

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

OREN4031 BAKIM YÖNETİMİ

Yrd.Doç.Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ
 2. TEMEL KAVRAMLAR
 3. ÜRETİM VE BAKIM SİSTEMLERİ
 4. BAKIM YÖNTEMLERİ
 5. BAKIM YÖNETİMİ
 6. BAKIM KARARLARI
 7. BAKIM EKONOMİSİ
 8. GÜVENİLİRLİK ANALİZİ
 9. BAKIM PLANLAMADA YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
UYGULAMALARI
 10. BAKIM-ONARIM İŞLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
 11. BAKIM İLE İLGİLİ AVRUPA MEVZUATI
- KAYNAKLAR

OREN4031

BAKIM YÖNETİMİ

1. GİRİŞ

- ✓ Müşteri taleplerinin hızla değiştiği, işletmeler arasındaki rekabetin giderek daha da arttığı günümüzde, firmalar varlıklarını devam ettirebilmek için yeni yönetim biçimleri ve yeni teknikleri kullanmaya başlamışlardır.
- ✓ Bu yeniliklerin bir kolu da bakım faaliyetleri konusunda gerçekleşmektedir.
- ✓ Günümüzde bakım konusu, “varlıkların etkin yönetimi” başlığı altında bir bütün olarak ele alınmaya başlamıştır.
- ✓ Bu noktada karşımıza çıkan en önemli kavram Toplam Verimli Bakım (TVB)’dir.

- ✓ Bir işletmede, üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça tamir/bakım faaliyetlerinin önemi artar.
- ✓ Yüzlerce tezgahtan oluşan bir üretim hattında birkaç makinanın arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi durdurabilir.
- ✓ Sipariş üretiminde arızalanan veya bakıma alınan makinaların yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı vardır.

- ✓ Fakat sürekli üretimde ve özellikle akış tipi imalatla arızaların üretimin akışı üzerindeki etkisi çok büyüktür.
- ✓ Örneğin; bir polyester iplik fabrikasında (sürekli üretim) bir noktada ortaya çıkan arıza tüm sistemin durmasına yol açtığı gibi hattaki polimerin kullanılamaz hale gelmesine de neden olabilmektedir.
- ✓ Arıza giderildikten sonra tekrar devreye girme ve normal üretim düzeyine çıkıncaya kadar da uzun bir süre geçmektedir.

- ✓ Günümüzde kullanılan makine ve ekipmanlar giderek daha ileri teknolojiler içermeye başlamışlardır, buna bağlı olarak da işletmelerde geleneksel tamir-bakım faaliyetlerinden daha etkin bir bakım anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır.
- ✓ Toplam verimli bakım (TVB), bu nedenle oldukça önemlidir.
- ✓ TVB, üretimi bizzat gerçekleştiren operatörlerden üst yönetime kadar tüm çalışanları organize eden, bütün üretim operasyonlarını destekleyebilecek, işletme çapında bir makina ve ekipman bakım yönetimi sistemidir.

- ✓ Toplam Verimli Bakım; çalışanların kendi kullandıkları ekipman ve makinaları sahiplenmesi ve makinaların her an düzgün bir şekilde çalışmasını güvence altına almak için bakım, mühendislik ve yönetim birimleri ile bütünleşme sağlayarak bir TVB kültürü oluşturmak amacıyla, önleyici bakım çalışmaları ile Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin birleştirilmesidir.
- ✓ TVB; ekipmanlarda, buna bağlı olarak da süreçlerde kaliteyi korumak ve toplam ekipman etkinliğini sağlamak için şirket çapında takım çalışması tabanlı faaliyetlerin tamamıdır.

- ✓ Toplam Verimli Bakım, sadece bakımla ilgili bir kavram değildir. TVB, Toplam Kalite Yönetimi ve Yalın Üretim anlayışlarının da önemli bir basamağıdır.
- ✓ TVB, bir makinenin veya sürecin genel çalışma koşullarını en iyi düzeyde tutabilmek için süreç öncesinde, süreç esnasında ve sonrasında oluşabilecek kayıpları sıfır düzeyine getirmeye odaklanmıştır.
- Toplam Verimli Bakım (TVB), Toplam Kalite Yönetimi (TKY) felsefesi çerçevesinde üretimin ve hizmetin sağlandığı her türlü makinenin ve ekipmanın verimli kullanılması ile sıfır arıza ve sıfır kaybı hedefleyen bir anlayıştır.

- Toplam Verimli Bakım, şirket üst yönetiminin tam desteğinin olduğu, tüm çalışanların özellikle de operatör seviyesindeki çalışanların ve oluşturulan iyileştirme gruplarının faaliyetlerinin gerçekleştiği, tüm işletmeyi kapsayan, verimli bir varlık yönetimi sistemidir.
- Toplam Verimli Bakım anlayışında, üretimde aktif olarak çalışan operatörlerin katılımıyla gerçekleşen otonom bakım faaliyetleri sistemin en önemli öğelerindendir.

- ✓ Toplam Verimli Bakımdaki “toplam” kelimesi ise üç anlamı ifade eder:
- **Toplam Etkinlik:** TVB’nin ekonomik etkinliği ve karlılığı sağladığını ifade eder.
- **Toplam Bakım Sistemi:** TVB’nin önleyici bakımı, bakımın geliştirilebilirliğini ve koruyucu bakımı içerdiğini ifade eder.
- **Toplam Katılım:** Özellikle operatörlerin otonom bakım faaliyetleri ile önem kazanan küçük grup aktiviteleriyle tüm çalışanların katılımı hedeflenmiştir.
 - Operatörlere sorumluluk vererek takım çalışmasını gerçekleştirmek esastır.

✓ TVB Sisteminin Hedefleri:

- Tezgah verimliliğinin arttırılması
- Ürün kalitesinin arttırılması
- Hataların azaltılması → Sıfır hata
- Kayıpların azaltılması → Sıfır kayıp
- Iskartanın azaltılması → Sıfır ıskarta
- Stokların azaltılması → Sıfır stok
- İş kazalarının azaltılması
- Bakım kalitesinin arttırılması
- Grup çalışmalarının arttırılması
- İyileştirme fikirlerinin arttırılması
- Kültür değişiminin sağlanması
- Teknik eğitimin arttırılması

- ✓ TVB faaliyetlerinin işletmelerin verimliliğine olan katkısı incelendiğinde; hataların giderilmesi, sürekli iyileştirme çalışmalarındaki artış ve iş kazalarının azalması konularında, uygulanan sistemin olumlu etkileri görülmektedir.
- ✓ TVB sisteminin en önemli faydası ise genel ekipman verimliliğindeki artıştır.
- ✓ Ayrıca uygulamalar; kayıpların ve arızaların azaltılması konularında birçok noktada fayda sağladığından maliyetlerin düşürülmesinde de büyük rol oynamaktadırlar.

- ✓ TVB anlayışı, sürekli iyileştirme felsefesini de içinde barındırdığından, işletmelerdeki toplam verimli bakım kapsamına giren hata ve arızaların tespit edilerek giderilmesi ve bu sayede sistemin günden güne daha da fazla etkili ve avantaj sağlayan bir yapı haline geleceği görülmektedir.
- ✓ Ortaya çıkan arızaların onarılması anlayışının ötesinde, arızaların oluşmasını önleme, planlı bakım ve operatörlerin otonom çalışmaları kapsamında uygulanan TVB sisteminin, özellikle imalat işletmelerinde makinaların etkin kullanımı ve maliyetlerin düşürülmesi noktalarında stratejik bir araç olarak karşımıza çıktığı açıktır.

- ✓ Sistemin avantajlarını fark ederek uygulamaya geçmek isteyen kuruluşlar, önce tespit edilen pilot uygulamalarla sistemi test edip avantajlarını görmelidirler.
- ✓ Pilot uygulamalarla elde edilecek deneyimler sonrasında, TVB anlayışını ve uygulamalarını belirli bir plan dâhilinde tüm süreçlerine yaymalıdırlar.

OREN4031

BAKIM YÖNETİMİ

2. TEMEL KAVRAMLAR

- İnsan ihtiyaçlarını karşılayacak mal ve hizmetlerin çok azı doğada ve çevrede hazır bulunur.
- Bu nedenle, insan ihtiyaçlarının çoğunluğu insan ve makina- teçhizat maharetiyle doğadan elde edilen hammaddeler işlenerek elde edilir.
- Endüstriyel üretim sistemlerinde makina-teçhizat kullanımdan dolayı arızalanabilir.
- Bütün endüstriyel işletmelerde parçaların eskimesi, makinaların bozulması veya kırılması, binaların ve tesislerin aşınması sözkonusu olduğuna göre bakım planlarının hazırlanması ve uygulanması kaçınılmaz bir faaliyettir.

2.1. Üretim (Production)

- Üretim, bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini artıracak bir değişiklik yapmak ya da hammadde veya yarı ürünleri kullanılabilir bir ürüne dönüştürmektir.
- Mal üreten işletmeler belli bir ürünü ortaya çıkaran endüstriyel üretim işletmeleridir.
- Endüstriyel üretim yapan işletmelere genel olarak “fabrika” ya da “tesis” denmektedir.
- Tesis, fiziksel üretimin yapıldığı belirli ve sabit bir alan içinde kurulmuş bina ve üretim araçları topluluğu olarak tanımlanabilir.

- Üretim, çok sayıda faktörün bileşimidir.
- Ancak, bir tanesinin olmaması halinde üretimin gerçekleştirilemeyeceği dört temel üretim faktörü vardır.
- Üretim faaliyetlerinde ihtiyaçları tam olarak karşılayacak biçimde planlanması gereken temel üretim faktörleri (4M) şunlardır:
 - Malzeme (Material),
 - Metod (Method),
 - Makina (Machine) ve
 - İşgücü (Manpower).

2.2. Üretim Yönetimi (Production management)

- Üretim yönetimi, işletmenin elinde bulunan temel üretim faktörlerinin (makina, malzeme ve insan gücü), belirli miktardaki ürünün istenilen niteliklerde (kalitede), istenilen zamanda ve mümkünse en düşük maliyetle üretimini sağlayacak biçimde bir araya getirilmesidir.
- Üretim yönetimi, ürün ve hizmetlerin istenilen kalite standartlarında, istenilen zamanda ve en düşük maliyetle elde edilmesi için gerekli yönetim fonksiyonlarının yerine getirilmesidir.
- Yönetimin temel görevi, ürün veya hizmet üretmek üzere temel üretim faktörlerini uygun oranlarda bir araya getirmek ve etkin biçimde kullanmaktır.

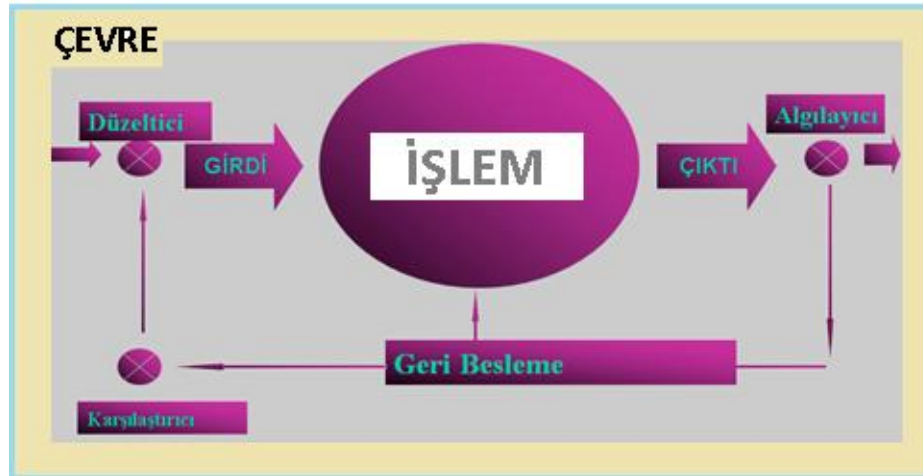
➤ Buna göre üretim yönetimi aşağıda sıralanan 4 parametreyi kontrol eder:

- Miktar
- Kalite
- Zaman
- Maliyet

2.3. Sistem (System)

- Genel anlamda sistem, aralarında etkileşimler bulunan bir takım nesneler topluluğudur. Sistemin başka bir tanımı ise; belli bir amacı gerçekleştirmek için bir araya gelmiş ve aralarında etkileşim bulunan elemanlar topluluğudur.
- Bir sistemin elemanları; çıktıları elde etmek için girdileri işleyerek ve aynı zamanda diğer birimlerle kombine bir biçimde hareket eden birimlerdir.
- Bakım planlama sistemi de, bir üretim sisteminin bir elemanı ya da alt sistemidir.
- Sistemin 5 elemanı vardır: girdi, işlem, çıktı, geri besleme ve çevre.

- Sistemin amaçları; etkileşim, varlığını sürdürme, karlılıktır. Bu amaçları taşıyan sistemler aşağıdaki özelliklere sahiptir:
 - Sistem bir bütündür
 - Daha küçük parçaların birleşmesinden bir araya gelmiştir
 - Sistemin elemanları arasında sistematik ve dinamik bir bağ vardır
 - Sistemin elemanları sürekli bir etkileşim içindedirler
 - Sistem ile çevresi arasında bir etkileşim vardır



2.4. Üretim Sistemleri (Production systems)

- Üretim sistemi, işletmelerin belirlenen amaçlarına ulaşabilmeleri için, sistem içinden veya dışından sağlanan girdilerin en uygun bileşeni bulunarak yararlı bir fiziksel çıktıya dönüştürülmesi sürecidir.
- Buna göre, üretim sistemlerinin üç temel unsuru vardır;
 - girdiler,
 - dönüşüm süreci ve
 - çıktılar.

Girdiler: Bir üretim faaliyetinde bulunabilmek için, girdi olarak isimlendirilen ve faaliyet alanına çevreden alınması gereken öğelerdir.

- Girdiler iki şekilde sınıflandırılabilir: kontrol edilemez girdiler ve kontrol edilebilir girdiler.
- Kontrol edilemez girdiler, üretim sistemini etkilemesine rağmen, üretim sistemince etkilenemeyecek nitelikte olan girdilerdir: Çevresel faktörler; yasal sistem, sosyal sistem, ekonomik sistem, doğal sistem, psikolojik sistem gibi.
- Üretim sistemindeki değişim çevresel faktörleri etkilemezken, çevresel faktörlerdeki değişim ise üretim sistemini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir.
- Kontrol edilebilir girdiler, üretim sistemi tarafından miktarları, biçimleri, yerleri, kaliteleri, oranları ve akışları değiştirilebilen girdilerdir: makina, malzeme, işgücü, enerji, teknoloji gibi.

Dönüşüm Süreci: Üretim sistemleri açısından, üretim sistemin bir alt sistemi olan dönüşüm sürecinin karar alanları üretim biçiminin belirlenmesi, kapasitenin belirlenmesi, kuruluş yerinin seçimi, üretimin programlanması, malzeme akış yollarının, makina ve araç-gereçlerin belirlenmesi, yerleşim düzenlemesi, çizelgeleme ve bakım-onarıma ilişkin eylemlerin belirlenmesidir.

Çıktılar: Üretilen mal ve hizmetler sistemin çıktılarını oluşturur.

- Girdiler, üretim sürecinde mal ve hizmete dönüşür.
- Çıktı için miktar, zaman, kalite ve maliyet faktörleri önemlidir.

2.5. Bakım

- Genel anlamda bakım;
- *“Canlı ya da cansız bütün varlıkların ve cisimlerin iyilik hallerinin korunması ve sürdürülmesini sağlamak üzere gerekli tedbir ve faaliyetlerin sürekli olarak yerine getirilmesi işlemidir”.*
- Bakım, üretim sisteminin plan ve programlara uygun olarak çalışmasını sağlayan ve istenen çalışma standartları düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme ve kontrol fonksiyonudur.
- Bakım sisteminin amacı, kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlayarak, makina ve teçhizatın arzu edilen bir düzeyde çalışmasını sağlamaktır .

- Bakım, şirketlerin karlılığını yüksek tutabilmek ve sürekliliğini sağlayabilmek adına; makina, ekipman, cihaz ve taşınmaz varlıkların beklenen fonksiyonlarının korunması ve sürdürülebilmesi için, yaşam döngüsü boyunca yürütülen teknik ve yönetsel faaliyetlerin kombinasyonudur.
- Üretim sistemindeki düzensizliklerin ve kullanışsızlığın nedeninin uygun bakım politikalarının uygulanmamasının olduğu kabul edilir.

Bu düzensizlikler ve kullanışsızlığın sonucu:

- ✓ üretim kayıpları
- ✓ daha yüksek dolaylı maliyetler
- ✓ daha yüksek direkt maliyetler
- ✓ daha uzun birim ürün üretim süresi
- ✓ daha düşük kalite seviyesi ve müşteri memnuniyetsizliği

➔ BAKIM

2.6. Bakım Fonksiyonu

- Bakım fonksiyonu, ürün veya hizmet üretim işletmelerinde üretim fonksiyonuna paralel olarak yürütülen bir faaliyettir.

Muayene: Gözden geçirme, araştırma, yoklama, kontrol anlamlarında kullanılan muayene; makine-teçhizat ve donanımlarının görev yapıp yapmadıklarının, görevlerini yapamamalarına neden olan elemanlarının belirlenmesi faaliyetleridir.

Tamir Bakım (Acil Bakım-Onarım): Arıza olduğunda yapılan bakım ve onarım faaliyetleri

Periyodik Bakım: İki, üç, altı aylık, bir yıllık bakımlardır.

Koruyucu Bakım: Muayene sonucu ve istatistik bilgilere dayanılarak yapılan bakım faaliyetidir.

Kestirimci Bakım: Bilgisayar destekli bakım faaliyetidir. Makina çalışırken dönen parçalar üzerinde alınan titreşim ölçüm değerleri, istatistik yöntemler ve eğilim çözümleme teknikleri kullanılarak olayın gelişmesini izleme esasına dayanır.

2.7. Reaktif Yaklaşım (Reactive approach)

- Geleneksel yaklaşımı ifade eder.
- Reaktif yaklaşım, bilinmeyen ancak öngörülebilir bir tehdit ortaya çıktıktan sonra hatta sistemde hasar oluştuğundan sonra uygulanacak önlemleri ve uygulanacak eylemleri kapsayan davranış biçimidir.
- Bu yaklaşımda kazaların ve sistem bozukluklarının araştırılması esastır.
- Olay sonrası inceleme ve işin yeniden düzenlemesine odaklanılır; bakım işlerinde tamir bakım yaklaşımı gibi.

2.8. Proaktif Yaklaşım (Proactive approach)

- Çağdaş bir yaklaşımdır.
- Proaktif yaklaşım, bilinmeyen ancak öngörülebilir bir tehdidin ortaya çıkmasından önce çeşitli önlemlerin alınmasına dayanan davranış biçimidir.
- Sistem bozukluğundan ziyade, güvenlik yönetim sisteminin incelenmesine, risk değerlendirme ve güvenlik kültürüne odaklanır.
- Olay gerçekleşmeden öncesine, çalışanlara ve güvenli olmayan uygulamalara odaklanır; bakım işlerinde koruyucu bakım gibi.

2.9. Arıza (Failure)

- Genel olarak bir sistemin, ekipmanın işlevini tam olarak veya hiç yerine getirememesi sonucu oluşan durum olarak tanımlanabilir.
- Bu nedenle ekipman arıza tiplerinin süre, sıklık ve maliyet gibi parametreler esas alınmak suretiyle önceliklendirilmesi ve faaliyetlerin bu bilgi ışığında planlanması bakım yönetimi konusunda önemli bir yer teşkil etmektedir.

- **Arıza tipleri:**

- Çatlaklar,
- Kırılmalar,
- Deformasyonlar,
- Aşınma,
- Korozyon, erozyon, boşluk oluşumu,
- Malzeme yoğunluğu,
- Eskime olayı,
- Kesilme,
- Birleşme yerlerindeki gevşemeler vb.

- **Arıza nedenleri:**

- Aşınan ya da kırılan parçalar
- Aşırı titreşimler
- Dikkatsiz ve bilgisiz personel
- Hatalı kontrol cihazları
- Hatalı ya da kusurlu imalat
- Kalitesiz yedek parça
- Küçük arızaların önemsenmemesi
- Makina ve tesislerin sınırları dışında aşırı yükte çalıştırılması
- Talimatların yanlış anlaşılma ve iletilmesi
- Tertipsizlik ve kirli çalışma ortamı
- Uygun olmayan çevre faktörleri
- Yanlış bakım ve fabrika yönetim anlayışı
- Yetersiz, yanlış ve devamsız yağlama uygulamaları

- **Arıza belirtileri:**

- Çatlamalar,
- Isınma,
- Titreşim artışı,
- Gürültü artışı,
- Koku,
- Çürüme,
- Düzensiz çalışma,
- Sızıntılar,
- Hasar,
- Enerji tüketiminde dalgalanmalar,
- Bağlantı noktalarında gevşemeler, salgı vb.

2.10. İhlal (Breach)

- İhlal, bir birey veya kişilerin, belirlenmiş ve bilinen kurallara kasıtlı olarak uymamasıyla ortaya çıkan, insan başarısızlığının ayrı bir biçimidir.
- ✓ İhlaller, personelin uyumsuzluğun faydalarının olumsuz sonuçlarından daha büyük olmadığını algılamasını sağlayarak ele alınmaktadır.
- İhlalleri önlemenin yolu; eğitim, bakım kalitesinin algılanması, uygun kaynak ve koşullar, yöneticilerin bakım anlayışı, denetim, uygun tasarımlardan geçer.

- İhlallerin önlenmesine yönelik olarak aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilebilir:
- Bakımın önemi eğitim yoluyla anlatmak,
 - Bakım kalitesini ihmal etmenin sonuçlarını anlamalarını sağlamak,
 - Uygun kaynak ve koşulları hazır tutmak (zaman, araç),
 - Yöneticilerin ve denetçilerin kısa vadeli operasyonel taleplerden çok yüksek bakım performansı ve emniyet standartlarına öncelik verdiklerini algılamak;
 - İyi uygulamaların teşvik edilmesini ve sürekli ve adil uygulanan etkin bir disipliner süreç vasıtasıyla kötü uygulamaları ortadan kaldırılmak için uygun bir şekilde denetlenir,
 - Kontrol listeleri pratik, kullanıcı dostu bakım prosedürlerine sahiptir.
 - Uygun tasarımlar.

2.11. Hata (Error)

- Hata, bilinçli bir eylem sırasında, amaçlanan sonuca ulaşmada başarısız olunmasıdır.
- Hatalar yalnızca belirlenmiş bir hedefe ulaşmak için açık bir niyet ile yapılan eylemlerle ilişkilendirilebilir.
- Bu nedenle refleksler gibi kontrolsüz hareketler hata ile ilişkilendirilemez.
- Tanımı gereği hatanın kendisi kasıtlı olmaz, fakat orijinal yapılmak istenen eylem kasıtlı olmak zorundadır.

2.12. Hata Kaynakları (Error sources)

1- İnsan hataları:

- ✓ İnsanlar tarafından yapılan uygun olmayan hareketlerin neden olduğu sistem durmalarını içerir.
- ✓ Uygunsuz faaliyetler yanlış düğmeye basılması ya da yanlış yağ kullanımı gibi durumları içerir.

2- Yazılım hataları:

- ✓ Yazılım hataları uygun olmayan mantık ve yanlış kodlamalar nedeniyle oluşurlar ve insan hatalarının özelliklerinin çoğunu gösterirler.
- ✓ Neticede yazılım hatalarının nedeni de insan olan programcının yaptığı hatalardır.
- ✓ Yazılım hatalarını insan hatalarından ayıran en önemli özellik düzeltilmeleri halinde tekrar ortaya çıkmamalarıdır.

3- Elektrik hataları:

- ✓ Motor, ateşleyici, döndürücüler ve tüm kablolar gibi elektrik-mekaniksel kısımları içerir.

4- Mekanik hatalar:

- ✓ Bu tür hata sınıfı yataklar, dişliler, kavramalar, aletler gibi geleneksel bileşenlerde oluşmaktadır. Bu tür hataların tamir edilmesi için uzunca bir süre makinaların çalışmaları durdurulur.

5- Hidrolik hatalar:

- ✓ Hidrolik hatalar pompalar, sarmal bobinler, süpablar ve borularda oluşan hataları içerir.
- ✓ Tamir süresi uzundur.
 - ✓ Bunun nedeni, arıza oluştuğunda ya da koruyucu bakım uygulanacağı zaman tüm faaliyet boyunca tüm makinanın üretim dışında olmasıdır.

6- Elektronik hatalar:

Bu tür hatalar, bilgisayarlar, güç sağlayıcılar ve mantık hatalarını içerir.

2.13. Bakım Yönetimi (Maintenance management)

- Bakım yönetimi, bakım faaliyetlerinin planlanması, yürütülmesi, denetimi, kontrolü ve geliştirilmesi amacıyla oluşturulan idari, finansal ve teknik yapıdır.
- Bakım yönetiminin, varlıkların ekonomik ömürlerini artırarak işletmenin sürekliliğini sağlayacak altyapıyı oluşturduğu düşünüldüğünde, etkin bir sürece sahip olması gerekliliği kaçınılmazdır.

2.14. Bakım Planlaması (Maintenance planning)

- Bir fabrikanın makina ve tesislerinin sürekli olarak çalışır durumda olmasını sağlamak amacı ile yapılacak olan faaliyetlerin planlanmasıdır.
- Bakım planlaması, özellikle üretim sisteminin büyümesi ve üretim miktarının artması durumunda daha fazla önem kazanmaktadır.
- Bakım faaliyetlerinin, özellikle seri üretim yapan işletmelerde üretim akışı üzerindeki etkisi daha büyüktür.

Bakım planlama faaliyetlerinin amacı, duruşlardan ve arızalardan kaynaklanan üretim kayıplarının minimize edilerek her teçhizatın düzenli ve verimli kullanımını sağlayarak, performansının maksimize edilmesi ve ayrıca sistemin tamamının güvenilirliğinin artırılması ve sürekliliğin sağlanmasıdır.

2.15. Plansız Bakım (Unplanned maintenance)

- Makina veya tesis içerisinde ekipman bozulunca ya da arıza çıkınca yapılan bakımdır.
- Bu bakım şeklinde, işletmede zamansız çıkan bir arıza sonrasında bakım ve onarım yapılır.
- Bakım genel olarak makina operatörüne bırakılmış ve arızalı ve arızalara yanıt veren bir iskelet bakım personeline genel bakım çalışmaları emanet edilmiştir.
- Planlanmamış bakımda, gerçekleştirilen bakım faaliyetleri bir takım kalıplara sahip olabilir; ancak veri ve kayıtların toplanmasına ilişkin herhangi bir yönetim politikası yok, uygun yedek envanteri yok, bakım faaliyetlerinde herhangi bir sistem yok ve geri besleme sistemi mevcut değil.

2.16. Planlı Bakım (Planned maintenance)

- Planlı bakım, makina veya tesise belirli bir plan ve programa göre işlem yapılarak, normal işletme gereklerine göre çalışmasını temin etmektir.
- Ayrıca planlı bakım sistemi, firmanın bakım politikasını teknik ve parasal açıdan yönetim, bakım faaliyetlerini, daha yüksek standartları ve maliyet etkinlikleri ile kontrol eder.
- Birçok problem ve arıza planlı bakımlar esnasında belirlenir ve planlı bakım ile bunların iyileştirilmesi çabuk ve maliyeti düşüktür.

2.17. Periyodik bakım (Periodic maintenance)

- Önceden belirlenmiş olan belirli zaman aralıkları ile sürekli tekrar eden ve bir takvime bağlı olacak şekilde gerçekleştirilecek bakımlar periyodik bakımlardır.
- Düzenli olarak makina üzerindeki bütün donanımlar gözden geçirilmekte ve tespit edilen arızalar giderilmektedir.
- Bu yöntemde arızanın çıkması beklenmez.
- Sisteme daha önceden periyodik olarak yapılan bakım neticesinde olası arızaların önüne geçilir.

- Tesis bakımı en iyi şekilde planlı bakım programı ile gerçekleştirilir.
- Böyle bir program günlük, haftalık, aylık, üç aylık, altı aylık ve yıllık kontrol çizelgelerinden oluşur.
- Bu çizelgeler tesis mühendisi tarafından hazırlanır ve muhafaza edilir.
- Ancak bakımı bakım teknisyenleri yapar.
- Örneğin her hafta cumartesi günü haftalık bakım günü olabileceği gibi yine aylık periyodik bakımlar da böyle olabilirler.

2.18. Önleyici Bakım (Preventive maintenance)

- Özellikle cihazlardaki kullanımlara orantılı bir şekilde açıklanabilecek olan bakım türüdür.
- Örneğin makinalarda bir sayaç olduğunu düşünelim.
- Bu sayaç her 30'a geldiğinde yağının değişmesi, metal yorgunluğunu kontrol edilmesi gibi gereksinimler olabilir.
- Eğer bunlar gerçekleştirilmezse makinalarda duruşlar olabilir ya da tam anlamıyla performanslı çalışma gerçekleştirilemez.

- Son yıllarda kullanılmaya başlayan yeni bir bakım yöntemidir.
- Proaktif bakımda amaç makinaların arızalarını ortaya çıkarmak değil, başlangıçta arızanın ortaya çıkmasını önlemektir.
- Burada tasarımda, yağlama sistemlerinde ve işletme şartlarında yapılacak değişiklikler ile arıza sebepleri ortadan kaldırılabilir.
- Proaktif bakımın uygulanabilmesi için ARGE bölümlerinin bulunduğu büyük işletmeler daha şanslı olmaktadır.

2.19. Kestirimci Bakım (Predictive maintenance)

- Makina üzerinde ölçümü gerçekleştirilmiş olan değerlere ya da üretmiş olduğu ürünlerde yapılmış olan ölçüm değerlerine göre karar alınarak yapılan bakım şeklidir.
- En yüksek verimi almak ve bakımdan kaynaklanan üretim kayıplarını en aza indirmek için kullanılan yöntemdir.
- Bu bakımdaki amaç sistemdeki araçları durdurmadan durumları hakkında veriler almak ve bu verilerin zaman içerisindeki değişimini incelemektir.

- Kestirimci bakımda, işletmelerdeki makinalar belli noktalardan izlemeye alınır.
- Bunun için, bir takım ölçüm cihazları kullanılır.
- Belli bir zaman aralığında alınan ölçüm sonuçları değerlendirilir.
- Bu ölçümler sonucu sistemde oluşabilecek arızalar önceden tespit edilerek gerekli işlemler yapılır.

2.20. Toplam Verimli Bakım (Total Productivity Maintenance)

- Toplam verimli bakım (TVB) kavramı bakımı, makina tasarımı, üretim ve işletmelerin bakım geliştirme süreçlerine dahil etmiştir.
- Bu düşüncenin gerekçesi, makina operatörleri ile bakım personeli arasındaki etkileşime dayanır; bu makina benim anlayışı gelişir.
- Araştırmalar, toplam verimli bakımın, makina kullanılabilirliğini geliştirdiğini, ürün döngü zamanını azalttığını, kalite seviyesini yükselttiğini ve bütün verimliliği artırdığını ortaya koymuştur.

2.21. Bakım Maliyeti (Maintenance cost)

- Bakım maliyeti, tipik olarak birbirine zıt yönde hareket eden, bozulma (breakdown) veya ceza (penalty) maliyeti ile bakım faaliyeti maliyetleri arasındaki karşılaştırmaya dayanır.
- Yeni bozulma maliyeti, genellikle bakım faaliyeti artarken azalma gösterir.
- Bakım yöneticisinin görevi, bu ilk iki maliyet bileşenini dengeleyen bakım karışımını geliştirmek ve böylece bakım programının toplam maliyetini minimize etmektir.

2.22. Pareto Analizi (Pareto analysis)

- "80/20 kuralı" olarak da adlandırılan bu kalite aracı, "problemin %80'lik kısmına %20'lik aktivitenin neden olması ve bu önemli %20'lik payın üzerinde yoğunlaşılması" anlamına gelmektedir.
- Bu yaklaşım hem zaman kazandırır hem de başarı şansını artırır.
- Genellikle sorunların % 80'i hataların % 20'sinden kaynaklanır.

Normal dağılımda sebeplerin en önemli %20'si, sonuçların %80'ini sonra gelen %30'u, sonuçların %15'ini ve geri kalan %50'si ise sonuçların sadece %5'ini oluşturmaktadır.

Maliyetin yaklaşık %80'ninin elemanların sadece %20'sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık %80'ninin nüfusun %20'sinin elinde olduğu gibi durumlarda bu konuya birer örnektir.

2.23. Prosedürler (Procedures)

- Prosedür (usul, yo, yöntem), bir amaca ulaşmak için tutulan yol ve yöntemdir.
- Prosedür; kuruluşu meydana getiren küçük işletme parçalarının A'dan Z'ye işlerin nasıl işlediğini, kurallarını detaylıca açıklayan ait olduğu prosesin temel işletim yasasıdır.
- Bakım prosedürlerinin rolü, görevin güvenle yerine getirilebilmesini sağlamak için uygun önlemlerin bulunduğundan emin olarak, kullanıcının görevleri doğru bir şekilde yerine getirmesine izin verecek yeterli bilgiyi sağlamaktır.
- ✓ Prosedürlerde gerekli ayrıntı düzeyi, personelin yeterliliğine, görevin karmaşıklığına ve ne sıklıkta yürütülmesine bağlı olacaktır.

2.24. İş Tasarımı (Work design)

- İş tasarımı kısaca örgüt içinde bir grup veya iş görenlerin yerine getirecekleri faaliyetlerin belirlenmesi ve tasarlanmasıdır. Tasarımın ana amacı işgücünün teknolojinin ve örgütün gereksinimlerini karşılayabilecek işlerin belirlenmesi ve geliştirilmesidir.
- Zayıf iş tasarımı, aşırı zihinsel veya fiziksel stres, aşırı sıkıntı ve motivasyon eksikliğine yol açar, iş performansı ve mesleki sağlık üzerinde olumsuz etki

Bakım çizelgelerinin tasarımı, mümkün olduğunca, eksik bir görevin başka bir bakım ekibine verilmesi ihtiyacını ortadan kaldırmalıdır.

Görevlerin ve teslimatların gecikmesini önlemek için özen gösterilmelidir.

2.25. Vardiyalı Çalışma (Shift work)

- Kötü planlanmış vardiya sistemlerinden (aşırı çalışma saatleri gibi) kaynaklanan olumsuz sağlık etkileri ve ağır yorgunluk, performansın bozulmasına ve dolayısıyla kazaların olasılığının artmasına neden olabilir.
- İlk olarak, bakım çalışmaları için vardiyalı faaliyetlere karar verilmesi gözden geçirilmelidir.
- Bunun gerekli olduğunu kanıtladığı yerde, vardiya bazlı olarak gerçekleştirilen rutin iş miktarını en aza indirmenin ve aynı zamanda hız değiştirme ve zamana dayalı çalışmanın uygun bir şekilde koordinasyonunu sağlamanın gerekliliğini kabul etmeyi dikkate almalıyız.

2.26. Değişim Yönetimi (Management of change)

- Bütün organizasyonlar, örneğin rekabetçi baskılara tepki olarak değişirler.
- Bu nedenle, değişikliğin bakım üzerindeki etkisinin görmezden gelinmesini önlemek ve mümkün olduğunca bakım performansında iyileştirmeler yapma fırsatı yaratılmasını sağlamak önemlidir.
- İstenen faydaların elde edilmesini sağlamak için herhangi bir değişiklik doğru bir şekilde düşünülmeli ve yönetilmelidir.
 - Yeni çalışan personelin yetkinlik gereksinimleri ve önerilen değişikliklerin stres düzeyleri ve moralleri üzerindeki etkileri gibi konular ele alınmalıdır.

- ✓ Bakımı özellikle etkileyen değişiklikler, yeni teknolojinin uygulanması, çoklu becerilerin kullanılması, personel sayısının azaltılması (dolayısıyla rutin bakımın azaltılması) ve bakım aralıklarının artırılması gibi faktörlerden kaynaklanır.
- ✓ Değişiklikler aynı zamanda tesis ve süreci etkileyebilir, örneğin yeni teknoloji kullanımına.
- ✓ Personel, yeni bakım prosedürleri veya yeni teknolojinin gerektirdiği görevler hakkında doğru bir şekilde bilgilendirilmediyse veya eğitim almazsa, sorunlar ortaya çıkabilir.

2.27. Yeterlilik (Competence)

- Bakım görevini gerçekleştirmek için gerekli yeterliliği tanımlamak ve doğrulamak kolay değildir.
- Yetkinlik, bir kişinin kabiliyetine ve o yeteneğin belirli bir iş için uygunluğuna bağlıdır; bu, temel eğitimde kapsanmayan bazı yeni yönü içerebilir.
- Bazı arıza teşhisleri gibi karmaşık görevlerde bulunan bireylerin yetkinlik açısından değerlendirilmesi daha da zordur.
- Bu nedenle, yetkinlik, mutlak terimlerle değil, iş aralığı kapsamında değerlendirilmelidir.
- Bakım işçilerinin yetkinlikleri uygun eğitim metotları ile artırılabilir.

- Yeterlilik, bireylerin normal bakım işlerinde yetkili bir şekilde çalışabilecekleri bir düzeyde geliştirilmelidir.
- Bu seviye, çalışma yöntemleri ile ilgili ilave spesifik becerileri ve yetenekleri ve gerçekleştirilmesi beklenen bakım işlerinin çoğunluğu için gerekli olan belirli araçların kullanılmasını gerektirir.
- Kişilerarası beceriler gerekli olabilir.
- Bu bilgi ve yetenek, iş için arzulanan bilgi şablonu olarak adlandırılabilir.
- Bireylerin yeterliliği bu şablona karşı değerlendirilmelidir.

2.28. Eğitim (Education)

- Bireylere, sıradışı ve belki de öngörülemeyen bakım talepleri ile başa çıkmak için gerekli bilgi ve becerileri kazandıran bir eğitim programı uygulanmalıdır.
- Eğitim, potansiyel tehlikeleri vurgulamalı ve bakım prosedürlerinin altında yatan mantığı açıklamalıdır.
- Kariyer ilerlemesinin önemini kabul etmek ve bu nedenle gelecekte gerekli olabilecek bazı denetleyici becerileri sağlamak önemlidir.
- İnsan hatalarının nedenlerine yönelik bazı eğitimler, bakım personeline, kendi performansını etkileyebilecek faktörlerden daha fazla haberdar ederek hataları azaltmaya yardımcı olacaktır.

2.29. Örgütsel Öğrenme (Organizational learning)

- Bir şirketin geçmişteki başarısızlıklarını tekrar etmemesi ve rekabette öne çıkması gerekiyorsa, bir organizasyonun geçmiş tecrübelerinden yararlanarak öğrenme kabiliyeti çok önemlidir.
- Ayrıca, organizasyonun sürekli güvenli gelişme taahhüdünde olduğunu göstermeye de yardımcı olur.
- Bakım faaliyetleri bu bakımdan diğer faaliyetlerden farklı değildir, ancak hak ettikleri dikkati sıklıkla almazlar.
- Geleneksel olarak bakım üniteleri bu açıdan zayıftır; proaktif olarak iyileştirmeler yapmak yerine, dayatılan değişikliklere tepki verirler.

2.30. İletişim (Cummunication)

- Bakım, sıklıkla koordine edilmesi ve operasyonel taleplerle uyumlu olması gereken faaliyetleri içerir. Bakım kazaları analiz edildiğinde, en önemli nedeninin kötü iletişim olduğu görülür. Bu nedenle resmi iletişim, bakım yönetiminin vazgeçilmez bir parçası olmalıdır.
- İletişimde, doğru bilginin doğru kişiye ulaştırılması ve bunun teyit edilmesi önemlidir.
- İletişim sistemlerinde zayıf yönler, farklı bölümler arasında (örneğin, bakım ve üretim) koordinasyon eksikliğine neden olabilir.
- Yöneticilerin ve personelin rolleri ve sorumlulukları doğru bir şekilde tanımlanmazsa, aynı zamanda sorunlara neden olabilirler.

2.31. Takım Çalışması (Teamwork)

- Bakım görevlilerinin, özellikle daha büyük makina ve ekipman parçalarını muhafaza ederken ekip çalışması yapmaları gerekebilir.
- Bu nedenle, bakım personelinin, bir takım diğer insanlarla iyi çalışarak, özellikle yeni personel için karşılıklı destek ve tavsiye sağlayabilmesi önemlidir.
- Ayrıca, bakım görevlerinin üretim gibi diğer faaliyetlerle eşgüdümlü olması gereklidir, bu nedenle bakım personelinin üretim personeli ile etkin bir şekilde çalışması önemlidir.

Kalıcı ekipler genellikle birbirlerinin güçlü yanları, zayıf yönleri ve yetenekleri hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olurlar.

2.32. Çevresel Faktörler (Environmental factors)

- Bakım görevleri genellikle bakım alanında değil, sahada yapılır.
- Sonuç olarak bakım personeli performanslarını etkileyebilecek ve insan hataları ve stres olasılığını artırabilecek bir dizi çevresel faktöre maruz kalabilir.
- Bunlar, yüksek veya düşük ortam sıcaklıkları, yüksek nem ve gürültü seviyeleri, zayıf havalandırma ve aydınlatma içerir.
- Uygun kişisel koruyucu ekipmanların (KKD, PPE) kullanımı, bu faktörlerin çoğunun etkilerini en aza indirmeye yardımcı olabilir, ancak KKD görev performansını olumsuz olarak etkileyebilir ve değerlendirilmesi gerekebilir.
- Çevresel koşullar çok zahmetli ise (örneğin, çok yüksek ortam sıcaklığı), işçilerin maruz kalma sürelerinin sınırlandırılması gerekebilir.

2.33. Kişisel Koruyucu Donanım (Personal protective equipment)

- KKD, aşırı gürültü ve kimyasallar gibi, bakım görevleri sırasında işçileri tehlikelere karşı korumak için sıklıkla gereklidir.
- Bununla birlikte, böyle bir KKD, bir görevin yerine getirilmesinde, örneğin kısıtlı alanlarda çalışırken, dikkatli seçilmediği takdirde bir engel teşkil edebilir.
- KKD'nin kullanılması gereken yerlerde uygun olmalı ve ilişkili prosedürler ve çalışma, kullanıcılara yerleştirilmesi muhtemel sınırlamaları yapacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Buna ek olarak, KKD'nin personel için zorluklar yarattığı durumlarda, kullanılmayacağı ihtimali artmaktadır.

Üst düzey yöneticiler, doğru örnekleri, gerektiğinde kendilerinin KKD giyerek rutin olarak ayarlamaları gerekir.

2.34. Tesis ve Teçhizat Tasarımı (Plant and equipment design)

- Tesisin ve ekipmanın, gerekli bakımın güvenilir ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebileceği şekilde tasarlanması önemlidir.
- Zayıf bakım performansına neden olabilecek durumların çoğu iyileştirilmiş tasarımla ortadan kaldırılabılır veya hafifletilebilir.
- Bununla birlikte, tasarımcılar çoğu kez makina ve ekipmanların bakımı konusunda çok az dururlar. Yaygın sorunlar, kötü etiketlenmiş, kolayca erişilemeyen ve yanlış takılmış olan bileşenleri içerir.
- İlave bir sorun, tesisin ve ekipmanın konumlandırılmasının bakım faaliyetleri için yeterli çalışma alanı sağlayamayabileceğidir.

2.35. Denetim Etkinliği (Checking of activity)

- Denetçiler iyi çalışma yöntemlerini teşvik ederken kötü çalışma uygulamalarını düzeltmede önemli bir role sahiptir.
- Bakım denetimi genellikle doğrudan az denetimle gerçekleştirildiğinden bakım denetçiler için bu zor olabilir.
- Sonuç olarak, bakım denetçileri, yüksek bakım standartlarını destekleyen personel arasında daha geniş bir rol almalı ve bir kültürün teşvik edilmesine ihtiyaç duyabilirler.
- Denetçilerin ihtiyaç duyduğu beceri ve yetenekler genellikle kuruluşlar tarafından hafife alınır ve amirlere gerekli destek ve eğitim verilemez.
- Denetçiler, bir takım lideri olmaktan ziyade onları hala bir takım oyuncusu olarak gören bir takımdan terfi ettiğinde, belirli sorunlar ortaya çıkar.

2.36. Bakım Performansının Kontrolü (Checking of maintenance performance)

- Yapısı gereği bakım, rutin ve rutin olmayan görevlerin bir karışımı olan faaliyetlerden oluşur.
- Bu nedenle, bakım hataları çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir.
- Bazı hatalar bakım sırasında tanımlanabilir ve düzeltilebilir, bazıları bakım sonrası test sırasında sonradan tespit edilebilir.
 - Ancak, ekipman hizmete girdiğinde bazı hatalar algılanamayabilir.
- Tesis ve teçhizatın sorumluluğu üretim bölümünde olduğunda bakım performansının kontrolünde organizasyonel güçlükler oluşabilir.

- Zayıf bakım uygulamalarını tanımlamak ve düzeltmek ve iyileştirilmesi gereken alanları belirlemek için bakım departmanının performansı düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- Bakım performansının olası göstergeleri arasında şunlar bulunur:
 - Verimlilik önlemleri (örneğin, tamir süreleri),
 - Ekipman-güvenilirlik önlemleri (örneğin, onarımlar arasındaki ortalama süreler),
 - Güvenlik önlemleri (örneğin, bakım sırasında kaza sıklığı oranı).
 - Personel moraline yönelik önlemler (örneğin, devamsızlık gibi).

OREN4021

BAKIM YÖNETİMİ

3. ÜRETİM VE BAKIM SİSTEMLERİ

3.1. Endüstriyel Üretim Sistemleri (EÜS)

3.1.1. EÜS'nin Amaçları

- Üretim sistemlerinin işletme politikası, işletmenin mevcut kaynaklarının belirlenen amaçlar doğrultusunda verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak yöntemleri geliştirmek ve uygulamaktır.
- İşletmelerin ana amacı kar olsa da, endüstriyel üretim sistemleri müşteri taleplerini istendiği gibi karşılamak üzere uygun ürünleri üretmeyi amaç edinirler.

- Bu amacın gerçekleşmesi için aşağıdaki faktörleri optimize eden bir yaklaşım uygulamaya çalışır:
 - Çıktı miktarı
 - Maliyetler (makina, malzeme, enerji, işgücü, dağıtım, stok, vb.)
 - Kullanım etkinliği (makina, ekipman, işgücü)
 - Kalite ve ürün güvenilirliği
 - Zamanında teslim
 - Yatırımlar (varlık dönüşümü)
 - Ürün değişimine uyum yeteneği, esnekliği
 - Miktar/kapasite değişimine uyum yeteneği, esnekliği

- Endüstriyel üretim sistemlerinde istenen nitelik ve nicelikte sürdürülebilir üretimi gerçekleştirmek için sistemin bütün donanımları ile çalışır durumda olmasını sağlama zorunluluğu vardır.
- Bu amaçla, üretim sistemlerinde tesis düzenleme karakterine uygun bakım planları uygulanır.

3.1.2. Seri-Paralel Sistemler

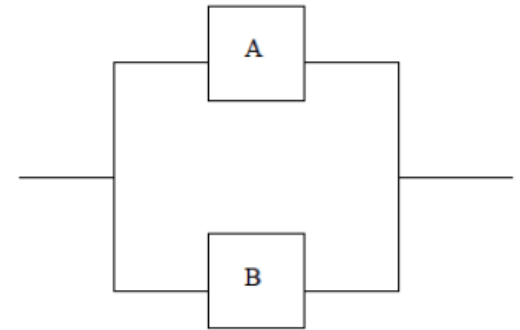
- Seri sistemde, sistem elemanları ardıdır.
- Seri sistemin çalışabilmesi, bütün elemanların aynı anda çalışmalarına bağlıdır.
- Elemanlardan bir tanesinin (A veya B) dahi arızalanması sistemin çalışmasını durdurur.
- Bu sistemde atıl durumda olan bileşen yoktur.
- Herhangi bir bileşenin başarısızlığı, sistem başarısızlığına neden olur.



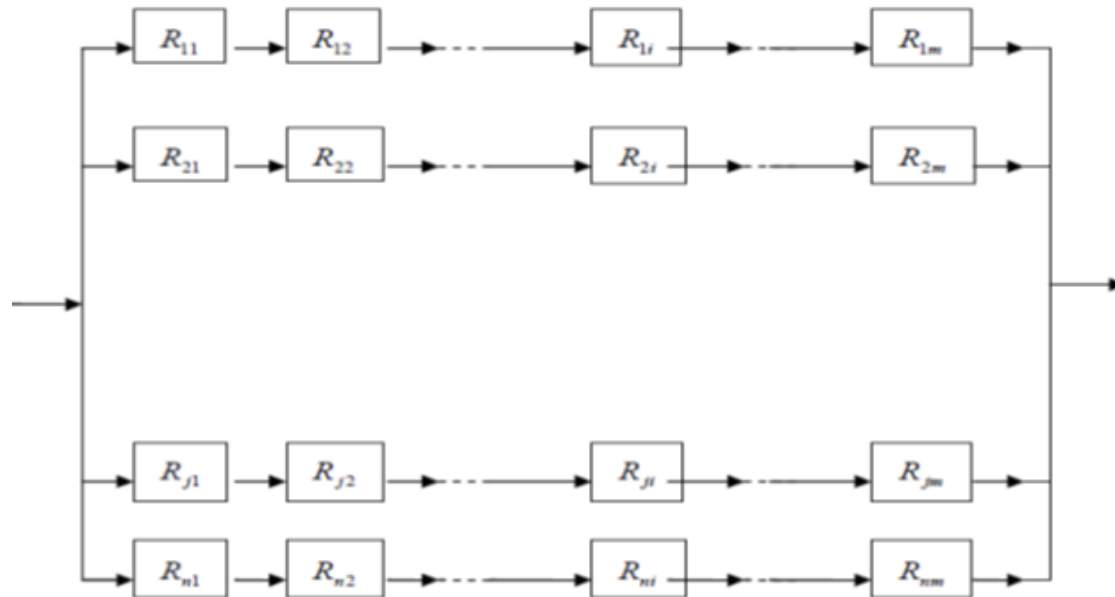
- Paralel sistemlerde farklı kanallar vardır ve sistemin çalışması için kanallardan birinin çalışması yeterlidir.
- Kanallardan bir veya bir kaçı arızalansa dahi sistemin çalışma olasılığı vardır.
- Bu nedenle paralel sistemlerde, seri sistemlerin aksine, kanal sayısı yani paralel eleman sayısı arttıkça sistemin güvenilirliği artmaktadır.

A ve B bileşenlerinden biri başarısız olsa dahi sistem çalışır.

Bu ifade yedekli/emniyetli bir sistemi (fully redundant system) belirtir.



- Genel seri-paralel sistem (karma, hibrit) m tane seri bağlı eleman içeren n tane paralel alt sistemden oluşmaktadır.
- Bu sistemlerde bir makina arızalandığında bağlı olduğu seri sistem çalışmayacak, bununla birlikte diğer seri ve paralel sistemler çalışabilecektir.



3.1.3. Üretim Sistemlerinin Sınıflandırılması

- Endüstriyel üretim sistemleri farklı kriterlere göre sınıflandırılmakla birlikte, üretim miktarına veya akışına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:
 - Siparişe göre üretim (Kesikli üretim)
 - Parti üretimi
 - Sürekli üretim (Seri üretim)

Siparişe göre üretim; küçük miktarlarda ve yüksek düzeyde ürün çeşitliliğini kapsayan belirli siparişleri karşılamak üzere yapılan kesikli üretimdir.

- Birçok değişik işlemi yapabilen çok amaçlı tezgahlardan yararlanır.
- Üretim hızının talepten fazla olmasına, yani bir miktar stok yapmaya izin verilebilir.
- Fazla miktarda ara stok, düşük işçi ve tezgah kullanımı, iş akışı ve denetim güçlükleri bu üretim tipinin başlıca sorunlarıdır.
- Örnekler; gemi, büyük buhar kazanı, özel elektronik cihazlar, proses makinaları, büyük takım tezgahları, prototip makinalar.

Parti üretimi; bir ürünün belirli bir siparişi ya da sürekli talebi karşılamak üzere benzer veya aynı cinsten partiler halinde üretilmesidir.

- Bir parti bitmeden diğer bir parti üretimine geçilmez.
- Bu sistemde talep, sipariş tipi üretimde olduğu kadar değişken değildir.
- Bu sistemlerde en önemli sorunlar; ekonomik parti büyüklükleri ve partilerin programlanmasıdır.
- Örnekler; beyaz eşya, konfeksiyon, gıda, otomotiv üretimi vb.

Sürekli üretim; mevcut makina ve tesislerle yalnız belirli bir ürünün çok miktarda üretilmesidir.

- Söz konusu ürünün talep düzeyi ve dolayısıyla üretim miktarı çok yüksektir.
- Talep hacminin sürekli yakından izlenmesi ile faaliyetler sürdürülür.

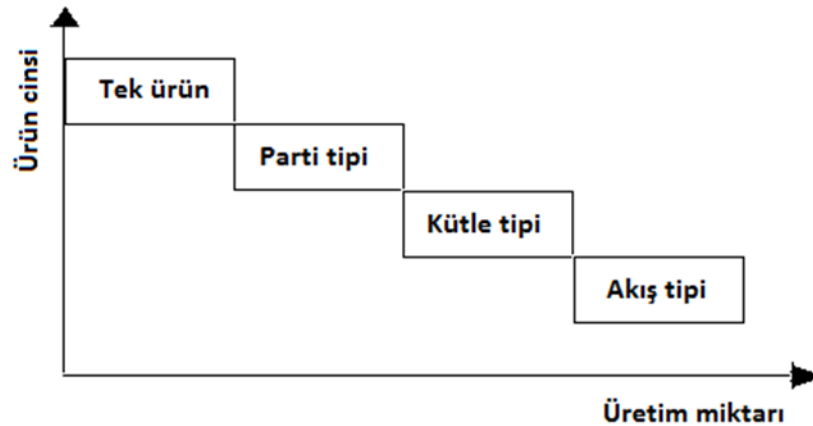
➤ Sürekli üretim;
– kütle üretimi ve
– akış tipi üretim
olmak üzere iki alt gruba ayrılır.

- Kütle üretiminde bir üründen çok büyük miktarlarda ve uzun süre üretilir.
 - Ancak gerektiğinde makina, yerleşme düzeni, tertibat, kalıp ve benzeri elemanlarda bazı değişiklikler yapmak suretiyle başka bir tip ürünün üretimine geçilebilir.
 - Üretilen ürünlerin üretim yöntemleri arasında önemli benzerlikler vardır.

- Akış tipi üretimde ise makina ve tesisler yalnız bir cins ürün üretecek şekilde tasarlanmış ve yerleştirilmişlerdir.
 - Aynı sistemde farklı bir ürün üretmek ya olanaksızdır ya da çok pahalıdır.
 - Makinalar ardıl olarak çalıştıkları için bir makinanın durması üretim sisteminin tamamının durmasının nedeni olur.
 - Çimento, şeker, petrol rafinerisi, motor, vb. endüstriler akış tipi üretimin önemli örnekleridir.

3.1.4. Kesikli ve Sürekli Üretim Tiplerinin Özellikleri

Siparişe göre üretim	Parti üretimi	Sürekli üretim
Az sayıda ürünün bir defada üretilmesi	Partinin bir kereye mahsus olarak üretilmesi	Akış tipi üretim
Az sayıda ürünün talep geldikçe belirsiz aralıklarda üretilmesi	Partinin belirsiz aralıklarda üretilmesi	Kütle üretimi
Az sayıda ürünün talep geldikçe belirli aralıklarda üretilmesi	Partinin sürekli talebi karşılamak için bilinen zaman aralıklarında üretilmesi	



➤ Kesikli ve sürekli üretim sistemleri, bakım planlama açısından da önemli olabilecek aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirilmelidir:

- 1- Üretim miktarı ve çeşidi
- 2- Kullanılan makina-teçhizat
- 3- Tesis yerleşim düzeni
- 4- İş yükü dengesi
- 5- İşçi niteliği
- 6- İş hazırlama faaliyetleri
- 7- Hammadde, yarı ürün ve ürün stokları
- 8- Tesis içinde taşıma faaliyetleri
- 9- Bakım faaliyetleri
- 10- Üretim kapasitesi

3.2. Bakım Sistemi (3H-09.10.2017)

- Bakım, üretim sisteminin plan ve programlara uygun olarak çalışmasını sağlayan ve istenen çalışma standartları düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan, bir yürütme ve kontrol fonksiyonudur.
- Herhangi bir üretim fonksiyonu gibi, bakım faaliyetleri de planlama, yürütme ve kontrol aşamalarından oluşan faaliyetler kümesidir.
- Buna göre, bakım bir üretim alt sistemidir.
- Bakım sisteminin amacı, kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlayarak, makina ve teçhizatın istenen düzeyde çalışmasını gerçekleştirmektir.

3.2.1. Bakım Sisteminin Önemi

- Daha fazla yatırım - Mekanizasyonun artması,
- Daha fazla otomasyon - Makinaların karmaşıklığının artması,
- Yedek parça ve bakım malzemeleri çeşidinin artması,
- Daha yüksek maaş ve ücret düzeyi,
- Diğer teşebbüsler ile rekabet,
- Daha yüksek üretim kalitesi,
- Teslim tarihlerinin daha düzenli olması ihtiyacı.

3.2.2. Bakım Sisteminin Yararları

- Gereksiz ekipman, parça stoğu ve dolaylı olarak stok maliyetini azaltır.
- Üretim kayıplarını azaltır.
- İşçilik kayıplarını azaltır.
- Kaza ve yaralanma riskini azaltır.
- Ekipman ömrünü artırır.
- Ekipman performansını artırır.
- Enerji tasarrufunu artırır.
- Hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetini etkiler.
- Diğer sistemlerin çalışmasını etkiler.

3.2.3. Bakım Planlamasını Gerektiren Nedenler

- Birim başına düşen dolaysız işçilik giderlerinde azalma sağlayan yüksek mekanizasyon ve otomasyon kazancın bir kısmının bakım için harcanmasını gerektirmiştir.
- İşlemler arasında stokların az oluşu ve üretimin hassas olarak yönetilmesi üretimdeki kesintilerin daha pahalıya mal olmasına yol açmıştır.
- İşçilere kesinti süreleri için de ücret ödenir.
- Bu nedenle, kesintilerin önlenmesi için bakım planlaması kaçınılmazdır.
- İşlemlerde ortaya çıkan kesintiler ürünün zamanında teslim edilememesine neden olur.

- Hatalı durumların zamanında düzeltilmesi, tamir masraflarını azalttığı gibi makinalardan miktar ve kalite bakımından aynı verimin elde edilmesi sağlanır.
- Sürekli yapılan bakım ile buhar, elektrik, hava, su vb. girdilerin masrafları azalır.
- Bakım hizmetlerinin uygun sınırlar içinde uzmanlık haline getirilmesi, yapılan işin güvenilirliğini artırır, genel giderleri azaltır.
- Bakım planlaması, gerekli yedek parçaların stoklarda bulunmasını sağlar.
 - Ancak az kullanılan parçaların stoklarda fazla birikmesini önlemek gerekir.

3.2.4. Bakım Faaliyetlerinin Amaçları

- Bakım faaliyetlerinin ana amacı, tesislerde üretimi gerçekleştiren makinaları çalışmaları boyunca koruyarak üretim aksamalarını önlemektir. Bu ana amacı gerçekleştirmek iki yolla sağlanabilir:
 - Sistemin işleyişinde bozulma ve başarısızlıkların önlenmesi.
 - Ortaya çıkan bozulma ve başarısızlıkların meydana getirdiği zararların en aza indirilmesi.

Ana amacı gerçekleştirmek için bakım fonksiyonunun aşağıdaki yan amaçları yerine getirmesi gerekir:

- Makina ve parçaların kalite seviyelerinin yükseltilmesi.
- Makinaların bakımını ve yenilenmesini kolaylaştırıcı yönde tasarımın geliştirilmesi.
- İşletme içi yerleşim düzeninin iyileştirilmesi.
- Hazırda tutulan atıl kapasite yoluyla bozulmalardan ileri gelen zararın en alt düzeye indirilmesi.
- Meydana gelebilecek bir aksaklığın üretimin durmasına yol açmasını önlemek için hazır ara stoklar bulundurularak iş sürekliliğinin sağlanması.

- Hızlı bakım ve yenileme yapabilmek için gerekli düzenin kurulması ve uygun araç – gereçlerin bulundurulması.
- Düzenli gözlem ve kritik parçaların değerlendirilmesi yoluyla önemli maliyetlere yol açabilecek bozulma ve kırılmaların önlenmesi.
- Yangın, doğal afet, hırsızlık, iş kazası, sabotaj ve benzeri olaylarda üretim tesislerinin en az zarar görmesinin sağlanması.
- İş kazalarına yol açabilecek ekipman yetmezliklerinin önlenmesi.
- Kalite hatalarına yol açabilecek ekipman yetmezliklerinin önlenmesi.
- Bakım maliyetlerinin optimize edilmesi.

3.2.5. Bakım Faaliyetlerinin Hedefleri

- Üretim maliyetini düşürmek, ürün kalitesini ve verimi arttırmak,
- Makina duruşlarını azaltarak üretim sürekliliğini sağlamak,
- Üretim programlarının gerçekleşmesini sağlamak,
- Kapasite kullanım oranının artırılmasını sağlamak,
- Her türlü tesis, makina ve ekipman ve binaların faydalı ömrünü uzatmak ve böylece bu yatırımlar için harcanan sermayeden daha fazla verim elde edilmesini sağlamak,
- İşgören güvenliğini sağlamak,
- Bakım onarım masraflarını azaltmak,
- Yıpranmayı ve eskimeyi azaltarak işletmenin değerini korumak.

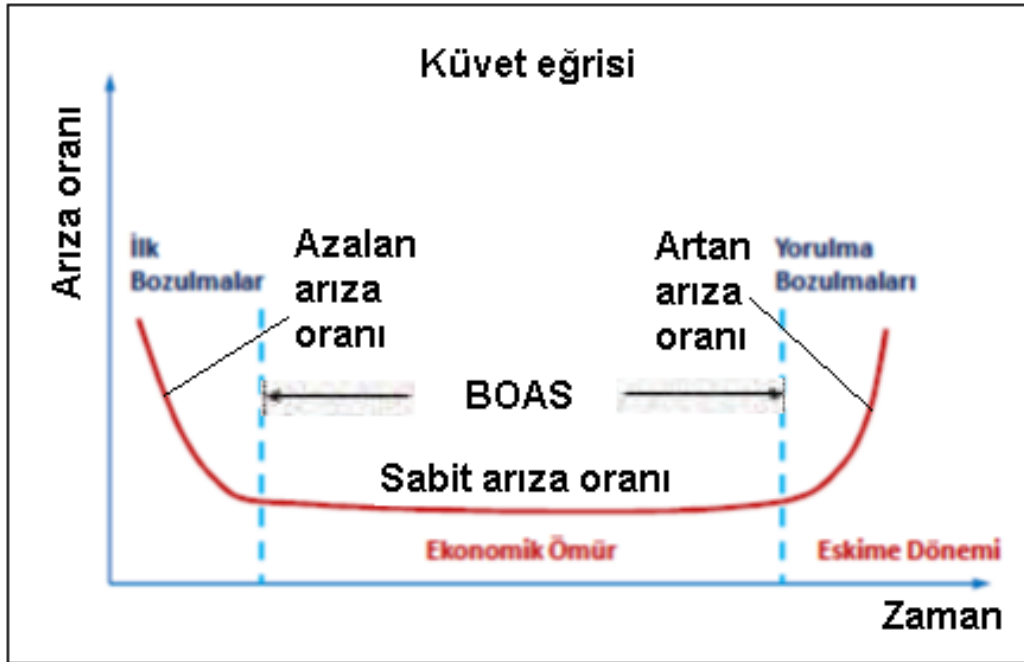
3.2.6. Bakım Gücü Büyüklüğü

- İyi bir bakım için her meslekten ve bütün istekleri karşılayacak sayıda işgücünün bulundurulması gerekir.
- Bu amaçla ayrılan bütçe de yeterli seviyede tutulmalıdır.
- Ağır bakım hizmetlerinin tahmin edilebildiği durumlarda, üretim işçilerinin geçici olarak bakım işinde kullanılması büyük bakım ekibi kurulması gereğini ortadan kaldırır.
- Bakım gücü büyüklüğünün belirlenmesi için en çok aşağıdaki yöntemler kullanılır:
 - Bakım ve tesis gücü arasındaki oran.
 - Bakım giderlerinin donatım değerine oranı.

3.2.7. Bakım Faaliyetlerinin Performans Kriterleri

- Bakım faaliyetlerinin performansının artırılması ile ilgili aşağıdaki etkinliklerin gerçekleştirilmesi gerekir:
 - Etkili bir organizasyon yapısının kurulması. Üretim, ÜPK ve diğer ilgili departmanlarla ilişkilerin belirlenmesi.
 - Bakım onarım ile ilgili her çeşit bilgiyi içeren basit fakat yeterli bir kayıt sisteminin kurulması.
 - Bakım onarım bütçelerinin yeterli duyarlık ve esneklikle düzenlenmesi.
 - Uzun ve kısa vadeli bakım onarım ihtiyaçlarının belirlenerek programların hazırlanması.
 - Kısa vadeli tamir programlarının esnek olmasına dikkat edilmesi.

- Bakım onarım insangücü ihtiyaçlarının belirlenmesi.
- Bakım onarım işçilik, işlem süresi ve malzeme masraflarının tahmin edilen değeri ile fiili değeri arasındaki sapmaların yakından izlenmesi ve tedbirlerin vakit geçirilmeden alınması.



Şekil 3.6. Bakımlar arası ortalama süre (BAOS) grafiğı

3.2.8. Bakım Sistemini Etkileyen Faktörler

- Sistemin denge durumunu koruması veya istenen çıktı değerini gerçekleştirilmesi istenirken, çevre koşulları bu denge durumunun sağlanmasında bozucu rol oynayabilir.
 - Bakım planlaması sisteminin girdileri veya karar değişkenleri bu faktörler dikkate alınarak belirlenir.
 - Ancak sistemin çalışma karakteristiklerini belirleyecek olan bu etkenlerin bir kısmı bakım bölümünün, bir kısmı da diğer üretim fonksiyonlarının kontrolü altındadır.
 - Dolayısıyla etkin bir kontrolün sağlanması için bu bölümlerle bakım bölümü planlayıcıları arasında sürekli bir iletişim olmalıdır.

Bakım Departmanının Kontrolündeki Faktörler

- Bölüm çalışanlarının sayısı
- Bakım ekibinin içeriği/elemanların nitelikleri
- Bakım bölümünün organizasyon yapısı ve haberleşme sistemleri
- Bakım görevlilerinin çeşitli iş istasyonlarına dağılımı
- Kullanılan teşvik sistemleri
- Bakım planlaması için kullanılan sistemler
- Bakım politikaları
- Bakım bölümüne ait depolardaki ekipmanların ve araçların sayısı

Bakım Departmanının Kontrolü Altında Olmayan Faktörler

» Üretim Faktörü

- Üretim hızı ve bu hızda yapılan değişiklikler
- Üretimi destekleyen hammadde özelliklerindeki değişiklikler
- Üretim programları
- Fabrika yedek parça stoklarının seviyesi

» Fabrika Makina-Teçhizatları İle İlgili Faktörler

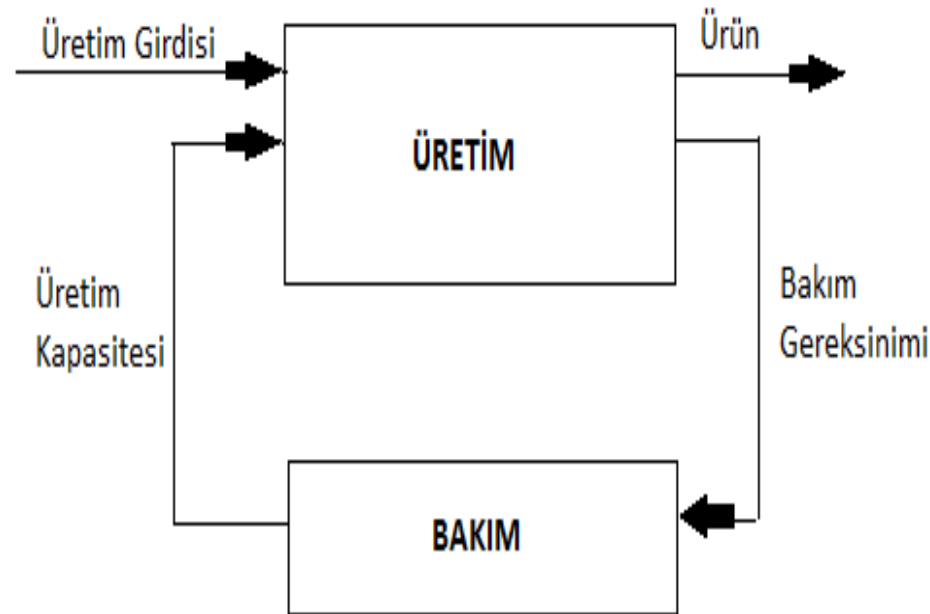
- Bakım bölümü politikaları belirlenirken, mevcut fabrika teçhizatı ve özellikleri göz önüne alınarak karar verilir.
- Üretim kapasitesini artırmak isteyen bir üst yönetim çeşitli yatırım alternatifleri ararken, onarım ve koruyucu bakım esnasında boşa geçen zamanları değerlendirmek amacıyla, sisteme yedek makinalar, daha çok sayıda parçalar alınması düşünülebilir.
 - Benzeri durum takım ve aparatlarda yapılan tasarım değişikliklerinde de sözkonusudur.
- Yeni tasarım, bozulmaların sıklığını azaltıcı yönde ise, koruyucu bakımın daha seyrek aralıklarla yapılması normal olacaktır.

3.3. Bakım Üretim İlişkileri

3.3.1 Bakım ve Üretim İlişkisi

- Bakım sisteminin çıktıları; arızaların sıklığı, teçhizatın aşınması, arızalar nedeniyle oluşan işletme dışı süreler ve bu sürelerin neden olduğu maliyetlerdir.
 - Bu çıktılar üretim planlamaya girdi olarak dönerler.
- Bakım, organizasyon içinde üretim ile paralel olarak yürüten bir fonksiyondur.
- Üretimin asıl çıktısı, istenilen nitelikte ürün ve bakım gereksinimidir.
- Bakım, üretim kapasitesi şeklinde ikincil bir üretim girdisi ortaya koyar.

- Üretim fonksiyonu ürünleri üretirken, bakım fonksiyonu üretim için kapasite üretir.
 - Bundan dolayı, bakım üretim kapasitesini artırarak ve çıktının miktar ve kalitesini kontrol ederek üretimi etkiler.



- Üretim sistemi büyüdükçe bakım faaliyetlerinin de önemi artar.
- Çok makinalı bir üretim hattında birkaç makinanın arızalanması, zincirleme etkilerle sistemin çalışmasını aksatabilir.
- Sipariş türü üretimde arızalanan makina-teçhizatın eksikliği bir diğer makina ile bir ölçüde giderilebilir.
- Fakat sürekli üretimde, arızaların imalat akışının üzerindeki etkisi çok büyüktür.
- Otomasyon sistemlerinde iyi eğitilmiş yetenekli bakım personeline ihtiyaç duyulur.

3.3.2. Bakım Verimliliği Üretim İlişkisi

- Bakım verimliliği, arızaların önlenmesine veya en aza indirilmesine bağlıdır.
- Belirli bir standart çaba ile arıza halindeki atıl zamanı minimuma indirmek gerekir.
- Maliyet açısından bakımın verimli sayılabilmesi için yapılan harcamaların önceden bütçede ayrılan malzeme ve bakım giderleri sınırını aşmaması gerekir.
- Üretim açısından bir arızanın önlenmesi veya tamir edilmesi diğer faktörler açısından verimsiz olabilir.
 - Arızalar rasgele zamanlarda meydana gelir; bu sebeple çok sayıda ekipman bulundurulacağından, masraflar artacak ve verimliliği diğer faktörler açısından olumsuz yönde etkileyecektir.

- Verimliliği artırmak için sürekli bir değerlendirme ile yönetim ve yönlendirme arasında bir denge kurulmalıdır.
- Üretim sistemi büyüdüğü zaman bakımın önemi daha çok artar.
 - Bu ise, arıza durumunda üretimi değişik biçimlerde etkilemektedir.

Makina–teçhizat çalışma düzenini üretime etkileri:

1- Tek Çalışan Makina: Tek çalışan makinanın durması işi durdurmaz. Ancak, üretimde bir azalmaya sebep olabilir. İşletme sipariş üretiminde tazminat ödemek durumunda kalabilir.

2- Grup Halinde Çalışan Makinalar: Makinalar paralel bağlıdır. İş istasyonlarının birinde herhangi bir makinanın durması o iş istasyonunun durmasına sebep olur. Diğer iş istasyonları çalışmalarına devam ederler. Üretim miktarı azalır, fakat üretim kısmen devam eder.

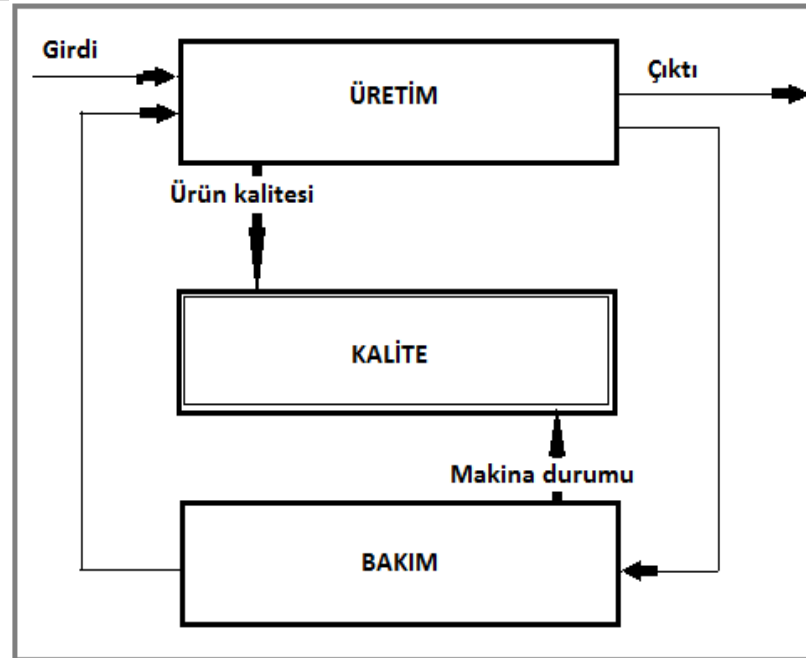
3- Komple Tesisler: Demir – çelik, kağıt, çimento, şeker, un, vb. tesisleri ile rafineri gibi proses endüstrilerinde tesisin bir yerindeki arıza bütün tesisin durmasına büyük üretim kayıplarına sebep olur.

- Zamanında yapılmayan bakımın verimlilik, üretim akışı ve maliyetler üzerine bazı olumsuz etkileri:
- Makinaların ve bunları çalıştıran işçilerin boş kalması.
 - Dolaylı işçilik ve üretim maliyetlerinin artması.
 - Satışlarda düşmeler; müşteri talebinin karşılanamaması ve müşteri kaybı.
 - Arızanın meydana geldiği üniteden dolayı boş kalan diğer üniteler.
 - Kalitenin düşmesi, ıskarta oranının artması.
 - Siparişlerin zamanında teslim edilememesi nedeniyle müşteriye ödenen tazminatlar.
 - Eksik bakım yüzünden arıza oranının artması.

3.3.3. Bakım Kalite İlişkisi

- Kalite, işletmeleri başarıya, büyümeye ve rekabet imkanlarını artırmaya götüren bir iş stratejisi olmuştur.
 - Başarılı kalite geliştirme programları olan organizasyonlar, belirgin bir rekabet üstünlüğüne sahip olabilmişlerdir.
- Artan mekanizasyon ve otomasyonla birlikte, üretim süreçleri, odak noktasını işçilerden makinalara doğru çevirmiştir.
- Sonuçta, miktar, kalite ve maliyetlerin denetiminde makinaların rolü geçmiş yıllara oranla daha belirgin ve önemli olmuştur.
- Başarı için makinalar, ideal üretim koşulları içinde tutulmalı ve etken bir şekilde çalışmalıdır.

- Kalite geliştirme, maliyetlerin azaltılması ve verimliliğin artırılmasını sağlayan yeniden işleme ve hurda masraflarının ortadan kaldırılması ile gerçekleştirilir.
- Herhangi bir makinanın arızalanması, ayarlanması ve yüklenmesi, atıl kalması, hız kaybı, süreç kusurları ve ürün sayısının azalması gibi kayıplardan her biri doğrudan kalite ile ilgilidir.



- Üretim sistemlerinde bakım ve kalite kontrol politikaları birbirinden bağımsız olarak belirlenir.
- Ne kadar çok koruyucu bakım yapılırsa üretim sisteminin kontrol altında olma ihtimali o kadar yüksek olur.
 - Bunun sonucunda kalite kontrol uygulamaları daha az olur.
- Diğer durumda, kalite kontrol uygulamaları aracılığı ile hatalı parçaların ortaya çıkarılması, üretim sürecinin kontrol dışında olduğunu gösterir.
- Bundan dolayı, süreç denetimi ve bunun ardından bakım işleminin gözönüne alınması gerekir.
 - Bu, mantıksal olarak, kalite kontrol ve bakım politikalarının birbirlerini etkilediği anlamına gelir.

3.3.4. Arıza Ölçümü

➤ Arıza ölçümünde üç yol vardır:

1- Arıza oranı (λ); bir zaman dilimi içerisinde ortaya çıkan arıza sayısıdır.

$$\text{Arıza Oranı (AO)} = \frac{\text{Arıza sayısı}}{\text{Test edilen parça sayısı}} \times 100$$

$$\lambda = \frac{\text{Arıza sayısı}}{\text{Toplam çalışma süresi}}$$

2- Arızalar arası ortalama süre (AAOS); arıza oranının tersi olup, çalışma süresinin arıza oranına oranı olarak ifade edilir.

$$\text{AAOS} = \frac{\text{Çalışma süresi}}{\text{Arıza oranı}}$$

3- Elverişlilik; bir sistemin çalışmaya hazır olma derecesidir. Bir makina arıza yapmış veya tamir görüyorsa işe elverişli değil demektir. Arızalar arası ortalama süre AAOS, ortalama bakım süresi OTS olmak üzere elverişlilik aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$\text{Elverişlilik} = \frac{\text{AAOS}}{\text{AAOS} + \text{OTS}}$$

3.3.5. Genel Ekipman Verimliliği

- İyileştirme çalışmalarının amacı, girdiyi azaltıp çıktıyı arttırarak verimliliği yükseltmektir.
 - Girdi; işçilik, makina, malzeme, para, teknoloji vb.
 - Çıktı; üretim, kalite, maliyet, sevkiyat, emniyet, sağlık, ortam-çevre, moral vb.
- Artan otomasyon ile beraber, teçhizatın çıktı üzerindeki etkisi artmaktadır.
- Teçhizatın ideal çalışma koşullarında kalmasını sağlamak ve teçhizatı etkin bir şekilde kullanmak sureti ile TVB, çıktıyı maksimize etmek üzere çaba harcar.

- Kullanılabilirlik (K):

$$K = \frac{\text{YÜKLEME SÜRESİ} - \text{DURUŞ SÜRESİ}}{\text{YÜKLEME SÜRESİ}} * 100 [\%]$$

YÜKLEME SÜRESİ = KULLANILABİLİR SÜRE – PLANLI DURUŞ SÜRESİ

PLANLI DURUŞ SÜRESİ = PLANLI + ÜRETKEN BAKIM DURUŞ SÜRESİ

DURUŞ SÜRESİ = ARIZALAR + (AYAR + HAZIRLIK + GEÇİŞ) SÜRESİ

- Performans Etkinliği (PE):

$$PE = \frac{\text{TEORİK DÖNGÜ ZAMANI} * \text{İŞLENEN ÜRÜN MİKTARI}}{\text{İŞLEM ZAMANI}} * 100 [\%]$$

- Kaliteli Ürün Oranı (KÜO):

$$KO = \frac{\text{İŞLENEN ÜRÜN MİKTARI} - \text{HATALI ÜRÜN MİKTARI}}{\text{İŞLENEN ÜRÜN MİKTARI}} * 100 [\%]$$

- Genel Ekipman Verimliliği (GEV):

$$GEV = K * PE * KO$$

3.3.6. Stok Bulundurmanın Bakım Planlamaya Etkisi

- İşletmeler stoklarını azaltma eğilimindedirler.
- Donanım açısından, stokların azaltılması arıza duruşları ile ilgili maliyetleri artırır.
- Tek bir parçanın hatası sadece donanımın tek bir bölümünün atıl kalmasına değil, süreç içi stokların azaltılması nedeniyle tüm üretim hattının kısa sürede atıl kalmasına neden olmaktadır.

3.4. Endüstriyel Üretim Sistemlerinde Bakım

- İşletme işlevleri ürün üretir, ürettiği ürünü satar ve faaliyetlerini sürdürebilir.
- Üretimde meydana gelen kayıplar karın azalmasına veya işletmenin küçülmesine neden olur.
- İşletme, satılabilir mallar üretmekle kalmamalı, ayrıca bunları rekabete karşı korumak ve satmak için aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:
 - doğru fiyat
 - doğru kalite
 - doğru üretim ve
 - zamanında teslim

- Bir bakım departmanına sahip olmanın nedeni, makinaların, binaların, servislerin ve ekipmanların istenen verimlilik düzeyinde çalışmasını ve gerektiğinde kullanılmasını sağlamaktır; bakım departmanının işlevi, üretim departmanına hizmet etmektir.
 - Bu anlayış, bakım departmanlarının üretim departmanına bağlı olduğunu anlamına gelmez.
 - Şirket bünyesinde yer alan tüm faaliyetler, ancak tüm bölümlerin işbirliği yapması halinde etkili olabilir.
- Tesis ve teçhizatın bakımı ve işletilmesi, satılabilir malları en ekonomik maliyetle üretmek için yalnızca bir araçtır.

- Modern bir üretim sisteminde bakım ve işletmenin ilgili işlevleri öyle birbirleriyle ilişkilidir ki, her biri ayrı ayrı bir öge olarak düşünmek artık mümkün değildir veya arzu edilemez.
 - Çünkü, bu işlevlerden herhangi birinin maliyetini düşürmek için yapılan çalışmalar, diğer tasarruf maliyetlerinin artmasına neden olabilir.
 - Bu nedenle, tesisin bakım ve işletmesinin, asgari genel üretim maliyetlerine ulaşma hedefiyle birlikte birleştirilerek planlanması önemlidir.

- Bu hedefe ulaşmanın dört alternatif yolu vardır:
- Donanımı bozuncaya kadar çalıştırın - sonra hurdaya atın ve yenisini satın alın (bakım yerine değiştirme).
 - Ekipmanı çalıştırın ve sonra arızalanmadan önce satın; pahalı revizyona gereksinim duyarsanız (planlanan değiştirme).
 - Donanımı bozuncaya kadar çalıştırın - sonra tamir edin (arıza bakımı).
 - Üretim çalışmaları sırasında ekipmanın arızalanmasını önlemek için üretim gereksinimleri ile birlikte dikkatlice planlanan düzenli bakım gerçekleştirin (koruyucu bakım).

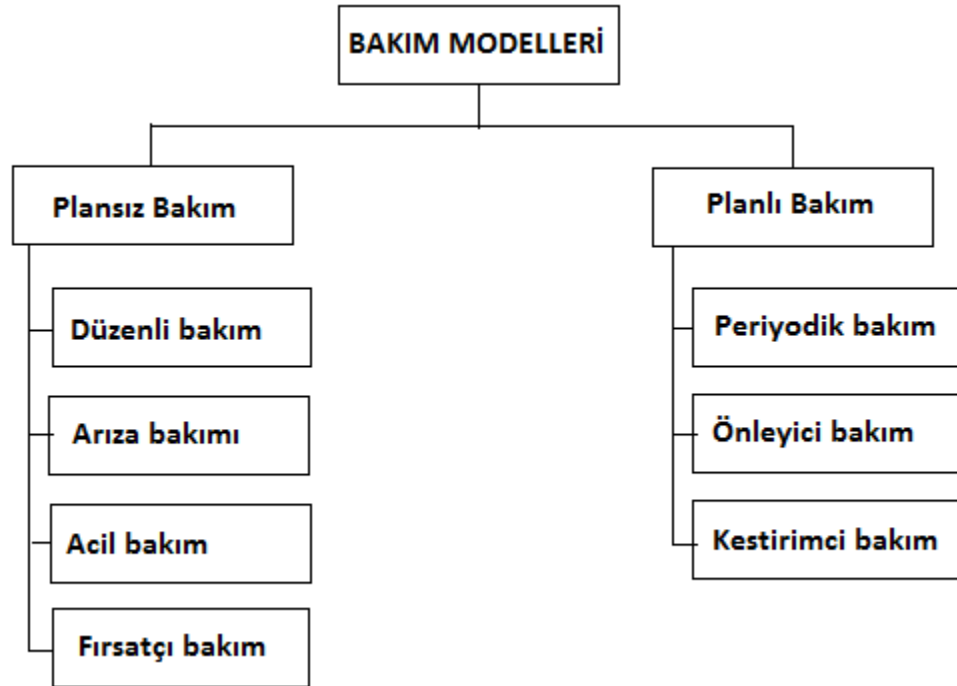
OREN4031

BAKIM YÖNETİMİ

4. BAKIM YÖNTEMLERİ

4.1. Bakım Tiplerinin Sınıflandırılması

- Tesislerde makina – teçhizat ve tesisat, yönetimin belirlediği standartlara göre sürekli çalışır durumda bulundurulmalı ve istenen verimde kalmaları sağlanmalıdır.



Şekil 4.1. Bakım modelleri

Tablo 4.1. Planlı ve plansız bakımın karşılaştırılması (işlem ve çıktı)

Sıra	Parametreler	Plansız bakım	Planlı bakım
1	Arızalar	Yüksek	Düşük
2	Kesinti	Yüksek	Düşük
3	Ürün çıktısı	Düşük	Yüksek
4	Bakım masrafları	Yüksel	Düşük
5	Ekipman / tesisin güvenilirliği	Düşük	Yüksek
6	Tesis / ekipman mevcudiyeti	Düşük	Yüksek
7	Ekipman / tesis yüzdesinin kullanımı	Düşük	Yüksek
8	Yedeklerin kontrolü ve stok kontrolü	Yok	Var
9	Arıza / arıza için önceden uyarı	Yok	Mümkün

Tablo 4.2. Planlı ve plansız bakımın karşılaştırılması (altyapı)

Sıra	Parametreler	Plansız bakım	Planlı bakım
1	Bakım işgücü boyutu	Küçük	Geniş
2	İşgücünün teknik seviyesi	Düşük	Yüksek
3	Gerekli özel ekipman	Yok	Var*
4	Gerekli uzman hizmetleri	Yok	Var*
5	Özel laboratuvar kurulumuna ihtiyaç var	Yok	Var*
6	Bilgisayar yedekleme gerekli	Yok	Var
7	Personelin özel eğitimi	Yok	Var
8	Altyapı maliyetinin maliyeti	Düşük	Yüksek

4.2. Plansız Bakım

- Makina veya tesis içerisinde ekipman bozulunca ya da arıza çıkınca yapılan bakımdır.
- Çok sayıda yedekleri bulunan, kolay tamir edilebilen ve fazla pahalı olmayan makinalarla üretim yapan tesislerde ve atölyelerde uygulanmaktadır.
 - İşletmelerde bu şekilde çıkan zamansız arızalarda onarım esnasında zaman kaybı çok fazladır.
 - Bakım-onarım maliyetleri düşüktür ve bakım onarım için daha az elemana ihtiyaç duyulur.
 - Bu sistem çok az planlama ve kırtasiye işleri gerektirir.
 - İşletmede arıza zamanı bakım yapıldığından, onarım esnasında üretim kaybı oldukça fazladır.
 - Plansız bakım yönteminde ortaya çıkan bir arızaya bağlı olarak makinanın veya tesisin diğer parçaları da zarar görebilir.

4.2.1. Plansız Bakım Tipleri

1) Düzenli/rutin bakım (Routine maintenance)

Yağlama, temizleme ve kontrol gibi makinalara/ekipmanlara düzenli olarak yapılan bakım çalışmaları düzenli bakım kategorisine girer. Görevler genellikle makinaları çalıştıran üretim personeline bırakılır.

1) Arıza bakımı (Breakdown maintenance)

Onarım yalnızca sistemin arızasından sonra yapılır. Ekipmanın başarısız oluncaya kadar çalışmasına izin verilir. Yağlama ve küçük ayarlamalar dönem boyunca yapılır. Ekipmanların çok küçük olduğu ve özel aletleri kullanmayan küçük fabrikalar ve büyük sanayi için uygun değildir.

3) Acil bakım (Emergency maintenance)

Acil bakım, durumun aciliyetini gösterir. Acil eylem gerektiren beklenmedik ve ciddi bir olay olarak tanımlanmaktadır. Küçük onarımlar düzeyinde gerçekleşir.

4) Fırsatçı bakım (Opportunistic maintenance)

Bir veya birkaç yıpranan bileşenin bakımı sürecinde diğer aşınma bileşenlerini, başarısız olmamalarına rağmen, korumak veya değiştirmektir. Aslında belirli bir bakım sistemi değil, ancak her an gelebilecek bir fırsattan yararlanma sistemidir.

4.2.2. Plansız Bakımın Olumsuz Yönleri

- Arıza her an olabilir.
- Güvenlik riski bulunmaktadır.
 - Makinanın parçalarından birisi arızalandığında, kontrolün kaybolmasına, makinanın işlemez duruma gelmesine ve operatörün yaralanmasına yol açabilecek tehlikelere neden olabilir.
 - Bazen arızayı araştırıp, düzeltirken de yaralanmalara neden olabilir.
 - Makina plan dışı kontrolden çıkarak arızalanabilir.
- Üretim kaybı ve üretim gecikmesi olur.
- Yedek makina bulunmuyor ise üretim aksar.
- İhmal edilen arıza daha büyük hasarlara neden olur.

4.3. Planlı Bakım

- Önceden düşünüülerek organize edilen, kontrol ve kayıtları gerçekleştirilen bakım yelpazesini içerir.
- Aşağıdakileri özellikleri taşır:
 - Bakım politikası dikkatle değerlendirilir,
 - Politikanın uygulanması önceden planlanır,
 - İş önceden belirlenmiş olan plana uyacak şekilde kontrol edilir ve yönlendirilir ve
 - Sonuçların değerlendirilmesi ve gelecekteki politikalar için bir kılavuz oluşturulması için tarihi ve istatistiki kayıtlara uyulur ve sürdürülür.

- Planlı bakımın sürdürülmesini sağlayacak işlemler:
 - Tesis ve ekipmanların listesi
 - İşlemler ve görevliler (iş-görev çizelgesi)
 - Görev zamanı (iş programı)
 - İş yöntemi
 - Sonuçların kaydedilmesi
 - Program değerlendirme yöntemi
- Planlı bakım kapsamında 3 bakım tipi uygulanmaktadır:
 - Periyodik bakım
 - Kestirimci bakım
 - Önleyici bakım

4.3.1. Planlı Bakımın Amacı

- Makinaların duruşunu en aza indirerek mümkün olan en yüksek düzeyde üretimi sağlamak.
 - Önceden hazırlanacak üretim programlarının gerçekleşmesini sağlamak.
 - Makinaların ekonomik ömrünü uzatmak.
 - Arıza hasarlarını en aza indirmek suretiyle onarım giderlerini azaltmak.
 - Bakım giderlerini azaltmak.

4.3.2. Planlı Bakımın Yararları

- Planlı bakım, her endüstri çeşidine başarıyla uygulanabilir.
 - Ancak nihai etkileri ve faydaları endüstriye, yerel koşullara, tasarımın ve kapsamın uygulama biçimine bağlı olarak değişir.
- Her bakım, her tesisin her derdine çare değildir.
 - Kötü işçilik, gereç eksikliği, kötü tasarım veya kullanım telafi edilemezse; yıpranmış ekipmanın modern ve yüksek verimli ünitelere dönüştürülmesi mümkün olmaz.

➤ Planlı bakımının optimizasyonu aşağıdaki koşullarda sağlanır:

1) Daha fazla planlamanın varlığı

- Düzenli ve doğru olarak muhafaza edilen tesiste daha az bozulma olacaktır.
- Uygun koşullarda bakım yapılır ve minimum üretim kaybına neden olur.
- Aşırı yüksek kesinti süresi azaltılır.

2) Düzenli servis ani pahalı arıza boşluğu onarımından iyidir.

3) Düzenli, planlı bakım ve ayarlama, sürekli yüksek seviyede ürün çıkışı, kalite, performans ve verimlilik sağlar.

4) Daha büyük ve daha etkin emek kullanımı

- İşyeri bakım için hazır halde tutulduğundan etkin kontrol sağlanır, personelin kişisel tutumu ve morali iyileşir.

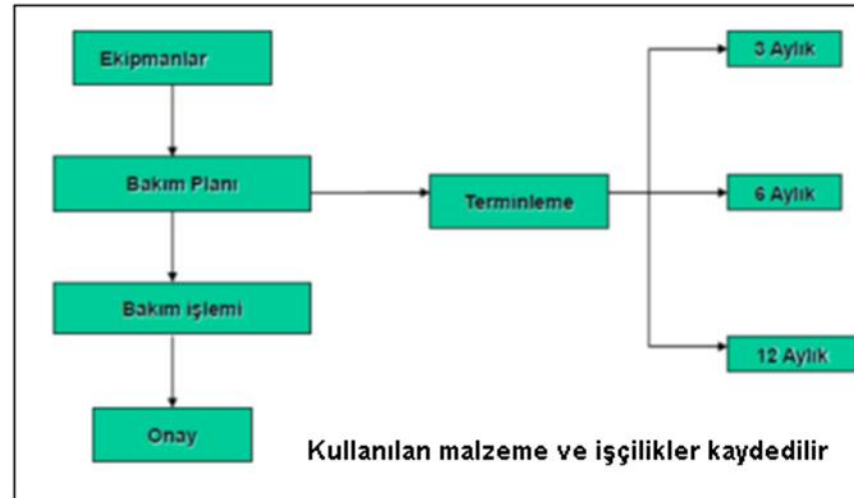
Planlı bakımın yararları:

- Duruşları en aza indirir, olası arızaları azaltır.
- Makinaların zamanında garantili ayarlar yapılacağından daha iyi verim elde edilir.
- Arızalardan oluşan ara onarımlar azalır ve onarımlar arasında geçen süre uzar.
- Onarım masrafları azalır.
- Bakım masrafları azalır.
- Makinaların faydalı ömrü uzar.
- Yedek makina ve teçhizat ihtiyacı azalır.
- Daha iyi yedek parça kontrolü yapılabilir, stok miktarı azaltılabilir.
- Daha uygun ve güvenli bir çalışma sağlanır.

- Arızalar sebebiyle üretimde çalışan işçilerin prim kaybı azalır.
- İşçilerin tazminat ve sigorta masrafları azalır.
- Üretim birim maliyeti azalır.
- Üretim programlarının gerçekleşmesini sağlar.
- İşletme verimini yükseltir, bakım maliyetlerini düşürür.
- Enerji giderlerini düşürür.
- Makina ömrünün uzamasına yardımcı olur.
- Malzeme ve yedek parça stoklarını en aza indirir.
- Eleman ihtiyacını düşürür.
- Kaliteyi artırır.

4.3.3. Planlı Bakım Uygulamasının Aşamaları

1. Arızaların giderilmesi ve zayıf noktaların iyileştirilmesi
2. Ekipmanın teknik özellikleri ve geçmişi hakkında bilgi toplanması
3. Bakım sıralamasının hazırlanması
4. Yapılabilirlik araştırması
5. Bilgi yönetim sisteminin kurulması



4.3.4. Periyodik Bakım

- Periyodik bakım, ekipman ömrünün uzatılması ve plansız duruşların azaltılmasını hedefleyen, önceden belirlenen bir zaman periyodunda ilgili makina veya tesisteki donanım ve parçaların bakımları ve onarımlarının yapıldığı planlı bir bakım türüdür.
- Koruyucu bakım, önceden planlanan zamanların dışında da bakım yapmak üzere uygulanan bir yöntem olmakla birlikte, periyodik bakım kapsamında değerlendirilebilir.

Periyodik bakım iki aşamalı olarak sürdürülür :

- Üretim duruşlarına veya yıpranmalara neden olabilecek durumları ortaya çıkarmak için üretim araçlarını veya yardımcı tesislerin periyodik olarak muayene edilmesi.
- Böyle durumları önlemek için bakımlarını yapmak veya henüz önemli olmayan bir düzeyde iken ayarlama yapmak veya onarmak.

➤ Koruyucu bakım faaliyetleri:

- Yağlama işleri
- Temizleme işleri
- Muayeneler, durum muayenesi
- Kalibrasyon, ayar
- Programlı onarımlar
- Programlı revizyonlar
- Programlı parça değişimleri.

- Koruyucu bakım süreci:
 1. Makina – teçhizatın tesis içinde en uygun şekilde yerleştirilmesi
 2. Makina – teçhizatın, binaların ve donanımın periyodik bakımı, temizlenmesi, yağlanması ve boyanması
 3. Makina teçhizatın çalışma süresince denetlenmesi ve performansının değerlendirilmesi
 4. Eskiye ve görevlerini gereği gibi yapamayan parçaların yenilenmesi.

– Periyodik Bakımın Yararları

- Daha az üretim duruşu
- Arıza onarımlarına oranla daha az mesai ödenmesi
- Onarım sıklığının azalması
- Basit onarımlarda daha düşük onarım maliyeti
- Daha az ürün reddi, daha iyi kalite kontrolü
- Daha az yedek üretim aracı ve maliyeti
- Bakım maliyetlerinde azalma
- Detaylı maliyet analizlerinin yapılabilmesi
- Yedek parça kontrolü ile stok düzeylerinin azaltılması
- İşçiler için daha güvenli bir çalışma ortamı
- Daha düşük birim üretim maliyeti.

– Periyodik Bakımın Sakıncaları

- Gereksiz parçaların değiştirilmesi ve üretim akışının durması
- Gereksiz parça değişimi, stok ihtiyacını ve maliyeti arttırır.
- Çok sayıda bakım personelinin istihdam edilmesi.
- Periyodik bakımdan sonra işletmeye geçiş süresi nedeniyle üretim kalitesi ve miktarı düşer.

– Periyodik Bakım Sisteminin Organizasyonu

- Periyodik bakım organizasyonunda iki yaklaşım vardır:
 - Periyodik bakım ya diğer bakım fonksiyonlarından ayrı ya da diğer bakım fonksiyonları ile beraber yürütülür.
- Her iki halde şu genel prensipler göz önüne alınır:
 - Periyodik bakımın, işin diğer bakım işlerince kesilmesine izin verilmemelidir.
 - Periyodik bakım gereğince yapılacak işlerde, işçilik ve malzeme maliyetlerinin toplanması ile rapor hazırlanması gibi normal bakım için uygulanan yönetim prensiplerinin aynısı uygulanmalıdır.
 - Periyodik işletmedeki tüm bakım işlerinden sorumlu olan yöneticiye bağlanmalıdır.

4.3.5. Kestirimci Bakım

- Kestirimci bakım, gerektiğinde özel cihazlar kullanılarak yapılan periyodik gözlem, muayene ve kayıt izleme sistemiyle makina, parça ve donanımın bakım-onarım gereksinimlerinin belirlenerek en uygun zamanda bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir.
 - Bu özellikleri gereğince kestirimci bakım, bilgisayar desteğinden yararlanır.
- Böylece daha az duruş, işçilik ve malzeme harcaması mümkün olabilmekte, parça ömürlerinden daha uzun süre yararlanılabilmektedir.
- Bu tip bakım; uyarıcı bakım, durum muayeneli bakım olarak da ifade edilmektedir.

- Malzemelerin veya hareketli sistemlerin fiziksel özellikleri ile işlevlerinin gerektirdiği durumlar dikkate alınarak belirli ölçme ve değerlendirme tekniklerine göre yapılan, arıza oluşumunu engelleyen öngörmeli bir bakım uygulamasıdır.
- Bu yöntemin temel amacı, çalışan tüm ekipmanlarda ve tesislerde donanımları takip ederek muhtemel arızaları tespit etmek ve zamansız duruşlara, gereksiz parça değişimlerine engel olmaktadır.
- Kestirimci bakımda, işletmelerdeki makinalar belli noktalardan izlemeye alınır.
 - Bunun için, bir takım ölçüm cihazları ile belirli zaman aralığında alınan ölçüm sonuçları değerlendirilir, sistemde oluşabilecek arızalar önceden belirlenir.

– Kestirimci Bakım Planlamasının Yararları

- Zamandan tasarruf.
- Kolay kullanım.
- Operatörler daha az bir eğitim ile sisteme uyabilirler.
- Ölçme ve değerlendirmede hatalar minimuma iner,
- Gürültülü uyarı imkanı.
- Gelişmiş veri toplayıcıları direkt analiz yapma özelliğine sahip olup, titreşim algılayıcıları dışında, sıcaklık, faz, DC voltaj algılayıcıları ile çalışmakta olup, değerler otomatik veri toplayıcı belleğine aktarılır.

– Kestirimci Bakım ve Ölçüm Yöntemleri

Kestirimci bakımda uygulanan durum muayenesi yöntemleri; soyut durum muayenesi ve somut durum muayenesidir.

- **Soyut durum muayenesi:** Bakmak, dinlemek, hissetmek ve koklamak gibi faaliyetleri içerir. Ucuz, çabuk ama her zaman güvenilir sonuçlar sağlamazlar, ayrıca söz konusu faaliyetlerin gereği gibi uygulanabilmesi için çok fazla eğitim gerekmektedir.
- **Somit durum muayenesi:** Bu ise güvenilir sonuçlar veren ölçüm faaliyetlerini içerir. Bu faaliyetleri verine getirebilmek için bazı pahalı enstrümanlara ve yardımcı araçlara gerek vardır. Aynı zamanda enstrümanların kullanımı için eğitim görmüş personel gerekmektedir.

➤ Kestirimci bakımda kullanılan ölçüm yöntemleri:

- Model bazlı arıza erken uyarı sistemi
- Titreşim analizi
- Yağ analizi
- Sıcaklık analizi
- Akustik emisyon
- Parçacık analizi
- Korozyon izlenmesi
- Performansın izlenmesi

– Kestirimci Bakım Programının Aşamaları

➤ Kestirimci bakım dört aşamalı bir uygulamayı içerir:

1. Ölçme ve kontrol

- Manuel sistem
- Taşınabilir cihazlı sistem
- Sabit sensörler

2. Analiz ve değerlendirme

- Manuel olarak
- Bilgisayarla
- Bakım otomasyonu

3. Bakım planlama

4. Bakım - onarım

– Kestirimci Bakım Araçları

- **Vibrasyon ölçüm cihazı:** Vibrasyon cihazıyla alınan titreşim frekanslarının değerlendirilmesi sonucunda makinada oluşmuş veya oluşabilecek sorunlar tespit edilir (rulman arızası, balanssızlık vb.).
- **Termal kamera:** Isı artışına bakılarak arızayı tespit eden bir cihazdır.
- **Ultrasonik ses cihazı:** Ultrasonik ses cihazıyla gaz kaçaqları tespit edilir.
- **Enerji analizörü:** Enerji analizörü ile enerji tüketimini veya fazlar arası sorun olup olmadığını görebiliriz.
- **Endoskopi cihazı:** Endoskopi cihazı, ekipmanı sökmeden yılan kamerası ile arızanın boyutu hakkında tam bilgi sahibi olmamızı sağlar.

- **Lazerli eksen ayar cihazları:** Mil eksenlerinin hassas bir şekilde ayarlanması, üretim kaybına neden olan pek çok makina arızasını ve plansız duruşları önler.
- **Makina durum analizörü:** Makinaların bakım işlemini kolaylaştırmak ve yüksek maliyetli duruşları önlemek için tasarlanan taşınabilir makina durum analizörü ile bakım ekibi tarafından ulaşılması mümkün olan bütün makinaların durum izlemesi yapılabilir; makinadaki vibrasyon ve sıcaklığın eş zamanlı ölçümü.

– **Kestirimci Bakım Planlaması Organizasyonu**

- Ölçüm alınacak makinalar listelenir
- Makinaların konum krokileri hazırlanır
- Her makinada ölçüm noktaları ve birimleri, ölçüm yönleri ve şekilleri belirlenir
- Ölçüm birimine göre alarm seviyeleri belirlenir
- Her makinanın basit bir çizimi yapılır ve makina özellikleri belirlenir
- Her makinanın temel ölçüm değerleri alınır
- Ölçüler arasındaki zaman dilimi belirlenir
- İşletme bölümlere ayrılır ve izlenecek rota belirlenir
- Makinalar belirlenen rotaya göre sıralanır.
- Değerlendirme ve ölçüm alacak kişiler eğitilir.

–Kestirimci Bakımın Faydaları

- Bazı parça değişimlerinin makinanın çalışmadığı zamanlarda planlaması olası hale gelir; toplam maliyeti azaltır.
- Bakım için gerekli işgücü, alet ve yedek parçalar planlanan duruş zamanında kullanıma hazır olur.
- Ekipmanın gerçek mekanik durumunun göstergesi olan gerçek verilerle çalışılır.
- Plan-dışı arızaları önler, gerçekleşecek arızaların diğer sistemleri yıpratmasını engeller, tamirden sonraki durum hakkında gerçek veri sağlar.
- Makina için çok önemli arızalar azalır.
- Bakım süresi ve makinanın duruşu minimuma iner.
- İyi durumdaki çalışan makinalar gereksiz yere durdurulmaz; harcanan zaman ve maliyet azalır.

4.3.6. Önleyici Bakım

- Önleyici bakım, herhangi bir arızaya veya üretim aksamasına yol açacak bir olay meydana gelmeden önce, böyle bir ihtimali ortadan kaldırmak amacıyla yapılan proaktif bakım hizmetleridir.
- Önleyici bakımda; makina ve tesis donanımlarının tasarımında ve işletme şartlarında yapılacak olan değişikliklerle arızaların sebepleri ortadan kaldırılabilir.
- Önleyici bakımda amaç, makinaların arızalarını ortaya çıkarmak değil, başlangıçta arızanın ortaya çıkmasını önlemektir.
- Makinalar arızalanmadan önce belirlenen kurallar içinde gözden geçirilmelidir.

- Önleyici bakım;
 - Tahribatsız deneyler,
 - Periyodik kontrol,
 - Önceden planlanmış bakım etkinliklerini,
 - Deneylerde veya kontrollerde bulunan eksikliklerin düzeltilmesi için bakımı kapsamalıdır.

– Önleyici Bakımın Faydalı Yönleri

- Daha az makina bozulması, daha az durma
- Erken parça değişiminin önlenmesi
- Arıza temeli yerine program temelinde çalışma
- Zamanında yapılan rutin onarımlar büyük ölçekli onarımların sayısını azaltır
- İkincil arızalar, dolayısıyla onarım maliyetleri azaltılır.
- Daha iyi ekipman durumu nedeniyle ıskarta ürün, tekrar işleme ve hurdada azalma
- Artan emniyet ve kalite koşulları.

4.4. SAP Bakım Modülü

- SAP (Systems Analysis and Program Development) bakım onarım modülü, bir işletmede yapılan tüm bakım onarım işlerinin kayıt altına alınmasını, takip edilmesini, planlanmasını ve maliyetlerinin kontrol edilmesini sağlar.
- Bakım onarım, tesisin bir parçasıdır ve diğer tesis alanları ile çok sayıda bağlantıya sahiptir; maliyet muhasebesi, malzeme yönetimi, üretim planlama vb.
- Bakım onarım modülü kapsamında organizasyonlar mekansal, teknik veya işlevsel olarak şekillendirilebilir; nesneler bu organizasyon yapısı içerisinde hiyerarşik olarak sınıflandırılabilir.

- Bakım onarım kapsamında; kesinti bakım onarım, düzeltme amaçlı bakım onarım, önlem amaçlı bakım onarım, tamir edilebilir yedeklerin yenilenmesi gibi birçok bakım onarım türü gerçekleştirebilir ve bu şekilde bakım onarıma ihtiyaç duyan nesnelerin;
 - fiili durumu belirlenebilir,
 - hedef durumu korunabilir,
 - hedef durumu yeniden oluşturulabilir.
- Nesneler üzerindeki ölçüm noktaları ve sayaçların takibi yapılabilir.
- Aynı zamanda nesneler için standart arıza, neden, görev, işlem vb. kataloglar hazırlanabilir.

- SAP'ın esnek raporlama sistemi ile talepler dahilinde nesnelere, kataloglara, bakım onarım türlerine, maliyetlere vb. birçok konuya ait raporlar alınabilir.
- Hangi makina kaç kere arızalandığı, en fazla devam eden makina bakım durumları, hangi hafta hangi bakımların yapılacağı, bakımda harcanan malzemeler, malzeme stok durumları, en fazla karşılaşılan arıza nedenleri, bakımları yapanlar, malzeme beklenen müdahaleler, üretim kayıpları gibi rapor dökümleri ve grafikler izlenebilir.

4.5. Toplam Verimli Bakım

- Toplam Verimli Bakım (TVB), tepe yönetiminden işçiye kadar tüm çalışanların katılımıyla makinaların tüm ömürlerini içeren kapsamlı bir bakım sistemi kurarak, makinalarla ilgili tüm alanlara (planlama, kullanım, bakım, vb.) yayılarak makina etkinliğini en fazla yapmak ve motivasyon yönetimi ya da küçük gönüllü grup faaliyetleri yoluyla verimli bakımı geliştirmek üzere tasarlanan ve yürütülen faaliyetler bütünüdür .
- TVB aşağıdaki koşulların etkisi altındadır:
 - Çevre koşulları (ülke ve endüstri),
 - Organizasyon durumu (makina yaşı ve tipi, işletme büyüklüğü, fabrika yaşı, sendikalar),
 - Yönetim anlayışı (tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi ve endüstri mühendisliği kullanımı)

- Makinaların yeni ve iyi durumda olması, genel amaçlı makinaların kullanımı, işletme ölçeğinin büyük olması ve sendikal örgütlenmenin az olması toplam verimli bakımın uygulanabilirliğini olumlu yönde etkilemiştir.
- TVB'ın bakımın temelinde yatan ana fikir, makina-teçhizatın verimli çalışmalarını engelleyen faktörleri yok ederek daha verimli çalışmalarını sağlamaktır:
 - Arızalardan kaynaklanan kayıplar
 - Hazırlık ve ayar zamanlarından kaynaklanan kayıplar
 - Duruşlardan kaynaklanan kayıplar
 - Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar
 - Hata ve tekrar işlemlerinden kaynaklanan kayıplar
 - Başlangıç kayıpları.

4.5.1. Toplam Verimli Bakımın Amacı ve Hedefleri

- Toplam verimli bakım özerk çalışma grupları oluşturarak işlevini yürütür. Özerk bakım anlayışına göre toplam verimli bakımın amacı;
 - Program, bakım ve üretim çalışanlarının takım halinde makinaların bozulmasını durdurma ve şartlarını sabitlemesi
 - Kritik günlük bakım görevlerinin sorumluluğunu paylaşarak üretim ve bakım personelinin ve donanımın güvenilirliğini geliştirmesi.
 - Bu görevler; temizlik, yoklama, yağlama, gürültü kontrolleri ve diğer hafif bakım görevleridir.

– TVB, operatörlere kullandıkları makinaların fonksiyonlarının nasıl olduğu, hangi yaygın sorunların neden ortaya çıktıkları ve bu sorunlar ortaya çıkmadan onlardan nasıl korunacağını öğretir.

- Bu yaklaşım, operatörlere makinanın çalışma devamlılığını sürdürmeyi, onları tanımayı ve tanımlamayı, pek çok makina hatalarını çözme yeteneğini kazandırır.
- TVB, arızaları onarma anlayışı yerine, arıza nedenlerini belirleme ve bir daha ortaya çıkmamaları için önlem alma anlayışını ortaya koymaktadır.

- Toplam verimli bakımın hedef yaklaşımları:
 - Arıza, kayıp ve hataların zamanında önlenebilmesi için etkin önleyici ve planlı bir bakım sistemi kurar.
 - Şirketin mühendislik, satınalma, satış, muhasebe vb. her bölümünde uygulanabilir.
 - İşçilerden üst yönetime kadar herkesin katılımını öngörür.
 - Küçük çalışma gruplarının otonom faaliyetleri sıfır kayba ulaşmayı hedefler.
 - Yatırım ve yenilemeler yerine mevcudu iyileştirme yaklaşımına daha fazla önem verir.

- Büyük değişiklikler yerine küçük değişiklikler ile ilerlemeye daha fazla önem verir.
- Çalışanların iyileştirme çalışmalarına zaman ayırmalarını öngörür.
- Uzun vadeli bir düşünce ile sorunlara yaklaşımı öngörür.
- Başarı için önce üretim bölümünde çalışanlar ikna edilmelidir.
- Üretim planları yapılırken bakım ve üretkenliği artırıcı tadilatlar için gerekli zamanları ayırmayı öngörür.
- Makina ve ekipman etkinliklerinin gerçekçi ve ayrıntılı bir biçimde belirlenmelidir.

4.5.2. Toplam Verimli Bakımın Temel Faaliyetleri

- Toplam verimli bakım anlayışı, önemli birçok faaliyetin bir arada olması, birbirini tamamlaması ve desteklemesi odaklı bir anlayıştır.
- TVB'ın başarılı olması bu faaliyetlerin etkin bir biçimde sürdürülmesiyle mümkündür.
- Bahsedilen temel faaliyetler şu şekilde sıralanabilir:

1. Ekipman Etkinliğinin Sağlanması:

Amaç ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir. Ekipman kayıplarını önlemek için yapılan faaliyetler ile enerji, malzeme ve işgücü kayıplarının en az seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir.

2. Planlı Bakım:

Bakım departmanı tarafından oluşturulur; bakım bölümü personelinin uyumlu ve hızlı çalışması sağlanır.

3. Kestirimci Bakım:

Ekipman fiziksel parametrelerinin trendlerinin ölçülmesi, bilinen mühendislik limitleriyle karşılaştırılması, sonuçların analizi, yorumlanması ve arızalara yol açabilecek sorunların ekonomik biçimde etkisiz kılınması ve düzeltmesi şeklindeki çabalar bütünü olarak tanımlanır.

4. Otonom Bakım:

Operatörlerin kendileri de katılarak, kuralların yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesi şeklinde ifade edilen bağımsız bakımdır.

- Otonom bakım yedi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar şunlardır:
- Başlangıç temizliği
 - Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler
 - Geçici olarak standartların belirlenmesi
 - Genel kontroller
 - Otonom kontrol
 - Standardizasyon
 - Otonom Bakım Yönetimi (Tam Otonom Bakım)

- **5 S:** Japonca S harfi ile başlayan 5 kelimededen oluşan 5S tekniği, çalışma alanının daha düzenli ve kullanılabilir olması çerçevesinde standartlaştırılmış uygulamalara dayanır.
- 5S çalışma alanını düzenler, gereksiz olan her şeyi azaltır, sonuç olarak etkin bir çalışma ortamı sağlar. 5S adımları şu şekilde sıralanabilir:
 - Sınıflandırma (Seiri)
 - Düzenleme (Seiton)
 - Temizleme (Seiso)
 - Standartlaştırma (Seiketsu)
 - Disiplin (Shitsuke).

- **Önleyici Mühendislik:** Yeni bir ekipman üretim sürecine alındığında tasarım ve üretimi sorunsuz olsa da başlangıçta sorunlar çıkabilir. Üretim ve bakım mühendisleri problemleri tespit ederek ön iyileştirmeler yapmalıdırlar.
- **Kalite Bakım Sistemi Yaklaşımı:** Bakım ve ürün kalitesinin arttırılması ve aynı zamanda homojenliğin temini, üretim faaliyetlerinin önemli bir görevi haline gelmiştir. Ekipmanın durumu, kalitenin sağlanmasını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu şartlar altında bir kalite güvence sistemi, belirtilen anlayışla kalitenin her noktada korunumu göz önünde tutularak kurulmalıdır.

- **Ofislerde TVB:** TVB tüm işletme bünyesinde katılımı içerdiğinden, üretimi destekleyecek idari kısmın etkinliğini arttıracak bir sistem bu departmanlarda da kurulmalıdır.
- **Hijyen ve Emniyetin Sağlanması:** Uygulamalarda sıfır iş kazası ve sıfır çevre kirlenmesi hedeflenir. İş kazalarının oluşumu ve çevreye zarar hususunda yapılacak en önemli faaliyet risk analizlerinin yapılması ve önlemler alınmasıdır.
- **TVB Eğitimi:** TVB kapsamında, üst yönetimden operatör seviyesine kadar tüm çalışanlar kendileri için gerekli olan bilgiyi edinmeleri için eğitilmelidirler.

4.5.3. TVB 12 Uygulama Alanı

- TVB'nin hedefi, çalışanları ve ekipman kullanımını geliştirerek şirket içinde verimliliği arttırmaktır.
- TVB'nin uygulama sürecinde izlenecek yol 12 temel adım olarak sınıflandırılmıştır.

Aşamalar	AN	Adımlar	Detaylar
HAZIRLIK	1	Üst yönetim tarafından İşletmede TVB uygulanacağına ilanı	İşletme yöneticileri öncü olarak, konuyu ve önemini duyururlar. Çalışanlar genel olarak bilgilendirilir ve uygulamanın yararları açıklanır.
	2	TVB konusunda tanıtım ve eğitim faaliyetlerinin başlatılması	TVB'nin içeriği ve uygulanabilirliği konusunda seviyesine göre çalışanlara eğitim verilir, çalışanlar motive edilmeye çalışılır.
	3	Organizasyonel yapının oluşturulması	TVB uygulamalarının sürekliliğini sağlamak için bir organizasyon kurulması, çalışma kurallarını belirleyerek işlerlik kazandırılması safhasıdır.
	4	TVB konusunda temel politika ve hedeflerin belirlenmesi	Var olan koşulların analiz edilmesi, temel politika ve hedeflerin belirlenmesi adımıdır.
	5	TVB için ana planın hazırlanması	Detaylı uygulama planı hazırlanır.
UYGULAMA	6	TVB başlama vuruşu	Planın hazırlanmasından sonra tüm çalışanların katılacağı bir organizasyonla uygulamalar başlatılır. Bu aşamadan sonra, her çalışan kritik önemdedir.
	7	Ekipman yönetim sisteminin kurulması	Sürekliliğiyle ilgili takımların çalışmaları ile kayıpları önleyecek faaliyetlere odaklanılır.
	8	Otonom bakım sistemi kurulması	Araçlar için önlem alınması, üretim araçlarının periyodik bakımının bir bölümünün makina başında çalışan operatörler tarafından yapılmasıdır.
	9	Planlı bakımın geliştirilmesi	Üretim araçlarının gruplandırılması, üretim araçlarına ait dosyaların oluşturulması, alt grupların ayrılması, eylemlerin tanımlanması, uygulamanın takibi ve kontrolünü içerir.
	10	Önleyici mühendislik faaliyetlerinin yerine getirilmesi	Elde edilen sonuçların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür çevrim maliyeti analizi yapılmasıdır.
	11	Operasyon ve bakım yetenekleri geliştirilmesi için eğitim	Tüm düzeylerdeki çalışanların eğitimlerinin süreklilik kazanmasıdır.
SÜREKLİLİK	12	TVB sisteminin korunması ve yeni hedeflerin belirlenmesi	Değerlendirme yapılması, hedeflerin güncellenmesi, PM ödölüne başvuru gibi aşamaları içerir..

4.5.4. TVB Çalışmalarının Verimliliğe Etkileri

- Genelde yapılan araştırmalar;
 - verimlilik artışı
 - hataların giderilmesi
 - iş kazalarının azalması
 - çalışanların motivasyonu ve
 - ürün kalitesinin artması

ile sağlanan kazanımlarla kıyaslandığında,

TVB için yapılan harcamaların, elde edilen kazanımlardan oldukça düşük olduğu görülmüştür.

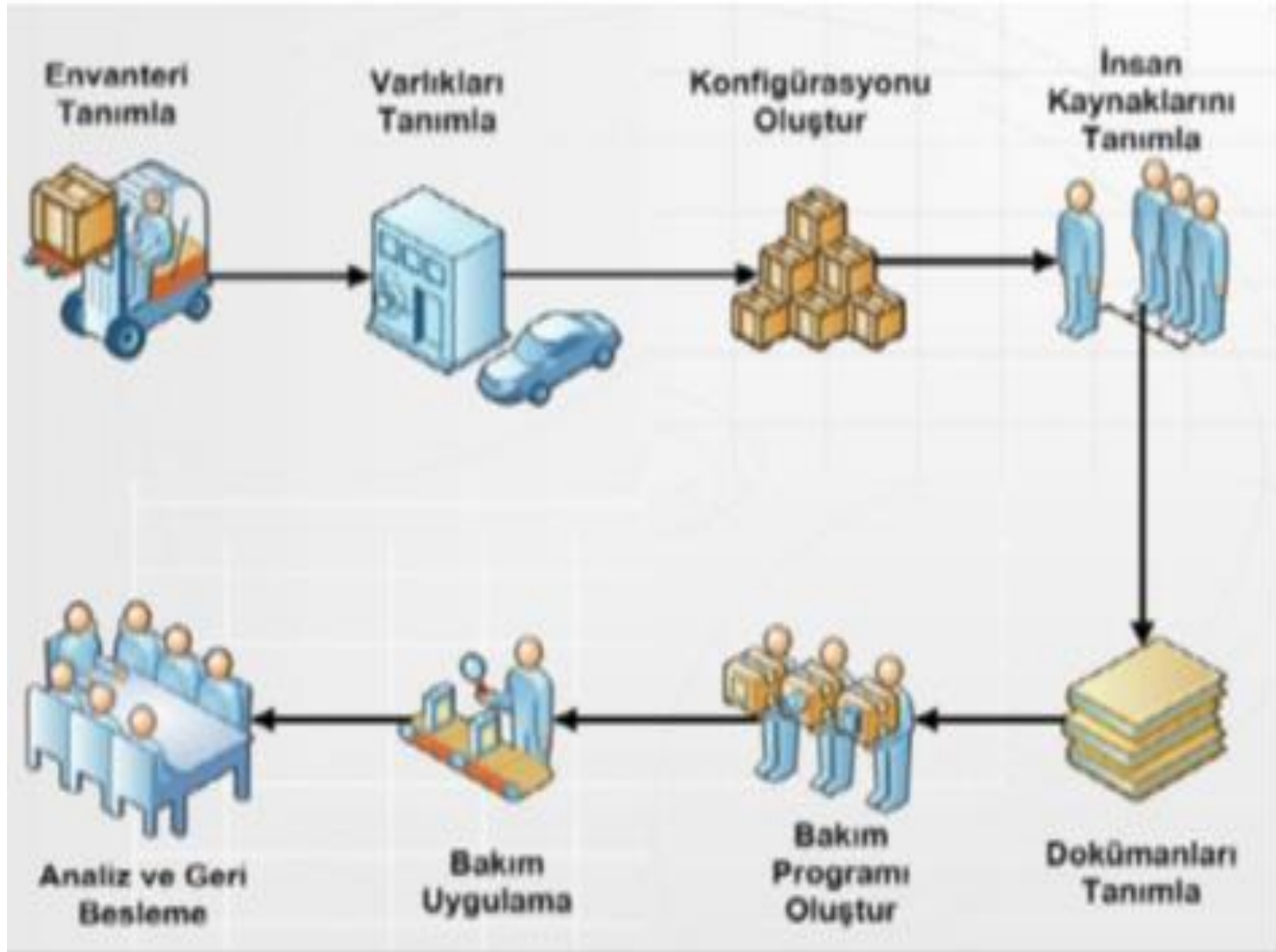
OREN4031

BAKIM YÖNETİMİ

5. BAKIM YÖNETİMİ

5.1. Bakım Yönetim Sistemi

- Bakım yönetimi, bakım faaliyetlerinin planlanması, yürütülmesi, denetimi, kontrolü ve geliştirilmesi amacı ile oluşturulan idari, finansal ve teknik yapıdır.
- Bakım yönetim sistemi, bakım için ihtiyaç duyulan malzeme ve insan kaynaklarının koordinasyonunu sağlayarak bunlara ilişkin dökümanları hazırlar, üretim sisteminin yapısal özelliklerine uygun bakım programları oluşturur, bakımı uygular ve uygulamayı analiz ederek geribildirim yapar.
- Bu şekilde, kullanılacak malzeme miktarı, temini ve stok düzeyi belirlenerek uygun insan kaynakları ile bakım etkinlikleri yürütülür.



Şekil 5.2. Bakım yönetimi sistemi

5.2. Bakım Yönetiminin Etkinliğinin Sağlanması

- Bakım yönetim sistemi, varlıkların ömür devirleri boyunca etkin takibi, bakımlarının planlaması ve uygulaması, arıza onarımlarının yönetilmesi, bakım onarımlar için gerekli yedek parça, test ve ölçü aletlerinin yönetimini sağlar.
- Bakım yönetiminin, varlıkların ekonomik ömürlerini artırarak, işletmenin sürekliliğini sağlayacak alt yapıyı oluşturduğu düşünüldüğünde, etkin bir sürece sahip olması gerekliliği kaçınılmazdır.

- Bakım yönetiminin etkinliğini artırabilmek için aşağıda belirtilen temel faaliyetler gerçekleştirilmelidir:
 - Etkin bir bakım politikası oluşturulmalıdır.
 - Etkin bir kullanıcı bakımı (otonom bakım) sistemi oluşturulmalıdır.
 - “Sıfır arıza” yaklaşımı yerleştirilmeli ve iyileştirme çalışmaları başlatılmalıdır.
 - İşletmeye uygun, temel kestirimci bakım uygulamaları uzman bir ekiple gerçekleştirilmelidir.
 - Ayrıca, operatörlere duyu organları ile kestirimci bakım uygulama eğitimlerinin ve sorumluluğunun verilmesi sağlanmalıdır.

- Online durum izleme uygulamaları ile kritik ekipmanlarda uzun süreli arıza duruşlarının oluşumunu engelleyecek önleyici bakım yöntemleri geliştirilmelidir.
- Periyodik kestirimci bakım teknikleri ve online durum izleme yöntemleri kullanılarak, “eksik veya gereğinden fazla bakımı” önleyecek, optimum bakım periyodu belirleme çalışmaları yürütülmelidir.
- Etkin bir bakım planlama sistemi oluşturulmalı; bakım iş emirleri oluşturulmalı ve atamalar plan dahilinde gerçekleştirilmelidir.
- Etkin bir bakım metodu kayıtlama ve geliştirme metodolojisi için teknik bilgi bankası kurulmalıdır.

- Bakım standartları oluşturulmalı ve uygulamaya alınmalıdır.
- Makina-ekipmanların çalışma prensip ve parametrelerinin kayıtlanması ve operatör/bakımcı eğitimlerinin verilmesine yönelik sistematik kurulmalıdır.
- Otonom bakım ve uzman bakım ekiplerinin performans değerlendirmesine yönelik sistem kurulmalı ve uygulanmalıdır.

5.3. Bakım Planlaması ve Programlaması

- Bakım planlama faaliyetlerinin amacı, duruşlardan ve arızalardan kaynaklanan üretim kayıplarının minimize edilerek, her teçhizatın düzenli ve verimli kullanımını sağlayarak, performansının maksimize edilmesi ve ayrıca sistemin tamamının güvenilirliğinin artırılması ve sürekliliğin sağlanmasıdır.
- Sistemin güvenilirliğini etkileyen bakım planlama ile ilgili faktörler aşağıda verilmiştir:
 - Tasarım ve sıkı üretim standartlarının gelişimi ile bileşen ve ekipmanların dizaynındaki gelişmeler
 - Bozuk parçaların değiştirilmesi, kontrolü ve rutin bakım çalışmalarını kolaylaştırıcı ekipman dizaynındaki gelişmeler

- Bakım çalışmalarını kolaylaştırıcı yerleşimdeki gelişmeler
- Bir tamir tesisi kurarak bozulan parçaların hızla değiştirilmesi ve teçhizatın durmasının azaltılması
- Koruyucu bakım uygulayarak düzenli muayene veya kritik parçaların değiştirilmesi ile arıza oluşumunun azaltılması
- Düzenli bakım ve koruyucu bakım çalışmaları ile kritik parçaların değiştirilmesi ve dolayısıyla durma zamanlarının kısaltılması.

- Bakım faaliyetlerinin başarıya ulaşabilmesi aşağıdaki faaliyetlerin yürütülmesi gerekir:
- Her işletme teknolojik, işletme ve çevre şartlarına göre bir bakım politikası tasarlamalıdır.
 - Bakım için gerekli olan malzeme stokları hazır olmalıdır.
 - Bütün bakım faaliyetlerinin kayıt işlemi yapılmalıdır.
 - Bakım talepleri bir merkezde toplanmalı ve buradaki yöneticinin onayı ve bilgisi ile bakım işlemi yapılmalıdır.
 - Üretimde çalışan işçiler çok acil durumlar dışında bakım işlemleri yapmamalıdır.
 - Arıza sıklığının ve onarım süresinin azaltılması amacı açık bir biçimde belirlenmelidir.

- Çeşitli bakım önlemlerinin üst yönetimden teknisyenlere kadar tüm personeli içermesi gereklidir.
- Etkin bir bakım faaliyetinin sağlanabilmesi planlama, programlama ve kontrol sisteminin iyi işleyebilmesine bağlıdır.
- Böylece, iş öncelikleri doğru belirlenebilir, gerekli malzeme, araç – gereç hazır bulundurulabilir, birbirini izleyen ve paralel yürütülen faaliyetlerin sıraları doğru olarak tespit edilebilir, bakım malzemelerinden ve işçilerden etkin bir yararlanma olanağı sağlanır.
- Planlama ve programlama çalışmalarının kapsamı ve ayrıntıya inme derecesi bakım hizmetlerinin genişliğine bağlı olarak değişebilir; küçük işletmede bakımın bakım ustası tarafından yapılması.

- Bakım faaliyetleri bir plan çerçevesinde yapılır ve uygulanırsa verim artar.
- Planlar yapılırken faaliyetlerin ne zaman yapılacağı, bütçede ödenek ayrılması, herhangi bir kuruluştan yardım alınıp alınmayacağı bilinmeli ve planlar buna göre düzenlenmelidir.
- Başarılı bir bakım programlaması için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir:
 - İlgili kişilerin gerekli yerlerde bulunması.
 - Bakım yöneticisine ve ekibine gerekli bütün bilgilerin tam ve doğru olarak verilmesi.
 - Ana plan ve programlara uygunluğun gözetilmesi.

Bakım hizmetlerinde aşağıda açıklanan bakım plan ve programları uygulanır:

1. Ana Bakım ve Muayene Planı

Uzun bir dönemi kapsayan koruyucu bakım planlarıdır.

- Hangi makina ve tesislerin periyodik olarak servisten çıkarılacağı, revizyona alınacağı veya muayene edileceği zamanlarıyla bu plan üzerinde gösterilir.
- Yapılacak koruyucu bakım ve yenileme işlemlerinin zamanları belirlenerek gerekli işgücü planlaması yapılır; revizyon ve muayene sürelerine ilişkin prospektüsler, mevcut deneyler, istatistik bilgi ve analizler bu konuda bilgi verebilir.
- Ana bakım planı haftalık ve günlük bakım programları haline getirilir; ana bakım ve muayene planları genel bakım programlarının da kaynağıdır.

2. Haftalık Bakım Planları

Ana plan daha genişletilerek haftalık bakım planları hazırlanır.

- Bu plan, her bakım işçisinin ve bakım bölümünün çeşitli makinalarının bir sonraki hafta içindeki günlerde hangi işleri yapacakları açık bir şekilde gösterilir.

3. Günlük Bakım Programları

Bakım bölümü haftalık bakım programlarına paralel olarak bakım personelinin ertesi gün yapacağı işleri bir program halinde belirler.

- Günlük bakım programları iş emirleri şeklinde hazırlanır; bu iş emrinde işin başlama ve bitiş saatleri, işi yapacak kişi, kullanacağı alet ve makinalar açıkça gösterilir.

- Bakım işinin programlanmasında Gantt diyagramının kullanılması oldukça yarar sağlamaktadır; böylece faaliyetlerin kontrolü de gerçekleştirilebilir.
- Önemli bakım hizmetlerinin yürütülmesinde genellikle, bir planlama ve kontrol tekniği olan PERT kullanılmaktadır.
- Bu tekniğin kullanılması ile;
 - İşin toplam süresi aşırı ek harcamalara yol açmadan en alt düzeye indirilmektedir.
 - Birbirleriyle bağımlı faaliyetler belirlenmekte, sıralı yürütme ve kontrol sağlanmaktadır.

- Bakım bölümü plan ve programların etkin bir şekilde yürütülmesi için aşağıdaki formları kullanır ve gerekli kayıtları tutar:
 - Makina sicil kartı.
 - İş dağıtım kartı.
 - Arıza bildirim kartı.
 - Periyodik bakım – onarım teknik güvenlik raporları.
 - Arıza grafikleri.
 - Teknik güvenlik grafikleri.



MAKİNE SİCİL KARTI

Makine-Ekipman Adı					
Üretici/temsilci Firma Adı					
Adres Tel/fax/ e-mail					
Tip / Model					
Seri No:					
Kayıt No:					
Satın alındığı tarih					
İşletmede ilk kullanıma alındığı tarih					
Bulunduğu Yer					
TEKNİK ÖZELLİKLERİ					
Yardımcı -ilişkili Ekipmanlar					
Bakım-onarım Tamirat Kayıtları	Değiştirme Onarım	Bakım	Tarih	Fiyat	Firma
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
KALİBRASYON	YILLAR				
	2007	2008	2009	2010	2011

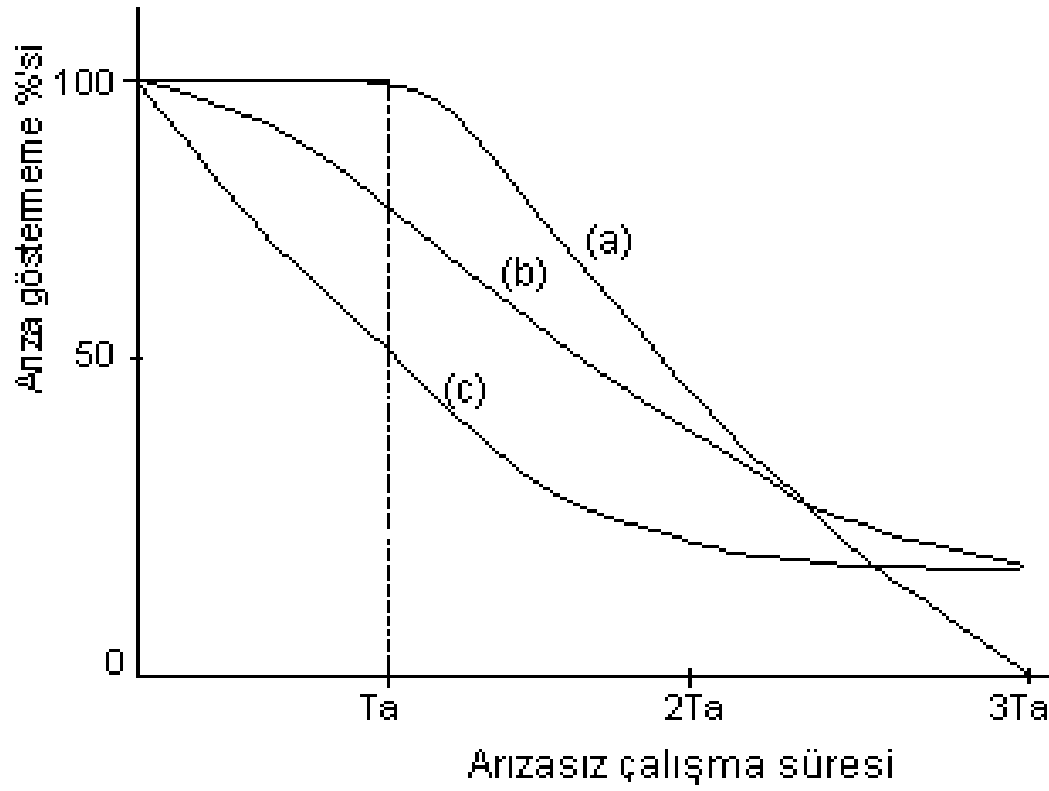
Tarih.....

Yönetici.....

- Makina sicil kartında normal revizyon, bakım tarihleri ve arızalar yazılır. İki sicil kartı tutulur ve biri makina üzerinde biri de dosyasında saklanır.
- Bakım yetkilileri, işçilerin yapacağı işleri yapılış sırasına göre iş dağıtım kartına işlerler.
- Meydana gelecek arızalar arıza bildirim kartına işlenerek onarım ekibi bu kartla çağrılır.
- Arıza giderilince kart imzalanır; bu durum sicil kartlarına da işlenir.
- Periyodik bakım – onarım ve tesisteki teknik güvenlikle ilgili hususlar periyodik olarak üç ayda bir genel raporlar halinde düzenlenir, üretim planlama, üretim ve muhasebe bölümlerine gönderilir.

Ünitesi				İşgören 1			İşgören 2		
Personel Şubesi Müdürlüğü									
Faaliyet				Görevi			Görevi		
No	Türü	Saat	İş Birimi	Görevin Türü	Saa t	İş Birimi	Görevin Türü	Saa t	İş Birimi

- Arızalanan makinalara ait bilgiler bir grafik halinde gösterilir.
- Bir makinanın arıza özelliğini tanımlayan arıza dağılım eğrisi, belirli çalışma saatleri içerisindeki arızasız çalışma yüzdesini veren bir grafiktir.
- Dağılım eğrisinin şekli makinanın cinsine, çalışma koşullarına, parça sayısına ve daha bir çok faktöre bağlıdır.
- Şekil 5.3’de üç ayrı makinanın arıza dağılım eğrisi gösterilmiştir.
- Ta sözkonusu makinaya ait ortalama arızasız çalışma süresidir. Şekilde (a) az değişken, (b) ve (c) ise çok değişken arıza dağılım eğrilerini göstermektedir.

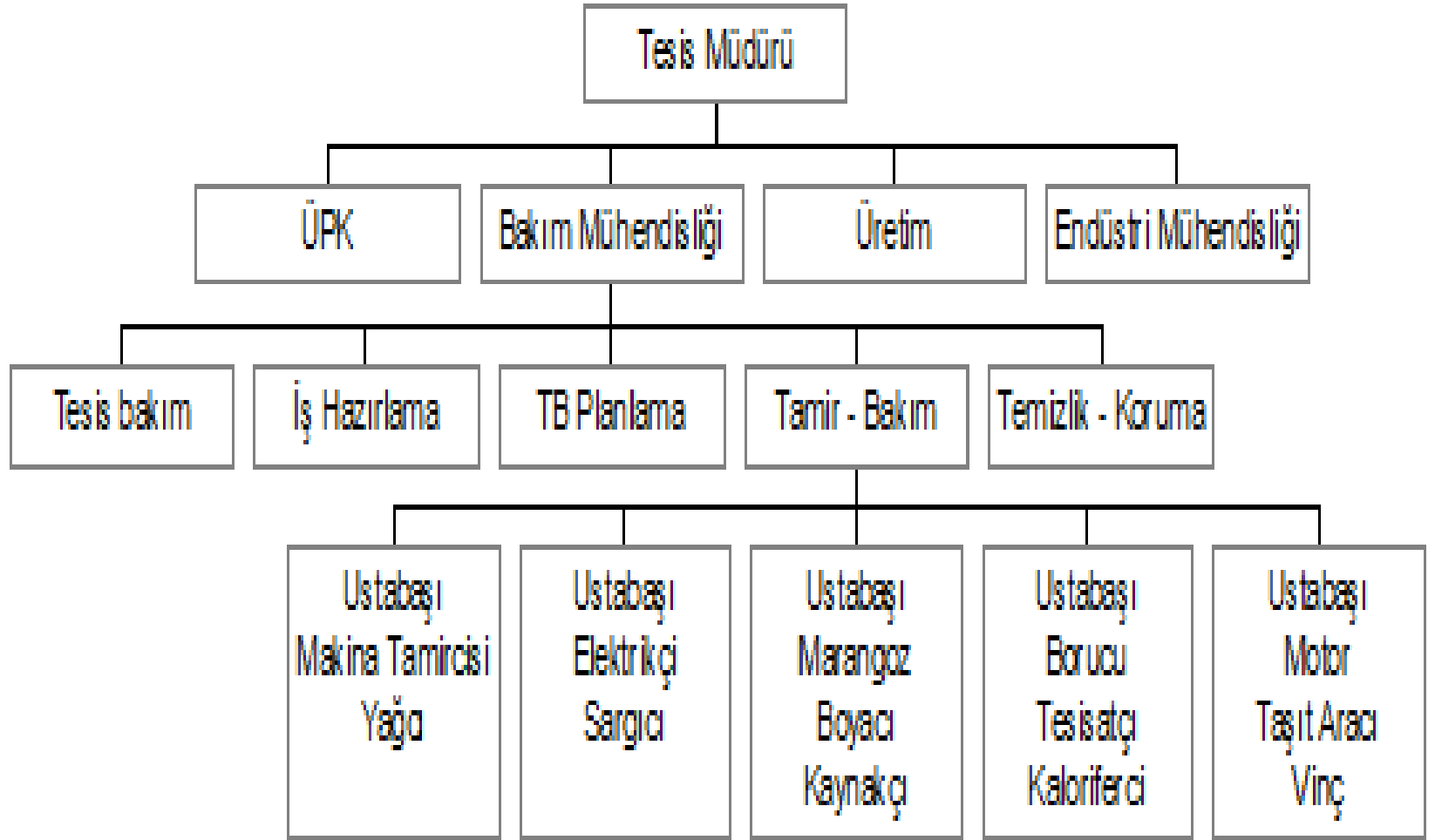


Şekil 5.3. Makinaların arıza dağılım eğrileri

- Basit bir makina eşit zamanda periyodik arıza gösterir. Ta civarında arızalanma ihtimali hızla artar. Bu süre biraz geçtikten sonra arız ihtimalinin değişimi tekrar kararlı bir değişim göstermeye başlar (a makinası).
- Çok sayıdaki makina parçasının birleşmesi ile meydana gelen makinanın arıza dağılımında belirsizlik fazladır. Arıza ihtimalinin değişmesi basit makinalara göre daha belirsizdir (b ve c makinası).

5.4. Bakım Organizasyonu

- Bakım (B) faaliyetlerini üretim yönetiminin bir fonksiyonu olan Bakım Mühendisliği (BM) yürütür.
- Bakım Mühendisliğinin temel fonksiyonu ÜPK ve üretim bölümleri ile işbirliği yaparak bakım planlarını hazırlamak, arızaların minimum zaman kaybı ile giderilmesi ve bakım ekibini yönetmektir.
- Bakım bölümünün organizasyon şeması Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Bakım organizasyonu yapısı

Bakım Departmanının Görevleri

- Bir bakım departmanının görevleri şirketten şirkete ve aynı şirketteki bir fabrikadan diğer fabrikaya göre değişir.
- Görevlerini yerine getirme kapsamı ve derinliği, şirket politikasına, tesisin büyüklüğü ve türüne, üretim türüne ve nitelikli işgücüne bağlıdır; ancak bunlar belirleyici faktörlerden birkaçıdır.
- Küçük bir fabrikanın bakım departmanı, her bakım türünü sınırlı ölçüde ve temel nitelikte olan bir işçi tarafından yapılabilir; uzman işçiler bunun dışında herhangi bir iş için çağrılır.

- Büyük bir sanayi kompleksinin bakım departmanı, toplu olarak site içinde herhangi bir bakım, onarım veya montaj işi yapabilen kalifiye ustaları kullanan bağımsız bir birim kurabilir.
- Genel olarak, bakım departmanının üstlendiği görevler dört ana gruba ayrılabilir:
 1. Tesis kabul edilebilir bir standartta tutmak veya yerine getirmek.
 - Mevcut tesis, ekipman ve binaların bakımı, korunması ve kontrolü.
 - Eski cihaz ve ekipmanların yeniden yapılandırılması veya yenilenmesi

2. Tesis, teçhizat ve hizmetlerin montajı ve değiştirilmesi

- Yeni tesis ve teçhizatın montajı
- Altyapı tesisatı- buhar, su, gaz ısıtma, havalandırma, elektrik aydınlatma ve güç
- Özel hizmetlerin kurulması- vakum, endüstriyel gaz ve kimyasal boru hatları, saf su sistemleri, basınçlı hava sistemleri, yangın alarmları
- Tesis, teçhizat ve binaların değiştirilmesi veya tadil edilmesi
- Altyapıların ve özel hizmetlerin değiştirilmesi veya modifikasyonu.

3. Özel hizmetlerin işletilmesi ve denetimi.

- Kazan dairesi işletimi, buhar beslemesi, güç ve üretim.
- Basınçlı hava tesisi ve besleme hatları, ısıtma ve havalandırma sistemi.

4. Yardımcı görevler bakım departmanına devredilir, çünkü genellikle işi idare edebilecek veya denetleyebilen tek bölümdür.

- Fabrika ve alan temizliği- yollar, zeminler, pencereler.
- Atık maddelerin imha edilmesi veya değerlendirilmesi
- Tesislerin doğal afetlere (yangın, patlama ve tehlikeler) karşı korunması, koruyucu tesis ve malzemelerin bakımı.
- Fabrika güvenliği.
- Depo ve ambarların korunması ve bakımı.
- Hurda makina – teçhizat ve malzemenin değerlendirilmesi.
- Bina, makina, araç-gereçlerin sigorta ettirilmesi ve takibi
- Çevre kirliliğinin önlenmesi amacı ile artık maddelerin ortadan kaldırılarak değerlendirilmesi,
- Bakım mühendisliğine verilecek diğer hizmetler.

- Bakım departmanına verilen görevler ne olursa olsun, varlığının başlıca nedeni; mevcut tesis, teçhizat ve binalarda üretim departmanının istediği şekilde temin edilebilirliğini ve verimliliğini sağlamaktır.
- Bu ifade, tesisin işletilmesinde aşağıdaki koşulları içerir:
 - Tesisin işletmeye açılması için gereken zaman tanımlı olmalıdır.
 - Üretim faaliyetleri sırasında tesis bozulmamalıdır.
 - Tesis, gereken üretim seviyesinde etkin bir şekilde çalışmalıdır.
 - Bakımın duruş süresi, üretim çizelgelerini veya çalışma durumlarını aksatmamalıdır.
 - Bir arızadan kaynaklanabilecek kesintiler minimum olmalıdır.

- Yukarıdaki koşulları yerine getirmek için;
 - Bakım ve üretim departmanları arasında tam bir karşılıklı işbirliği mutlaka bulunulmalıdır.
 - Tüm bakım faaliyetlerini planlamak, kontrol etmek ve yönetmek için etkin bir bakım politikası olmalıdır.
 - Bakım departmanı iyi organize edilmeli, yeterince personel bulundurulmalı, personel işi yürütmek için yeteri kadar eğitim almış olmalıdır.
 - Arızaları azaltmak veya ortadan kaldırmak için aşamalı çabalar olmalıdır.

Bakım Elemanlarının Nitelikleri/Görevleri

- Bakım görevini gören elemanlarda olması gereken nitelikler ve iş anlayışları aşağıda sıralanmıştır:
 - Bakımcı tecrübeli olmalıdır
 - Bakımcı kendini sürekli geliştirmelidir
 - İşini önemsemeli ve işine sahip çıkmalıdır
 - Deneyimlerden olabildiğince yararlanmalıdır
 - Teknik resim, şema ve katalog okuyabilmeli, arızalara mutlaka resim üzerinden müdahale etmelidir.
 - Kullandığı takımlar, temiz, düzgün ve arızasız olmalıdır
 - Arızaya mutlaka tüm takımlarıyla ve kataloglarıyla gitmelidir

- Çalıştığı yeri düzenli ve temiz tutmalıdır
- Bakımda yağlama, filtre temizliği önemlidir; bunlara öncelik vermelidir
- Operatör ve diğer bakımçılarıyla bilgi alışverişinde bulunmalıdır
- Tesis içi kurallara uymalı ve uygun davranmalıdır
- İş güvenliği kurallarına uymalıdır
- Yapılan işlerin kaydını doğru ve anlaşılır şekilde tutmalıdır
- Teknik bakım elemanları bakım departmanında; kullanılan teknoloji, bina ve ekipman yaşı, yapılan yatırımların büyüklüğü ve diğer ilgili faktörlere göre görevlendirilirler.

- Bazı durumlarda bu hizmetlerin veya görevlerin bir kısmı işletme dışında bu konularda uzmanlaşmış kuruluşlara verilebilir.
 - Özellikle, asansörler, enerji istasyonları, tesisat, motorlar, büro makinaları ve bilgi işlem makinalarının bakım konusunda uzmanlaşmış kuruluşlar veya üretici firmaların yan kuruluşları tarafından yürütülmesi gerekir.
- Bazı makina – teçhizat ve tesisatın bakımı da bunları kullanan işçilerin sorumluluğuna bırakılabilir.
- Bakım, öncelikli olarak kara katkıda bulunmaksızın bir yük olarak kabul edilemez; özellikle, bakım programının açıkça belirtilen roller, sorumluluklar ve hesap verebilirliklerinin olması önemlidir.

- Bakım politikasının başarılı bir şekilde uygulanması, üretim ve bakım departmanları arasında ve bakım grubundaki farklı işgörenler arasında (örneğin, montajcılar ve elektrikçiler) işbirliği gerektirir.
- Organizasyonda bakım programının genel sorumluluğu kimin olduğu konusunda açık bir anlayış olmalıdır; bu program, bakım, revizyon, tamir, muayene, test, gözlem vb. ile ilgili tüm faaliyetleri içermelidir.
- Bakım programının uygulanmasından sorumlu olan açıkça tanımlanmış bir grup olmalıdır, bu grup hem hizmet sunumundan hem de gerekli kaynakların sağlanması ve tahsisinden sorumlu olmalıdır.
- Bakım grubunun sorumluluk ve yapısı, becerileri, iş profilleri vb. dokümantasyonla açıkça tanımlanmalıdır.

5.5. Bakım Hizmetlerinin Yürütülmesi

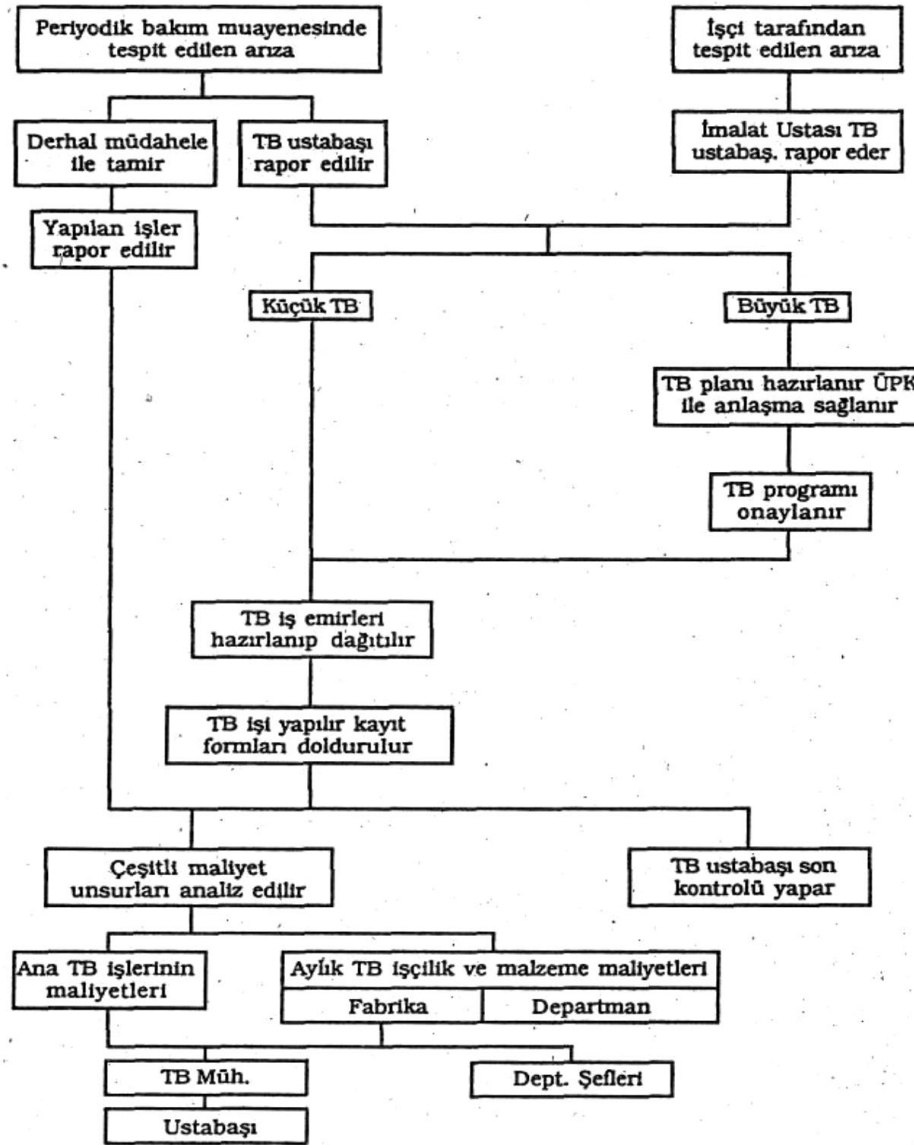
- Bakım hizmetlerinin üst yönetim tarafından belirlenen ilke ve politikalara uygun biçimde hazırlanacak plan ve programlara bağlı kalınarak yürütülmesi esastır.
- Ana bakım planları, bunlara göre hazırlanan haftalık ve günlük bakım programları, periyodik olarak yapılan koruyucu bakım hizmetlerinin maliyetlerini en aza indirmeyi ve etkinliği en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan çalışmalardır.
- Bu çalışmalarla ayrıca, program dışı arızaların ve onarım ihtiyaçlarının da azaltılmasına çaba gösterilir.
- Bu planlarla, hangi makina–teçhizatın ne zaman devre dışı bırakılarak kontrol ve revizyondan geçirileceği ve ne gibi işlemlere tabi tutulacağı belirlenir.

- İhtiyaç duyulan yedek parça, malzeme, işgücü vb. giderlerin miktarları ve nitelikleri belirlenir, gereken zamanda hazır bulundurulmaları için tedbir alınır.
- Bakım hizmetlerinin yürütülmesinde yönergelerin hazırlanması ve uygulanması başarıyı kolaylaştıran bir faktördür. Bu yönerge ile belirlenecek ilkeler ve tutulması öngörülen kayıtlar, sistemin işleyişini hızlandıracak ve güvenilirliğini artıracaktır.
- Yapılan hizmetlerin teknik sonuçlarının ve maliyet bilgilerinin raporlanması bilgi akışını ve denetimi kolaylaştırır. Birer nüshası üretim ve muhasebe bölümlerinde dosyalanan bu raporlar, bölüm hizmetlerinin etkinlik açısından izlenmesini ve tesis yönetiminin gerek duyduğu çok ve çeşitli istatistiksel analizin yapılmasını sağlayacaktır.

- Bakım hizmetlerinin başarıyla yürütülmesi için ayrıca aşağıda sıralanan kurallara uyulması gerekir:
- Bütün bakım talepleri yazılı olarak tek ve merkezi bir kontrol birimine iletilmelidir. Merkezi yöneticinin bilgisi ve onayı olmaksızın hiç bir bakım işlemi yapılmamalıdır.
 - Çok acil durumlar dışında üretimde çalışanlar hiç bir bakım işinde görevlendirilmemelidirler. Ancak, bakım ustalarına yardım sağlayabilirler veya onların gözetiminde bakım işinde çalıştırılabilirler.
 - Bakım malzeme raporları, diğer depolar gibi özenle kontrol edilmeli, malzeme stokları, miktar ve nitelik yönünden eksiksiz bulundurulmalıdır.
 - Yapılan bütün işlerin kayıtları tutulmalıdır.

5.6. Bakım Hizmetlerinde İş Akışı

- Arıza tamirlerindeki belirsizlikler planların değiştirilmesine ve üretimin aksamasına sebep olur.
- Bakım bölümü, üretim ve ÜPK bölümleri arasında anlaşmazlıklara yol açan bu durumu önlemek için bakım faaliyetlerini standart bir prosedüre göre düzenlemelidir.
- Önceden belirlenen programlara göre bakım yapılır.
- Bakım prosedüründe küçük, büyük ve acil işler için izlenen iş akışı Şekil 5.5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Bakım faaliyetlerinde iş akışı

- Arızanın giderilmesi amacıyla yapılan tamir iki şekilde başlayabilir:
- Periyodik muayeneler sırasında ortaya çıkan arızalar ya hemen müdahale edilerek düzeltilir veya ustabaşına rapor edilir.
 - Küçük tamirlerde genellikle birinci yola başvurulur; bu durumda sürenin bildirilmesi gerekir.
 - Arızayı makinayı çalıştıran işçi görürse, durumu en yakın amirine duyurması ve onun da bir raporla bakım ustabaşına bildirmesi gerekir.
 - Eğer yapılacak tamir büyükse, yani maliyeti yüksek ve tamiri uzun zaman alacaksa bir planlama yapılır.
 - Üretim ve ÜPK bölümleri ile bağlantı kurulduktan sonra üst yönetimin onayı alınır.

- Bundan sonraki işlemler şekildeki iş akışı şemasında görüldüğü gibi sürdürülür.
- Bakım işlemleri için “İş Emri Formu” üzerine başlangıç ve bitiş zamanı ile malzeme gibi bilgiler yazılır. Bu formun ilgili kısmı, iş bittikten sonra ustabaşı tarafından doldurulur ve amire iade edilir. Bu iş emri bölüm şeflerine kadar gider. İş emirlerinin hazırlanış nedenleri aşağıda sıralanmıştır:
 - Tespit edilmiş düzgün kontrol programına ve kontrol içine girmeyen bakım ihtiyaçları.
 - Bakım veya onarım işi için işletme bölümünden gelen istekler.
 - Yönetim, üretim veya mühendislik bölümü tarafından yapıla değişiklikler.
- Ortaya çıkabilecek bütün karışıklıkları önlemek için işler, tek otorite tarafından (bakım mühendisi veya vekili) programlanmalıdır.

5.7. Bakım Hizmetlerinin Kontrolü

- Endüstriyel üretim sistemlerinde her makina-teçhizat için tanıtım kartları tutulur ve bu kartlarda asgari aşağıdaki bilgiler bulunur:
 1. Kod numarası
 2. Teknik resim
 3. Yedek parça listesi
 4. Tedarik kaynağı
 - Yağlama peryotları
 - Periyodik muayene
 - Arıza karakteristikleri

- Prosedür içinde etkili bir kayıt sisteminin ve işlerin yapılabilmesinin ana unsuru iş emirleri olup, bunun tesis koşullarına uygun düzenlenmesi ve tasarlanması gerekir.
 - Aynı zamanda organizasyon içindeki etkin bir bilgi akış sisteminin en önemli kaynağı olan iş emirlerinin eksiksiz ve zamanında doldurulması ve ilgili birimlere ulaştırılmalıdır.
- Çeşitli kayıtlar ve değişik amaçlarla hazırlanarak doldurulan formlar, işletmelerde bakım hizmetlerini izlemek ve başarı derecesini ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Bu formların başlıcaları aşağıda açıklanmıştır.

1- İş Emirleri:

- İşin yapılmasından doğrudan sorumlu orta kademe yöneticisi tarafından işi yapacak kişiye verilen ve işyeri niteliği, zaman vb. bilgileri kapsayan emir formlarıdır.
- İşin gerekliliğinden, gerekli malzemelerin mevcut olduğundan, güvenlik tedbirlerinin alındığından ve programa uygunluğundan emin olmak için iş emirleri genellikle işletmenin diğer bölümlerince onaylandıktan sonra yürürlüğe konur.

2- Malzeme Maliyetleri:

- Bakım programlarının yürütülebilmesi için yedek parça ve malzemeye ihtiyaç vardır.
- Bunlar, ya işletmenin deposundan temin edilir ya da tedarik bölümü tarafından dışarıdan gerektiği zaman satın alınır.
- Malzeme ve yedek parçaların depo çıkış kayıtları bakım programının maliyeti ve etkinliği hakkında bilgi verir.

3- İşçilik Giderleri:

Bakım hizmetleri için kullanılan işçilik giderleri çeşitli yollarla hesaplanır ve kaydedilir.

Bazı işletmelerde işçilik giderleri yalnızca işçiye fiilen ödenen ücret veya işçinin ortalama ücreti kabul edilir.

Bazı işletmelerde ise, formenlere ödenen maaş ve ücretler, enerji giderleri, depo masrafları ve benzeri genel ve idari giderler de işçilik giderleri içinde ele alınır.

Bunlarla ilgili kayıtlar bakım hizmetlerinin etkinliğini denetlemek ve bu konuda işletme içi ve dışı karşılaştırmalar yapmak için kullanılırlar.

4- Bütçeler:

- Bakım hizmetlerine ayrılan işletme kaynakları ve bunların kullanım durumları işletme bütçesinin incelenmesi ile belirlenir.

5- Makina – Teçhizat Kayıtları:

- Bu kayıtlar genellikle makina seri numarası, başlangıç durumu, satınalma maliyeti, önceki bakım ve arıza bilgileri, yenilenen kısımlar ve çalışma sürelerini içerir.
- Bu bilgilerin tam ve düzenli tutulması bakım hizmetlerinin etkinliğini artırır.

➤ **Bakım faaliyetlerinin kontrolünde etkili olan başlıca faktörler aşağıda belirtilmiştir:**

- Etkili bir organizasyon yapısının kurulması.
- Bakım ile ilgili her çeşit bilgiyi içeren kayıt sisteminin kurulması.
- Bakım bütçesinin yeterli duyarlılıkta ve esneklikte düzenlenmesi.
- Uzun ve kısa vadeli bakım ihtiyaçları belirlenerek programların hazırlanması
- Bakım, işçilik, malzeme masrafları, işletme süresi tahmin edilen değerleri ile fiili değerleri arasındaki sapmaların yakından izlenmesi ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Bakım işgücünün toplam işgücüne oranı.
 - Bu oran ABD’de yapılan bir araştırmaya göre petrol rafinerilerinde %20, metal sektöründe %7, tekstil sektöründe %3, elektrikli aletler endüstrisinde %7 ve gıda-içki ve sigara endüstrisinde %6 düzeyindedir.
 - Bu noktada işletmede kullanılan donanımın teknolojik düzeyi, maliyeti, üretimin sürekli veya sipariş tipinde olması, tesis ve donanımın eskiliği gibi faktörler rol oynamaktadır.

– Bakım maliyetlerinin oranı.

- Bakım maliyetleri kendi genel giderleri dışında yedek parça ve işgücü maliyetlerinden oluşmaktadır.
- Bakım maliyetlerinin tesis ve donanım değerine oranı radyo ve televizyon endüstrisinde %3.2, kimya endüstrisinde %3.6, gıda endüstrisinde %5.3, elektrikli aletlerde %2.2 ve çelik endüstrisinde %12.6'dır.
- Diğer bir oran satılan malın maliyeti içinde bakım maliyetlerinin payı ile ilgili olup, gıda sektöründe %15 iken, kağıt ve çelik gibi ağır endüstride bu oran %40'a kadar çıkmaktadır.
- Verilen değerler ABD işletmelerine ilişkin ortalama değerlerdir.