine göre düzenlenmiş ve dağınık birer çalışma masası görülmektedir.



**Şekil 23: Dağınık ve Yalın Ofise Uygun Birer Çalışma Masası**

#### **6.4. Ford Bakım Organizasyonu**

Ford Bakım organizasyonu aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

- Bakım Organizasyonu
- Bakım Çeşitleri
- Bakım Prosesleri
- Bakım Değerlendirme Yöntemleri
- Bakım Yönetim Sistemi

Ford Üretim Sistemi'nde bakım organizasyonu iki seviyede destek sağlar. Kalifiye bakım elemanları operatörlere yardımcı olur ve alan yönetimini destekler. Merkezi bakım organizasyonu ise işletmenin, üretimin, ekipmanın sürdürülebilirliğinin sağlanması için çalışmalar yürütür. Proses iyileştirmesine yönelik çalışmalar yapar ve büyük bakım projelerini yürütür.

Yukarıda belirtilen iki seviyeli bakım desteği fabrikanın ve bütün ekipmanların en iyi koşullarda tutulmasının sağlanabilmesi için fabrika içinde bir sinerji yaratır. Her alan yöneticisi gerektiğinde çalışma gruplarını destekleyebilecek kalifiye bakım elemanlarına sahiptir. Kalifiye bakım elemanları, ortaya çıkan problemler çalışma grup kapasitesini aştığında devreye girerler. Ayrıca, kestirimci ve planlanmış bakım faaliyetlerini yürütür, çalışma gruplarından gelen kriz bakım taleplerini karşılar ve

çalışma gruplarına bakım faaliyetleri ile ilgili eğitim verirler. Merkezi bakım organizasyonuna, yeni bakım projelerinin hazırlanması ve başlatılmasında yardımcı olurlar.

Merkezi bakım organizasyonu işletmeye bakım desteği sağlar, ekipman tamir merkezini işletir, forklift v.b tekerlekli taşıma araçlarının devamlılığını sağlar, büyük bakım projelerini yürütür. Ayrıca merkezi bakım organizasyonun kalifiye elemanları alanlardaki bakım elemanlarına kendi alanlarındaki ekipmanların tamir teknikleriyle ilgili eğitimler verir.

Bu proses Ford'un birçok fabrikasında olduğu gibi Ford Otosan'da da uygulanmaktadır.

### **6.5. Bakım Sınıflandırması**

Ford Toplam Üretken Bakım Sistemi'nde bakım sınıflaması aşağıdaki şekilde yapılır.

- Düzeltici Bakım (Arızı Bakım)
- Önleyici (koruyucu) Bakım
- Kestirimci Bakım
- Meydana Çıkarıcı (Detective) Bakım
- Otonom Bakım

#### *Düzeltici (Arızı) Bakım*

Planlanmadan yapılan bütün bakım aktivitelerini içermektedir. Kriz bakımı kavramı da düzeltici bakım kapsamında ele alınmaktadır.

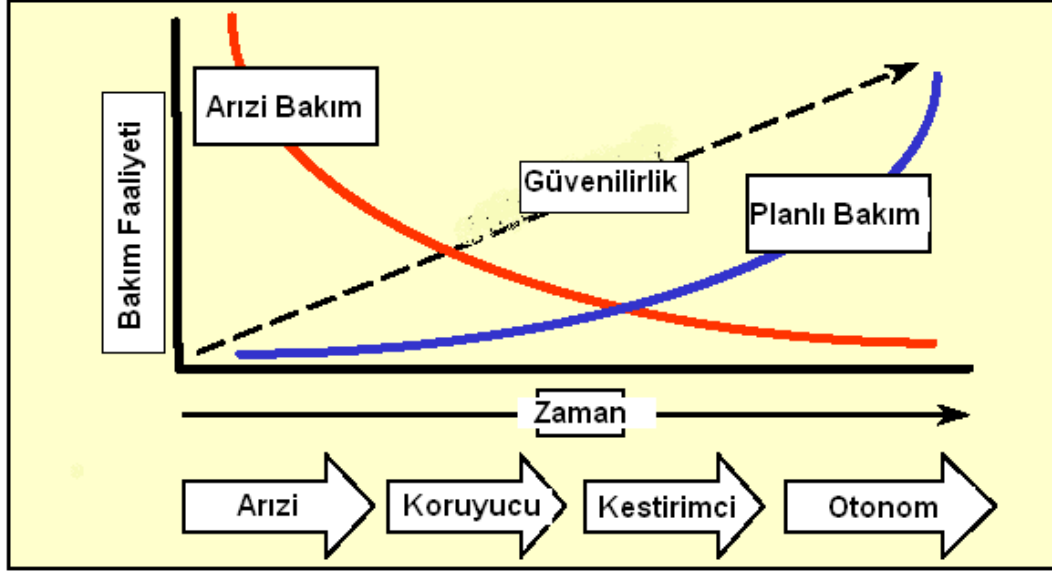
Kriz bakımı, oluşan bir hata veya bozulmanın müşterilere (iç ve/veya dış) sevkiyatı aksatma durumu olduğunda yapılan bakım olarak tanımlanır. Böyle bir durumda alan çalışma grupları alan bakım elemanlarından kriz bakım yardımı talep ederler.

#### *Önleyici (Koruyucu) Bakım*

İleride herhangi bir problem oluşmaması için planlı olarak yapılan bütün bakım faaliyetlerini içerir.

Şekil 24'de görüldüğü gibi planlı bakım aktivitesine harcanan zamanın oranı arızı bakıma göre yükseldikçe ekipman güvenilirliği de artmaktadır.





**ŞEKİL 24: Bakım-Ekipman Güvenilirliği İlişkisi**

Ford Üretim Sistemi Notları, [www.fps.ford.com](http://www.fps.ford.com).

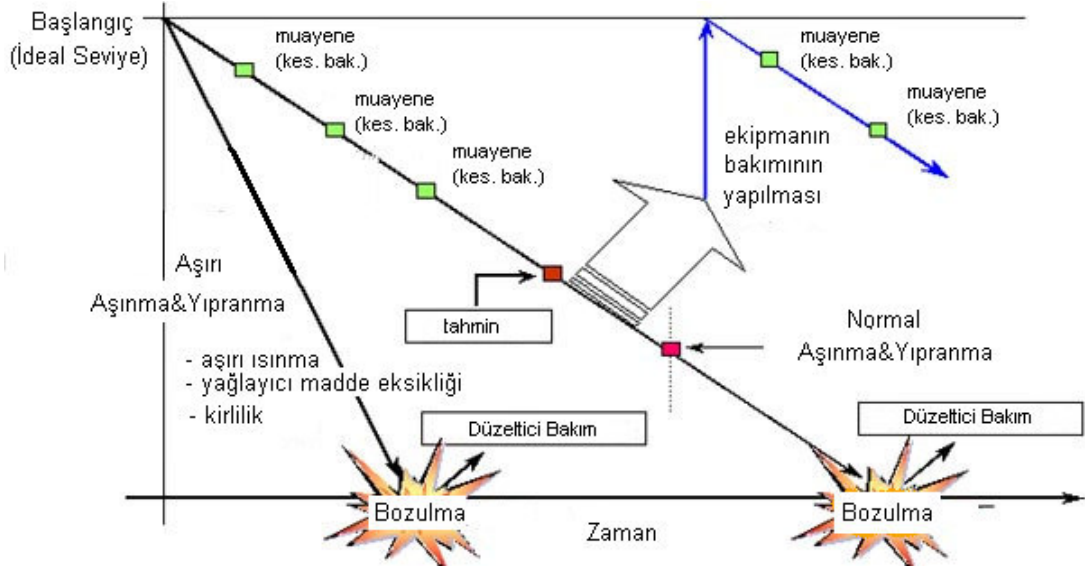
#### Kestirimci Bakım

Sadece takvime bakarak zamanı geldiğinde planlı bakım faaliyetlerini uygulamaktan ziyade, ekipmanların çalışma şekilleri gözlemlenerek, ekipmanın durumuyla ilgili bilgi edinilmeye çalışılır. Kısacası ekipmanın verdiği tepkilerden durumuyla ilgili bilgi edinilmeye çalışılır ve bakım ihtiyacı doğduğu hissedildiğinde planlı bakım zamanı beklenmeden bakım gerçekleştirilir.

Ekipmanın durumunu gözlemlemek için farklı araçlar kullanılabilir. Aşağıda bazı yöntemler verilmiştir:

- Yağ analizi
- Titreşim kontrolü
- Kızılötesi Analiz
- Video Analizi
- Endoskopi
- Ultrasonik cihazlar

Şekilde de görülebileceği gibi kestirimci bakım faaliyetleri neticesinde ekipmanı bozulmadan tekrar istenilen işlerlik düzeyinde tutabilmek mümkün olmaktadır.



**Şekil 25: Kestirimci ve Düzeltici Bakım-Ekipman Çalışma İlişkisi**

Ford Üretim Sistemi Notları, [www.fps.ford.com](http://www.fps.ford.com).

Özellikle kritik ekipmanlarla ilgili olarak kestirimci bakım faaliyetleri uygulanmaktadır. Termal ve Titreşim analizi ile ilgili olarak 3 aylık periyotlarda Tübitak'dan hizmet alınmaktadır. Ayrıca fabrika içinde kritik ekipmanlarda ultrasonik yöntemler ve termal etiketlerle kestirimci bakım faaliyetleri uygulanmaktadır.

Periyodik bakımların arızaların önlenmesinde fonksiyonel olarak kullanılması hedeflenmektedir.

Ford Otosan'da uygulanan Arızı Bakım, Periyodik Bakım ve Kestirimci Bakım iş akış diyagramları Ekler bölümünde verilmiştir.

### 6.6. Otonom Bakım

Daha önce de bahsedildiği gibi oluşturulan çalışma gruplarının asıl amacı operatörlerin kendi tezgahının rutin bakımını yapmasının sağlanmasıdır.

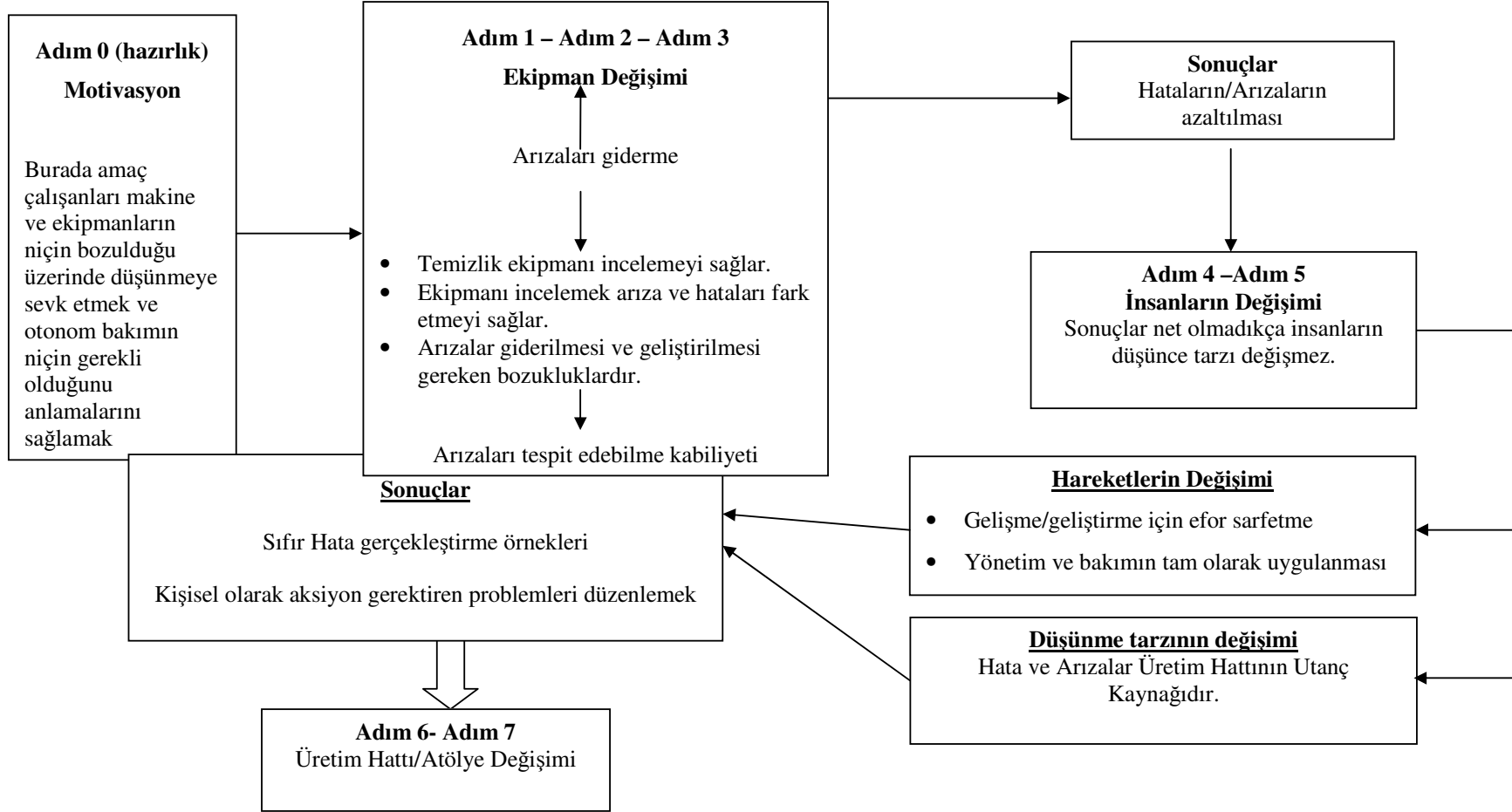
Otonom bakım için Ford Otosan'da 7 adım yaklaşımı uygulanmaktadır. Burada amaç operatörü "ben üretim, sen tamir edersin" yaklaşımından "ben kullandığım ekipmanın durumundan sorumluyum." Bilincine getirerek operatör tarafından gerekli otonom bakım faaliyetlerinin yapılmasının sağlanmasıdır.

7 adım yaklaşımında; “eğer ekipman değişirse, kullanıcılar da değişir, eğer kullanıcılar değişirse üretim hattı da değişir” fikrinden yola çıkılır. Sıfır hata hedefinin gerçekleştirilebilmesi için bütün çalışanların düşünme ve hareket tarzları değiştirilmelidir.

Yönetimin liderliği altında tüm çalışanlar aşağıda belirtilen 7 adımın gerçekleştirilebilmesi için çaba göstermelidir:

1. Başlangıç Aşaması – Temizleme
2. Problemlere karşı önlem alma
3. Geçici Standartların hazırlanması
4. Ayrıntılı inceleme (Bu aşamada operatöre kullandığı ekipmanla ilgili detaylı bilgi verilir.)
5. Otonom inceleme (Burada geçici olarak oluşturulan standartlar sıfır hata ve muayene verimliliği açısından operatör tarafından değerlendirilir.)
6. Standartlaştırma - Yapılan incelemeler sonucunda standartların son halinin verilmesi
7. Otonom Yönetim (Belirlenen standartlara göre operatörün kendi kendine yaptığı ekipman yönetimi)

Hedef 7 adım sonucunda operatörün otonom bakımın önemine varması, sorumluluğunun bilincinde olarak otonom bakım işlemlerini gerçekleştirmesidir. 7 adım yaklaşımı ile insan, ekipman ve proses de olan değişimin aşamaları Şekil 26’da verilmiştir.



**Şekil 26: 7 Adım Yaklaşımı ile Ekipman, İnsan ve Proses Değişimi**

## 6.7. Bakım Değerlendirme Yöntemleri

Bakım sistemlerinin somut verilerle ölçülebilir olması, sağlanan iyileştirmelerin net olarak görülebilmesi, saptanan hedeflere ulaşıp ulaşılmadığının kolayca tespiti, üst yönetime raporlamada sağladığı kolaylık gibi nedenlerden dolayı büyük önem taşımaktadır.

Ölçüm yöntemi olarak başlıca kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir.

- Ekipman Etkinlik Oranı
- İki Hata Arasındaki Ortalama Zaman (MTBF)
- Bozulmadan Tamir Olana Kadar ki Harcanan Zaman (MTTR)
- Ürün başına bakım maliyeti
- Tamamlanan Planlı Bakım Faaliyetlerinin Yüzdesi
- Tamamlanan Düzeltici Bakım Faaliyetleri Sayısı
- Planlı bakım sayısının düzeltici bakım sayısına oranı
- Bozulma sayısı
- Küçük duruşların Sayısı
- Yağ kullanımı

### 6.7.1. Ekipman Etkinlik Oranı (EEO)

7 Büyük kaybın değerlendirilmesi için kullanılan FTÜB'in en sık kullanılan göstergesi Ekipman Etkinlik Oranı'dır. EEO; kullanılabilirlik, performans ve kalite oranı ile doğrudan ilişkilidir.

Ekipman Etkinlik Oranı (EEO) = Kullanılabilirlik x Performans x Kalite Oranı

Burada;

$$Kullanılabilirlik = \frac{\text{Operasyon Zamanı (Planlanan Zaman – Duruşlar)}}{\text{Net Kullanılabilir Zaman}}$$

$$Performans = \frac{\text{İdeal Çevrim Zamanı} \times \text{Toplam Parça Sayısı}}{\text{Operasyon Zamanı}}$$

$$Kalite Oranı = \frac{\text{Toplam Parça Sayısı} - \text{Hatalı Parça Sayısı}}{\text{Toplam Parça Sayısı}}$$

formülleri ile elde edilir.

Örnek olarak Ford Otosan'ın pres hattında yer alan bir prosesle ilgili bir gün için yapılan hesaplama aşağıda yer almaktadır:

Toplam Zaman = 540 dk

Planlı Duruşlar (Yemek, çay, planlı bakım) = 60 dk

Net Çalışma Zamanı = Toplam Zaman – Planlı Duruşlar = 480 dk

Arıza Süresi = 40 dk

Ekipman Değişimi Kaybı = 20 dk

Takım Değiştirme = 10 dk

Başlama (Isınma) = 40 dk

Tamir = 40 dk

Toplam Plansız Duruşlar = 150 dk

Net Parça İşleme Süresi = Net Çalışma Zamanı – Toplam Plansız Duruşlar

$$= 480 - 150 = 330 \text{ dk.}$$

$$\text{Kullanılabilirlik} = \frac{\text{Operasyon Zamanı}}{\text{Net Kullanılabilir Zaman}} = \frac{330}{480} = 0,69$$

Üretilen Parça Sayısı = 200

İdeal Üretim Zamanı (dk /adet) = 1

$$\text{Performans} = \frac{\text{İdeal Çevrim Zamanı} \times \text{Toplam Parça Sayısı}}{\text{Operasyon Zamanı}} = \frac{1 \text{ dk/adet} \times 200 \text{ adet}}{330 \text{ dk}} = 0,61$$

Hurda/Red Sayısı = 15

$$\text{Kalite Oranı} = \frac{\text{Toplam Parça Sayısı} - \text{Hatalı Parça Sayısı}}{\text{Toplam Parça Sayısı}} = \frac{200 - 15}{200} = 0,925$$

Ekipman Etkinlik Oranı (EEO) = Kullanılabilirlik x Performans x Kalite Oranı

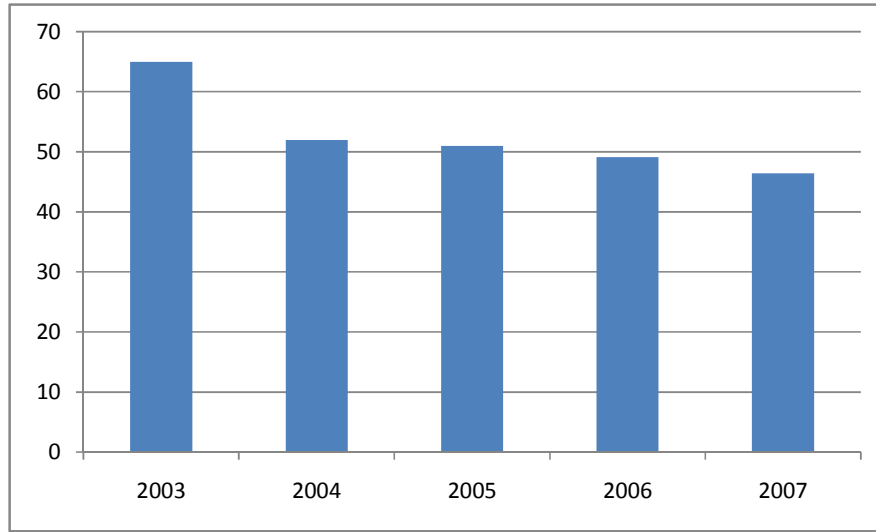
$$= 0,69 \times 0,61 \times 0,925 = 0,39 \text{ olarak hesaplanır.}$$

2007 yılı içerisinde yapılan planlı bakım çalışmaları neticesinde EEO %36'dan %65'e çıkartılmıştır.

## 6.8. FTÜB Çalışmaları

### 6.8.1. Enerji Maliyetleri

Aşağıdaki tabloda Kocaeli fabrikasının üretilen araç başına yıllık enerji tüketim değerleri görülmektedir. Görüldüğü gibi yapılan FTÜB çalışmaları neticesinde ortalama enerji harcamaları her geçen yıl daha da azalmıştır.



**Şekil 27: Kocaeli Fabrikası Yıllık Enerji Maliyeti (Euro/Araç)**

Enerji verimliliğini devam ettirmek ve optimum ekipman performansını sağlamak için etkin bir bakım programı en önemli etmendir.

Enerji maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla buhar sistemlerinde meydana çıkan sorunlar incelenmiştir. Yetersiz bakım sonucu görülen etkilerin bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Fan yükünü artıran kirli filtreler elektrik tüketiminin artmasına sebep olur.
- Lambaları değiştirmek için uygulanan verimsiz program elektrik kullanımını artırır.
- Hava sızıntıları elektrik kullanımı artırır.
- Hatalı yerleştirilmiş kapaklar ve buhar sızıntıları yakıt tüketimini artırır.
- Yüksek giriş sıcaklıkları hava kurutucu yükünü artırır.
- Hava kompresörlerinin kirlenmiş giriş filtreleri elektrik tüketimini artırır.
- Kirlenmiş kondenserler çiller ve hava şartlandırıcı yükünü artırır.

TÜB önleyici bakım sisteminin yürürlükte olduğunun ve bakımların düzenli olarak yapılıyor olmasının sigortasıdır. Fabrika içerisinde Toplam Ekipman Bakımı adı verilen elektronik bakım sistemi, bakım takibinin ve programlamasını yapmak için kullanılmaktadır.

Fabrikalar yalnızca FÜS'e bağlılıkları ile değil muayenelerin ve iş emirlerinin tamamlanıp tamamlanmaması ile de değerlendirilirler.

### 6.8.2. Örnek Çalışma Grubu Aktivitesi

Kaynak robotlarında kullanılan elektrodların değiştirilmesinde, yüksek basınç nedeniyle aşağıdaki şekilde'de görüldüğü gibi tazikli su çıkışı olmaktadır. Bu, hem robot ve kaynak tabancalarında elektriksel sorunlara hem de pas ve korozyon gibi çevresel zararlara neden olmaktadır (Şekil 28). Ayrıca yakında bulunan valf ve pnomatik kilitlerin hassasiyeti üzerinde olumsuz etkiye yol açmaktadır.



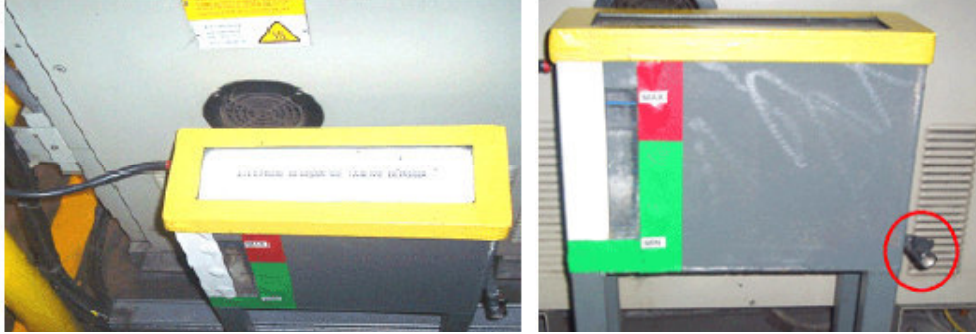
**Şekil 28: İstenmeyen Su Çıkışı ve Oluşan Paslanma**

Sorunla ilgili toplanan çalışma grubu bir araya gelerek problemi teşhis etti ve olabilecek çözümleri irdeledi. Daha önceki toplantı konuları gözden geçirildi ve ekipman etkinlik oranı değerleri incelenerek ekipmanın durumu doğru ve açık bir şekilde ortaya koyuldu.

Problemin tam olarak tespiti ve analizi sonucunda, çalışma grubu aşırı suyun deşarj edilerek depolanabilmesi için bir su tankı geliştirdi. Sistem bir ana valf ve tüm sistemdeki suyu depolayabilecek kapasitede bir tankı içermektedir. Sistem de ayrıca fazla suyu deşarj etmek için basit bir pompa bulunmaktadır. Tankın 100 tane elektrot değiştirilmesiyle dolduğu hesaplanmıştır. Olması gereken minimum ve maksimum

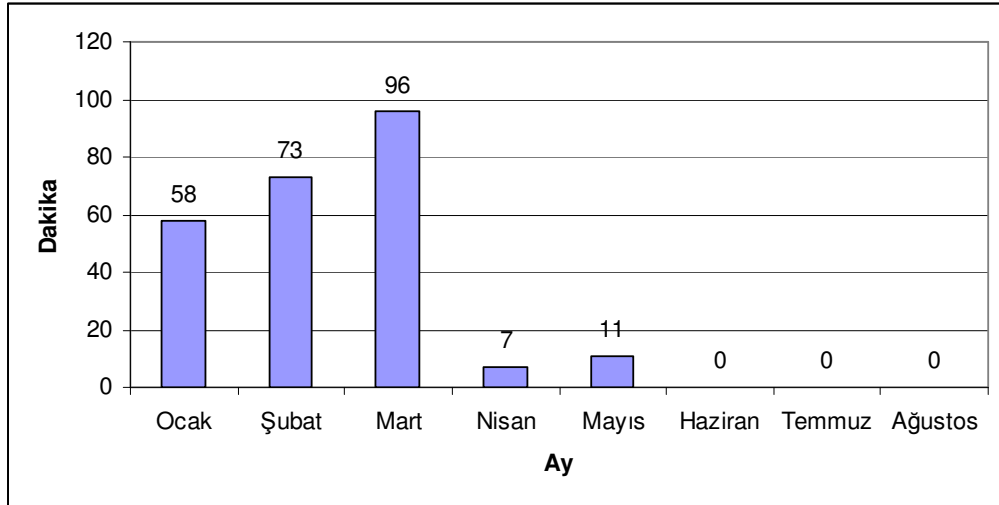


seviyeler tank üzerinde işaretlenmiştir. Maksimum seviyeye ulaşıldığında Şekil 28’de görüldüğü gibi tankın alt tarafında bulunan vana sayesinde fazla su boşaltılır.



**Şekil 29: Su deşarj Tankı**

Hat duruşlarında yaşanan büyük fark, böyle önemsiz ve küçük gözükken bir yeniliğin bile ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yenilik yapılmadan önce aylık hat duruş süresi 96 saate kadar çıkmıştı. Belirtilen değişiklik yapıldıktan sonra aşağıdaki şekilde de görülebileceği gibi hattın duruş süresi 0 a indi.



**Şekil 30: Aylık Hat Duruşları**

### 6.9. Düzeltici Faaliyet Sistemi

Ford OTOSAN’da düzeltici faaliyet sistemi olarak FRACAS (Failure Reporting Analysis and Corrective Action System-Hata raporlama analizi ve düzeltici faaliyet sistemi) sistemi uygulanmaktadır. Ekler bölümünde FRACAS iş akış şeması verilmiştir.

## 6.10. Bakım Gözden Geçirme Toplantıları

Aylık olarak yapılan bakım gözden geçirme toplantılarında aşağıdaki konular üzerinde durulmaktadır;

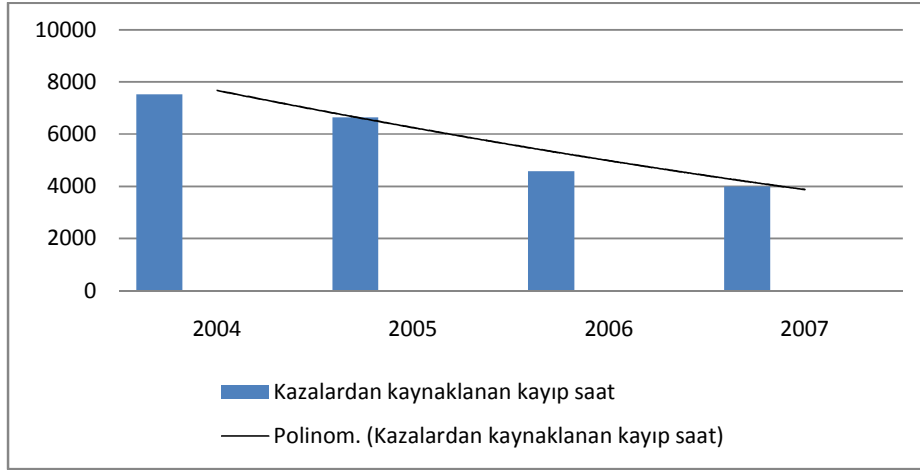
- Aylık iş kazaları
- İlk 10 iş güvenlik arızaları
- İlk 10 çevre arızaları
- İş optimizasyonları
- Periyodik bakım revizyon istekleri
- MTTR (Mean Time To Repair-ortalama tamir süresi), MTBF (Mean Time Between Failure-iki arıza arası zaman) gözden geçirme

Çevresel ekipmanlarda çıkan ilk 10 arıza çevre sorumlusu ile güvenlik ekipmanlarında çıkan ilk 10 arıza ise güvenlik sorumlusu ile paylaşılır.

## 6.11. Veri Toplanması

FTÜB kapsamında veri toplanması bakım takip programı ile yapılmaktadır. Bakım Takip Programı, bilgisayar ortamında, FTÜB çalışmalarının Üretim Planlama Md.'lüğünde koordineli ve sistematik olarak çalışabilmesi için Access ortamında kullanılan bir programdır. Bu ortamda makine kimlik kartları, arıza talepleri ve periyodik bakım hizmetlerinin oluşturulması – yerine getirilmesi – takip edilmesi ve saklanması işleri yerine getirilmektedir. Bakım takip programı, bakım organizasyonu içerisinde yer alan tüm bölümlerin belirlediği kullanıcılar tarafından kullanılan bir sistemdir. Amaç veri toplamak ve elde edilen verileri analiz ederek sonuca ulaşmaktır. Elde edilen veriler neticesinde saptanan problemlerin çözümünde FMEA (Failure Mode and Effect Analysis- Hata Modu ve Etki Analizi), 6 Sigma, G8D gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Şekil 30'da görülebileceği gibi yapılan FTÜB çalışmaları neticesinde çalışma ortamının daha iyi koşullara getirilmesi ve operatörlerin bilinçlendirilmesi ile her geçen yıl kazalardan kaynaklanan kayıp saat azalma göstermektedir.



**Şekil 31: Kazalardan Kaynaklanan Kayıp Saat**

FTÜB çalışmaları neticesinde kazanılan ekstra operasyon saatleri sayesinde fabrikanın ulaşılan kapasitesi her geçen yıl artmaktadır.

Elde edilen verilerin analizi sonucu ortaya çıkan sonuçlar fabrika içerisindeki panolarda duyurularak çalışanlarla paylaşılır.

## 7. SONUÇ

Son yıllarda, küreselleşmenin ve uygulanan serbest piyasa ekonomisinin etkisiyle dünyada rekabet hiç olmadığı kadar artmıştır. Bunun sonucu olarak şirketler hayatta kalabilmek için daha kaliteli ürünü daha ucuza mal etmek durumundadırlar. Belirtilen hedefin gerçekleştirilebilmesi için uygulanan prosesler iyileştirilmeli, ürün kalitesi ve çeşitliliği artırılmalı ve proses zamanları kısaltılmalıdır. Tabi ki bu alt hedeflerin gerçekleştirilmesi için sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Toplam Üretken Bakım, 1950’li yıllardan itibaren bakım anlayışında yaşanan gelişmeler sonucunda 1970’li yılların başlarında ortaya çıkmıştır. Toplam Üretken Bakım sisteminin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için fabrika genelinde en alttan en üst kademeye kadar tüm çalışanlar tarafından kabul görmesi gerekmektedir.

Toplam Üretken Bakımın ortaya koyduğu otonom bakım anlayışı, çalışanlardaki bakım mantalitesini tamamen değiştirmeyi hedeflemektedir. “Ben işletirim, sen tamir edersin” anlayışı yerine “benim ekipmanın durumundan ben sorumluyum” anlayışının operatörlere yerleştirilmesi hedeflenmektedir. Böylesine köklü bir değişimin başarıyla uygulanabilmesi ve sürdürülebilir olması ancak üst yönetimin desteğiyle mümkün olabilmektedir. Üst yönetim tarafından yarine desteklenmeyen, ya da ilk tanıtımından sonra yeterli desteğin verilmediği Toplam Üretken Bakım uygulamalarında ilk başlarda koşullarda bir iyileşme görülse de yetersiz destek nedeniyle hızlı bir şekilde eski hale dönüş olmaktadır.

Çalışmanın 5. Bölümünde yapılan maliyet analizi modellemesi ile işletmelerde toplam üretken bakımın uygulanması ile elde edilen maliyet avantajı ortaya konmaktadır. Ancak görüldüğü gibi 6 büyük kayıptan dolayı oluşan maliyet belirli bir seviyeye indirildikten sonra daha ileriye götürülmesi genellikle daha büyük yatırımları gerektirmektedir. Bu noktada ekipmanın daha da iyiye götürülmesi ile elde edilecek maliyet avantajı iyi hesaplanmalıdır. Sonuç olarak yapılan yatırımın ekonomik olmama durumu da söz konusu olabilir. Bu durumda, genellikle

firmalarında tercih ettiği gibi, mevcut durumun yapılan TÜB çalışmalarıyla korunması ve sürdürülebilir kılınması hedeflenir.

6. bölümde Ford Motor Şirketi'nin Toplam Üretken Bakım anlayışı açıklanmış ve Ford Otosan'da ki Toplam Üretken Bakım uygulamalarından örnekler verilmiştir. Görüldüğü gibi Ford Otosan Gölcük fabrikası kuruluşu itibariyle yalın üretimi destekleyecek şekilde kurulduğundan tüm yalın üretim uygulamalarında olduğu gibi Toplam Üretken Bakım'ı da başarıyla uygulamaktadır. Burada verilen örneklerden de anlaşılacağı gibi çok küçük gibi görünen bir iyileştirme bile firmaya çok önemli katkılar getirebilmektedir. Önemli olan çalışanları bu bilince getirebilmek ve süreçlerin iyileştirilmesine katkıda bulunmalarını sağlayabilmektir.

Görüldüğü gibi Toplam Üretken Bakım doğru uygulandığında işletmelere maliyet avantajı, ürün kalitesinin yükseltilmesi, proses iyileştirilmesi gibi önemli katkılar sağlamaktadır. Toplam Üretken Bakım sistemini yeni uygulamaya başlayacak firmalar için önemli olan noktalar; sistemin doğru bir şekilde tüm çalışanlara açıklanması, gerekli eğitimlerle desteklenmesi ve sürdürülebilir kılınabilmesi için üst yönetimi sarsılmaz desteğidir.

## KAYNAKLAR

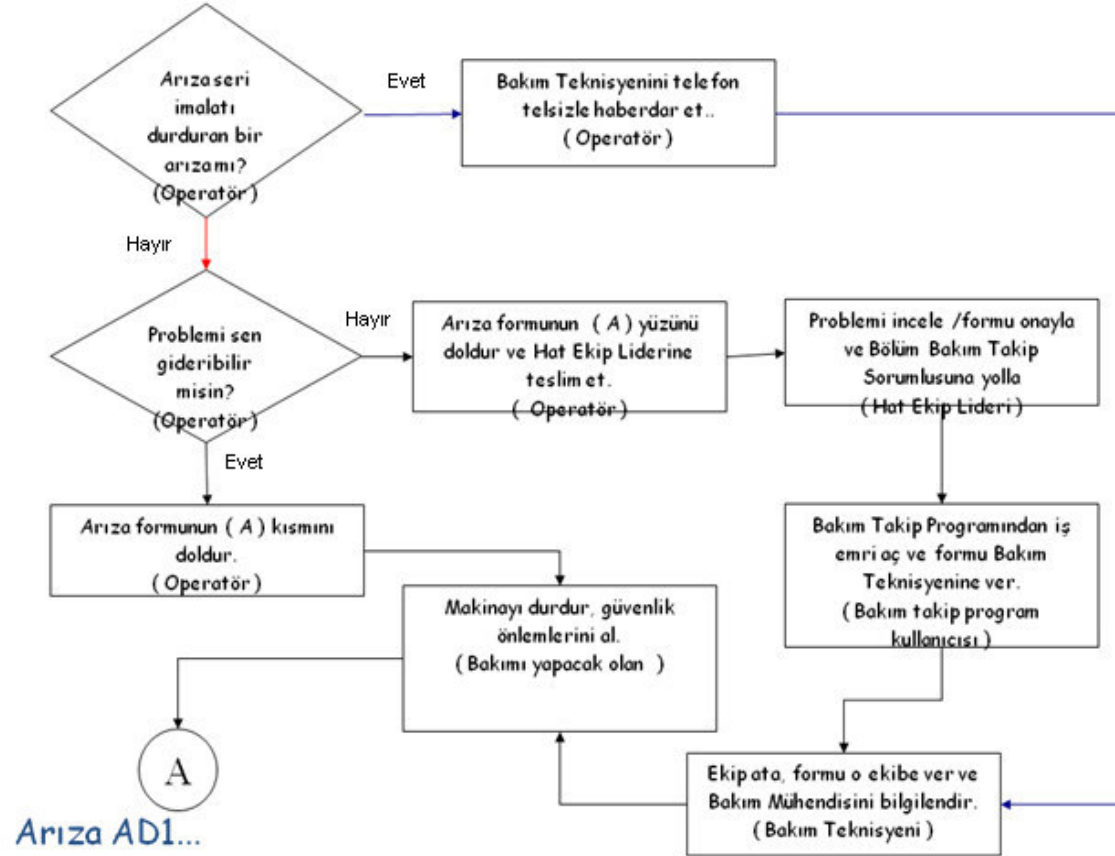
- Abhijit, Gosavi. 2006. A Risk-Sensitive Approach to Total Productive Maintenance. **Automatica**. Volume: 42: 1321-1330.
- Carreir, Bill. 2005. **Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits**. New York: American Management Association.
- Chan, F.T.S., H.C.W. Lau, R.W.L. Ip, H.K. Chan, S. Kong. 2005. Implementetion of Total Productive Maintenance: A Case Study. **International Journal of Production Economics**. Volume: 95. Pg:71-94.
- Davies, Alan. 1998. **Handbook of Condition Monitoring: Techniques and Methodology**. London : Chapman & Hall.
- Göktaş, Coşkun. 1997. Toplam Verimli Bakım ve Kordsa'daki Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Imai, Masaaki. 1986. **Kaizen The Key to Japan's Competitive Success**. New York: Mc Graw Hill.
- Jostes, Robert S, Marilyn M. Helmes. 1994. Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management. **Journal: Work Study**. Volume: 43. Issue:7. Pg:18-20.
- Kahvecioğlu, Ayşe. 2004. Onarılabılır Ekipmanlara Önleyici Bakımın Etkisi ve Optimizasyonu. **Mühendis ve Makina**. s. 531.
- Mobley, R. Keith. 1990. **An Introduction to Predictive Maintenance**. New York: Van Nostrand Reinhold.
- O'Connor, Patrick D. T. 1991. **Practical Reliability Engineering**. Chichester: John Wiley & Sons.
- Ohno, Taiichi. **Toyota Production System: Beyond Large Scale Production**. Cambridge: Productivity Press.
- Roberts, Jack. [10.09.2008]. Total Productive Maintenance History and Basic Implementation Process, [www.tpmonline.com/articles](http://www.tpmonline.com/articles).
- Tajiri, Masaji, Fumio Gotoh. 1999. **Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on The Shop Floor**. Portland: Productivity.

Töre, Özgür Gökşen. 2000. Yalın Üretim ve Otomotiv Sanayinde Uygulanması.  
Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Willmott, Peter, Dennis McCarthy. 2001. **TPM: A route to World Class Performance.** Boston: Butterworth-Heinemann.

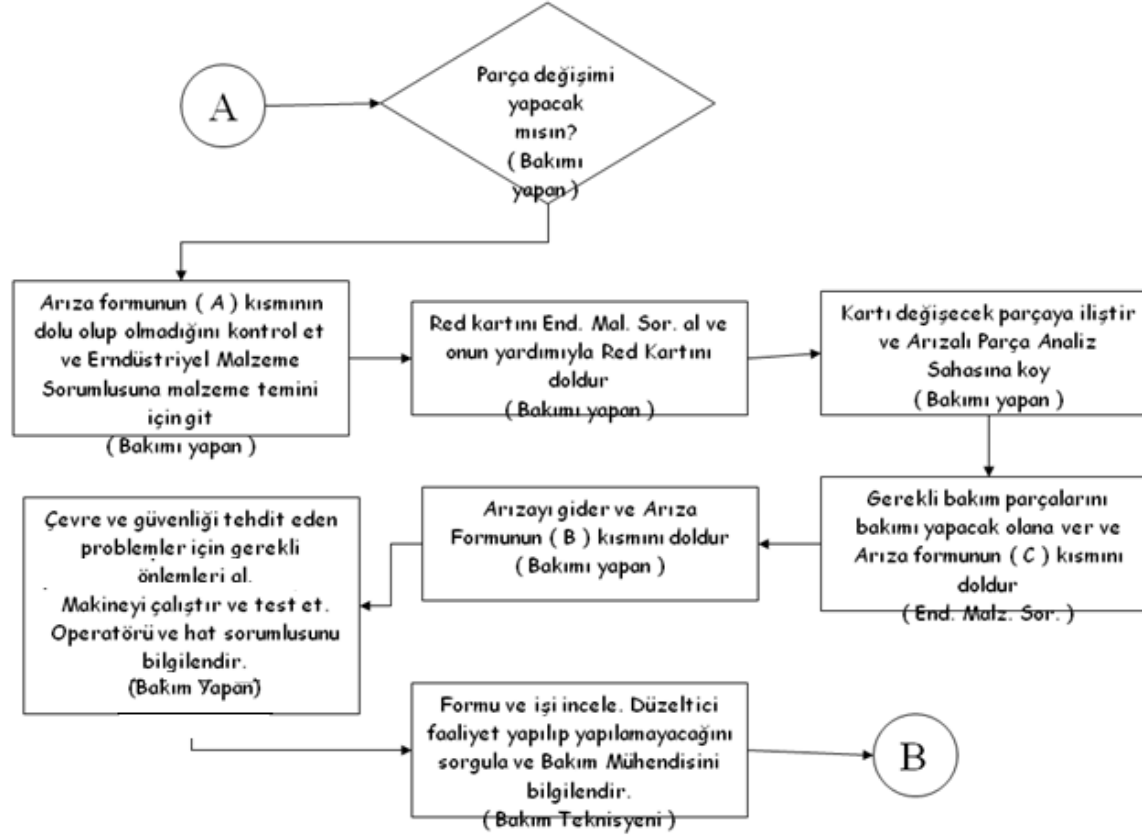
Womack, James P, Daniel T. Jones. 1996. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.** New York: Simon & Schuster.

## Ek 1. Arızı Bakım İş Akış Diyagramı

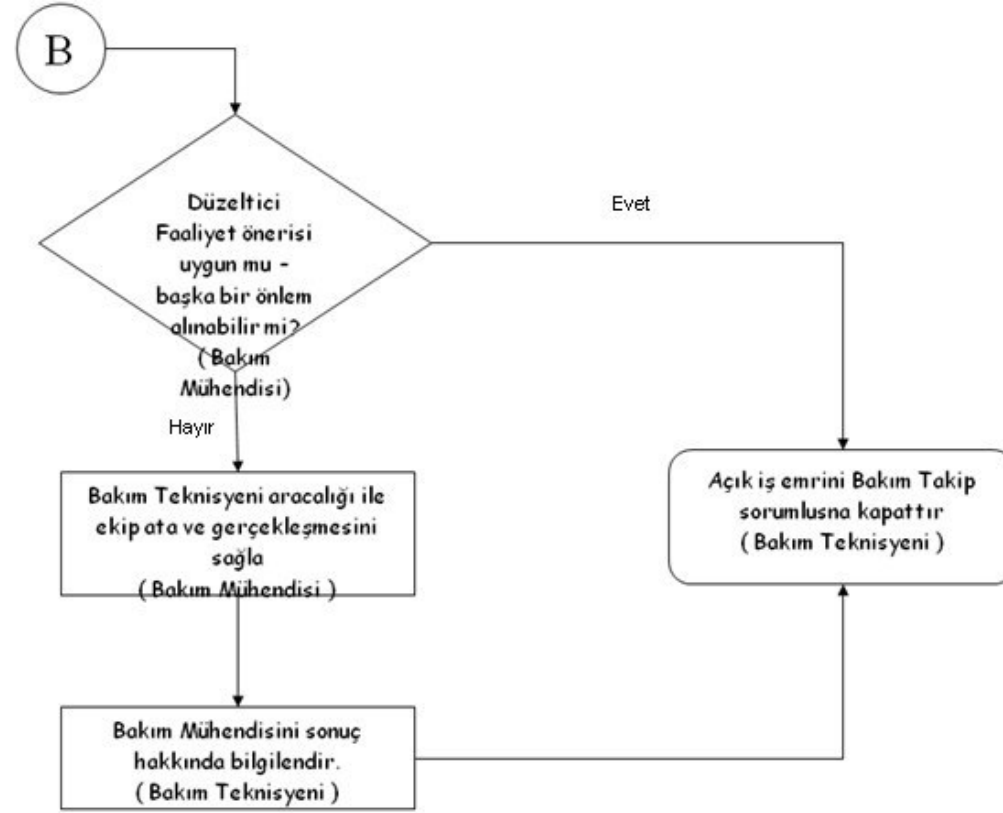




## Ek 1. Arızı Bakım İş Akış Diyagramı (Devamı)

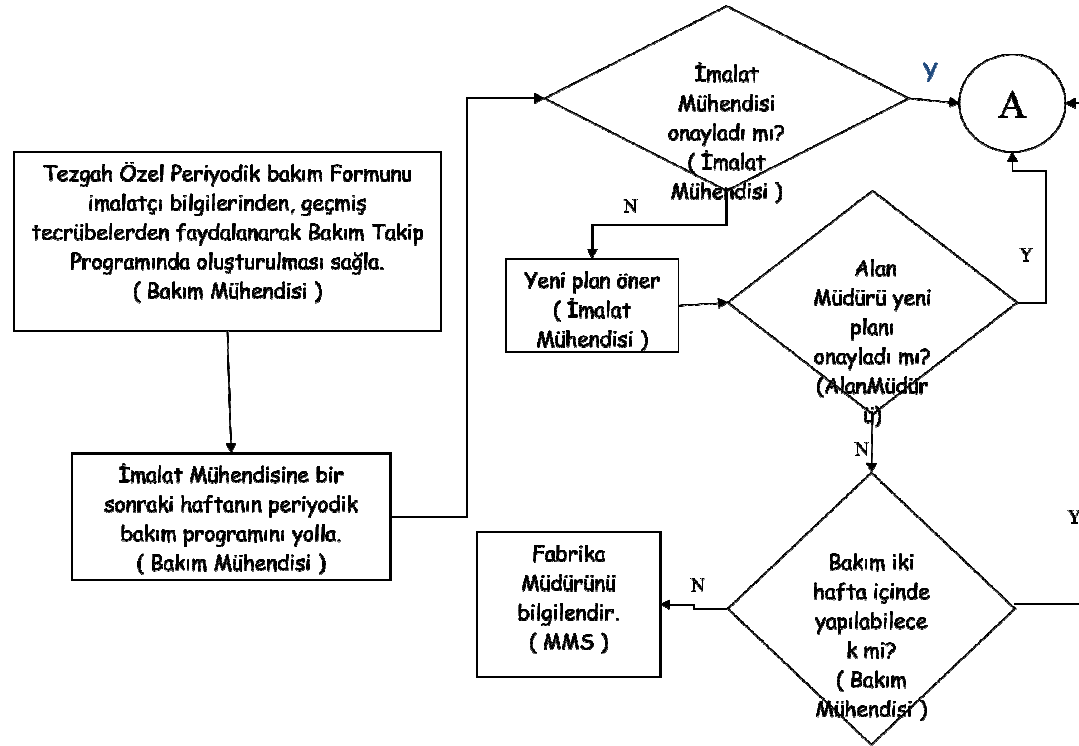


### Ek 1. Arızı Bakım İş Akış Diyagramı (Devamı)



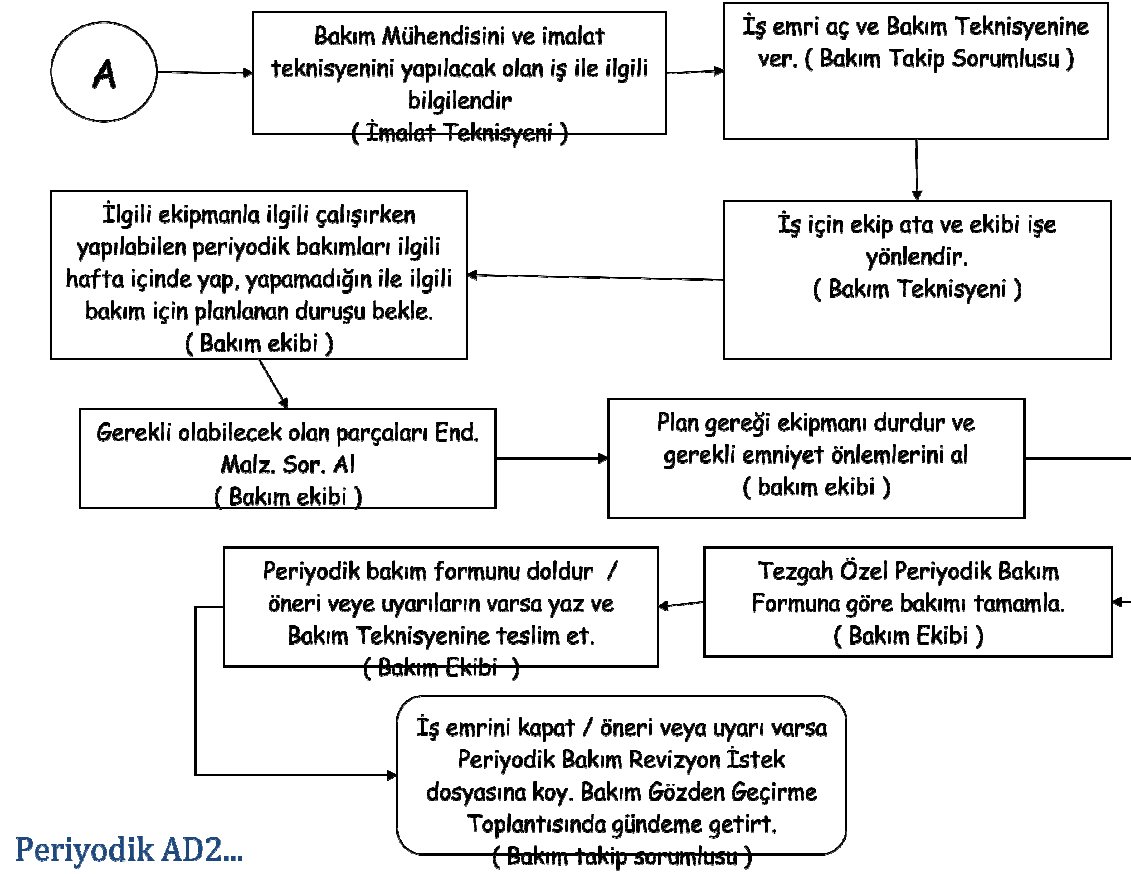
Arıza AD3...

## Ek 2. Periyodik Bakım İş Akış Diyagramı

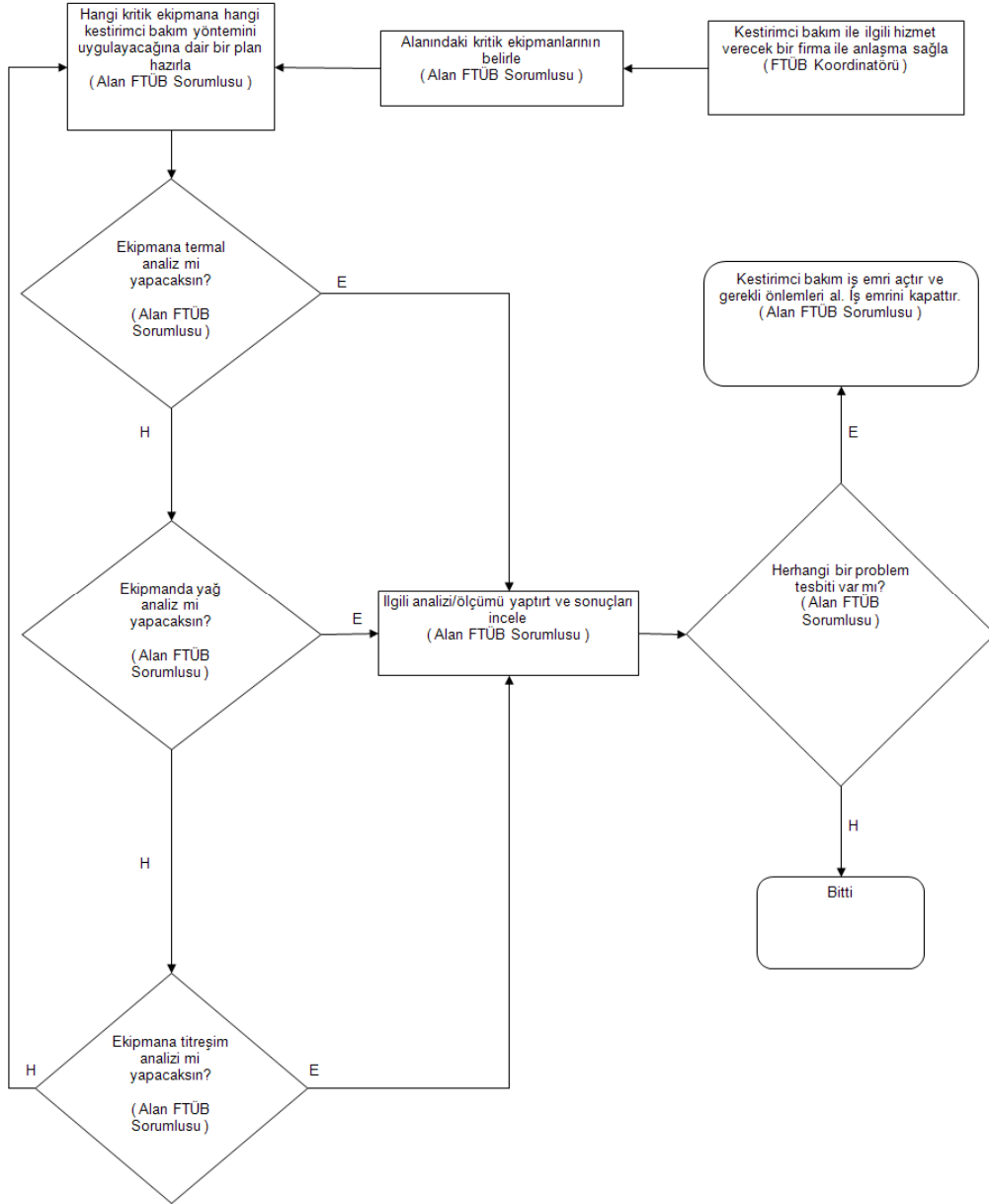


Periyodik AD1....

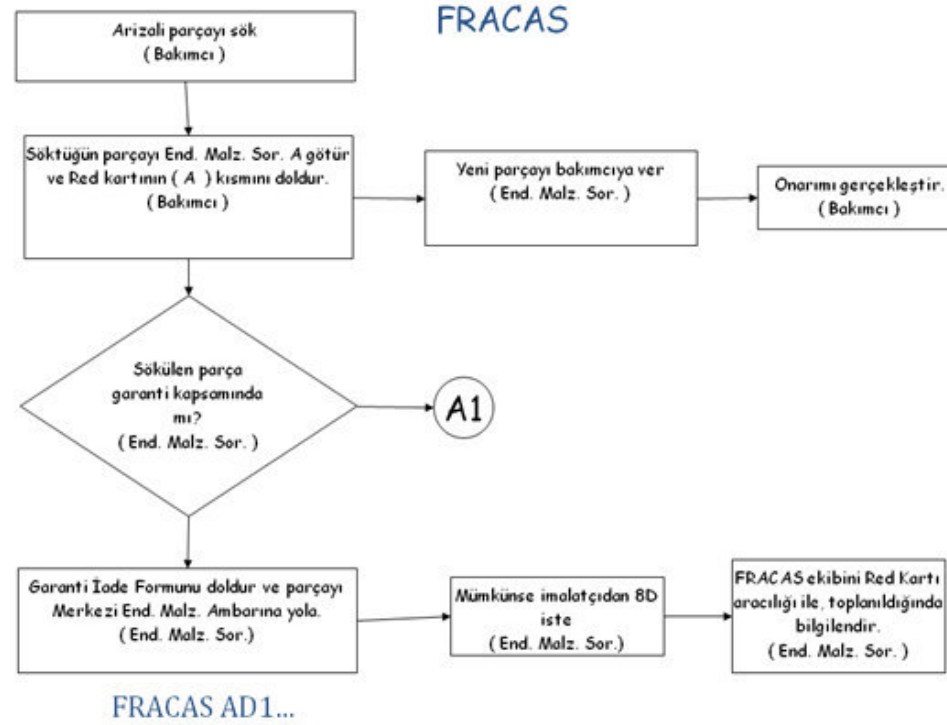
## Ek 2. Periyodik Bakım İş Akış Diyagramı (Devamı)



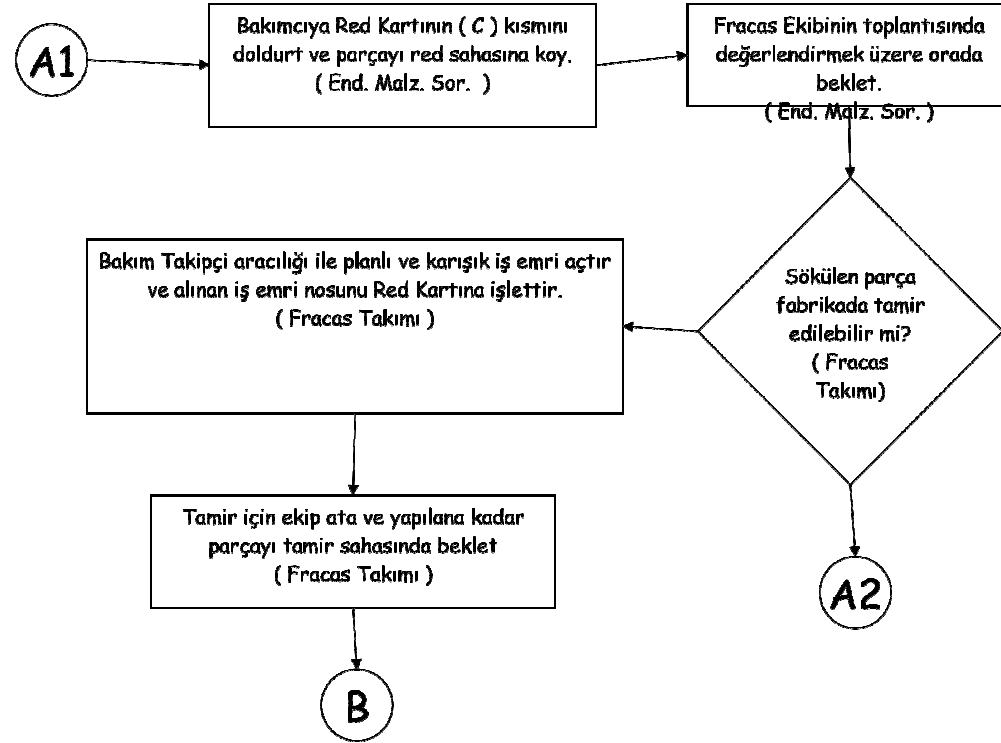
### Ek 3. Kestirimci Bakım İş Akış Diyagramı



#### Ek 4. Fracas İş Akış Diyagramı

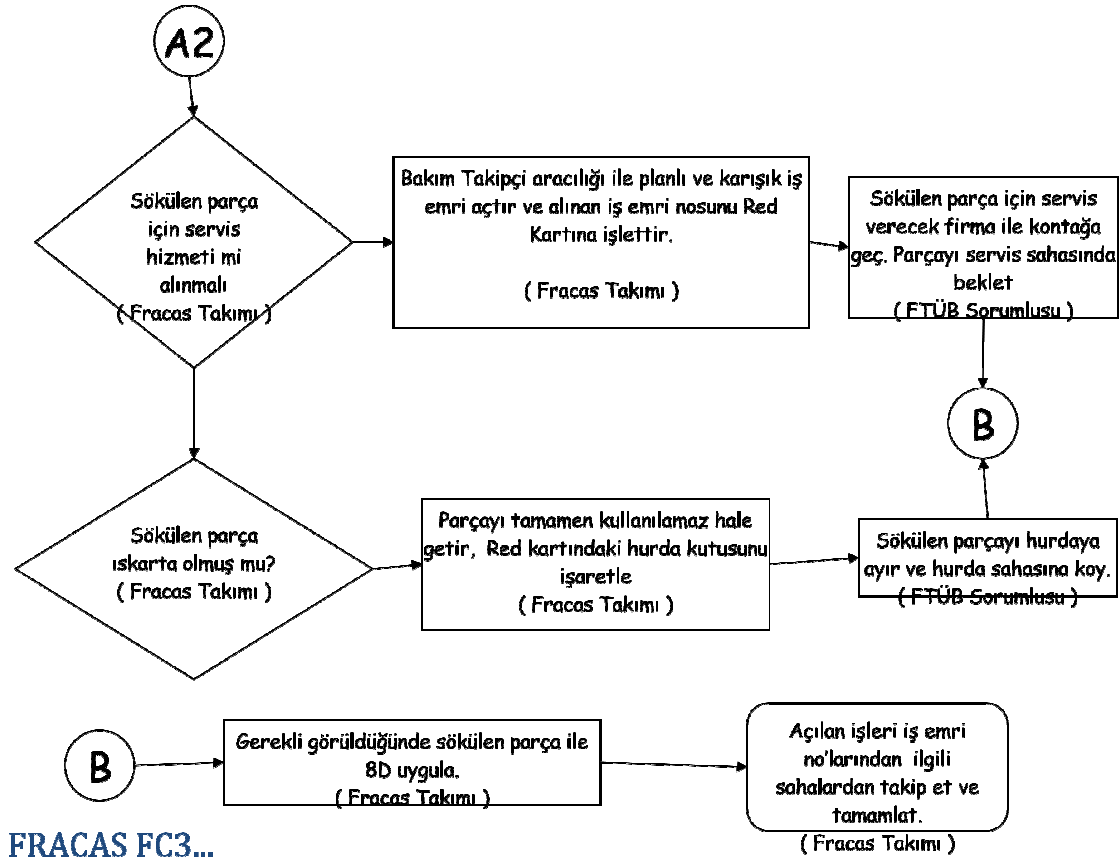


#### Ek 4. Fracas İş Akış Diyagramı (Devamı)



FRACAS FC2...

#### Ek 4. Fracas İş Akış Diyagramı (Devamı)



FRACAS FC3...



## ÖZGEÇMİŞ

Barış KÖKSAL, 1981 yılında İstanbul'da doğdu. 1992 yılında İzmir Yahya Kemal Beyatlı İlköğretim Okulu'nu bitirdi. Aynı yıl İzmir Sabiha Gökçen Ortaokulu'nda başladığı ortaöğrenim hayatını, 1995 yılında İstanbul Yeşilköy Muhsin Adil Binal Ortaokulu'nda tamamlamıştır. 1995 yılında girdiği Yabancı Dil Ağırlıklı Süleyman Nazif Lisesi'ni 1999 yılında bitirmiştir.

1999 yılında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2004 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi yüksek lisans öğretimine başlamıştır. Halen aynı üniversitede yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.