

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**106227**

**TOPLAM VERİMLİ BAKIM VE BİR İŞLETMEDE  
UYGULAMA ÇALIŞMALARI**

**Endüstri Müh. Doğan HASAN**

**F.B.E Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Turay GÖKÇEN**

*Prof. Dr. Turay Gökçen*  
*Prof. Dr. Nispet Sönmez*  
*Doç. Dr. Mesut Özpörk*

**İSTANBUL, 2001**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                     | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| KISALTMA LİSTESİ.....                                                               | iii   |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                                  | iv    |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                                                | v     |
| ÖNSÖZ.....                                                                          | vi    |
| ÖZET .....                                                                          | vii   |
| ABSTRACT .....                                                                      | viii  |
| 1 GİRİŞ.....                                                                        | 1     |
| 1.1 Toplam Verimli Bakım Kavramı.....                                               | 1     |
| 1.2 Toplam Verimli Bakım' ın Tarihçesi ve Genel Özellikleri.....                    | 3     |
| 1.3 Toplam Verimli Bakım ve Diğer Üretim Sistemleriyle İlişkisi .....               | 7     |
| 1.3.1 Tam Zamanında Üretim ve Toplam Verimli Bakım' ın İlişkisi.....                | 7     |
| 1.3.2 Sıfır Hata ve Toplam Verimli Bakım İlişkisi .....                             | 17    |
| 2 TOPLAM VERİMLİ BAKIM KAPSAMINDA ALTI ANA KAYIP ve GENEL TEÇHİZAT VERİMLİLİĞİ..... | 18    |
| 2.1 Toplam Verimli Bakım' da Altı Ana Kayıp.....                                    | 19    |
| 2.1.1 Arızalardan Kaynaklanan Kayıplar .....                                        | 22    |
| 2.1.2 Değişiklik ve Ayarlardan Kaynaklanan Kayıplar.....                            | 28    |
| 2.1.3 Kısa Duruşlar ve Boşa Çalışmalardan Kaynaklanan Kayıplar.....                 | 33    |
| 2.1.4 Düşük Hızdan Kaynaklanan Kayıplar .....                                       | 40    |
| 2.1.5 Hurda ve Yeniden İşlemelerden Kaynaklanan Kayıplar .....                      | 42    |
| 2.1.6 Kalkışlardan Kaynaklanan Kayıplar.....                                        | 44    |
| 2.2 Genel Teçhizat Verimliliği ve Arttırılması.....                                 | 50    |
| 2.2.1 Hazır Bulunurluğun Ölçülmesi.....                                             | 51    |
| 2.2.2 Performans Etkinliği.....                                                     | 53    |
| 2.2.3 Toplam Verimli Bakım Kapsamında Dikkat Edilmesi Gereken Diğer Hususlar..      | 56    |
| 3 TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMA ADIMLARI.....                                       | 69    |
| 3.1 Toplam Verimli Bakım Hazırlık Adımları .....                                    | 69    |
| 3.1.1 Üst Yönetim Tarafından TVB Uygulama Kararının Duyurulması .....               | 70    |
| 3.1.2 TVB Uygulamasına Yönelik Eğitim Faaliyetleri.....                             | 72    |
| 3.1.3 TVB İçin Gerekli Organizasyonel Yapının Oluşturulması .....                   | 72    |
| 3.1.4 Temel TVB Politikalarının ve Hedeflerinin Oluşturulması .....                 | 76    |
| 3.1.5 TVB Ana Uygulama Planının Hazırlanması .....                                  | 79    |
| 3.2 Toplam Verimli Bakım Uygulama Aşamaları.....                                    | 81    |
| 3.2.1 TVB Uygulamasının Başlatılması.....                                           | 81    |
| 3.2.2 Teçhizat Etkinliğinin Arttırılması Yönelik Çalışmalar .....                   | 81    |
| 3.2.3 Operatörler İçin Otonom Bakım Programının Kurulması .....                     | 83    |

|         |                                                                              |     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.3.1 | Otonom Bakım Aşamaları .....                                                 | 84  |
| 3.2.3.2 | Otonom Bakım Denetimi.....                                                   | 90  |
| 3.2.4   | Bakım departmanı İçin Planlı Bakım Sisteminin Oluşturulması.....             | 92  |
| 3.2.5   | Operasyon ve Bakım Yeteneklerinin İyileştirilmesi İçin Eğitim.....           | 93  |
| 3.2.6   | Erken Teçhizat Yönetim Programının Geliştirilmesi .....                      | 94  |
| 3.2.7   | TVB Uygulama Performans Hedeflerinin Değerlendirilmesi.....                  | 97  |
| 4       | TVB ÇALIŞMALARININ SÜREKLİLİĞİNE YÖNELİK KÜÇÜK GRUP FAALİYETLERİ.....        | 98  |
| 4.1     | Küçük Grup Faaliyetlerinin Organizasyonel Yapıya Katılması.....              | 98  |
| 4.2     | Grup Hedeflerinin İşletme Hedefleri İle İlişkisi.....                        | 100 |
| 4.3     | Küçük Grup Faaliyetlerinde Üst Yönetimin Görevleri .....                     | 102 |
| 5       | SIEMENS Tic. ve San. A. Ş.' de UYGULAMALAR.....                              | 105 |
| 5.1     | Kaynak Robotunda Arızadan Kaynaklanan Kayıpların İyileştirilmesi.....        | 107 |
| 5.2     | Cıvataların Kanalda Takılmasının Elimine Edilmesi .....                      | 109 |
| 5.3     | C5 Yardımcı Şalter Montaj Hattında İyileştirmeler .....                      | 112 |
| 5.4     | Minikontaktör Montaj Hattında İyileştirmeler .....                           | 115 |
| 5.5     | 0 Boy Kontaktör Sabit Kontak ve İzolasyon Parça Montajında İyileştirme ..... | 119 |
| 5.6     | Termik Röle Montaj Hattında İyileştirme .....                                | 120 |
| 5.7     | 3TF44/45 Kontaktör Montaj Hattında İyileştirme.....                          | 121 |
| 5.8     | 3TF44/45 Kontaktör Montaj Hattında İyileştirme.....                          | 121 |
| 5.9     | Kontak İmalatında İyileştirme.....                                           | 122 |
| 6       | SONUÇ.....                                                                   | 123 |
|         | KAYNAKLAR.....                                                               | 125 |
|         | ÖZGEÇMİŞ.....                                                                | 126 |

## KISALTMA LİSTESİ

|     |                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------|
| TVB | Toplam Verimli Bakım                                             |
| PM  | Önleyici Bakım                                                   |
| PM  | Verimli Bakım (Productive Maintenance)                           |
| MP  | Bakım Önleme (Maintenance free-design)                           |
| RE  | Güvenilirlik Mühendisliği (Reliability Engineering)              |
| PM  | Tahmini Bakım (Predictive Maintenance)                           |
| OEE | Genel Teçhizat Etkinliği                                         |
| MI  | Bakım Yapılabilirlik İyileştirmesi (Maintainability Improvement) |
| LCC | Ömür Döngü Maliyeti (Life Cycle Cost)                            |
| ZD  | Sıfır Hata (Zero Defect)                                         |
| TPS | Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System)                 |
| TQC | Toplam Kalite Kontrol (Total Quality Control)                    |
| CM  | Düzeltilici Bakım (Corrective Maintenance)                       |
| PM  | Fiziksel Mekanizma (Physical Mechanism)                          |





## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1.1 Toplam verimli bakım, verimli bakım ve önleyici bakım arasındaki ilişki ..... | 6   |
| Şekil 1.2 Toyota üretim sistemi ve toplam verimli bakım .....                           | 8   |
| Şekil 1.3 TVB tanımı ve özellikleri .....                                               | 9   |
| Şekil 1.4 Üretimde girdi ve çıktı .....                                                 | 11  |
| Şekil 2.1 Kronik kayıpların yapısı .....                                                | 21  |
| Şekil 2.2 Arızaların önlenmesindeki kritik noktalar .....                               | 27  |
| Şekil 2.3 Ayarlar için etkili analiz akışı .....                                        | 32  |
| Şekil 2.4 Fiziksel mekanizma(PM) analizinin uygulanması .....                           | 35  |
| Şekil 2.5 Fiziksel mekanizma analizinin uygulanması .....                               | 37  |
| Şekil 2.6 Kısa duruşlarla ilgili problemler için iyileştirme adımları .....             | 39  |
| Şekil 2.7 Kronik kayıpların nedenleri .....                                             | 47  |
| Şekil 2.8 PM analizinin uygulaması ve odak noktaları .....                              | 47  |
| Şekil 2.9 Tek prosesli bir üretim sisteminin modeli .....                               | 48  |
| Şekil 2.10 TVB ve üretim sisteminin safhaları arasındaki ilişki .....                   | 49  |
| Şekil 2.11 Genel teçhizat verimliliği ve hedefler .....                                 | 53  |
| Şekil 2.12 Teçhizat için önleyici tedavi=önleyici bakım .....                           | 58  |
| Şekil 2.13 Ömür süresi karakteristikleri ve arızalara karşı alınacak tedbirler .....    | 60  |
| Şekil 2.14 Arızalara karşı alınacak önlemler arasındaki ilişkiler .....                 | 62  |
| Şekil 2.15 İşletme ve bakım bölümlerinin sorumlulukları .....                           | 63  |
| Şekil 2.16 Ekonomik LCC' nin yakalanması .....                                          | 66  |
| Şekil 3.1 TVB teşvik yapısı .....                                                       | 74  |
| Şekil 3.2 TVB teşvik yapı örneği .....                                                  | 75  |
| Şekil 3.3 TVB politika ve hedeflerine temel örnek .....                                 | 78  |
| Şekil 3.4 TVB gelişimi için bir master plan .....                                       | 80  |
| Şekil 3.5 Denetim eğitiminin geliştirilmesi için prosedürler .....                      | 87  |
| Şekil 3.6 Otonom bakım denetim döngüsü .....                                            | 91  |
| Şekil 3.7 Operatörler için simulasyon eğitim örneği .....                               | 93  |
| Şekil 3.8 LCC' yi etkileyen faktörler .....                                             | 96  |
| Şekil 4.1 Organizasyonel hedefler.....                                                  | 101 |
| Şekil 4.2 Küçük grup faaliyetlerinin başarısının anahtarı .....                         | 103 |
| Şekil 5.1 Kaynak robotunun taslak resmi .....                                           | 108 |
| Şekil 5.2 Yok .....                                                                     | 109 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1 Toplam verimli bakımın etkinliğine örnekler .....                                        | 2  |
| Çizelge 1.2 Toplam verimli bakımın dört gelişim aşaması ve Japonya'daki durum .....                  | 4  |
| Çizelge 1.3 Toyota üretim sistemi uygulayan şirketlerin göreceli etkilerinin karşılaştırılması ..... | 15 |
| Çizelge 1.4 TVB'nin sonuçlarına örnekler .....                                                       | 16 |
| Çizelge 1.5 Kalite yönetiminin dört esası .....                                                      | 17 |
| Çizelge 2.1 Toplam teçhizat verimliliğinin iyileştirilmesi için düzeylerin değerlendirilmeleri ..... | 24 |
| Çizelge 2.2 Hataların ortadan kaldırılmasında dört aşama .....                                       | 28 |
| Çizelge 2.3 Ayarların verimlilik analizi .....                                                       | 32 |
| Çizelge 2.4 Kısa duruşların çeşitleri ve nedenleri .....                                             | 34 |
| Çizelge 2.5 İyileştirme yaklaşımları .....                                                           | 38 |
| Çizelge 2.6 Hızı düzeltmek için prosedürler .....                                                    | 41 |
| Çizelge 2.7 Makinenin gerekli temel özellikleri .....                                                | 43 |
| Çizelge 2.8 Altı büyük kayıp için iyileştirme hedefleri .....                                        | 45 |
| Çizelge 2.9 Genel teçhizat verimliliği hesaplamaları .....                                           | 56 |
| Çizelge 2.10 Teçhizat LCC karşılaştırılması .....                                                    | 67 |
| Çizelge 3.1 TVB gelişiminin oniki adımı .....                                                        | 71 |
| Çizelge 3.2 Otonom bakım geliştirilmesi için yedi adım örneği .....                                  | 84 |
| Çizelge 3.3 otonom bakımda organizasyon ve düzen örneği .....                                        | 89 |

## ÖNSÖZ

Toplam Verimli Bakım üretimde yeni bir yöndür. Günümüzde, manuel işgücünün yerini otomatik makinelerin aldığı, işletmelerinin karlılığını belirleyen faktörün satış rakamları kadar maliyetlerinin de olduğunun bilincine varıldığı bu ortamda, Toplam Verimli Bakım işletmelere verimliliklerini artırmak sureti ile maliyetlerini düşürmek için yol göstermektedir.

Üretim etkinliği ve gücü işletmelerin kaderini tayin etmektedir. Kriz ortamlarından ancak güçlü imalat yapısına sahip, sağlam temeller üzerine oturmuş, sistemli ve verimli işletmeler yara almadan çıkabilmektedir. Toplam verimli bakım, yara almamak için ne şekilde bir imalat sisteminin kurulması gerektiğini ortaya koymanın yanı sıra sürekli iyileştirmeler için de reçeteler sunmaktadır. İşletmelerin verimliliğini artırması için önce kayıplarını tespit etmesi gerekmektedir. Bu kayıplar altı ana başlık altında toplanmaktadır. Bu kayıpları sürekli iyileştiren bir işletme, sıfır hata ile çalışan bir işletme olma yolunda ilerlemektedir. Teçhizatının durumunu şartlarını sürekli kontrol eden ve optimum düzeyde tutan işletme esnek bir yapı kazanmakta ve düşük maliyetlerle çalışabilmektedir. Kalite artık sadece prosese değil, aynı zamanda teçhizata da bağlıdır. İşletmelerdeki teçhizat miktarı arttıkça bu bağımlılık daha da artacak ve işletmeler için teçhizat etkinliklerini iyileştirmek varlıklarını sürdürmek için kaçınılmaz olacaktır. Başarılı bir toplam verimli bakım teçhizat şartlarını en iyi durumda tutmak üzere yol gösterir ve kayıpları yok ederek verimi yükseltir, maliyetlerin düşmesini sağlar.

Bu çalışma başarılı bir toplam verimli bakım uygulamasının olabilmesi için ne gibi şartların olması gerektiğini ortaya koymakta, işletmeler için kılavuz niteliğini taşıyacak noktaları ortaya koymaktadır. Türkiye’ de halen pek az firma toplam verimli bakım uygulamaktadır ve bunlardan pek azı gerektiği gibi uygulamaktadır. Başarı için gerekli şartlara nadiren uyulmaktadır. Kayıpları yok etmede kullanılan metodolojilere nadiren sadık kalınmakta, mesnetsiz çalışmalar yapılmaktadır. Bu tez çalışması ile işletmelere toplam verimli bakım uygulamaları için yol gösterilmektedir.

Bana bu çalışmayı yapmam hususunda destek ve yardımcı olan ve de tezimi yöneten Sayın Hocam Prof. Dr. Turay Gökçen’ e teşekkürlerimi sunarım. Bana tez çalışmam esnasında yardımcı olan tüm arkadaşlarıma ve özellikle eşim Dila’ ya da teşekkür ederim.

## ÖZET

Verimliliğin imalat sanayisinde öneminin giderek daha çok arttığı günümüzde verimliliği artırmaya yönelik, kayıpları azaltmaya yönelik felsefe ve metodolojiler işletmelerin başarılarının anahtarı olmaktadır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde toplam verimli bakım kavramı anlatılmış, tarihçesi, hangi aşamalardan geçerek bugünkü halini aldığı anlatılmış ve diğer güncel ve güçlü üretim sistemleri ile ilişkileri ortaya konulmuştur. İkinci bölümde toplam verimli bakımın hayati önem verdiği altı büyük kayıp üzerinde detaylı olarak durulmuş, bu kayıpların etkilediği genel teçhizat verimliliğini arttırmak için araç olacak formül üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde toplam verimli bakım uygulamasının oniki adımı tarif edilmiş, izlenmesi gereken yol belirtilmiştir. Dördüncü bölümde toplam verimli bakım uygulamasının vazgeçilmez bir elemanı olan küçük grup faaliyetleri anlatılmış, yapı içerisindeki önemleri belirtilmiştir. Beşinci bölümde atölye ortamında yapılan uygulamalar örnek teşkil etmeleri amacıyla ortaya konulmuştur.

Sonuç bölümünde, toplam verimli bakım uygulamasına başlarken nelere dikkat edilmesi gerektiği, hangi şartların mevcut olması gerektiği, işletmelerin genellikle düştükleri hatalar ve bunlara karşı alınması gereken önlemler belirtilmiştir. Başarılı bir toplam verimli bakım uygulaması için dikkat edilmesi gereken hususlar ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Toplam Verimli Bakım, Teçhizat, 6 büyük kayıp, Otonom bakım, İyileştirme

## **ABSTRACT**

Today, as the importance of efficiency and productivity within production industry increases, approaches and methodologies to increase productivity and eliminate losses become a key element for companies' successes.

In the first part of this study, the concept of Total Productive Maintenance (TPM) is explained in detail; the history, evolution and interactions of TPM with other current and dominant production systems were examined. In the second part of this study, the six major losses, which are significant counterparts of TPM are analyzed thoroughly and the formula to increase the equipment efficiency, affected by the 6 major losses, is investigated. In the third part, the twelve steps of TPM implementation are defined and the way to be followed is described. In the fourth part, small group activities having a profound role in TPM implementation are explained and their importance in the structure are mentioned. In the fifth part, workshop implementations are given as examples.

In the conclusion part, the conditions that must be present and the factors that must be considered carefully before giving start to TPM implementation, and the mistakes made by the plants and the corrective actions to be taken against these mistakes are explained. Points to be taken into account for a successful TPM implementation are mentioned.

**Keywords: Total Productive Maintenance, Equipment, 6 Major Losses, Autonomous Maintenance, Improvement**

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Toplam Verimli Bakım Kavramı

Toplam Verimli Bakım (TVB) kısaca, küçük grup aktiviteleri vasıtası ile tüm çalışanların katıldığı verimli bakım çalışmalarıdır. Nasıl ki Toplam Kalite Kontrol firma geneline yayılmış bir kalite kontrol anlayışı ise Toplam Verimli Bakım da tüm firma çapında uygulanan teçhizat bakımıdır.

TVB, üretimde yeni bir yöndür. Bu çağda, robotların robot ürettiği ve 24 saat otomatik üretimin bir gerçek olduğu çağda insansız fabrika gerçekçi bir ihtimal olmuştur. Kalite kontrol kapsamında konuya bakılacak olursa kalitenin prosese bağlı olduğu söylenebilir. Şimdi ise, robotların ve otomasyonun artması ile beraber, kalitenin prosese olduğu kadar teçhizata da bağlı olduğunu söylemek doğru olacaktır. Verimlilik, maliyet, envanter, emniyet ve sağlık, üretim çıktısı - ve de kalite - hepsi teçhizata bağlı unsurlardır.

Üretim teçhizatı hayal edilemeyecek kadar zekileşmiştir. Otomasyon için robotlar görmek gayet doğaldır; ayrıca mikron büyüklükteki nesnelerin işlenmesi için yüksek hassasiyetle çalışan teçhizatlar ve mevcut teknolojiye meydan okuyan, yüksek hız, basınç ve sıcaklıklarda çalışan teçhizatları imalat sanayisinde görebilmekteyiz.

Artan otomasyon ve insansız üretim, insan işçiliğine olan gereksinimi kaldırmayacaktır - sadece operasyonlar otomatik olmuşlardır, bakım halen daha yoğun bir şekilde insan girdisine ihtiyaç göstermektedir. Otomatik ve teknolojik olarak üstün teçhizatlar, ortalama bir bakım çalışanından daha ötede bir beceri ve yeteneğe ihtiyaç göstermektedir ve bunları etkin bir şekilde kullanabilmek için uygun bir bakım organizasyonuna gerek vardır. TVB, saha çalışanlarından üst yönetime kadar tüm çalışanları organize eden, gelişmiş imalat işlerini destekleyebilecek tüm işletme çapında bir teçhizat bakım sistemidir.

TVB' nin iki hedefi vardır; bunlar sıfır duruş ve sıfır hatadır. Duruşlar ve hatalar bertaraf edildiğinde, teçhizat operasyon hızı iyileşir, maliyetler düşer, envanter minimize edilebilir, ve bunu takiben, iş gücü verimi artar. Çizelge 1.1' de görüldüğü üzere, bir firma, duruşlarının sayısını başlangıç adedinin 1/50' sine kadar indirmiştir. Bazı firmalar teçhizat operasyon hızında %17-26 artışlar elde ederken bazı firmalar da proses hatalarında %90 oranında düşürlere ulaşabilmişlerdir. İşgücü verimi genellikle %40-50 oranında artmıştır.

Elbette bu sonuçlara bir gecede ulaşılammamaktadır. Tipik olarak, TVB' nin uygulanmaya başlanmasından itibaren yaklaşık 3 yıl kadar sonra ödül kazanabilecek sonuçlara ulaşılabilir. TVB' nin ilk aşamalarında işletme, teçhizatı doğru haline ulaştırmanın ve teçhizatlar hakkında personeli eğitmenin maliyetine katlanmalıdır. Asıl maliyet teçhizatın kalitesine ve bakımın kalitesine bağlıdır. Üretkenliğin artması ile beraber bu maliyetler kolaylıkla kazançlarla yer değiştirmektedir. Bu sebeple TVB' den genellikle "Kazançlı Verimli Bakım" olarak söz edilir (Nakajima, 1984).

Çizelge 1.1 Toplam verimli bakımın etkinliğine örnekler (Verimli Bakım ödülü sahibi işletmeler)

| Kategori      | TVB Etkinliği için Örnekler                                                            |                                              |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Produktivite  | Produktivite artışı<br>Arıza/Duruşta azalma                                            | %50' ye kadar<br>%98' e kadar                |
| Kalite        | Firede azalma<br>Reklamasyonda azalma                                                  | %90' a kadar<br>%50' ye kadar                |
| Maliyetler    | İşgücü ihtiyacında azalma<br>Bakım maliyetlerinde azalma<br>Enerji sarfiyatında azalma | %30' a kadar<br>%30' a kadar<br>%30' a kadar |
| Sevkiyat      | Depo stokta azalma                                                                     | %50' ye kadar                                |
| Emniyet/Çevre | Çevre kirlenmesi<br>İş kazası                                                          | 0<br>0                                       |
| Moral         | Geliştirme Tekliflerinde artış<br>Küçük Grup Aktivitelerinde artış                     | %230' a kadar<br>%100' e kadar               |



## 1.2 Toplam Verimli Bakım' ın Tarihçesi ve Genel Özellikleri

Japonya' nın Amerika Birleşik Devletleri' nden Önleyici Bakım' ı (Preventive Maintenance-PM) ithal etmesinin üzerinden kırk seneden daha uzun bir süre geçmiştir. Bundan sonra benimsenenler; Verimli Bakım (Productive Maintenance-PM), Bakım Önleme (Maintenance Prevention-MP), ve Güvenilirlik Mühendisliği (Reliability Engineering) olmuştur. Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance-TPM) olarak kullanılan ifade, Japon endüstriyel ortamına uyması için geliştirilmiş Amerikan stili verimli bakımdır (Nakajima, 1984).

TVB artık Japon endüstrisi tarafından iyice kabullenilmiştir ve Batı endüstri ülkeleri, Çin ve çeşitli Asya ülkeleri tarafından da uygulanmaktadır.

TVB, Japon Fabrika Bakım Enstitüsü (JIPM-Japan Institute for Plant Maintenance) tarafından, dünya kalitesinde üretime erişilebilecek bir araç olarak, geliştirilen ve desteklenen bir programdır. 1950 ve 60'lı yıllarda, Japon endüstrisi, verimli fabrikaların ve hizmet kuruluşların kurulması için programlar yürütmüştür (Nakajima, 1984). Bu gelişmeler ilerledikçe, endüstrideki ürün kalitesi ve verimliliğin, fabrika ve kuruluşların durumlarıyla yakından ilişkili olduğu açıklık kazandı. Bu faktörlerin kontrolü için, Amerika'daki fabrika bakım teknikleri uygulamaya konuldu. Fabrika bakımının aslında, General Electric tarafından verimliliği arttırmak amacıyla geliştirilen, Önleyici Bakım yer almaktadır (Hartmann, 1992). Önleyici Bakım prensibiyle birlikte fabrika bakımı, özel bakım organizasyonlarının oluşturulmasına, fabrika bakım sistemlerinin kurulmasına ve bir takım teşhis teknolojilerinin gelişimine fırsat vermiştir. Bakımda verimliliği artırma çabalarıyla fabrika bakımının proses endüstrisinin gelişimine önemli katkıları olmuştur. Aynı zamanda, bu eğilimler işgücünün teçhizatların işlenmesi ve bakımı olmak üzere ikiye ayrılmasına neden olmuştur. Bu da, operatörlerin, çalıştırmak zorunda oldukları makinelerden uzaklaşmalarına sebep olmuştur.

Fabrika bakımının tanıtımı yapıldığı sıralarda, sanayi oldukça emek yoğundu, bu nedenle bu programa çok az bir ilgi olmuştur. Sanayide, endüstri mühendisliği, değer mühendisliği, kalite yönetimi, üretim yönetimi, malzeme ve sipariş yönetimi, pazarlama yönetimi, maliyet yönetimi ve yönetim stratejileri kilit yönetim teknolojileri kapsamındaydı. Bununla birlikte, otomobil sektörüne otomasyon ve Tam Zamanında Üretim yönetiminin-Toyota üretim sisteminin girmesiyle beraber, üreticiler fabrika bakım sistemlerine ihtiyacın bilincine varmaya başladılar. Bu değişimler verimlilik için büyük kazançlar sağlamıştır. Şirketler ideal



Üretim sistemlerini kurmaya alıřtıķķa, süreçler arası ek işçilikler azalmıştır. Bu retim sistemlerini kurmak ve yürütmek için, fabrikayla ilgili bir dizi sorunların giderilmesi gerekiyordu. Toyota retim sistemi gibi sistemlerde, ideal üretim düzeni arayışında fabrika bakımı kaçınılmaz bir faktördür. Bu hususlar 1970' lerde fabrika bakım tekniklerinin ortaya konulmasındaki altyapıyı oluşturmakta idi. Üretimde imalat ve montaj proseslerinde robotların görevlendirilmesi, otomasyonun ve sistemleşmenin saēlanması, bu sahalarda büyük ilerlemeler saēlamıřtır.

Önleyici Bakım 1950' lerde ortaya konulmuştu ve 1960' larda verimli bakım ile beraber iyi bir oluşum ortaya konulmuştu. TVB' ın gelişmesi 1970' lere rastlar. 1950' lerin öncesindeki döneme "Arızı Bakım" dönemi diyebiliriz.

Çizelge 1.2' de de gsterildiēi üzere, Verimli Bakım' ın Japonya' daki büyümesi dört gelişim aşamasına bölünebilir. Bunlar:

Aşama 1: Arızı Bakım

Aşama 2: Önleyici Bakım

Aşama 3: Verimli Bakım

Aşama 4: Toplam Verimli Bakım

Bir işletmede TVB' a, 1950 ile 1980 arasında Japonya' da gerçekleşen TVB aşamaları boyunca gelişerek ulaşılır. Çizelge 2' deki bilgiler 1976 ile 1979 arasında JIPM' e (Japan Institute for Plant Maintenance- Japon Fabrika Bakım Enstitüsü) baēlı olan 124 fabrikadan elde edilmiştir. Üç yıl içinde TVB uygulayan işletme sayısı iki mislin üzerinde artış göstermiştir. 1988 itibarıyla bu fabrikaların beşte birinden fazlası TVB uygulamaktadır.

Çizelge 1.2 Toplam verimli bakımın dört gelişim aşaması ve Japonya' daki durum (Nakajima, 1984)

|         |                      | 1976   | 1979   |
|---------|----------------------|--------|--------|
| Aşama 1 | Arızı bakım          | 12,70% | 6,70%  |
| Aşama 2 | nleyici Bakım       | 37,30% | 28,80% |
| Aşama 3 | Verimli Bakım        | 39,40% | 41,70% |
| Aşama 4 | Toplam Verimli Bakım | 10,60% | 22,80% |

1970' lere kadar Japonya' nın bakım felsefesi daha çok önleyici bakımdan veya periyodik servis niteliğinde zaman bazlı bakımdan oluşmuştur. 1980' ler boyunca önleyici bakım büyük çoğunlukla ve hızlıca önceden söyleyici bakım veya durum bazlı bakım ile yer değiştirmiştir. Önceden söyleyici bakım, çalışma esnasındaki teçhizatın durumunu teşhis etmek için modern gösterge ve analiz tekniklerini kullanır. Bu, yakında olması muhtemel hatayı veya kötüleşmenin işaretlerini tespit etmek için yapılır.

TVB "toplam katılımı içeren verimli bakım" olarak da tanımlanmaktadır. Sıkça, yönetim bunu yanlış anlar ve bunu, sadece saha çalışanlarının atölye düzeyinde gerçekleştirdikleri Verimli Bakım aktiviteleri olarak anlarlar. Bununla beraber, TVB' ın etkili olması için tüm işletme düzeyinde uygulanması gerekir. Maalesef, bazı firmalar yönetimi işe dahil edemedikleri veya işçileri tam olarak destekleyemedikleri için TVB çalışmalarını yarım bırakmaktadır.

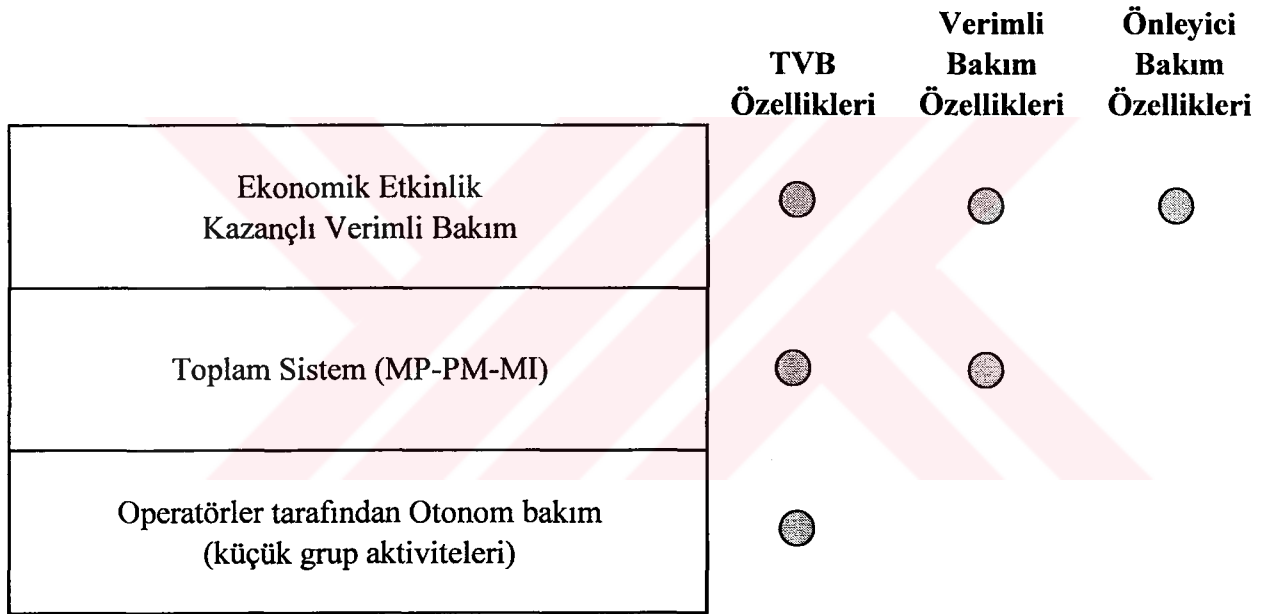
TVB' ın tam açıklaması aşağıdaki beş elemanı içermektedir:

- 1- TVB teçhizat etkinliğini maksimize etmeye çalışır (Genel Teçhizat Etkinliği- Overall Equipment Effectiveness OEE).
- 2- TVB teçhizatın tüm yaşam aralığı için tam bir Verimli Bakım sistemi kurar.
- 3- TVB çeşitli bölümler tarafından uygulanır (mühendislik, üretim, bakım).
- 4- TVB üst yönetimden saha çalışanlarına kadar her çalışanı ilgilendirir, içerir.
- 5- TVB, motivasyon yönetimi aracılığı ile Verimli Bakım' ın ilerletilmesi, geliştirilmesi zemini üzerine kurulmuştur (Nakajima, 1984).

Toplam Verimli Bakım içerisindeki "toplam" kelimesinin üç manası vardır ve bu manalar TVB' ın başlıca özelliklerini tarif etmektedir:

- 1- Toplam etkinlik (1. Eleman), TVB' ın ekonomik etkinlik ve karlılık için yaptığı uğraşı ifade eder.
- 2- Toplam Bakım Sistemi (2. Eleman), bakım önleme (maintenance prevention-MP), bakım yapılabilirliği iyileştirme (maintainability improvement-MI) ve önleyici bakımı (preventive maintenance-PM) içerir.
- 3- Çalışanların Toplam Katılımı (3. 4. 5. Elemanlar), küçük grup aktiviteleri ile operatörlerin otonom bakım faaliyetlerini içerir.

TVB' ın başlıca özelliklerinden "toplam etkinlik" veya "kazançlı Verimli Bakım", aynı zamanda önceden söyleyici ve verimli bakım olarak da ifade edilir. İkinci özellik, "toplam bakım sistemi", verimli bakım döneminde ilk olarak ortaya çıkarılan bir kavramdır. Daha teçhizatın tasarım safhalarından başlayan bakım önlemeyi de (maintenance prevention: MP: maintenance-free design: bakıma gerek bırakmayan tasarım) içeren, teçhizatın tüm ömür aralığı için bir bakım planı oluşturur. Bir teçhizat montajı bittikten sonra, bir toplam bakım sistemi, önleyici bakıma (PM: teçhizat için önleyici ilaç) ve bakım yapılabilirliği iyileştirmeye (MI: arızaları önlemek için teçhizatın tamir edilmesi veya modifiye edilmesi ve bakım yapmayı kolay hale getirme) ihtiyaç gösterir. Son özellik, "operatörler tarafından otonom bakım" (küçük grup aktiviteleri) TVB' a has bir uygulamadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Toplam verimli bakım, verimli bakım ve önleyici bakım arasındaki ilişki (Izumi, 1991)

Eğer bir işletme zaten halihazırda verimli bakım uyguluyorsa, TVB, mevcut sisteme operatörlerin otonom bakımının eklenmesi ile kolaylıkla benimsenebilir. Eğer bir işletme henüz önleyici veya verimli bakım uygulamamışsa, arızı bakımdan TVB' a ani bir geçiş imkansız olmamakla beraber aşırı zordur.

### 1.3. Toplam Verimli Bakım ve Diğer Üretim Sistemleri İle İlişkisi

İş anlaşmazlıkları, likidite problemleri gibi dış faktörler kuruluşlarının, (özellikle de üretim sektöründekilerin) varlıklarını sürdürmelerine engel olabilmektedir. Bu dönemde hayatta kalmak isteyen kuruluşlar, tüzel yapılarını değiştirerek tüm enerjilerini üretim sistemlerini geliştirmeye adanmışlardır.

Tüm dünya büyük dikkat toplayan Japon kalitesinin ve ürünlerinin üretim sistemlerinin bir yansıması olduğunu anlamaya başlamıştır ve Toyota Üretim Sistemi ve Toplam Kalite Kontrol (TQC) gibi sistemlere büyük ilgi göstermiştir. 80'lerde bu sistemlerle ilgili deney ve araştırmaların sayısında gözle görülür bir artış yaşanmıştır. Son zamanlarda da, Toplam Verimli Bakım (TVB) fikri ışık altına alınmakla birlikte birçok yabancı kuruluş tarafından da uygulanmaktadır.

Japonya'da Toyota Üretim Sisteminin ve Toplam Kalite Kontrolün prensipleri iyi bilinmekte ve çoğunluk tarafından uygulanmaktadır. TVB, yeni bir fikir olarak ortaya çıktığında dahi, Japon üreticilerinin ilgisini büyük bir hızla çekmiştir.

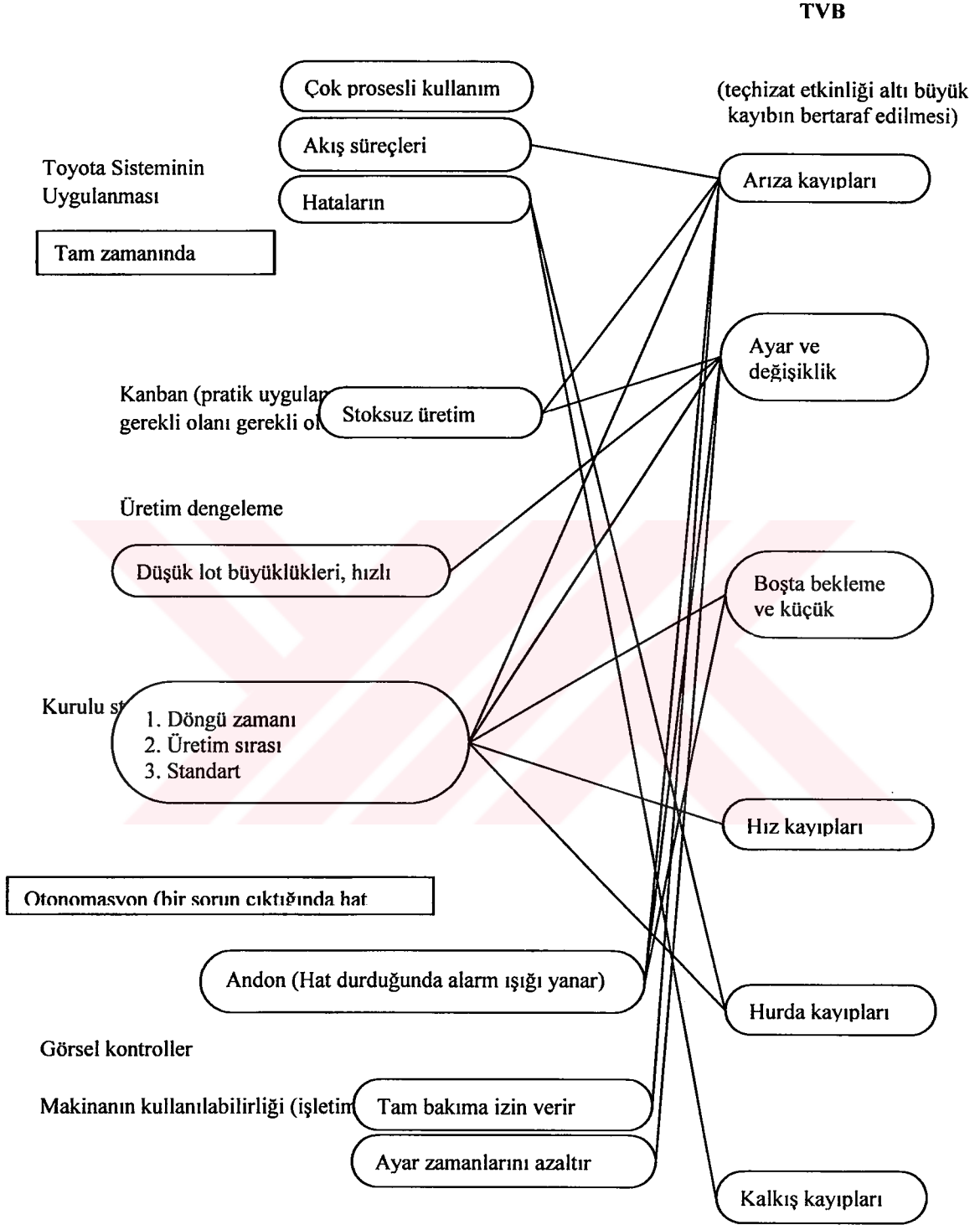
Toyota Üretim Sisteminin mimarı Taiichi Ohno, “tam zamanında üretim” ve “otonomasyon” fikirlerini sistemin en temel taşları olarak görmüştür, fakat sistem dış çevreler tarafından “tam zamanında” üretim, kısaca “TZÜ”, olarak bilinmektedir. Bu yaygın kullanıma uyularak, Toyota Üretim Sistemi kısaca “TZÜ” olarak adlandırılacaktır.

Toplam Verimli Bakım, TZÜ'le bağlantılı olduğundan, başlangıç olarak toplam üretim oranını arttırmayı amaç edinmiştir. Bu bağlamda, her iki kavramı da anlamak amacıyla iki düşünce tarzını da ilişkileriyle incelemek doğru olacaktır. Diğer taraftan, bu sistemler uygulamaya konduğunda gerçekleşecek temel iyileşmelerin de iyice kavranması gerekir.

#### 1.3.1. Tam zamanında üretim ve toplam verimli bakım' ın ilişkisi

Taiichi Ohno, Toyota Üretim Sisteminin esasını, Şekil 1.2'de görüldüğü gibi, TZÜ olarak tanımlamış, sistemin amacını da “kayıpların tamamen ortadan kaldırılması” olarak vurgulamıştır. Diğer amaçları ise; çok fonksiyonlu işçilerin yetiştirilmesi, birden fazla işi yürütebilme kabiliyetinin geliştirilmesi, üretim akışının sağlanması ve sıfır hatanın sağlanması olarak belirtilebilir. Ohno, böyle bir yapının oluşturulmasını sağlayacak iki temeli, “tam zamanında üretim” ve diğer yandan da “otonomasyon” olarak görmüştür.

Tovota Üretim sistemi: kavıpların tamamen bertaraf edilmesi

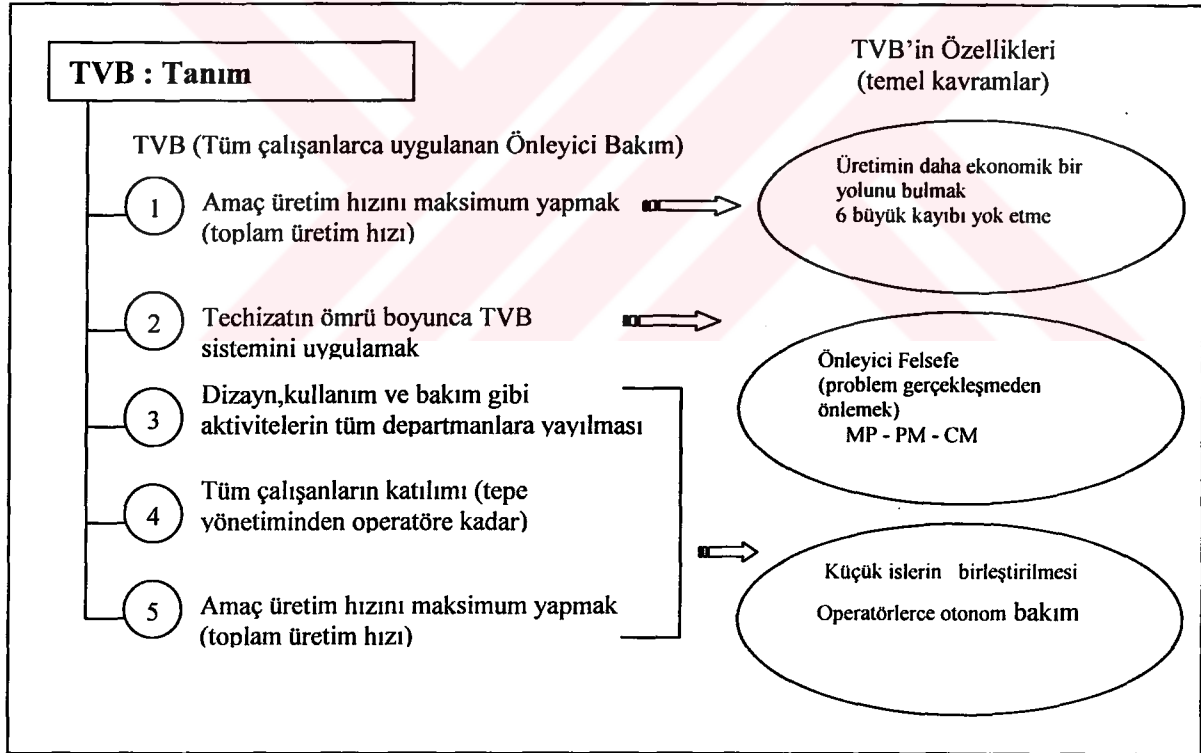


Üretim iyileştirmesinden teçhizat iyileştirmesine hareket eder

Şekil 1.2 Toyota üretim sistemi ve toplam verimli bakım (Nakajima, 1984)

Üretim safhasında TZÜ sisteminin temel aracı, Kanban, vinil koruyucuyla kaplanmış bir karttır. Bu kartta, parça çekme bilgileri, taşıma ve üretim talimatları gibi parçalarla ilgili kritik bilgiler yazılıdır. Bu bilgiler, gerekli parçayı gerekli miktarda gereken zamanda bulundurmak için önemlidir. Böylece fazla üretim, gereksiz taşıma ve stok gibi klasik üretim problemleri ortadan kalkar. Ford, Amerika’da, akış operasyonları için konveyör kemerler kullanarak üretim zamanını ve maliyetleri düşürmüştür, fakat TZÜ daha köklü bir çözüm sunmaktadır. Akış yöntemli çok modelli küçük parti üretimi için tasarlanan bu sistem, üretim zamanlarını kısaltma ve maliyetleri minimuma indirme yaklaşımlarıyla bir devrim yaratmıştır.

TVB, JIPM’ in çabalarıyla, şirket çapında gelişmiş otomasyon programlarıyla fabrikalarda teçhizat kontrolü için etkili bir sistem olarak yayıldı. Programın amacı, çok modelli küçük parti üretimi sisteminde toplam teçhizat kullanım verimliliğini arttırarak teçhizat eksikliklerini, hatalarını ve kazalarını kaldırmak, kalite ve verimlilikte genel iyileştirmeler sağlamak ve çalışma ortamında daha iyi bir atmosfer yaratmaktır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 TVB tanımı ve özellikleri (Suzuki, 1989)

Japonya’da TVB’i ilk uygulamaya koyan şirket Toyota Grubu’na ait Nippondenso şirketi idi. 1971’de, JIPM Nippondenso’ya (kısaca PM ödülü olarak bilinen) “Fabrika Genelinde Verimli

Bakım Üstünlüğü Ödülü” nı vererek bu programın göze çarpan sonuçlarını resmen açıklamıştır. Toyota Grubu’nun bir üyesi olarak, şirket aynı zamanda Deming Kalite Ödülü’ne de layık görülmüştür.

Toyota, Nippondenso’nun PM ödülünü diğer şirketlerini de TVB programları konusunda bilinçlendirmek amaçlı kullandı. Ve diğer şirketler de programı uyarlayarak, PM ödülünü kazanma hakkına sahip oldular. Toyota Grubu’nun dışındaki diğer şirketler de programı tanımışlardı, böylece TVB artık makine ve montaj sektöründe özellikle de teçhizat üretiminde, bilinen bir program haline gelmişti.

1971’den 1987’ye 17 sene içinde, 116 fabrika programı uygulamış ve PM ödülünü alacak kadar da iyileşmişlerdi. Bu akım her sene 15-16 firmanın ödül alabildiği noktalara kadar gelmiştir. Ödül kazanan şirketlerin %60 kadarı ya Toyota Grubu’nun üyesiydi ya da “yan sanayi” olarak adlandırılan Toyota’yla çalışan şirketlerdi. Bu ölçü TZÜ ile TVB arasındaki güçlü ilişkiyi anlatmaya yeterlidir (Nakajima, 1984).

Yukarıda “otonomasyon”un TZÜ’in iki ana temelinden biri olduğu anlatılmıştı, fakat bunun bir takım ön şartları bulunmaktadır. Üretim hatları eş zamanlı çalışırken, her zaman üretebilir durumda olmalıdırlar. Bunu garantilemek için düzenli bakım şarttır, aynı zamanda hazırlık zamanları çok kısa olmalıdır. Makine arızalarının, teçhizat hazırlık zamanlarının tamamen ortadan kaldırılması, TVB’in hedefleri arasında yer almaktadır. Görülebilir ki, TVB programının başarılı bir uygulaması TZÜ için kaçınılmazdır.

TVB, TZÜ’in felsefelerini benimsemiş tam otomatik, operatörsüz yürüyen üretim sistemlerinin uygulamasında önemli etkiler doğurabilir.

Görüldüğü gibi, TZÜ ve TVB birbirlerine sıkıca bağlıdırlar ve birbirleri üzerinde önemli etkileri bulunur. Genellikle TZÜ’in sisteme dahil edilmesinden sonra TVB’in uyarlanması ve iki sistemi de tek bir düzlemde geliştirmek tercih edilir. TZÜ ve TVB’i aynı zamanda uygulamaya koymak pek iyi sonuçlar vermeyebilir, onun yerine TZÜ tipi üretim akışını sağladıktan sonra TVB’in uygulaması çok daha başarılı sonuçlar verecektir.

Ohno, endüstri mühendisliğini (IE) “şirket yönetimiyle direk bağlantılı olarak şirket çapında üretim teknolojisi” olarak , Toyota Üretim Sistemini de “Toyota IE” olarak tanımlamıştır (Nakajima, 1984).

Ohno’nun tanımları baz alınarak TVB’i da bir çeşit yönetimle ilgili şirket genelindeki teçhizatlara odaklanan üretim teknolojisi olarak tanımlanabilir. TZÜ ve TVB’ da, şirket yönetimiyle direk bağlantılı olarak şirket çapında üretim teknolojisi” olarak tanımlanabilir.



Her iki yaklaşımın da kendine ait özellikleri olmasına rağmen, temel fikirleri benzerlik göstermektedir.

Üretimde girdi ve çıktılar Şekil 1.4’ teki matriste gösterilmektedir. Üretim girdileri “5 M” diye tabir edilen, personel, makineler, malzemeler, metotlar, ve paradan oluşur. Çıktılar ise 6 gruptan oluşur ; üretim seviyesi (Ü), kalite (K), teslimat (T), güvenlik ve çevresel faktörler (Ç) ve çalışanların morali (M).

Her bir girdinin kontrol mekanizması Şekil 1.4’ün sağ kolonunda listelenmiştir. Bunlar, proses kontrolü, kalite,maliyet, teslimat kontrolleri, ve diğerlerinden oluşur.

TZÜ, şirket genelinde üretim teknolojisidir, bu nedenle tüm girdi ve çıktı kontrolleriyle ilgilenir. Yüksek kalite, düşük maliyetler ve hızlı teslimatı amaçlamasına rağmen odak noktası çıktı olarak nitelendirilebilir.

Diğer taraftan TVB, şirket genelinde girdi olan teçhizatlarla odaklanmış üretim teknolojisidir. Amacı ise, “teçhizatlar düzeyinde kaliteyi sağlamak” ve sebep-sonuç zincirindeki faktörleri kontrol ederek maksimum çıktıya ulaşmaktır.

| Girdi \ Çıktı                    | Para               |                     |                       | Kontrol Metotları                         |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
|                                  | Personel           | Makineler           | Malzemeler            |                                           |
| Üretim Seviyesi (Ü)              |                    |                     |                       | Üretim Kontrolü                           |
| Kalite (K)                       |                    |                     |                       | Kalite Kontrolü                           |
| Kalite (K)                       |                    |                     |                       | Maliyet Kontrolü                          |
| Teslimat (T)                     |                    |                     |                       | Teslimat Kontrolü                         |
| Güvenlik ve Çevresel Faktör. (Ç) |                    |                     |                       | Güvenlik ve Çevresel Faktörlerin Kontrolü |
| Çalışanların Morali (M)          |                    |                     |                       | Çalışanların Kontrolü                     |
| Kontrol                          | İşgücünün Kontrolü | Teçhizatın Kontrolü | Malzemelerin Kontrolü | Girdi → Verim<br>Çıktı ←                  |

Şekil 1.4 Üretimde girdi ve çıktı (Takagi, 1991)



Yüksek çıktı oranı için TZÜ'in girdileri göz ardı etmediği doğrudur. Gerçekte, girdideki kayıpların tamamen ortadan kaldırılması çıktıyı artırır. Yine de TZÜ' in çıktı, TVB'ın girdilere odaklandığını söylemek yanlış olmaz.

Ohno, her zaman Toyota Üretim Sistemi'nin hedefini şirketten her tip kaybın elimine edilmesiyle üretim miktarının artırılması olarak korumuştur. Ohno, 7 tip kayıp belirlemiştir (Nakajima, 1984).

- 1- Fazla üretim
- 2- Beklemeler
- 3- Taşımalar
- 4- İşlem sırasında kayıplar
- 5- Stoklar
- 6- Gereksiz hareketler
- 7- Hatalar

Kayıpların ortadan kaldırılması konusunda, TVB TZÜ'le hemen hemen aynıdır. Kısaca, temel düşünce, teçhizatların kullanım verimliliğini arttırmak için oluşturdukları tüm kayıpları ortadan kaldırmaktır. TVB' ın belirlediği 6 farklı teçhizatların yol açtığı kayıp çeşidi vardır;

- 1- Makine arızalarından kaynaklanan kayıplar
- 2- Hazırlık zamanlarından kaynaklanan kayıplar
- 3- Küçük duruşlardan kaynaklanan kayıplar
- 4- Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar
- 5- Proses hurda kayıpları
- 6- Kalkış sırasında oluşan kayıplar

Bu kayıplar üretim ortamını ilgilendiren önemli sorunlardır, ve tüm uğraşlar bu kayıpları tespit edip, tamamen bertaraf etmeye yöneliktir.

Görüldüğü üzere, TVB'daki "sıfır kayıp" fikri, TZÜ'deki kayıpların tamamen ortadan kaldırılması fikriyle aynıdır (Nakajima, 1984)

TVB'daki temel düşünce "sıfır kayıp"tır, fakat birçok kaybın kaynağı makine arızalarının olduğu fark edilmelidir, bu yüzden "sıfır kayıp" için ilk adım bu arızaların ortadan

kaldırılması olmalıdır. Makine arızalandıktan sonra yapılan klasik tarz bakımlarla kayıplar ortadan kaldırılamaz, arıza olmadan önlemi alınmalıdır.

Bu nedenle, TVB' ın ilk amacı olan önleyici bakım (PM), arızaları daha gerçekleştirmelerine fırsat tanımadan önce önlenmeleri için uygulanır. Bu tıpkı insanların hastalanmalarına karşı yapılan önlemler gibidir. Arızalar makineler için hastalıktır, onları durdurmak için günlük önleyici ölçümler, teşhisler ve önleyici muameleler uygulanmalıdır. Makinelerin arızalanmamlarını garanti etmek için ilk önemli adım günlük önleyici aktivitelerin (günlük ölçümler, temizlik, yağlama ve denetimler) performansıdır. Bu faaliyetler mutlaka özenle yerine getirilmeli ve periyodik denetimlerle desteklenmelidir.

TVB, PM' e (önleyici bakım) ek olarak, genel güvenilirliği ve bunu sürdürme kabiliyetini arttırmak amacıyla gerçekleştirilen düzeltici bakımı (CM-Corrective Maintenance) içerir. Buna ek olarak, yeni bir teçhizatın bakım görmeyeceğini garantilemek için girişimlerde bulunur (tasarımında çalışanların fikirlerini alarak). Bu Bakım Önleme (MP Maintenance Prevention) olarak adlandırılır. Tüm bu tedbirler her tip kaybın gerçekleşmeden çaresine bakılmasını esas alan önleme felsefesinin parçalarıdır.

Ohno, “önleme, tedaviden daha önemlidir” sloganıyla bu programları TZÜ'e dahil etti. Bakım, bilindiği gibi, herhangi bir teçhizatın tüm fonksiyonlarını sağlamasını korumaktır ve şüphesiz arızaların gerçekleşmeden durdurulmasını kapsar. Ohno, herkesin, bakımın doğasında önlemenin olduğunu anladığı zaman, “önleyici” bakımdan bahsetmeye gerek kalmayacağını düşünmektedir.

TVB' ın diğer bir özelliği de somut bir yaklaşım olmasıdır, bu açıdan da TZÜ' le birçok ortak yanı vardır. TVB' ın amaçlarından biri de teçhizatları ideal durumlarına mümkün olduğu kadar yakın tutmaktır. TZÜ' de genelde “görsel kontrol” lerden söz edilir, TVB' da da ilan asmak gibi çalışmalar vardır. Örneğin, herkesin TVB programlarının durumunu takip edebilmesi için fabrikaya “TVB Aktivite İlan Tahtası” yerleştirilebilir; problemlerin olduğu bölgelerdeki teçhizatlara bayrak asılabilir; makinelerin yağlama bölgelerine yağlama işleminin zamanı ve miktarı ile ilgili bilgileri içeren formlar asılabilir; makinelerin dönen kısımlarına ve valflerine devir yönleri yazılabilir; kolay ayırt edebilmek için borular farklı renklerle boyanabilir.

TZÜ'de “kanban” ların atölyede gezen tüm parçalara yapıştırılması zorunludur. Hatta bir problem olduğunda, o bölgeye dönen bir kırmızı ışık yerleştirilir ve herhangi bir yerden sorunun nerede olduğunu anlaşılması için tavandan da “andon” diye tabir edilen bir ışık

sarkıtılır, böylece ustabaşları ya da bakım sorumluları gerektiği zaman ışıklara yönelerek ihtiyaç duyulan yerde bulunabilirler.

İyileştirmeler faaliyetlerden uzak bir masa başında yapılmaz. Aksine hem TZÜ hem de TVB bu tip iyileştirme faaliyetlerinin atölyede kazanılan tecrübe ve gözlemler eşliğinde yapılması gerektiğini vurgularlar.

TZÜ ve TVB' in diğer bir ortak yönü ise, her iki yaklaşımın da çalışanına değer veren katılımcı yönetimi desteklemeleridir.

TZÜ' de üretimde ideal durum, çok fonksiyonlu işçilerin birçok işi birden yürüttüğü durumdur. Tek bir operatörün farklı işleri yürütmesi için gereken teknolojiyi öğrenmesini sağlamak, üretim sistemini kurmakta çok önemli bir faktördür. Bu üretim sisteminde tek bir operatörün bile çok önemli rolü vardır. Operatöre verilen değer, çalışmaları için destek olur. Şüphesiz böyle bir sistem çalışanına değer veren katılımcı yönetim şeklidir.

TVB' in en önemli karakteristiklerinden biri de “operatörlerce yürütülen otonom bakımlar”dır. Burada “otonom bakımla” anlatılmak istenen şey, her operatörün kendi makinesini ciddi sorunlar yaratmaması için yukarıda bahsedilen önleyici bakımlar uygulayarak korumasıdır. Bu yaklaşımın altında yatan düşünce ise, makineyi kullanan kişinin düzgün çalışmasını sağlamak amacıyla yapılan günlük önleyici faaliyetlerini, temizliğini, yağlamasını ve denetimlerini yapabilecek en uygun kişi olduğu düşüncesidir.

Atölyedeki otomasyon arttıkça, otomasyonlu makinelerin direk üretime katkısı da o kadar artar. Bu aşamada da, atölyede çalışanların işi, tezgahların verimliliklerini korumak için bakım yapmak olur. İşlenen parçaları yükleme ve indirme ya da ayarlama gibi işler mümkün olduğunca robotlar tarafından yürütülmelidir. Bilgi ve beceri gerektiren işlerse çalışanlara delege edilmelidir, böylece çalışanlar yaptıkları işlerin daha fazla anlam ifade ettiğini hissedebilmektedir. Yapılan işte “anlam” yaratmak, TVB' in diğer bir amacı, ve operatörlerce yapılan otonom bakım uygulamasının arkasında yatan sebeplerden biridir.

TVB' in diğer bir ilgi çekici özelliği de hataların ve kazaların eliminasyonudur. TVB' i başarıyla uygulayan şirketlerde çalışanların çabalarıyla idare edilen makinelerin ve üretim ortamlarının inanılmaz derecede temiz olduğu görülmüştür. Bu açıdan da bakıldığında, TVB' in çalışanına değer veren katılımcı yönetim için ideal bir ortam yarattığı söylenebilir.

TZÜ ve TVB programlarının büyük dikkat çekmeye başlamalarının sebebi, programları uygulayan hem Japonya'daki hem de diğer ülkelerdeki şirketlerin “radikal” olarak

nitelendirilebilecek sonuçlar elde etmeleridir. Bu sonuçların radikal yapılarını tamamıyla kapsayan bir örnek düşünelim.

Nagoya Üniversitesi Fen ve Teknoloji Bölümü'nden Profesör Chitoku Kumaya tarafından uygulamanın ilerlemesinin etkileri üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları Çizelge 1.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.3 Toyota üretim sistemini uygulayan şirketlerin göreceli etkilerinin karşılaştırılması (Nakajima, 1984)

|                           |                                         | Uygulamayı<br>tamamlayanlar<br>(8 şirket) | Uygulamayı<br>tamamlamayanlar<br>(18 şirket) | Klasik<br>Metotlar<br>(37 şirket) |
|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| ÇEVİRİM<br>ZAMANI         | Üretim zamanı<br>Toplam zaman           | 3.75 gün<br>7.75                          | 12 gün<br>41.7                               | 17.6 gün<br>44                    |
| STOK                      | Malzemeler<br>Süreç içi stok<br>Ürünler | 4.2 günlük ihtiyaç<br>3.2<br>2.1          | 11.2 günlük ihtiyaç<br>11.2<br>8.9           | 17 günlük ihtiyaç<br>16.3<br>14.6 |
| ÜRÜN<br>DEĞİŞİKLİĞİ       | Değişim için ort.<br>Zaman              | 15.4 dakika                               | 52.5 dakika                                  | 93 dakika                         |
|                           | Bir haftadaki<br>değişim miktarı        | haftada 14.3 defa                         | haftada 7.5 defa                             | haftada 6.6 defa                  |
|                           | Bir hafta için<br>toplam zaman          | haftada 87 dakika                         | haftada 425 dakika                           | haftada 404 dakika                |
| Kontrol elemanını yüzdesi |                                         | %2.6                                      | % 5.5                                        | % 4.7                             |

\* Şirketlerin farklı ortalama birimi kullanımlarından ötürü, değişim zamanıyla bir haftadaki değişim sayısının çarpımı bir haftadaki toplam zamana eşit olmaz.

Çizelgeden da açıkça anlaşıldığı gibi, TZÜ programını tamamıyla uygulayan firmaların ulaştığı sonuçlar sadece “radikal” olarak tanımlanabilir. Stok ve çevrim zamanları önceki (uygulama yapılmadan) duruma göre %10 ve %20 civarına, değişim kayıpları (hazırlık kaybı) önceki durumuna göre beşte birine düşmüştür, kontrol personelinin sayısı ise yarı yarıya azalmıştır. Çizelgede dikkati çeken diğer önemli bir noktaysa, TZÜ uygulamasını bitirmeyen şirketlerin çevrim zamanlarında az bir düşüş yaşanmasına rağmen, değişimlerde %5, kontrol elemanlarındaysa %20 artış göstermeleridir. Bu da tamamlanmamış programların değişim zamanlarında, hata ve arızalarda azalmayı sağlayacak yeterli bir üretim temeli kuramamasından kaynaklanmaktadır. Bunda TZÜ’ e ilgi duymayan firmalarla, Profesör Kumaya’nın yorumladığı alanlarda güzel sonuçlar alan firmalar arasındaki farklar yatmaktadır.

TZÜ' e benzer olarak TVB da uygulandığı firmalara devrimler yaratan sonuçlar kazandırmıştır. PM Ödülü, TVB programını başarıyla uygulayan ve çarpıcı sonuçlar elde eden firmalara verilmektedir. Bu ödüle layık görülen firmaların sayısal sonuçları, verimlilikte %50 artış, makinelerin arızalanmalarında 1/50 ile 1/150' e kadar düşüşler, uygulama olmadan önceki proses hatalarının onda birine düşüş gibi sonuçları içerir (Çizelge 1.4). Bu sonuçlara ek olarak daha az somut sayılabilecek diğer sonuçlar da vardır. Bunlar, kendi tezgahlarında iyi bilgilendirilmiş operatörleri; hata, arıza ve kazaları önleyici projeleri ve yeni siparişlere yol açabilecek şirketin imajındaki iyileştirmeleri kapsar.

Çizelge 1.4 TVB'ın sonuçlarına örnekler (Nakajima, 1984)

|            |                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V.....     | Verimlilik: 1,5 kat artış<br>*arıza miktarı: 1/50'den 1/150'ye düşmüştür<br>*makine üretim oranı: %50'lere kadar artmıştır |
| K.....     | Hatalı ürün oranı: ilk durumun 1/10'u; iadeler: ilk durumun 1/4'ü                                                          |
| M.....     | Bakım masrafları: %30 daha az                                                                                              |
| S.....     | Ürün stokları : yarı yarıya daha az                                                                                        |
| Ç / K..... | Hiçbir çevre sorunu ve kazalardan ötürü iş kaybı yok                                                                       |

Toyota Üretim Sistemi, “şirket yönetimiyle direk bağlantılı olarak şirket çapında üretim teknolojisi” olarak tanımlanmıştır. Kalite, maliyet ve üretim çevrim zamanının optimizasyonunda mükemmel sonuçlar verdiğinden tüm çevrelerin ilgi odağı haline gelmiştir. Bu yüzden, birçok farklı sektörel alanda çeşitli denemelere konu olmuştur.

Toyota Grubu da TZÜ ve TVB programlarını birlikte yürüterek, her ikisinden de her alanda yeni devrim yaratan sonuçlar alarak birçok ilke imza atmışlardır.

Gerçekten de, TZÜ' le birlikte TVB' ı da uygulamanın gereği Japonya'da ve diğer ülkelerde kısa zaman içinde anlaşılmış ve birçok şirket TVB uygulamalarına başlamıştır.

Daha çok Japon firması yerel üretimle ilgili olmaya başladıkça, TZÜ' in temel felsefe ve metotlarının olduklarından daha global hale gelmeleri beklenebilir. Aynı zamanda Profesör Kumaya' nın araştırması programları tam uygulayamamış şirketlerin bir takım zorluklarla karşılaşacaklarını ortaya koyar.

JIPM, şirketlere TZÜ programlarına TVB' ı da eklemeleri için cesaretlendiren, resmi bir destek kuruluşudur. Bu yolla şirketlerin, hata ve arızaları düşürmede, işlerin değişim

zamanlarını kısaltmada büyük adımlar atacağı açıktır. Her iki program da tüm dünya çevrelerini hayrete düşürecek sonuçlar yaratacaktır.

TVB sadece bir Japon yaklaşımı değildir, geleceğin ekonomik sorunlarıyla başa çıkabilecek şirketlerce, TZÜ' le birlikte daha global bir temele oturtulmalıdır.

### 1.3.2. Sıfır hata ve toplam verimli bakım' ın ilişkisi

Sıfır Hata (ZD) hareketi, Amerika Birleşik Devletleri' nden, Sıfır Hata kampanyalarının çok yoğun olduğu bir dönemde, 1965 yılında Japonya' ya gelmiştir. 1979' da ZD' nin yaratıcısı Philip Crosby, "Quality is Free" (kalite bedavadır) adlı best-seller kitabını (New York: McGraw-Hill, 1979) yayınlamıştır. Bu kitapta, kaliteyi "ihtiyaçlara uygunluk" olarak tanımlamıştır ve Sıfır Hata' nın işletme genelinde uygulanması, yani "Kalite Yönetimi" için çağrıda bulunmuştur. Kendisinin kalite yönetimi konusundaki dört prensibi Çizelge 1.5' te listelenmiştir. Sıfır Hata' nın amacı önlemenin geliştirilmesi için vasıtalar ortaya koymaktır ki, bu yüksek kaliteye ulaşma konusunda temel ve zorunlu bir elemandır.

Çizelge 1.5 Kalite yönetiminin dört esası (Nakajima, 1991)

1. Kalitenin tanımı ihtiyaçlara uygunluktur
2. Kalite sistemi önlemeye dayalıdır
3. Performans standartı sıfır hatadır
4. Kalitenin ölçüsü uygunsuzluğun bedelidir.

Sıfır Hatanın ve Toplam Verimli Bakım' ın benzer felsefeleri vardır. Sıfır Hata, hataları önlemeye çalışırken, Japonya' da Verimli Bakım 30 yılı aşkın bir süredir arızaları önlemenin önemini vurgulamaktadır. Teçhizat arızası da bir tür hata olduğu için, ZD ve Verimli Bakım esasen hataları bertaraf etme amacını güden önleyici sistemlerdir.

## 2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM KAPSAMINDA ALTI ANA KAYIP ve GENEL TEÇHİZAT VERİMLİLİĞİ

Aşağıdaki kutuda TVB' in tanımı verilmektedir. Bu tanım göz önüne alınarak, bir kuruluşun TVB programını uygulamasıyla kazanabileceği 3 temel kazanç sıralanabilir.

- **Gelişmiş ortak yapı**

Genel olarak teçhizatlardaki ve atölyedeki değişimler aynı zamanda orada çalışanların fikirlerinde, davranışlarında ve hareketlerinde de olumlu değişimler yaratır. Bunların sonucu da kuruluşun genel yapısında iyileştirmelere götürür.

- **Daha verimli teçhizatlar**

TVB'in diğer bir özelliği ise, verimliliği düşüren faktörleri ortaya çıkartıp ortadan kaldırmasıdır. Bu problemlerin eliminasyonu firmanın verimliliğini arttırmayı sağlamaktadır.

- **İyi eğitilmiş çalışanlar**

TVB eğitilmiş işgücünü gerektirir. Çalışanların verimliliği sağlayacak faktörleri geliştirip koruyabilecek seviyeye getirilmeleri gerekir.

### **Toplam Verimli Bakım**

1. Üretim sisteminde maksimum verimlilikle ortak yapının yaratılmasını sağlar.
2. Sistem genelindeki “hata, makine arızaları ve kaza” gibi kayıpları gerçekleşmeden ortadan kaldıran bir programdır.
3. Şirkette üretime olduğu kadar geliştirme, satış ve yönetim gibi departmanlara da uygulanmalıdır.
4. Tepe yönetiminden en alt kademe işçisine kadar tüm birimlerin katılımını gerektirir.
5. Küçük işlerle (adım adım) sıfır kayıp ve sıfır hataya ulaşılacak bir araçtır.



Büyük kazançlar sağlayacak yapıyı kurmak, iyileştirme yapabilme kabiliyetini geliştirmekle olur. Gerçek gelişme şirketin, kazandığı yeni yetenekleri korumayı öğrendiğinde gerçekleşir.

TVB faaliyetlerinde odaklanılması gereken noktalar aşağıda belirtilmiştir.

Öncelikle, klasik iyileştirme çalışmalarında karşılaşılan bir takım sorunlara değinilmelidir.

- Konu başlıklarının seçimi önerilerle belirlenir
- Kalite Kontrol Çemberlerinde sorumlulukların dağılımında teknolojik açıdan zor olan iyileştirmeler arka plana atılır
- Yapılan iyileştirme çalışmaları daha çok toplantılardaki sunumlar için yapılır, yenilenen sistemi korumak genelde imkansızdır
- Kontrol elemanlarının ya da teknisyenlerin desteğinin olmaması
- Uygulama için sadece basit konular seçilir
- İyileştirmelere sahip çıkmak için gereken teknoloji ve teknik eksikliği, genellikle iyileştirme çalışmalarıyla kazanılanların hepsinin kaybolmasını sağlayarak, eski sisteme geri dönüşü yaratır
- Yapılan faaliyetlerin ortamdaki gerçek problemlere faydaları olmaz

Bu sorunları göz önünde bulundurarak TVB'in "kayıp" anlayışını ve bunların kaldırılması için yapılan iyileştirme çabalarının altında yatan fikirleri incelemekte yarar vardır.

## 2.1. Toplam Verimli Bakım' da Altı Ana Kayıp

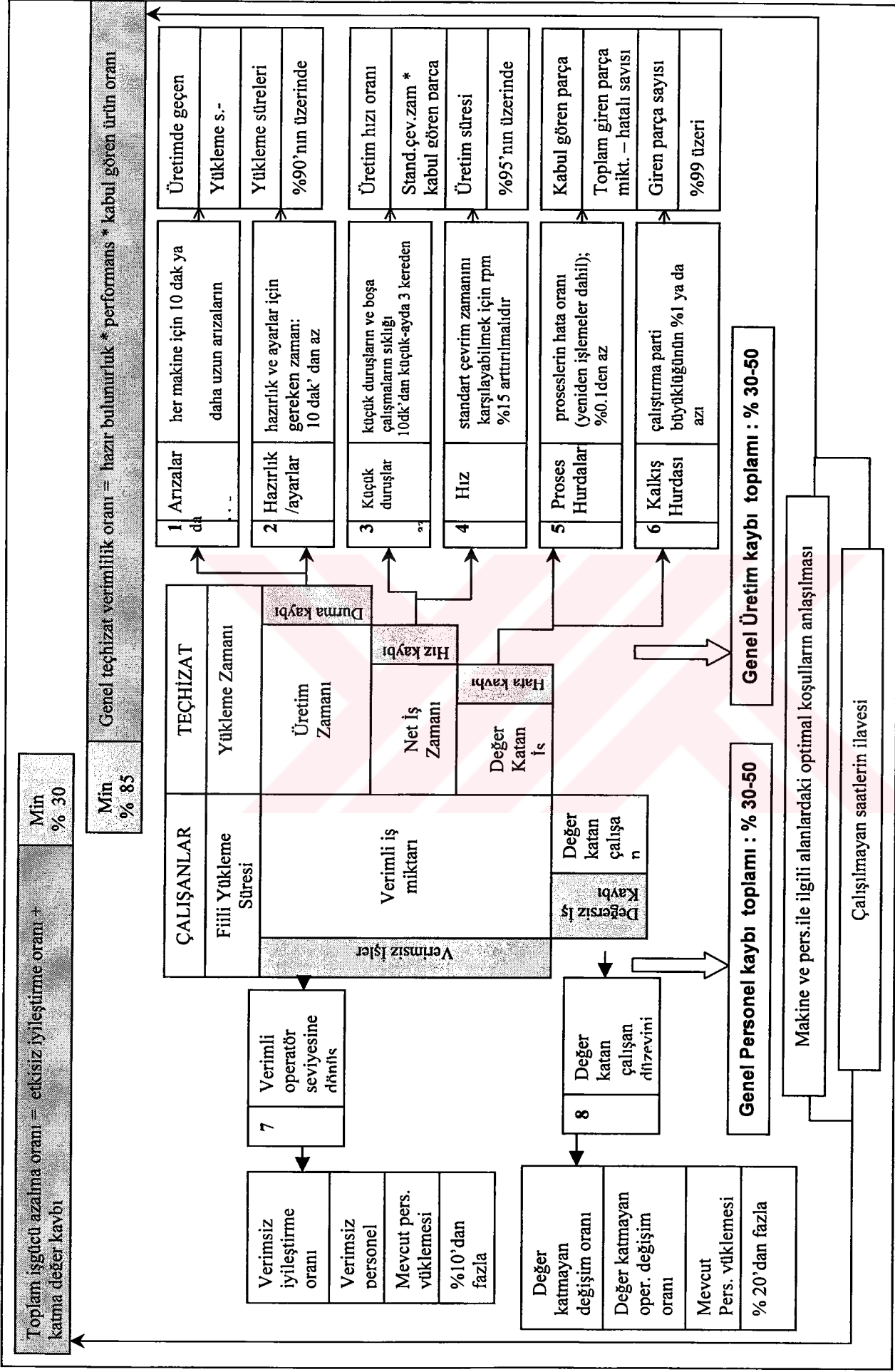
TVB' ın temelinde yatan fikir teçhizatların verimli çalışmalarını engelleyecek faktörleri yok ederek daha verimli çalışmalarını sağlayacak hale getirmektir. Altı ana faktör, "Altı Ana Kayıp" adı altında aşağıda sıralanmıştır;

- Arızalardan kaynaklanan kayıplar
- Hazırlık zamanlarından kaynaklanan kayıplar
- Duruşlardan kaynaklanan kayıplar
- Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar
- Hata ve tekrar işlemlerden kaynaklanan kayıplar

- Makine kalkışlarında oluşan kayıplar

Yukarıda verilmiş olan kayıpların dışında da farklı tipte kayıplar vardır. Bunlar; kontrol kayıpları (parça, takım ve malzeme beklemeleleriyle ilgili) ve planlama kayıplarından (periyodik tamirler ve verilen siparişin değişmesi ile ilgili) oluşur. Diğer kayıplarsa insan faktöründen (gereksiz yapılan işler), katma değeri olmayan işler gibi kayıplardan oluşur (Şekil 2.1).





Şekil 2.1 Kronik Kayıpların Yapısı (Nakajima, 1991)

### 2.1.1. Arızalardan kaynaklanan kayıplar

Bu kayıplar, ya kronik olarak ya da beklenmedik makine arızalarından kaynaklanır. Bu kayıplar zaman ve güç kaybı demektir. Bu tip kayıplarla uğraşmak için, teçhizat güvenilirliğini artıracak çalışmalar ve arıza olduğunda makineyi çalışır hale getirmek için yapılacak en kısa zamanlı bakımı araştırma çalışmaları yapmak gerekir.

Kendiliğinden olan (doğal) arızaların görsel incelemeleri ve durumları karşısında önlem almak daha kolaydır, fakat genellikle insanlar bu ölçümleri genişletme gereğini unuturlar.

Kronik kayıplar belirli periyotlarla sık sık gerçekleşirler, bir çok farklı çözüm alternatifinden sonra bile bir gelişme olamadığı için genellikle kontrolden çıkmış durumda bırakılırlar. Bu gibi durumlar iyileştirme üzerine iyileştirme gerektirir. Bu yüzden, yapılacak ilk önlem makinenin normal çalışma koşullarında kalmasını sağlamaktır. Daha sonra, sorunun köküne inebilmek için, her arıza için kapsamlı bir inceleme yapılmalıdır.

Klasik hata kayıtları, böyle bir problemi arızanın kaynaklandığı yere ve parçaya kadar, köküne kadar takip etmeye yarayacak kayıtlar değildir. Sadece arızanın oluşumunu değil, diğer önemli olabilecek faktörleri de kaydetmekte yarar vardır.

Makine verimliliğini kötüleştiren ana nedenlerin başında arızalar gelmektedir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için tüm saklı kusurları ortaya çıkarmalı, hatalar oluşmadan planlanan temelde makineler durdurulmalı ve eksiklik ve hatalarla tam olarak ilgilenilmelidir. Bu sıradan bir yaklaşım gibi görünebilir fakat israfların kaldırılmasının en temel kuralıdır. Bu kuralı uygulamak için beş tane ölçüt bulunmaktadır:

- Temiz bir ortam yaratmak (temizleme, yağlama, sıkılaştırma)
- Temel çalışma koşullarını korumak
- Tüm kötüleşen fonksiyonları orijinal seviyelerine döndürmek
- Makinelerin tasarım eksikliklerini geliştirmek
- Çalışma ve bakım becerilerini geliştirmek

#### 1- Temel Koşulların Kurulması

Temel çalışma koşullarının kurulmasında üç bileşen vardır: makineyi temizleme, makineyi yağlama, cıvata, somun ve benzeri sıkılması gerekli elemanları sıkma. Bu faaliyetler makinenin bozulmasını önleyecek basit faaliyetlerdir.

### ▪ Temizleme

Kir ve yabancı maddeler makinelerin daima düşmanı olmuşlardır. Bu özellikle de makinelerin hareketli kısımları, hidrolik sistemleri ve elektronik kontrol sistemlerinde aşınma, yırtılma ve hatalara yol açabilecek pislikler için geçerlidir.

Bu yüzden makinelerin temizlenmesi kirin ve yabancı maddelerin yok edilmesine ve bu da yırtılma, çizilme, titreşim anormal ses ve ısı sorunları gibi saklı problemlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunur. Bu tip problemler, kolaylıkla fark edilebilir olmadıkları için, “saklı” olarak adlandırılırlar. Bu sebeplerden ötürü temizlik için “temizleme denetimdir” ifadesi kullanılmaktadır.

### ▪ Yağlama

Makineler düzgün bir şekilde yağlanmazlarsa sağlıklı işlem yapamazlar. Yağlamadaki dikkatsizlikler yanma ve diğer makinelerin bozulmalarına sebebiyet verebilir. Aşınma ve ısıdaki artış birleşince arızaların ortaya çıkması çabuklaşır, bu da diğer bir takım arızalara neden olabilir. Yağlamaya dair iyi düşünülmüş politikaların bulunduğu bir çok iş yeri bulunmaktadır fakat uygulamaya gelince bu sayı oldukça azalmaktadır.

### ▪ Sıkılaştırma

Bağlantı elemanları sıkılaştırılmazlarsa çözülebilir ya da zarar görebilirler. Bu makine arızalarının ana sebeplerinden biridir. Sadece bir cıvatanın gevşemesi bile diğer cıvataları gevşeterek hassasiyetin bozulmasına ve titreşime neden olur. Bu makinenin yıpranma sürecini hızlandırır ve de birçok sorunun ortaya çıkmasına sebep olur. Genellikle makinelerde birçok bağlantı elemanı vardır ve her biri kendi işini görür. Tüm fonksiyonların gerektiği gibi işlediğini garantilemek için her bir cıvatanın kontrol edilmesi gerekir.

## 2- Uygun Çalışma Koşullarının Sağlanması

Makinelerin düzgün biçimde çalışmaları için temel çalışma koşullarının sağlanması ve korunması gerekir. Örneğin, hidrolik sistemlerde ısı, yağ hacmi, basınç, yabancı maddelerin varlığı ve oksidasyon derecesi gibi faktörlere çok önem verilmelidir; elektrik kontrol sistemlerinde ise, uygun koşulların sağlanması ve çevre ıssız, nem, toz, titreşim, iletkenlik ve diğer ilgili faktörler üzerinde titizlikle durulması gerekir. Ayrıca, her bir makine için bu koşulların belirlenmesi, sağlanması ve devamlılığının temin edilmesi gerekmektedir.

İşlem koşullarını göz ardı etmek, iyileştirme denemelerinin hiç birinin işe yaramayacak, işlem hassasiyeti ve makine koşulları değişken kalacak ve bu da arızalara neden olacak anlamına

gelmektedir. Bazı koşulların da tasarımcı ya da makine üreticisi tarafından belirlenmesi gerekliliği de unutulmamalıdır.

Çizelge 2.1 Toplam teçhizat verimliliğinin iyileştirilmesi için düzeylerin değerlendirmeleri (Hartmann, 1992)

| Düzye Hedef                                        | 1. Düzye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2. Düzye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3. Düzye                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4. Düzye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Arızalardan kaynaklanan kayıplar</b>         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kronik ve beklenmeyen kayıpların karışımı</li> <li>2. Temel bakım uygulamaları önleyici bakımdan fazla</li> <li>3. Çok fazla arıza kaybı</li> <li>4. Otonom bakım sistemi tamamlanmamış</li> <li>5. Parçaların hizmet sürelerinde aşırı sapmalar</li> <li>6. Teçhizatların yetersizlikleri belirsiz</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beklenmeyen arızalar</li> <li>2. Temel bakım uygulamaları önleyici bakıma yakın</li> <li>3. Çok fazla arıza kaybı</li> <li>4. Otonom bakım sistemi hemen hemen tamam</li> <li>5. Parçaların hizmet süreleri planlanabilir</li> <li>6. Teçhizatların yetersizlikleri ortaya çıkmakta</li> <li>7. Yukarıdakiler için düzeltici bakım uygulaması</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zaman bazlı bakım sistemi uygulaması</li> <li>2. Önleyici bakım temel bakım uygulamalardan fazla</li> <li>3. Arıza kaybı %1'in altında</li> <li>4. Otonom bakım sisteminin bir bölümünde aktif faaliyetler</li> <li>5. Uzatılmış parça hizmet süreleri</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Koşul bazlı bakım sistemi kurulmuş</li> <li>2. Sadece önleyici bakım uygulaması</li> <li>3. Arıza kaybı %1'den 0'a inmiş</li> <li>4. Otonom bakım sistemi kararlı çalışmalardan sonra kurulmuş</li> <li>5. Parça hizmet süreleri tahmin edilebilir</li> <li>6. Güvenirlik ve bakım tasarımında ilerlemeler</li> </ol> |
| <b>2. Hazırlıklardan kaynaklanan kayıplar</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herşey kontrolsüz operatöre bırakılmış</li> <li>2. Üretim koşulları düzensizliği nedeniyle fazla zaman sapmaları</li> </ol>                                                                                                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operasyonlar için standartlar (iç ve dış hazırlıklar ayrılmış ve herbiri için prosedürler belirlenmiş)</li> <li>2. Zaman sapmaları var</li> <li>3. İlgilenilecek sonraki sorun belirleniyor</li> </ol>                                                                                                                                                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. İç hazırlıkları dış hazırlığa dönüştürmek için çalışmalar</li> <li>2. Ayarlama mekanizmaları belirlenmiş</li> </ol>                                                                                                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10 dk.dan az hazırlıklı optimal koşulların tam bakımı</li> <li>2. Tüm ürünler ayarlama gerektirmeyecek kadar iyi</li> </ol>                                                                                                                                                                                           |
| <b>3. Kısa duruşlardan kaynaklanan kayıplar</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kısa duruşlardan ötürü kimse kayıp ölçüsünü farkedemez</li> <li>2. Kayıpların olduğu bölgede sapmalar koşulların anlaşılabilirliği</li> </ol>                                                                                                                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kısa duruşlardan kaynaklanan kayıplar ve miktarları oluş yerlerine ve sıklıklarına göre belirlenmiş</li> <li>2. Kayıplara neden olan etmenler sırasıyla belirlenmiş</li> </ol>                                                                                                                                                                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kısa duruşlardan kaynaklanan problemlere odaklanılmış durum uygun bir şekilde ortaya konmuştur</li> </ol>                                                                                                                                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kısa duruşlardan kaynaklanan kayıplar yok edilmiş</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>4. Hız değişimlerinden kaynaklanan kayıplar</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teçhizatların özellikleri belli değil</li> <li>2. Farklı makine ve modeller için hız ayarlamaları yok</li> </ol>                                                                                                                                                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mekanik ve kalite problemleri bazında hızla ilgili problemlere odaklanılmış</li> <li>2. Her model için hız ayarlamaları (standartlar) yapılmış ve sürdürülmüş</li> <li>3. Hızda küçük sapmalar</li> </ol>                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Belirtilen problemler için iyileştirmeler uygulanmakta</li> </ol>                                                                                                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Makine özelliklerine göre belirtilenin üzerindeki hızı izin verebilecek iyileştirmelerle çalıştırılır</li> <li>2. Her model için hız ayarları standartlaşmış</li> <li>3. Hız kaybı sıfır</li> </ol>                                                                                                                   |
| <b>5. Kalite hatalardan kaynaklanan kayıplar</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kronik hatalar kontrolsüz</li> <li>2. Sonucu olmayan sayısız faaliyet yapılmış</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tip, sıklık ve miktar bazında kronik hatalar ölçülmüş</li> <li>2. Sorunlar için tip ve nedenler analiz edilmiş</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kronik hatalara ilişkin sorunlara odaklanmış güzel sonuçlar alınmış</li> <li>2. Proses sırasında hata denetimleri çalışmaları yapılmış</li> </ol>                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kalite hatalarına bağlı kayıplar %0.1'den 0'a düşmüş</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                       |



### 3- Arızaların Düzeltilmesi

Her ne kadar temel işlem koşulları sağlansa da sonunda makineler arızalanarak bozulacaklardır. Bu nedenle tüm kötülükleri açığa vurmak ve bunları iyileştirmek gereklidir. Bu da kusursuz kontrol; sorunları yok etmek ve de işlem koşullarını normal tutmak için önleyici bakımı zorunlu kılar. Fakat makinelerdeki problemler kanser gibidir, zayıf bölgelerden başlayarak tüm makinenin bölgelerine yayılarak arızayla sonuçlanırlar. Sadece arızanın olduğu bölgeleri onarmak ya da yenilemek, makineyi bu kanserlerin yayılmasıyla oluşan arızalara karşı savunmasız bırakacaktır.

Bu nedenle, her hangi bir tasarım değişikliği düşünmeden önce, ayrıntılı plana dönüp, makededeki kötüleşen bölgeleri tamamen kontrol ederek gizli kalmış problemler gün ışığına çıkartılmalıdır. Böylece gücü ve doğruluğu sağlayan genel makine dengesi korunmuş olur.

### 4- Tasarımdaki Zayıflıkların İyileştirilmesi

Tüm temel koşulların sağlanmasına rağmen hizmet ömrünün kısa olduğu durumlarda, denetim ve yenileme faaliyetleri makine arızalarının gerçekleşmesini önlemeye yetmeyecektir. Üstelik, bakım masrafları büyük sorun olacaktır. Bu gibi durumlarda, en etkili yaklaşım, tasarımdaki zayıflıkları incelemek ve bunları düzeltmek olacaktır. Bu aşamalarda tamir ya da yenileme girişimlerinden kaçınmak gerekmektedir. Bu gibi birçok “düzeltme”, makinenin temel yapısına, gerçekleşen arıza tiplerine ya da verilere bakılmadan yapıldığı için arızayla sonuçlanmaktadır. Bu tip düzeltmeler tamamen farklı makinelerden ya da işletme talimatlarının eksik okunmasıyla toplanan fikirlerden daha faydalı değildir.

Teçhizatın herhangi bir parçasının dayanıklılığı çok azsa, bunun tasarım eksikliğinden mi yoksa başka nedenlerden ötürü mü olduğu kesinleştirilmelidir. Daha sonra da onarım planı oluşturmak için gerçek eksiklikler tam olarak belirlenmelidir. Bu gibi durumlarda takip edilecek adımlar aşağıdaki gibidir;

- Arıza bölgesindeki, öncesi ve sonrası, durumları doğru şekilde anlamak, fikir birliğine varmak
- Makinenin yapısını ve fonksiyonlarını kontrol etmek
- Temel koşulları, kullanım koşullarını ve ilgili fonksiyonları göz önüne alan bir iyileştirme yapıp yapılmadığını kontrol etmek
- Arızaya neden olan olaylar zincirini aydınlatmak
- Nedenleri araştırmak



- İyileştirme için somut önerilerde bulunmak
- Önerileri uygulamak
- Yapılan iyileştirmeleri yerinde olup olmadığını tespit etmek için takibe almak

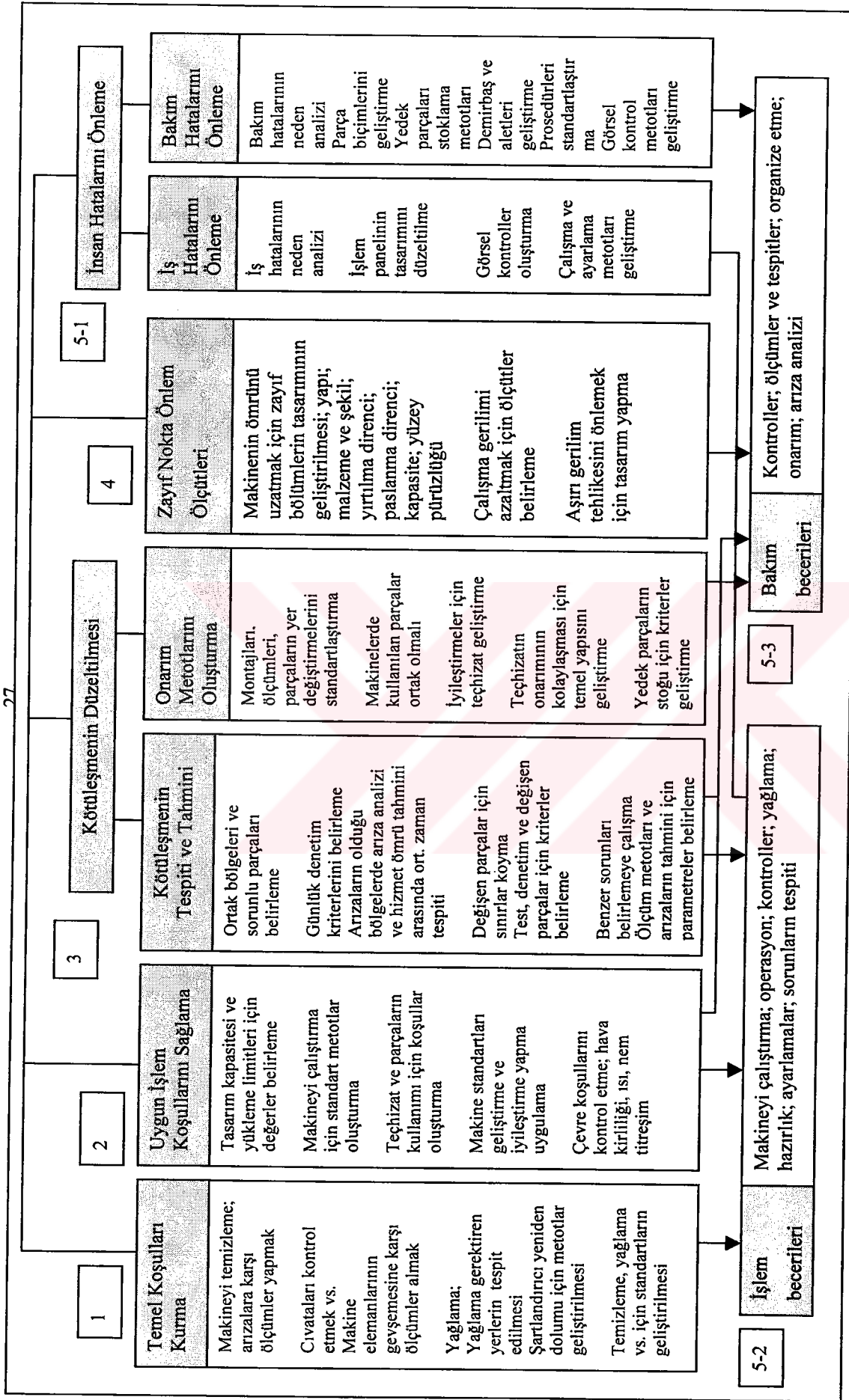
Bu adımları izlemek teçhizatın ömrünü uzatabilir. Bunu “geliştirme bakımı” olarak adlandırabiliriz (Takeichi, 1989).

### **5- İş ve Bakım Becerilerinin Geliştirilmesi**

Arızalara karşı hareket ederken sadece sorunu mekanik açıdan ele almanın yanında insan faktörünü de incelemek pek yaygın değildir. Eğer operatör makineyi gerçekte yanlış çalıştırıyorsa, tüm hareketlerinin doğru olduğunu varsayarak, neden olduğu sorunları çözmek oldukça zordur. Bu sebeple, imalat ve bakımda personelin ne seviyede olması gerektiğinin belirlenmesi ve bu seviyeye çıkartmak için eğitim sağlanması çok önemlidir.

Bu beş adımın hiç biri hafife alınmamalıdır- her biri gizli kusurların ortaya çıkartılması ve arızaların sıfıra indirilmesi için dikkatli biçimde uygulanmalıdır. Bu ölçütlerin her birinin önemli tarafları Şekil 2.2’ de gösterilmektedir.

Bu adımları kısa bir zamanda eşzamanlı uygulamak oldukça zor olabilir. Bu nedenle bu adımlar daha planlı biçimde uygulanmaları için Çizelge 2.2’ de gösterildiği gibi 4 aşamada düzenlenmiştir. Soruna bu yolla yaklaşmak çalışmayı oldukça kolaylaştıracaktır.



Şekil 2.2 Arızaların önlenmesindeki kritik noktalar (Izumi, 1991)

Çizelge 2.2 Hataların Ortadan Kaldırılmasında 4 Aşama (Nakajima, 1984)

| Hedef                  | (1) Arıza Sıklığını Azaltmak                                                                                                                                                                                                                                                              | (2) Spesifik Ömrü Uzatmak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (3) Çizelge Temelinde Eski Duruma Dönme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (4) Teçhizatların Ömürlerini Bilmek                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ana Faaliyetler</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrol edilmemiş arızaların gözden geçirilmesi</li> <li>• Gizli kusurlarla ilgilenmek</li> <li>- Olasılığı yüksek arızaların yok edilmesi</li> <li>• Temel koşulların kurulması</li> <li>• Çalışma şartlarının belirlenip sağlanması</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tasarımdaki kusurların iyileştirilmesi</li> <li>• Sağlam ve doğru gelişmeler sağlamak</li> <li>• Koşullara uyan parçaların seçilmesi</li> <li>• Aşırı yüklemelerin ortadan kaldırılması</li> <li>- Beklenmedik arızaların yok edilmesi</li> <li>• İş ve bakım becerilerinin geliştirilmesi</li> <li>• İş hatalarına karşı koruyucu önlemler</li> <li>• Görülen kusurların giderilmesi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arızaların periyodik gözden geçirilmesi</li> <li>• Servis ömrünün tahmini</li> <li>• Periyodik kontroller için standartlar belirleme</li> <li>• Periyodik yerdeştirmeler için standartlar belirleme</li> <li>• Bakımda iyileştirmeler yapma</li> <li>- Arızayla sonuçlanabilecek belirtileri tespit edebilmeleri için operatörleri eğitmek</li> <li>• Sorun var mı yok mu?</li> <li>• Belirtiler neler?</li> <li>• Belirtiler nasıl algılanabilir?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanı teknolojisiyle servis ömrünü tahmin etme</li> <li>- Arızaya yatkın bölümlerin teknolojik analizi</li> <li>• Malzeme yıpranma analizi</li> <li>• Takımların yüzey analizi</li> <li>• Servis ömrünü uzatma yolları</li> <li>• Planlanan iyileştirmelerin servis süresini uzatılması</li> </ul> |

### 2.1.2. Değişiklik ve ayarlardan kaynaklanan kayıplar

Ayar ve değişim kaybı, makinenin durdurulup, yeniden başka bir parçanın üretimine geçmesi için yapılan hazırlıkla geçen zaman ve hatalı parça kaybıdır.

İyileştirme çalışmalarında, hazırlık işlemleri her zaman önemli bir başlık olmuştur, ve bu konuda hatırı sayılır ilerlemeler kaydedilmiştir. Endüstri mühendisliği yaklaşımı hazırlıkları makine içi ve makine dışı olmak üzere ikiye ayırmak ve her iki tipte de gereken zamanları en

aza indirmek olmuştur. Bu tarz çalışmalar önemli sayılacak kadar fazla zaman tasarrufları sağlamıştır. Video ve benzeri metotların kullanımı işin iyileştirilmesini sağlayacak önerilerin gelmesini sağlamaktadır. Fakat bir engel olarak, hazırlık işlemleri geliştiriliyor olmasına rağmen, ayar problemleri ortadan kalkmıyor olabilir.

Ayar kayıplarının eliminasyonu uğraşılması gereken bir problemdir. Hazırlık işlemi ile kıyaslandığında problemler daha gizlidirler, bu da bu kayıpların kavraması zor problemler olduğunu belirtmektedir, yani genelde ilgilenilmezler. Ayar kayıplarının eliminasyonu için yapılabilecek en iyi yaklaşım, gereken zamanı azaltmak için, ayarlama metotlarına yoğunlaşmaktır.

Son zamanlarda çok modellenli, küçük parti üretimine eğilim artmaktadır. Bu, hazırlık zamanının düşürülmesini, test üretiminin terk edilmesini ve düzeltmelere gerek kalmadan kabul edilebilir ürünün doğrudan üretimini gerektiren kritik bir gerçektir.

Her ne kadar hazırlık zamanlarının azaltılması konusundaki ilerlemeler oldukça ileri bir seviyeye gelmişse de, bu konu hala gelişmelere açıktır. Fakat birçok firma bu soruna dair yapılacak bir şeyin olmadığını düşünerek yanılmakta ve bunu ciddi bir problem olarak görmemektedirler.

#### ■ İçsel ve Dışsal Hazırlık Zamanları

Dışsal hazırlık, makine çalışır konumdayken yapılan hazırlıktır. Makine parçayı işlerken dahi yapılacak işlemlerdir. Bu hazırlık kendisinden önce tüm ayarlamaların yapılmasını (aletlerin hazırlanması, sökülen aparatların yerleşimlerinin belirlenmesi ve güzel bir çalışma masasının hazırlanması), kısmi montajlar, ön ısınma gibi işlerin önceden yapılmasını gerektirmektedir. İçsel hazırlık, alet ve aparatların değiştirilmesi ve diğer ayarlamaların yapılması için makinenin durdurulması gerektiği hazırlıktır. Hazırlık için yapılan işlemlerin içsel ya da dışsal olarak sınıflandırmak çok önemlidir. Bu iki tip hazırlık işleminin birbirinden ayrılması gerekir.

#### ■ İçsel Hazırlıkların Dışsal Hazırlığa Çevrilmesi

Burada yapılacak ilk işlem, hangi işlerin içsel hazırlık olarak yapıldığının analizi ve daha sonra bunların nasıl dışarıya çekilebileceği sorusuna cevap aramaktır.

İçsel hazırlıkları dışsal hazırlığa dönüştürmek için yapılabilecek 4 önemli metot bulunmaktadır;

- Önceden ayarlamak
- Ortak aparatlar kullanmak

- Ayarlamaları hattın dışında yapmak
- Ara aparatların kullanımı

#### ■ İçsel Hazırlık Metotlarının Çalışılması ve Zamanların Kısaltılması

Parçaların monte edilmesinde ayarları kaldırabilmek için ortak aparatların kullanılması düşünülmelidir.

Bu bakış açısından uygulanabilecek ölçümler vidaların yerine hidrolik mengenelerin kullanımını ya da kullanılan vida sayısının azaltılmasını gerekli kılabilir. Eğer iki kişi aynı zamanda bir kişinin yapabileceği işi yapabilecekse, bu zamanı büyük ölçüde azaltabilir. Bu ve bunun gibi metotlar optimum personel tahsisini ve işlerin mümkünse en ekonomik şekilde bölüşülmesini sağlar.

Üretim öncesi hazırlıktan sonra uygun parçaların üretilmesine başlamak için gereken ayar zamanlarının etkili biçimde azaltılması amacıyla (hangi hazırlıkların kaldırılabilceğini tespit etmek için) bir dizi faktörün göz önünde bulundurulması gerekir.

Üzerinde durulması gereken konular, ayarların amacı, gereklilik nedenleri, ve ayarlamalar sırasında yapılan işler ve ayarların verimliliği gibi konu başlıklarını içerir.

#### ■ Ayarlamaların Amacı

Öncelikle ayarlamaların amacının analiz edilmesinde fayda vardır. Yapılan işlerin yerleştirme, ölçüm, zamanlama, dengeleme ya da ayarlama için olup olmadığının kesin belirlenmesi gerekir. Daha sonra da iki amacın bir tek ayarlamayla yapılabileceği fark edilebilir.

#### ■ Ayarlamaların İncelenmesi

Daha sonra, prosedürlerin, metotların, ayarlama sıklığının ve ayarların önemli noktalarının belirlenmesi gelir. Öncelikli (birincil) ve ikincil ayarlamaların farklılıkları, iş parçalarının aparatlara bağlanması için kullanılabilecek farklı metotlar, ayar aşamaları, fonksiyonları, ölçüm metotları, iş parçalarının hareketi için kullanılan metotlar gibi bazı gereken bilgiler belirlenmelidir.

#### ■ Ayarlamaları Önemli Kılan Faktörlerin Tespiti

Bir ileri aşama için herbir ayarlamayı inceledikten sonra, ayarı önemli kılan faktörlerin tespiti gereklidir. Bu her bir ayar için tüm parçaların görevini gözden geçirmek ve işlemleri bir bütün olarak görüp ayarlamanın nedenini anlamayı gerektirir.

### ■ Ayarlamaların Fiziksel Prensiplerinin Belirlenmesi

Bu aşamada, ayarları fiziksel prensiplerine göre inceleyip altında yatan kuralların belirlenmesi gerekir.

### ■ Sonuçların Analizi

Hataların, mekaniksel yetersizliğin ve standartlardan sapmaların neden olabileceği ayarların olasılıkları ve sebepleri araştırılmalıdır. Ayarların öneminin nedenlerinin teker teker incelenebilecek şekilde bağımsız ya da aralarında bir etkileşim olup olmadığı incelenir.

### ■ Potansiyeli İncelemek

Belirlenen ayarların ortadan kaldırılabilip kaldırılamayacağı belirlenmelidir.

Yukarıda ayarların verimlilik analizinden kısaca bahsedilmiştir. Bu Çizelge 2.3' de de kısaca görülmektedir. Aşağıda ise önlenemeyecek ayarlara karşı yapılabilecekler belirtilmiştir. (Şekil 2.3).

### ■ Ölçmek

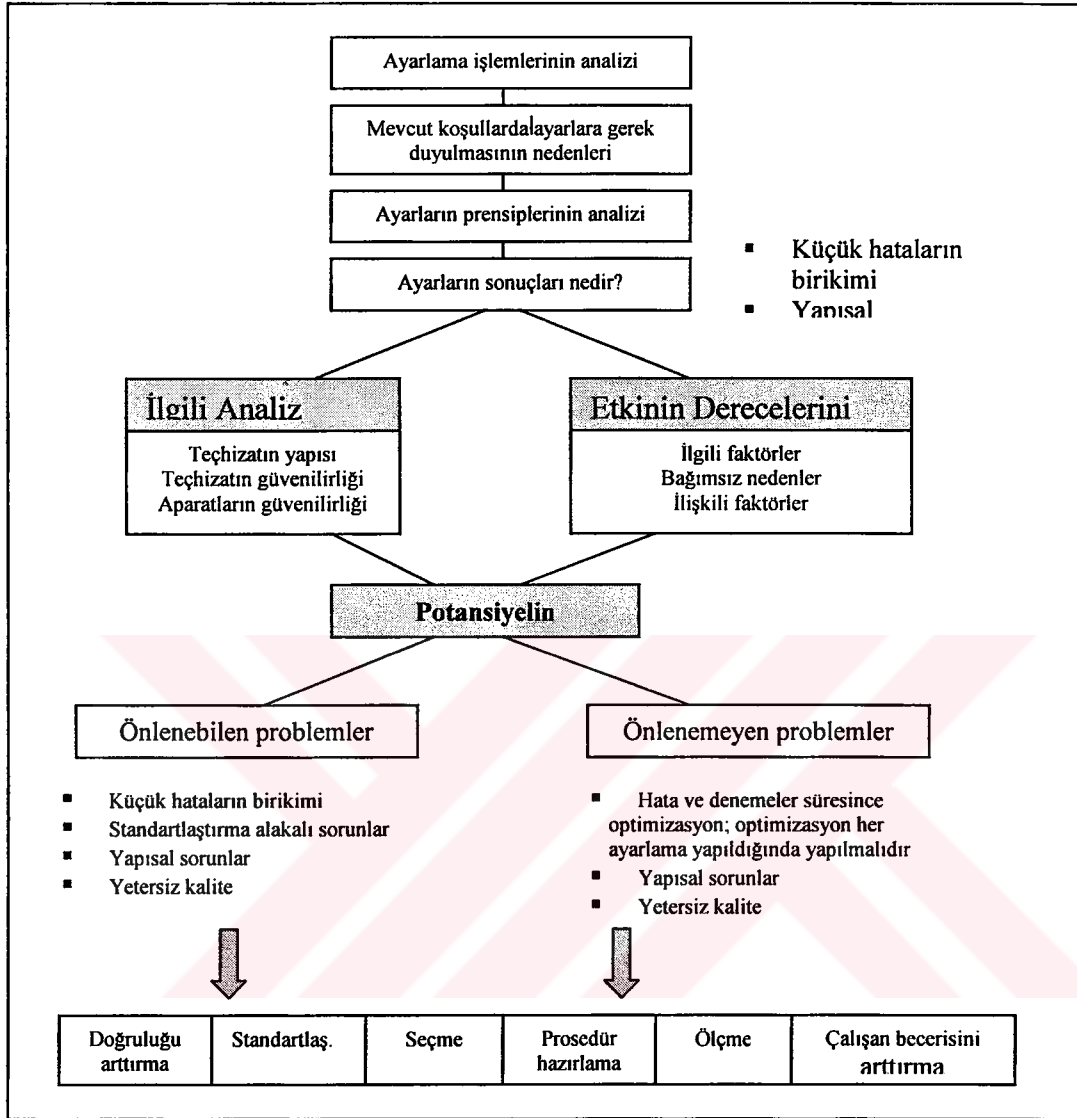
Her fırsatta nümerik değer standartlarıyla proseslerin ölçülmesi gerekir. Ölçümün gerektiği fakat uygulanmadığı durumlarda ölçümlere olanak verebilecek farklı ölçüm metotları çalışılmalıdır. Eğer hala ölçümler mümkün değilse, benzer özellikler incelenmelidir.

Çizelge 2.3 Ayarların Verimlilik Analizi

| Aşamalar | Amaç                     | İnceleme                        | Gerekliliğin Sebepleri                   | Fiziksel Analiz                   | Sonuçlar                        | Potansiyelin İncelenmesi               |
|----------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
|          | Ayarın amacını belirleme | Ayarların aşamalarını belirleme | Ayarların öneminin sebeplerini belirleme | Ayarların prensiplerini belirleme | Ayarların sonuçlarını belirleme | Ayarların önenebilirliğini tespit etme |

## ■ Prosedürlerin Tanımı

İşlemi tamamlamak için kesin prosedürlerin belirlenmesi şarttır.



Şekil 2.3 Ayarlar için etkili analiz akışı (Hartmann, 1992)

## ■ Operatörlerin Beceri Düzeylerini Arttırmak

Operatörlerin beceri düzeylerini arttırmak için kurulu bir düzen ve deneme tekrarlarını takip etmek gerekir. Tekrarlar, işi operatör için otomatikleştirmek için yapılır. İş adımlarını operatör için teybe kaydetmeli ve gerekirse işin yapıldığı sırada teyp çalınarak işin adımları hatırlatılmalıdır.



### 2.1.3. Kısa duruşlar ve boşa çalışmalardan kaynaklanan kayıplar

Bu durum, dahili arızalardan kaynaklanan makine duruşları gibi, yukarıda anlatılanlardan farklı olarak, bir takım geçici sorunlardan dolayı makinenin üretmeden çalıştığı durumdur.

Örneğin, iş parçası oluğa takıldığında makine boşa çalışabilir ya da sensörlerden birinin yanlış çalışması makinede geçici duruşlara neden olabilir. Normal makine arızalarından farklı olan bu gibi durumlarda, takılan parçayı çıkartmak ya da makineyi baştan çalıştırmak durumu normal hale getirecektir. Fakat bunun gibi küçük sorunlar makinenin verimli kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Bu gibi sorunlar otomasyonlu makineler için sıradan, taşıma araçları için de nadiren olan olaylardır.

Kısa duruşlara, çok basit oldukları için, genel bir göz yumma eğilimi vardır. Genellikle, fark edilseler bile ölçülmesi zor olan kompleks problemlerden ötürü oluşurlar. Bu da problemin verimlilik üzerinde ne kadar etkisi olduğunun belirlenmesini zor kılmaktadır.

Bu tip duruşları ortadan kaldırmak için yapılacak en önemli iş, teçhizattaki önemli eksiklikleri, kusurları yok etmektir. Otonom bakımlarda temizlik aşamasının bir parçası olarak yapılan eksikliklerin yok edilmesi, bu sorunu ortadan kaldırmak için oldukça etkili olabilir.

Kısa duruşlar bir çok büyük kayıplara neden olabilir. Bunlar aşağıdakilerle sınırlı olmamakla birlikte kısaca;

- Makine verimlilik oranlarında azalma
- Operatörün etkin biçimde ilgilenebileceği makine sayısında kısıtlamalar
- Kaliteye ilişkin hatalar
- Enerji kaybı
- İş kazaları olmaktadır.

Bu önemli kayıplara karşın, kimi zaman bu tip sorunlar fark edilmez. Bunun başlıca üç nedeni bulunmaktadır. Öncelikle, problemlerin tek tek çıkma sıklığı düşük olduğundan daha çok kayıpların toplam büyüklükleri ile ilgilenilir, bu durumda da problemlerin hepsi tanımlanamaz. İkinci bir neden ise mevcut durum çalışmalarının yüzeysel ve acil problemlere yönelik olmasıdır. Diğer bir nedense, genellikle denetimci araştırırken bu problemler ortaya çıkmaz ya da çıksalar da yeterli gözlem fırsatı vermeyecek şekilde kısa bir süre sonra kaybolurlar.

Çizelge 2.4 Kısa duruşların çeşitleri ve nedenleri (Nakajima, 1984)

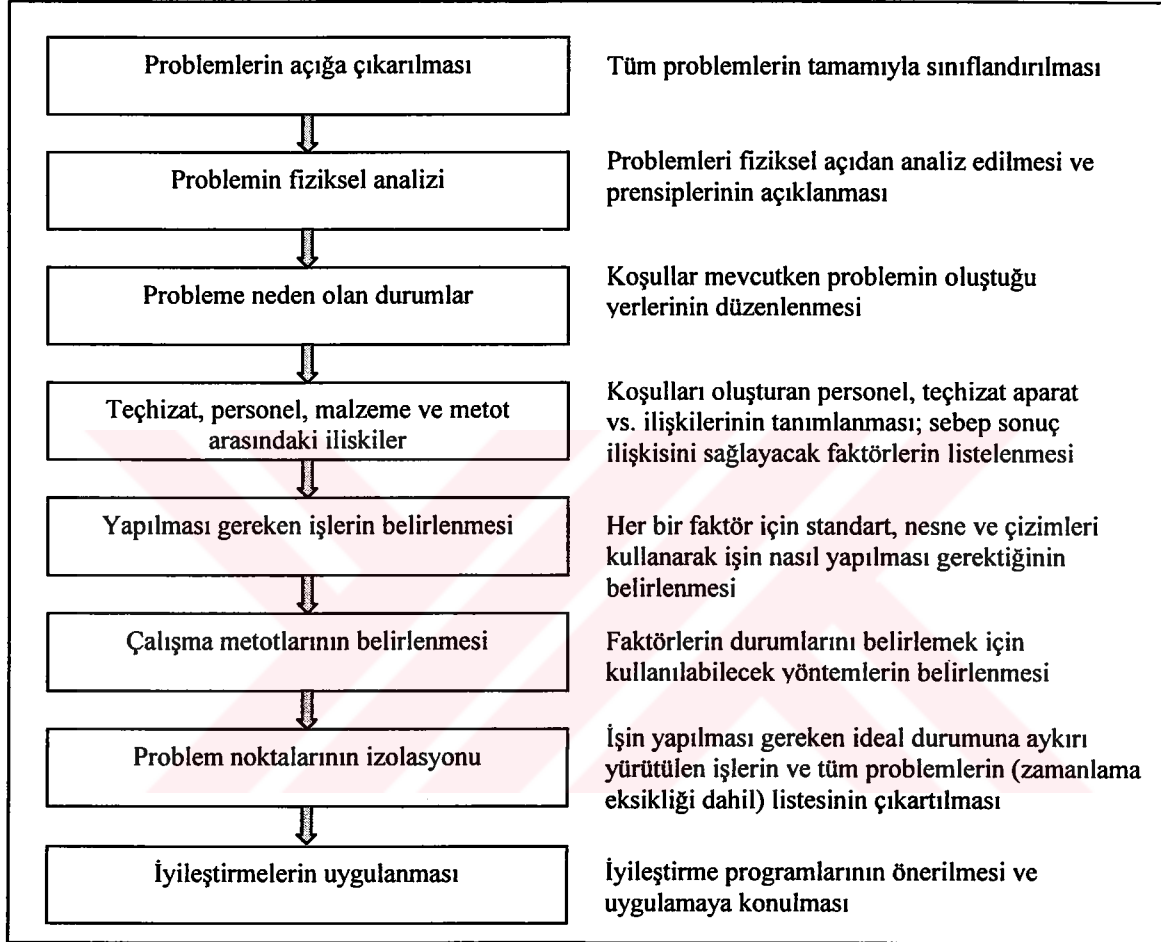
|                  | Problem Tipleri                                                                                                                                 | Nedenler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Taşımayla ilgili | 1. Trafiğin tıkanması<br>2. Çarpışmalar<br>3. Yetersiz bölgeler<br>4. Ekleme hataları<br>5. Düşmeler<br>6. Yetersiz yükleme<br>7. Aşırı yükleme | 1. Malzeme ya da parçayla ilişkili nedenler<br>(1) Boyutsal hatalar<br>(2) Görsel ya da şekil hataları<br>(3) Parçaların yanlış karışmış olması<br>(4) İletkenliğin varlığı ya da yolluğu<br>2. Taşıma ya da besleme sistemiyle ilişkili nedenler<br>(1) Hatalı şekiller (yüzey koşulları, kir, hatalı eklemler)<br>(2) Parçaların yüklenmesiyle ilişkili nedenler (denge, rezonans, donanım koşulları, genlik)<br>(3) Duruşların kontrolüyle ilişkili nedenler (biçim, yükleme miktarı, parçaların uyumu) |
| Montajla ilgili  | 1. Ezilme ya da zedelenme<br>2. Fırlama hataları<br>3. Zamanlama<br>4. Hatalı montaj                                                            | 3. Montajla ilişkili nedenler<br>(1) Malzeme güvenilirliği<br>(2) Montaj güvenilirliği<br>(3) Parçaların güvenilirliği<br>(4) Zamanlama<br>4. Çalışma alanının kontrolüyle ilgili nedenler<br>(1) Hazırlık ayarlarında hatalar<br>(2) Yerleştirmelerde hatalar                                                                                                                                                                                                                                             |
| İ. Hata. İlgili  | 1. Yanlış işleme                                                                                                                                | 5. Denetleme sistemiyle ilişkili nedenler<br>(1) Denetleme sisteminin kendisi<br>(2) Sensörlerin montajı ya da yerleşimleriyle ilgili hatalar<br>(3) Ayarlama hataları<br>(4) Zamanlama<br>(5) Kullanım koşulları<br>(6) Yetersiz algılama koşulları                                                                                                                                                                                                                                                       |

Çizelge 2.4' de kısa duruşların sınıflandırılması ve sebep olduğu büyük kayıplar gösterilmektedir.

#### ■ Küçük Hataların Düzeltilmesi

Bu tip israfların önüne geçebilmek için yapılacak ilk şey iş parçası yüzeyinde problem yaratabilecek parça ve aparatlarla ilgili ufak sorunların belirlenmesi ve düzeltilmesidir. Bu bilinen metotlardan farklı olarak üç adımlı bir yaklaşımı gerektirir. Bu adımlar;

- Problemi algılayarak belirtilerini araştırmak
- Olması gerekenle mevcut gerçekleşen durumla aradaki farktan doğabilecek sorunları aramak
- Mantıksal olarak yanlış ya da hatalı görünen konularla ilgilenmek



Şekil 2.4 Fiziksel mekanizma (PM) analizinin uygulanması (Nakajima, 1984)

Bu fikirleri uyarlamak gözlemlerde ve analizlerde daha fazla doğruluk, ölçümlerde de daha güvenilir olunmasını gerektirecektir. Küçük kusurların düzeltilmesindeki amaç, problem sıklığında minimum değerlere ulaşabilmektir. Bu aşağıdakileri gerektirir;

- Problemlerin nedenlerine odaklaşma
- Problemin geçmişteki ve şimdiki gerçekleşmesindeki farkların mevcudiyetini incelemek
- Tüm saklı kusurları yüz üstüne çıkarmak

### ■ Temel Koşulların Tamamıyla Uygulanması

Makinenin çalışabilmesi için temel koşullara - temizleme, yağlama ve sıkıştırmaya diğer arızalara verildiği derecede yeterli önem verilmelidir.

### ■ Temel Çalışma Koşullarının Tamamen Sağlanması

Birçok kısa duruş değişikliği ve ayarlama işlerinin bir sonucudur.

### ■ Problemin Fiziksel Analizi

Yukarıda belirtilen yöntemlerin uygulanmasına rağmen hala kısa duruşlarla ilgili sorunlar devam ettiği durumlarda fiziksel mekanizma (PM) analizini uygulamak gerekir (Şekil 2.4 ve 2.5).

| PROSEDÜR | ADIM 1                            | ADIM 2                                                            | ADIM 3                                                 | ADIM 4                                                                                                    | ADIM 5                                    | ADIM 6                                    | ADIM 7                                       | ADIM 8                                              |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|          | Problem                           | Fiziksel Analiz                                                   | Probleme neden olan şartlar                            | Teçhizat, malzeme ve metotlar aras. ilişki "İlişki", ile bu elemanları birbirine bağlayan faktörler ifade | İşin yapılması gereken yöntemi belirlemek | Yapılması gereken çalışmanın belirlenmesi | Çalışmanın gelişimi ve sonuçları             | İyileştirme önerilerinin belirlenmesi ve uygulaması |
|          | Sorun olarak ortaya çıktığı durum | Fiziksel deyiimi ile ilişkili nesnelerin prensipleri ifade edilir | Şartlar problemi mevcut durumla sınırlayan faktörlerle |                                                                                                           |                                           |                                           |                                              |                                                     |
|          | Problemi tamamen anlamak          | Fiziksel açıdan problemin analizini ortaya koymak                 | Problemin olabileceği tüm koşulları tespit etmek       | Problemin mekanizmasının analizini yapmak (problemi oluşturan etmenleri)                                  | Çalışma Temeli                            | Çalışma planı çıkarmak                    | Her bir faktör için değerlendir. ve sonuçlar | İş standartlaştırmak                                |

Şekil 2.5 Fiziksel mekanizma analizinin uygulanması ve odak noktaları (Nakajima, 1984)

### ■ Optimum Koşulların Belirlenmesi

Mevcut aparat ve parçalarla, makinenin çalışma ve parçaların montaj koşullarının yeniden değerlendirilmesi ve optimize edilmesi gerekir. Bir çok durumda, kullanılan mevcut durumlar geçmişte kullanılan teknolojinin gelişmişinden farksızdır. Bunların, denemeler, hata yöntemleri ve deneyler boyunca üzerinde durulması gerekir.

### ■ Zayıf Nokta Analizi

Yukarıda açıklanan optimizasyon çalışmasından sonra da hala duruşlarla ilgili bir takım sorunlar devam etmekteyse, sorun teçhizat, aparat ve denetim sisteminin tasarımından kaynaklanan eksikliklerle alakalı olabilir. Bu durumda ise kullanılan malzemelerin yapılarını, parçaların şekillerini tasarım açısından incelemek gereklidir. Aynı zamanda kullanılan aparatların ve denetim sisteminin (sensörler dahil) yapısında ve şeklindeki tasarım hatalarını tespit etmek de faydalı olabilir.

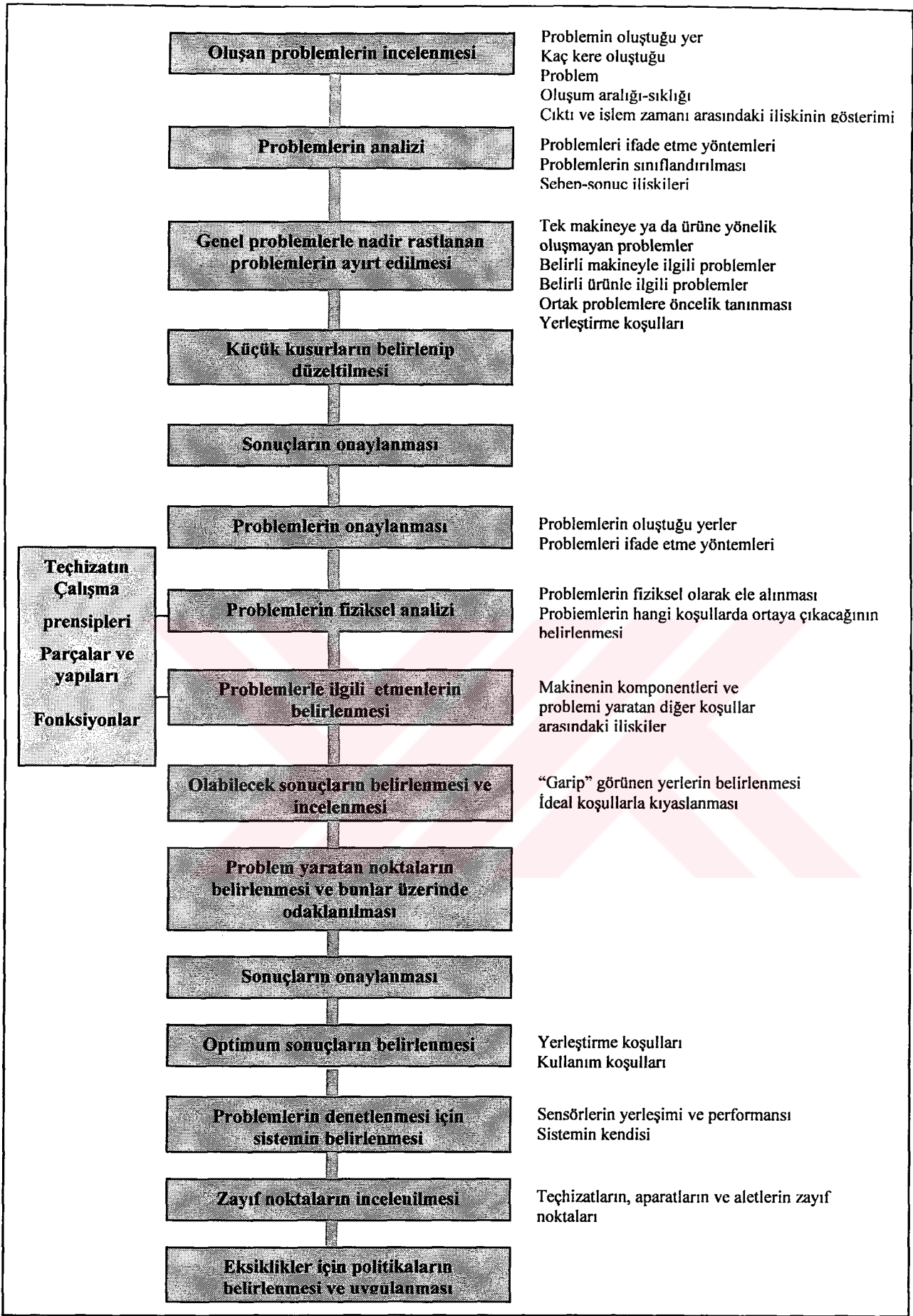
İyileştirmeler için kullanılabilecek prosedürler Çizelge 2.5 ve Şekil 2.5' de gösterilmektedir.



Çizelge 2.5 İyileştirme yaklaşımları (Takaku, 1991)

| İyileştirilebilecek Kavramlar İyileştirilebilecek Konular    |                                                   |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kullanım Güvenilirliği</b>                                | Küçük hataların düzeltilmesi                      | Görsel (yırtılma, çizik vs.)<br>Boyutsal (istenen boyuta uygunluğu)<br>İşlemsel (pürüzlülük, merkeze uzaklığı)                                      |
| <b>Kullanım Güvenilirliği</b>                                | İşyeri kurallarının tamamıyla uygulanması         | Temizlik (kir, pürüzlük)<br>Yağ (pislik, yırtılmalar)<br>Cıvata ve vidalar (gevşeklikler)                                                           |
| <b>Kullanım Güvenilirliği</b>                                | Temel iş prosedürlerinin uygulanması              | Doğru işlem sırası<br>Hazırlık işlemi (ayarlar, yerleştirme)<br>Teçhizatın bakımı (problemlerin tespiti)                                            |
| <b>Kullanım Güvenilirliği</b><br><b>Üretim Güvenilirliği</b> | İş için optimum koşulların belirlenmesi           | Yükleme koşulları (yerleşim, doğruluk, hava basıncı, vakum, genişlik)<br>İşlem koşulları (optimum yükleme düzeyi)                                   |
| <b>Kullanım Güvenilirliği</b><br><b>Üretim Güvenilirliği</b> | İşin yapılması için optimum yöntemin belirlenmesi | Gereken güvenilirlik düzeyi<br>Kullanım koşulları (optimum kullanım alanı)                                                                          |
| <b>Kullanım güvenilirliği</b>                                | Zayıf noktaların incelenmesi                      | Teçhizatların parçalara uygunluğu (şekil değişiklikleri)<br>Parça seçimi (malzeme ve fonksiyonlarda iyileştirmeler)<br>Yapı ve sistemin incelenmesi |





Şekil 2.6 Kısa Duruşlarla İlgili Problemler İçin İyileştirme Adımları (Takaku, 1991)



#### 2.1.4. Düşük hızdan kaynaklanan kayıplar

Bu tip kayıplar, ilgili makinenin çalışması gereken hızla gerçekte çalıştığı hız arasındaki farktan kaynaklanır. Bu da, tasarlanan hızla yapılan çalışmaların kalite problemleri ya da mekanik sorunlar yaratmasından kaynaklanan sorunları kapsar. Bu duruma örnek olarak, bir bobin sarma makinesinde bobin sarma devri 1200rpm iken 100 rpm ile çalıştırılması olabilir. Makinenin şartname devrinde çalıştırılmamasının sebebi; yüksek devirde sarım kalitesinin bozulması, bobin gövdesinin dışına taşan sargı örnek olarak verilebilir.

Hız farklılıklarından haberdar olmayan operatörlerle yapılan işlerin olduğu bir çok durumlar vardır. Bu faktörün altı büyük kaybın her birinin düşürülmesinde büyük katkısı olabilmesine rağmen, aynı zamanda bu konuya gereği gibi muamele etmek oldukça zordur. Bunun nedeniyse, standart tasarım hızının belirsiz olması ya da makinenin yapısının bu hızı belirlemeye imkan vermemesidir. Hız farklılıklarıyla ilgili iyileştirmeler öncelikle mümkün koşullar altında gerçekleştirilecek maksimum hızın belirlenmesiyle başlamalıdır. Bu yüzden, bu hızı imkan verecek koşulların (hidrolik araçların ısınma işlemleri, çevresel sıcaklıklara dayanan farklılıklar, iş parçalarındaki sapmalar gibi) belirlenmesinde yarar vardır.

Mevcut koşulları anlamak ve hızı arttırmak için yöntemler bulmak, hem problemleri gösterecektir hem de atölyeyi daha iyi bir teknolojik seviyeye taşıyacaktır. Olması gereken hızla gerçekleşen hız arasındaki fark 0 olmalıdır.

Hız düşüşlerine yönelik faktörlerin iyileştirilmeleri, hızın verim üzerinde etkisinin büyük olmasından dolayı, toplam teçhizat verimliliğinin yükseltilmesinde çok önemli bir etmendir. Buna rağmen ne yazık ki genellikle bu tip problemler göz ardı edilirler. Bu tip problemlerle başa çıkmak için faydalı olabilecek prosedürler Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Önemli hususlardan iki tanesine aşağıda değinilmiştir;

- Teçhizatla ilgili spesifikasyonlar kesin belirli değildir ve genellikle operatörler teçhizatların limitlerinden habersizdirler.
- Operatörler spesifikasyonlarda belirlenen hızlara erişilemediğini düşünerek yanılığa kapılırlar, bu nedenle makineye uyguladıkları yükü göz ardı ederler.

Çizelge 2.6 Hızı Düzeltmek İçin Prosedürler (Takaku, 1991)

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mevcut düzeyin ayarlanması                                                                                  | Hız<br>Darboğaz prosesleri<br>Hata oluşumunun durumu                                                                                                                                            |
| Şartnamelerle mevcut durumun kıyaslanması                                                                   | Spesifikasyonların belirlenmesi<br>Spesifikasyonlarla mevcut hızların farkı<br>Modeller arasındaki hız farklılıkları                                                                            |
| Geçmişteki problemlerin incelenmesi                                                                         | Hızda artış gösterilmiş mi?<br>Problemlerin sınıflandırılması<br>Her bir problem tipi için alınan ölçümler<br>Hata oranındaki eğilimler<br>Belirli makine ile ona benzerleri arasındaki farklar |
| Üretimin prensipleri açısından incelenmesi                                                                  | Üretim prensipleri açısından problemler<br>Kesim koşulları<br>Üretim koşulları<br>Teorik değerler                                                                                               |
| Makinelerin yapıları açısından incelenmesi                                                                  | Mekanizmalar<br>Çıktı ve yükleme oranı<br>Gerilim<br>Hareketli parçalar<br>Her parça için spesifikasyonlar                                                                                      |
| Mevcut durumun incelenmesi                                                                                  | Her bir iş için gerekli üretim zamanı<br>Kayıp zaman<br>Kalite özellikleri<br>Her parçanın doğruluk kontrolü<br>Operatörlerin kontrolü                                                          |
| Problem noktalarının organizasyonu                                                                          | Problemlerin organizasyonu<br>İdeal durumla kıyaslanması<br>Yapı ile ilgili problemler<br>Doğruluk ile ilgili problemler<br>Üretim prensipleri açısından problemler                             |
| Beklenen problemlerin organizasyonu                                                                         | Mekanik<br>Kalite ile ilgili                                                                                                                                                                    |
| Beklenen problemlere karşı önlemlerin alınması                                                              | Olabilecek problemlerle mevcut durum arasındaki ilişki<br>Beklenen problemlere karşı önlemlerin alınması                                                                                        |
| Sorunlu bölgelerin düzeltilmesi                                                                             |                                                                                                                                                                                                 |
| Deneme çalışmaları                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 |
| Aksaklıkların tespiti                                                                                       | Mekanik problemler<br>Kalite ile ilgili problemler                                                                                                                                              |
| Problemlerin analiz edilmesi, sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesi, problemlere karşı önlem alınması | Mevcut problemlerin fiziksel analizi<br>Mevcut problemleri oluşturan koşullar<br>Birbirleriyle ilişkili faktörler                                                                               |
| Deneme çalışmaları                                                                                          |                                                                                                                                                                                                 |

### 2.1.5. Hurda ve yeniden işlemlerden kaynaklanan kayıplar

Bu tip kayıplar, hatalardan ve onların tamir edilmesiyle harcanan işgücü ve kapasite kaybıdır. Genelde beklenmedik hatalarla ilgilenmek kolaydır ve kontrol edilmeden bırakılmazlar. Kronik hataların nedenlerinin saptanması ise oldukça zordur, istenen etkilerle ölçümleri yapmayı imkansız kılar. Bu nedenle, bu tip hatalar genelde göz ardı edilir. Kronik hata olarak düşünülmesi gereken yeniden işlemler işgücü ve zaman gerektirir.

Hurda oranları yüksekse, klasik kritik nokta yaklaşımı kabul edilebilir, fakat eğer amaç bu tip problemleri yok etmekse o zaman klasik yöntemler değiştirilmelidir. Problemlere neden olan durumlar tamamıyla belirlenmeli ve her biri için önlemler alınmalıdır. Kronik hurda problemlerine neden olabilecek bir çok durum vardır ve bu durumlar değişmektedir. Bu yüzden bunların bir kısmına önlemler alarak engelleyip diğerlerini göz ardı etmek pek fayda sağlamayacaktır. Aşağıda faydalı olabilecek adımlar verilmiştir;

- Problemlerin oluşma nedenlerinin sınıflandırılması ve ayrıntılarının incelenmesi
- Bu nedenlerin fiziksel olarak incelenmesi
- Her bir nedenin teker teker ele alınması
- Görülen her bir eksikliğin düzeltilmesi
- Mümkünse düzeltmelerin bir bütün halinde yapılması

|                  |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bakım            | Arızayı kolay teşhis edebilme ve onarma                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parçaları kolay değiştirebilme ve onarma</li> <li>• Hızlı teyid zamanı</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arızanın yerini kolay tespit edebilme</li> <li>• Kolay yağlama</li> <li>• Kolay onarım</li> </ul>                                                 |
| Otonom bakım     | Temizlik, kontrol ve yağlama gibi bakım işlemleri kısa zamanda kolaylıkla operatör tarafından yapılabilir | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolay temizleme, yağlama ve denetim</li> <li>• Problemlerin sonuçlarının ve nedenlerinin kolay tanınması</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalite seviyesini kolay koruyabilme</li> <li>• Küçük parçaların kolaylıkla toplanması</li> </ul>                                                  |
| Üretim kolaylığı | Makine çalışırken ya da hazırlık işleri sırasında belirlenen işlemlerin hızlı ve doğru biçimde yapılması  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hazırlık değişimlerinin ve ayarların kolaylıkla yapılması</li> <li>• Aparatların rahat değiştirilmesi</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Makine işlemlerinin kolay yapılması (güzel yerleşim, belirli boyutlar vb.)</li> <li>• Kolay hareket edebilmesi ve montajının yapılması</li> </ul> |
| Enerji tüketimi  | Enerji gibi doğal kaynakların verimli biçimde tüketilmesi                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Düşük birim maliyetli enerji ve/veya kaynaklar</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaynakların geri dönüşümünü sağlar</li> </ul>                                                                                                     |
| Güvenlik         | Çalışanların direk tehdiye maruz bırakılmaması                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arızalarla, kısa duruşlarla ve kalite sorunlarıyla ilgilenme gibi işlerin gerekliliği</li> <li>• Hareketli ve tehlike arz eden parçalar koruyucuyla kapatılmış</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolay kavranabilir az sayıda parça</li> </ul>                                                                                                     |

Buradaki önemli olan nokta eksikliklerin nasıl incelendiğidir. Çeşitli nedenlerden dolayı eksiklikler sık sık gözden kaçırılmaktadır. Bu genellikle, kontrol elemanının eksikliği teşhis



edebilmesi için gerekli bilgiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Kalite sorunları, küçük eksikliklerin tamamen ne olduğu ve bunlarla nasıl ilgilenileceği belirlenmeden ortadan kalkamaz.

### 2.1.6 Kalkışlardan kaynaklanan kayıplar

Kalkışlardan kaynaklanan kayıplar, üretimin başında gerçekleşen bir kayıptır. Bu kayıp, üretimin başından kalitenin denge haline gelmesine kadar geçen zaman içinde olur. Kaybın boyutu ise, makine koşullarının dengesi, teçhizatlar ya da kalıplar ile ilgili sorunlar, operatörlerin kabiliyetleri gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bu tip kayıplar genelde saklıdır, bu yüzden ortadan kaldırılmaları için öncelikle ortaya çıkarılmalıdırlar.

Parça boyutları farklılıklar gösterdiğinde ya da çevrimler üretimi dengeleyemeyecek kadar uzunsa kalkışlarla ilgili bazı problemler çıkabilir. Hidrolik sistemi çalıştıran yağın ısı değişimleri ya da hareketli parçaların termik sapmaları gibi benzeri faktörler bu tip problemleri etkileyebilirler, fakat bunlar genellikle yetersiz ısınmalardan kaynaklanmaktadır. Eğer problem termik sapmalarla sonuçlanacak kadar ciddiye, bir takım faktörlerin üzerinde durulması gereklidir;

- Problemlerin nerelerde ve hangi ciddiyetle oluştuğu,
- Bu problemlerin iş parçalarını nasıl etkilediği,
- Gerekli minimum ısınma derecesinin ne olduğu,
- Zaman farklılıklarının termik sapmaları oluştuğu bölgelerdeki hacmi nasıl etkilediği,
- Bu problem için makine üreticisi hangi dereceyi temin etmiştir?
- Makineyi çalıştıran personelin ne yapması gerektiği ve ölçümlerin ne kadar verimli olabileceği.

Altı ana kayıp için hedeflenebilecek değerler Çizelge 2.8’de listelenmiştir.

Çizelge 2.8 Altı büyük kayıp için iyileştirme hedefleri

| Kayıp tipi                                       | Hedef          | Düşünceler                                                |
|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|
| Arızalardan kaynaklanan kayıplar                 | 0              | Her makine için 0 olmalı                                  |
| Değişim ve ayarlardan kaynaklanan kayıplar       | Minimize etmek | Her makine için kısa olmalı, her zaman 10 dak.'dan az     |
| Hız değişimlerinden kaynaklanan kayıplar         | 0              | Tasarım hızı ile gerçekleşen hız arasındaki fark 0 olmalı |
| Küçük duruşlardan kaynaklanan kayıplar           | 0              | Her makine için 0 olmalı                                  |
| Hata ve yeniden işlemlerden kaynaklanan kayıplar | 0              | Tolerans aralığında olmalı (örn.100 ile 300 ppm arası)    |
| Kalkışlardan kaynaklanan kayıplar                | Minimize etmek |                                                           |

TVB Programının tanıtımı için en iyi yol test için öncelikle bir makine seçmek, üretim mühendisleri, bakım elemanları ve ustabaşı ve postabaşılardan oluşan proje takımı kurmak ve sonra seçilen makinenin verimliliğini arttırmak için küçük iyileştirmeler sağlamak, daha sonra da elde edilen sayısal sonuçlarla programın başarısını sergilemektir.

Bu deneme için seçilecek makine, kronik kayıpları yaratan ve üç aylık bir iyileştirme programına uygun (iyileştirmelere yanıt verebilecek) darboğaz proseslerinden biri olmalıdır. Belirlenen alanda, altı büyük kaybın en kritik olanından bir hedef belirlenerek başlanmalıdır.

Belirlenen hedefler için proje takımları, iyileştirmeler yapmak ve sistem etkinliğini arttırmak üzere görevlendirilmelidir. Aynı zamanda, çeşitli atölyelerde küçük grup faaliyetleriyle yapılan iyileştirme çalışmaları devam ettirilmelidir. Bu iyileştirme çalışmaları sırasında üretim verimliliği üzerinde olumsuz etkileri olan faktörlerin belirlenmesi de oldukça önemlidir. İlgili kayıplar hakkında doğru ve kesin bir kanıya varmak, otonom bakım programının ilerleyişini dikkate almak, programın geneli için uygun hedefler belirlemek ve kontrol elemanları için liderlik pozisyonları kazandırmak gibi konulara, TVB programının başarılı uygulaması için özen gösterilmelidir. Programı başladıktan sonra sürekli kılmak amacıyla, bakım programları boyunca operatörlerin teknolojik bilgi seviyelerini ve



kabiliyetlerini arttırıcı eğitimler vermek gerekir. Bunun sonucunda ise kendi makinelerinin bakımlarını yapabilecek bilinçli işgücünün gelişimi sağlanmaktadır.

Yukarıdaki fikirler ışığında, kısa zaman içinde sayısal sonuçlar almak amacıyla iyileştirme çalışmaları yapılırsa dahi, yine de kronik kayıpların olduğu alanlarda sonuçlara varabilmek oldukça zordur. Bir çok durumda, kronik kayıpları yok edebilmek için fiziksel mekanizma (PM) analizi yapılır.

PM Analizi, kronik kayıplara neden olan mekanizmaları ortaya çıkarmak ve bu mekanizmaları düzenleyen faktörlere bir takım sonuçlar uygulamak için, kronik kayıpların fiziksel analizine başvurur. Bu faktörler “4M’ler” olarak da bilinmektedir (insan-men, makine, malzeme ve metot).

Analizin hedefi kronik kayıplardır (özellikle de hurda, arıza ve kısa duruşlardan kaynaklanan kayıplar). Bu tip analiz, klasik yaklaşımların etkisi olmadığı belirlenen problemler üzerinde uygulanmalıdır.

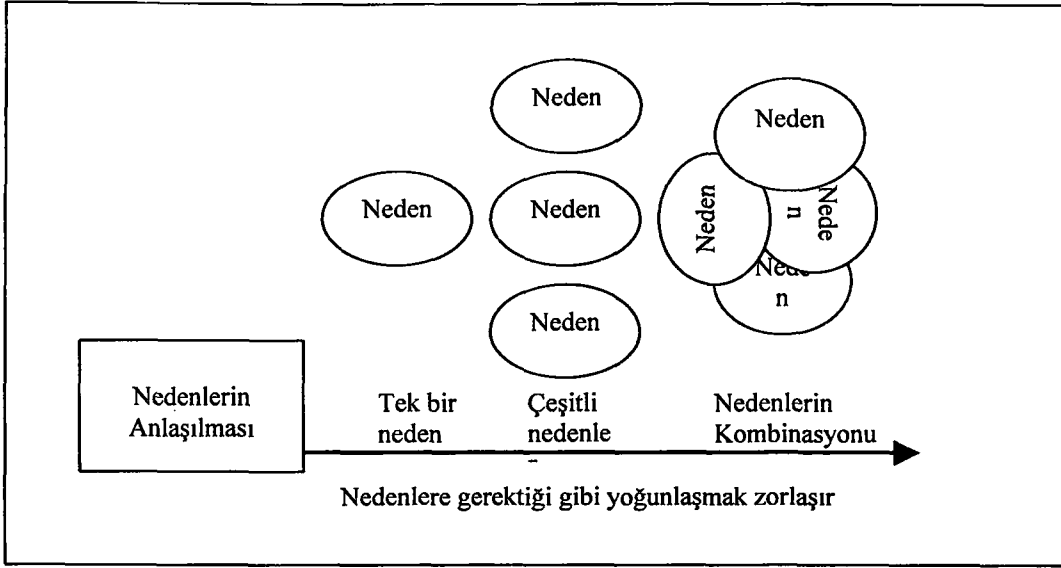
PM Analiziyle ilgili temel yaklaşımlar;

- Mevcut çalışma alanlarındaki tüm kronik sorunlar tespit edilmelidir.
- Kronik sorunlar, nedenlerinin yanında, fiziksel prensiplerin eşliğinde incelenmelidir.
- Makinenin çalışma prensiplerinin, proseslerinin ve ilgili teçhizatlarının yapıları ve fonksiyonları iyice incelenmelidir.
- 4M’ ler arasındaki tüm ilişkilerin ayrıntılı analizi yapılmalıdır.
- Tüm önyargılar ve kritik göstergeler bir kenara atılıp, problem eksiksiz ve doğru biçimde değerlendirilmelidir.

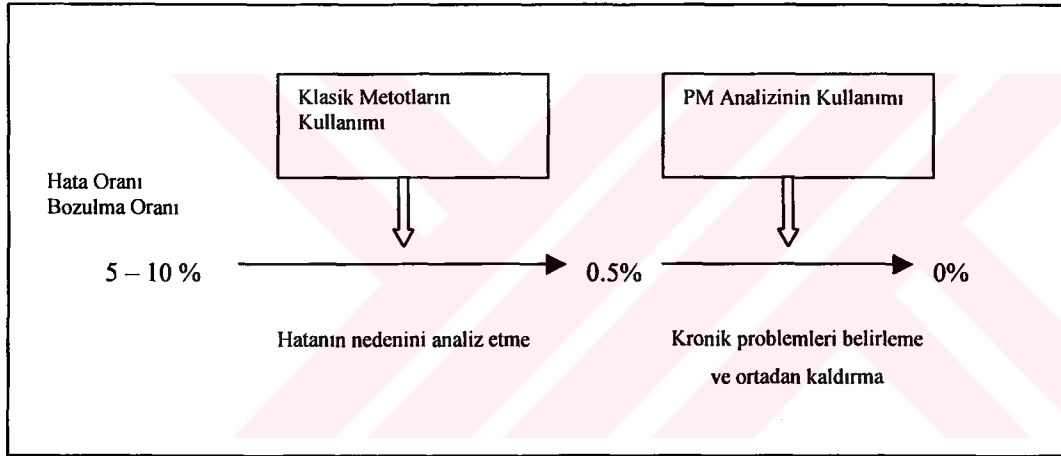
PM analizinin kronik bir probleme uygulanmasında dikkat edilecek bazı noktalar vardır.

Tüm kayıp tipleri için üç temel durum vardır; bunların ilki tek nedenle oluşan kayıptır, diğeri birden fazla sayıda nedenden ötürü oluşan kayıp tipidir, bir diğeri ise birbiriyle etkileşen nedenlerden olan kayıplardır (Şekil 2.7). Hemen hemen tüm beklenmedik kayıplar tek nedenlidir ve kolayca ortadan kaldırılabilirdikleri için fazla etkili olamazlar.

Diğer taraftan, kronik kayıplar genelde çok ya da birbiri ile etkileşen nedenlidirler. Bu gibi durumlarda PM (Fiziksel Mekanizma) analizinin uygulanması etkili olmaktadır.



Şekil 2.7 Kronik Kayıpların Nedenleri

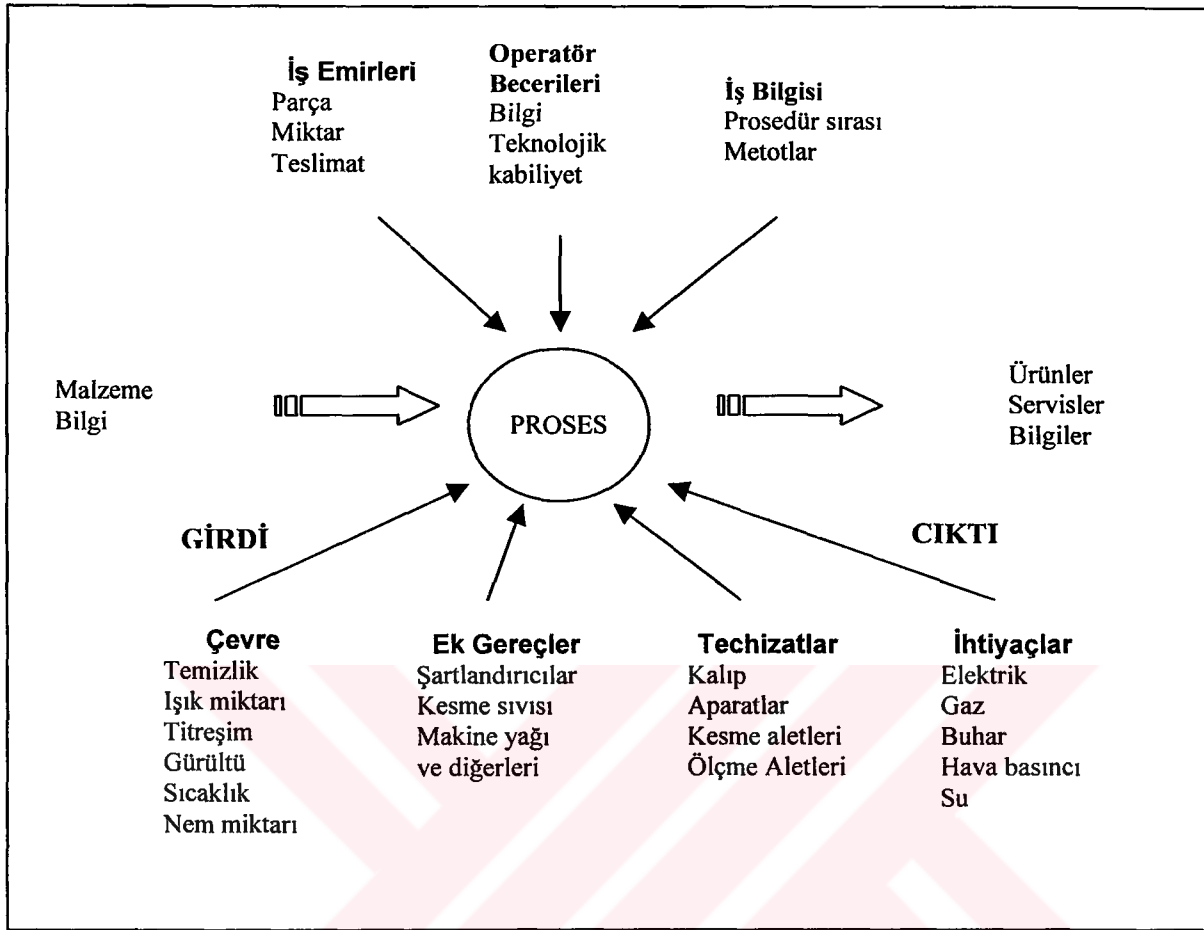


Şekil 2.8 PM Analizinin Uygulanması ve Odak Noktaları

Görüldüğü gibi, sıkça gerçekleşen kayıplara klasik metotlar uygulanabilir, fakat belli bir derecede gerçekleşen (örneğin %0.5) kayıplara ise PM analizini uygulanması daha etkili olmaktadır (Şekil 2.8).

Klasik metotlarla yapılan iyileştirme çalışmalarında çıkan sorunlara ve TVB programının bir bölümü olan bireysel iyileştirmelere bir göz atmakta yarar vardır.

TVB tanımındaki ilk ayrıntı, “üretim sisteminde maksimum etkinlikle ortak bir yapı kurmayı amaçlar”dır. Bu tanımda, “üretim sistemi” ile belirtilmek isteneni anlamak gereklidir. Şekil 2.9’ da tek prosesli bir üretim sistemi gösterilmiştir.

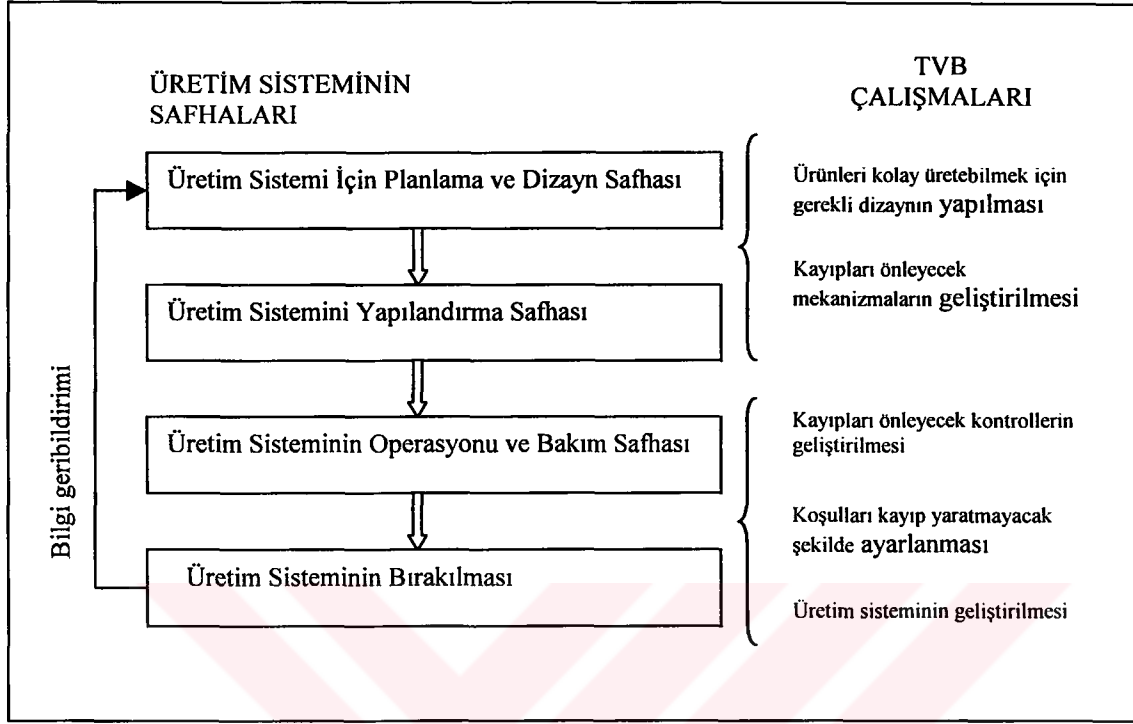


Şekil 2.9 Tek prosesli bir üretim sisteminin modeli (Takagi, 1991)

Bu modele göre, üretim sistemi proses için, şekilde belirtilen birçok faktörle etkileşecek olan, hammaddeyi girdi olarak alır, sistemin çıktısı ise bitmiş ürünler, hizmet vb.'dir. Bu nedenle, verimliliğin maksimizasyonu, mümkün olan en çok çıktı için en az girdinin (tüm faktörler de dahil olmak üzere) kullanımıyla sağlanır. İyileştirme faaliyeti kavramı ise, ilgili tüm faktörlerin incelenmesi şeklinde olmalıdır.

TVB tanımının ikinci ayrıntısı ise, "üretim sisteminin tüm süreçleri"dir. Bu demektir ki, TVB sistemi, sadece üretim ve bakım aşamalarına değil, tasarım ve planlamadan ürünün bitimine kadar, tüm aşamalara daima uygulanmalıdır. O halde iyileştirmeler, yeni bir teçhizatın tasarımı ve planlamasında ya da mevcut teçhizatların bakımında etkili olacak şekilde yapılmalıdır. Ayrıca, sistem kaybı gerçekleşmeden yok edebilmelidir. Kaybı sıfırlamak TVB' in başlıca felsefesidir. TVB' in diğer bir önemli özelliği, bunu gerçekleştirecek

mekanizmaların da gerçek çalışma alanı ve oradaki mevcut parçalar üzerine kurulması gereğidir.



Şekil 2.10 TVB ve Üretim Sisteminin Safhaları Arasındaki İlişki (Takagi, 1991)

TVB tanımının diğer önemli ayrıntısı ise, programın “firmadaki tüm departmanlara uygulanması” durumudur. Bu demektir ki, TVB bir departmanın yürütebileceğinden daha kapsamlı bir programdır.

Tanımın vurguladığı dördüncü ayrıntı, “işçisinden üst yönetimine kadar tüm kademelerin katılımı” gereğidir. Bununla, TVB’ ın, tüm departmanları içeren, ne kadar geniş bir kesime hitap ettiği anlatılmaktadır. Bu nedenle, başarılı olması için tüm çalışanların katılımı çok önemlidir.

“Aynı anda yürütülen küçük grup faaliyetleri”, TVB’ ın diğer bir gereğidir. Küçük grup faaliyetleri, genel olarak üretim personelinin yürüttüğü çalışmalar olarak anılır. TVB’ da ise küçük grup faaliyetleri, firmadaki, en tepeden en alt kademeye kadar, tüm kademeleri kapsar. TVB’ da küçük grup faaliyetlerinin en belli başlı şekli, grup liderleri ve ustabaşlar tarafından yürütülen, otonom bakımlardır. Diğer taraftan, bireysel iyileştirmelerse, kısım ve alt bölüm yöneticileriyle yönlendirilen küçük gruplarca yürütülür. Bu yöneticiler, bu iyileştirme çalışmaları süresince, makinelerin fonksiyonları ve yapılarını daha iyi kavrarlar. Bu da onlara

büyük güven verir, aynı zamanda otonom bakım programlarında etkili liderlik yapmalarını sağlar.

## 2.2. Genel Teçhizat Verimliliği ve Arttırılması

Üretim iyileştirme aktivitelerinin amacı girdiyi minimize ederek ve çıktıyı maksimize ederek verimliliği artırmaktır. Çıktı, sadece sayısal manadan ziyade, kalite iyileştirme, maliyetleri düşürme ve terminlere bağlı kalmayı içerirken diğer bir yandan morali yükseltmeyi, emniyeti ve sağlık koşullarını iyileştirmeyi ve genel olarak çalışma koşullarını iyileştirmeyi içerir.

Girdi, işçilik, makina ve malzeme gibi elemanları içerirken, çıktı, üretim, kalite, maliyet, sevkiyat, emniyet, sağlık, ortam-çevre ve moralden oluşur.

Artan robotizasyon ve otomasyon ile beraber, teçhizatın çıktı üzerindeki etkisi artmaktadır. Üretim, kalite, maliyet, sevkiyat, emniyet, sağlık, çevre ve moral teçhizatın durumuna bağlıdır.

Teçhizatı ideal çalışma koşullarında kalmasını sağlayarak ve teçhizatı etkin bir şekilde kullanmak sureti ile TVB, çıktıyı maksimize etmek üzere çaba verir. Arızaların ortaya çıktığı, periyodik hız kayıplarını yaşayan, hassasiyetten uzak ve hatalı üretim yapan bir teçhizat etkin olarak çalışmıyor demektir.

Teçhizatı optimum seviyesinde tutmak için gerekli ömür döngü maliyeti (Life Cycle Cost = LCC = teçhizatın tüm varlığı süresince ortaya çıkardığı maliyetler) sınırlıdır. TVB, genel teçhizat verimliliğini elde etmek için girdiyi yani bu durumda LCC' yi minimize ederken, çıktıyı maksimize eder.

Genel teçhizat verimliliğini elde etmek için TVB, teçhizat etkinliği için zorlu engeller olan "altı büyük kaybı" bertaraf etmeye çalışır.

Bir X fabrikasının %85' den daha verimli olarak çalıştırıldığı söylenecek olsa, burada teçhizatların etkili ve verimli kullanıldığını varsayılabilir. Ancak teçhizat etkinliği hesaplanırken hangi metotların kullanıldığı ve bu hesapların hangi verilere dayandığı çok önemlidir. Pek çok işletme "teçhizat etkinliği oranı" ifadesini kullanmaktadır ancak hesaplama metotları büyük farklılık gösterebilmektedir.

Genellikle, teçhizat verimliliğinin oranı olarak kullanılan ifade, çalışma hızı veya hazır bulunurluktur.

### 2.2.1. Hazır bulunurluğun ölçülmesi

Çalışma oranı, operasyon süresinin (yükleme süresinden duruşların süresinin çıkarılmış halidir) yükleme süresine bölünmesi ile elde edilir.

Hazır Bulunurluk = operasyon (çalışma) süresi / yükleme süresi

= (yükleme zamanı- duruşlar) / yükleme zamanı

Bu durumda, yükleme zamanı, mevcut toplam günlük (veya aylık) zamandan planlı duruşlardan ortaya çıkan zamanın çıkarılması ile elde edilen değerdir. Planlı duruşlar ile kastedilen, üretim planında çizelgelenmiş olan bakım ve yönetim aktiviteleridir (sabah toplantıları gibi). Örnek olarak; vardiya çalışma süresi sekiz saat yani 480 dakika olsun. Eğer günlük planlı duruş süresi 20 dakika ise, günlük yükleme süresi 460 dakika olacaktır.

Operasyon süresi, yükleme zamanından teçhizatın duruş sürelerinin çıkarılması ile elde edilir. Bu da teçhizatın gerçekte çalıştığı süreye ulaştırır. Teçhizatın duruş süreleri arızalardan, ayarlardan ve kalıp değişikliği gibi sebeplerden ortaya çıkar. Örneğin tekrar varsayalım ki, günlük yükleme zamanı 460 dakikadır. Duruşlar ise; 20 dakika arızadan dolayı, 20 dakika ayardan dolayı ve 20 dakika da değişikliklerden doğmuş olsun. Bu toplam 60 dakika eder ve böylece günlük operasyon süresi 400 dakika olmaktadır. Bu durumda hazır bulunurluk aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Hazır bulunurluk = (400 dak / 460 dak) \* 100 = %87

Eğer atölyede toplanmış olan veriler doğru ise, yüzde 87' lik hazır bulunurluk güvenilir bir değer olabilir, ancak çoğunlukla teçhizatın operasyonları ile ilgili toplanan verilerin doğruluğu işletmeden işletmeye değişmektedir. Çoğunlukla bunlar hiç kayıt bile edilmezler. Bazı yöneticiler, kayıt tutmak için harcanan zamanın kayıp olduğunu düşünür ve bu zamanın daha operasyonel hususlara ayrılması gerektiğini düşünürler. Minimum operasyonel kayıt tutulmalıdır ve kayıt prosedürleri basit ve yerinde olmalıdır.

Farz edelim ki, yukarıdaki örnekte olduğu gibi planlanmış duruş süresi 20 dakika olsun ve kayıt edilmiş olan duruş süresi 60 dakika olsun. Bu 60 dakikanın 20 dakikası arızalardan, 20

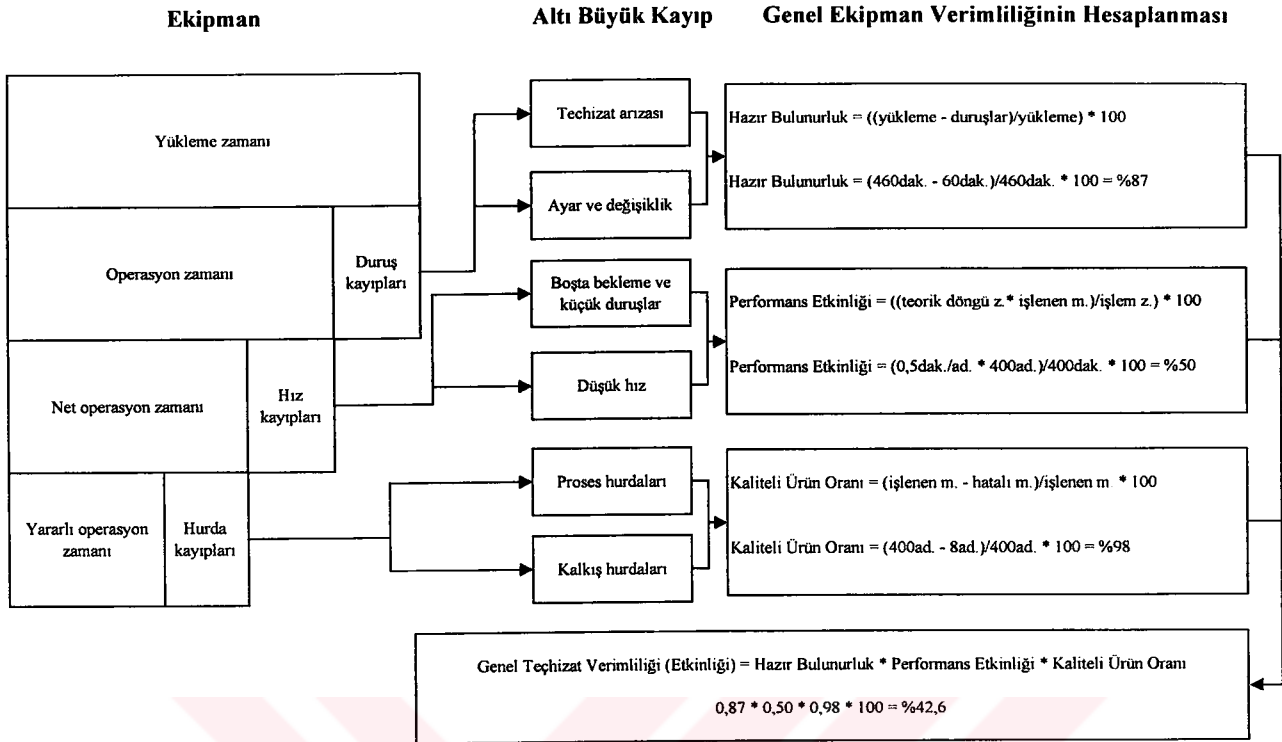


dakikası ayarlardan ve diğer 20 dakikası değişikliklerden gelsin. Bu kayıt edilmiş olan zamanların doğruluğunu tespit etmek çok zordur. Esasen, kayıtların saniyelere kadar doğru olmalarına gerek yoktur, ancak tecrübe göstermektedir ki, kayıtlar gerçekte geçen zamandan on dakikaya kadar farklılık gösterebilmektedir. Bazı firmalar duruş süresi otuz dakikayı geçmediği sürece kayıt dahi yapmamaktadır. İçinde on yirmi dakikalık duruşların kayıt edilmediği, böyle kaba ve baştan savma verilere dayanan operasyon zamanları, baştan savma, kaba bir yönetime yol açacaktır.

Eğer "Kazançlı Toplam Verimli Bakım" uygulamak istiyorsak ve optimum teçhizat etkinliğine ulaşmak istiyorsak, aşağıdaki iki faktör çok önemlidir. Birinci olarak, doğru teçhizat operasyon kayıtlarını tutmak gereklidir, ancak bu şekilde uygun yönetim ve kontrol sağlanabilir. İkinci olarak, teçhizat operasyon koşullarını ölçmek için kusursuz ölçekler planlanmalıdır.

Teçhizat operasyon koşulları, sadece hazır bulunurluğa dayandırılırlarsa, doğru yansıtılmış olmazlar. Altı büyük teçhizat kaybından sadece duruşlardan ortaya çıkan kayıp zamanları ile hazır bulunurluk değeri elde edilmektedir. Diğer teçhizat kayıpları, yani, hız ve hurda kayıpları buraya yansımamaktadır. Gerçek teçhizat operasyon koşullarını ifade edebilmek için tüm altı kaybın da bu hesabın içine girmesi gerekir.

Şekil 2.11' de de görüldüğü üzere TVB altı büyük kaybın hepsinin hesaplamasını içinde barındırır. Genel teçhizat verimliliğini, hazır bulunurluğu, performans etkinliği ve kaliteli ürünlerin oranı ile çarparak bulur. Genel teçhizat verimliliği, teçhizat operasyonlarının zaman, hız ve kalite faktörlerini birleştirir ve bu faktörlerin nasıl katma değeri artırabileceğini ölçer.



Şekil 2.11 Genel teçhizat verimliliği ve hedefler

### 2.2.2. Performans Etkinliği

Performans etkinliği, operasyon hızının oranı ile net operasyon oranının çarpılması ile bulunur. Operasyon hızı oranı, teçhizatın dizayn edildiği hız ile gerçek hızı arasındaki çelişkiden doğar. Operasyon hızı oranının matematiksel formülü aşağıdaki gibidir:

$$\text{Operasyon hızı oranı} = \text{teorik döngü zamanı} / \text{gerçek döngü zamanı}$$

Örnek olarak, eğer bir parçanın işlenmesi için teorik döngü zamanı 0,5 dakika ise ve gerçek döngü zamanı 0,8 ise, bu takdirde işlem şu şekilde olacaktır:

$$\text{Operasyon hızı oranı} = (0,5 \text{ dak.} / 0,8 \text{ dak.}) * 100 = \%62,5$$

Net operasyon oranı, belirli bir periyot içerisinde verilmiş bir hızın muhafaza edilmesini ölçer. Ancak, bu durum, gerçek hızın dizayn hızından daha az veya daha fazla olması ile ilgili

herhangi bir bilgi vermez. Bir operasyonun, teçhizatın düşük hızda çalıştırıldığı periyotlar boyunca sabit kalıp kalmadığını ölçer. Ufak sorunlardan ve küçük ayarlamalardan doğan kayıt edilmeyen kayıpları ve kayıt edilen küçük duruşlardan oluşan kayıpları hesaplar:

$$\text{Net operasyon oranı} = \text{gerçek işleme zamanı} / \text{çalışma zamanı} \\ = (\text{işlenen miktar} * \text{gerçek döngü süresi}) / \text{çalışma süresi}$$

Örneğin, günde işlenen parça sayısı 400, parça başına gerçek döngü zamanı 0,8 dakika ve çalışma zamanı 400 dakika ise:

$$\text{Net operasyon oranı} = ((400 \text{ parça} * 0,8 \text{ dak./parça}) / 400 \text{ dak.}) * 100 = \%80$$

$$100 - \text{net operasyon oranı} = \%20 = \text{küçük duruşlardan kaynaklanan kayıplar}$$

Performans Etkinliğini hesaplayacak olursak:

$$\text{Performans etkinliği} = \text{net operasyon oranı} * \text{operasyon hızı oranı}$$

$$= ((\text{işlenen miktar} * \text{gerçek döngü z.}) / \text{çalışma z.}) * (\text{ideal döngü z.} / \text{gerçek döngü z.})$$

$$= (\text{işlenen miktar} * \text{ideal döngü zamanı}) / \text{çalışma zamanı}$$

$$= ((400 \text{ parça} * 0,5 \text{ dakika}) / 400 \text{ dakika}) * 100 = \%50$$

veya

$$= 0,625 * 0,80 * 100 = \%50$$

eğer kaliteli ürünlerin oranı yüzde 98 ise, bu takdirde genel teçhizat verimliliği (OEE) şu şekilde olacaktır:

$$\text{OEE} = \text{Hazır Bulunurluk} * \text{Performans Etkinliği} * \text{Kaliteli Ürün Oranı}$$

$$OEE = 0,87 * 0,50 * 0,98 * 100 = \%42,6$$

Hazır bulunurluk %87 seviyesinde olmasına rağmen, genel teçhizat verimliliği hesaplandığında karşımıza %50' den de düşük bir oran, %42,6 çıkmaktadır. Bu örnekte kullanılan veriler ortalama bir işletmedeki verilerdir. Esasen bu durum göstermektedir ki, teçhizat, etkinliğinin yarısı seviyesinde kullanılmaktadır.

Tecrübelerle göre ideal koşullar şu şekildedir:

- Hazır bulunurluk: %90' dan fazla
- Performans etkinliği: %95' den fazla
- Kaliteli ürün oranı: %99' dan fazla

Bu sebeple ideal genel teçhizat verimliliği şu şekilde olmalıdır:

$$0,90 * 0,95 * 0,99 * 100 = \%85$$

Bu hedef tepeden inme bir hedef değildir. PM ödülünü kazanan tüm firmaların genel teçhizat verimliliği yüzde 85' den daha fazladır (Nakajima, 1984)

Bu şekilde işletmelerde genel teçhizat verimliliği hesaplamaları yapılabilir. Bu hesaplamalar sonucunda beklenenden düşük bir Çizelgenun çıkması şaşırtmamalıdır. Bununla beraber, çıkan değer ne kadar düşük olursa, işletmenin, ağzı tıpa ile kapalı musluğunda o kadar çok potansiyeli vardır.

Örneğin, genel teçhizat verimliliği %50 olan bir firmanın verimliliğini %85' e çıkarması demek, genel teçhizat verimliliğinde %70' lik bir artış yapması anlamına gelecektir.

Genel teçhizat verimliliğindeki artış üretkenlikte artışı beraberinde getirir. PM ödülünü kazanan firmalar arasında üretkenliğini %50 oranında artıranlar vardır, ancak bu üretkenlikte %70' lik bir artışın ulaşamaz olduğu anlamına gelmez.

Çizelge 2.9 Genel teçhizat verimliliği hesaplamaları

- A: Günlük çalışma süresi = 60dak. \* 8 saat = 480 dak.
- B: Günlük planlı duruş (planlı bakım ve sabak toplantıları için gibi) = 20 dak.
- C: Günlük yükleme süresi = A - B = 460 dak.
- D: Günlük duruş kaybı (arıza-20 dak., değişiklik-20 dak., ayar-20 dak.) = 60 dak.
- E: Günlük operasyon süresi = C - D = 400 dak.
- G: Günlük çıktı = 400 adet parça
- H: Kaliteli ürün oranı = %98
- I: İdeal döngü süresi= 0,5 dak. / ad.
- J: Gerçek döngü süresi: 0,8 dak. / ad.
- Böylece;
- F: Gerçek proses süresi = J \* G = 0,8 \* 400
- T: Hazır bulunurluk = E / C \* 100 = 400 / 460 \* 100 = %87
- M: Operasyon hız oranı = I / J \* 100 = 0,5 / 0,8 \* 100 = %62,5
- N: Net operasyon oranı = F / E \* 100 = (0,8 \* 400) / 400 \* 100 = %80
- L: Performans etkinliği = M \* N \* 100 = 0,625 \* 0,800 \* 100 = %50

$$\text{Genel Teçhizat Verimliliği} = T * L * H * 100 = 0,87 * 0,50 * 0,98 * 100 = \%42,6$$

### 2.2.3. Toplam verimli bakım kapsamında dikkat edilmesi gereken diğer hususlar

Teçhizat bakımı, bir teçhizatın sağlıklı kalmasını sağlamaktır. Bu durum insan sağlığı ile özdeşleştirildiğinde, önleyici ilaçların hastalığın etkilerini azalttığını ve insan yaşamını önemli ölçüde arttırdığını, aynı şekilde “önleyici bakım”ın da teçhizat için önleyici ilaç ve sağlık bakımı olduğu söylenebilir.

Şekil 2.12’ de “önleyici ilaç”ın “önleyici bakım” ile kıyaslanması görülmektedir. “Önleyici ilaç ile rahatsızlığın önlenmesi, böylece hastalığın tamamen ortaya çıkmasının önlenmesi vurgulanmaktadır. Usulüne uygun bir perhiz ve temel sağlık kurallarına uyulması ile önleyici ilaçlar, hastalığın önlenmesine yardımcı olabilir. Ayrıca uzmanlar tarafından yapılacak periyodik sağlık kontrolleri, erken teşhis ve tedaviyi de mümkün kılacaktır.

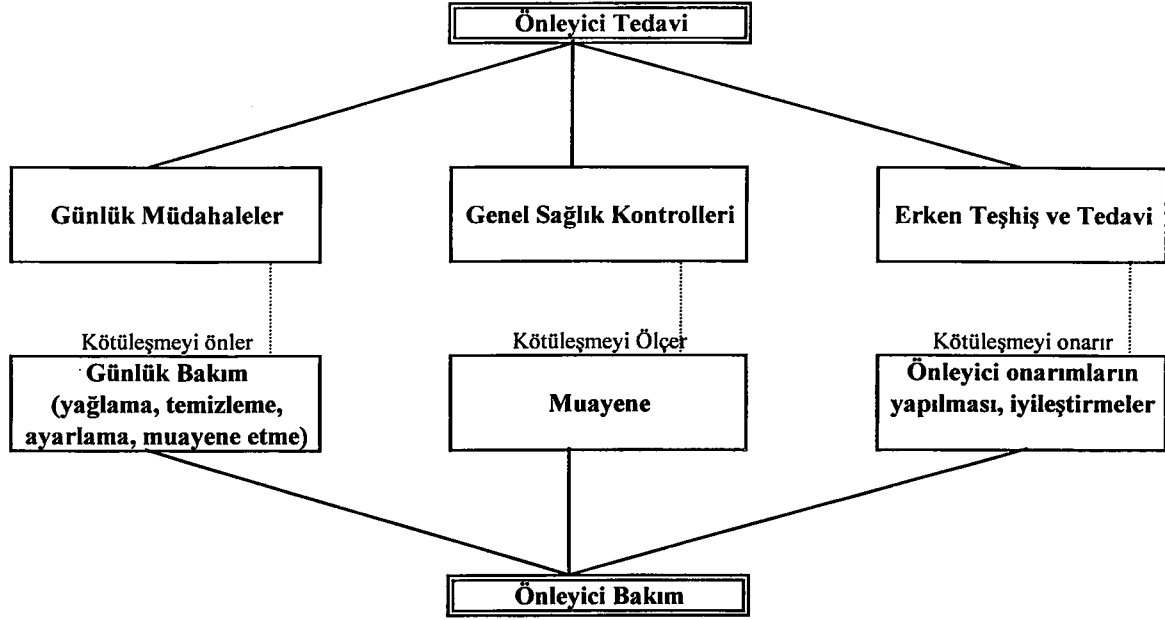
Günlük teçhizat bakımı da aynı amaca hizmet etmektedir. Makinelerin temizlenmesi, yağlanması, ayarlarının ve gerekli denetlemelerin yapılması ile teçhizatın bozulması önlenilmekte, muhtemel aksaklıklar ortadan kaldırılabilmektedir. İnsanların kendi

sağlıklarını korumakla sorumlu olmaları gibi bir makineyi kullanan kişi de, makinenin sağlıklı bir şekilde çalışması için gerekli olan sorumlulukları yerine getirmelidir. Diğer bir deyişle, günlük bakım, teçhizatı kullanan operatörün sorumluluğudur. Teçhizat doktorları olarak da adlandırabileceğimiz bakım personeli, teçhizat için genel sağlık kontrolü olan periyodik denetlemeleri ve erken teşhis ve tedavi için gerekli olan önleyici onarımları da yapmalıdır.

Böylece önleyici bakım, teçhizatın bozulma, yani hastalık sayısını azaltacak, kaçınılmaz olarak teçhizatın ömrünü uzatacaktır.

Sağlık ihmal edildiğinde ortaya çıkan tedavi ve hastane masraflarıyla kıyaslandığında, önleyici ilaç ve periyodik kontrol masrafları son derece düşüktür. Dolayısıyla önleyici ilaçların pratikliği kolayca anlaşılabilir. Benzer bir yaklaşımla, bir teçhizatın önleyici anlamda bakım ve tamiri, makinelerin tamamen bozulmasını beklemekten daha ucuzdur. Bu durumda, teçhizatı yenileme maliyetini göze almanın büyük bir savurganlık olacağını söylemek doğru olur. Tıpkı insanların fazla çalışarak, çok yiyip içerek kendi sağlıklarından bilerek fedakarlık etmeleri ve hayatlarını kısaltmaları gibi pek çok şirket de, önleyici bakımı Üretim iyileştirme aktivitelerinin amacı girdiyi minimize ederek ve çıktıyı maksimize ederek verimliliği artırmaktır. Çıktı, sadece sayısal manadan ziyade, kalite iyileştirme, maliyetleri düşürme ve terminlere bağlı kalmayı içerirken diğer bir yandan morali yükseltmeyi, emniyeti ve sağlık koşullarını iyileştirmeyi ve genel olarak çalışma koşullarını iyileştirmeyi içerir.





Şekil 2.12 Teçhizat için önleyici tedavi = önleyici bakım (Katoh ve Seisakosyo, 1994)

“Önleyici Bakım”ı uygulamak konusunda başarısız olan fabrikalar teçhizatlarının kötüleşme hızını artırırlar. Bu tür fabrikalarda teçhizat ve koridor, yağ, pislik ve kullanılan hammaddelerle kirlenirken, ortamda uçan tozlar ve küçük parçacıklar yapışarak makineleri kaplar.

Genel bir denetleme sırasında, cıvata ve somunların yarısından fazlasının gevşek olduğu ortaya çıkar. Gevşek bağlantı elemanları, makinenin bozulmasıyla sonuçlanacak aşınmalara meydan veren aşırı sarsıntılara neden olurlar.

Ayrıca, borulara yeteri kadar bakım yapılmadığı takdirde, sızıntılar enerji ve kıymetli malzemelerin kaybına neden olur. Genel denetlemenin ihmal edildiği fabrikalarda ani ve küçük duruşlar çok yaygın ve kaçınılmazdır. Bazı fabrika yöneticileri karamsar bir tutumla küçük duruş ve arızaların önlenmesinin mümkün olmadığını söylemektedir. Bu tür fabrikalar zaten “Genel Teçhizat Verimliliği”nin azaldığı kritik bir durum içindedirler. Ayrıca yazılı üretim programına uyulduğu için “önleyici bakım” uygulamak konusunda esneklik sahibi değildirler. Bundan dolayı arıza ve aksaklıklar devam eder, bu da durumun daha da kötüye gitmesiyle sonuçlanır.

Bu tür elverişsiz şartlar mutlaka ortadan kaldırılmalıdır. Kötü alışkanlıklar ve izlenen karamsar tavır, üst düzey yöneticilerden işçilere kadar tüm çalışanların zihninde köklü bir şekilde yer edebilir ve bu durum şirketin temel karakteri haline gelebilir. Orta kademe yöneticiler ve idari personel şirketteki bu eğilimi tek başlarına değiştiremezler. Sıkı ve katı

kararlar alınmadan uzun süreli kötü alışkanlıkları değiştirmek mümkün değildir. Üst yönetimin ciddi bir şekilde TVB'ı uygulamaya almasıyla söz konusu kötü alışkanlıklar ve istenmeyen koşullar devre dışı bırakılabilir. Ancak bu şekilde şirketin düzeninde temel gelişim sağlanabilir.

“Güvenilirlik Mühendisliği” ilkelerine göre, bir teçhizatın bozulma nedenleri geçen zamanla paralel olarak değişmektedir. Şekil 2.13’ de, bozulmalar veya arıza yapma oranı dikey ekseninde gösterilmektedir. Arıza yapma eğrisi aynı zamanda teçhizatın ömür karakteristiklerini gösteren eğridir. Teçhizat yeni olduğu zaman, daha sonra düşecek olan yüksek bir arıza oranı (ilk arıza devresi- start-up failure period) görülmektedir. Azalma gösteren arıza oranı uzun bir zaman periyodu boyunca sabit kalır. Bu periyot içinde meydana gelen arızalara “kaza arızaları devresi” (rastlantısal arızalar- accidental failure period) denir. Teçhizat kullanım ömrünün sonuna yaklaştıkça, arıza oranı yeniden artmakta ve çok kullanımdan kaynaklanan arızalar (yıpranma arızaları devresi - wear-out failure period) meydana gelmektedir.

Japon Ulusal Demiryolları’nın bir fabrikası olan Hamamatsu’da hızlı trenlere servis verilmektedir. Burada çalışanlara göre hızlı trenlerin arıza oranı, tamamen ömür karakteristiği eğrisi ile aynı özellikleri göstermektedir.

Şekil 2.13’ de görüldüğü gibi “İlk Arıza Devresi”, “Kaza Arızaları Devresi ve “Yıpranma Arızaları Devresi” tamamen farklı nedenlerden ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, başarılı sonuçlar almak için değişik tipteki arızalar için farklı önlemler alınmalıdır.

“İlk arıza devresi”nde meydana gelen arızaların sebepleri daha çok tasarım ve imalat hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu hataların önüne geçmek için, tasarım departmanı makinenin ilk çalışma döneminde testler yapmalıdır.

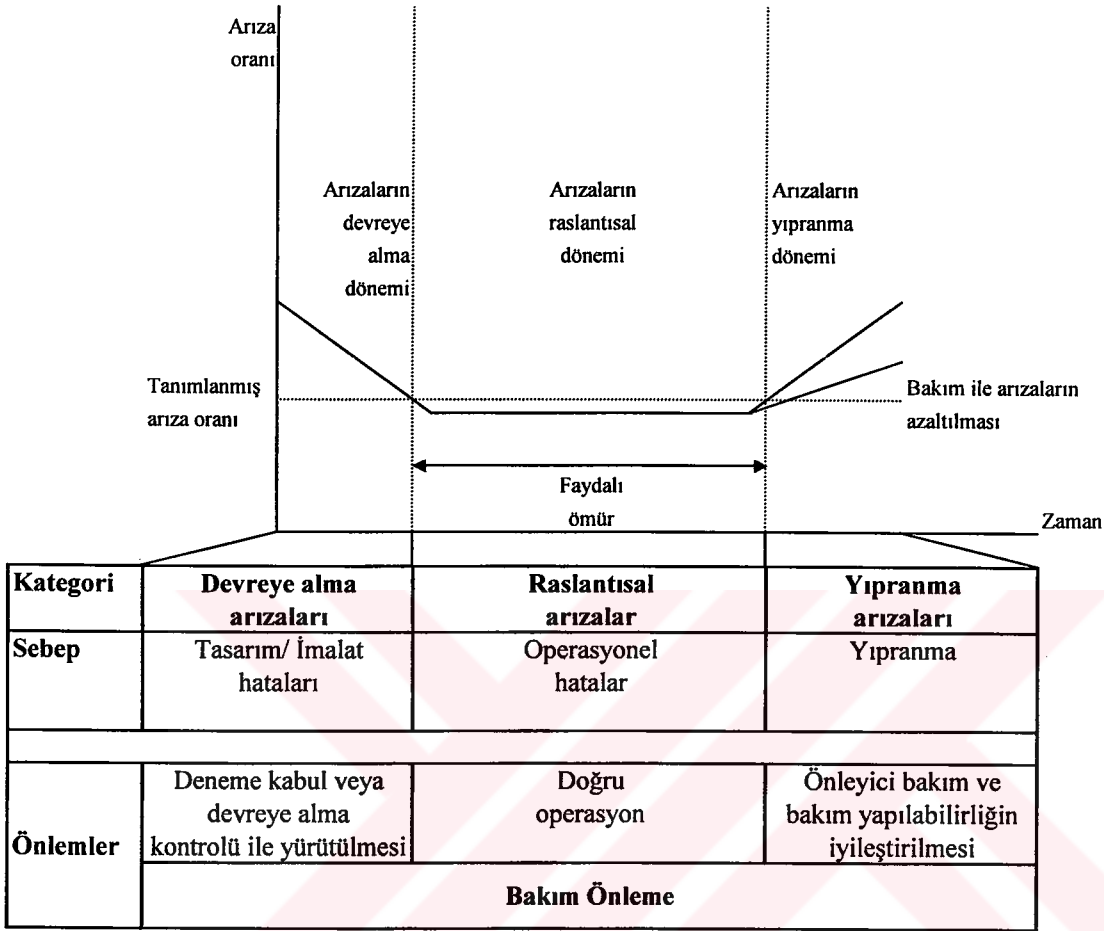
“Kaza arızaları” temel olarak operasyon hatalarından kaynaklanmaktadır. Bunu önlemenin en etkin yolu ise operatörlerin teçhizatı usulüne uygun şekilde kullanmalarını sağlamaktır.

“Yıpranma arızaları”, teçhizatın parçalarının doğal kullanım ömrünün sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Önleyici bakım ve teçhizatın tasarımı sırasında yapılacak değişikliklerle, bakımlı kalma süreci uzatılarak teçhizatın ömrü arttırılabilir.

“Bakım önleme” saydığımız bu üç arıza tipi için de en etkin tedbirdir. “Başlangıç Arızaları” , “Kaza Arızaları” ve “Yıpranma Arızaları”nı önleyecek, bakım gereksinimi olmayan bir teçhizatın tasarımı, planlama-tasarım süreci içinde yapılmalıdır.

Teçhizatın ömrü bu açıdan ele alındığında, önleyici bakımın tek başına arızaları ortadan kaldıramayacağı çok açıktır. TVB’ın başarısı tüm departmanların işbirliği içinde olmalarına

bağlıdır. Bakım bölümü gibi planlama-tasarım ve operasyon bölümleri de, arızaları ortadan kaldırmada rol almalıdır.



Şekil 2.13 Ömür süresi karakteristikleri ve arızalara karşı alınacak tedbirler (Nakajima, 1984)

İdeal olarak, arızalar bakım önleme veya bakım gereksinimi olmayan teçhizatların tasarımı ile tamamen ortadan kaldırılabilir. Fakat pek çok fabrikada teçhizatların çalışma koşulları bu idealden uzaktır.

Bu gelişim için ilk adım, operasyon sırasındaki arızaların yok edilmesidir. Bu çabalardan edinilen tecrübeler teçhizat tasarımını daha iyi yapmayı desteklemektedir. Böylece teçhizat ideale yaklaşmaktadır.

Japon Endüstrisi Standartları'na göre bir arıza, belirli bir parça, makine veya sistemin işlevinin kaybına neden olan bir olaydır. Bu işlev kaybı, makine arızalarının tamamen duruşlara neden olan, beklenmedik arızalarla sınırlı olmadığına işaret etmektedir. Teçhizat çalışır durumdayken bile, kötüleşme, çevrim zamanında azalma, proses hızının düşmesi, sık

duruşlar, daha zor ve uzun süren ayarlama işlemleri ve standart işlev kaybı gibi çeşitli kayıplara yol açabilir. Bu tür kayıplar da arıza olarak dikkate alınmalıdır.

Tamamen işlem durmasına neden olan beklenmedik arızalar “fonksiyon kaybı arızaları”, operasyonu engellemeyen teçhizat kötüleşmesi de “işlev gerilemesi arızaları” olarak da adlandırılmaktadır.

Bozulmalar, bir buzdağının su yüzeyindeki gözüken kısmı gibi de düşünülebilir. Çünkü insanların ciddi hataları ve arızaları ancak çok bariz ise dikkate almak gibi bir eğilimleri vardır. Kir, toz, aşınma, gevşeme ve eğrilmeler gibi küçük hatalar asıl problem için çok basit ve önemsiz gözükebilir.

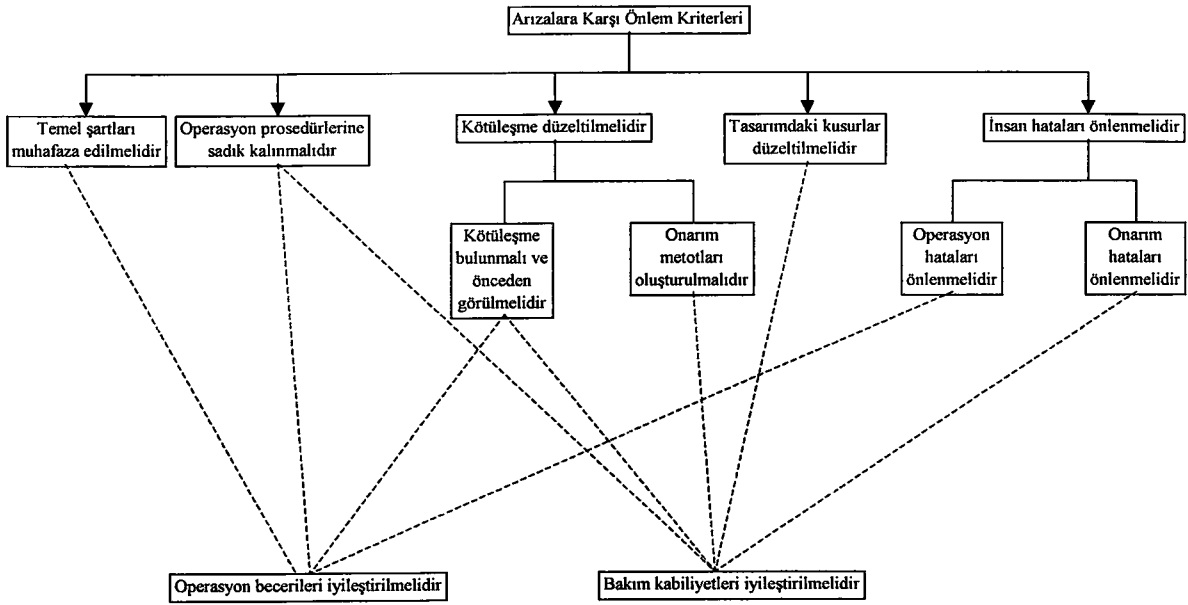
Söz konusu küçük hatalar birden bire büyüyebilir. Bazen önemsiz gözüken arızalar, “fonksiyon kaybı arızaları”ve “işlev gerilemesi arızaları” ile birlikte hızlı bir şekilde oraya çıkarak daha güçlü bir etki yaratıp büyüyebilir. “Yangın çıkaran tek kibrittir” sözünden hareketle hataları daha küçükken ortadan kaldırmak gerektiğinin önemi daha iyi anlaşılabilir. Bu, “önleyici bakım”ın ardındaki temel kavramdır.

Belirlenemeyip düzeltilemeyen hatalar ‘gizli hatalar’ olarak adlandırılırlar. Eğer bulunup ortadan kaldırılmazlarsa ani arızalara neden olurlar. Bu sebeple gizli hataları ortaya çıkarmak ve optimum koşulları yeniden oluşturmak çok önemlidir.

Arızaları yok etmek için, teçhizattaki gizli hatalar açığa çıkarılmalı ve arıza oluşmadan önceki haline getirilmelidir. Aşağıda sayılan, alınacak beş sıkı tedbir, arızaları ortadan kaldırma konusunda faydalı olacaktır:

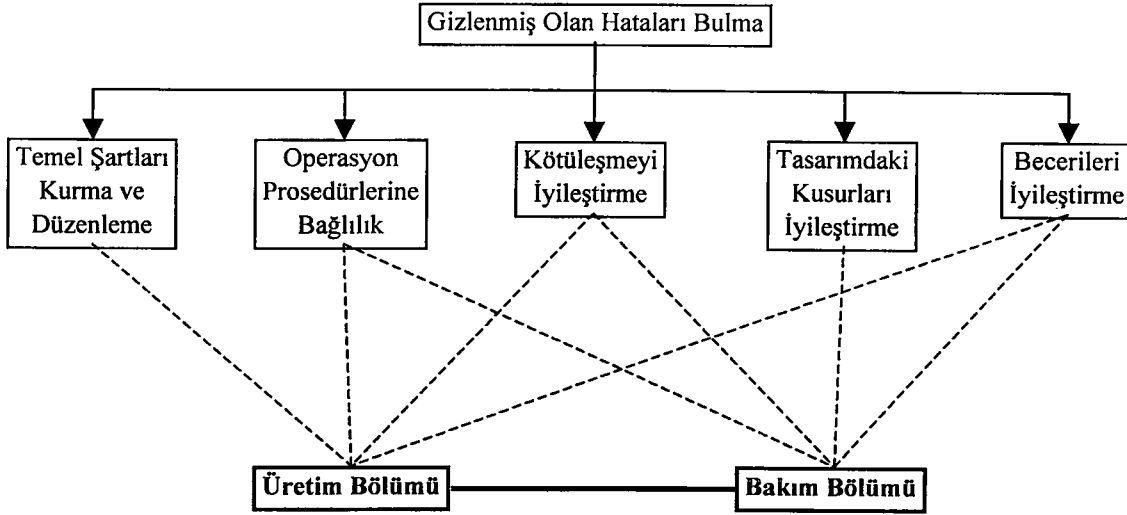
1. İyi tanzim edilmiş temel koşullar (temizleme, yağlama ve vidaların sıkılaştırılması)
2. Uygun operasyon prosedürüne sıkı sadakat
3. Yıpranmanın bertaraf edilmesi, aşınma etkilerinin kaldırılması
4. Zayıf noktaların tasarım esnasında geliştirilmesi
5. Operasyon bakım usullerinin geliştirilmesi

Şekil 2.14, bu beş tedbir arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Arızalar çoğunlukla bu basit tedbirlerin uygulanmamasından kaynaklanmaktadır. Şekil, arızaların bu temel prosedürle etkin biçimde yok edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 2.14 Arızalara karşı alınacak önlemler arasındaki ilişkiler (Nakajima, 1984)

Bu temel prosedürün doğru bir şekilde uygulanıyor olduğundan emin olabilmek için, operasyon ve bakım departmanlarının tıpkı arabanın tekerlekleri gibi birbirlerinin rolünü ve işbirliğini anlaması gerekmektedir. Elemanlar, bakış açısı ve davranışlarını düzenlemek konusunda istekli ve kendi sorumlulukları konusunda bilinçli olmalıdırlar. Teçhizatın bakımı ve operasyonu ile uğraşan herkes hataları yok etmek için çalışmalıdır. Şekil 2.15’de ‘Sıfır Arıza’ hedefini gerçekleştirmek için operasyon ve bakım bölümleri arasındaki iş bölümü görülebilir.



Şekil 2.15 İşletme ve bakım bölümlerinin sorumlulukları (Nakazato, 1990)

İki tip şirket olduğu dikkate alındığında, bu şirket tiplerinden birincisinin yüksek derecede teknik yeterliliğe sahip olduğu, teçhizat ve kalıpların şirket içinde tasarlanıp üretildiği ve işçilerin bu teçhizatı doğru şekilde kullanmak üzere eğitilmiş olduğu, diğer şirket tipinde ise, teçhizat ve kalıpların başka şirketlerde (fason) yaptırıldığı ve teknolojinin önem arz etmediği görülür. Bahsedilen ikinci tip şirketler otomatik sistemle çalışan teçhizatlarını özensizce ve hiç bir teknik altyapı olmadan işletirler.

Otomobiller için röle üreten 600 çalışanlı Nippondenso firmasının bir şubesi niteliğinde olan Anjo Denki şirketinin başkanı, kendi teçhizatını kurma birikim ve yeteneğine sahip uzman bir mühendistir. Alman teknolojisini benimseyen ve fabrikayı bu doğrultuda yöneten başkan aynı zamanda TVB'nin ve TVB Toplam Kalite Zinciri'nin entegrasyonunun güçlü bir savunucusudur. Şirket bu yönetim anlayışı ile 1978'de 2. Kategori VB ve 1981'de 1. Kategori VB ödüllerini kazanmıştır.

Firma TVB uygulaması ile üretim bandındaki otomasyonla çalışan teçhizatın toplam etkinliğini gözle görülür biçimde artırmış, bağlı bulunduğu Nippondenso şirketi bu gelişimden çok etkilenmiştir. Anjo Denki, tüm çalışanların teçhizatın kullanımı konusunda eğitilmesini şirket politikası haline getirmiştir.

Bunu sağlayabilmek için; mekanik bölümdeki kalıp ve özel teçhizatları kullanan operatörleri geliştirmek ve çalışanların bireysel olarak kendi teçhizatlarından sorumlu olma prensibi ile temel teçhizat bakımı ve otonom bakımı öğrenmeleri için genç mühendisler görevlendirilmiştir (Nakajima, 1984).



Artık etkin bir teçhizatın geliştirilmesi, firmalar için hayatta kalmanın anahtarı olmuştur. Anjo Denki gibi kendi teçhizat ve kalıplarını geliştirebilecek teknik yeterliliğe sahip pek çok firma (PM) Verimli Bakım ödülü kazanmışlardır. Anjo Denki firmasının 50'den az çalışanı olmasına rağmen, deneyimli ve uzman iki mühendisi tüm teçhizatı ve kalıpları geliştirmişlerdir. Teçhizat ve kalıpların şirket içinde tasarımı ve üretimi, kusursuz bir üretim tekniği ve deneyimi kazanmak konusunda yardımcı olmaktadır. Teknolojik gelişime ayak uydurmak, ayakta kalmanın vazgeçilmez bir unsurudur.

TVB'ı göz ardı eden firmalar, yukarıda anlatılanlara tam anlamıyla tezat teşkil ederler. Bu firmalar, teçhizatın tasarım ve üretimini dışarıda gerçekleştirip, sadece birkaç tane eğitimli ve donanımlı teknisyeni teçhizatın işletimini etkin kılmakla görevlendirirler.

Teçhizat ve kalıp üretiminin dış imalata dayanması bu potansiyel avantajı tüketmiş olur. Ayrıca kendi araç, kalıp ve teçhizatını üretme yoluna gitmeyen bir şirket etkin bakım için gerekli olan teknik yeterliliğe de ulaşamayacaktır. Sonuçta teçhizat ve kalıpların ömrü, şirket içinde kontrol edilemeyeceğinden, önleyici ve düzeltici bakım sağlamak konusunda yetersiz kalınacaktır.

Teçhizat, alet ve kalıp üretiminin dışarıya yaptırılmasının arkasında yatan mantık, enerji ve kaynakların tasarım ve geliştirme gibi üretimle doğrudan bağlantılı olmayan proseslerden çok, direkt olarak üretimin kendisi için kullanımını sağlamaktır. Yine de, bu mantık farklılığı ve bazen teçhizat teknolojisini küçümseme, üretimde bunun önemini anlamada çok büyük eksiklikler olduğuna işaret etmektedir.

Teçhizat konusu giderek daha karmaşık bir hale gelmektedir. Hidrolik ve elektrik kontroller gibi bilgisayarlar da bu alanda kullanılır hale gelmiştir. Teknolojiyi gözardı eden firmalar, kısa bir mesleki eğitim almış yeni teknik okul mezunlarını üretim sahalarına göndermektedirler. Karmaşık ve otomasyonla beraber çalışan teçhizatı tam olarak anlamayan bu elemanlar, operasyon sırasında güçlüklerle karşılaşmaktadırlar. Proses içinde hatalar, teçhizat arızaları ve kazalar kaçınılmazdır. Sözkonusu karmaşık teçhizatın yetersiz kullanımı, şirket operasyonların TVB'dan uzaklaşmasına neden olacaktır.

Japon arabaları ileri derecede yakıt tasarrufu sağlamakta ve düşük arıza oranıyla tamir masrafını en aza indirmektedirler. Bundan dolayı, Japon arabaları fiyatlarının daha yüksek olmasına rağmen Amerikan arabalarına göre daha ekonomiktirler.

1980'li yılların başında yaşanan petrol krizinden dolayı Japon otomobil üreticileri yüksek yakıt verimliliği ve güvenilirlik elde etmek için çalışmalara başladılar. Ayrıca proses içindeki atıkları bertaraf ederek ve "değer mühendisliği" kavramını uygulayarak uluslararası fiyat

savaşını kazanmak için çaba gösterdiler. Sonuç olarak Japonlar en düşük “ömür çevrim maliyeti”ne ulaşarak batı uluslarını geride bırakmayı başardılar.

Buna bağlı olarak, bu dönemde Japon endüstrisinde LCC=Ömür Çevrim Maliyeti konusunda bilgi bulunabileceği varsayımıyla hareket edildiğinde, ilginçtir ki, hemen hemen hiçbir Japon üreticinin ekonomik LCC’ yi yakalamak için tasarım evresinde bunu dikkate almadıkları görülmektedir. ”Ekonomik LCC”i yakalamanın ne kadar önemli olduğunun kavram olarak anlaşılmış olmasına rağmen, Japon üreticilerin, pratikte bunu çok kısıtlı olarak uygulayabildikleri, Amerikalı üreticilere kıyasla LCC tasarımı konusunda çok fazla eksiklikleri olduğu görülmüştür.

Japonlar kamera ve beyaz eşya gibi diğer dayanıklı tüketim malları için de en düşük LCC’ yi yakalamışlardır. Tüketiciler, firmaların LCC konusundaki çalışmalarından nihai olarak faydalanmışlardır. Ayrıca üreticiler satışları artırmak için, tüketicilerin isteklerini karşılamak, dolayısıyla da ekonomik LCC’ yi elde etmek için çalışmalarına devam etmek durumundadırlar (Takaku, 1991)

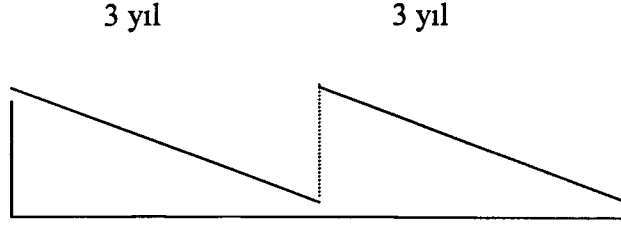
Ekonomik LCC’ nin fabrikanın üretim teçhizatı ile olan ilişkisi incelendiğinde çok daha fazla önem kazanır. Sonuç olarak, dayanıklı tüketim mallarında olduğu gibi ekonomik LCC tüketicilere fayda sağlamaktadır.

Pek çok firma kar ve zararlarını, teçhizat yatırımını dikkate aldıklarında yanlış hesaplamaktadırlar. Aşağıda (Keio Üniversitesi’nden Prof. Senju Shizua tarafından) verilen örnekte, iki tip boyanın ekonomik etkinliğinin kıyaslanması ve LCC’ ye geleneksel bir bakış görülmektedir.

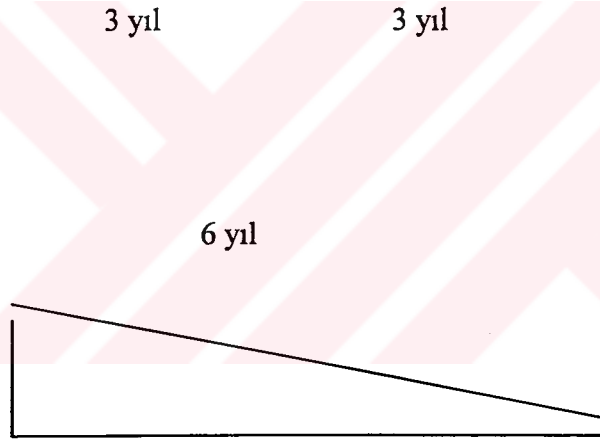
Belli bir alanı kaplayacak A boyası \$5000’a mal olmakta ve 3 yıl dayanmaktadır.B boyası, A boyasına oranla üç kat daha yüksek bir maliyetle (\$15000), 6 yıl dayanmaktadır. Hangisi daha ekonomiktir?

Şekil 2.16’da görüldüğü gibi, A boyası \$20000 işçilik masrafı ile beraber \$25000’ e mal olmakta ve ömrü 3 yıl olduğu için, ikinci 3 yıl için de \$25000 masraf edilmesi gerekmektedir. Bu hesabın uzantısı olarak, 6 yıllık maliyet göz önüne alındığında, B boyası \$50000’ a karşı \$35000 ile \$15000 daha ekonomiktir

|          | BOYA MALİYETİ | BOYANIN ÖMRÜ | ORAN         |
|----------|---------------|--------------|--------------|
| A BOYASI | \$5.000       | 3 YIL        | \$1,666 /yıl |
| B BOYASI | \$15.000      | 6 YIL        | \$2,500 /yıl |



|                 |          |          |
|-----------------|----------|----------|
| BOYA MASRAFI    | \$5.000  | \$5.000  |
| İŞÇİLİK MASRAFI | \$20.000 | \$20.000 |



|                 |          |
|-----------------|----------|
| BOYA MASRAFI    | \$15.000 |
| İŞÇİLİK MASRAFI | \$20.000 |

Şekil 2.16 Ekonomik LCC'nin yakalanması (Izumi, 1991)

Sadece boya fiyatı temel alındığında, A boyasının maliyet/yıl oranının \$1666, B boyasının \$2500 olması dikkate alınarak A boyasının satın alınmasıyla hata yapılabilir. Bu işlemin asıl amacı boyanın satın alınması değildir. İstenen, söz konusu alanın boyalı olması ise, kâr-zarar hesabı işçilik maliyetini de kapsayan toplam masraf temel alınarak yapılmalıdır. Aynı durum aşağıdaki örnekteki teçhizat yatırımı için de geçerlidir. A ve B şirketleri teçhizat için

fiyat teklifleri sunmuşlardır. Çizelge 2.10'da görüldüğü gibi A şirketinin fiyat teklifi \$100000, B şirketinin ise \$70000'dır. Pek çok firma, B teklifinin ucuzluğunu dikkate alarak bu teklifi kabul edebilir.

Boya örneğinin de gösterdiği gibi, sadece satın alma fiyatına bakarak karar vermek hatalıdır. LCC' leri karşılaştırarak karara varmak daha kazançlıdır. Diğer bir deyişle, hesap yaparken 5 yıllık bir periyot için yıllık bakım masrafını ve %10luk faiz oranını da kapsayan toplam masraf göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu anlamda, uzun vadeli ekonomik etkinlik karşılaştırıldığında, paranın zaman değeri mutlaka dikkate alınmalıdır Mühendislik ekonomisi araçları kullanılarak, faiz gibi faktörlere dayanan maliyet değişimi mutlaka hesaplanmalıdır.

Çizelge 2.10 Teçhizat LCC karşılaştırılması (Izumi, 1991)

|                              | A         | B        |
|------------------------------|-----------|----------|
| Teçhizatın Satın Alma Fiyatı | \$100.000 | \$70.000 |
| Yıllık Bakım Masrafı         | \$30.000  | \$60.000 |
| Ömür                         | 5 yıl     |          |
| Faiz Oranı                   | %1        |          |

|                       |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Yıllık Değer Yöntemi  | \$56.380  | \$78.466  |
| Şimdiki Değer Yöntemi | \$213.730 | \$297.460 |

Üç karşılaştırma yöntemi kullanılabilir:

Tüm parasal kazanç ve harcamalar şimdiki değere çevrilir (Şimdiki Değer Yöntemi)

Karşılaştırma periyodunun sonunda uygulanır. (Son Değer Yöntemi)

Yıllık değer metodu yıllık harcamaların hesaplanmasında kullanılır. (Yıllık Değer Yöntemi)

Burada, iki şirket teklifinin karşılaştırılmasında Yıllık ve Şimdiki Değer Yöntemleri kullanılmıştır. 5 yıllık bir periyot için iki şirketin LCC maliyetleri karşılaştırıldığında, A şirketinin teklifi kesinlikle doğru seçim olacaktır.

TVB kullanımı ile ilgili prosedür ve pratik detaylar, teçhizat etkinliğini maksimize etmek için her şirket için özel olarak uyarlanmalıdır. Her şirket, teçhizat tipi ve koşulları, üretim metotları, endüstri tipi ve şirketin kendisine bağlı olarak ihtiyaç ve problemlerin çeşitlilik göstermesinden dolayı, kendi faaliyet planını kendisi geliştirmelidir.

Japon Fabrika Bakım Enstitüsü, danışmanlık hizmeti verdikleri firmalara, ön tespit ve araştırma sonucu ortaya çıkartılan, şirketin ihtiyaçlarına, problemlerine ve yeteneklerine cevap veren bir gelişim programı tasarımlarını tavsiye etmektedir. Buna rağmen pek çok durum için uygulanabilecek temel şartlardan bahsetmek mümkündür.

Başarılı bir TVB uygulaması şunları gerektirmektedir (Suzuki, 1989):

1. Teçhizat etkinliğini arttırmak için 6 büyük kaybı önleme
2. Otonom bir bakım programı
3. Bakım departmanı için önceden belirlenmiş bir bakım programı
4. Operasyon ve bakım personelinin eğitim ve deneyimini artırma
5. Teçhizat yönetim programı

### 3. TOPLAM VERİMLİ BAKIM UYGULAMA ADIMLARI

#### 3.1. Toplam Verimli Bakım Hazırlık Adımları

Ödül getiren TVB uygulamalarına ancak en az 3 yıl çalışarak ulaşılabilir. Pek çok üst düzey yönetici ve girişimci yararlı programlar uygulamak için “Eğer başka şirketler bunu 3 yılda yaptılarsa, biz 1 yıl içinde yapabiliriz” diye düşünmektedir. Bu istek ve heyecan övgüye değer olsa da, bu iş için gerektiğinden az zaman ayrılması başarısızlıkla sonuçlanmaktadır.

TVB’nin amacı; teçhizatın kullanılabilirliğini artırarak ve işçileri eğiterek temel gelişimi sağlamaktır. Altı büyük kaybı ortadan kaldırmak için, ilk olarak insanların tutum ve davranışları değiştirilmeli, yetenek ve tecrübeleri artırılmalıdır. Çalışanların motivasyonunu ve rekabetlerini arttırmak teçhizatın etkinliğini ve çalışmasını maksimize edecektir. Teçhizat fonksiyon ve kalitesindeki, insanların zihinsel durumlarındaki bu tür gelişmeler şirketin gelişim temelini kurmak için son derece önemli ve gereklidir.

Rekabet veya çalışma ortamı gelişim için üçüncü önemli şarttır. TVB gelişimi için sistematik bir programın kurulmasını destekleyen bir çalışma ortamı yaratılmalıdır. Üst yönetim bu konuyla ciddi şekilde ilgilenerek yol göstermedikçe, teçhizatı yapılan gerekli değişiklikler kayda değer bir ilerleme kaydedilmesi için yeterli olmayacaktır.

Çizelge 3.1’de TVB Gelişim Programının 12 temel adımı görülmektedir. “Hazırlık Aşaması”nda, TVB’ye giriş yapmak için bir plan hazırlanarak elverişli bir ortam yaratılır. Söz konusu hazırlık aşaması ürünün detayları belirlenip hazırlandığı zaman “ürün tasarım aşaması” ile benzerlik gösterir. Bu, bir oyunda topa ilk vuruş gibi de düşünülebilir.

“Uygulama Aşaması”, bir ürünün üretim aşamasıyla karşılaştırılabilir. Malzemeler işlem görür, parçalar yapılır ve denetimden sonra montaj gerçekleştirilir. En son denetim üretim prosesini tamamlar. Bu periyoda ise “Kararlılık Aşaması” denir.

Moral yükseltmenin ve pozitif sonuçlara ulaşmanın en etkin yollarından biri çalışanlara başarmaları gereken bir hedef göstermektir. Bu nedenle uygulama hazırlığında TVB hedeflerine ulaşmanın ve bunun için bir program geliştirmenin ne kadar zaman alacağının belirlenmesi çok önemlidir.

Ödülle sonuçlanan bir başarıya ulaşmak için ilk hazırlık devresinin ne kadar süreceği kabaca tahmin edilebilir. Şirketin büyüklüğüne, teknoloji düzeyine, yönetim standartlarına ve mevcut PM seviyesine bağlı olarak hazırlık aşaması 3 aydan 6 aya kadar bir vakit alabilir. Daha kaliteli ürünler elde edebilmek için, en azından bu kadar zaman ürün tasarımına ayrılmalıdır.

Daha sonra, uygulama prosesinin tamamlanması 2-3 sene alacaktır. Bu devre için yeteri kadar vakit ayırmak çok önemlidir. Aksi takdirde “ürün” görüldüğü kadar iyi olmayacak, kötü bir işçiliğe sahip, düşük kaliteli ve kısa ömürlü olacaktır.

Kararlılık Aşamasının son periyodu boyunca, şirket TVB hedeflerine karşı alınmış gerçek sonuçları ölçmeli ve daha zor hedefler saptamalıdır.

### **3.1.1. Üst yönetim tarafından TVB uygulama kararının duyurulması**

Üst yönetim, karar hakkında tüm çalışanları bilgilendirmeli ve proje için heveslendirmelidir. Bu, TVB uygulama kararının ardındaki sebepler hakkında üst yönetimin kişisel görüşlerini içeren ve TVB’den beklenen kazançları, TVB kavramlarını ve hedeflerini çalışanlara tanıtan resmi bir sunuş ile duyurabilir.

Bu noktada üst yönetimin güçlü bir kararlılık içinde olması ve bu kararlılığın gerektirdiklerini anlaması çok önemlidir. Daha önce bahsedildiği gibi, uygulama için hazırlık yapmak, etkin bir değişim için uygun ortam yaratmak anlamına gelmektedir. Bu periyot boyunca (ürün tasarım aşaması) daha sonra yükleme gecikmelerine neden olacak bir tasarım değişikliği gerektirmeyecek şekilde sıkı bir temel kurulmalıdır.

Bu nedenle TVB, işçilerden üst yönetime kadar tüm çalışanların katılımına bağlı olsa bile, tereddütsüz bir destek ve üst yönetimin yol göstermesi ile uygulanmalıdır. TVB, işçiler arasındaki otonom yapıya saygı duyar. Ancak, çalışanlar kendi aktivitelerini başarıyla yönetecek kadar yetkili ve isteklilerse ve bu otonom aktiviteleri destekleyen bir çalışma ortamı yaratılmışsa, TVB çalışanların otonom çalışmalarına fayda sağlayabilir. Bu aşamada elverişli çalışma ortamını hazırlamak yönetimin birinci sorumluluğudur.

TVB gelişiminin ilk iki aşaması boyunca, yönetim, çalışanların operasyon ve bakım deneyimlerini arttırarak teçhizatla kendi başlarına uğraşabilecek bir noktaya gelmeleri için onları eğitmek zorundadır. Bu da ancak otoriter olmayan bir yönetim anlayışıyla sağlanabilir. Fakat aynı zamanda çalışanlar teçhizatın bakımı ile baş edebilecek yeterliliğe sahip olmak için çaba göstermelidirler. Tamamen bağımsız çalışanlar, eğer yönetim tarafından hazırlanan ortam motivasyon için yeterli ise kendilerini gösterebilirler.



Çizelge 3.1 TVB Gelişiminin oniki adımı (Nakajima, 1992)

| Kademe         | Adım                                                           | Ayrıntılar                                                                                   |
|----------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hazırlık       | 1. TVB'yi tanıttak üst yönetim kararını açıklayın.             | Şirket gazetesinde makaleler                                                                 |
|                | 2. TVB'yi tanıttak eğitim ve organizasyonu başlatın.           | Yöneticiler: seminerler<br>Genel: slide gösterimi                                            |
|                | 3. TVB'yi ilerletecek organizasyonlar oluşturun.               | TVB'yi ilerletmek için her seviye-<br>de komite oluşturun.                                   |
|                | 4. Temel TVB politika ve hedeflerini kurun.                    | Mevcut durumları inceleyin, hedef<br>belirleyin, sonuçları tahmin edin.                      |
|                | 5. TVB' nin geliştirilmesi için ana planı formüle edin.        | Detaylı uygulama planı<br>hazırlayın.                                                        |
| İlk Uygulama   | 6. TVB' ye başlayın.                                           | Müşterileri, ilgili şirketleri<br>davet edin.                                                |
| TVB Uygulaması | 7. Teçhizatın her parçasının etkinliğini arttırın.             | Model teçhizat seçin, proje<br>takımları oluşturun.                                          |
|                | 8. Otonom bakım programı geliştirin.                           | Yedi Adımı ilerletin; işçi<br>sertifika prosedürlerini oluşturun.                            |
|                | 9. Bakım departmanı için çizelgeli bakım programı geliştirin.  | Parça ve aletlerin periyodik<br>bakım ve yönetimini uygulayın.                               |
|                | 10. İşletme ve bakım yeteneklerini arttıracak eğitim verin.    | Liderleri beraber eğitin ve liderle-<br>rin grup üyeleriyle bilgi paylaşımı-<br>nı sağlayın. |
|                | 11. Erken teçhizat yönetim programı geliştirin.                | Bakım tasarım kontrolü;<br>LCC analizi.                                                      |
| Stabilizasyon  | 12. Mükemmel TVB uygulaması ve TVB seviyelerinin arttırılması. | Verimli Bakım ödülü için<br>değerlendirme yapın; daha<br>yüksek hedefler belirleyin.         |

İnsanların tavır ve alışkanlıklarını gözle görünür şekilde değiştirmek çok fazla zaman alır.

Çalışma ortamı geliştikçe, çalışanlar işlerini daha tatmin edici bulacaklardır.

Üst yönetim uygulama aşamasına geçmeden önce kavram olarak TVB' in anlaşılması ve TVB' a inanılması gerekmektedir. TVB' ı başarıyla uygulayan yöneticilere danışmak veya yaptıkları operasyonu izlemek şüpheleri ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır.

### 3.1.2. TVB Uygulamasına Yönelik Eğitim Faaliyetleri

TVB gelişim programının ikinci adımı tanıtımın hemen ardından mümkün olduğu kadar çabuk başlanması gereken eğitim ve teşviklerdir. TVB eğitiminin amacı sadece TVB' ı açıklamak değil, ayrıca morali yükseltmek ve değişime karşı gösterilen direnci yumuşatmaktır. TVB' a gösterilen direnç değişik biçimlerde olabilir. Örneğin; bazı işçiler daha geleneksel bir iş bölümü tercih edebilir (Operatörler teçhizatın çalışmasını sağlarken, bakım işçileri gerekli onarımları yapar.). Üretim hattında çalışan işçiler çoğunlukla TVB' ın iş yükünü arttıracığından korkarlar. Ayrıca, VB' ı başarıyla uygulayanlar TVB' ın kazanç sağlayacağı konusunda şüphe içinde olabilirler.

TVB uygulama eğitimi, morali yükseltecek ve direnci ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmalıdır. İşçiler slayt gösterileri ve diğer görsel malzemeler kullanılarak eğitilebilirler. Eğitimler, ustabaşı ve diğer yöneticilerin küçük TVB grup toplantılarına davet edilmesiyle artırılabilir.

TVB eğitim aşaması boyunca, TVB uygulaması konusunda isteği arttıracak kampanyalar düzenlenir. Japon firmalar genellikle pozitif bir ortam yaratmak için ilan, plaket, TVB sloganları ve rozetler kullanmaktadır.

### 3.1.3. TVB İçin Gerekli Organizasyonel Yapının Oluşturulması

Yönetim kademesindeki elemanların eğitimi tamamlandıktan sonra, TVB teşvik sistemini kurmak için çalışmalara başlanabilir.

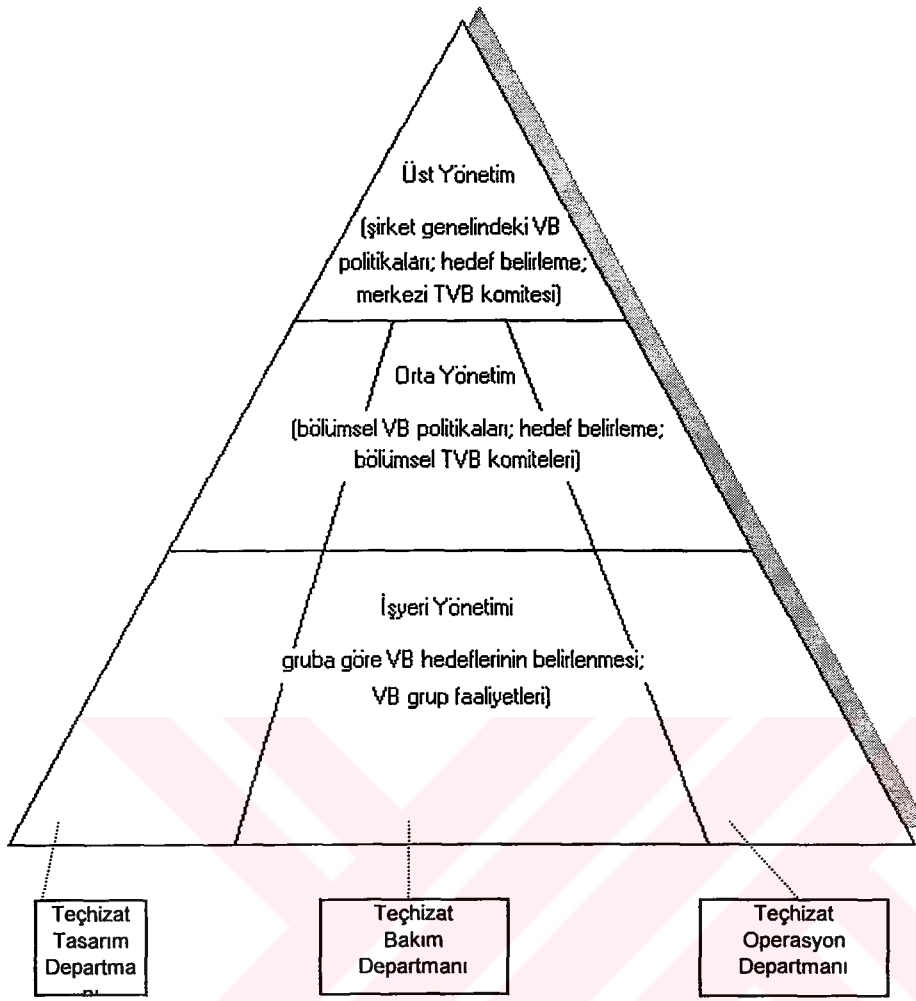
TVB gelişim yapısı, organizasyon matrisi, dikey yönetim organizasyonunun her seviyesinde bulunan komiteler, proje grupları gibi yatay grupların oluşturulmasına bağlıdır. Bu, TVB' ın şirket içinde yaygınlaşmasının başarılı olması ve desteklenmesi için son derece önemlidir. Şekil 3.1' de görüldüğü gibi, gruplar sıraya göre oluşturulmuştur. (Örneğin TVB teşvik komitesi ve işçiler için VB grupları) Alt-üst ilişkisinin oturtulması, hedef odaklı yönetimin alttan üste doğru oluşturulması, işçilerin küçük grup aktiviteleri kritik noktalardır.

Geleneksel olarak, kalite çemberleri gibi küçük grup aktiviteleri, yönetim yapısı dışında oluşturulur. TVB aktiviteleri yönetim yapısı içinde tam anlamıyla oturtulamazsa, daha önceden kurulmuş olan kalite çemberleri VB aktivitelerini geliştirmek için kullanılır. Yine de, otonom küçük grup aktiviteleri üretim yapısının varlığı ile sürdürülebilir.

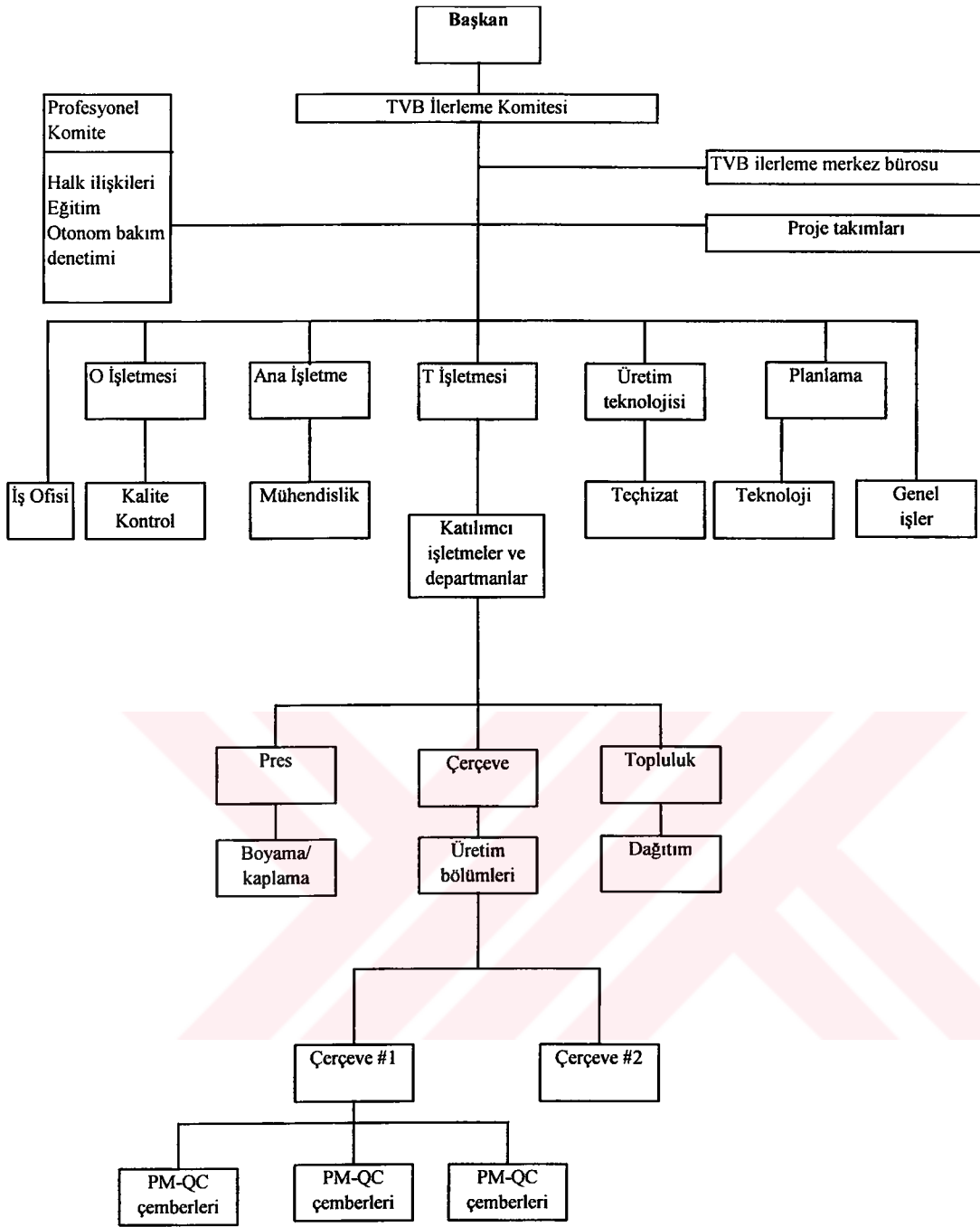
Yeni Verimli Bakım grupları liderlik sorumluluğu, bölüm ve grup liderlerine veya ustabaşılara dağıtılarak söz konusu yönetim yapısı içinden de oluşturulabilir.

Bazı araştırmacılar, küçük grup aktivitelerinin katılımcı yönetimi geliştirdiğini belirtmekte ve işçilerden üst yönetime kadar her seviyede organize edilmiş küçük gruplar arasında, iletişim sağlanmasını tavsiye etmektedir. Her grup lideri bir üstteki küçük gruba bir üye olarak katılır. Diğer bir deyişle, her grup lideri seviyeler arasında bağlantı kurma görevini üstlenir. Bu yatay iletişim gibi, dikey iletişimi de kolaylaştırır. Şekil 3.2, küçük grup aktivitelerinin yaygınlaştırıldığı bu tür organizasyona örnektir. Bu fabrikada, her seviyede yürütülen küçük grup aktivitelerine ilave olarak, 6 büyük kaybın önlenmesini sağlamak üzere profesyonel komiteler ve proje takımları oluşturulmuştur.

TVB' in uygulanması 3 yıldan daha fazla bir zaman almasından dolayı, TVB geliştirme merkezlerinin kurulması ve bu merkezlerde profesyonel bir kadronun istihdam edilmesi çok önemlidir. Üst yönetime hizmet eden bu profesyonel kadronun TVB gelişim yapısı içinde oynadığı rol çok önemlidir. Bu kişiler nitelikli elemanlar olmalı ve teçhizat yönetimi konusunda eğitilmelidirler.



Şekil 3.1 TVB teşvik yapısı (Nakajima, 1984)



Şekil 3.2 TVB Teşvik yapı örneği (Nakajima, 1984)

### 3.1.4. Temel TVB politikalarının ve hedeflerinin oluşturulması

TVB geliştirme merkezinde çalışan kadro, işe temel politika ve hedeflerin oluşturulması ile başlamalıdır. TVB ile hata ve arızaların ortadan kaldırılması en az 3 yıl zaman aldığından, TVB' ın yürütülmesi konusunda temel bir politika geliştirilmeli ve bu plan orta ve uzun vadeli yönetim planı içindeki kesinleşmiş TVB gelişim prosedürü ile birlikte yürütülmelidir. Çoğunlukla duvarlarda sadece şirket sloganlarının sergilenmesine rağmen, değişmez nitelikteki temel politikalar ve yönetimin yıllık hedefleri de bu şekilde duyurulmalıdır. Belirlenen politikalar yazılı ve sözlü bildirilerden oluşur, ancak amaçlar, hedefi (ne), miktarı (ne kadar), ve zaman aralığını (ne zaman) belirlediği için kesin ve ölçülebilir niteliktedir. Örneğin; temel bir yönetim politikası şöyle olabilir; “Tüm çalışanlar için elverişli bir çalışma ortamı yaratırken ve şirketin karlılığını arttırırken, diğer taraftan da kazaları, arızaları ve hataları ortadan kaldırarak kayıpları azaltmak.” Buna göre yönetimin amaçları kısa ve net olmalı, temel politika somut olarak ifade edilebilmelidir.

Arıza ve hataları tamamen ortadan kaldırmak elbette ki ulaşılamaz bir hedeftir. Bu nedenle, yönetim bu üç yıllık plan için orta sertlikte amaçlar belirlemelidir. Ulaşılabilir bir amaç belirlemek için, arızaların gerçek seviyesi ve mevcut arızaların karakteristikleri ve teçhizatın bir parçası başına düşen proses hata oranı ölçülmeli ve anlaşılmalıdır. Bazı şirketlerde bu bilgiye ulaşmak mümkün olmayabilir ve işe mevcut koşulların belirlenmesi ile başlamak gerekebilir.

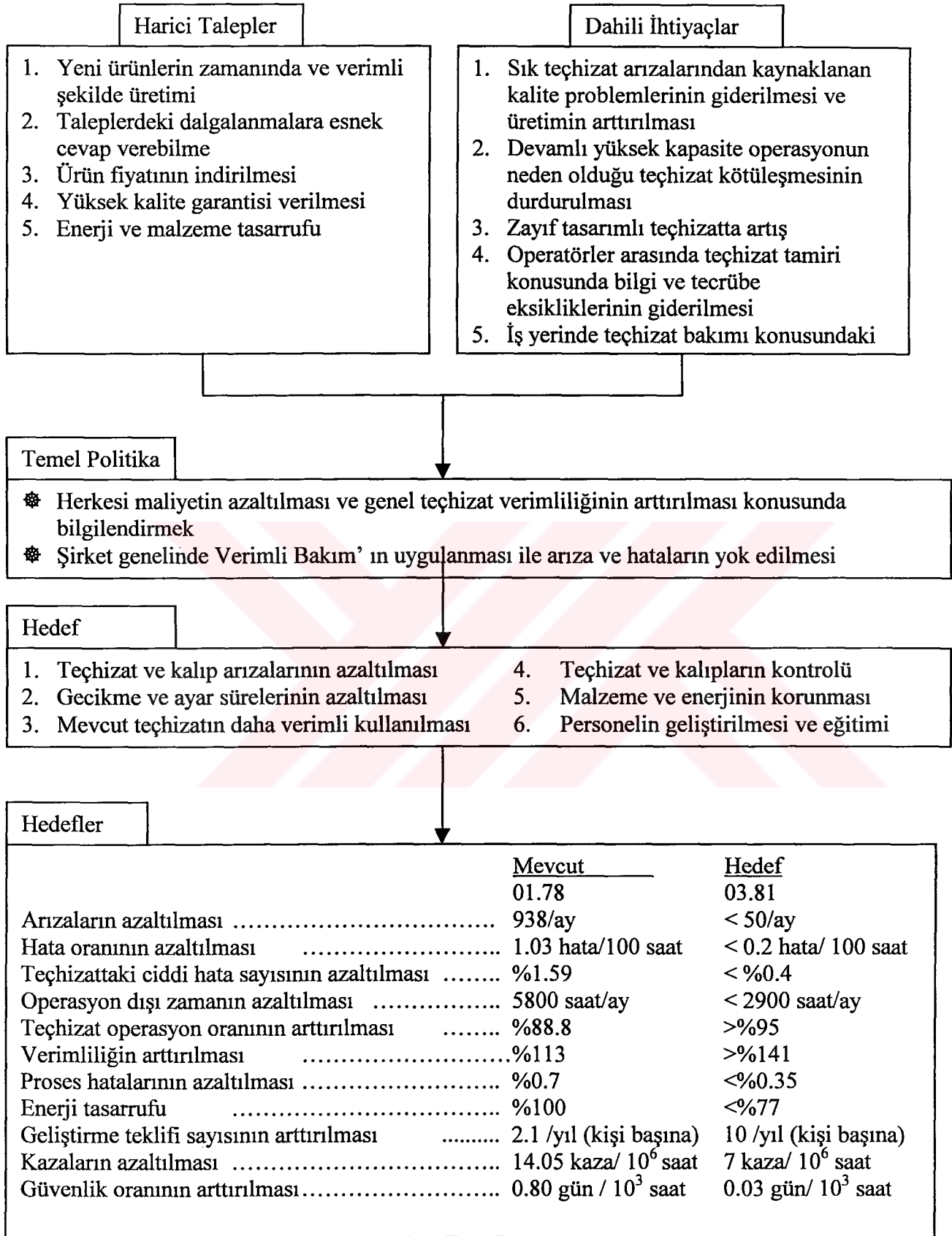
Bir şirkette ayda 40 teçhizat arızası meydana geldiğini ve %3 oranında proses hatası olduğunu varsayalım. Bu örnek bir kıyaslama (benchmark) olarak kullanıldığında, hata oranının üç yıl içinde onda bire düştüğü yani aylık arıza sayısının 4'e, proses hata yüzdesinin ise %0,03'e düştüğü görülür. Hedef seviyenin ne olması gerektiğine karar vermek için dahili ve harici ihtiyaçlar dikkate alınmalıdır. Bu yapıldıktan sonra üç yıllık hedef mevcut şartlarla karşılaştırılmalıdır. Daha sonra gelişim tahmin edilmeli, gelişmenin şirket işlerine katkısı değerlendirilmeli ve geri dönüş maliyeti hesaplanmalıdır.

Şekil 3.3, Tokai Rubber Endüstri Ltd.'den alınan temel TVB politika ve hedefleri için bir örnektir. Bu firma 1981 yılında hedeflerine başarıyla ulaştığı için VB ödülünü kazanmıştır.

Bir şirket ve fabrika için belirlenen orta ve uzun vadeli hedefler her departman seviyesi için geliştirilmelidir. Yıllık hedefler, küçük işçi grupları tarafından bağımsız olarak konulan gelişim hedef ve görevlerinin, şirketin genel hedefleri ile tutarlılığını sağlamakla sorumlu olan yöneticiler tarafından belirlenir.







Şekil 3.3 TVB politika ve hedeflerine temel örnek (Nakazato, 1990)

### 3.1.5. TVB ana uygulama planının hazırlanması

TVB geliştirme merkezlerinin bir sonraki sorumluluğu, TVB gelişimi için bir master plan kurmaktır. Bu plan; uygulamadan önceki hazırlık aşaması ile başlayarak TVB gelişimi için günlük bir programı mutlaka içermelidir.

Şekil 3.4, aşağıdaki beş temel gelişim aktivitesine dayanan “Central Motor Wheel Co.”dan alınan gerçek bir TVB master planıdır.

- 1- Proje takımları tarafından yürütülen, 6 büyük kaybın önlenmesi ile teçhizat verimliliğinin artırılması
- 2- Adım yöntemini takip eden otonom bir bakım programının oluşturulması
- 3- Kalite güvence
- 4- Bakım departmanı tarafından planlanmış bir bakım programının oluşturulması
- 5- Eğitim (Takeichi, 1989)



| 1979              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1980  |          | 1981      |           | 1982             |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|-----------|-----------|------------------|
| Hazırlık          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Giriş | Uygulama | Tamamlama | Dengeleme | Bakım Geliştirme |
| Tehizat Etkinliği | Grup aktiviteleri ile Model çizgisi yaratılması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |          |           |           |                  |
|                   | Ani arızaları önlemek için basamaklar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |          |           |           |                  |
|                   | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>Önleyici Bakım</div> <div>Ayarlama Zamanının Azaltılması</div> </div> <div style="text-align: center;">Parça Arızalarının Azaltılması</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |          |           |           |                  |
|                   | Otonom Bakım için Temel İnşa Edilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |          |           |           |                  |
|                   | Otonom Bakımın Kolaylaştırılması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |          |           |           |                  |
| Otonom Bakım      | <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">1) Başlangıç Temizliği</div> <div style="width: 50%;">4) Genel Muayene</div> <div style="width: 50%;">2) Zor Problemlerin Çözülmesi</div> <div style="width: 50%;">5) 2./4. Adımların Yeniden Değer.</div> <div style="width: 50%;">3) Temizleme ve Yağlama Standartları</div> <div style="width: 50%;">6) Öz denetim</div> <div style="width: 50%;">7) Organizasyon ve Düzen</div> <div style="width: 50%;">8) Hedef yönetimi</div> </div> |       |          |           |           |                  |
| Kalite Kontrol    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Üretime başlama kalitesini sağlamak ve yeterli kaliteyi tutturmak için çalışma</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |          |           |           |                  |
| Planlanmış Bakım  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mükemmel bakım yapılabilirliğinin geliştirilmesi</li> <li>• Kontrol için tamamlanmış sistem</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |          |           |           |                  |
| Beceri Oluşt.     | Mükemmel Bakım Becerileri      Aralık 1980 : 1. Şirket Toplantısı<br>Haziran 1981 : 2. Şirket Toplantısı<br>Mayıs 1982 : 3. Şirket Toplantısı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |          |           |           |                  |

Ödül kazanma seviyesine ulaşma, Şirket pozisyonunu kuvvetlendirme, elverişli çalışma ortamı yaratma

Şekil 3.4 TVB gelişimi için bir master plan

### 3.2. Toplam Verimli Bakım Uygulama Aşamaları

#### 3.2.1. TVB uygulamasının başlatılması

TVB' a başlangıç vermek, uygulamanın ilk adımı, 6 büyük teçhizat kaybına karşı mücadelenin başlangıcıdır. Hazırlık aşaması süresince baskın rolü yönetim ve profesyonel kadro oynar. Bu noktadan itibaren, işçiler de bireysel olarak kendi geleneksel rutin işlerinden sıyrılıp TVB uygulamasına başlamalıdır. “TVB’ da dinlenme odası yoktur” sözü, herkesin bu hedefe ulaşmada katılımcı olduğunu ifade eder. Bu nedenle, 6 büyük teçhizat kaybını yok etmek konusunda üst yönetimin belirlediği TVB politikasına herkes destek vermelidir.

TVB için verilen “start”, işçilerin morallerini ve işe bağlılıklarını arttıran bir atmosfer yaratılmasına yardımcı olur. Japonya’da bu atmosferi yaratmak için tüm çalışanlar için toplantılar düzenlenir. Bu toplantılara sık sık yan sanayi ve fason firmaların temsilcileri gibi tedarikçi firmalardan da katılımcılar davet edilir. Üst düzey yöneticiler, TVB yapısı, temel TVB politika ve amaçları, TVB’ ı geliştirmek için yapılan master plan gibi, hazırlık süresince yapılan işler ve geliştirilen planlar hakkında raporlar sunar. Daha sonra işçilerin temsilcisi, amaçlarına ulaşmak ve TVB ödülünü kazanmak için üstlenmeleri gereken ortak görevleri açıklarlar.

#### 3.2.2. Teçhizat Etkinliğinin Artırılmasına Yönelik Çalışmalar

TVB, ilk unsuru teçhizatın her parçasının etkinliğinin artırılması olan beş temel TVB geliştirme aktivitesi kullanılarak uygulanır.

Mühendislik ve bakım kadrosu, ustabaşları ve grup üyeleri kayıpların yok edilmesi için çalışacak bir takım olarak organize edilirler. Bu gelişmeler şirket için olumlu sonuçlar getirecektir. Uygulamanın ilk safhası süresince, TVB uygulanan başka firmalarda maliyetin azalması, verimliliğin ve kalitenin artması, elverişli bir çalışma ortamı yaratması gibi olumlu sonuçlar alındığının bilinmesine rağmen, TVB uygulamasına şüphe ile yaklaşan elemanlar olacaktır.

Bu şüpheyi yok etmek ve TVB’ a güven sağlamak için, üç aylık yoğun bir çalışma süresince kronik hatalarla çalışan teçhizatlarda meydana gelen iyileşmeler ortaya konur ve sunulur. Pilot teçhizat seçilir ve bir takım tahsis edilir.

Bu proje çift taraflı bir kazanca sahiptir. Bir yandan TVB etkinliğini sağlarken, bir yandan da mühendis ve bakım kadrosuna pratik tecrübe kazandırır. Ayrıca grup liderleri, bireysel

Çalışma merkezlerindeki diğerk teçhizatı iyileştirmek için kazandıkları tecrübeleri kullanabilirler.

Yöneticiler, hedefledikleri alanlarda gelişimi sağlamak için IE (Endüstri Mühendisliğı), QC (Kalite Kontrol) ve diğerk teknikleri uygulamak konusunda tereddüt etmemelidirler. “PM Analizi”, teçhizattaki kronik kayıpları ortadan kaldırmak için diğerk bir etkin tekniktir. Burada “P” harfi; “problem, olay, fiziksel” kelimelerini, “M” harfi ise “ makine, mekanizma, malzeme” kelimelerini simgeler.

PM Analizi aşağıdakileri içerir;

1. Problemin Tanımlanması: Problem veya kayıp dikkatle incelenir. Problemin belirtileri, şartları, etkilenen kısımları ve teçhizat, benzer problemlerle kıyaslanır.
2. Problemin Fiziksel Analizinin Yapılması: Bir fiziksel analiz, karışık detayları ve sonuçları açıklığa kavuşturur. Tüm kayıplar temel fizik kanunları ile açıklanabilir.
3. Probleme Sebebiyet Verebilecek Her Koşulun İzolasyonu: Bir arızanın fiziksel analizi, problemin meydana gelişini kontrol eden prensipleri ve bu koşulları hazırlayan şartları açığa çıkarır.
4. Yöntem, Malzeme ve Teçhizatın Değerkendirilmesi: Teçhizatla ilişki içinde tanımlanan her koşul dikkate alınmalıdır. Operasyon yöntemleri, teçhizat, malzeme, araçlarla ilişkili olan tüm koşullar ve bu koşulları etkileyen faktörlerin listesi dikkate alınmalıdır.
5. Araştırma Planının Yapılması: Her faktör için yapılacak araştırmanın yönü ve alanı dikkatle planlanmalıdır. Neyin nasıl ölçüleceğine karar verilmelidir.
6. Kötü Fonksiyonun Araştırılması: 5. Basamakta planlanan herşey tam olarak araştırılmalıdır. Küçük hataların etkileri ve hazırlanacak optimal koşullar akılda tutulmalıdır. Geleneksel faktör analizi yaklaşımından kaçınılmalı, zararsız olarak nitelendirilecek kötü fonksiyonlar gözardı edilmemelidir (Izumi, 1991).

### 3.2.3. Operatörler için otonom bakım programının kurulması

Beş TVB geliştirme aktivitesinin ikincisi olan, “Otonom Bakım”, geliştirme programının 8. adımıdır. Bu adım tam olarak TVB “start”ı verildikten sonra başlatılmalıdır.

Operatörler tarafından yapılan ve şirket içinde TVB gelişimini merkezi olarak düzenleyen otonom bakım, TVB' in en önemli özelliklerinden biridir. Operatörler ve bakım personeli, "ben çalıştırırım - sen onarırısın" anlayışından vazgeçemedikleri için, bir organizasyon ne kadar uzun sürede organize edilmişse, otonom bakım programı uygulamak o kadar zor olur. Operatörler kendilerini üretime adamaya alıştırlar ve bakım personeli de bakım için tam sorumluluk beklentisindedir.

TVB' in başlangıcından tam olarak uygulanmasına kadar ilerlemek için 2-3 yıl geçmesinin nedenlerinden biri de böyle davranışların ve beklentilerin birdenbire değiştirilemez olmasıdır. Bir şirket içindeki düşünceyi ve çevreyi değiştirmek zaman alır.

TVB' ı ilerletmede, üst kademedan alt kademeye kadar organizasyon içindeki herkes, otonom bakımın uygulanmasının operatörler için mümkün olduğuna ve her bireyin kendi teçhizatı için sorumlu olması gerektiğine inanmalıdır. Ayrıca her operatör, otonom bakımı uygulamada gereken yeteneklerini geliştirmek üzere eğitilmelidir.

TVB' ı henüz uygulamamış bazı Japon şirketleri, operatörlerinin inceleme, yağlama ve temizleme gibi otonom bakım faaliyetlerini uyguladığını belirtmektedir. Ancak birçok durumda, operatörler hiç çaba sarfetmeden sadece işlemlerin üzerinden geçmektedir. Doldurdukları günlük kontrol kağıtları, tavırlarını açık olarak göstermektedir. Bazı operatörler önceden bazı maddeleri işaretlerler (bir sonraki gün o işle uğraşmamak için), bazen önemli işler ihmal edilir (örneğin, düzenli olarak doldurulması gereken yağ deposu boştur). Ayrıca, bu kuruluşlarda teçhizatın düzgün olarak bakımı yapılmadığı için kirlenme, korozyon, gevşeme, titreme ve aşınma, bozulmalar ve kalite hataları ortaya çıkar.

### 3.2.3.1. Otonom bakım aşamaları

Beş "S" : *seiri, seiton, seiso, seiketsu* ve *shitsuke* (organizasyon, düzenlilik, saflık, temizlik ve disiplin) operasyon yönetiminin başlıca prensipleridir. Günümüzde, birçok fabrika bu prensiplerden bazılarını uygulasa da, birçoğu üstünkörü olarak yapılmaktadır. Yönetim genellikle, daha çok fabrika içindeki teçhizatın boyanması gibi görüntü ile ilgilenmektedir; dönen ve hareket eden parçaların iç temizliğini ihmal etmektedir. Boya ile kir, toz ve pası kapatmak, sağlıklı bir cilt üzerine ağır makyaj yapmak gibidir. Makyaj, kısa süre sonra alttaki sağlıklı cildi ortaya çıkararak bozulur. Üzerini kapatmak durumu daha da kötü yapabilir.

JIPM, yüzeysel otonom bakımı önlemek isteyen şirketlere, 5S' in ilerletici üstünlüğünü içeren Yedi Adım Yaklaşımını benimsemelerini tavsiye etmektedir (Çizelge 3.2). Bireysel işçiler her adıma ilişkin yeteneklerini eğitim ve uygulama ile kazanırlar. Sadece bir yetenekteki eğitim tamamlandıktan ve onaylandıktan sonra, işçinin diğer adıma ilerlemesine izin verilir.

Çizelge 3.2, Japon danışman Fumio Goto tarafından geliştirilen yedi-adım yönteminin ana hatlarını göstermektedir. Burada, her adımın amaçları ve hedefleri özetlenmiştir.

Çizelge 3.2 Otonom Bakım Geliştirilmesi için Yedi Adım Örneği (Kato ve Seisakosyo, 1994)

| Adım                                        | Faaliyetler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. İlk Temizlik                             | Teçhizatın gövdesindeki kir ve tozu yoketmek için temizleyin; yağlayın ve sıkılaştırın; problemleri keşfedin ve düzeltin.                                                                                                                                                                                                                              |
| 2. Problemlerin kaynağında karşıt tedbirler | Kir ve toza sebep olan etkenleri önleyin; temizlenmesi ve yağlanması zor parçaları iyileştirin; temizlik ve yağlama için gereken zamanı azaltın.                                                                                                                                                                                                       |
| 3. Temizlik ve yağlama standartları         | Temizlik, yağlama ve sıkılaştırma için harcanan zamanı azaltacak standartlar oluşturun. (Günlük ve periyodik görevler belirleyin.)                                                                                                                                                                                                                     |
| 4. Genel Denetim                            | Çember üyeleri küçük teçhizat hatalarını keşfeder ve düzeltir.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5. Otonom Denetim                           | Otonom denetimi geliştirin ve uygulayın.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6. Organizasyon ve düzen                    | Bireysel çalışma alanı kontrol kategorileri oluşturun; bakım kontrolünü sistemleştirin <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temizlik ve yağlama için denetim standartları</li> <li>• Çalışma alanında temizlik ve yağlama standartları</li> <li>• Verilerin kaydedilmesi için standartlar</li> <li>• Parça ve teçhizat için standartlar</li> </ul> |
| 7. Tam otonom bakım                         | Şirket politikasını ve hedeflerini daha ileri geliştirin; iyileştirme faaliyetlerini arttırın. MTBF analiz sonuçlarını kaydedin ve buna göre karşıt tedbirleri tasarlayın.                                                                                                                                                                             |



**1. İlk temizlik.** Operatörler makinalarının temizliği konusunda titiz ve dikkatlidirler. Temizlik, bazı sorular ortaya çıkaran (bu parçanın üzerinde niye kir çabuk birikiyor gibi) ve bazılarını yanıtlayan (bu cıvata düzgün olarak sıkılaştırıldığında titreşim olmuyor) eğitici bir prosestir. Operatörler temizliğin denetim olduğunu öğrenirler. Ayrıca, temel yağlama ve bakım tekniklerini öğrenirler ve teçhizat problemlerini tespit etmede yetenek kazanırlar.

**2. Kir ve tozun nedenleri ve etkileri için tedbirler.** Çalışanların ilk temizliği uygulaması ne kadar zor olursa, teçhizatı temiz tutma ve temizlik süresini azaltma istekleri o kadar kuvvetli olacaktır. Kir, toz veya küçük parçaların nedenlerini yok edecek veya saçılmayı ve yapışmayı sınırlayacak (örneğin, koruyucular ve örtüler kullanarak) tedbirler alınmalıdır. Eğer bir sebep tam olarak ortadan kaldırılamıyorsa, sorunlu alanlar için daha etkili temizlik ve denetim prosedürleri tasarlanmalıdır. Her iş grubu, kendi çalışma alanını temizleme ve iyileştirmeden sorumludur ama mühendislik ve bakım personeli de onların çabalarını desteklemelidir.

**3. Temizleme ve yağlama standartları.** Birinci ve ikinci adımda operatörler, kendi teçhizatlarına uygulanması gereken temel koşulları belirlemektedir. Bu yapıldıktan sonra, TVB çemberleri, bozulmaları önleyen; temizleme, yağlama, cıvatalama gibi hızlı ve etkili temel bakım çalışmaları için standartları saptayabilir.

Temizleme, yağlama, cıvatalama ve küçük hataları tespit etme için müsait olan zaman sınırlıdır. Deneticiler, temizleme ve yağlama için harcanacak zaman için operatörlere mantıklı hedefler vermelidir - örneğin, operasyondan önce ve sonra günde on dakika, haftasonlarında otuz dakika ve ay sonunda bir saat gibi.

Eğer operatörler tarafından saptanan standartlar hedef zamanlar içinde sağlanamazsa, temizleme ve yağlama uygulamalarını iyileştirmelidirler. Bu, şartlandırıcılarda sınırları gösterecek görsel kontroller, şartlandırıcıların daha iyi yerleştirilmesi ve daha etkili yağlama yöntemleri gibi yenilikçi fikirlerin keşfedilmesiyle mümkün olabilir. Böyle durumlarda, operatörler, deneticilerin ve personelin tam desteği ve katılımı ile değişiklikler yapabilir.

**4. Genel Denetim.** Birden üçe kadar olan tüm adımlar, bozulmaları engellemek ve teçhizat bakımının temel şartlarını - temizleme, yağlama ve cıvatalama- kontrol etmek için yapılmaktadır. Dördüncü adımda, teçhizatın genel denetimi ile bozulmanın ölçülmesine çalışılmaktadır. Ayrıca, teçhizatın iyi çalışma şartlarına geri kazanılmasına çalışırken, çalışanların teçhizat hakimiyeti artmaktadır.

Başlangıç olarak, TVB çemberi yöneticileri, deneticiler ve personel tarafından hazırlanmış genel denetim kılavuzunu (elkitabını) kullanarak denetim prosedürleri üzerine eğitilmektedirler. Bu liderler daha sonra, öğrendiklerini çember üyeleriyle paylaşırlar. Takım

üyeleri, genel teçhizat denetiminde tespit edilen sorunlu alanları hedef alacak şekilde beraber çalışırlar. Son olarak, çalışanların ve bakım personelinin de yardımıyla, çember, bozulmaları düzeltmek ve etkilenmiş alanları iyileştirmek için faaliyeti başlatır.

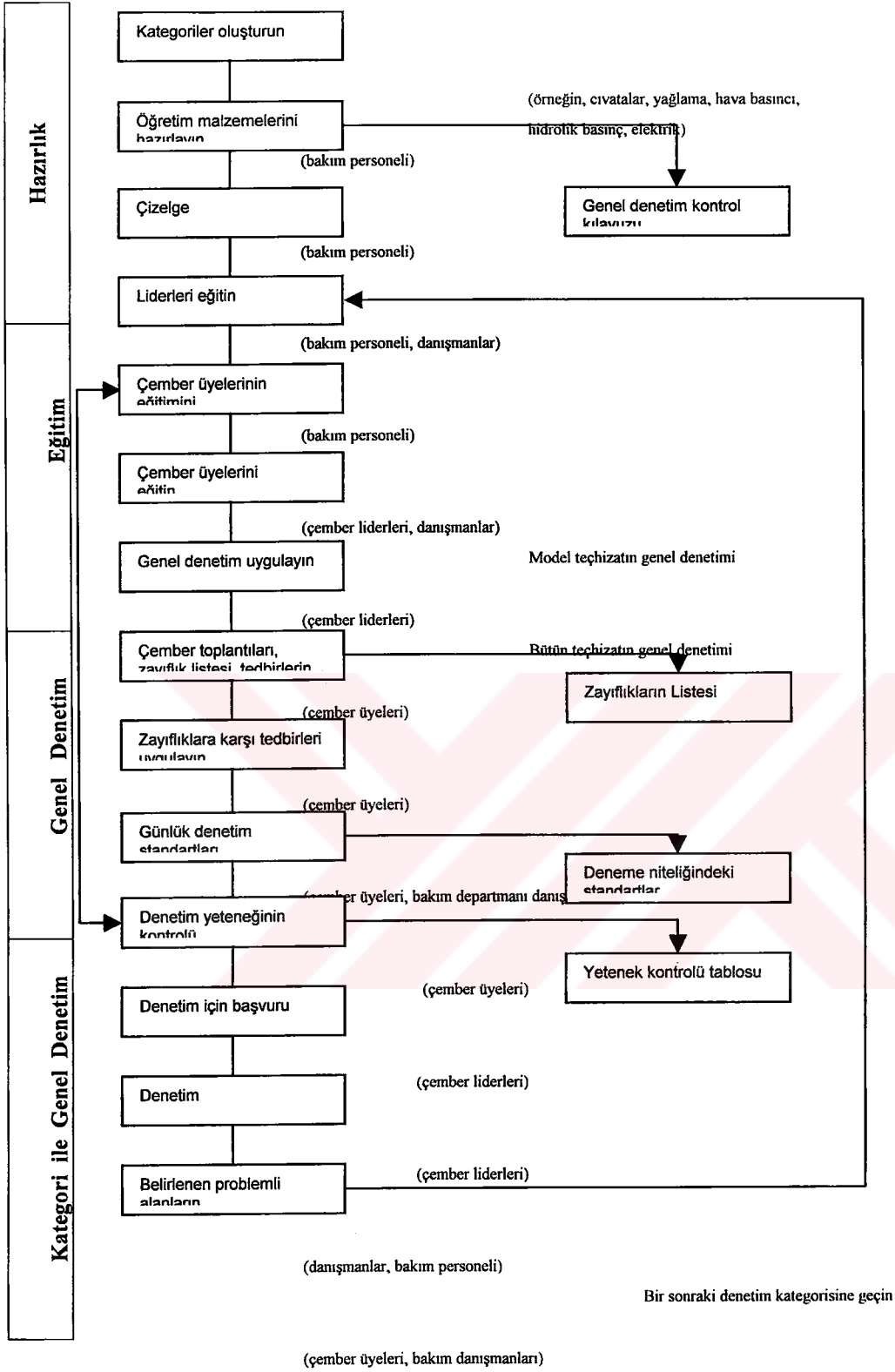
Şekil 3.5, çalışanları eğitmek ve genel bir teçhizat denetimini uygulamak için gerekli gelişim adımlarını göstermektedir.

Genel denetim eğitimi, yetenek gelişimi ile başlayarak ve her seferinde bir kategori ele alınarak uygulanmalıdır. Bu eğitimin etkinliği, ilave bir eğitim ve pratik uygulamalar ile denetlenmeli ve takviye edilmelidir. Eğitim, uygulama, denetleme ve modifikasyon çemberi, her denetim kategorisi için tekrar edilmelidir.

Bu dördüncü adımın tamamlanması uzun sürebilir, çünkü bütün operatörler anormallikleri tespit edebilecek yeteneği geliştirmelidirler. Bu, usta operatörlerin oluşmasında en iyi yöntemdir; bu yüzden, bu adım aceleye getirilmemelidir. Her çalışan bütün gerekli yetenekleri elde edene kadar olumlu sonuçlara ulaşamaz.

Otonom bakımın ilk üç adımı temel ihtiyaçları karşılamak üzerinde odaklanmaktadır; bu yüzden, bu erken kademedeki çabalar her zaman dramatik sonuçlar göstermez. Ancak dördüncü adımın sonunda, şirket, teçhizat hatalarında %80 azalma veya %80' in üzerinde toplam teçhizat etkinliği gibi mükemmel değişikliklere tanık olacaktır.

Eğer bu zamana kadar sonuçlar ortaya çıkmadıysa, önceki adımlarda öğretilen yeteneklere tam hakim olunmamıştır. Ayrıca, teknik tecrübenin yetersizliği de sözkonusu olabilir. Eğer durum buysa, en baştan başlamak ve teknik seviyeyi arttırmaya çalışmak gerekmektedir.



Şekil 3.5 Denetim eğitiminin geliştirilmesi için prosedürler

**5. Otonom denetim.** Birinci adımdan üçüncü adıma kadar kurulan temizleme ve yağlama standartları, beşinci adımda, çelişkileri yok etmek ve bakım faaliyetlerinin kurulan zaman ve amaçlar çerçevesine uyduğundan emin olmak için karşılaştırılmakta ve yeniden değerlendirilmektedir.

Operatörler, genel denetimi uygulamak üzere tam ve dikkatli bir şekilde eğitildiklerinde (adım 4), bakım departmanı yıllık bakım takvimi oluşturmalıdır ve kendi bakım standartlarını hazırlamalıdır. Çalışma grubu çemberleri tarafından geliştirilen standartlar daha sonra, gözden kaçanları düzeltmek ve her kategorideki çakışmaları ortadan kaldırmak için, bakım standartları ile karşılaştırılmalıdır. İki grubun sorumlulukları, her kategori için tam denetim gerçekleştirilecek şekilde açık olarak tanımlanmalıdır.

**6. Organizasyon ve düzenlilik.** *Seiri*, ya da organizasyon, çalışma yerinin her yönünü belirlemek ve uygun standartları oluşturmak anlamına gelir. Bu, yönetilecek objeleri veya şartları azaltması ve kolaylaştırması gereken yöneticilerin ve danışmanların işidir. *Seiton*, ya da oluşturulan standartlarla bağdaşma anlamına gelen düzenlilik, çoğunlukla operatörlerin sorumluluğudur. Çember faaliyetlerinin bir kısmı, standartların takibini kolaylaştıracak iyileştirmeler üzerine odaklanmalıdır.

*Seiri* ve *seiton*; kolaylık, organizasyon ve standartlarla bağdaşmayı ilerleten iyileştirme faaliyetleridir. Aynı zamanda, fabrika içinde görsel kontrollerin ve standardizasyonun kurulduğunu garantilemenin yollarıdır.

Birden beşe kadar olan adımlar, temel teçhizat şartlarının (temizleme, yağlama ve cıvatalama) bakımı ve denetimi ile alakalı olan faaliyetler üzerinde odaklanmıştır. Ancak, operatörün rolü, bundan daha fazladır.

Altıncı adımda, danışmanlar ve yöneticiler, operatörlerin rollerini değerlendirerek ve onların sorumluluklarını belirleyerek, otonom bakımın uygulanmasını tamamlamada öncülük etmelidir. Örneğin, bozulmalardan ve hatalardan kaynaklanan kayıpları önlemek için operatörlerin ne yapması gerektiği ve ilave olarak hangi yeteneklere sahip olmaları gerektiği tespit edilmelidir.

Temel şartları sağlamada ve teçhizatı denetlemede, operatörler aşağıdaki durumlar için de sorumlu olabilir:

- Operasyonun ve tertibatın düzeltilmesi (şartları hazırlamak ve ürün kalitesini kontrol etmek)

- Anormal durumların tespit edilmesi ve düzeltilmesi
- Operasyon, kalite ve proses şartları hakkında verilerin toplanması
- Makinaların, kalıpların, aparatların bakımı

Çizelge 3.3, organizasyon ve düzenlilik için standartların bir örneğidir. Burada altıncı adım, altı altgruba bölünmüştür.

**7. Otonom bakımın tam uygulanması.** Ustabaşılar tarafından yönetilen çember faaliyetleri ile, çalışanların morali ve rekabeti artmaktadır. Sonuç olarak, kendi işlerini izlemesi ve otonom olarak iyileştirme uygulaması beklenen, bağımsız, yetenekli ve kendine güvenen çalışanlar olmaktadır.

Bu kademede çember faaliyetleri, altı kaybı yok etmek ve her çalışma grubunda proje takımları tarafından model teçhizat için benimsenen iyileştirmeleri uygulamak üzerinde odaklanmalıdır.

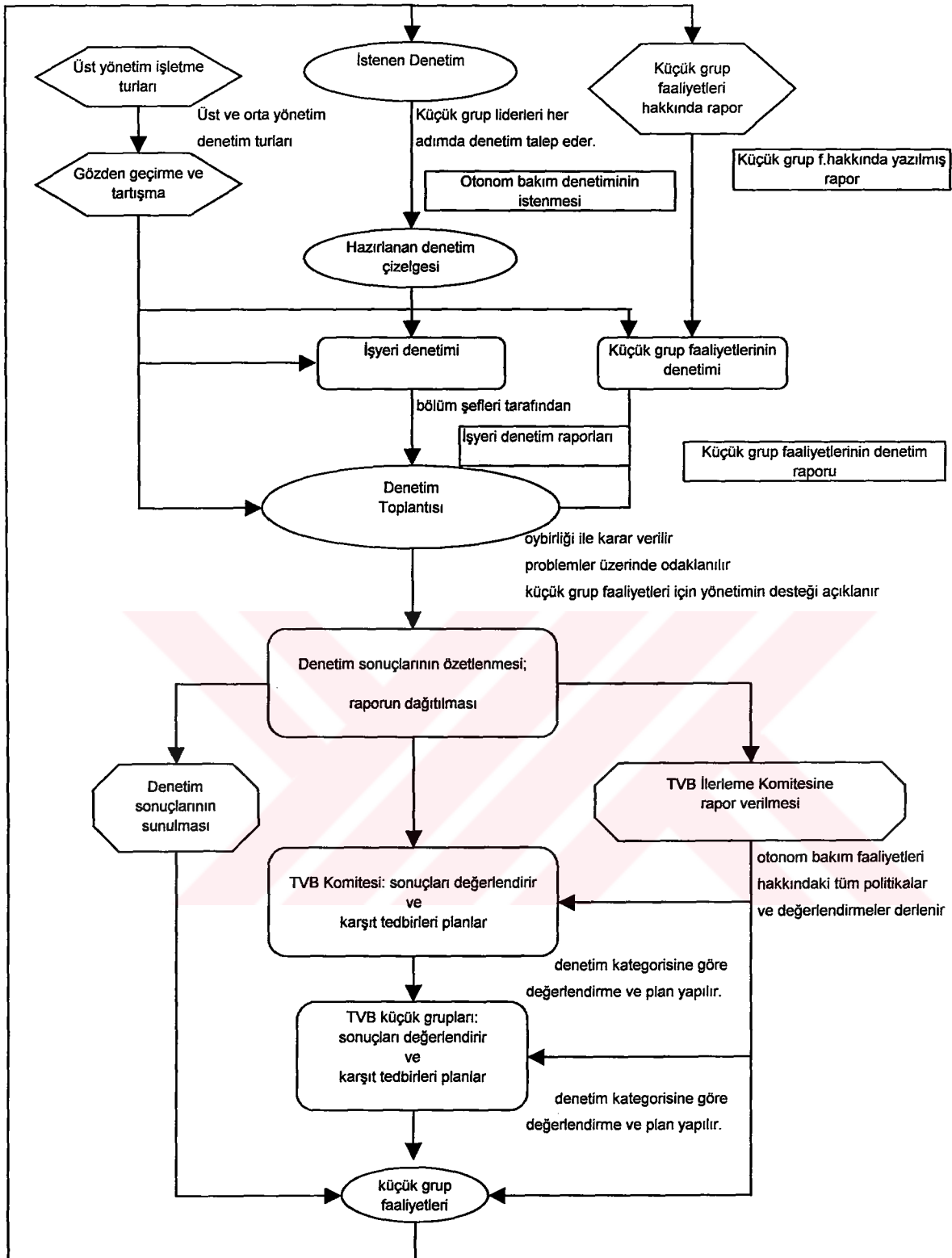
Çizelge 3.3 Otonom Bakımda Organizasyon ve Düzen Örneği (Nakazato, 1990)

| Odak                              | Uysurlar                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operatörün sorumluluğu            | İşçi sorumlulukları için standartlar organize edin ve bunlara tam bağılı kalın.                                                                      |
| İş                                | Ürünlerin, hurdaların, atıkların ve tüketimlerin (boya gibi) görsel kontrolünü ve organize işlemleri ilerletin.                                      |
| Kalıplar, jigler, aletler         | Kalıpları, aletleri, jigleri görsel kontrol sırasında kolay bulunabilecek şekilde düzenleyin; onarım için standartlar oluşturun.                     |
| Ölçüm aletleri                    | Ölçüm aletlerinin tam olarak çalıştığından emin olun; bozulmaları tespit edin ve düzeltin; denetim için standartlar oluşturun.                       |
| Teçhizat Doğruluğu                | Operatörler teçhizatın doğruluğunu (kaliteyi etkilediği için) kontrol etmelidir ve prosedürler oluşturmalıdır.                                       |
| İşletme ve hataların düzeltilmesi | İşletme, kuruluş/ayarlama ve proses şartlarını oluşturun ve izleyin; kalite kontrol standartları oluşturun; problem çözme yeteneklerini iyileştirin. |

### 3.2.3.2. Otonom bakım denetimi

Çember faaliyetlerinin ve teçhizatın danışmanlar ve çalışanlar tarafından denetimi otonom bakım sisteminin başarılı gelişiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Danışmanlar ve çalışanlar, etkin denetim gerçekleştirmek için, çalışma alanının çevresini çok dikkatli anlamalıdır ve çalışanlara her adımı tamamladıklarında başarı hissi verebilmek için uygun talimatlar ve yüreklendirmeler sağlamalıdır. Şekil 3.6, otonom bakım denetimin döngüsünü göstermektedir.





Şekil 3.6 Otonom bakım denetim döngüsü



### 3.2.4 Bakım departmanı için planlı bakım sisteminin oluşturulması

Geliştirme programındaki dokuzuncu adım, bakım departmanı için çizelgelenmiş periyodik bakım programı olup, beş temel TVB faaliyetlerinden biridir.

Bakım departmanı tarafından gerçekleştirilen bakım çizelgesi, operasyon departmanının otonom bakım faaliyetleri ile koordineli olmalıdır. Böylece iki departman, bir arabanın tekerlekleri gibi aynı anda işleyebilir.

Bakım departmanının desteği, genel bakım çalışanların adeti haline gelene kadar, TVB geliştirme programının tanıtılmasının öncesinden daha gerekli olacaktır. Örneğin operasyonlar, zayıflıkları göstermek ve problemli alanlar için tedbir almak üzere bakıma bağlı olacaktır. Ayrıca azalmakta olan bozulmalar, ilgi çekmeye devam edecektir. Böylece, bakım departmanının yükü her zaman yüksek olacaktır. Bu geçici fazla iş yükü, sürekli fazla mesai ile kontrol altında tutulmalıdır. Aksi takdirde operatörler, otonom bakımın geliştirilmesine olan heveslerini kaybedeceklerdir.

Genel denetim operatörlerin adeti haline geldiğinde, bakım işinin hacmi bir kez ortadan kalkacaktır. Bozulmaların sayısı ve bakım faaliyetleri belirgin bir şekilde azalacaktır. Bu noktada, bakım departmanı kendi organizasyonu üzerinde odaklanmalıdır.

Çizelgelenmiş veya periyodik bir bakım programının geliştirilmesi, operatörlerin genel denetim prosedürleri (Adım 4) tamamen kurulmadan önce başlamalıdır. Bakım departmanı, bağımsız olarak teçhizat standartları geliştirmelidir. Böylece otonom bakım boyunca (Adım 5), operasyon departmanı tarafından hazırlanan standartlar ile karşılaştırılması mümkün olur. İki departmanın sorumluluklarının belirgin ayrımı, etkin ve titiz denetimin anahtarıdır ve her iki standart kümesi birleştirildiğinde gerçekleştirilebilir.

Verimli bakım ilk olarak tanıtıldığı için, çizelgelenmiş bakım geniş olarak tartışılmıştır ve daha fazla üzerinde durulmasına gerek yoktur. Burada söylenmesi gereken tek şey, çizelgelenmiş bakımın, bir şirkette yetersiz olduğunda, yeniden değerlendirilmesi ve TVB geliştirme programının bir parçası olarak iyileştirilmesi gerektiğidir.

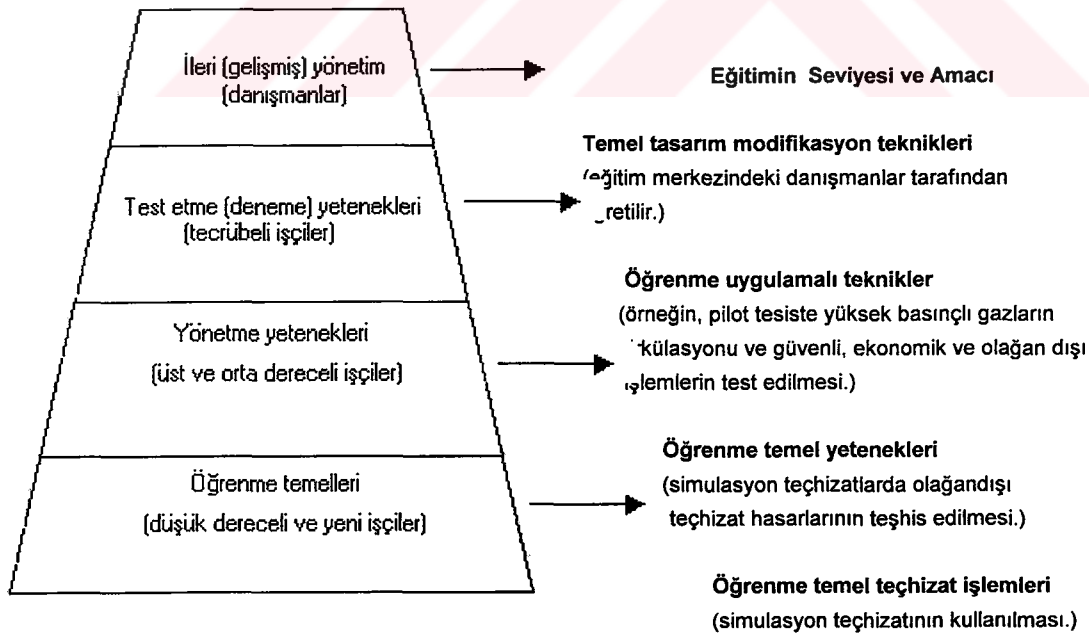
Ayrıca, faaliyetlerinin etkinliğini arttırmak için bakım departmanı, yedek parçaların, teçhizatların, denetim cihazlarının ve teknik çizimlerin kontrolünü yeniden değerlendirmelidir.

### 3.2.5 Operasyon ve Bakım Yeteneklerinin İyileştirilmesi İçin Eğitim

Operasyon ve bakım yeteneklerinin iyileştirilmesi, TVB geliştirme faaliyetlerinin dördüncüsü; TVB geliştirme programının da onuncu adımıdır.

Japonya' da büyük çelik ve elektronik şirketleri, çalışanlarına iyi teçhizatlı merkezlerde teknik eğitim sağlamaktadırlar. Diğer Japon şirketleri ise, özellikle bakım teknikleri konusundaki eğitimin değerinin farkında değildirler. Eğitim ve öğretim, insanlara yapılan yatırımlardır ve birçok kazanç sağlarlar. TVB uygulayan bir şirket, çalışanlarının teçhizatlarını düzgün olarak yönetmesini sağlayan eğitimlere yatırım yapmalıdır. Bakım tekniklerindeki eğitime ek olarak, operatörler aynı zamanda geleneksel operasyon yeteneklerini de geliştirmelidir.

Tanıtıcı maddelerin içeriği ve organizasyonu, bir şirketten diğerine değişmektedir. Diğer taraftan, operasyon ve bakım için teknik eğitim ve uygulama, çalışma yerinin bireysel ihtiyaçlarına göre şekillendirilmelidir. Örneğin, 1982 PM ödülünü kazanan Nihon Zeon' un Mizushima işletmesinde operatörlere günlük bakımların ve kolay tamirlerin yapılması öğretilmişti. Üretim işletmesinde anormal koşulları simule eden teçhizatları kullanarak operatörler, beklenmedik ve kriz durumlarıyla nasıl başa çıkılacağını öğrenmişlerdir. Bu simulasyon eğitimi farklı seviyelerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Operatörler için Simulasyon Eğitim Örneği

Bakım personeli doktorlar gibidir, becerikli olmalıdırlar, aksi taktirde hastanın durumu daha da kötüleşir. Japonya' da 1984 yılında, teçhizat bakımında kaliteyi arttırmak için, teçhizat bakım personeli için teknik yeterlilik sınavları yapılmıştır. Bu sınavlar, mekanikçiler için yapılan ulusal sınavlara benzemektedir. Geçmişte, üretimde yeterli olan bireyler, teçhizat bakım personeli olarak sertifikalandırılıyorlardı. Şimdi ise, bakım çalışanları kendi alanlarında sertifikalandırılabilirlerdir.

Bakım eğitimine olan talebe cevap olarak JIPM, üye şirketlerinin de yardımıyla, birçok şubesinde eğitim merkezleri kurmuştur. Bu merkezlerde öğretilen dört aylık ve dört bölümlük teknik kurslarında, TVB uygulayan şirketlerin bakım personeli kendi teçhizatları hakkında daha fazla bilgi öğrenmektedir.

### 3.2.6. Erken teçhizat yönetim programının geliştirilmesi

TVB geliştirme faaliyetlerinin sonuncusu erken teçhizat yönetimidir. Yeni bir teçhizat tesis edildiği zaman, tasarım, üretim ve yerleştirme düzgün görüldüğü halde, 0-serisi üretim ve seri üretimde ve çalışma sırasında bazı problemler çıkar. Üretim ve bakım mühendisleri, normal çalışma başlamadan önce birçok iyileştirme yapmak zorunda kalabilir. Buna rağmen, bozulmaları engelleyecek ilk temizlik ve yağlama, başlangıç peryodu tamirleri, denetim ve ayarlama o kadar zordur ki, mühendislerin gözü korkar. Sonuç olarak, teçhizat duruşlarını küçük bozulmalar için bile gereksiz yere uzatan denetim, yağlama ve temizlik ihmal edilebilir.

Bu başlangıç problemleri ve sonradan uygulanan teçhizat iyileştirmeleri, tasarım ve konstrüksiyon kademelerindeki gevşek uçların bağlanmasını temsil etmektedir. Bu olay, kademenin veya hızın artırılmasından ve teknolojik gelişmeleri yakalamak için üretimin otomatikleştirilmesinden kaynaklanmayabilir. Genellikle teçhizata, uygun işletme şartlarının yerleştirilmesiyle engellenebilir.

Üretim bakımının kalitesi; teçhizatın güvenilirliği ve bakımının yapılabilirliğini garantileyen teknolojinin mühendislik, tasarım ve bakım personelinin doğrudan tecrübesi ve çabaları ile mi geliştirildiği yoksa sadece şirket dışından getirilip getirilmediği ile belirlenir.

Erken teçhizat bakımı, bakım önlemeye (MP) ve bakımsız tasarıma kapsamlı yaklaşımın bir parçası olarak, üretim mühendislik ve bakım personeli tarafından uygulanmaktadır. Bu amaçlar, teçhizat yatırımını planlama kademesi, tasarım, üretim, yerleştirme ve test-çalıştırma gibi çeşitli kademelerde, iyileştirme faaliyetleri ile geliştirilmektedir: Hataları ve yanlışları tespit etme ve düzeltme, bu faaliyetlere dahildir.

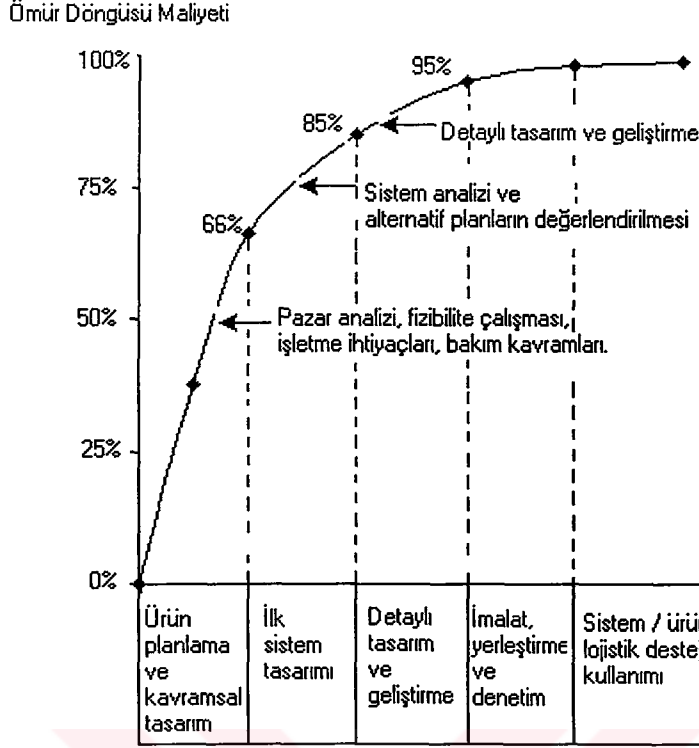
Bu faaliyetler, şunları hedeflemektedir:

- Teçhizat yatırımını planlama kademesinde oluşturulan sınırlar içerisinde en yüksek seviyelere ulaşmak.
- Tasarımdan işletmeye almaya kadar olan süreyi azaltmak.
- Bu süre içerisinde, çalışma yükü dengesizliği olmadan ve minimum işçilik ile etkin olarak ilerlemek.
- Tasarlanan teçhizatın, en yüksek seviyede güvenilirlik, bakım yapılabilirlik, ekonomik işletilebilirlik ve güvenlik seviyelerinde olduğunu garantilemek.

Sorunları kaynaktan yok etmek için tasarım mühendisleriyle beraber çalışmak ve bireysel proje takımlarındaki faaliyetleri geliştirerek, mühendislik ve bakım personeli MP (bakım önleme) tasarımı hakkında bilgi kazanabilir ve uygulayabilirler.

0 serisi üretim, test çalışmaları yapıldıktan ve teçhizat yerleştirildikten sonraki gerçek üretim aşamasıdır. Hataların seri üretime taşınmasını engellemek üzere erken kademelerde faydalıdır, ancak 0 serisi üretim beklenmeyen hataların farkedilmesi ve düzeltilmesi için en son fırsattır. Bu aşama boyunca meydana gelen hatalar, iyileştirmeler için erken fırsatların ihmal edildiğini göstermektedir.

TVB' nin amacı teçhizat verimliliğini arttırmaktır; diğer bir deyişle ekonomik ömür döngü maliyetlerini (LCC) minimize etmektir. B.S. Blanchard' a göre LCC' nin %95' i tasarım kademesinde belirlenmektedir (Şekil 3.8). Operasyonun bakım ve enerji giderleri, teçhizatın orijinal tasarımı ile belirlenmektedir. Tasarım kademesinden sonra LCC' yi azaltma çalışmaları yalnızca toplam şeklin %5'ini etkileyecektir.



Şekil 3.8 LCC' yi etkileyen faktörler

Aşağıdaki iyileştirme çalışmaları, ömür döngü maliyetlerini olumlu etkileyebilir:

- Teçhizat-yatırım kademesinde ekonomik değerlendirme
- Bakım önleme veya bakımsız tasarım ve ekonomik LCC' nin göz önünde bulundurulması
- Toplanan Bakım önleme verilerinin etkili kullanımı
- 0 serisi üretim kontrol faaliyetleri
- Bakım yapılabilirliği ve güvenilirliği arttıracak titiz ve dikkatli çalışmalar

Bu yüzden, teçhizat mühendislerinin, tasarımın güvenilirlik ve bakım yapılabilirlik için geliştirildiği durumlarda çalışmaları çok yararlıdır. Bu bilgiler daha sonra değerlendirilmeli ve tasarım teknoloji standartları haline geliştirilmelidir.

Maalesef birçok durumda, teçhizat planlama, operasyon ve bakım departmanları arasındaki zayıf iletişim, güvenilirlik ve bakım tasarımı hakkındaki rutin PM faaliyetlerinden elde edilen teknik iyileştirme verilerinin kullanımını engellemektedir. Bakım mühendisleri, tasarım ve üretim kademelerinde gerekli olabilecek güvenilirlik ve bakım yapılabilirlik ile alakalı verileri

paylaşmamaktadırlar. Tasarım mühendisleri de, elde ettikleri bakım verilerini kullanmamaktadır ve genel teknik verilerini standartlaştırmamaktır. Bakım ve tasarım mühendisleri, bakım ve tasarım teknolojisi arasındaki boşluğu doldurmak için beraber çalışırlarsa, birçok kayıp engellenebilir.

### **3.2.7 TVB uygulama performans hedeflerinin değerlendirilmesi**

TVB geliştirme programının en son adımı, TVB uygulamasının mükemmelleştirilmesi ve gelecek için daha yüksek hedeflerin belirlenmesidir. Bu dengeleme (kararlılık/stabilizasyon) süresi boyunca, herkes TVB sonuçlarını iyileştirmek için sürekli çalışmalıdır.

Bu noktada, PM ödülü için Japon şirketleri değerlendirilmiştir. Bir şirket PM ödülünü aldıktan sonra bile, iyileştirme çalışmaları devam etmelidir, PM ödülünün alınması sadece yeni bir başlangıcı sembolize etmektedir. PM ödülünü kazanan bir şirketteki üst kademe bir yöneticiye göre, "Bu ödül, TVB'yi tamamladığımızı göstermemektedir yalnızca doğru adımla başladığımızı simgelemektedir. Bu, daha da fazla çalışmamızı sağlayacaktır."

## 4. TVB ÇALIŞMALARININ SÜREKLİLİĞİNE YÖNELİK KÜÇÜK GRUP FAALİYETLERİ

### 4.1. Küçük Grup Faaliyetlerinin Organizasyonel Yapıya Katılması

Japon tarzı küçük grup aktiviteleri, 1962' de tanıtılan kalite kontrol döngüsü ile başlamıştır. Grup faaliyetinden öte bireysel bir faaliyet olan Sıfır Hata (ZD) kavramı, üç yıl sonra popüler olmuştur. Bunu uygulayan ilk Japon şirketi NEC, bu bireysel iyileştirme faaliyetini, ZD (sıfır hata) grup faaliyetlerini oluşturmak üzere Japon tarzı (QC) (kalite kontrol) çemberiyle birleştirdi.

Daha sonra Japon çelik endüstrisi bunu, sık kullanılan "JK" (*jishu kanri* veya otonom yönetim) faaliyetleri ile takip etti. O günden beri birçok şirket, Kalite Kontrol çemberlerini ve Sıfır Hata gruplarını gerçekleştirmek için kendi terminolojilerini ve prosedürlerini geliştirdiler. Japon şirketleri günümüzde; oteller, bankacılık ve sigorta gibi hizmet endüstrilerini de kapsayan küçük grup faaliyetlerini sürdürmektedir.

Terminoloji ve işletme prosedürlerindeki farklılıklara rağmen, küçük gruplar, birincisi erken kalite kontrol çemberi ve ikincisi sıfır hata faaliyetinde olmak üzere iki büyük kategoriye ayrılabilir. Bu iki grup bazı konularda birbirinden ayrılmaktadır.

Kalite kontrol çemberleri, atölye danışmanlarına kalite kontrol tekniklerini öğretmek üzere çalışma grupları olarak başladı ve daha büyük işçi nüfusu için problem çözen küçük gruplar haline dönüştü. Çemberler, TQC (toplam kalite kontrol) programı çerçevesinde, belirli problemleri çözmek üzere konu ile organize edilmiştir. Organizasyonel teori anlamında, bu çemberler *resmi olmayan organizasyonlardır*. İşçiler tarafından oluşturulan bu çemberler, mevcut organizasyon yapısından bağımsızdır. Katılım isteğe bağlıdır.

Bunun yanısıra ZD sıfır hata grupları, ilk defa Amerika' da Martin Marietta' da, sevkiyatların gecikmesi sorununu çözmek için bütün çalışanların katılımı ile uygulanmıştır. Bunlar Japonlar tarafından getirilmiştir ve küçük grup faaliyetlerine adapte edilmiştir. Japon ZD sıfır hata grupları, şirket problemlerine çözüm bulmak ve şirket hedeflerine ulaşmak için çalışmak üzere yönetim bazlı faaliyetlere iştirak etmektedirler.

Organizasyonel teori Japon ZD gruplarını "resmi organizasyonlar" olarak kabul etmektedir, çünkü bunlar mevcut organizasyonel yapı içinde uygulanmaktadır. Örneğin, bağımsız QC kalite kontrol çemberlerinde, liderler tipik olarak çember üyeleri tarafından seçilmektedir. Yönetim bazlı ZD sıfır hata gruplarında ise atölye ustabaşları liderlik rolleri üstlenmektedir.



Tipik olarak QC kalite kontrol çember faaliyetleri normal çalışma saatlerinin dışında yani "boş zaman" boyunca gerçekleştirilmektedir. Çember faaliyetleri isteğe bağlı olduğu için, birçok Japon firmasında bu faaliyetlere katılan çalışanlar fazla mesai bedeli almamaktadır. Bunun aksine, resmi sıfır hata ZD grupları, yöneticinin isteğine bağlı olarak boş zamanda olduğu gibi iş saatleri boyunca da toplanabilir ve bazı şirketler bu faaliyetler için fazla mesai bedeli ödemektedir.

Seçilen iyileştirme konuları ve belirlenen hedefler, QC kalite kontrol çemberleri ve ZD sıfır hata grup faaliyetleri arasındaki farkı yansıtmaktadır. QC kalite kontrol çemberleri belirli temalar çevresinde oluşturulur ve her tema çerçevesinde amaçlar belirlenir. Amaçlara ulaşıldıktan sonra, QC kalite kontrol çemberleri yeni temalar çevresinde düzenlenirler. İdeal olarak temalar, yıllık yönetim hedeflerinden bağımsız olarak seçilir. Bu, çemberlerin resmi olmayan, bağımsız özelliği ile mümkün olur. Şirketler, çember otonomisine saygı gösteriyor ve çemberlerin kendi temalarını seçmesine müsaade ediyor gibi gözükse de, yönetim TQC faaliyetlerini şirket genelindeki iyileştirme faaliyetlerinin bir parçası olarak görmekte ve yıllık hedeflere ulaşılmasını sağlayan temaları desteklemektedir.

Diğer taraftan ZD sıfır hata grupları, şirketin yıllık amaçlarıyla bağdaşan amaçları seçmek zorundadır çünkü ZD hataların yok edilmesini hedeflemektedir. Grup üyeleri bağımsız olarak düşük maliyetler, kısa terminler ve yeni yöntemlerin tanıtılması gibi alt-hedefleri tartışır ve oluştururlar.

QC kalite kontrol çemberleri ve ZD sıfır hata grupları organizasyonel olarak farklılıklar gösterse de, genellikle birbirlerinden etkilenirler ve onları ayıran özellikler görülemez olur. Birçok kuruluş, kendi sistemlerini geliştirmek için her iki grup şeklini de kullanmıştır.

JIPM, Tokyo Üniversitesi' ndeki Profesör Emeritus Odaka'nın da savunduğu "küçük otonom gruplarının" kullanımını desteklemektedir. Odaka' ya göre, Japon küçük grup faaliyetleri, organizasyonel yapı içerisinde pozisyonları belirsiz kalsa bile gelişmiştir. Odaka, küçük grupların faaliyetlerinin diğer organizasyonel faaliyetler ile etkileşim içinde ve birbirlerini tamamlayacak şekilde olması için küçük grupların kollektif (birleşik) yapı ile bütünleştirilmesini savunmaktadır.

TVB küçük grup faaliyetleri, sıfır hata (ZD) modelini temel almaktadır ve organizasyonel yapı içinde kurulmuştur. TVB özellikle operatörler tarafından otonom bakımı, küçük grup faaliyetleri ile desteklemektedir. TVB' da, ekipman temizliği, yağlama, cıvatalama, denetim gibi yönetim-bazlı faaliyetler küçük grup faaliyetleri olarak uygulanır.

TVB uygulama kademesi boyunca farklı küçük grup faaliyetleri için harcanan zaman dikkatli bir şekilde izlenir. Faaliyetler sınıflandırılır ve kaydedilir (örneğin, bakım faaliyetleri, eğitim ve toplantılar). Grubun zamanını nasıl harcadığının belgelendirilmesi, şirketlerin çalışanlarına nasıl karşılık vermesi gerektiğine yardımcı olur. Örneğin, otonom bakımın erken kademelerinde, çoğu zaman bakım faaliyetleri, eğitim ve uygulama için harcanır; sonra ise daha fazla zaman toplantılarda harcanır. İş saatlerinin dışında bakım faaliyetleri yapan operatörlere fazla mesai ücreti verilmelidir; iş saatleri dışında eğitim programlarına katılan işçilere eğitim tazminatı verilmelidir.

Fabrika işçileri otonom bakımın genel denetimini gerçekleştirebilecek duruma geldiklerinde (Adım 4), çabalarının arızaları %80 azalttığını, verimliliği arttırdığını ve işleri kolaylaştırdığını görünce kendilerini başarılı hissedeceklerdir.

Bu başarı hissi, moral ve motivasyonu doğal olarak arttırmaktadır. Ayrıca, bakım personeli haftasonlarında bakım için teçhizatı demonte ettiklerinde, operatörler öğrenmek için katılımda bulunmak isteyeceklerdir.

Operatorlerin daha iyi eğitilmiş ve yetenekli olmalarını sağlamak için, yöneticiler grup faaliyetlerine 6. adım ile (düzenlilik) öncülük etmelidir.

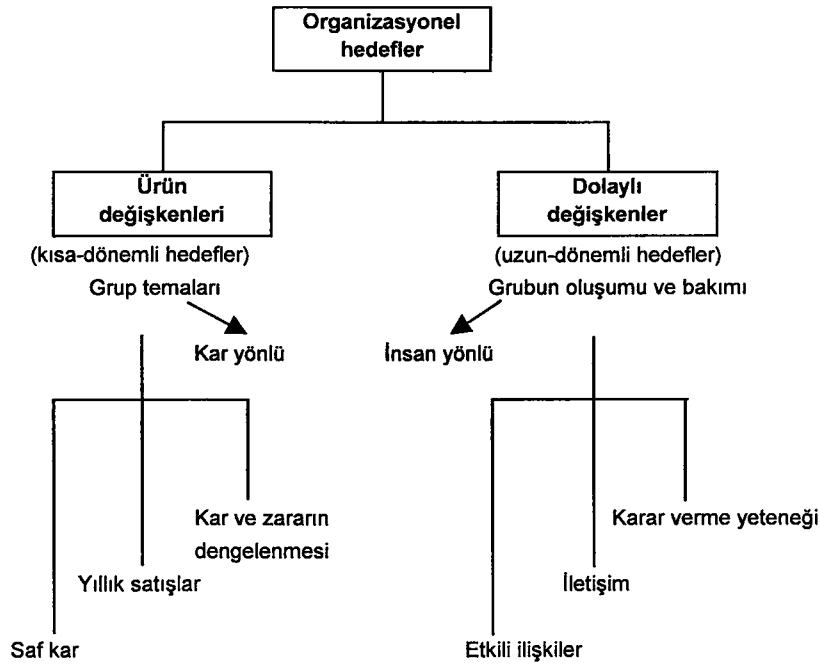
#### **4.2. Grup Hedeflerinin İşletme Hedefleri İle İlişkisi**

TVB küçük grup aktivitelerinin, organizasyonel yapı ile birleştirilmesinin gerekliliğinin sebeplerine aşağıda değinilmiştir.

*Küçük Grup Faaliyetleri : Teori ve Hakikat'* ın yazarları Hirota ve Ueda' ya göre küçük grup, somut faaliyetler ile hem şirket hedeflerini hem de bireysel çalışan ihtiyaçlarını tatmin eder.

"Çemberler" ya da "gruplar" olarak adlandırılan takımlar, şirketin daha yüksek hedefleriyle uyuşan hedefleri belirlerler ve grup katılımı veya takım çalışması ile bu hedeflere ulaşırlar. Böyle şirketler iş sonuçlarını geliştirir ve hem bireysel çalışan ihtiyaçlarını (başarı, motivasyon, tatmin), hem de organizasyonun ihtiyaçlarını tatmin eden faaliyetleri ilerletir. TVB küçük grup faaliyetleri bu türün temsilcisidir.

Davranış bilimci Rensis Likert *Yönetimin Yeni Yolları* adlı kitabında, yüksek verimliliğe sahip şirketler ve fabrikaları, düşük verimliliğe sahip şirket ve fabrikalar ile karşılaştırmıştır. Farklı yönetim politikalarının ve çalışan bilincinin verimlilik üzerine etkisini incelemiştir.



Şekil 4.1 Organizasyonel hedefler

Likert, yüksek üretim yapan şirketlerin, ürün değişkenlerini (kar ve satışlar gibi) ve ara değişkenlerini (diğer bir deyişle insan kaynaklarını) iyileştirmek için çabaladığını belirlemiştir (Şekil 4.1). Bu şirketler hem iş sonuçlarını hem de çalışma şartlarını iyileştirmeye çalışmaktadır. Diğer taraftan düşük üretimli şirketler ve fabrikalar, insan faktörünü ihmal ederek yalnızca ürün değişkenlerinin üzerine odaklanmıştır. Likert, birinciye "katılımcı" ikinciyi is "otoriter" yönetim olarak tanımlamıştır.

Likert, katılımcı yönetimin, çalışanların güvenini arttırdığı ve sürekli olarak yüksek verimliliği sağladığı için ideal olduğunu savunmaktadır. Diğer taraftan otoriter yönetim, çalışanlar üzerinde korkuyu temel alan itaati teşvik etmektedir. Kısa bir süre için daha yüksek verimlilik elde edilse bile, çalışanların düşük morali verimlilikte azalmaya neden olacaktır.

Fabrikalardaki küçük grup faaliyetleri Likert' in de savunduğu katılımcı yönetimi temel almalıdır. Küçük grup hedefleri, verimliliği ve çalışma şartlarını iyileştirmek için şirket hedefleriyle aynı olmalıdır. Japonya' da katılımcı yönetim, çok başarılı sonuçlar veren küçük grup faaliyetleri ile sağlanmıştır. Amerikan şirketleri, Japon küçük grup faaliyetleri hakkında daha yeni yeni çalışmalar yapmaya başlamıştır. Kalite kontrol de hemen hemen aynı şekilde gelişmiştir: Birçok Amerikan şirketi, Juran, Deming ve Crosby'nin öğrettiklerinin önemini,

Japonya bunları uygulamadan ve ürün kalitesinde Amerika' yı geçmeden önce farketmemiştir.

Eğer küçük grup hedefleri şirket hedefleri ile aynı ise, bu hedeflerin gelişmesi, şirket hedeflerine ulaşmada grup faaliyetlerinin ne kadar katkıda bulunduğu ölçülerek değerlendirilir. Küçük grup faaliyetlerindeki ilerleme dört aşamaya ayrılabilir:

1.Aşama: *Kendi Kendine Gelişme*. İlk başta, grup üyeleri teknikleri iyi bilmelidir; onların motivasyonu her bireyin önemini anladıkça artar.

2.Aşama: *İyileştirme Faaliyetleri*. Grup iyileştirme faaliyetleri teklif edilir ve uygulanır.

3.Aşama: *Problem Çözme*. Bu aşamada, şirket hedeflerini tamamlayan küçük grup hedefleri seçilebilir ve grup, problem çözmede aktif olarak katılımcı olur.

4.Aşama: *Otonom Yönetim*. Grup, şirket politikasıyla uyumlu daha yüksek hedefleri seçer ve bağımsız olarak işini yürütür.

1.aşamadan 3.aşamaya kadar küçük grup faaliyetleri sipariş ve kontrolü temel alan geleneksel bir organizasyon ile tutarlıdır. Ancak 4.aşama boyunca, yeni insan kaynakları ile yönetilen organizasyonlar kendi kendine yönetilen küçük grup modelini temel alır. Böylece son aşama boyunca, gerçek katılımcı yönetim kurulmuş olur. Bu, TVB küçük grup faaliyetlerinin hedefidir.

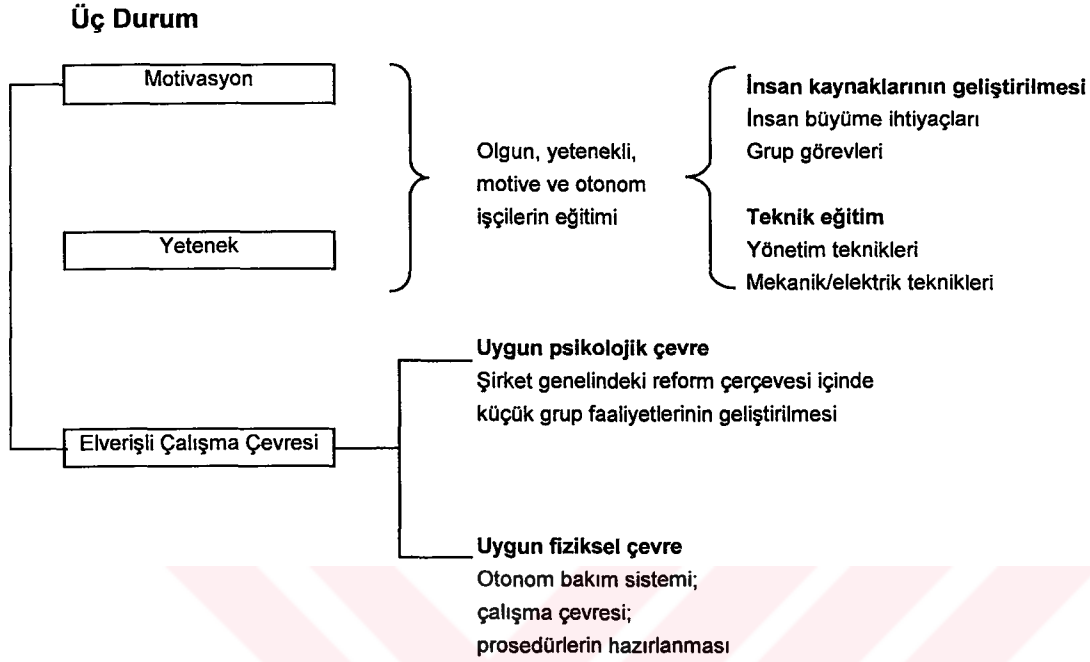
#### 4.3. Küçük Grup Faaliyetlerinde Üst Yönetimin Görevi

Birçok uzman, küçük grup faaliyetlerinde başarılı olmanın anahtarının motivasyon, yetenek ve uyumlu çalışma ortamı olduğunu söylemektedir. Yönetim bu üç şartı sağlamada aktif olarak sorumludur.

Bu üç faktörden ikisi, motivasyon ve yetenek işçilerin sorumluluğundadır ama uyumlu çalışma ortamının yaratılması onların kontrollerinin dışındadır. Bu çevrenin hem fiziksel hem de psikolojik bileşenleri vardır.

Şekil 4.2, bu üç faktörün iki alt gruba bölünmesini göstermektedir: insan ve çevre problemleri. Yönetimin ilk sorumluluğu, otonom bakım uygulayabilecek hünerlere sahip olan yetenekli, motive ve gerçek otonom işçilerinden oluşan işgücünü geliştirmek için gerekli özel

eğitimleri sağlamaktır. Bakım ve operasyonel tekniklerdeki teknik eğitim gibi insan eğitimi de sağlanmalıdır.



Şekil 4.2 Küçük grup faaliyetlerinin başarısının anahtarı

Eğitim, motivasyonun kaynağıdır, çünkü insanların kendilerini anlamasını sağlar. İnsan motivasyonunu, insanlar ve diğer hayvanlar arasındaki farklılıkları ve grup dinamiklerini araştıran davranış bilimleri hakkında birçok kitap bulunmaktadır. Maalesef, yöneticilerin bu konuya fazla ilgisi yoktur.

Yönetimin ikinci sorumluluğu, işçileri olumsuz etkileyen fiziksel ve psikolojik çevre problemlerini ortadan kaldırarak uyumlu ve elverişli bir çalışma ortamı sağlamaktır. Uyumlu psikolojik çevrenin oluşturulması ilk olarak otoriter yönetim sisteminden uzaklaşmak ile, daha sonra ise katılımcı yönetimi ilerletecek şirket yapısındaki değişiklikler ile mümkün olur. William G. Ouichi, (Teori Z) Japon ve Amerikan yönetim stillerini karşılaştırmış ve Japon yönetim tekniklerine benzer tekniklerin birçok lider Amerikan şirketinde başarılı bir şekilde uygulandığını keşfetmiştir. Ouichi bu şirketleri Z-tipi şirketler olarak tanımlamıştır. Bunların en ayırıcı özelliği güven ve eşitlik için temel sağlayan yönetim bağlılığıdır.

Likert ve Ouichi, işçilere saygı ve işçileri destekleyen bir şirket yapısının, otonom işçilerin geliştirilmesine ve küçük grup aktivitelerini teşvik eden psikolojik çevrenin yaratılmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Yönetim, otonom bakım organizasyonel yapısı veya iyileştirilmiş fabrika ortamı gibi belirli fiziksel şartları kurduğu zaman, iş ortamı geliştirilmiş olur. Örneğin, eğer işçilerin küçük grup faaliyetleri gerçekteştirmesi teşvik ediliyorsa fakat toplantıları yapmak için uygun yer bulunamıyorsa, işçilerin heves ve istekleri yokolacaktır. Yine de, bazı gruplar uygun toplantı yerine sahip olmasa da, toplantılarını dışarıda yapabilecektir. Üst yönetimin küçük grup faaliyetlerinin gerçekteştirilmesine hevesli olduğu şirketler, toplantı odası olarak kullanılmak üzere işçilere bir salon tahsis etmektedirler.

Üst yönetim, gerçekte katılımcı yönetimi destekleyen fiziksel ve psikolojik çevreyi sağlayamazsa, TVB uygulanamaz. PM ödölünü kazanan fabrikalar, TVB' nin kazançlı olduğunu kanıtlamışlardır. Her şirketin, TVB ile aktif hale getirebileceği potansiyel çıkarları vardır. Ayrıca, TVB uygulamasında ödöl-kazanan seviyelere ulaşan bir şirket, yetenekli iş gücünü, teçhizatı ve fabrika ortamını sağlamış demektir.

## 5. SIEMENS Tic. ve San. A.Ş.' de UYGULAMALAR

1950'lerde Siemens teknolojisi, Türkiye'de açılan çeşitli temsilcilikler aracılığıyla tekrar ağırlık kazanmıştır. Ancak birbirinden farklı alanlardaki faaliyetlerin çok sayıda Siemens temsilciliği aracılığıyla yapılması, işleyişte bazı sorunlara yol açmıştır. 1958'de Siemens ve Koç ortaklığıyla kurulan SİMKO, bu karışıklığa son vermiştir. Aynı yıl Arnold Hornfeld tarafından kurulan Ankara temsilciliği de, SİMKO'nun tüm Türkiye'de yaygınlaşmasında son derece etkili olmuştur.

Bugün, Türk elektrik ve elektronik sektöründe önemli bir yeri olan Simko Kartal Fabrikası, 1961 yılında küçük bir atölye şeklinde açılmıştır. Zaman içinde hızla büyüyen ve gelişen fabrikada halen, yaklaşık 100 dönümlük bir alanda 1700 kişi çalışmaktadır.

Sayısal şehir telefon santrallerinden kesintisiz güç kaynaklarına, enerji iletim ve dağıtım sistemlerinden otomasyona yönelik makinalara kadar değişik birçok alanda hizmet veren fabrika, kendi ürününü yüksek teknolojiyle geliştirip üretmektedir. Fabrikanın ürünü yalnız Türkiye'de değil, Türkiye dışında da alıcı bulmaktadır.

SİMKO'yla birlikte Siemens, Türkiye'nin sanayileşmesinin, özellikle de elektrik sektörünün lideri olmuştur. Şehir, kasaba, köy elektrifikasyonları, telekomünikasyon, proje, mühendislik, montaj konuları ve elektrikli ev aletleri alanlarında faaliyet gösteren Siemens, termik ve hidroelektrik santraller, şeker fabrikaları için türbin jeneratör santrfüj, fabrikaların elektrik donanımı (Örneğin Karabük Demirçelik Fabrikaları), çimento fabrikaları donanımı gibi önemli tesislerin yapımına da öncülük etmiştir.

1958 yılından bu yana Siemens'in Türkiye temsilciliğini yürüten Siemens Tic. ve San. A.Ş (2000 yılında SİMKO ismi Siemens olarak değiştirilmiştir.), şu alanlarda faaliyet göstermektedir:

- Enerji
- Kominikasyon
- Endüstri
- Tıp tekniği
- Devre elemanları
- Ulaşım sistemleri



- Otomasyon
- Enstallasyon tekniği
- Bilgi işlem tekniği
- Telekomunikasyon
- Emniyet sistemleri

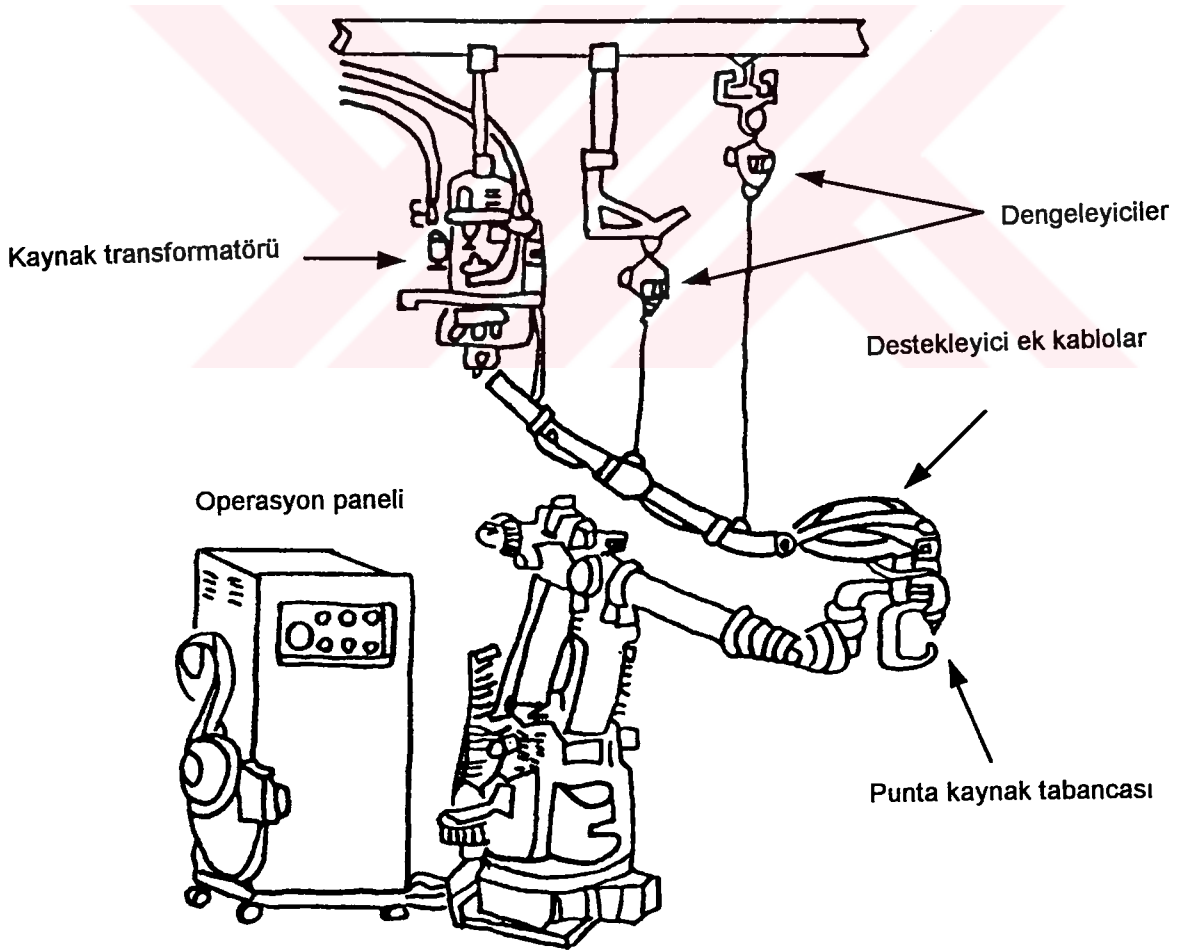
Bu uygulamada, Simko A.ř. tarafından gerçekleştirilen kontaktör üretimi incelenmiştir. Kontaktörler, başta elektrik motorları olmak üzere, çeşitli elektrik cihazlarının ısıtma, kondansatör, aydınlatma gibi elektrik tesislerinin, ince kesitli elektrik kabloları ile uzaktan kumanda edilmelerine imkan sağırlar. Bu işlemi birkaç mili saniye kadar kısa sürede, saatte binlerce defa yaparlar. Ömürleri milyonlarla ifade edilir. Termik rölelerle birlikte kullanıldıklarında cihazların ve tesislerin aşırı yüklerden dolayı zarar görmelerine engel olurlar. Yardımcı kontaktör vastası ile çeşitli kumanda, kontrol ve kilitleme fonksiyonlarını mümkün kılarlar

Toplam Verimli Bakım'ın "altı büyük kaybı" daha evvel bahsedildiği gibi, arızalardan, değişim ve ayarlardan, kısa duruşlardan kayıplar, performanstan, yeniden işlemelerden ve kalkış hurdalarından kaynaklanan kayıplardır. Bu kayıplar için her işletme farklı öncelikler belirleyecek olsa da, işletmeyi en yüksek kapasite ve verimde tutmak için her biri ayrı ayrı incelenmeli ve üzerinde çalışılmalıdır.

Aşağıdaki uygulamalar, bu altı tip kaybı ortadan kaldırmak için atölyelerde yapılan iyileştirme çalışmalarını anlatmaktadır. Fabrikaların burada belirtilen problemleri kendilerine özgüdür ama bunların çözümüne olan ihtiyaç evrenseldir.

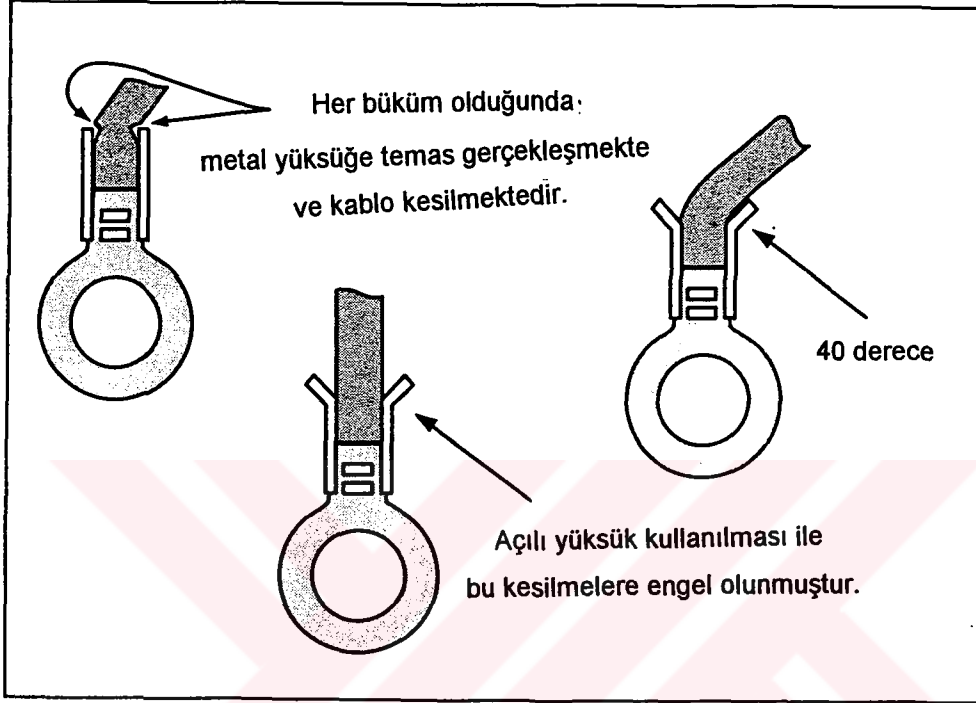
## 5.1 Kaynak Robotunda Arızadan Kaynaklanan Kayıpların İyileştirilmesi

Pano imalatında kullanılan kaynak robotunun çalışma alanının geniş olmasından dolayı, yardımcı kablolarda, özellikle de ana üniteye merkezlenmiş olan kabloda, yırtılmaların olduğu görülmüştür. Bu kablo, işlem sırasında robotun hareketlerinden kaynaklanan, kaynak tabancası ile kablo arasındaki bağlantılarda gereğinden fazla gerilime mazur kalmıştır. İyileştirme projesinin amacı, en fazla büküm kuvvetinin olduğu bağlantı bölgesindeki kablonun büküm açısını değiştirip sorunu bertaraf etmektir. Diğer iyileştirme hedefleri ise, kabloyu değiştirmek için gereken zamanın kısaltılmasını içermektedir. Bu iyileştirme çalışmalarının net sonucunda, kablo değiştirme zamanı ayda 495 dakikadan 135 dakikaya düşmüş ve kullanılan kablo miktarı aylık 11 taneden 3 taneye kadar büyük ölçüde düşüş göstermiştir.



Şekil 5.1 Kaynak robotunun taslak resmi



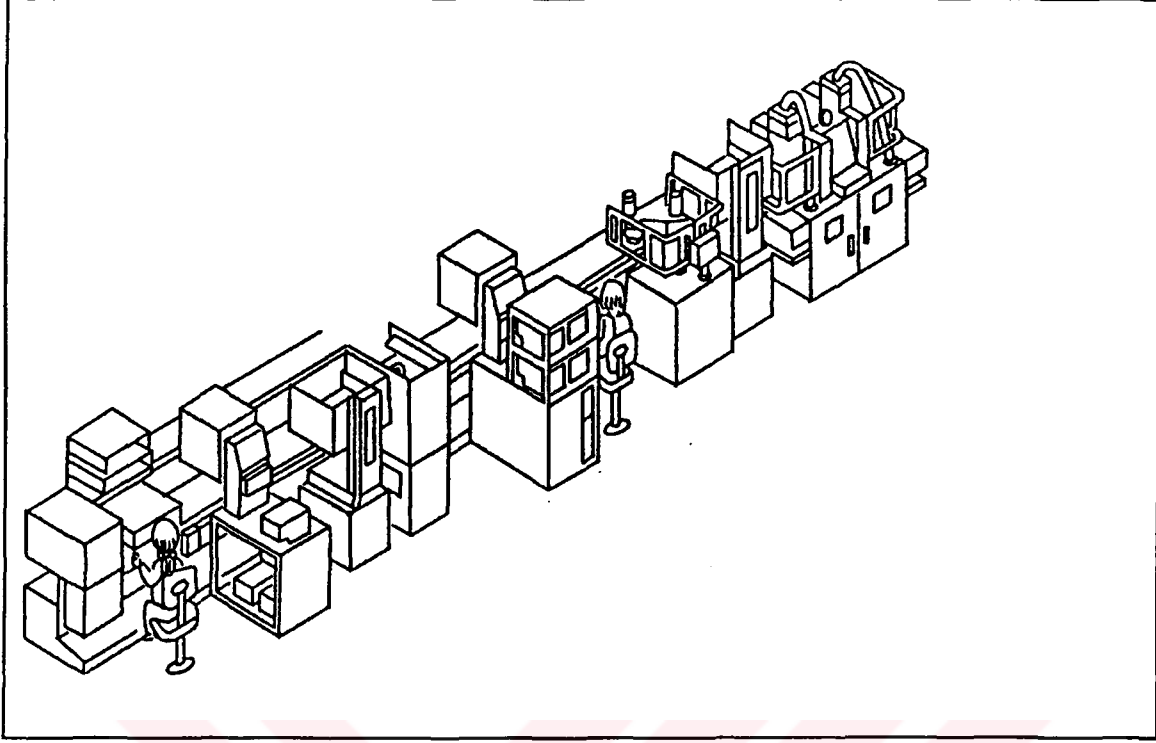


Şekil 5.3 Punta tabancasındaki kablonun iyileştirilmiş hali

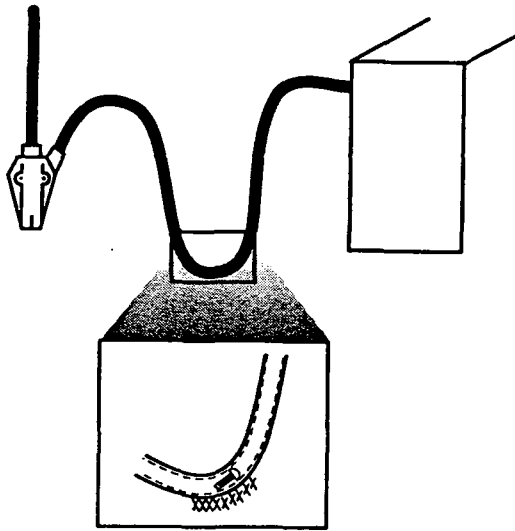
## 5.2 Cıvataların Kanalda Takılmasının Elimine Edilmesi

0 Boy Kontaktör Taris montaj hattında çalışan otomatik cıvata sıkma istasyonunda sürekli yaşanan bir sorun mevcuttur. Cıvatalar, tornavida ile vibratör arasında hortumda sıkışmaktadırlar. Basit bir gözlemlerle cıvataların hortumda takılı kaldığı en genel bölgenin hortumun kıvrım yeri olduğu saptanmıştır. Tornavidanın farklı yönlerde hareket edebilmesi gerektiği için hortum sıkı değil, aksine gevşektir. Bu bölge mümkün olduğunca kısa tutulmaya çalışıldı ve hortumun bir yay yardımıyla işlevini görmesi sağlandı. Daha sonra bu hortum, cıvata içinde takılı kalmasa bile periyodik olarak değiştirildi; bu çalışmalar vidaların hortum içinde takılı kalma sorununu ortadan kaldırmış, hortumların içten yırtılmasını azaltmış ve ömürlerini uzatmıştır.

Proses, Kontaktör alt ve üst gövdesinin birbirine montajındaki cıvata sıkma iş adımıdır.

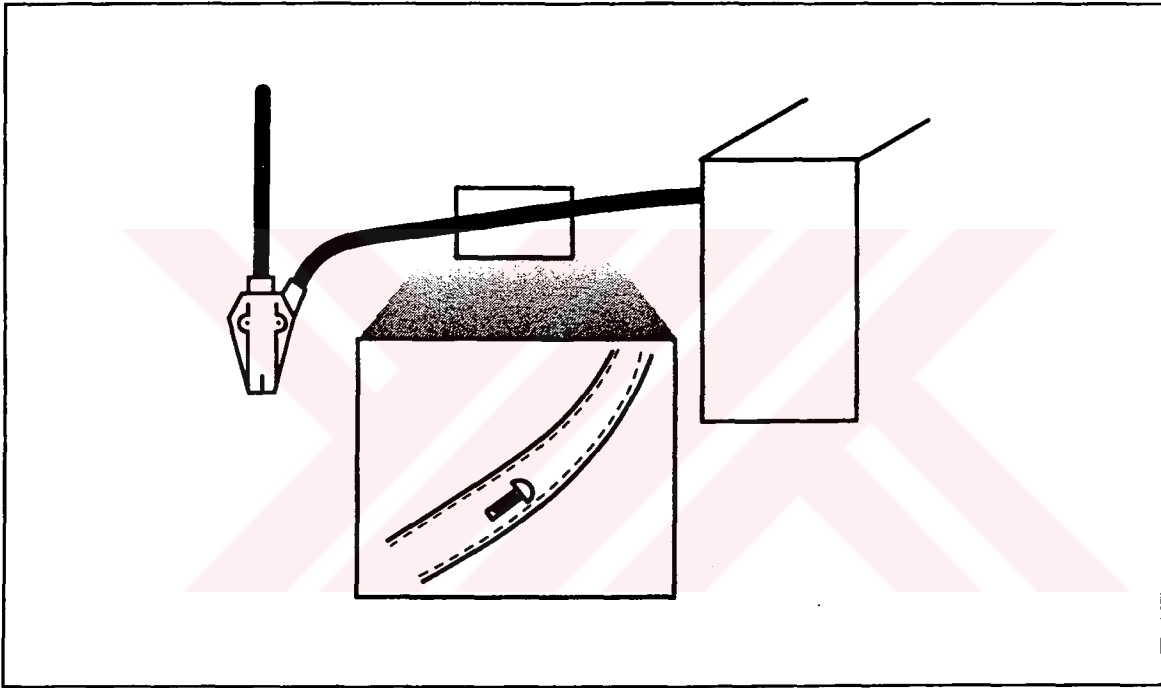


Şekil 5.4 Taris montaj hattının taslak resmi



Şekil 5.5 Cıvatanın sıkışması sorununun gösterimi

Sorun cıvataların büyük bir sıklıkla otomatik tornavidanın hortumunda sıkışıp kalmalarından kaynaklanmaktadır. Böyle olduğunda ise, alete yeni bir cıvata sokulmayacağı gibi hortumun da değiştirilmesi gerekmektedir. Yeni değişmiş bir hortumun içinde tekrar cıvata sıkışabilmektedir.



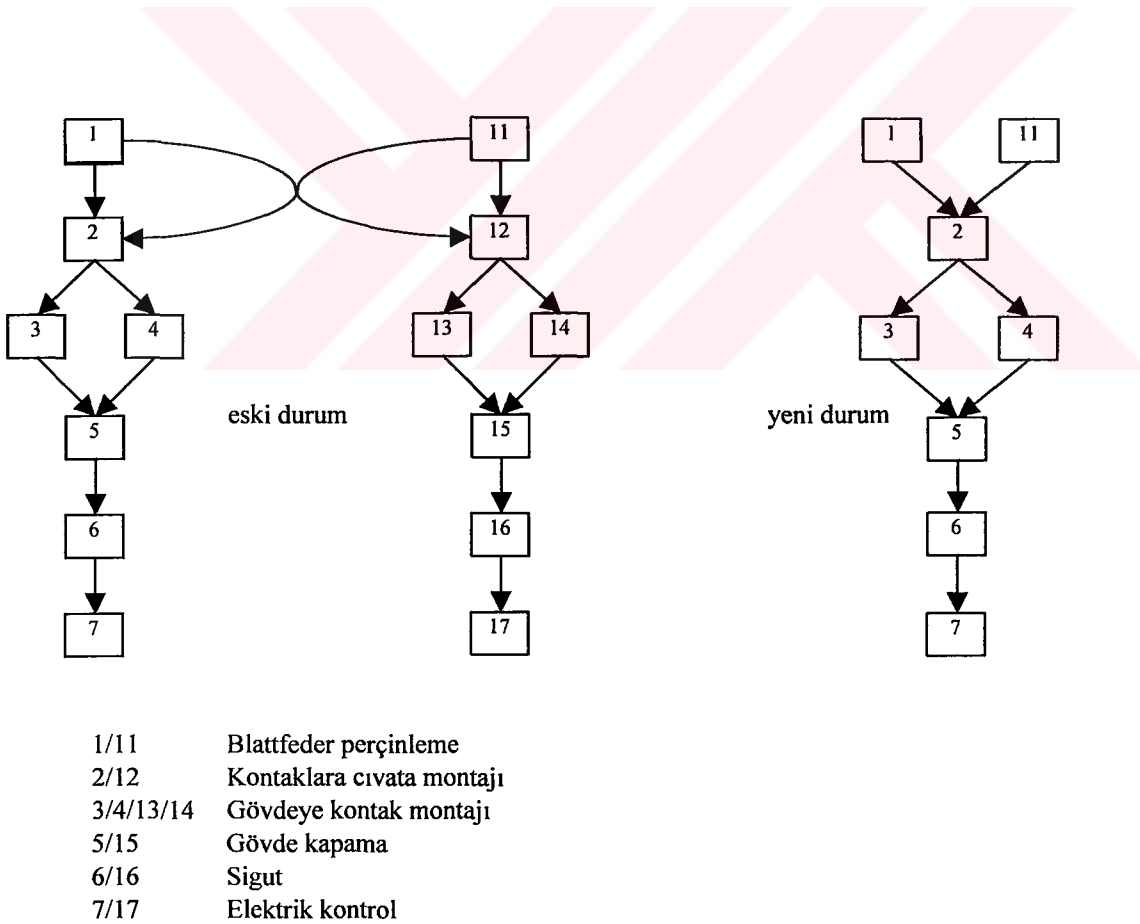
Şekil 5.6 Cıvata hortumunun iyileştirilmiş hali

Hortumun belli bir bölgesinde gevşeklik vardı ve bu alan sorunların çıktığı alandı. Bu nedenle, hortum kısaltıldı ve hortumun büküm yerindeki açı azaltıldı. Bu çalışmalar, hortumun içinde kalan cıvataların sayısını azaltarak hortumun kullanım süresini de arttırmıştır.

### 5.3 C5 Yardımcı Şalter Montaj Hattında İyileştirmeler

Ağustos 1998 tarihinde Siemens Tic. Ve San. A.Ş. Otomasyon ve Sürücüler / Kontrol Ürünleri bölümünde Sirius cihazları Yardımcı Şalter 3RV1901-1E (C5) montajı için mevcut montaj hattından otomasyon seviyesi daha yüksek, esnek kapasiteli, daha verimli, daha az manuel işgücü çalışan bir montaj hattının konseptinin oluşturulması için tetikleme yapılmıştır. Bunun için öncelikle mevcut montaj hattı incelenmiştir.

Aşağıda montaj hattının basit bir yerleşim planı ve buradaki malzeme ve iş akışı görülebilmektedir (Şekil 5.7). Burada görülebileceği üzere uzun malzeme hareketleri vardır ve bu sebepten hatta kesintisiz bir iş akışı sağlanamamaktadır. Hat genel yapısı itibarıyla manuel bir hattır; ve 1-11 no' lu istasyonlarda el presleri, 5-15 no' lu istasyonlarda pnömatik presler kullanılmakta, 7-17 no' lu istasyonlarda kontrol işlemi manuel bir ölçü cihazı ile gerçekleştirilmekte ve diğer istasyonlarda da basit aparatlar kullanılmaktaydı.



Şekil 5.7 C5 montaj hattı yerleşim planları



Montaj hattının normal mesaide günlük üretim kapasitesi 4200 adet ürün civarlarındaydı ve bu yıllık yaklaşık 1.200.000 adetlik bir üretime tekabül etmekteydi. Montaj hattı bu halde iken yıllık talebin 2.000.000 adete yükselecek olduğunun ortaya çıkması ile beraber işte bu bahsedilen yeni bir montaj hattı kurma veya mevcut hattı optimize etme fikri ortaya çıkmıştır. Mevcut montaj hattının optimizasyonu daha az yatırım maliyeti gerektirecek, ama daha fazla işgücü gerektirecekti. Bunun yanı sıra otomasyon seviyesi daha yüksek yeni bir montaj hattının maliyeti daha yüksek olmakla beraber işgücü ihtiyacı düşmekteydi.

TVB çalışmalarına başlamadan önce düşünülen konseptlerle ilgili kaba bilgiler aşağıdadır.

- Mevcut montaj hattının iyileştirilmesi

Kapasite: 2.000.000 adet/yıl

Yatırım Maliyeti: 150.000 DM

İşgücü İhtiyacı: 21 kişi

Alan İhtiyacı: 32 m<sup>2</sup>

- Mekanize montaj hattı

Kapasite: 2.000.000 adet/yıl

Yatırım Maliyeti: 380.000 DM

İşgücü İhtiyacı: 15 kişi

Alan İhtiyacı: 35m<sup>2</sup>

Rentabilite hesapları mekanize montaj hattının daha rasyonel olduğunu göstermekte idi. Bu sırada TVB çalışmaları sonuçlarını vermiş ve ilk konseptini ortaya çıkarmıştır:

- Düşük Otomasyonlu Montaj Hattı

Kapasite: 2.000.000 adet/yıl

Yatırım Maliyeti: 53.000 DM

İşgücü İhtiyacı: 16 kişi

Alan İhtiyacı: 27 m<sup>2</sup>

Yapılan çalışmalar ile ortaya çıkan sonuçları şöyle sınıflandırabiliriz:

- 1- Üretim adetleri ve hızı açısından
- 2- Kalite açısından

- 3- Ergonomi açısından
- 4- Lay-out açısından
- 5- Maliyetler açısından

### **1- Üretim adetleri ve hızı açısından sonuçlar**

Çalışmalar öncesi montaj hattında kişi başı üretim adedi 273 iken, çalışmalar sonucunda ulaşılan rakam 500 adet/kişi' lik bir üretim hızıdır. Ancak burada "outsourcing" sebebi ile de bir artış söz konusudur. Bu unsurun etkisini hariç tutarsak kişi başına üretim 450 adet olmaktadır ve bu da hattın verimliliğinin %65 oranında artması anlamına gelmektedir.

### **2- Kalite açısından sonuçlar**

Öncelikle kaliteyi iyileştirmek maksatlı olarak hatta tesis edilen otomatik kontrol istasyonu kalitenin artmasında önemli bir etken olmaktadır. Böylece %100 kontrol sağlanmış olup hatalı ürünlerin otomatik olarak ayrılması sağlanmış olmaktadır. Hata kayıt sisteminin hayata geçirilmesi ile beraber tespit edilmiştir ki ağustos ayından mart ayına hata oranları %4,21' den %0,96' ya düşmüştür.

### **3- Ergonomi açısından sonuçlar**

Montaj hattını çalışanlar açısından daha ergonomik hale getirmek maksadı ile fiziksel açıdan zor bir proses olan yaprak yay kontak perçinleme prosesinde kullanılan el presleri yerine pnömomatik presler devreye alınmıştır.

### **4- Lay-out açısından sonuçlar**

Sirius montaj yerleşim planı atölye içerisindeki transport minimum olacak şekilde değiştirilmiştir. Bu sayede hem zaman tasarrufu sağlanmış, hem de atölye içerisindeki malzeme iletimlerinin daa düzenli yapılmaları sağlanmıştır.

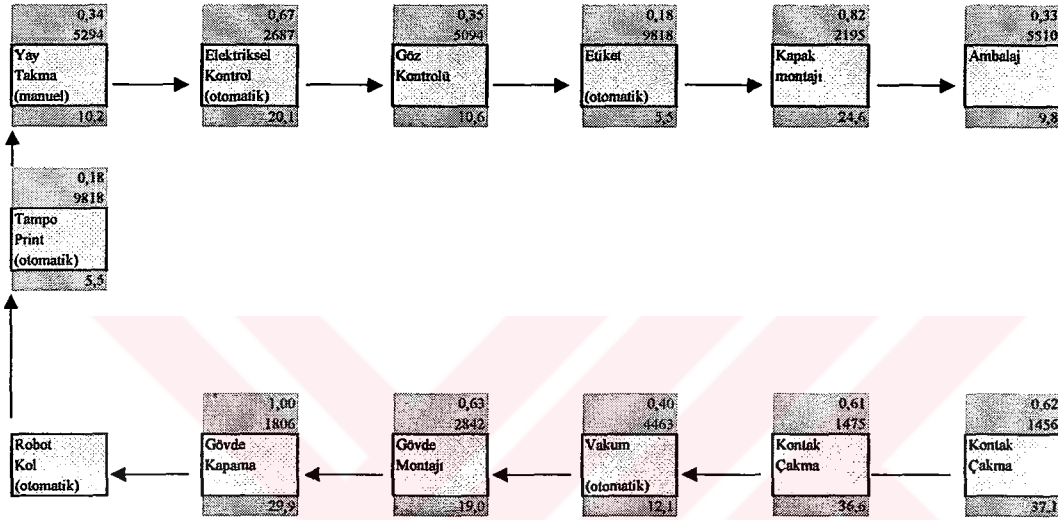
### **5- Maliyetler açısından sonuçlar**

İki ayrı C5 montaj hattı birleştirilmiş, tek bir montaj hattı haline getirilmiştir. Yapılan iyileştirmeler sonucunda toplam 6 kişilik işgücü tasarrufu sağlanmıştır. Bu sayede, ürünün maliyetinde %22' lik bir iyileştirme sağlanmıştır. Bunun haricinde ilk yatırım maliyeti 380.000 DM' den 53.000 DM' e düşürülmüştür.

Tüm bu iyileştirmeler sayesinde ürüne rekabetçil özellik kazandırılmış olmaktadır.

## 5.4 Minikontaktör Montaj Hattı' nda İyileştirmeler

Minikontaktör montaj hattı yarı otomatik bir montaj hattı olup, C5 montaj hattına göre daha yüksek otomasyon seviyesi ile çalışmaktadır. Konveyör bant üzerine 1. ve 2. istasyonda minikontaktör gövde parçalarının sisteme dahil edilmesi ile montaj prosesi başlamış olmaktadır. Şekil 5.8' de montaj hattının yerleşim planı, iş istasyonları, bu iş istasyonlarında yapılan montaj işlemleri ve diğer teknik bilgiler belirtilmiştir.



Şekil 5.8 Minikontaktör montaj hattı başlangıç hali

Öncelikle bu montaj hattında 6 büyük kaybı bertaraf etme yönünde çalışmalar yapılmıştır. Bunu gerçekleştirmek için öncelikle mevcut durum analizi yapılması gerekmektedir. Bu sebeple tüm montaj hattında zaman etüdü çalışması yapılmıştır. Şekil 5.8' de bu zaman etüdü sonuçları da görülebilmektedir. Bu zaman etüdü sonuçlarından montaj hattının darboğaz istasyonu ortaya çıkmaktadır. Öncelikle iyileştirilmesi gereken iş istasyonu bu darboğaz olan iş istasyonudur. Burada yapılacak olan iyileştirme hattın kapasitesini artıracak, ürün maliyetinin işçilik payını düşürecektir.

Yapılan iyileştirmelere geçmeden evvel iş istasyonlarında yapılan işlemleri belirtmekte fayda vardır:

- 1-2: Sağ ve sol gövdelere pnömatrik preslerde sabit kontak çakma istasyonu (manuel)
- 3: Otomatik vakumlama istasyonu (cihazın emniyetli ve uzun ömürlü çalışabilmesi için içinde hiçbir partikül bulunmamalıdır.)
- 4: Magnet, hareketli kontak taşıyıcı ve bobin montajı (manuel)

5: İki gövdenin birleştirilmesi, yay takılması, ürün tipinin yarı otomatik kaşelenmesi, robota son kapama için yuvaya yerleştirilmesi

6: Otomatik kapama robotu (robot cihazı kapattıktan sonra cihazı ilk konveyör banta 90° açı ile devam eden ikinci konveyör hatta koymaktadır.)

7: Otomatik yay takma istasyonu (TVB çalışması öncesinde bu istasyon devre dışı bulunmakta idi)

8: Otomatik Teca-Print baskı istasyonu (otomatik yay takma istasyonunun çalışmaması sebebi ile bu istasyonda manuel olarak yay takılmaktadır.)

9: Otomatik mekanik ve elektrik kontrolü

10: Göz kontrolü

11: Otomatik tip etiketi yapıştırma istasyonu

12: Ambalajlama istasyonu

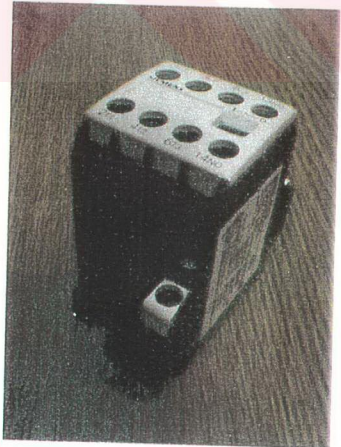
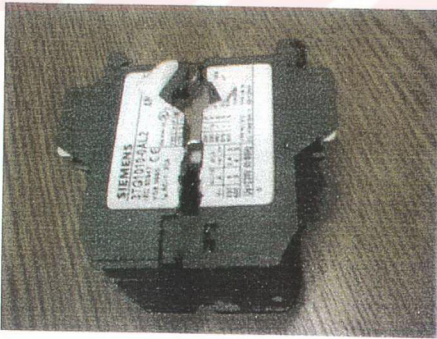
Yapılan zaman etüdü sonucunda darboğaz istasyon olarak 5 no' lu iş istasyonu ortaya çıkmaktadır. İşlem süresi 29,9 dak/100adettir. Bu günde 1800 adetlik bir üretime denk düşen bir süredir. Esasen en uzun işlem 1. ve 2. iş istasyonlarında yapılan işlem olmasına rağmen burada bir darboğazdan söz edilmez. Bir sonraki en uzun işlem 4. iş istasyonunda gerçekleşmektedir. En uzun işlem 1 ve 2 no' lu iş istasyonlarına ait olması sebebi ile burada yapılması gereken iyileştirmelerle iş istasyonu sayısını bire düşürmektir.

Bu bilgiler ışığında yapılan incelemede şu iyileştirmelere karar verilmiştir:

- 1- 1 ve 2 no' lu istasyonlardaki malzeme hazneleri büyültülecek, böylece malzeme beslemek için kaybedilen zaman azalacaktır.
- 2- Yine 1 ve 2 no' lu istasyonlardaki pnömatik sisteme kısa egzoz uygulanacak, böylece havanın sistemi daha hızlı terketmesi sağlanmış olacak ve işlem süresi kısılacaktır.
- 3- Yine 1 ve 2 no' lu istasyonlarda pnömatik presin aşağı ve yukarı hareket hızı artırılacak ve gövdeleri içine daha hızlı alması ve geri vermesi sağlanacaktır. Bu şekilde de işlem süresi kısaltılmış olmaktadır.
- 4- 5 no' lu istasyonda her iki gövdedeki milimetrenin yüzde birinden onuna kadar varan ölçü sapmaları sebebiyle elle ağızlatmanın ergonomik açıdan uygunsuz olması sebebi ile parçalardaki ölçü hataları düzeltilmiş, montaj personelinin sağlığını etkilemeyecek şekilde işlemin gerçekleşmesi sağlanmıştır.

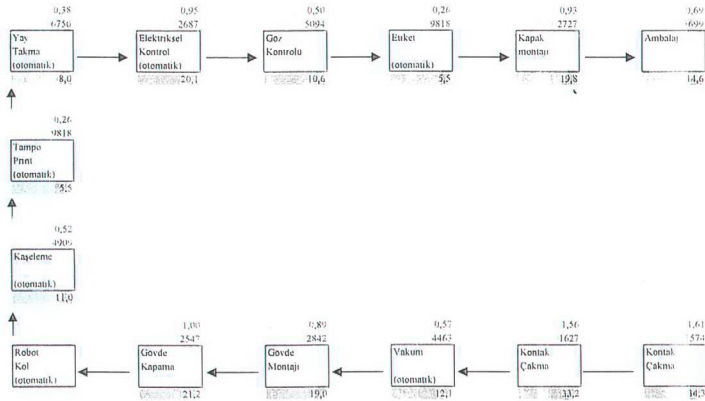
- 5- Kapama robotunun komple revizyonu ve tadilatı yapılmış, kapama esnasında eksen kaçıklığından kaynaklanan gövde kırılmalarının önüne geçilmiştir.
- 6- Kapama esnasında hareketli kontak taşıyıcısı olması gereken pozisyona getiren tek pim yerine iki pim yapılmış, bulunduğu yere kolay bağlama tekniği ile bağlanmış, ve böylece farklı ürün tipi için pim boyunun ayarlanması işlemi ortadan kaldırmıştır. Ürün tipi değişikliklerinde kolayca pim değiştirilmiştir.
- 7- Yarı otomatik kaşeleme ünitesi otomatik olarak hattın dışına çıkartılmış, böylece işlem zamanından çok büyük miktar tasarruf sağlanmıştır.
- 8- Otomatik yay takma istasyonu devreye alınmıştır. Bunun için makine komple tadilattan geçmiş, yay tutucu çeneler yeniden üretilmiş, ve yayların girdiği gövdedeki pencerenin ölçüsü büyütülmüştür. Bu sayede yay montajı esnasında yaşanan yüksek hassasiyet zorunluluğundan kaynaklanan zorluklar azaltılmıştır. Bu istasyonun devreye alınması ile bir sonraki manuel yay takma işlemi tamamen ortadan kalkmıştır.
- 9- Montaj hattının hava bağlantısı tek kanallı olması sebebi ile herhangi bir arıza durumunda tüm montaj hattının havasının kesilmesi gerekmekte, üretim durmakta idi. Tadilat gerçekleştirilmiş ve istasyonlara münferit müdahale imkanı sağlanmıştır. Bu tvb' nin bakım yapılabilirlik (maintainability) arayışı yönünde yapılmış bir iyileştirmedir.

Bu iyileştirmeler sonucunda montaj hattı hakkındaki teknik bilgiler şu şekilde değişmiştir. Şekil 5.10' da bu teknik bilgiler görülebilmektedir.



Şekil 5.9 Minikontaktörün resmi





Şekil 5.10 İyileştirilmiş Minikontaktör montaj hattı

Montaj hattının eski taktı: 17,4 saniye

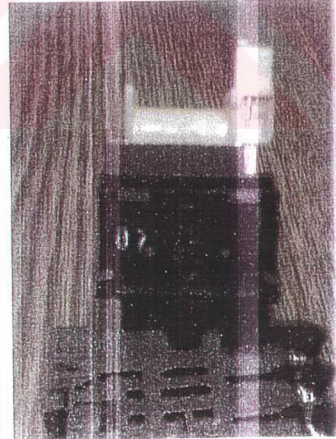
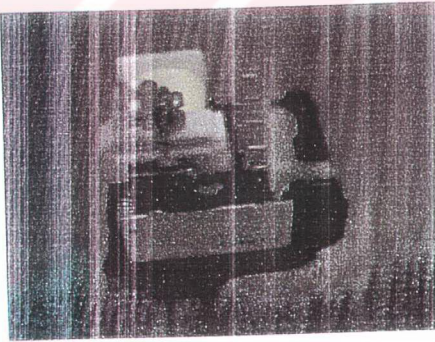
Montaj hattının yeni taktı: 12,7 saniye

Eski günlük üretim kapasitesi: 1800 adet

Yeni günlük üretim kapasitesi: 2540 adet

Verimdeki artış oranı: %41

Yıllık tasarruf: 60.000DM



Şekil 5.11 Minikontaktörün demonte resmi

### 5.5 0 Boy Kontaktör Sabit Kontak ve İzolasyon Parça Montajında İyileştirme

3TF40-41 0 Boy Kontaktör' lerde kullanılan sabit yardımcı kontaklarda herhangi bir kontak yapışması halinde hatalı akım akışının olmasını engellemek için termoplastik bir izolasyon parçası kullanılmaktadır. Bu izolasyon parçasının montajı mevcut durum itibarı ile manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Bu parçanın manuel montajı hem ergonomik açıdan uygun olmayıp hem de işlem zamanı olarak uzun bir işlemdir.

Bu operasyonun iyileştirilmesi,daha ergonomik ve daha hızlı bir hale getirilmesi için kalıphaneye TVB çalışmaları öncesi sipariş çıkılmış ve bir aparatın konstruksiyonu ve imalatı yapılmıştır. İmal edilen pnömatik aparat yuvalarına konulan 220040200 depo no' lu Isolierteil (İzolasyon parçası) ve 120040199 depo no' lu Schaltstück SII (Kontak) parçalardan kontakların sabir kalarak, silindirin izolasyon parçalarını kontaklara iterek montajın gerçekleşmesi prensibine dayanmaktadır. İzolasyon parçaları form olarak çok küçük olmaları sebebi ile montaj esnasında iki parçanın aynı eksende buluşması her zaman mümkün olmamakta ve bu sebeple hem hurda hem de zaman kaybı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca hatanın düzeltilmesi için uğraşılırken aparat boşa beklemektedir.

Aparatın amaçlanan verimi vermemesi üzerine TVB grubu ikinci bir aparat tasarlamıştır. Bu on gözlü aparat daha dar toleranslarla imal edilmiş ve izolasyon parçalarının yuvalarında hareket etmeleri engellenmiştir. Bunun haricinde aparatın hareketli kısmı olarak izolasyon parçalarının bulunduğu kısım tercih edilmiş ve böylece montajda başarı oranı yükseltilmiştir.

Yapılan yeni aparat ile ergonomik açıdan ulaşılması hedeflenen nokta elde edilmiş metal parçanın montaj esnasında eli kesmesi sorunu ortadan kaldırılmıştır. Hurda miktarının büyük ölçüde düşmesinin yanı sıra 5dak/100adet' lik bir zaman tasarrufu sağlanmıştır. Bu da yaklaşık 4000DM/yıl' lık bir iyileştirmeye tekabül etmektedir.



Şekil 5.12 İzolasyon parçası ve kontak



### 5.6 Termik Röle Montaj Hatlarında İyileştirme

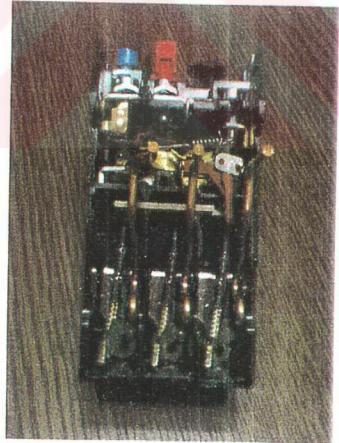
Tüm Termik Röle cihazlarda kullanılan Kontaktfeder 2 kpl. ve Wippe kpl. adlı parçalardan Kontaktfeder 2 kpl bir adet metal parça (Kontaktfeder) ve bir adet gümüş perçinden oluşmaktadır. Wippe kpl ise birbirine ultrasonik kaynak ile monte edilmiş bir metal parça ve bir termoplastik parçanın bir gümüş perçin ile montajından oluşmaktadır. Bu iki parçanın da üretim yöntemi aynıdır. İki gözlü bir aparatta el presi ile perçinler parçalara çakılır. El presinde bulunan kalıplar aşınmış olmaları sebebi ile ve parçaların ufak parçalar olmaları sebebi ile montaj işlemi zorlaşmakta, hurda ortaya çıkmakta ve zaman kaybı oluşmaktadır.

Bu durumun tespit edilmesi üzerine TVB grubu yeni bir tek gözlü kalıp tasarlamış ve el presi yerine elektrikli pres kullanımına geçmiştir. Bu sayede montaj hızı artmış ve hurda parça sayısı da azalma göstermiştir.

Bu sayede;

Kontaktfeder 2 kpl montaj zamanı 15dak/100 adet,

Wippe kpl montaj zamanı 13dak/10 adet azalmış ve toplamda yaklaşık 9000DM/yıl' lık bir iyileştirme elde edilmiştir.



Şekil 5.13 Wippe kpl ve Kontaktfeder 2 kpl

### 5.7 3TF44/45 Kontaktör Montaj Hattında İyileştirme

3TF44/45 cihazların alt gövdesine panoda raya bağlandığında tutucu özellik kazanması amacı ile iki adet plastik parça monte edilmektedir. Bu parçalar yoğun manuel işçilik gerektiren bir pnömatik aparat vasıtası ile takılmaktadır.

Plastik parça pnömatik presinin ucuna yerleştirilmekte ve bunun üzerine de Kontaktörün alt gövdesi yerleştirilmektedir. Kolun çevrilmesi ile beraber parça gövdeye sıkı geçme ile monte edilmektedir.

Bu iş adınının incelenmesi üzerine yeni bir aparat fikri ortaya çıkmıştır. Bu aparat, vibratörle plastik parçaların kanalda ilerleyerek presin ucuna getirilmesi ve her iki parçanın da aynı anda monte edilmesi prensibine dayanmaktadır. Ayak pedalı ile harekete geçirilen bu presin devreye alınması ile birlikte 12dak/100adetlik bir iyileştirme elde edilmiş olup, bu da 3000DM/yıllık bir tasarrufa karşılık gelmektedir.

### 5.8 3TF44/45 Montaj Hattında İyileştirme

Daha evvel de bahsedilen 3TF44/45 montaj hattında sabit kontak taşıyıcıların gövdenin içine pnömatik bir pres ile çakıldığı bir iş adımı mevcuttur. Bu işlem içim kullanılan presin ucundaki aparat çatal formunda ve tek yönlüdür. Kontaklar kontaktörün her iki yanında üçer adet mevcuttur ve bu sebeple bir taraftaki kontaklar çakıldıktan sonra kontaktörün döndürülüp diğer taraftaki kontaklarında çakılmaları gerekmektedir. Bu işlem zaman kaybına yol açmaktadır.

Bu sebeple TVB grubu yeni bir aparat tasarlamış ve her iki taraftaki kontakların aynı anda çakılmaları sağlanmıştır. Bu sayede büyük zaman tasarrufu sağlanmıştır.

Bu iyileştirme ile 8dak/100adet' lik bir iyileştirme yapılmış olup, bu iyileştirme 200DM/yıl' lık bir tasarrufa karşılık gelmektedir.

## 5.9 Kontak İmalatında İyileştirme

Minikontaktör cihazlarda kullanılan kontaklar işletme bünyesindeki metal ön imalatla üretilmektedir. Bu kontakların hammaddeleri üzerlerine gümüş kontak kaynatılmış pirinç şerit plakalardır. Malzeme çok pahalı bir malzemedir. Malzeme rulolar ile gelmesi sebebi ile preste basılırken, kalkışta ve rulunun bitiminde bir fire ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeple, rulolar ne kadar büyük çapta gelirse ürün başına düşen fire miktarı azalmaktadır.

İki farklı hammadde söz konusudur. Bunlar:

269431700

iç çap: 250mm

dış çap: 800mm

fire: 1200mm/rulo = 533gr

yıllık ihtiyaç: 8676kg

hazırlık zamanı: 30dak

rulo ağırlığı: 40kg

269431750

iç çap: 250mm

dış çap: 800mm

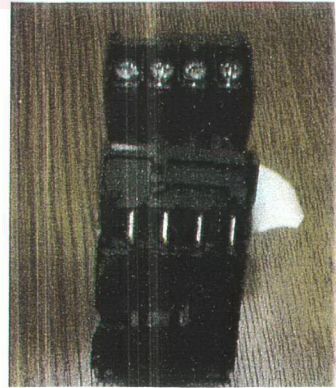
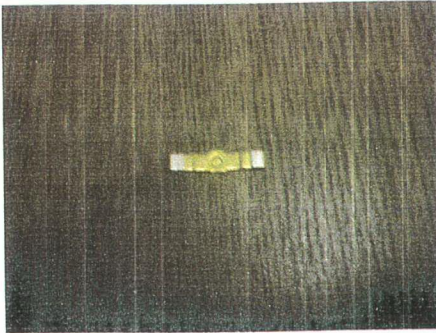
fire: 1200mm/rulo = 176gr

yıllık ihtiyaç: 3955kg

hazırlık zamanı: 30 dak

rulo ağırlığı: 20kg

Her iki malzemenin de 50kg' lik rulolar halinde gelmesi durumunda hazırlık zamanlarından 46saat/yıl' lık bir tasarruf ki bu yaklaşık 1500DM/yıl' lık bir tasarrufa karşılık gelmektedir ve malzemenin ise yaklaşık 3000DM/yıl' lık bir tasarruf sağlanmış olmaktadır.



Şekil 5.14 Hareketli ve sabit kontaklar

## 6. SONUÇ

Siemens Tic. Ve San. A.Ş.' de çalıştığım 3 seneyi aşkın süre içerisinde teknik açıdan sorumlu olduğum Kontaktör ve Termik Röle cihazlarına yönelik olarak Toplam Verimli Bakım çalışmalarına girişimlerim sonucu başlanmış ve çeşitli uygulamalar yapılmıştır.

Toplam Verimli Bakım yaklaşımının yeni kurulması düşünülen bir montaj hattına uygulanması fikrinin ortaya atılması üzerine ilgili yöneticilerle görüşülmüş ve bu yaklaşımın hayata geçirilebilmesi için destek alınmıştır. Bunun üzerine TVB' yi hayata geçirmede en etkili ve faydalı olabilecek kişilerle görüşülmüş ve bir grup oluşturulmuştur. Grup öncelikle toplam verimli bakımın üzerinde hassasiyetle durduğu altı büyük kaybı bertaraf etmek için çalışmalarda bulunmuştur. Büyük iyileştirmeler gerçekleştirilmiş, büyük tasarruflar sağlanmıştır. Bakım sisteminin iyileştirilmesi için girişimlerde bulunulmuş, müspet gelişmeler ortaya çıkarılmıştır.

Firma bünyesinde toplam verimli bakım uygulanırken daha evvel de belirtildiği gibi toplam bir katılım gerekmektedir. Bu elbette üst yönetim için de geçerlidir. Uygulamaların yapıldığı firma bünyesinde fikir üst yönetimden değil uzman kadrodan çıkmıştır. Bu da üst yönetimin desteğinin kısıtlı olmasına sebep olmuştur. TVB sisteminin oturtulmasında lider rol üstlenilmemiştir. Böyle bir ortamda TVB uygulamasının başarı ile sonuçlanması mümkün değildir. Fikir uzman personelden çıksa bile üst yönetim bilgillemeli ve lider rolünü üstlenmelidir. TVB çalışmalarının başarılı olması için duvarlar yıkılmalı, korkular bir yana bırakılmalıdır. Eksikliklerin ortaya çıkmasından, kötü ve yetersiz duruma düşme korkusuna kapılmamalı, değişim rüzgarına ayak uydurulmalıdır. İmkansız diye bir şeyin olmadığı akıllardan çıkarılmamalıdır. Kayıpların bilinmediği bir ortamda nelerin iyileştirilmesi gerektiğinin de net olarak bilinemeyeceği düşünüldüğü sağlam kayıt sistemleri kurulmalıdır. Kurulan kayıt sistemi basit ama fonksiyonel olmalıdır. Kayıtlı zaman harcadığı düşünülmemelidir. Sağlam kayıt sistemi TVB sisteminin de belkemiği olmaktadır. Her türlü iyileştirme fikri dikkatle incelenmeli önyargılı olunmamalıdır. TVB sistemini basit görüp çok yüksek hedeflerle işe başlanmamalı, ana çalışma planı firmanın eksikliklerine göre belirlenmelidir. Çok yüksek hedefler konulması hem bu hedeflere ulaşma ihtimalinin düşük olmasına sebep olacak, bu hedeflere ulaşılamayacak hem de bu hedeflere ulaşılamamış olması demotivasyona sebep olacaktır. İşletme mevcut durumunu iyi analiz edip rasyonel hedefler koymalıdır. Çalışma planına mümkün olduğu kadar sadık kalınmalıdır. Otonom sistemin başarı ile kurulabilmesi için operatörlerin katılımı sağlanmalı, fikirlerine değer verildiği hissettirilmelidir. Katılımcı yönetim tarzı uygulanmalıdır. Başarı ödüllendirilmelidir. Eğitimin



başarı, kalite ve verime çok olumlu etkisinin olacağı bilinmelidir. İyileştirmenin asla bitmeyeceği, her zaman iyileştirilecek noktaların olduğu bilinmeli, yaklaşım buna göre olmalıdır. TVB uygulama adımlarına sadık kalınmalı ancak uygulama yapılırken birebir kopya yapılmamalıdır. Sistem mevcut şartlara, çalışanların karakter yapılarına, ülke şartlarına uyarlanmalıdır. Uyarlanmadan yapılan birebir bir kopyanın başarılı olması mümkün değildir. Toplam verimli bakım teknikleri, metotları iyi kullanıldığı zaman işletmenin pazardaki konumuna kadar etkisi olan güçlü bir silah haline dönüşebilir, aksi takdirde maliyetleri arttıran, zaman kaybına yol açan bir uğraştan öteye gidemez.



## KAYNAKLAR

- Hartmann, E., (1992), Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant, TPM Press Inc., Pennsylvania.
- Izumi, T., (1991), "Focusing Improvement Activities on the Six Major Losses", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Katoh, M. ve Seisakosyo, T., (1994), "Increasing Human, Equipment, and Material Efficiency to Lower Failures", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Nakajima, S., (1991), "The Toyota Production System (JIT) and TPM ", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Nakajima, S., (1984), Introduction to TPM-Total Productive Maintenance, Productivity Press Inc., Oregon.
- Nakazato, K., (1990), "Specialized Maintenance and Autonomous Maintenance in the Process Industries", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Patterson, J., Kennedy, W. ve Fredendall, L., (1995), "Total Productive Maintenance is not for this Company", Production and Inventory Management, USA.
- Suzuki, T., (1989), TPM in Process Industries, Productivity Press Inc., Oregon.
- Takagi, I., (1991), "Analyzing the Six Major Losses", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Takaku, T., (1991), "Action against Mistakes to Reduce Equipment Loss", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- Takeichi, K., (1989), "Improving Corporate Structure with TPM Activities", Japan Institute for Plant Maintenance, Japan.
- <http://www.tpm.co.jp/>

**ÖZGEÇMİŞ**

|               |                   |                                                                                                                      |
|---------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doğum tarihi  | 23.05.1974        |                                                                                                                      |
| Doğum yeri    | Bakırköy/İstanbul |                                                                                                                      |
| Lise          | 1985-1993         | Özel Alman Lisesi                                                                                                    |
| Lisans        | 1993-1997         | Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak.<br>Endüstri Mühendisliği Bölümü                                               |
| Yüksek Lisans | 1998-2001         | Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği<br>Programı |

**Çalıştığı kurum(lar)**

|            |                                                  |
|------------|--------------------------------------------------|
| 1997- 2000 | Siemens Tic. ve San. A.Ş. Teknik Planlama Uzmanı |
| 2000-      | Webasto Termo Sistemleri A.Ş. Üretim Müdürü      |