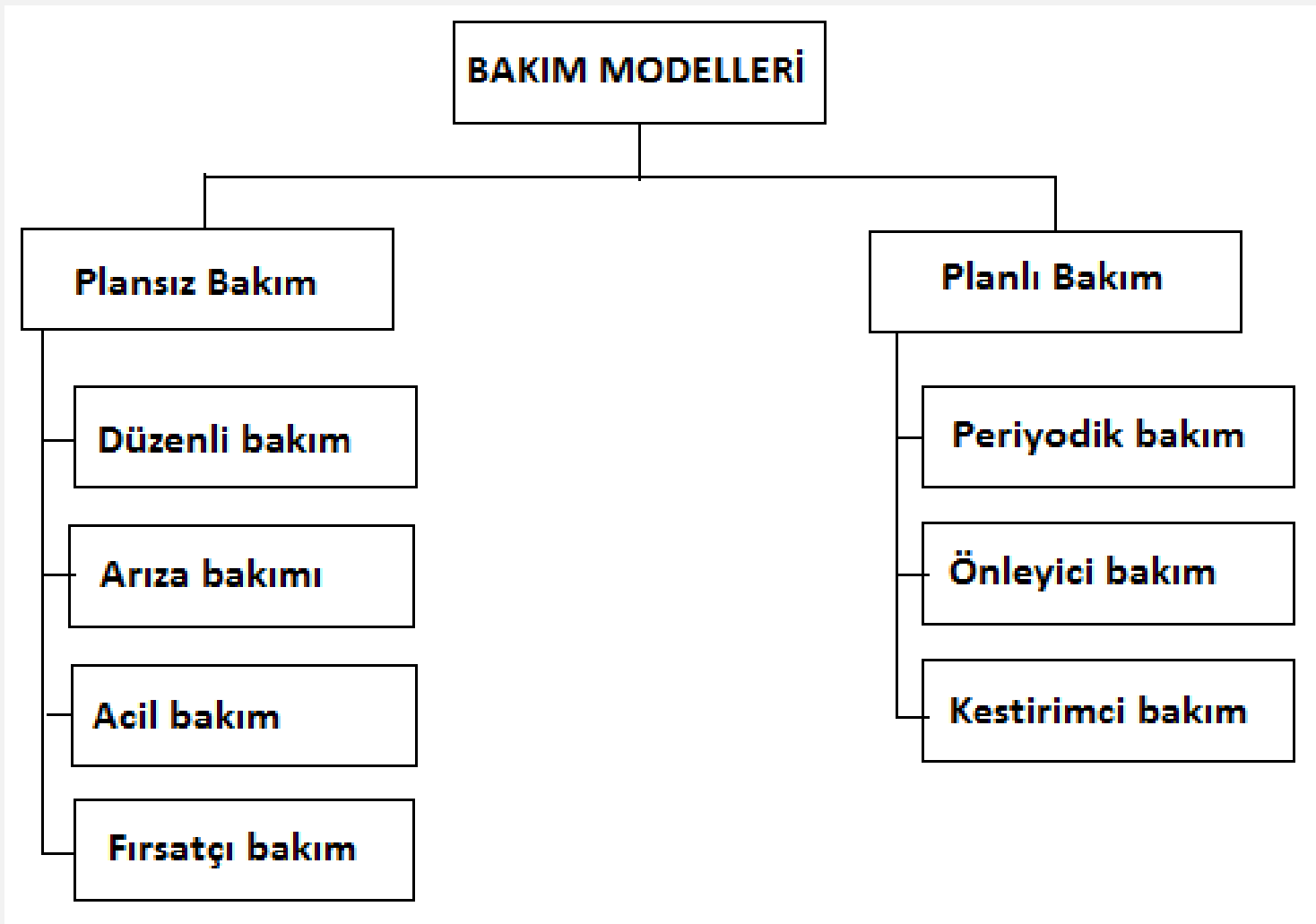


BAKIM YÖNETİMİ

BAKIM YÖNTEMLERİ

Bakım Tiplerinin Sınıflandırılması

- Tesislerde makina – teçhizat ve tesisat, yönetimin belirlediği standartlara göre sürekli çalışır durumda bulundurulmalı ve istenen verimde kalmaları sağlanmalıdır. Bu amaçla Şekil 4.1’de gösterilen bakım modelleri uygulanmaktadır.



Şekil 4.1. Bakım modelleri

- Planlanan şekilde yapılan bakım planlı bakım, herhangi bir plana göre yapılmayan bakım planlısız bakımdır. Bir organizasyonda bir arada var olurlar. Bu iki modelin geniş bir şekilde karşılaştırılması Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de gösterilmiştir.
- Bir işletmede yapılacak bakım, işletmenin sahip olduğu bakım ekibi tarafından yapılabileceği gibi, bakım hizmeti dışarıdan da satın alınabilir. Dışarıdan bakım hizmeti almanın önemli nedenleri; bakım maliyetleri, uygun teknik bakım elemanı yetersizliği olabilir. İşletme iriliği, bulunduracağı bakım ekibi büyüklüğünü etkileyebilir.

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

- Bakım işlemi bir tesisin veya makinanın tamamı için aynı anda yapılabileceği gibi, kısmen de yapılabilir. İşletme, alt yapısına bağlı olarak zayıf olduğu uzmanlık alanları konusunda dış kaynaklı bakım hizmetlerinden yararlanabilir.
- Bu bakım çeşitlerinden hangisine ağırlık verileceği, sistemin yapısına ve üst yönetimin kararlarına göre önceden planlanır. Bu konuda genel maliyetler önemli bir kriter olarak ele alınabilir.

Plansız Bakım

Makina veya tesis içerisinde ekipman bozulunca ya da arıza çıkınca yapılan bakımdır.

İşletmelerde bu şekilde çıkan zamansız arızalarda onarım esnasında zaman kaybı çok fazla olmaktadır. Bakım-onarım maliyetleri düşüktür ve bakım onarım için daha az elemana ihtiyaç duyulur.

Bu sistem çok az planlama ve kırtasiye işleri gerektirir.

Bu yöntem; çok sayıda yedekleri bulunan, kolay tamir edilebilen ve fazla pahalı olmayan makinalarla üretim yapan tesislerde ve atölyelerde uygulanmaktadır.

İşletmede arıza zamanı bakım yapıldığından, onarım esnasında üretim kaybı oldukça fazla olmaktadır.

Plansız bakım yönteminde ortaya çıkan bir arızaya bağlı olarak makinanın veya tesisin diğer parçaları da zarar görebilir.

Bu tür sakıncalardan dolayı bu yöntem, günümüzde mecbur kalınmadıkça uygulanmamaktadır.

Plansız Bakım Tipleri

- Bir planlanmamış bakım için, adından da anlaşılacağı üzere, kaotik bir bakım türü olduğunu gösterir.
- Bununla birlikte, plansız bakımda üstlenilen çeşitli bakım faaliyetleri 4 farklı kategori oluşturur ve her zaman kaotik olmayabilir.
- Bunlar, bakım hiyerarşisinde daha düşük personele bırakıldığı için stratejiler oluşturmazlar.
- Aynı zamanda, bir ya da iki tür seçenek vermeyen anlamda seçenekler olarak da söylenemezler.

- Duruma bağlı olarak eşzamanlı olarak uygulanan farklı türde oldukları söylenebilir.
 - Düzenli bakım (Routine maintenance)
 - Arıza bakımı (Breakdown maintenance)
 - Acil bakım (Emergency maintenance)
 - Fırsatçı bakım (Opportunistic maintenance)

- ❑ **Düzenli Bakım Sistemi:** Yağlama, temizleme ve kontrol gibi makinalara/ekipmanlara düzenli olarak yapılan bakım çalışmaları düzenli bakım kategorisine girer.
- Bununla birlikte, planlanmamış bakım altında, düzenli olarak planlı bir şekilde gerçekleştirilmezler. Görevler genellikle makinaları çalıştıran üretim personeline bırakılır.

Düzenli bakım aşağıdaki avantajlara sahiptir:

- Çok fazla emir ve emir zinciri olmadan takip edilmesi kolaydır.
- İyi çalışan ve kesintisiz üretime ilgi duyan operasyon elemanlarının sorumluluğunda olan görevler tatminkar bir şekilde yapılır.
- Üretim personeli görevleri yerine getirdiğinden, makinanın bakımında onlardan sorumlu olan herhangi bir arızadan sorumlu olurlar.
- Herhangi bir kırtasiye / ofis işi gerektirmez.
- Minimum bakım personeli gereklidir.

Düzenli bakımın dezavantajları şunları içerir:

- Düzensizlik bazen pahalıya mal olabilir, çünkü bir makine bütün sistemin işlevini etkilenebilir
- Yine düzensizlik nedeniyle, aletlerin kontrol edilmesi ve yağlama gibi bazı önemli görevler hatalarla sonuçsuz kalabilir
- Ayrı bakım personeli, gecikmelere neden olan zamanlarda mevcut olmayabilecek arızaları onarmak ve düzeltmek için gereklidir
- Bakım konusundaki tutum nedeniyle, üretim işçileri bakım sorumluluğunu yeterince taşımayabilir.
- Arızalar emniyet veya çevreye zarar verebilir

- ❑ **Arıza Bakım Sistemi:** 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.

- ❑ **Acil Bakım Sistemi:** Acil bakım, durumun aciliyetini gösterir.
 - Acil eylem gerektiren beklenmedik ve ciddi bir olay olarak tanımlanmaktadır. Küçük onarımlar düzeyinde gerçekleşir.
- ❑ **Fırsatçı Bakım Sistemi:** Çok bileşenli sistemde, birkaç başarısız bileşen, çoğunlukla fırsatçı bakım sonrasında avantajlıdır. Bir veya birkaç yıpranan bileşenin bakımı için bir ekipman veya sistem kaldırıldığında, fırsatçı bakım, diğer aşınma bileşenlerini, başarısız olmalarına rağmen korumak veya değiştirmek için yararlanabilir.
 - Aslında belirli bir bakım sistemi değil, ancak her an gelebilecek bir fırsattan yararlanma sistemidir.

• **Plansız Bakımın Olumsuz Yönleri**

- Arıza her an olabilir.
- Güvenlik riski bulunmaktadır. Makinanın parçalarından birisi arızalandığında, kontrolün kaybolmasına, makinanın işlemez duruma gelmesine ve hatta operatörün yaralanmasına yol açabilecek tehlikelere neden olabilmektedir. Bazen arızayı araştırıp, düzeltirken de yaralanmalara neden olabilmektedir.
- Makina plan dışı kontrolden çıkarak arızalanabilmektedir. Eğer arızanın meydana geleceği kestirilemez ise, üretim planlamasına ters düşecek şekilde elde olmayan nedenlerden dolayı ansızın makina arızası görülebilmektedir.
- Üretim kaybı ve üretim gecikmesi olur. Yedek makina bulunmuyor ise ya üretim geciktirilir ya da üretim tamamen durdurulur. Arızalar ihmal edildiği takdirde, daha büyük hasarlara neden olur.

Planlı Bakım

Tanımı gereğince - organize edilmiş ve önceden düşünülmüş, kontrol edilmiş ve kayıtlarla gerçekleştirilen iş - bütün bakım yelpazesini içerir ve aşağıdakileri koşullarda her türde eşitlik, değiştirme, çökme veya önleyici uygulama yapabilir:

- Bakım politikası dikkatle değerlendirilir,
- Politikanın uygulanması önceden planlanır,
- iş 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.

- Endüstrinin nihai amacı malları en ekonomik maliyetle üretmektir. Bu amaca ulaşmak için bir bakım planı örgütlenmelidir.
- Genel durumu göz önünde bulundurmalı ve yalnızca bakım ve üretim işlevlerini değil, aynı zamanda ekonomiyi de benimsemelidir.
- Başlangıçta, her bir departmanı bakım, üretim ve hesapların, neyin en iyi bakım planını oluşturduğuna dair önceden düşünülmüş fikirlere sahip olacak; ancak hedefler tanımlandığında ve problem kombine bir temel üzerinde incelendiğinde, en iyi genel çözümleri verecek "birleştirilmiş bakım panesi" geliştirmek mümkündür.

- Planlanan değiştirme politikasının uygulandığı yerlerde, planlama esas olarak mali yönden yapılır (yeni ekipman satın alımı için para kazanılmasının sağlanması, amortisman giderlerinin vergi ödeneklerine göre dengelenmesi, satış pazarlığı ya da en çok eski ekipmanın ticaretinin yapılması, uygun fiyat), ancak planlı bakımın büyük kısmı, bakımın mühendislik yönü ile üretim arasındaki ilişkinin organizasyonu ile ilgilidir.

- Planlı bir düşünce ile enerji veya üretim ihtiyacının olmadığı ya da ara verildiği zamanlarda, örneğin hafta sonlarında bakım yapıldığı takdirde aksaklıklarla karşılaşma olasılığı azalır.
- Birçok problem ve arıza planlı bakımlar esnasında belirlenir ve planlı bakım ile bunların iyileştirilmesi hızlı ve maliyeti düşüktür.
- Planlı bakım çalışmalarının yapılabilmesi ve sonuçların istenen düzeyde iyi olabilmesi için mutlaka makinanın her bir parçasının kontrol altında olması gerekir.
- Parça ömürleri arttırıldıktan ve parça ömürleri konusunda hassasiyet yakalandıktan sonra planlı bakım faaliyetleri daha iyi sonuç vermeye başlar.

- Planlı bakımın sürdürülmesini sağlayacak işlemler aşağıdaki gibidir:
 - Bakımı yapılacak tüm tesis ve ekipmanların takvimlendirilmesi
 - Her tesis kalemi üzerinde gerçekleştirilmesi gereken tüm bireysel görevlerin eksiksiz bir çizelgesi
 - Her görevin ne zaman yapılması gerektiğini gösteren bir olaylar programı
 - Programda listelenen çalışmaların yürütülmesini sağlamak için bir yöntem
 - Sonuçları kaydetmek ve programın etkililiğini değerlendirmek için bir yöntem

- Planlı bakım planlarının en iyi örneği bile kontrol edilmeli ve etkili olabilmesi için kontrol altındaki kişinin bazı bilgilere kolayca ulaşması gerekir.
- İnsan hafızası, herhangi bir doğruluk garantisiyle çok sınırlı miktarda bilgi tutamaz, bu nedenle bilgilerin daha sonra yararlanmak üzere eksiksiz ve güvenilir biçimde kaydı gerekir.

- Planlı bakım planlarının kontrolü ve desteklenmesi için özel olarak tasarlanmış pek çok temel dokümantasyon sistemi mevcuttur ve hepsi de herhangi bir şirketin veya organizasyonun bireysel gereksinimlerini karşılamak üzere uyarlanabilirler.
- Sıklıkla, bu temel sistemler maliyet, çalışma süresi, tamir süresi, kullanılan malzemeler ve değiştirmeler veya yararlı sayılan diğer ilgili veriler hakkında bilgi vermek üzere geliştirilmiştir.
- Ancak, kurulan herhangi bir sistemin kullanımı kolay olmalı, bakım personeli en az kağıt kullanma ve kayıt işlemine dahil etmelidir, ancak açıkça belirtebilme yeteneğine sahip olmalıdır.

- Bunun için aşağıdaki sorulara cevap bulunmalıdır.
 - neyin korunması gerekiyor?
 - bakımı nasıl yapılır?
 - korunması gereken zaman?
 - bakım etkin midir?

- Planlı bakım kapsamında 3 bakım tipi uygulanmaktadır:
 - Periyodik bakım
 - Kestirimci bakım
 - Önleyici bakım

• 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.

• Planlı Bakımın Yararları

- Herhangi bir planlı bakım sisteminin başlangıç organizasyonu ve müteakip işleyişi, zaman, para ve genellikle oldukça fazla miktarda zor işi gerektirir.
- Bir şirketin bu gayrimenkul yatırımını haklı çıkarması için önemli yararlar sağlanmalıdır.
- Bu nedenle, planlı bakım girişimini düşünen herhangi bir şirket, bu uygulamada başarıya ulaşip ulaşamayacağını ve uygulamadan elde edebileceği yararları bilmek ister.

- 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 makinaların personel tarafından kötü muamele görmesi telafi edilemezse; yıpranmış ekipmanın modern ve yüksek verimli ünitelere dönüştürülmesi mümkün olmaz.
- Bununla birlikte, bakımın sistematik, yapıcı bir tarzda ele alınması ve kontrol edilmesi gerçeği, bu planlamanın doğrudan sonucu olan bazı olumlu faydalara yol açmalıdır.

- Tesis planlamasının özü; gayrimenkul, para, malzeme ve makine optimizasyonudur. Planlı bakımın bu optimizasyona katkısı aşağıdaki durumlarda mümkündür:
 - Daha fazla planlamanın varlığı
 - Düzenli ve doğru olarak muhafaza edilen tesiste daha az bozulma olacaktır.
 - En uygun olduğunda bakım yapılır ve minimum üretim kaybına neden olur.
 - Düzenli, basit bakım, sık sık yapılan pahalı ve geçici bakımdan daha uzun sürede sonuç verir.
 - Aşırı yüksek kesinti süresi azaltılır; yedek parçalar ve ekipman talepleri önceden bilinir ve gerektiğinde kullanılabilir.

- Düzenli, basit servis ani pahalı arıza boşluğu onarımından daha iyidir.
- Düzenli, planlı bakım ve ayarlama, sürekli yüksek seviyede bitki çıkışı, kalite, performans ve verimlilik sağlar.
- Daha büyük ve daha etkin emek kullanımı
 - Bakım iş hacmi, yıl boyunca eşit olarak yayılmak üzere planlanmıştır; işgücü üzerindeki talepler oldukça dalgalı bir şekilde azalmıştır.
 - Haftalık işyeri, önceden tahsis edildiğinden tahsisatı etkin bir şekilde kontrol edilebilir.
 - Personelin kişisel tutumunun iyileşmesi daha yüksek bir moral sağlar.

- Bakım verilerinin toplanması, kaydedilmesi ve müteakip yorumlanması planlanan bakım sisteminin özsel bir parçasıdır. Bu bilgilerin değerlendirilerek kullanılması ile sistem kullanışlılığına olumlu katkı sağlar.
- Bakım hizmetlerinin planlanan şekilde sürdürülmesi için yönetim tarafından aşağıdaki görevlerin eksiksiz yürütülmesi gerekir:
 - Geliştirilmiş bütçe kontrolü - gerçekçi bütçeler formüle edilebilir ve daha sonra kontrol edilebilir.
 - Yedeklerin stok kontrolünün iyileştirilmesi - gerçekçi yedeklerin büyüklükleri stoklanır ve yeniden düzenlenir.
 - Yönetimin gerçekçi tahmin ve kararlar verebileceği bilgi sağlanması.
 - İşlerin ve kusur tiplerinin sıklıkla tekrar edinilmesine, kişisel bakımların türüne, sıklığına ve maliyetine odaklanması.

- Bu etkinliklerin yürütülmesi için normalde temel planlama için gerekli olan ilave dokümantasyon ve tablolar gerekecektir. Bu belgenin amacı, bireysel koşullara ve görünüşteki faydalara bağlı olacaktır.
- Pratik faydalar kolayca tanınabilmesine rağmen, finansal avantajlar kayda değer olabilir ve şema bir müddet çalışılınca kadar değerlendirmek oldukça zor olabilir. Başlangıçta, amaca ulaşmak üzere geçmiş ihmallerin üstesinden gelmek ve ekipmanı gereken operasyonel standarda getirmek için ekstra çalışma içerdiği için bakım maliyetleri artabilir.
- İlk çalışma tamamlandığında ve şema düzgün bir şekilde çalışmaya başladığında maliyetler düşecektir.

- Bu nihai maliyet, üretim maliyetlerini etkileyen çeşitli faktörler (yüksek üretim seviyesi, yeni makineler, artan işçilik ve malzeme maliyetleri ve ürün tasarımı ve spesifikasyonundaki değişiklikler gibi) bu aşamada meydana gelmiş olabileceğinden, dikkatli bir inceleme ve ayarlama gerektirebilir.

Bu kapsamda, bütün gereklerin yerine getirilmesi koşuluyla, planlı bakım aşağıdaki yararları sağlayabilir:

- Duruşları en aza indirir, olası arızaları azaltır. Daha az makina arızası olacağından duruşlar daha iyi kontrol edilebilir ve makina kullanma süresi artar. Bunun sonucu imalat miktarı artar ve daha garantili ve iyi teslim zamanı belirlenebilir.
- Makinaların zamanında garantili ayarları yapılacağından daha iyi verim elde edilir. Böylece ürünün kalitesi korunur, kusurlu ürün oranı azalır.
- Arızalardan oluşan ara onarımlar azalır ve onarımlar arasında geçen süre uzar. Böylece bakım işgücü ve teçhizatından daha iyi istifade edilir.

- Onarım masrafları azalır. Ara kontrollerde yapılan işlemler ve değiştirilen parçaların maliyetleri, arızalara nazaran daha düşük olur.
- Makinaların faydalı ömrü uzar. Genel olarak daha iyi bir bakım sebebiyle makinaların yenilenmeleri için gerekli süre uzar.
- Yedek makina ve teçhizat ihtiyacı azalır ve tesisin yatırımında tasarruf sağlanır.
- Bakım masrafları azalır. Planlı bakım, işçi ve malzeme masraflarında tasarruf sağlanır.
- Daha iyi yedek parça kontrolü yapılabilir ve stok miktarı azaltılabilir.

- Daha uygun bir çalışma sağlanır. Bakım masraflarının aşırı olduğu bölümler dikkati çeker. Gerekli araştırmalar yapılarak gereksiz işler veya yanlış uygulamalar düzeltilebilir. Operatörlerin çalışma durumları iyileştirilerek makinaları hor kullanmaları sonucu arıza ihtimalleri ve aşırı yıpranmalar giderilebilir.
- Arızalar sebebiyle üretimde çalışan işçilerin prim kaybı daha az olur.
- İşçilerin emniyeti ve tesisin korunması daha iyi temin edilebilir. Böylece tazminat ve sigorta masrafları daha az olur.
- Üretim birim maliyeti azalır.

- Önceden hazırlanan üretim programlarının gerçekleşmesini sağlar.
- İşletme verimini yükseltir ve bakım maliyetlerini düşürür.
- Enerji giderlerini düşürür.
- Güvenli bir çalışma sağlar.
- Makina ömrünün uzamasına yardımcı olur.
- İşçilik ve malzeme ihtiyaçları doğru olarak tahmin edilir; malzeme ve yedek parça stoklarını en aza indirir.
- Eleman ihtiyacını düşürür.
- Merkezi bir bilgi kaynağı sağlar.

- Sorunlu alanlar belirlenir.
- Kaliteyi arttırır.
- İyi organize edilmiş bir planlı bakım programı ile her boy (küçük-orta-büyük) endüstri işletmesinde bu yararlar elde edilebilir ve çoğaltılabilir.

• **Planlama ve Çizelgelemenin Avantajları**

- İşletme için düzgün planlama ve çizelgeleme önemlidir.
- Ancak, bunun neden önemli olduğu daha önemlidir.
- Zira, planlama ve çizelgelemeyi gerektiren ve işletme tesislerinin sürekliliği için önemli olan nedenler bilinemezse sağlıklı planlama ve çizelgeleme yapılamaz.
- Planlama ve çizelgeleme yapılmadığı durumlarda sistem elemanlarında oluşan kayıpların dikkate alınması ve gözlenmesi planlama ve çizelgelemenin önemini açıkça ortaya koyacaktır.

- Planlamanın etkili olmayışı halinde bazı gecikmelere bağlı kayıplar oluşmakta ve sistem performansı düşmektedir. Planlama ve çizelgeleme olmadan, bir şirketin fiili işlem süresi yalnızca ortalama %35'tir.
- Bu, 8 saatlik bir günde çalışan her teknisyene, varlıklarda 2.8 saatlik bir fiili çalışma yapması anlamına gelir.
- Geriye kalan %65'lik dönemin dökümü aşağıdaki gibidir. Proaktif planlamada ise reaktif planlamanın aksine kayıplar toplamı %35'dir.
- Tablo 4.3'de reaktif ve proaktif bakım planları için muhtemel kayıplar ve genel başarı düzeyleri verilmiştir:

Tablo 4.3. Reaktif ve proaktif bakım planlamada kayıplar

Kategori	Reaktif (%)	Proaktif (%)
Alma talimatları	5	3
Alet ve malzemeleri elde etme	12	5
İşe gidiş ve dönüş	15	10
Koordinasyon gecikmeleri	8	3
İşyerinde rölanti	5	2
Geç başlangıçlar ve erken çıkışlar	5	1
Yetkili molalar	10	10
Aşırı kişisel zaman	5	1
Toplam	65	35
Fiili başarı düzeyi	35	65

- **Planlı Bakım Programının Hazırlanmasında İzlenecek Yollar**
- Şekil 4.2’de planlı bakım süreci gösterilmiştir. Planlı bakım uygulamada aşağıdaki süreç izlenir:



Şekil 4.2. Planlı bakım süreci

- Arızaların giderilmesi ve zayıf noktaların iyileştirilmesi
- Ekipmanın teknik özellikleri ve geçmişi hakkında bilgi toplanması
- Bakım sıralamasının hazırlanması
- Yapılabilirlik araştırması
- Bilgi yönetim sisteminin kurulması

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 bakımların yapmak veya henüz önemli olmayan bir düzeyde iken ayarlama yapmak veya onarmak.
- Tipik koruyucu bakım faaliyetleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:
 - Yağlama işleri,
 - Temizleme işleri,
 - Muayeneler, durum muayenesi,
 - Kalibrasyon, ayar,
 - Programlı onarımlar,
 - Programlı revizyonlar,
 - Programlı parça değişimleri.

- Düzenli olarak donanım ve parçalar gözden geçirilerek belirlenen arızalar ile arıza oluşturması muhtemel durumlar düzeltilmektedir.
- Bu yöntemde, arızaların çıkması beklenmemekte, sisteme daha önceden periyodik olarak yapılan bakım neticesinde olası arızaların önüne geçilmektedir.
- Bakım ekibinin deneyimi ve makinaların geçmişteki performans ve çalışma koşulları göz önünde bulundurularak, makinanın hangi zaman aralıklarında durdurularak bakıma alınacağı belirlenmiştir.
- Aynı şekilde, denetime dayalı olarak bakıma alınan makinada hangi parçaların değiştirileceği belirlenir ve bu parçalar stokta hazır bulundurulur.

- Donanımların hangi zaman periyodunda bakıma alınacağı yetkili satıcı veya üretici firmaların önerilerine istinaden önceden planlanarak uygulanır.
- Bu bakım yeteri kadar uzman personel var ise işletmenin kendi bünyesindeki personel ile yapılabilir veya işletmelere yeteri kadar uzman personele sahip değilse yetkili firmalardan hizmet satın alarakta periyodik bakımları; altı aylık ve yıllık bakımlar olarak planlanır ve uygulanır.

- Burada, tasarımda, yağlama sisteminde ve işletme koşullarında yapılacak değişiklikler ile arıza sebepleri ortadan kaldırılabilir.
- Bu yöntem, arıza olmaması için yağlama, tasarım ve mühendislik hizmetlerinde yoğun araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yapılmasını gerektirir.
- Bu gibi nedenlerden ötürü, bu yöntemin küçük işletmelerde kullanımı sınırlı olmakta; ancak ARGE bölümlerinin bulunduğu büyük işletmelerde daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Koruyucu bakımda aşağıdaki faaliyetler yerine getirilir:

- Makina – teçhizatın tesis içinde en uygun şekilde yerleştirilmesi.
- Makina – teçhizatın, binaların ve donanımın periyodik bakımı, temizlenmesi, yağlanması ve boyanması.
- Makina teçhizatın çalışma süresince denetlenmesi ve performansının değerlendirilmesi.
- Eskiyen ve görevlerini gereği gibi yapamayan parçaların yenilenmesi.

–Periyodik Bakımın Gerekliliği

- İyi tasarlanmış bir KB programı daima maliyetinin üstünde bir kazanç sağlar. Şüphesiz üretim araçlarının ve donatımının bakım maliyetleri yüksektir. Ancak üretim duruşlarının maliyeti, bakım maliyetlerinden daha fazladır. Bir KB programının işletmeye sağlayacağı yararlar şu şekilde sıralanabilir:
- Daha az üretim duruşu,
- Bakım elemanlarına, arıza onarımları sırasında ödenecek fazla mesai ücretlerine kıyasla, normal ayar ve onarımlar için daha az fazla mesai ödenmesi,
- Daha az büyük boyutlu onarımlar, daha az sıklıkta onarımlar.

- Arıza ortaya çıkmadan önce yapılan basit onarımlar için daha düşük onarım maliyeti.
- Daha az ürün reddi, daha iyi kalite kontrolü.
- Daha az yedek üretim aracı, dolayısıyla azalan sermaye yatırımı.
- Bakım maliyetlerinde azalma.
- Bakım maliyeti yüksek olan üretim araç ve yardımcı tesislerin belirlenerek nedenlerinin araştırılması ve bulunması.
- Yedek parça kontrolünün daha iyi yapılarak stok düzeylerinin azaltılması.
- İşçiler için daha güvenli bir çalışma ortamı.
- Daha düşük birim üretim maliyeti.

- Bu arada şu durumu da vurgulamalıyız ki; koruyucu bakımın bir büyük kusuru vardır: Eğer onarımlar ve revizyonlar planlanmış bir temele göre yürütülüyorsa, birçok kullanılabilir durumdaki parçalar veya kısımlar gereksiz olarak yenileriyle değiştirilebilirler.
- Günümüzde mevcut olan bazı yeni teşhis aletleri ile koruyucu bakımı, "önceden haber verici" bakım ile kuvvetlendirmek mümkündür. Günümüzde mevcut, cihaza zarar vermeden test eden bazı aletler, titreşim analizi, akustik analizi ve enfraruj termografi yapan aletlerdir. "Önceden haber verici" bakım ile olası cihaz bozulmaları çok daha güvenilir bir şekilde bakımçıya ikaz edilmiş ve onarım veya değiştirme gerektiren cihazlar çok daha kolaylıkla tespit edilmiş olur.

–Periyodik Bakımın Yararları

- Arızalar azalacağından duruşlar daha iyi kontrol edilebilir ve makina kullanılabilirlik oranı artar. Bunun sonucu olarak üretim miktarı artar ve daha güvenilir tamir zamanları belirlenebilir.
- Makinaların gerek duyacağı ayarlar zamanında yapılacağından verim ve kalite artar, kusurlu ürün oranı azalır, üretimin birim maliyeti düşer.
- Azalacak arıza onarımları yerine normal kontrol, ayar ve onarımlar yapılacağından daha düzenli ve kontrol edilebilir bir çalışma ortamı sağlanır.

- Onarım giderleri azalır; çünkü kontrol sonucu değiştirilen parçalar nedeniyle daha büyük çapta oluşacak arızalar önlenir ve daha az bakım masrafı yapılmış olur.
- Makinaların normal ömründen daha önce yıpranmasına engel olunarak yenileme masraflarının geciktirilmesini sağlar.
- Yedek parça kontrolünün daha iyi yapılabilmesini sağlar.
- Bakım masraflarının fazla olduğu üniteler belirlenerek ek önlemler alınabilmesine olanak sağlar.

– Periyodik Bakımın Sakıncaları

- Sistemde arıza yapmamış, daha uzun süre ihtiyacı karşılayacak parçaların değiştirilmesi ve üretim akışının gereksiz yere durdurulması.
- Çok sayıda bakım personelinin istihdam edilmesi.
- Periyodik bakım sırasında, gerek istatistik ve gerekse tecrübelerle değişmesi planlanan parçalar, belki de ömürlerini tamamlamadan değiştirilmek zorunda kalacaktır, birçok parçanın stokta hazır bulundurulması gerekecektir. Bu da yedek parça maliyetini arttıracak gibi stoklama problemi de getirir.
- Periyodik bakımdan sonra, gerek ayar ve gerekse yeni parçalardaki sürtünme ve aşınmalar dolayısıyla makinanın ideal haline gelmesi için bir süre geçecektir. Yeni ayarlamalar ve ilk aşınmalardan sonra iyi çalışma şartlarına dönecektir ama bu arada üretim kalitesinde ve miktarında düşme olacaktır.

– Periyodik Bakım Sisteminin Organizasyonu

- Periyodik bakım organizasyonunda iki yaklaşım vardır:
- Periyodik bakım, diğer bakım fonksiyonlarından ayrı tutulur,
- Periyodik bakım, diğer bakım fonksiyonları ile beraber yürütülür.
- Yaklaşımlardan hangisi seçilirse seçilsin, şu genel prensipler göz önüne alınmalıdır:
- 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.

– Bilgisayar Destekli Koruyucu Bakım Sistemi

- Bir bilgisayar destekli KB sisteminin amacı arıza nedeniyle ortaya çıkan duruşları en alt düzeye indirmek ve en düşük maliyet ile donatımın faydalı ömrünü arttırmak amacıyla izlenecek yolları planlamada yönetime yardımcı olmaktır.

- **Kestirimci Bakım (Predictive maintenance)**
- Normal olarak, makinalar ve endüstriyel ekipman, çok sayıda bilinen makina elemanlarının (kavramalar, dişli kutuları, rulmanlar, borular, vb.) bir araya getirilmesiyle yapılmış olup, bütün bu elemanlar üzerinde er veya geç bir arıza meydana gelecektir.
- Bu nedenle, kestirimci bakım kapsamında durum muayenesi metotlarını oluşturan kimsenin, tespit edilmek istenen arızaların nedenlerinin, arıza belirtilerinin ve arıza tiplerinin farkında olması gerekmektedir.

- Kestirimci bakım, gerektiğinde özel cihazlar kullanılarak yapılan periyodik gözlem, muayene ve kayıt izleme sistemiyle makina, parça ve donanımının bakım-onarım gereksinimlerinin belirlenerek en uygun zamanda bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir.
- Böylece daha az duruşa, 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 durumlara göre, 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 kullanılır.

- Belli bir zaman aralığında alınan ölçüm sonuçları değerlendirilir.
- Elde edilen ölçüm değerlerinin eğilimi incelenerek, sistemde oluşabilecek arızalar makina iyi durumda iken bile önceden tespit edilir.
- Kestirimci bakım bir cihazın arıza yapmak üzere mi olduğunu ya da durumunun genel olarak hangi safhada olduğunu belirtmek amacıyla teknik bilgilerin analizini sağlar.
- Problemler daha pahalı ve büyük arızalara dönüşmeden düzeltilirler.

- Bu yöntem, çalışan sistemi takip ederek olası arızaları tespit ettiği için sistemin gereksiz durmasına ve gereksiz parça değişimlerine engel olmaktadır.
- Ölçüm değerlerinin eğilimleri analiz edilerek bir planlı bakım programı hazırlanır ve sistem bakıma alınır.
- Bu yöntem, genellikle herhangi bir müdahaleyi planlamayı ve makina veya teçhizat duruşlarını çok küçük düzeyde tutmayı mümkün kılar.
- Diğer durumlar arasında, yedek parçaların yönetimini basitleştirir ve duruşların (kesintilerin) süresini azaltır.
- Makina durumunu gözleme, kestirimci bakımı gerçekleştirmenin ön koşuludur.

- Bu gözleme, makina veya teçhizatın farklı parametreleriyle ilgili veri işlemeye dayanır.
- Bu parametreler titreşim, nem, sıcaklık, basınç, güç, açısal hız vb. gibi parametrelerdir.

- Kestirimci bakım 4 şekilde uygulanabilir:
 - Makinalardan ölçüm alım veri toplama cihazının ve beraberinde kullanılacak bilgisayar programının işletmece satın alınarak, ölçümlerin analizlerin ve planlamanın işletme kadroları tarafından yapılması,
 - Makinalardan ölçüm alım veri toplama cihazının işletmece alınması, makinalardan ölçümlerin işletme kadrolarınca yapılması, internet üzerinden bu ölçümlerin danışman firmaya iletilmesi, analizlerin danışman firma tarafından yapıp sonuçların işletmeye iletilmesi,
 - İşletmenin cihaz ya da program almadan, dışarıdan ölçüm analiz hizmeti alması,
 - Online sabit sensörler ile otomatik, trip - ölçüm analiz ile kestirimci bakım uygulaması.

– Bilgisayar Destekli Kestirimci Bakım Planlamasının Yararları

- Zamandan tasarruf.
- Kolay kullanım.
- Elle ölçüm toplanmasında yapılabilecek yazılım hataları, otomatik veri toplayıcı kullanımı ile ortadan kaldırılır.
- Operatörler daha az bir eğitim ile sisteme uyabilirler.
- Değerlendirmede yapılabilecek hatalar minimuma iner,
- Gürültülü uyarı imkanı. Otomatik veri toplayıcılar ekranından operatöre uyarılar duyurabilir.
- 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. Şekil 4.3’de durum muayenesi esaslı bakım yöntemleri gösterilmiştir.
- **Soyut durum muayenesi:** Bakmak, dinlemek, hissetmek ve koklamak gibi faaliyetleri içermektedir. Bu faaliyetlerin yerine getirilmesi ucuz ve çabuk olmakla beraber 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 içermektedir. Bu faaliyetleri yerine getirebilmek için bazı enstrümanlara ve yardımcı araçlara gerek vardır ve bunların sağlanabilmesi de belli bir maliyet demektir. Aynı zamanda enstrümanların kullanımı için eğitim görmüş personel gerekmektedir.

DURUM MUAYENESİ

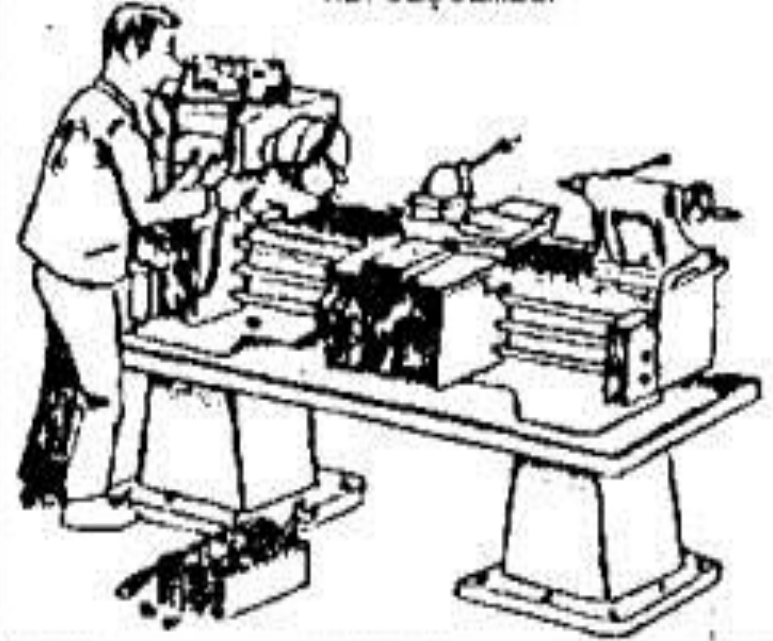
SOYUT

BAK
DİNLE
HİSSET
KOKLA



SOMUT

AŞINMANIN, SICAKLIĞIN,
BASINÇIN, ŞOK DEĞERİNİN
V.B. ÖLÇÜLMESİ



- Kestirimci bakım planlamasında esas olarak titreşim ölçümü metodu kullanılmaktadır.
- İşletmenin ve operasyonlarının durumuna göre, basınç fark ölçümü, sıcaklık ölçümü, gürültü ölçümü, tek başına veya alınan titreşim ölçümünü desteklemek amacı ile kullanılmaktadır.
- Titreşim, hareketli ekipmanların çalışmaları esnasında ekipmanı meydana getiren elemanların düzensiz hareketleri sonucu ortaya çıkmaktadır.
- Titreşime neden olan etmen kuvvettir.
- Titreşim analiz cihazları ile titreşime neden olan sebepler yaklaşık olarak belirlenebilir.

- Bütün bu amaçlarla kestirimci bakımda aşağıdaki ölçüm yöntemleri kullanılır:
- 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:
- Ölçme ve kontrol (Belirleme)
- Analiz ve değerlendirme
- Bakım planlama
- Bakım - onarım

- **Ölçme ve kontrol:** Makinanın çalışma şartlarında meydana gelebilecek bir değişikliğin mümkün olan en kısa sürede tespit edilmesidir.
- Gürültü ölçümü, dokunarak ısınma veya titreşim ölçümü, cihaz ile titreşim ölçümü, basınç ve akım farkı ölçümü vb. ölçme ve kontrol sonuçları ölçüm ve kontrolü yapan bir kişi tarafından kaydedilir.
- Ölçme kaydetme üç ayrı yöntemle yapılabilir.
- Ölçme ve kontroller makine durdurulmadan veya çok kısa duruşlar sırasında yapılır.
- Makine çalışırken yapılan ölçüm, arıza nedenlerinin belirlenmesinde en gerçekçi ve hızlı yöntemdir.

- **Manuel sistem:** Ölçme kontrol göz, el veya cihazlar ile yapıldıktan sonra sonuçlar önceden düzenlenmiş bir form üzerine işlenir.
- **Taşınabilir cihazlı sistem:** Ölçme gerçekleştiren cihaz ölçüm sonuçlarını kendi belleğine kaydeder veya ölçüm belirli bir cihaz ile yapıldıktan sonra sonuçlar taşınabilir bir bilgisayara girilir. Daha sonra cihaz veya bilgisayardaki veriler analiz ve değerlendirmenin yapılacağı ana bilgisayara uygun bir donanım ile aktarılır.
- **Sabit sensörler:** Ölçüm noktalarına sensörler yerleştirilir. Bu sensörlerle toplanan veriler uygun yerlere konmuş monitörlere aktarılır. Bu monitörde gelişmeler izlenir. Işıklı veya sesli uyarıcı sistemleri ile gerekli mesajlar kullanıcıya aktarılır.

- **Analiz ve Değerlendirme:** Ölçme kontrol sonuçlarının analizi genellikle ölçülen parametrenin (titreşim, basınç, akım, viskozite vb.) zaman içindeki gelişiminin çıkartılması, sorunun teşhisi şeklindedir.
- Meydana gelen değişikliğe neden olan hasarın teşhisi için, makinanın karakteristiğinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi sağlanır.
- Makina sağlığı konusunda birinci basamakta belirlenen kritik noktalarda analiz işlemi yapılır.
- Kritik noktanın tüm frekans tabanındaki genlik grafikleri alınır ve titreşim genliğindeki artış nedeni, başka bir deyişle arızanın nereden kaynaklanmakta olduğu belirlenir.

- Analiz ve değerlendirme üç şekilde yapılabilir:
- **Manuel olarak:** Ölçme ve kontrol sonuçları elle bir grafiğe işlenerek gelişim belirlenir veya ölçüm değerlerinde sürekli artış gösteren makine yanına bir arıza analiz cihazı ile gidilerek sorunun nedeni belirlenmeye çalışılır.
- **Bilgisayarlı olarak:** Ölçme cihazı ile analiz cihazı aynıdır. İstenen ölçüm değerlerine ait ölçüm grafikleri anında oluşturularak cihazın hafızasına kaydedilir. Özellikle sürekli artış gösteren değerlerin ölçüm grafikleri mutlaka kaydedilir. Örneğin titreşim dalga formu ve spektrum grafikleri oluşturulur. Oluşturulan analiz ve grafikler daha sonra bilgisayara aktarılır. Kullanıcı bilgisayar başına grafikleri inceleyerek arıza teşhisini gerçekleştirir ve iş emri çıkarılmasını sağlar. Böylece sadece üretimin değil makinaların da çalışma kalitesi sürekli izlenebilir hale gelmektedir.

Titreşim ve ölçüm cihazı ile;

- Balans ayar bozukluğu
- Merkez kaçıklığı
- Kavrama ayarsızlığı
- Eğri şaft problemi
- Aşınmış ve hasarlı dililer
- Bozuk rulman
- Kaymalı yataklarda yağ filmi kırıklığı
- Yataklarda radyal gezinmeleri
- Cıvata gevşeklikleri
- Elektrik motoru arızaları
- Mekanik çözülme
- Kayış arızaları
- Bozuk zincirler

arıza oluşmadan belirlenebilir.

- Yağ analizi ile; yağın özelliğini yitirip yitirmediğini anlayarak, makinanın zarar görmesini veya yağın kullanım ömründen azami derecede yararlanma mümkündür. Bunun için yağdaki su oranı, büyük veya küçük manyetik olmayan oranı ile viskozitesi kısa süreler içinde ölçülebilmektedir.
- Ayrıca, gürültü ölçümü ve analizi, ultrasonik kalınlık ölçüm ve sıcaklık ölçümü yolları ile analiz ve değerlendirmeler yapılabilmektedir.
- **Bakım otomasyonu:** Bu sistem kestirimci bakım uygulamalarının bütün aşamalarını birlikte kapsar. Ölme ve kontrol, kayıtlar, analiz ve değerlendirme, bakım planlama işlevleri otomatik olarak gerçekleştirilir. Bu şekilde, arızaların teşhisi kolaylaşmakta ve hızlanmakta, dolayısıyla hızlı müdahale imkanı sağlamaktadır.

- **Bakım planlama:** Analiz ve değerlendirme aşamasında belirlenen arız nedeninin giderilmesi için en uygun zamanda gerçekleştirmek üzere bakım-onarım iş emri oluşturulur. Arıza nedenine ait parametrenin gelişim hızı arızanın muhtemel ortaya çıkış zamanının gösterir. Dolayısıyla bu tarihten önce bakımın yapılması gerekir. Diğer taraftan elimizde çalışma takvimi, üretim programı, programlı duruşlar ve bakım planları mevcuttur. Gerekli yedek parça ve işçilik ihtiyacı dikkate alınarak en uygun zamana sözkonusu iş emri programlanır. İş emirleri programlaması deneyim ile yapılabileceği gibi, bilgisayar destekli bakım sistemleri/programları ile de yapılabilir.

- **Düzeltilme (bakım-onarım):** Gerekli onarım ve değiştirmenin yapılması. Analiz basamağında belirlenen arıza, işletme programına bağlı olarak değerlendirilir ve onarım programa alınır. Düzeltici bakım, üretim aksamasına yol açan bir arıza, bozulma veya kırılma durumlarında makina – teçhizatı eski haline getirme ve yeniden çalıştırma amacıyla yapılan bakım, onarım ve yenileme çalışmalarıdır. Bu tür bir bakım faaliyetinin yürütülmesi sırasında temel ilke, işi en kısa sürede tamamlamak ve bu iş için ayrılan işgücü, araç – gereç, yedek parça ve malzeme gibi kaynakları en etkin biçimde kullanmaktır. Bu özelliklerinden dolayı “acil bakım” olarak da adlandırılmaktadır.
- Bakım-onarım sonrası gerekli ölçümler yapılarak uygun değerlerin elde edilip edilmediğine bakılır; makina test edilerek devreye alınır.

– Kestirimci Bakım Araçları

- Kestirimci bakım personelinin kullandığı araçlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.
- **Vibrasyon ölçüm cihazı:** Vibrasyon cihazıyla alınan titreşim frekanslarının değerlendirilmesi sonucunda makinada oluşmuş veya oluşabilecek sorunlar tespit edilmektedir. (rulman arızası, balanssızlık vb....)
- **Termal kamera:** Termal Kamera, ısı artışına bakılarak arızayı tespit eden bir cihazdır. En çok elektriksel sorunlarda kullandığımız, bunun yanında motor, redaktör, pompa gibi yerlerde de oluşan ısıdan arıza tahmini yapmamızı sağlar.
- **Ultrasonik ses cihazı:** Ultrasonik ses cihazıyla hava kaçaklarını tespit ettiğimiz bunun dışında buhar kaçağı, elektriksel sorunların da bulunmasına yardımcı olur.
- **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:** Eksen ayarsızlığı, dönen makinalarda ortaya çıkan arızaların yaklaşık %50'sinin sebebidir. 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 ile MCA cihazı, fabrikadaki dönen ekipmanların durumu hakkında çok hızlı ve doğru bilgiler sağlar. Pek çok dönen endüstriyel ekipman için uygun olan MCA cihazı, hasar oluşmadan önce, olası problemler hakkında erken uyarı sağlar.

– Kestirimci Bakım Planlaması Organizasyonunda İzlenecek Yol

- Programda yer alacak ve ölçüm alınacak makinalar listelenir
- Makinaların işletmedeki yerlerini gösterecek bir kroki hazırlanır
- Her makinada ölçüm alınacak noktalar, ölçüm yönleri ve şekilleri belirlenir (Bu nokta makina ve bağlı bulunduğu ekipmana göre farklılık gösterir)
- Her ölçüm noktası için ölçüm birimleri belirlenir
- Belirlenen 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 (ölçüm periyodu) belirlenir (Makinanın önemine göre periyod kısa veya uzun tutulabilir)
- Ölçümde işletme bölümlere ayrılır ve izlenecek rota belirlenir
- Ölçüm yapan kişilere kolaylık olması açısından rota üzerindeki makinalar buna göre sıralanır.
- En önemli konu olarak değerlendirme ve ölçüm alacak kişiler eğitimden geçirilir.

- Yukarıdaki konu olan kısım kurulum aşamasında başlamaktadır. Kurulum bittikten sonra ölçüm alınacak makinaların iyi tanınması gerekir.
- Ölçüm alınan makinanın aktarma organı olarak kullandığı kavrama, kayış, dişli gibi elemanlar ile sistemin kendi içerisinde yer alan kurulum ve tesisatlar da analiz esnasında önemli olduğundan bunların da bilinmesi gerekmektedir.
- Ayrıca kestirimci bakım bölümü kurulacak işletmede işletmenin büyüklüğüne göre yeterli sayıda mühendis, mekanikçi ve elektrikçi bulunması gerekir.

– Kestirimci Bakımın Faydaları

- Bazı parça değişimlerinin makinanın çalışmadığı zamanlara planlaması olası hale gelir. Bu da 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. Bakım planları gerçek veriler ışığında gerçekleştirilmekte ve güncellenmektedir.
- Kestirimci bakım, plan-dışı arızaları büyük ölçüde önlemesinin yanı sıra, gerçekleşecek arızaların diğer sistemleri yıpratmasını da engellemekte, ayrıca tamirden sonraki durum hakkında da gerçek veri sağlamaktadır.
- Makina için çok önemli arızalar minimum düzeye indirilebilir.
- Bakım süresi, dolayısıyla makinanın duruşu minimum düzeye indirilebilir.
- İyi durumda olup çalışan makinalar gereksiz yere durdurulmamış olur. Bu sayede, harcanan zaman ve maliyet en az düzeyde kalır.

• 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 Programı

- Önleyici bakım;
- Tahribatsız deneyler,
- Periyodik kontrolü,
- Önceden planlanmış bakım etkinliklerini,
- Deneylerde veya kontrollerde bulunan eksikliklerin düzeltilmesi için bakımı kapsamalıdır.
- Koruyucu bakım kapsamında tahmin edici bakım ve revizyon uygulanır.
- Tahmin edici bakımda, makina – teçhizat hakkında geçmiş bilgiler araştırılır. Bunlar analiz edilerek makina – teçhizatın hangi kısımlarının ne zaman aşınacağı ve bozulacağı konusunda bilgi edinilebilir.

- Revizyon, makina – teçhizatın arıza meydana gelmeden önce tek tek gözden geçirilmesidir.
- Olması muhtemel görülen arızalar ön incelemelerle belirlenerek arıza meydana gelmeden önce onarım yapılır.
- Günümüzde revizyon genellikle belirli zamanlarda periyodik olarak yapılmaktadır.
- Farklı bir organizasyonel içerikte olmakla birlikte, revizyon da koruyucu bakım kapsamında düşünülmelidir.

– Önleyici Bakımın Faydalı Yönleri

- Daha az makina bozulması sonucunda üretim çalışmama süresinin azaltılması.
- Makina ve ekipmanın zamanından önce değiştirilmesinin önlenmesi.
- Bozuklukları onarmak için arıza temeli yerine bir program temelinde çalışma nedeniyle bakım işçilerinin daha ekonomik kullanımı ve azaltılmış fazla mesai maliyetleri.
- Zamanında yapılan rutin onarımlar büyük ölçekli onarımların sayısını azaltır.
- Parçalar çalışırken bozulduğunda genellikle diğer parçalara da zarar vermektedir. İkincil arızaların azaltılmasıyla onarım maliyetleri azaltılır.
- Daha iyi ekipman durumu nedeniyle ıskarta ürün, tekrar işleme ve hurdada azalma.
- Düzeltici bakım, operatör eğitimi veya kullanılmayan malzemenin değiştirilmesi ihtiyacının belirtilerek aşırı bakım maliyetli ekipmanın tanımlanması.
- Artan emniyet ve kalite koşulları.

– 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 mekânsal, 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.

- Belirli periyotlarda düzenli olarak yapılan bakım onarım faaliyetleri sistemde tanımlanabilir. İstenen tarih veya ölçüm değeri girildiğinde sistemde otomatik olarak çağrılar oluşturulabilir.
- Bu sayede hem hataların önüne geçilmiş olur hem de işgücünden tasarruf sağlanır.
- 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.

– 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.
- Toplam verimli bakım, genellikle uzun ve kısa dönemlere bölünmüş bakım yönetimine şirket çapında bir yaklaşım sunar. Kısa dönemde, üretim bölümünün örnek bakım programına, bakım bölümünün planlı bakım programına ve üretim ile bakım bölümü çalışanlarının becerilerini geliştirmeleri üzerine odaklanılır.

- Toplam verimli bakım programları, operatörleri, donanım güvenilirliğinin ve tüm performansının geliştirilmesinde bakım ve mühendislik personelinin aktif yardımcıları yapar.
- Bakım amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için, programın, üretim ve bakım çalışanlarının makina durumunu koruyarak günlük faaliyetleri, operatör becerilerini geliştirecek çapraz eğitimi, bakım işlerinde üretim çalışanlarının katılımın gerçekleştirecek çapraz eğitimi ve bakım işlerinde üretim çalışanlarının katılımını içermesi gerekir.

- **Gerekçesi/Kayıplar**

- Toplam verimli bakımın temelinde yatan ana fikir, makina, ekipman ve teçhizatların verimli çalışmalarını engelleyecek faktörleri yok ederek daha verimli çalışmalarını sağlamaktır. Bu faktörler günümüzde çok farklı şekilde ifade edilmektedir. En sık kullanılan ifade şekli ise “Altı Büyük Kayıp” adı altında kayıpların ifade edilmesidir. Bu kayıplar şu şekilde sıralanabilir:
- Arızalardan kaynaklanan kayıplar
- Hazırlık ve ayar zamanlarından kaynaklanan kayıplar
- Duruşlardan kaynaklanan kayıplar
- Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar
- Hata ve tekrar işlemlerinden kaynaklanan kayıplar
- Başlangıç kayıpları

• **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 donanımın tüm güvenilirliğini geliştirmesi. Bu görevler; temizlik, yoklama, yağlama, gürültü kontrolleri ve diğer hafif bakım görevleridir.

- Toplam verimli bakım, operatörlere kullandıkları makinaların fonksiyonlarının nasıl olduğu, hangi yaygın sorunların neden ortaya çıktıkları ve bu sorunlar ortaya çıkmadan onlardan nasıl korunulacağını öğretmektir.
- Bu yaklaşım, operatörlere makinanın çalışma devamlılığını sürdürmeyi, onları tanımayı ve tanımlamayı, pek çok makina hatalarını çözme yeteneğini kazandırır.

Toplam verimli bakımın hedef yaklaşımları:

- Makina toplam verimliliklerinin artırılmasının sağlanması için şirket kültürün hedefi yönünde değişmesini önerir.
- 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.

TVB, arızaları onarma anlayışı yerine, arıza nedenlerini belirleme ve bir daha ortaya çıkmamaları için önlem alma anlayışını daha yoğun bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu amaçla;

- 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.
- Uygulamanın ilk yıllarında bakım maliyetlerinde artış beklenir.
- Başarı için önce üretim bölümünde çalışanlar ikna edilmelidir.
- Üretim planları yapılırken bakım ve üretkenliği artırıcı tadilatlar için gerekli zamanları ayırmayı öngörür.
- Makine ve ekipman etkinliklerinin gerçekçi ve ayrıntılı bir biçimde belirlenmelidir.

- **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 (Görenler ve Yenen, 2007):
- **Ekipman Etkinliğinin Sağlanması ve Kobetsu Kaizen Uygulamaları:** Amaç ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir. Ekipman kayıplarını önlemek için yapılan faaliyetler ile enerji, malzeme ve işgücü kayıplarının en az seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir. Ekipman yönetiminin üç unsuru; ekipmanların iyileştirmesi, kayıpların analizi ve sürekli iyileştirme (kobetsu kaizen) takımları olarak sıralanabilir.

- **Planlı Bakım:** Bakım departmanı tarafından oluşturulur. Başarılı sonuçlar, bakım bölümü personelinin uyumlu ve hızlı çalışma yapmasıyla elde edilir.
- **Kestirimci Bakım:** “Ekipmanların 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.
- **Otonom Bakım (Jishu Hozen):** Operatörlerin kendileri de katılarak, kuralların yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesine "Otonom Bakım" denir. Otonom Bakım, "Bağımsız Bakım" anlamına da gelmektedir. Otonom bakım, operatörlerin, bakım departmanından bağımsız olarak kendi ekipmanlarının bakımında rol almaları için düzenlenen faaliyetleri kapsar.

- Geleneksel olarak işletmeler, makinaların bakım departmanının sorumluluğu altında olduğu varsayımıyla çalışırlar. Fakat bu yaklaşımla arıza ve hatalardan kurtulma mümkün değildir. TVB, makina operatörlerini otonom bakım konusunda eğiterek arıza ve hataları yok etmeyi hedefler. Otonom bakım grubundaki tüm çalışanların programın tüm adımlarında çaba göstermeleri ve katkıda bulunmaları şarttır.
- 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)

- Otonom Bakımın yedi adımı şeklinde anılan bu adımlar birbirinin tamamlayıcısıdır (Karamanlı, 2003). Ayrıca her operatör, otonom bakımı gerçekleştirmek için gerekli olan becerilerle ilgili olarak eğitilmek zorundadır (Mora,1998).

5 S: Japonca S harfi ile başlayan 5 kelimeden 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 ta 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. Otomasyon, üretim hatlarında yerini almış ve üretimin merkezini işçiden ekipmana yöneltmiştir. 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 buna idari kısımda çalışanlar da dâhildir. 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. TVB uygulayan işletmelerde iş kazalarının belirgin bir biçimde azaldığı görülmüştür. 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 edinmelidirler. İşletmelerde düzenli bir eğitim politikası uygulanmalı, tüm çalışanlar bu konuda yönlendirilmelidir.
- Özellikle operatörlerin eğitim ihtiyacı belirlenmeli ve gerekli eğitimler verilmelidir.

- **Toplam Verimli Bakım Çalışmalarının Verimliliğe Etkisi**
- TVB uygulamalarının gerçekleştirildiği XYZ firması, döküm sektöründe faaliyette bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası pazarlarda faaliyet gösteren firma, birçok kuruluşun tedarikçisi konumundadır.
- XYZ firmasında toplam verimli bakım çalışmaları toplam kalite yönetimi çalışmalarının bir alt bileşeni olarak başlamıştır.
- Teçhizatın ve makinalerin daha etkin kullanımı, arızaların azaltılması ve bakımda daha çağdaş bir anlayışa geçilmesi amacıyla başlatılan çalışmalar öncelikle pilot uygulamalarla başlatılmış ve halen genişletilerek devam ettirilmektedir.

- Firmaya göre TVB uygulamasındaki hedef ve sistemin gerekliliği řu şekilde açıklanmıştır: Toplam verimli bakım uygulamasında hedef, geğmişteki deneyimlerden elde edilen bilgi birikimi ile, ekipman tasarımı aşamasından, kusursuz ve tam üretim aşamasına minimum problem, zaman ve maliyet ile kalitede mükemmelliği sağlayarak müşteri memnuniyetini arttırmaktır. Bu çalışmada özellikle, TVB uygulanan hatlardan, otomatik kalıplama hattı ve döküm yöntemiyle elde edilen parçaların alın yüzeyini taşlama makinalardaki TVB uygulamaları sonrası, kalıplama hattında ve makinalardaki gelişmeler ile uygulamaların ekonomik ve teknik açıdan avantajları incelenmiştir.

- TVB'ın hedeflerine ulaşabilmesi için çalışanların sahip olmaları gerekli bilgi ve beceri düzeylerini belirleyip, çalışanları bu düzeye ulaştırmak için gerekli eğitim faaliyetleri aksatılmadan yürütülmelidir.
- Otomatik kalıplama hattı ve alın taşlama seviyelerini yükseltmek için eğitim programları uygulanmıştır.
- Bu eğitimler; otonom bakım uygulama yöntemleri, problem çözme teknikleri, makina ve ekipmanın çalışma sistemleri, temel mekanik, elektrik, pnömatik, hidrolik, iş güvenliği-işçi sağlığı ve tek nokta eğitimleridir.

- TVB kapsamında işletmedeki olumsuzlukları tespit etmek için hata kartları kullanılmıştır. Belirlenen hatalara karşı faaliyet planları hazırlanarak hatalar giderilmiştir.
- Sürekli iyileştirme faaliyetleri (Kaizen) de sistemin önemli öğelerinden biridir. Ayrıca uygulanan sistemin, işletmede oluşan iş kazaları üzerinde de olumlu yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir.
- TVB uygulamalarının gerçekleştirildiği ilk üç yıla bakıldığında, birçok noktada önemli gelişmelerin gerçekleştiği görülmektedir. Uygulamaya, genel ekipman verimliliği açısından baktığımızda ise, kalıplama hattı ve alın taşıma makinalarında, yıllar geçtikçe genel ekipman verimliliğinin artmakta olduğu ortaya çıkmaktadır.
- 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.