

# BAKIM PLANLAMASI



# Bakım Planlaması Nedir?

- Bir fabrikanın makina ve tesislerinin sürekli olarak çalışır durumda olmasını sağlamak amacı ile yapılacak olan faaliyetlerin planlanmasıdır.

# Bakım faaliyetlerinin başarıya ulaşabilmesi için;

- 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 azaltılması ve onarım süresinin azaltılması amacı açık bir biçimde belirlenmelidir.
- Çeşitli bakım önlemlerinin üst yönetimden teknisyenlere kadar tüm personeli içermesi gereklidir. Bakım işletmede, verimli ve ekonomik ürün imali, işletmenin tüm bölümlerinin birlikte çalışması ile gerçekleştirilebilir.

# Bakım planlaması, bakım mühendisliği aracılığıyla yapılır.

- Bakım mühendisliği faaliyetleri temel ve yardımcı fonksiyon faaliyetleri olmak üzere iki gruba ayrılır.

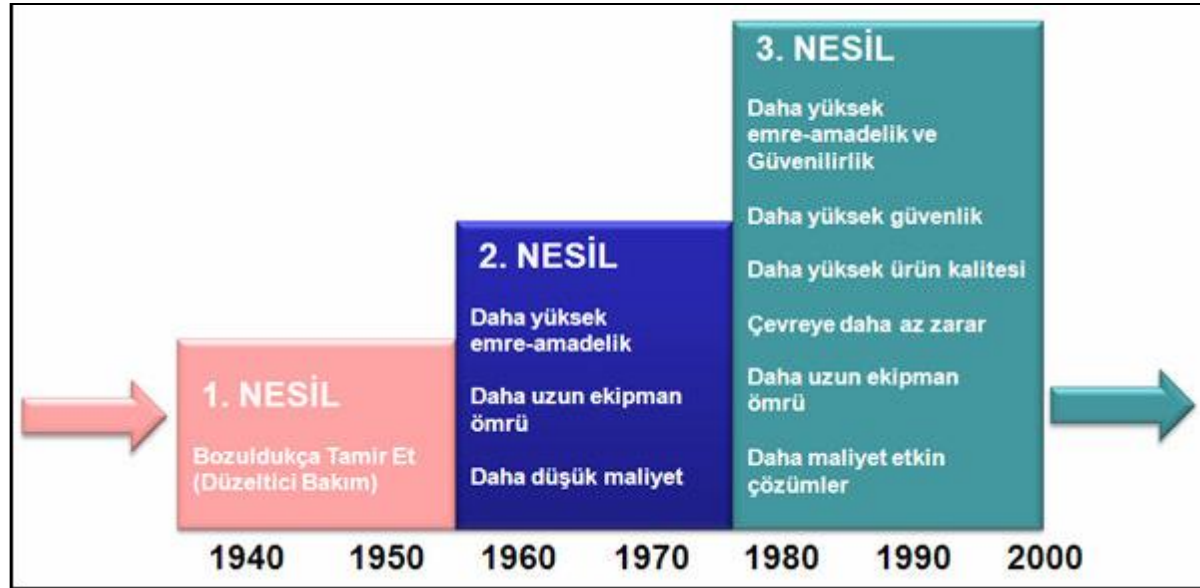
# Bakım mühendisliğinin temel fonksiyonları:

- Mevcut fabrika, makina, araç-gereçlerin bakımı, korunması ve kontrolü,
- Mevcut makina, araç-gereçlerin ve binaların değiştirilmesi,
- Yeni makina, araç-gereçlerin yerleştirilmesi ve yeni binaların inşaatı,
- Enerji üretim ve nakil v.b. tesisatın kontrolü ve bakımı,
- Bakım hizmetlerinden yararlanma düzeyinin artırılması,

# Bakım mühendisliğinin yardımcı fonksiyonları:

- Ambarların korunması ve bakımı,
- Fabrika binasının yangın, patlama v.b. gibi tahribata yol açan tehlikelere karşı korunması. Bunun için gerekli olan koruyucu malzeme ve tesislerin bakımı,
- Hurda makina ve araç-gereçlerin bakımı ve değerlendirilmesi,
- Çevre kirliliğinin önlenmesi amacı ile artık maddelerin ortadan kaldırılarak değerlendirilmesi,
- Bina, makina, araç ve gereçlerin sigorta ettirilmesi,
- Kapıcılık, bekçilik vb. hizmetler işletme yönetimince bakım mühendisliğine verilebilecek diğer görevlerdir.

# Bakım Felsefesinin Tarihsel Gelişimi



# Bakım Faaliyetlerinin Amacı

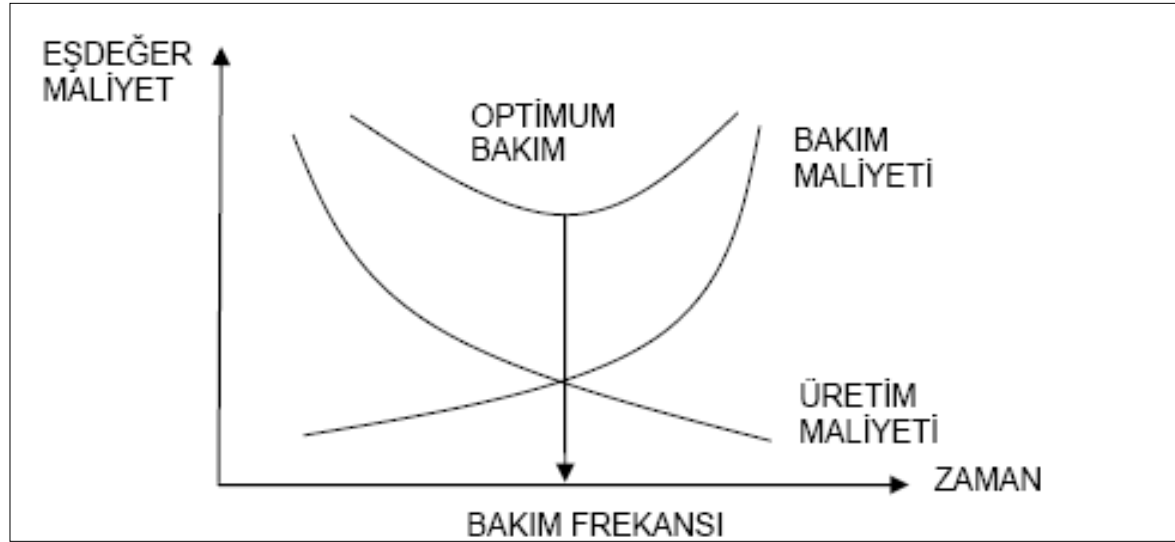
- Üretim maliyetini düşürmek, verimi ve ürün kalitesini arttırmak,
- Makine duruşlarını azaltarak üretim sürekliliğini sağlamak,
- Önceden hazırlanacak üretim programlarının gerçekleşmesini sağlamak,
- Kapasite kullanım oranının artırılmasını sağlamak,
- Her türlü tesis, makine ve ekipmanın faydalı ömrünü uzatmak ve böylece bu yatırımlar için harcanan sermayeden daha fazla verim elde edilmesini sağlamak,
- Her türlü makine ekipmanı kullanan personelin güvenliğini sağlamak,
- Bakım onarım masraflarını azaltmak,



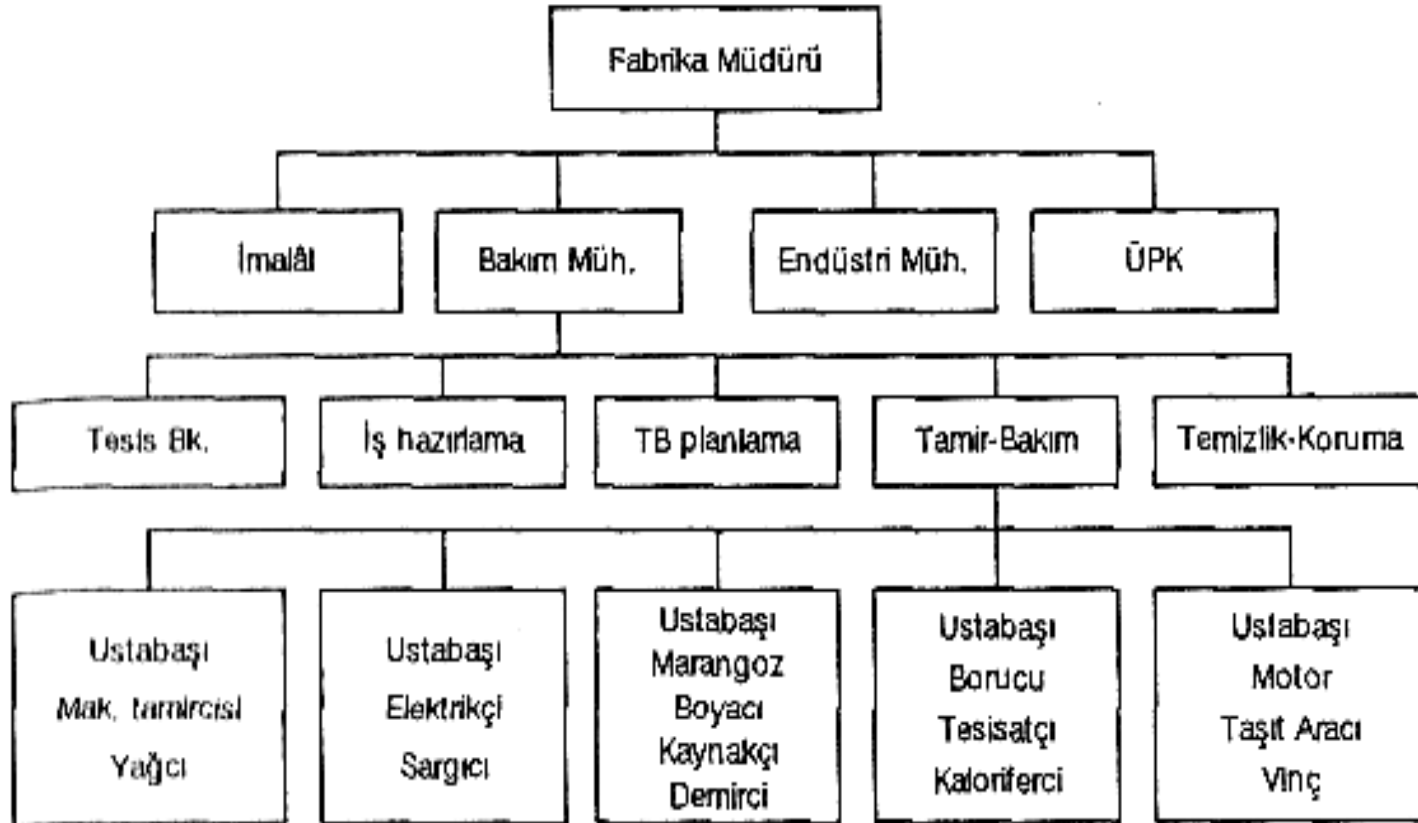
## **Bakım faaliyetlerinin üretim akışı, verimlilik ve maliyetler üzerindeki etkileri:**

- Makinaların ve onları çalıştıran işçilerin boş kalması.
- Dolaylı işçilik ve imalat genel masraflarının artması.
- Müşteri taleplerinin karşılanamaması, müşteri kaybetme
- Arızalı makinanın zincirleme olarak bütün sistemi etkilemesi.
- Iskarta oranının artması, kalitenin düşmesi.

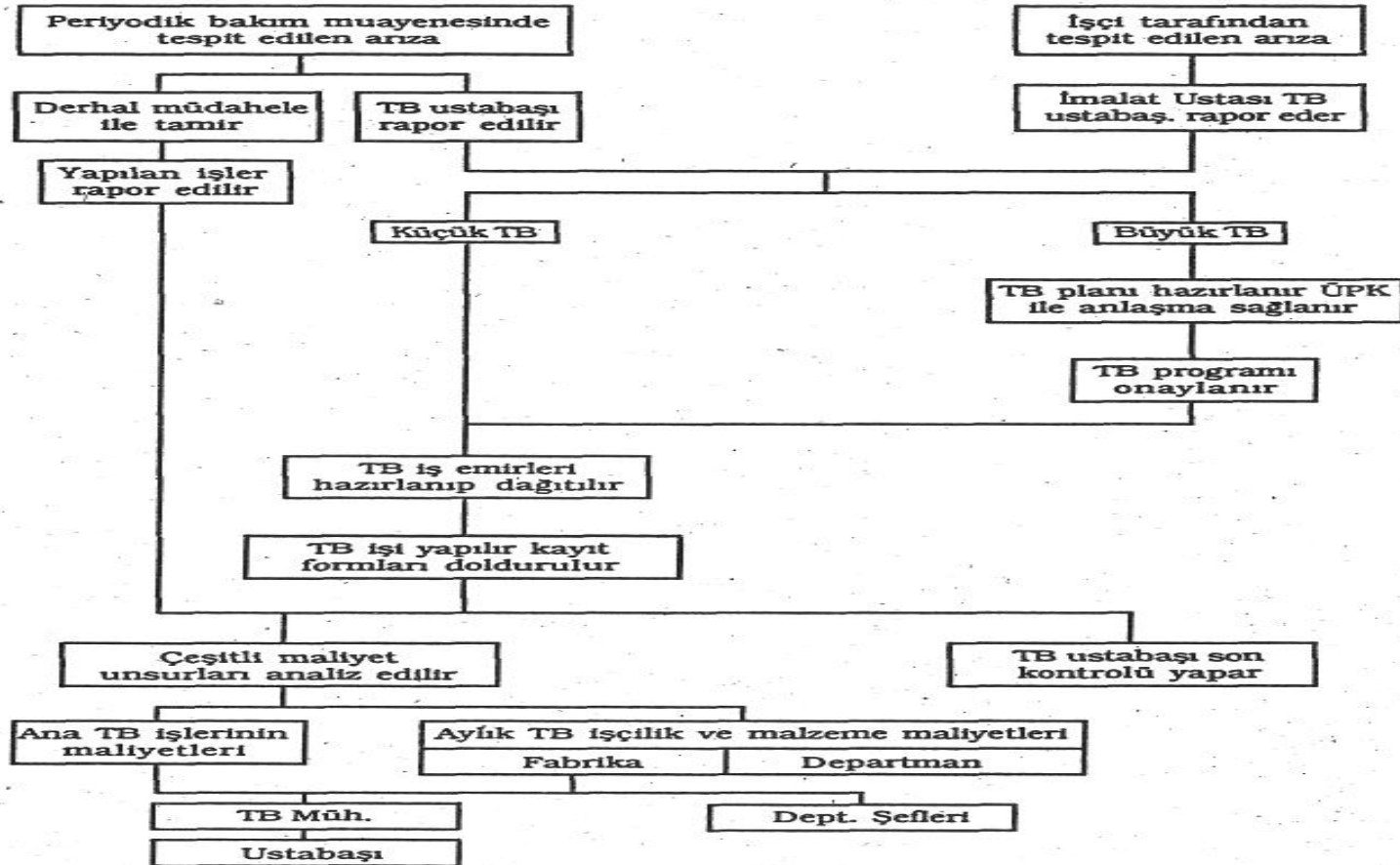
# Optimum Bakım Eğrisi



# Bakım Planlamasının Organizasyonu



# Bakım Faaliyetlerinin Akışı



# Bakım Faaliyetlerinin Performans Kriterleri:

- Etkili bir organizasyon yapısının kurulması. İmalat, ÜPK ve diğer ilgili departmanlarla ilişkilerin belirlenmesi. Bakım onarım departmanını oluşturan ünitelerin yetki, sorumluluk ve görevlerinin tanımlanması.
- Bakım onarım ile ilgili her çeşit bilgiyi içeren basit fakat yeterli bir kayıt sisteminin kurulması. Kayıt formlarının dağıtımının, doldurulmasının ve toplanmasının eksiksiz yapılması.
- Bakım onarım bütçelerinin yeterli duyarlık ve esneklikle düzenlenmesi.
- Uzun ve kısa vadeli bakım onarım ihtiyaçlarının saptanarak programların hazırlanması. Kısa vadeli tamir programlarının esnek olmasına dikkat edilmesi.
- Bakım onarım insangücü ihtiyaçlarının saptanması.
- Bakım onarım işçilik, işlem süresi ve malzeme masraflarının tahmin edilen değerleri ile fiili değerleri arasındaki sapmaların yakından izlenmesi ve tedbirlerin vakit geçirilmeden alınması.

# Bakım Modelleri



# Plansız Bakım

- Bu sistemde makina arıza yaptığında müdahale edilir. Bakım-onarım maliyetleri düşüktür ve bakım onarım için daha az elemana ihtiyaç duyulur. Bu yöntem; çok sayıda yedekleri bulunan, kolay tamir edilebilen ve fazla pahalı olmayan makinelerle üretim yapan tesislerde ve atölyelerde uygulanmaktadır. İşletmede arıza zamanı bakım yapıldığından, onarım esnasında üretim kaybı oldukça fazla olmaktadır.

# Plansız Bakımın Olumsuz Yönleri:

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



# Planlı Bakım

- Birçok problem ve arıza planlı bakımlar esnasında belirlenir ve planlı bakım ile bunların iyileştirilmesi çabuk ve maliyeti düşüktür. Planlı bakım çalışmalarının yapılabilmesi ve sonuçların istenen düzeyde iyi olabilmesi için mutlaka makinenin 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.

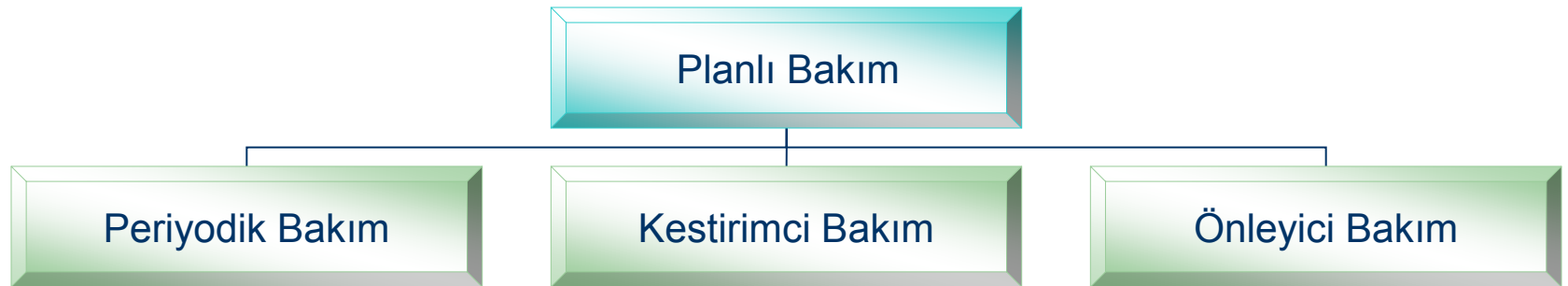
# Planlı bakımın sağladığı avantajlar:

- Duruşları en aza indirir, olası arızaları azaltır,
- Üretim 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,
- Malzeme ve yedek parça stoklarını en aza indirir,
- Eleman ihtiyacını düşürür,
- Kaliteyi arttırır.

# Planlı Bakım Programının Hazırlanmasında İzlenecek Yollar

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

# Planlı Bakım Yöntemleri



# Periyodik Bakım

- Periyodik bakım ekipman ömrünün uzatılması ve plansız duruşların azaltılmasını hedefleyen, fabrika ve ekipman için yapılan planlı bir bakım türüdür. Bu yöntemde, arızaların çıkması beklenmemekte, sisteme daha önceden periyodik olarak yapılan bakım neticesinde olası arızaların önüne geçilmektedir. Bakım ekibinin deneyimi ve makinelerin geçmişteki performans ve çalışma şartları göz önünde bulundurularak, makinenin hangi zaman aralıklarında durdurularak bakıma alınacağı belirlenmiştir. Aynı şekilde, denetime dayalı olarak bakıma alınan makinede hangi parçaların değiştirileceği belirlenir ve bu parçalar stokta hazır bulundurulur.

# Periyodik Bakımın Dezavantajları

- 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 makinenin ideal haline gelmesi için bir süre geçecektir. Yeni ayarlamalar ve ilk aşınmalardan sonra iyi çalışma şartlarına dönelecektir ama bu arada üretim kalitesinde ve miktarında düşme olacaktır.

# Periyodik Bakımın Avantajları

- Arızalar azalacağından duruşlar daha iyi kontrol edilebilir ve makine kullanılabilirlik oranı artar. Bunun sonucu olarak üretim miktarı artar ve daha güvenilir tamir zamanları belirlenebilir.
- Makinelerin 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 önlenmiş olacağından daha az bakım masrafı yapılmış olur.
- Makinelerin 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.

# Kestirimci Bakım

- 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.
- Kestirimci bakımda, işletmelerdeki makineler 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 makine 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.



# Kestirimci bakımın faydaları:

- Bazı parça değişimlerinin makinenin 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.
- Makine için çok önemli arızalar minimum düzeye indirilebilir.
- Bakım süresi, dolayısıyla makinenin duruşu minimum düzeye indirilebilir.
- İyi durumda olup çalışan makineler gereksiz yere durdurulmamış olur. Bu sayede, harcanan zaman ve maliyet en az düzeyde kalır.

# Kestirimci Bakım Yöntemleri

- Model Bazlı Arıza Erken Uyarı Sistemi
- Titreşim Analizi
- Yağ Analizi
- Sıcaklık Analizi
- Akustik Emisyon
- Parçacık Analizi
- Korozyon İzlenmesi
- Performansın İzlenmesi

# Kestirimci Bakım Programının Aşamaları

- ***Tespit*** : Makinanın çalışma şartlarında meydana gelebilecek bir değişikliğin mümkün olan en kısa sürede tespit edilmesi.
- ***Analiz ve Teşhis***: Meydana gelen değişikliğe neden olan hasarın teşhisi için, makinenin karakteristiğinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi.
- ***Düzeltilme (bakım-onarım)***: Gerekli onarım ve değiştirmenin yapılması.

# Önleyici Bakım

- Önleyici bakımda amaç makinaların arızalarını ortaya çıkarmak değil, başlangıçta arızanın ortaya çıkmasını önlemektir. Burada, tasarımda, yağlama sisteminde ve işletme şartlarında yapılacak değişiklikler ile arıza sebepleri ortadan kaldırılabilir. Bu yöntem, arıza olmaması için yağlama, tasarım ve mühendislik hizmetlerinde yoğun bir 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.

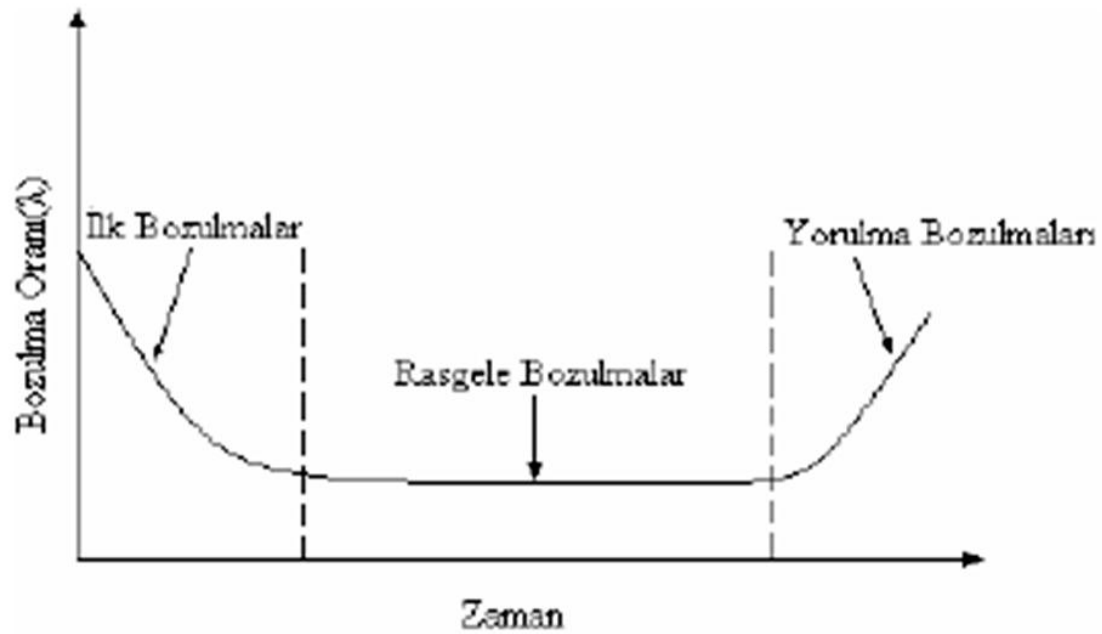
# Önleyici Bakım programı;

- Tahribatsız deneyleri,
- Periyodik kontrolü,
- Önceden planlanmış bakım etkinliklerini,
- Deneylerde veya kontrollerde bulunan eksikliklerin düzeltilmesi için bakımı kapsamalıdır.

# Bakım Politikaları

- **Bakım onarım ekibini geniş, kullanılan araç sayısını yüksek tutmak:** Bu yol seçildiği takdirde, arızayı yapan bir makinayı o anda tamir edecek ekibin arızaya derhal müdahale etme olasılığı yüksek olur. Makinaların boş bekleme süresi kısalmır. Buna karşılık bakım onarım ekibinin ve araçlarının boş kalma oranı yüksektir.
- **Koruyucu bakıma ağırlık vermek:** Koruyucu bakımla beklenmedik arızaların üretimi aksamaması büyük ölçüde önlenir. Ancak bu yol seçilmeden önce daha sık yapılan bakımların ve zamanından önce değiştirilen parçaların maliyetlerini sağlayacak yararlarla kıyaslamak gerekir.
- **Yedek üretim kapasitesi bulundurmak:** Üretim hattının kritik noktalarında, bir arıza meydana geldiğinde derhal devreye sokulabilecek yedek makinalar bulundurulur. Burada da üretim durması ile ortaya çıkan kayıplarla yedek makinaların maliyetleri kıyaslandıktan sonra karar verilir.
- **Makinaların güvenilirlik derecesini arttırmak:** Üretimde kullanılacak makinaların, fiyatları yüksek fakat ömürleri uzun olan tiplerini seçmek ve böylece arıza olasılığını azaltmak mümkündür. Değişecek yedek parçalar için de aynı yol izlenebilir. Daha pahalı ve dolayısıyla güvenilir makine kullanarak arıza kayıplarını azaltmada da bir maliyet kıyaslaması söz konusudur.
- **İş istasyonları arasında yarı mamul stokları bulundurmak:** Meydana gelen bir arıza nedeniyle iş akışının durmasını önlemek için tamir süresince diğer iş istasyonlarına önceden biriktirilmiş yarı mamul stoklarından besleme yapılır. Yarı mamul stoklarının kapladığı alan ve bunlara bağlanan para bir maliyet unsuru olarak göz önüne alınır.

# Küvet Eğrisi



# Önleyici bakımın faydalı yönleri;

- Daha az makina bozulması sonucunda üretim çalışmama süresinin azaltılması.
- Makine 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.

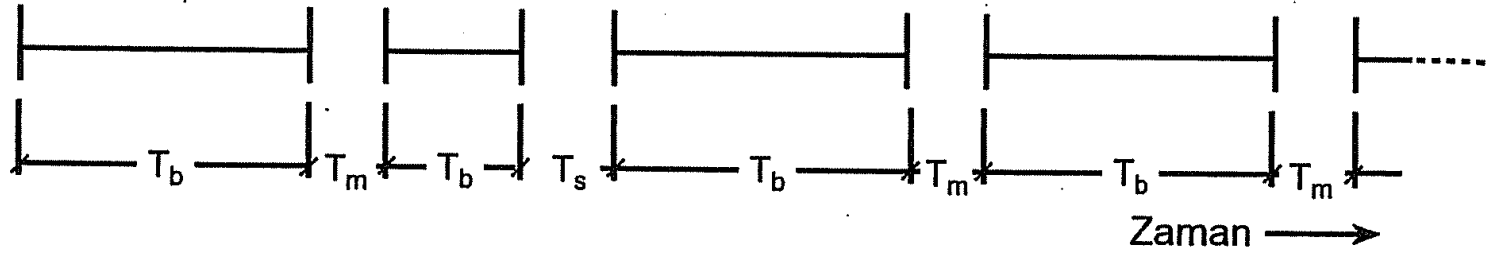


# Bakım Yönteminin Seçimi

Mevcut makinalarımızın durumuna göre bakım yöntemlerinden maliyet fayda analizine göre en uygun olanı uygulanmalıdır.

- Makinenin üretim açısından kritikliği
- Makinenin çalışma prensibi
- Makinenin tipi
- Sürekli veya aralıklı çalışma durumu
- Arıza veya problemin oluşum sıklığı
- Makinenin çalışma ve çevre şartları
- Proje bilgileri
- Makinenin yükü
- Makinenin özellikleri

# Koruyucu Bakım



(Şekil: 11.6.) - Koruyucu bakımda; koruyucu bakım ( $T_m$ ), tamir ( $T_s$ ) ve bakım periyodu ( $T_b$ ) sürelerinin zaman eksenini üzerindeki dağılımları.

# Koruyucu Bakım

KB politikasının prensipleri şöyle özetlenebilir:

1. KB arıza dağılım eğrileri az değişir olan makinalara uygulanmalıdır. Az değişen arıza eğrilerinde makinaların beklenen arızalarının büyük bir yüzdesinin meydana geleceği zaman aralığı için oldukça duyarlı tahminler yapılabilir. Bu aralıkların önünde yer alan  $T_m$ 'lerle KB gerçekleştirilebilir.

# Koruyucu Bakım

2.  $T_m/T_s$  oranı 1'e yaklaştıkça KB'den vazgeçilmelidir. KB'ın önemli bir avantajı  $T_m$ 'nin  $T_s$ 'den küçük, yani bakım maliyetinin tamir maliyetinden daha az olmasıdır.  $T_m$  artarak  $T_s$ 'ye yaklaştıkça, yani  $T_m/T_s \rightarrow 1$  oldukça bu avantaj kaybolur.
3. İlk iki prensibin bakım politikası kararı üzerindeki etkisi, makinaların durması ile ortaya çıkan maliyetler karşısında hafifleyebilir, hatta tamamen ortadan kalkabilir. Örneğin, güvenlik ara stokları yapılamayan bir montaj hattında beklenmeyen bir arıza bütün üretimin durmasına neden olur. Böyle bir durumda çalışma saatleri dışında veya durgun mevsimlerde, maliyeti yüksek olmasına karşın koruyucu bakım yapılması tercih edilir.

# Koruyucu Bakım

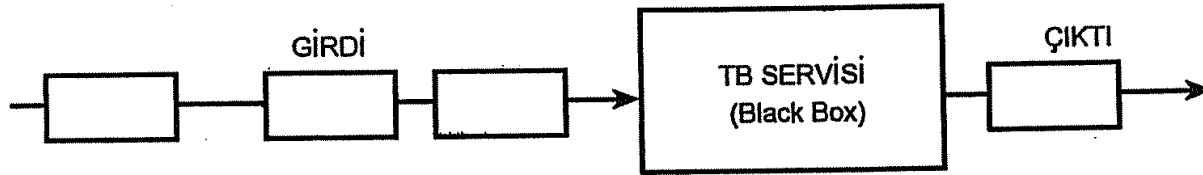
4. Makinaların imalatçı tarafından verilen spesifikasyonları, arıza dağılım eğrileri ve fabrikanın arıza kayıtları incelenerek; çalışma yüzdesini (olasılığını) durma süresi, işçilik ve parça maliyetlerinin bir fonksiyonu olarak veren bağıntılar bulunur. Çalışma yüzdesini maksimum yapan optimal çözüm, yani optimal bakım periyodu uzunluğu bu bağıntılardan yararlanarak hesaplanır.
5. Makinaların durma maliyeti çok yüksek ise, 3. prensipte belirtildiği gibi KB çalışma saatleri dışında yapılır. Ayrıca;
  - (a)  $T_b$ 'yi kısaltmak,
  - (b) TB ekiplerini geniş tutmak ve
  - (c) TB ekiplerine fazla mesai yaptırmak

gibi çarelere başvurulur.

# Koruyucu Bakım

Çok makinalı sistemlerin TB planlamasında en çok uygulanan matematik yöntem *Kuyruk Modeli* (= Queuing Model) veya diğer adı ile *Bekleme Hattı* (= Waiting Line) modelidir. Kuyruk modelinin dayandığı temel prensip (Şekil: 11.7.)'deki blok diyagramı ile temsil edilmiştir. Sistemin insangücü ve iş görme kapasitesi diyagramda kapalı bir kutu (= black box) ile gösterilmiştir. Makinaların arıza dağılım eğrileri farklı olduğundan herbirinin servise geliş zamanlarını (arıza çıkma zamanları) ayrı ayrı tahmin etmek güçtür. Aslında bu tahminler yapılabilse bile tahminlerden sapmalar bir araya geldiğinde o kadar karmaşık bir durum ortaya çıkar ki uygulamaya geçme olanağı bulunamaz. Yapılan araştırmalar bu tür sistemlerde makinaların servis istasyonuna geliş sürelerinin genellikle Poisson dağılımına uyduğunu göstermiştir. Kuyruk modelinin amacı TB sisteminin toplam maliyetini minimum yapan kapasitenin bulunmasıdır. Sistemin toplam maliyeti; tamir için bekleyen makinaların boş kalma maliyeti ile sistemin işletme maliyetleri toplamından ibarettir. Bu iki

# Koruyucu Bakım



*(Şekil: 11.7.) - Kuyruk modelinin elemanları.*

# Koruyucu bakım

Belirli varsayımlar altında, tek-kanallı ve tek-aşamalı bir TB sistemine ait karakteristik ölçüler aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir:

$\lambda$  = Birim zamanda sisteme gelen ortalama makina sayısını,

$\mu$  = Birim zamanda sistemde tamir edilen ortalama makina sayısını göstermek üzere

(a) TB sistemindeki ortalama (kuyrukta bekleyenler ve tamir görmekte olanlar toplamı) makina sayısı,

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (1)$$



# Koruyucu bakım

(b) Bir makinanın sistemde harcadığı (kuyrukta bekleme ve tamir süreleri toplamı) ortalama zaman,

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2)$$

(c) Kuyrukta bekleyen ortalama makina sayısı,

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu (\mu - \lambda)} \quad (3)$$

(d) Kuyrukta ortalama bekleme süresi;

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)} \quad (4)$$

(e) TB servisinin verimi (çalışır durumda olma yüzdesi),

$$\rho = \lambda / \mu \quad (5)$$

(f) TB servisinin boş kalma olasılığı,

$$P_0 = 1 - \lambda / \mu \quad (6)$$

formülleri kullanılır.

# Koruyucu bakım

*Örnek:* Bir fabrikanın tamir servisine saatte ortalama iki arızalı makinanın geldiği ve ortalama tamir süresinin yirmi dakika olduğu tespit edilmiştir. Serviste saat ücreti 7 TL. olan bir işçi çalışmaktadır. Bir makinanın kuyrukta bekleme maliyetinin 10 TL/saat olduğu kabul edilmektedir. Bu verilere göre yukarıdaki formüller kullanılırsa;

$$\lambda = 2 \text{ makina/saat ve } \mu = 3 \text{ makina/saat}$$

değerleri ilgili formüllerde yerlerine konularak,

# Koruyucu bakım

$L = 2 / (3 - 2) = 2$  sistemdeki ortalama makina sayısı,

$W = 1 / (3 - 2) = 1$  saat, sistemde harcanan ortalama zaman,

$L_q = 2^2 / 3 (3 - 2) = 1,33$  kuyrukta bekleyen ortalama makina sayısı

$W_q = 2 / 3 (3 - 2) = 0,67$  saat, ortalama kuyrukta bekleme süresi ve

$\rho = 2/3 = 0,67$  sistemin verimliliği

hesaplanabilir. Günlük kuyrukta bekleme maliyeti; 8 saatlik bir iş gününde  $2 \times 8 = 16$  makina geldiği ve  $W_q = 0,67$  saat olduğu gözönüne alınarak; bekleme maliyeti  $10 \text{ TL/s.} \times 16 \text{ adet/gün} \times 0,67 \text{ s./mak.} = 107 \text{ TL/gün}$  ve günlük işçilik maliyeti de  $7 \text{ TL/s.} \times 8 \text{ s./gün} = 56 \text{ TL/gün}$  olduğundan,

$$\text{Toplam maliyet} = 107 + 56 = 163 \text{ TL/gün}$$

bulunur. Aynı servis istasyonunda saat ücreti 9 TL olan, buna karşılık saatte 4 makineyi ( $\mu = 4$ ) tamir edebilen başka bir işçi çalışması halinde toplam maliyet aynı yol izlenerek,  $40 + 72 = 112$  TL/gün olarak hesaplanabilir. Bir başka alternatif olarak sistemde bir yerine düşük ücretli iki işçinin çalıştırılması düşünülebilir. Ancak bu takdirde çok kanallı kuyruk modeline ait karmaşık formüllerin kullanılması gerekir.

# Arıza Onarım Süreci

İlgili birim tarafından yaratılır

**Bildirim**

Bakım bölümü tarafından açılan iş emridir.

**Sipariş**

İlgili bakım personeli görevlendirilir.

**Onarım**

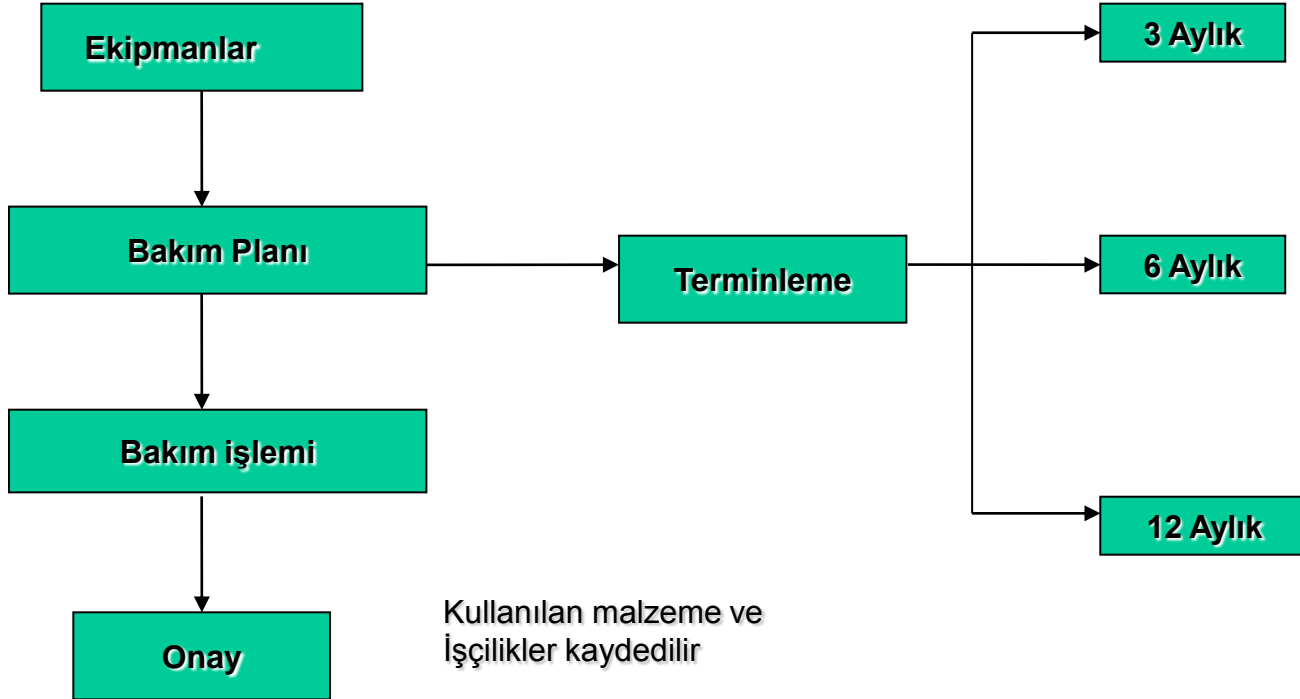
İş bittikten sonra ilgili sipariş için yaratılır.

**Teyit**

Bildirimde bulunan tarafından verilir. Kullanılan malzeme ve işçilikleri içerir.

**Onay**

# Planlı Bakım Süreci



# SAP Bakım Modülü

- İşletmede yapılan tüm bakım onarım işlemlerinin kayıt altına alınmasını, takip edilmesini, planlanmasını ve maliyetlerinin kontrol edilmesini kapsar. Belirli periyotlarda düzenli olarak yapılan bakım-onarım faaliyetleri sistemde tanımlanabilir. İstenen tarih veya ölçüm değeri geldiğinde sistemde otomatik olarak çağrılar oluşturulabilir. Bu sayede hem hataların önüne geçilmiş olur, hem de iş gücünden tasarruf sağlanır.
- SAP'nin esnek raporlama sistemi ile talepler dahilinde nesnelere, kataloglara, bakım onarım türlerine, maliyetlere vb. birçok konuya dair raporlar alınabilir. Hangi makine kaç kere arızalandığı, en fazla devam eden makine 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.



# Teknik Birimlerin Belirlenmesi

Liste Düzenle Öit Ekler Ortam Ayarlar Sistem Yardım		
Teknik birim yapı görüntüsü: Yapı listesi		
Yukarıdaki düzey Tümünün dökümünü çıkar		
Teknik birim	SN01	Geçerlilik bşl.
Tanım	SENTETİK ÜRETİM İŞLETMESİ	
3DL2	Grevü metrik dolum makinası	
3DL3	Grevü metrik dolum makinası	
3DL4	Grevü metrik dolum makinası	
3DL5	Grevü metrik dolum makinası	
3DL6	Grevü metrik dolum makinası	
3DL7	Kulp volümetrik dolum makinası	
3DL8	Kulp volümetrik ars renk makinası	
3DL9	Oto.volümetrik dolum makinası (Devree)	
3ET1	Etiket tutkallama makinası	
3ET2	Colormat etiket makinası	
3ET3	Colormat etiket makinası	
3ET4	Etiket tutkallama makinası	
3ET5	Collamat oto. stikır yapııştırma makinası	
3EZ1	Perlmill (Drais)	
3EZ2	Perlmill (Drais)	
3EZ3	Perlmill (Netzscho-Büyük)	
3EZ4	Perlmill (Netzscho-Büyük)	
3EZ5	Perlmill (Netzscho-Küçük)	
3EZ6	Perlmill (Netzscho-Küçük)	
3HR1	Hidrolik dolum presi (Büyük)	
3HR2	Hidrolik dolum presi (Küçük)	
3KB1	Koli bantlama makinası	
3KP1	Kapak presleme makinası	
3MK1	Macun karıştırma makinası	
3MK10	Karıştırıcılı ara tank	
3MK11	Karıştırıcılı mikser	
3MK12	Karıştırıcılı mikser	

# Ekipmanın Görüntülenmesi

Ekipman Düzenle Git Eklr Yapılandırma Ortam Sistem Yardım

Ekipmanı görüntüle : Genel veriler

Sınıflara genel bakış Ölçüm noktası/sayaç

Ekipman 3MK1 Tip Z Betek Ekipman

Nesne tanımı Macun karıştırma makinası

Durum TKLD

Geçerlilik bşl. 07.11.2003 Geçerlilik sonu 31.12.9999

Genel Yer Organizasyon Yapı

Genel veriler

Sınıf

Nesne türü MK KARIŞTIRICI

Yetki grubu

Ağırlık 0,000 Büyüklük/boyut

Envanter no. Faal.geçiş trh.

Referans veriler

Satınalma dğr. 0,00 Satınalma trh.

Üretim verileri

Üretici Üretici ülke

Tip tanımı Yapı yılı/ayı

Üretici prç.no.

Ürtc.seri no.

# Bakım Planının Görüntülenmesi

Bakım planı Düzenle Git Ekler Ortam Sistem Yardım

Bakım planının görüntülenmesi: Strateji planı 3MK1

Bakım planı 3MK1 Macun karıştırma makinası

Bakım planı bşlk.

Bakım planı dönemi 07.04.2008 Bakım planı terminleme parametresi Bakım planı ek verileri Bak...

Dvr.

Devre	Birim	Bakım devresi metni	Kaydırma aralığı
	1 AY	Aylık	0
	3 AY	3 Aylık	0

Kalemlere genel bakış Kalem Nesne listesi kalemi Yer kalemi Terminlenen çağrılar kalemi

Bakım kalemi	Bakım kalemi metni	N.	M.	İ...	Teknik birim
786	Macun karıştırma makinası	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SN01
787	Macun karıştırma makinası	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SN01

# Bakım Planının Görüntülenmesi

Bakım planı Düzenle Git Eklr Ortam Sistem Yardım

Bakım planının görüntülenmesi: Strateji planı 3MK1

Kalemlere genel bakış Kalem Nesne listesi kalemi Yer kalemi Terminlenen çağrının kalemi

Bakım kalemi 786 Macun karıştırma makinesi 1 / 2

Referans nesne

Teknik birim	SN01	SENTETİK ÜRETİM İŞLETMESİ
Ekipman	3MK1	Macun karıştırma makinesi
Bileşen grubu		

Planlama verileri

Planlama ÜY	1001	Betek Boya ve Kimya Sanayi A.Ş.	Planlama grubu	
Sipariş türü	ZM02	BETEK Planlı Bakım Siparişi	BO aktivite türleri	
Sorumlu işyeri	1	/ 1001 ELEKTRİK	İş alanı	
Öncelik			Masraf yükleme kuralı	
Satış belgesi				

İş planı

Tip	Plan grubu	PGSyç	Tanım
A	/ 18	/ 1	Karıştırıcı (elektrik)

# İş Planının Görüntülenmesi

Liste Düzenle Göt Ortam Ayarlar Sistem Yardım					
İş planlarını görüntüle: İş planı listesi					
İş planı					
S	...	Plan grubu	P...	Plan kısa metni	
		A 6	1	Transfer pompası (mekanik)	
		A 7	1	Karıştırıcı stok tankı (elektrik)	
		A 8	1	Karıştırıcı stok tankı (mekanik)	
		A 9	1	Shrink makinası (elektrik)	
		A 10	1	Shrink makinası (mekanik)	
		A 11	1	Otomatik Dolum Makinası (mekanik)	
		A 12	1	Yüksek devirli karıştırma mak.(elektrik)	
		A 13	1	Perl-mill (elektrik)	
		A 14	1	Perl-mill (mekanik)	
		A 15	1	Alkid tankı Transfer Pompası (elektrik)	
		A 16	1	Alkid tankı Transfer Pompası (mekanik)	
		A 17	1	Su Soğutma Kulesi (elektrik)	
✓		A 18	1	Karıştırıcı (elektrik)	
		A 19	1	Karıştırıcı (mekanik)	
		A 20	1	Elektrik panosu (elektrik)	
		A 21	1	Kapak çakma makinası (mekanik)	
		A 22	1	Karıştırıcı Stok Tankı (elektrik)	
		A 23	1	Karıştırıcı Stok Tankı (mekanik)	
		A 24	1	Desolver 2000 kg. Yüksek Dev. (elektrik)	
		A 25	1	Desolver 2000 kg. Yüksek Dev. (mekanik)	
		A 26	1	Desolver 1000 kg. Yüksek Dev. (elektrik)	
		A 27	1	Karıştırıcı 500 L. Sabit Dev. (elektrik)	
		A 28	1	Karıştırıcı 500 L. Sabit Dev. (mekanik)	
		A 29	1	Karıştırıcı 100 L. Sabit Dev. (elektrik)	
		A 30	1	Karıştırıcı 100 L. Sabit Dev. (mekanik)	
		A 31	1	Karıştırıcı 1000 kg. Sabit Dev.(elektrik)	
		A 32	1	Karıştırıcı 1000 kg. Sabit Dev (mekanik)	
		A 33	1	Desolver 7500 kg. (elektrik)	

© 2015 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved.

# Planlı Bakım Formunun Oluşturulması

Liste Düzenle Ölt Sipariş Örtam Ayarlar Sistem Yardım							
BO siparişi değişikliği: Sipariş listesi							
S	Sipariş	Tür	Pln.l.bşl.trm.	Ekipman	Kısa metin	Sor.işyeri	Teknik birim
	5052902	ZM02	01.04.2008	1KG2	Corob dolum makinası karıştırıcı grubu	1	SU01
	5052903	ZM02		1KG2	Corob dolum makinası karıştırıcı grubu	2	SU01
	5052799	ZM02	03.04.2008	11FR2	Elastiki tuğla fırını	2	CE01
	5053105	ZM02		3DL1	Corop otomatik dolum ünitesi	2	SN01
	5053109	ZM02		3DL10	Otomatik volümetrik dolum makinası (Devr	2	SN01
	5053113	ZM02		3DL11	Volümetrik dolum makinası (Devree)	2	SN01
	5053118	ZM02		3DL12	Volümetrik dolum makinası	2	SN01
	5053123	ZM02		3DL13	Volümetrik dolum makinası	2	SN01
	5053127	ZM02		3DL2	Grevü metrik dolum makinası	2	SN01
	5053131	ZM02		3DL3	Grevü metrik dolum makinası	2	SN01
	5053135	ZM02		3DL4	Grevü metrik dolum makinası	2	SN01
	5053139	ZM02		3DL5	Grevü metrik dolum makinası	2	SN01
	5053820	ZM02	04.04.2008	1DL20	Corob otomatik renklendirme makinesi	2	SU01
	5054132	ZM02		6EZ4	Perlmill (Netzsch)	2	MU01
	5053828	ZM02	08.04.2008	1EZ1	Perlmill (Netzsch)	2	SU01
	5053831	ZM02		1EZ2	Perlmill (Netzsch)	2	SU01
	5053852	ZM02		1RN1	Otomatik renklendirme makinası (Füll)	2	SU01
	5053855	ZM02		1RN2	Renklendirme makinası (Flüd manganit)	2	SU01
	5053870	ZM02		2DL1	Rolpak 1 dolum makinası	2	TO01
	5053879	ZM02		2DL11	Capatect çok amaçlı dolum makinası 25 kg	2	TO01
	5053883	ZM02		2DL12	Fayans dolum makinası 5 kg	2	TO01
	5053887	ZM02		2DL13	Fuga dolum makinası 5 kg	2	TO01
	5053890	ZM02		2DL2	Rolpak 2 dolum makinası	2	TO01
	5053893	ZM02		2DL3	Dolum makinası ( A )	2	TO01
	5053896	ZM02		2DL4	Dolum makinası ( B )	2	TO01
	5053899	ZM02		2DL5	Dolum makinası ( C )	2	TO01
	5053902	ZM02		2DL6	Fuga dolum makinası (20 kg)	2	TO01
	5053905	ZM02		2DL7	Capatect dolum makinası	2	TO01

# Teyit Verme İşlemi

Genel teyit Düzenle Göt Eklr Ortam Bileşen Sistem Yardım

Genel teyit

Zamanlar Mal hareketleri

Şipariş 5052902 Prob dolum makinası kanştırıcı grub Teknik kapanış

İşlem

Zaman teyidi

Teyit	İşl...	Alışt	İ...	Fiili iş	Br...	S	R	K	İşyeri	ÜY	ATÜ	H...	Kayıt trh	Pers.no.	Ücr...	Kalan iş	E
3864227	0010					✓	✓	1		1001			07.04.2008				
3864228	0020					✓	✓	1		1001			07.04.2008				

Fiili vr.

Mal hareketleri

Mal hrk.genel bakış

Malzeme	Tanım	Miktar	Gl...	Ür...	De...	Batch	Değerlem...	Kalem
---------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------------	-------

Giriş 1 Kyn 0



# Arızanın Bildirilmesi

Liste Düzenle Git Bildirim Ortam Ayarlar Sistem Yardım			
Bildirim değişikliği: Bildirim listesi			
Sipariş Sipariş Bildirim			
S	Bildirim	Tarih	Tanım
	10014334	01.04.2008	2"pompa filt elemni 3ad,2"pompa filt 1 a
	10016417		SEVKİYAT
	10016483		etiketlememakinasınıninfişininintamiri için
	10016494		ILAN PANOSU TAMIRI
	10016506		1 di11 start butonu takılması
	10016779		çadır deponun kapısı arızalı
	10016783		opak,selvolid tank pompa arızası
	10016791		FESTO 150857 U413 KELEPÇELİ SENSÖR-2 ADT
	10016937		SZ. 2 NUMARALI ALKİD TANKI POMPA ARIZASI
	10016939		KAPILARA KUMANDA ALINACAK 5 ADET
	10016941		STERÇ MAK ARIZALI.ALYAN TAKILACAK
	10017002		STERÇ MAK ARIZALI ACIL...
	10017121		KAZAN YERİNİN DEĞİŞİMİ
	10017161		PROMOSYON DEPO SUNDURMANIN TAMIRI
	10017485		ARIZALANMIŞTIR.
	10017519		Su tesisatının yapılması
	10017558		9-5 NOLU KAZANLARIN BAKIMI
	10017760		RENKLENDİRME ODASINA PİS SU TES. ÇEKİLMES
	10017762		İŞLETME İÇİNDEKİ IZGARALARIN KESİLMESİ
	10017778		MOLCH SİSTEMİNDE ARIZA
	10017783		2 parmak 1 mt +1,5 mt permil hortumu
	10017889		asansör arızası
	10017974		KELEBEK VANA DAN SU KAÇAĞI
	10017984		helezonun yükst. ve çuval tutucu revizyo
	10018056		85 nolu kazanın tekerleri arızalı
	10018167		silikon vanaları için 2adt hortum 2"
	10018306		Fırın Kapı Kollarının Tamirati
	10018377		sari odasına trifaze priz takılması