

# Kavramsal Tasarım Aşamalarında Bakımın Yeri ve Önemi

Tezcan Şekercioğlu<sup>1</sup>

## ÖZ

Makinalar, alet ve cihazlar, kullanım esnasında aşınma, korozyon, yorulma, sıcaklık, yaşlanma gibi çok farklı etkilere maruz kalmaktadır. Bu etkiler sonucunda, teknik sistem tasarım aşamasında belirlenen fonksiyonu ya tamamen veya kısmen yerine getiremez hale gelmektedir. Bakım, çalışma anında fonksiyonun tam olarak yerine getirilmesi açısından büyük önem taşır. Tasarım aşamalarında özellikle montaj, demontaj ve basit bakım için gerekli olan konstrüktif tedbirler alınmalı ve tasarıma son şekil verilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Makina tasarımı, kavramsal tasarım, bakım

## The Place and Importance of Maintenance in Conceptual Design Stages

### ABSTRACT

Machines, tools and devices are exposed to very different effects such as wear, corrosion, fatigue, temperature and aging during use. As a result of these effects, the technical system cannot fulfill the function determined in the design phase either in whole or in part. Maintenance is of great importance in terms of full functioning at the moment of operation. During the design phase, especially the necessary structural measures for assembly, disassembly and simple maintenance must be taken and the design should be finalised.

**Keywords:** Machine design, conceptual design, maintenance

---

Geliş/Received : 10.01.2018

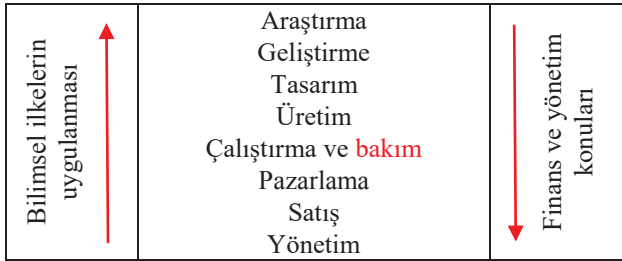
Kabul/Accepted : 05.10.2018

<sup>1</sup> Prof. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Yerleşkesi, Denizli - tsekerci@pau.edu.tr

## 1. GİRİŞ

DIN 3101'e göre bakım, bir sistemin gerçek halini izlemek-değerlendirmek (dene-tim), amaçlanan hali korumak (servis) veya geri kazanmayı (tamir) kapsamaktadır. Bir makinanın kavramsal tasarımı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken temel ilkeler aşağıdaki gibi sıralanabilir. Bu ilkelerden bir tanesi de bakıma uygunluk-tur. Makina tasarım sürecinde bakımın yeri Şekil 1'de verilmiştir.

1. Fonksiyona uygunluk, basitlik, belirlilik,
2. Standartlara, normlara ve yönetmeliklere uygunluk,
3. Yükleme şekline uygunluk,
4. Hafiflik,
5. Kendi kendine yardım prensibi,
6. Malzeme ve korozyona uygunluk,
7. Genleşmeye uygunluk,
8. İmal usullerine uygunluk,
9. Uygun maliyet,
10. Montaja ve demontaja uygunluk,
11. Taşımaya (transporta) uygunluk,
12. Emniyet,
13. Geri kazanıma uygun, çevreci,
14. Estetik ve ergonomiye uygunluk,
15. Bakıma uygunluk vb. şeklinde verilebilir.



Şekil 1. Makina Tasarım Sürecinde Bakımın Yeri [1]

## 2. KAVRAMSAL TASARIMDA TEMEL AŞAMALAR

Tasarım aşamasında bakımın yerini daha iyi anlayabilmek için tasarım geçtiği temel aşamaların bilinmesi gerekir. Bir makinanın kavramsal tasarımı aşağıda verilen temel aşamaları kapsamaktadır (Şekil 2):

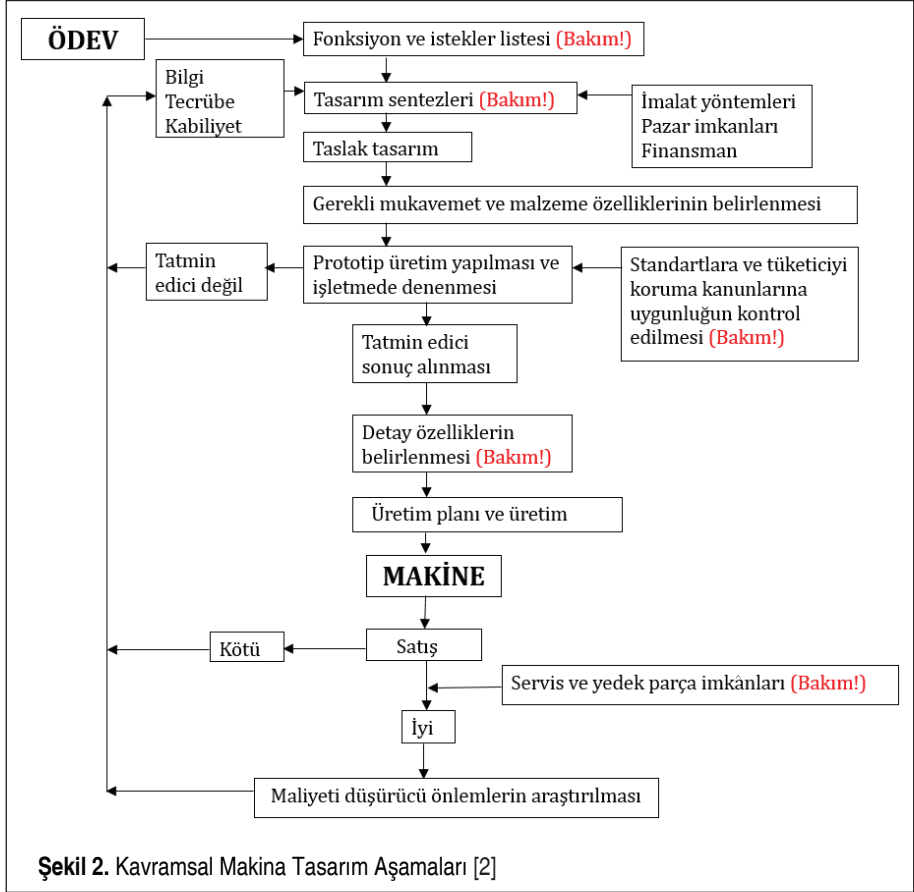
1. Ödevin belirlenmesi, istekler listesinin hazırlanması ve açıklanması,



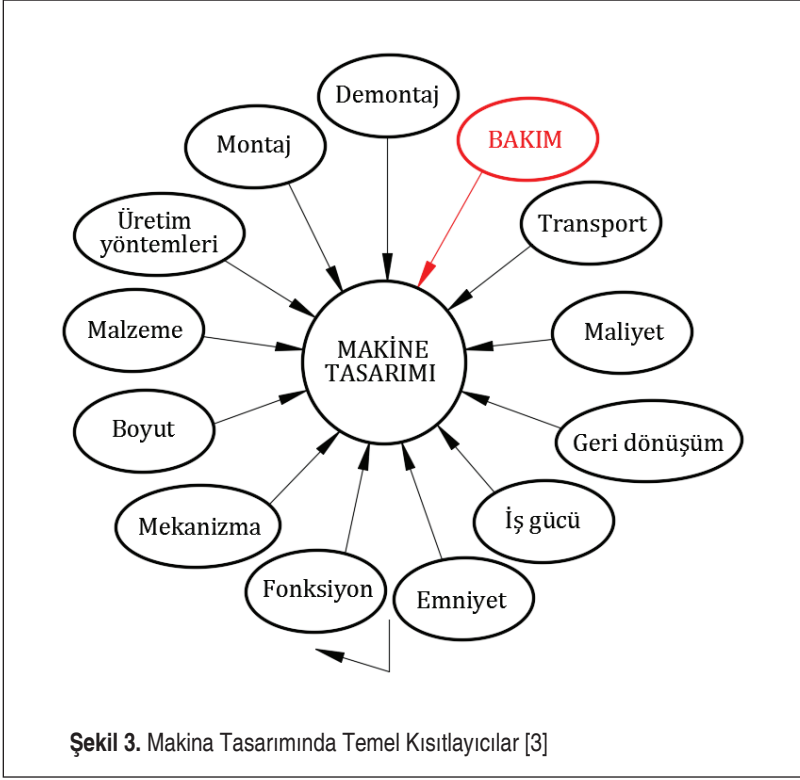
2. Çözüm önerilerinin araştırılıp değerlendirilmesi, ön hesaplamalar ve taslak tasarım,
3. Projelendirme aşamaları ve prototip üretiminin yapılp değerlendirilmesi (prototip üretim yerine günümüzde, Catia, SolidWorks gibi üç boyutlu tasarım programlarından da yararlanılmaktadır),
4. Detaylandırma ve dokümanların (hesaplamalar, teknik resimler vb.) hazırlanması,
5. Üretim planının yapılması ve üretim.

### 3. TASARIMDA KISITLAYICILAR

Kavramsal tasarım aşamalarında ürüne doğru gidilirken, makina tasarımını kısıtlayan bazı kısıtlayıcılar ile karşılaşılır. Bu kısıtlayıcılar tasarımın nihai halini belirlemede önemli rol oynarlar. Hatamura'ya [3] göre bu kısıtlayıcılar, fonksiyon, mekanizma, boyut, malzeme, üretim yöntemleri, montaj-demontaj, transport maliyet, geri dönüşüm, iş gücü, emniyet ve bakım olarak belirtilmiştir. Bu durum Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Kavramsal Makina Tasarım Aşamaları [2]

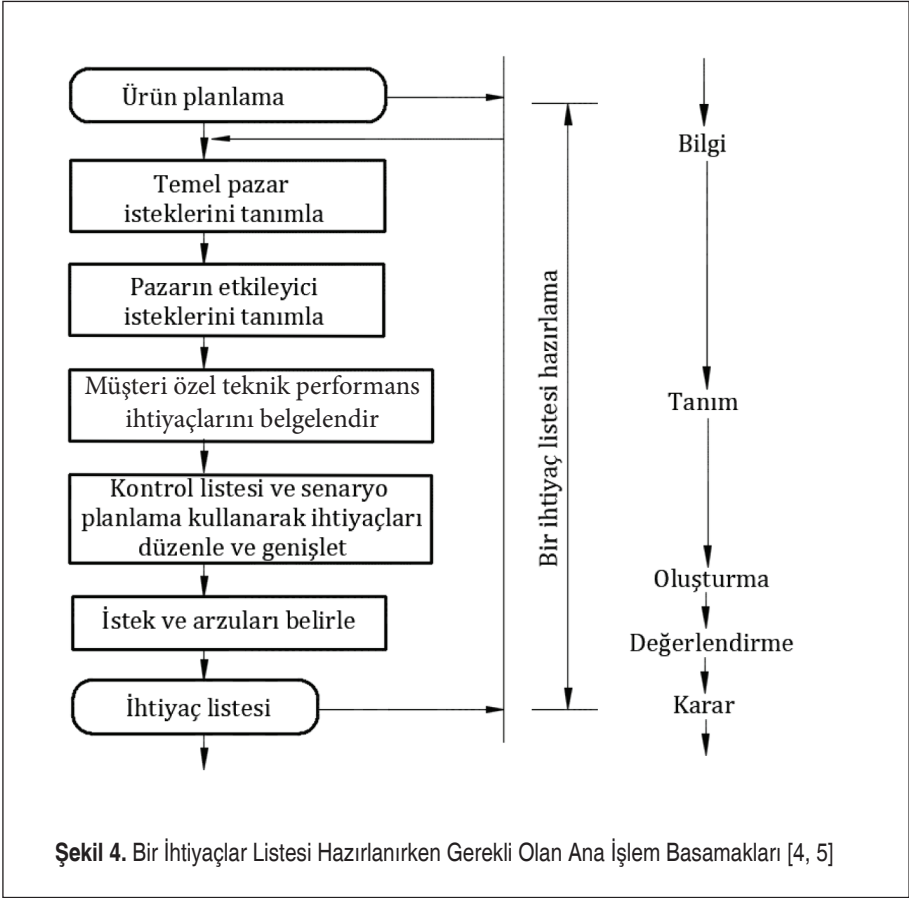


#### 4. İHTİYAÇLAR LİSTESİNİN HAZIRLANMASI

Tasarımın görev tanımı, ürünün işlev ve performansı, teslim tarihi ve maliyet bilgilerini kapsamalıdır. Tasarım fikri, dış müşteriden, ürün planlamadan, ARGE’den, kalite kontrol bölümünden veya satış-servisten ortaya çıkabilir. Tasarım aşamasında ihtiyaçlar listesi hazırlanarak, geliştirme-tasarım işlemine çalışma zemini oluşturacak ve ürüne karşılanması gereken ihtiyaçların kalıcı bir şekilde dokümantasyonu yapılmalıdır. Hazırlanan ihtiyaç listesindeki (tasarım şartnamesi) istekler, tasarım sonucu ortaya çıkan ürün tarafından karşılanmalıdır. Bir ihtiyaçlar listesi hazırlanırken gerekli olan ana işlem basamakları Şekil 4’te verilmiştir.

Ayrıca, Tablo 1’de verilen kontrol listesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Liste hazırlanırken oluşan ihtiyaçlar, istekler ve arzular olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

**İstekler:** Her şart ve durumda karşılanmalıdır. Bunları karşılamayan çözüm kabul edilemez.



Örnek: Motor gücü,  $P=50$  kW; Koruma sınıfı, IP 66 (güverte kullanımına uygun)

Asansör hızı,  $v=0,5$  m/s

Redüktör çevrim oranı,  $i=50$  vb.

**Arzular:** Mümkün olduğunda göz önünde bulundurulur. Öncelik sırasına göre tasnif edilir. Maliyet, iş gücü, pazar imkânları vb. bağlı olarak dikkate alınır.

Örnek: Elektrik motorunun dış rengi, gri

Asansör içinde müzik yayını

Redüktörün gürültüsüz ( $<80$  dB) çalışması.

**Tablo 1.** İhtiyaçlar Listesi Hazırlanırken Göz Önünde Bulundurulması Gereken Kontrol Listesi [4, 5]

Ana başlık	Örnekler
Geometri	Büyüklik, yükseklik, genişlik, çap, sayı
Kinematik	Hareket yönü, devir sayısı, ivme
Kuvvet	Kuvvet yönü, büyüklüğü, frekans, deformasyon
Enerji	Basınç, sıcaklık, ısıtma, soğutma, kapasite
Malzeme	Fiziksel ve kimyasal özellikler, yardımcı malzemeler
Sinyal	Girdi, çıktı, kontrol alet ve cihazları
Emniyet	Direkt emniyet, çevresel emniyet
Ergonomi	Yükseklik ayarı, aydınlatma, biçim
Üretim	Maksimum parça boyutu, uygun üretim yöntemi, tolerans
Kalite kontrol	Test ve ölçme imkânları, standartlara uygunluk
Montaj	Kurma, yerleştirme, temel hazırlama
Transport	Alan, taşıma şekli, ortam ve doğa koşulları
İşletim	Ses seviyesi, aşınma, çalışma ortamı (asidik, bazik)
Geri dönüşüm	Tekrar kullanım, depolama
Maliyet	Kabul edilebilir imalat maliyeti, yatırım ve yıpranma payı
İş planı	Bitiş tarihi, planlama ve kontrolü, teslim tarihi
Bakım	Servis aralıkları, denetim, değiştirme, tamirat

## 5. BAKIM İÇİM TASARIM

Tasarımı yapılan makinanın “basit bakım” yapılabilir olması gerektiği herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Ancak tasarım aşamalarında basit bakımın detaylı olarak tanımlanması gerekir. Kramer [6] tarafından bakım için üç basamaklı bir tanım aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

### 1. Beyan

Müşterinin ihtiyacı: Basit bakım

### 2. Geliştirme

Müşteri istekleri:

- Uzun bakım aralığı sağlamalıdır.
- Basit bakım olanağı sağlamalıdır.
- Öğrenilmesi kolay bakım işlemleri içermelidir.

### 3. İyileştirme



- 3.1 Uzun bakım aralığı sağlama
  - a. Bakım aralığı en az 5000 çalışma saati olsun.
  - b. Her 10000 çalışma saatinde kamlar yağlansın.
- 3.2 Basit bakım olanağı sağlama
  - a. Makina üzerinde bulunan ve bakım için kullanılan kapaklar elle kullanılan kilitlerle sabitlenebilmelidir.
  - b. Standart gres pompaları ile kolay ulaşılabilen yerlere kamlar yerleştirilmelidir.
  - c. Yağ damlalığı için boş alan bırakılmalıdır.
  - d. Kapakları tekrar kolay montaj edebilmek için merkezleme pimleri vb önlemler alınmalıdır.
- 3.3 Öğrenilmesi kolay bakım işlemlerini yapma
  - a. Makina el kitabına bakım işlemlerini anlatan ayrı bir kısım eklemelidir.
  - b. Bakım için açılması gerekli kilitleri gösteren açıklayıcı etiketler bulunmalıdır.
  - c. Belirgin oklarla bakım işlem yönleri belirtilmelidir.

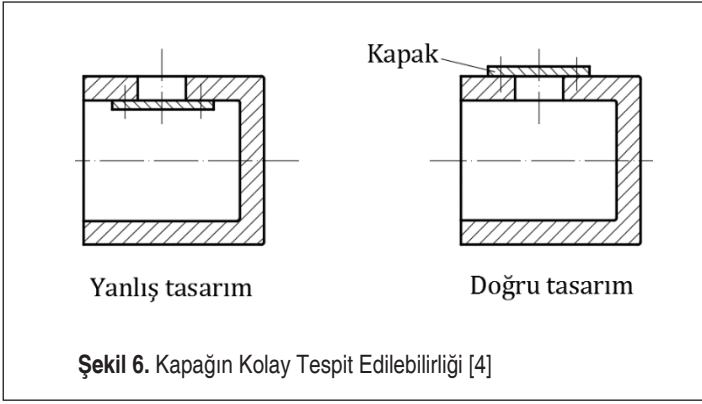
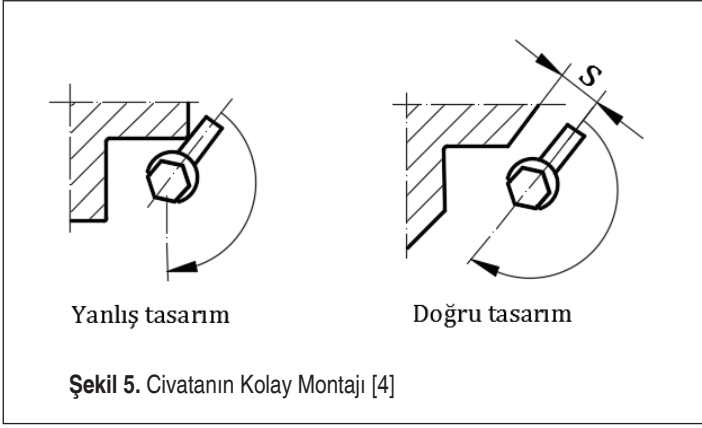
Kavramsal tasarım aşamasında servis ve denetim işini azaltabilmek için üçüncü basamak sonuçları, detaylı bir şekilde ihtiyaç listesine eklenmeli ve bakım, makinanın bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Tasarım aşamalarında alınabilecek teknik önlemlerden bazıları şunlardır:

- Basit ve az sayıda parça kullanılmalı
- Mümkün olduğunca standart parçalar kullanılmalı
- Bakım bölgesine kolay ulaşılabilmeli
- Bakım bölgesi görünür olmalı
- Montaj ve demontaja uygun olmalı
- Parçalar kolay değiştirilebilir olmalı
- Modüler, alt gruplara bölünebilen tasarımlara yönelmeli
- Bakım bölgesinin sınırları belirgin olmalıdır.

## 6. BASİT BAKIM-ONARIM İÇİN TASARIM ÖRNEKLERİ

Tasarımı yapılan sistemin montajı, demontajı ve bakımı ilave aparat, takım, zaman ve işçilik gerektirmeden rahatlıkla yapılabilir. Cıvata, somun, yağ doldurma-boşaltma tapası vb elemanlara kolayca ulaşılabilmelidir (Şekil 5).

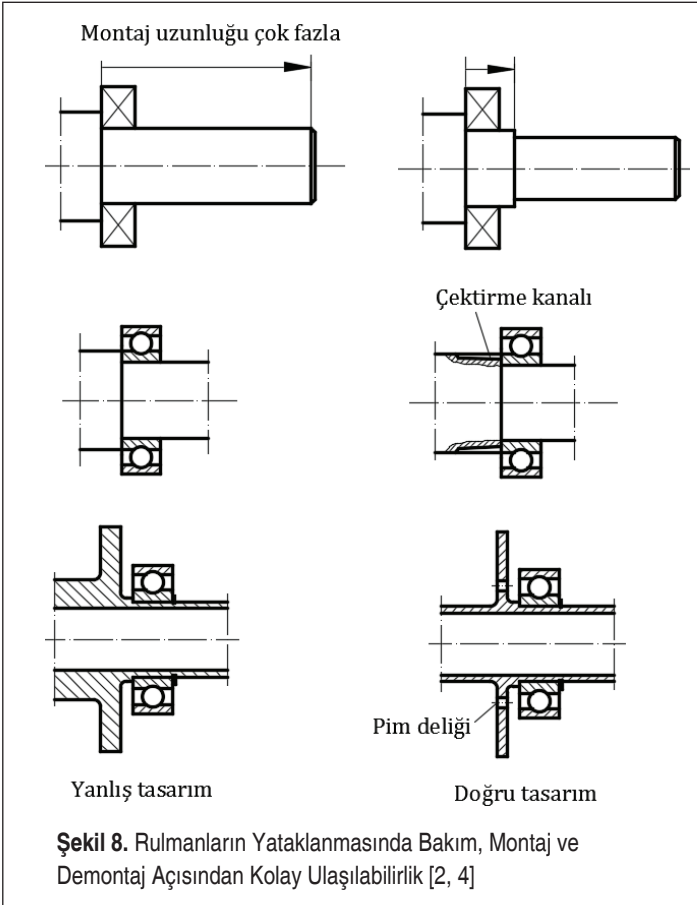
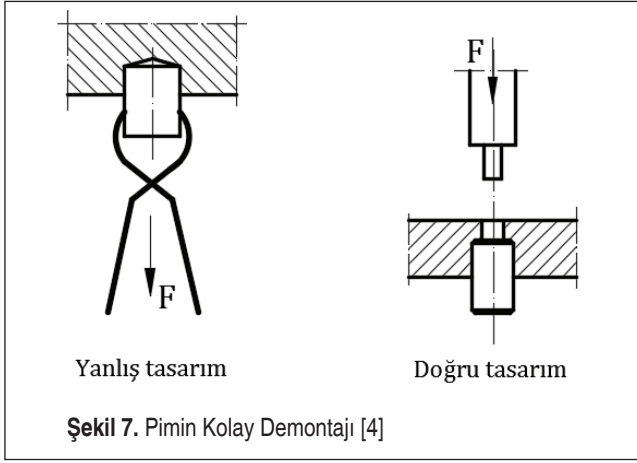
Şekil 6'da verilen tasarımında delik kanal içerisindeki kapağa ulaşmak daha zordur. Kapağı dışarı alınması ile daha rahat montaj ve bakım yapılabilir.



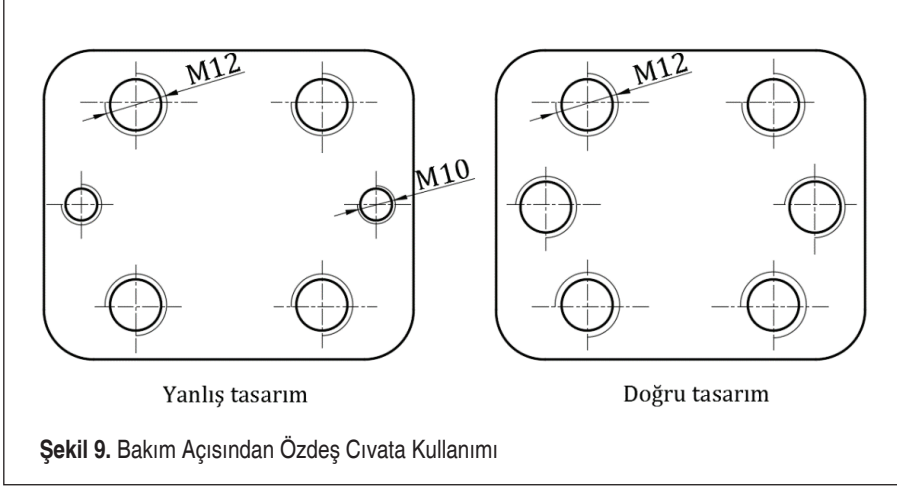
Şekil 7’de verilen pimin demontajı için fazla alana ihtiyaç vardır. Makinalar üzerinde alanın gereksiz yere büyümesi konstrüksiyonu ve maliyeti artırır. Bundan dolayı kör deliğin devamında delik karşı tarafa uzatılarak demontaj için gerekli olan kuvvet daha rahat uygulanabilir hale getirilmiştir. Dişli kutuları vb uygulamalarda büyük çoğunlukla rulman iç bileziklerinde çevre yükü oluşması nedeniyle ara veya sıkı geçme seçilir. Bu yüzden, kolay montaj-demontaj-bakım için mil ve göbek uzunlukları gereğinden fazla olmamalıdır. Uygun tolerans ve yüzey kaliteleri seçilmelidir. Rulmanların mil ve gövde üzerinden demontajını kolaylaştırmak için kanal ve delikler açılmaktadır. Şekil 8’de rulmanların kolay montaj ve demontajları için alınabilecek önlemlere ait tasarımlara yer verilmiştir.

Tasarım anında mümkün olduğunca aynı boyutlarda standart ve özdeş makina elemanları kullanılmalıdır. Tasarım aşamasında karar verilen dış açılmış delik için





aynı cıvata ve aynı anahtar kullanımı bakım ve montaj zamanını azaltır (Şekil 9). Maliyet açısından stoklarda daha az sayıda cıvata bulundurulmasını ve temin kolaylığı sağlar.



## SONUÇ

Bakım, mekanik bir sistemin gerçek halini izleme-değerlendirme, amaçlanan hali koruma veya tamir aşamalarının hepsini kapsar. Kavramsal tasarım aşamalarında, kısıtlayıcılardan bir tanesi de bakımdır. Bakım için tasarım yapılırken basit, standart ve mümkün olduğunca az sayıda parça kullanılmalı, bakım bölgesine kolay ulaşılabilmeli, bakım bölgesi görünür olmalı, sistem parçaları kolay değiştirilebilir olmalı, ana sistem mümkün olduğunca modüler ve alt sistemlere bölünebilen tasarımlar içermelidir. Bakım yapılacak bölgenin sınırları net bir şekilde belirgin olmalıdır.

## KAYNAKÇA

1. Dieter, G. E., Schmidt, L. C. 2009. Engineering Design, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, New York.
2. Şekercioğlu, T. 2015. Makine Elemanları Hesap Şekillendirme, 2. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
3. Hatamura, Y. 2006. Decision-Making in Engineering Design, Springer Verlag, Berlin.
4. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H. 2007. Engineering Design, 3<sup>rd</sup> Edition, Springer Verlag, London.
5. Börklü, H. R. 2010. Mühendislik Tasarımı Sistemik Yaklaşım, 1. Baskı, Hatiboğlu Basım ve Yayımları, Ankara.
6. Kramer, F., Kramer, M. 1997. Bausteine der Unternehmensführung, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin.