

TASARIM VE ÜRETİLEBİLİRLİK

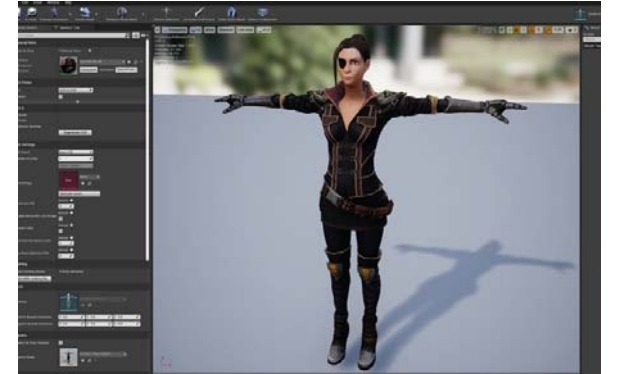
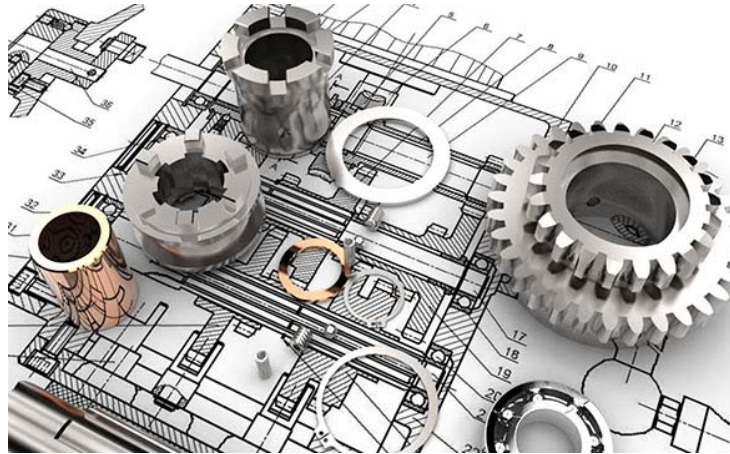
DR. BAHATTİN YILMAZ

bahattinyilmaz@gazi.edu.tr



TASARIM

- Tasarım yaratma, var etme, oluşturma süreçlerinin ilk adımıdır.
- Yaratıcı işlevi olan tüm meslek dallarının başlangıç noktasını oluşturur.



TASARIM

Doğru malzemeyi seçmek, işlevsel ve estetik gereksinimleri karşılayacak düzeyde ve üretim yöntemlerinin elverdiği ölçüde şekil vermek



Bir planın ya da bir nesnenin bir inşa süreci içinde (mimarî çizimler, mühendislik çizimleri, iş süreci vb.) meydana getirilmesi



İşlev, üretim ve pazarlama verilerini ortaya çıkaran alanların yarattığı değerleri barıştırma (reconciliation) sanatıdır."

Herhangi bir eylemi, istenilen ve öngörülebilir bir sona yönelik olarak planlama ve modelleme



Uzmanlar Ne demiş?

Elizabeth Adams Hurwitz ; Gerekli olanın araştırılması

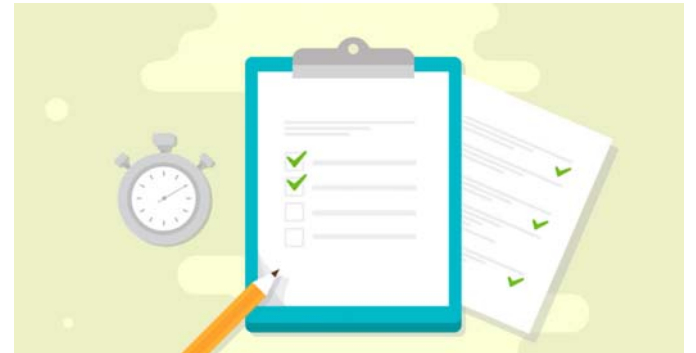
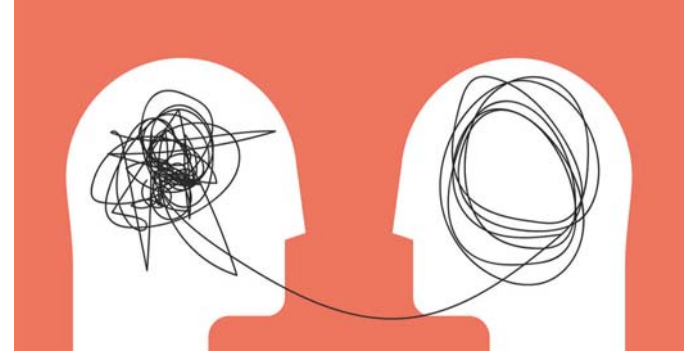
Robert Gillam Scott; Ne zaman tanımlanmış bir amaç için bir şey yapıyorsak, o zaman tasarlıyoruz.

Ivan Chermayeff; tasarımın zeka ve sanatsal yeteneğin ortak bir ürünüdür.

TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME

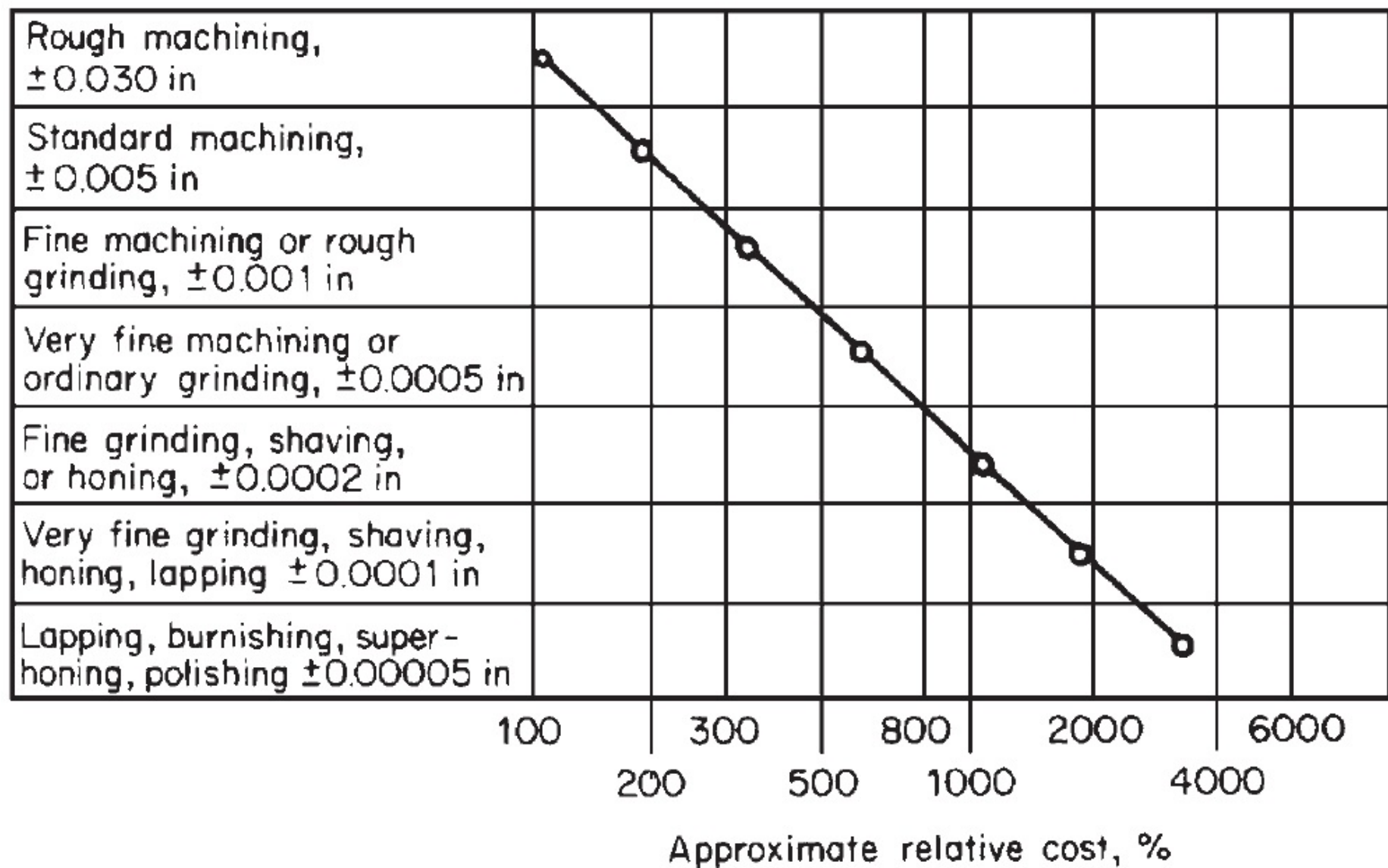
İlgili canlı ihtiyaçlarını anlayarak, sorunu insan merkezli yollarla problemlerin çözümüne yönelik bir tasarım metodolojisidir.

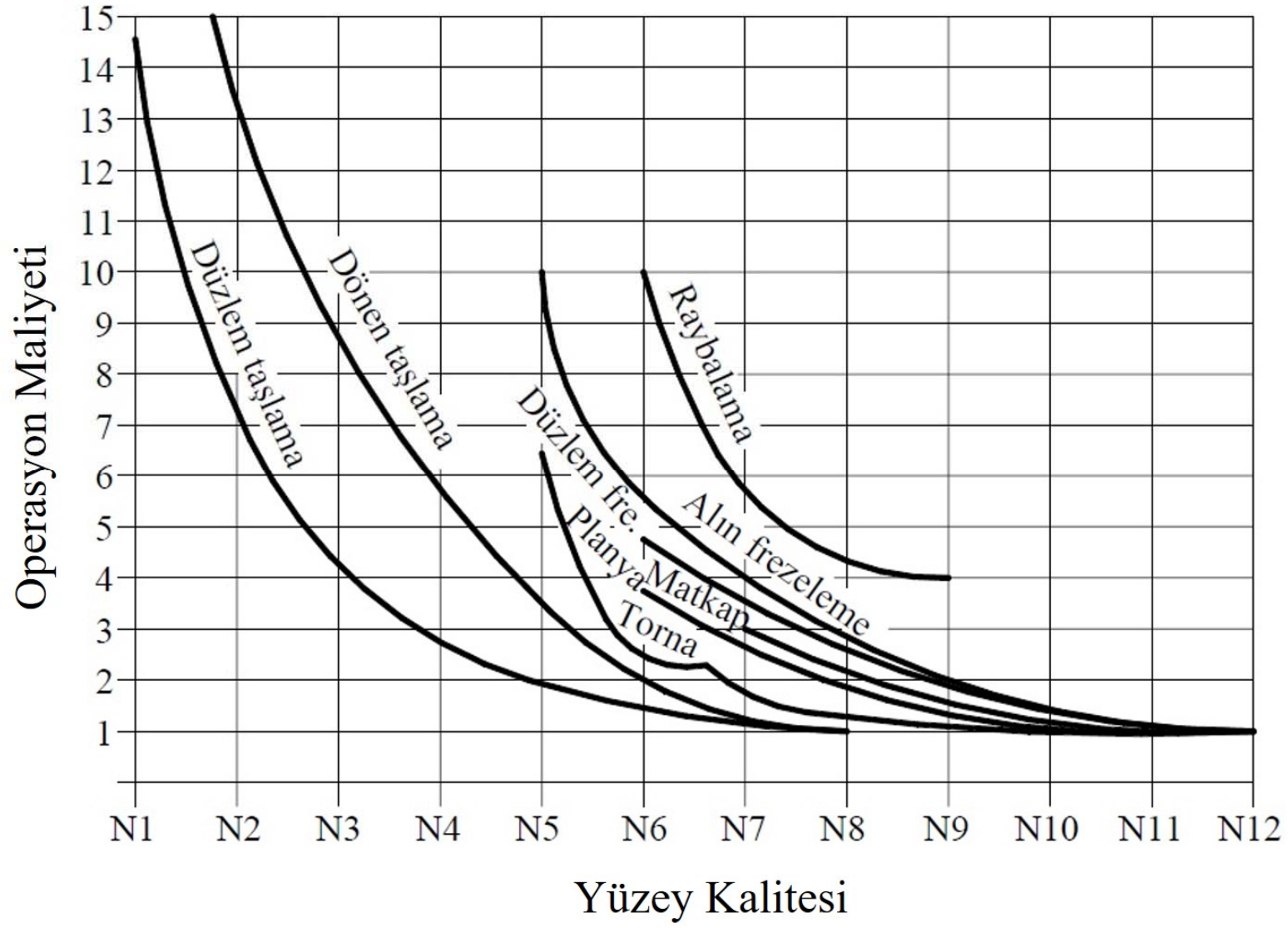
- Empati : Kullanıcıyı anlamak
- Tanım : Problemi tanımlamak
- Fikir Üretme: Fikir hem yakıt hem de kaynak
- Prototip : Fikirlerin hayat bulması
- Test : Pratikte her şey yolunda mı?



EKONOMİK TASARIMIN TEMEL PRENSİPLERİ

- **Basitlik** : Hızlı üretim, Yüksek güvenlik, Kolay bakım
- **Standart Parçaların Kullanımı**: Seri Üretim, Basit envanter yönetimi, Kolay satın alma, Üretim döngüsü hızlanır
- **Ürüne Yönelik Standartlaşmış Tasarım**: Süreç kontrolü basitleşir, Operatör eğitimi kolaylaşır, Ekipman yatırımı düşer
- **Uygun Toleranslar**: Üretim süreci hızlanır, Takım ve malzeme sarfiyatı azalır, Ürün maliyetleri düşer





- **İdeal Malzeme:** Kolay işlenebilirlik, Düşük maliyet, Hızlı üretim, Kolay yedek parça üretimi
- **Üretim odaklı ekip çalışması:** Üretim zorluklarını ortadan kaldırır, tasarımın sonuca hızlı ulaşmasını sağlar.
- **İkincil işlemlerden kaçınma:** İkincil işlem maliyetleri azalır, üretim süreci hızlanır
- **Üretim seviyesine uygun tasarım:** Karlılığı belirler, işçilik ve üretim maliyetlerini sınırlandırır
- **Üretim Yöntemlerinin karakterlerini kullanma:** İşlem sayısını azaltır, ürünü basitleştirir
- **Süreç kısıtlamalarından kaçınmak:** Daha kolay ve hızlı yolların bulunmasını mümkün kılar

MAKİNE TASARIMI

Bir makinenin meydana gelmesi, kabaca, **makineyi hayal etme**, **taslak şekli çizme**, **elemanlarını yerleştirme**, **mekanizmanın çalışmasını sağlama**, **elemanları boyutlandırma**, **montaj resimlerini çizme**, **yapım resimlerini çizme**, **prototip makinenin üretimini yapıp deneme yapma** ve **yapımına karar verilen makinenin üretimini yapma** safhalarından geçer. Üretim safhasına kadar olan tüm işlemler tasarım olarak adlandırılır.



MAKİNE TASARIM AŞAMALARI

Fonksiyonun Belirlenmesi

- Fonksiyon, yapılacak makinenin çalışması esnasında yapması gereken iştir. Tasarım esnasında çözülmesi gereken ilk iş budur. Yapılacak makinenin yapacağı iş tam ve kesin belirlenmelidir.

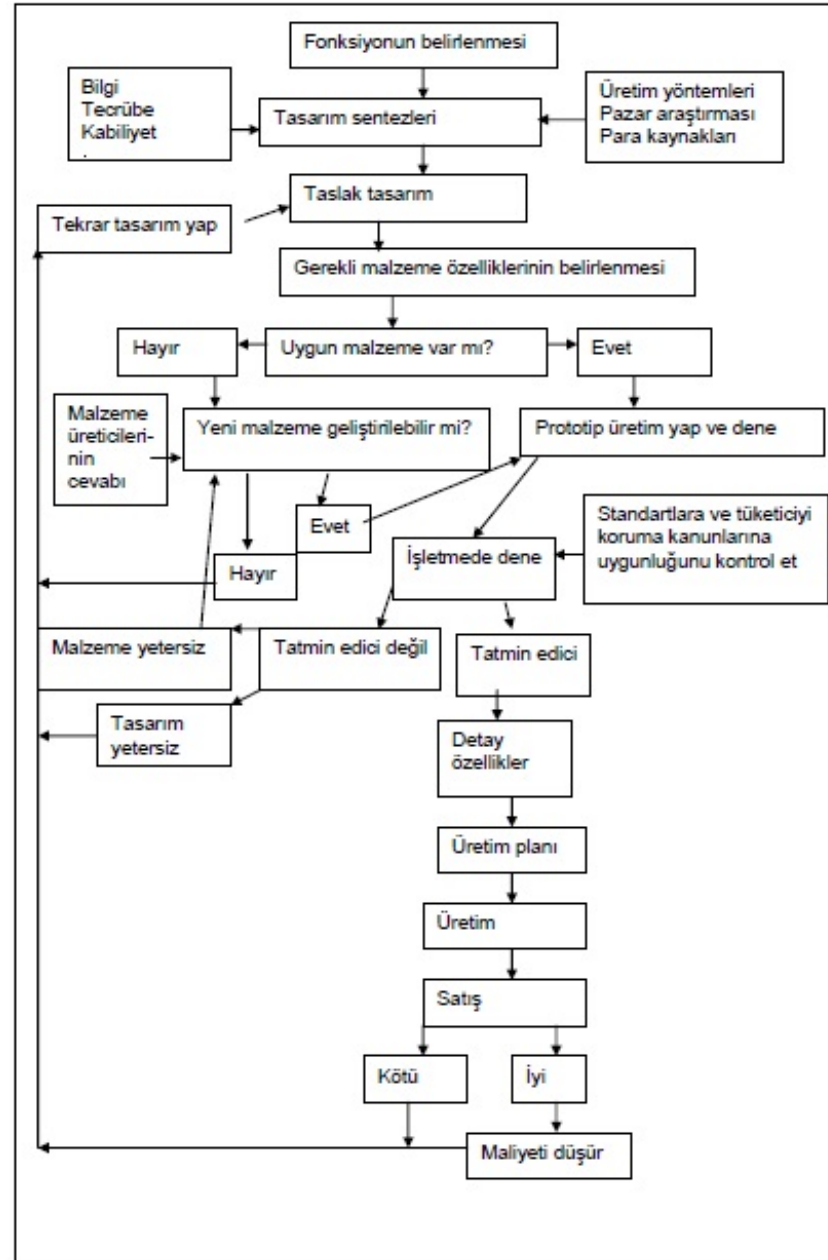
Tasarım Sentezleri

- Makinenin yapacağı işi yerine getirebilmesi için temel fikirleri bir araya getirmektir. Tasarımın bu safhası, buluş kabiliyeti gerektirdiğinden zordur. İstenen fonksiyonu yerine getirebilecek sonsuz sayıda sistem geliştirilebileceği için bu safhada karar vermek ve son noktayı koymak, önemli bilgi birikimi ve tecrübe ister.

Taslak Tasarım Yapma, Malzeme Seçimi ve Analiz Yapma

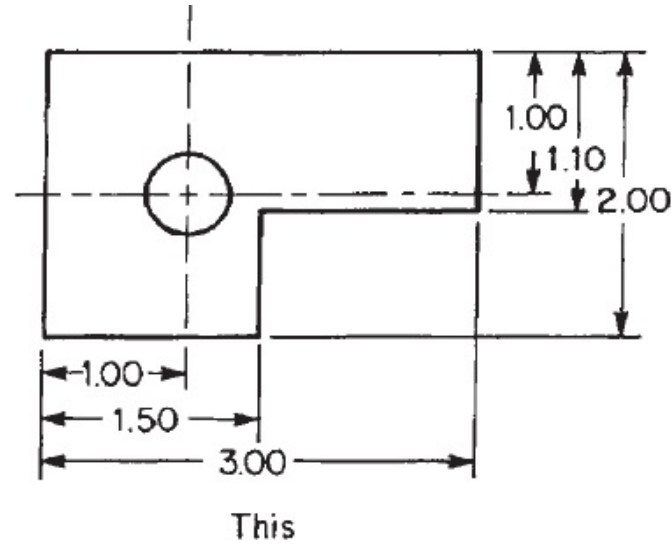
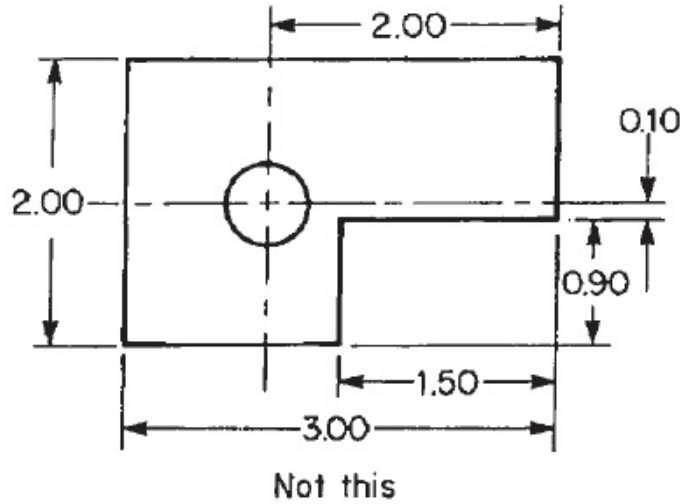
- Tasarımcı, malzeme seçimini, üretim metodunu, boyutları, toleransları vs. bu safhada belirler. Bu safha, sentezleme safhasından daha az buluş kabiliyeti istediğinden, daha kolaydır; fakat daha fazla teknik tecrübe gerektirir. Tasarımcının kullanabileceği, gerilme formülleri, malzeme özellikleri, üretim metotları gibi bilgi birikimi gerektirir. Bu safhada, işlemlerin verimliliği, faydalılığı sıraya konmalıdır. Seçilen malzeme ve işlemler, çok iyi, iyi, zayıf gibi tercihler konulmalıdır.

Tatmin edici bir tasarıma ulaşıldığında, analiz yapmak uygun olur. Eğer tasarım iyi ise imalata geçilebilir. Çoğu zaman yapılan tasarım, prototip üretimden sonra, geliştirilmeye gerek duyar.

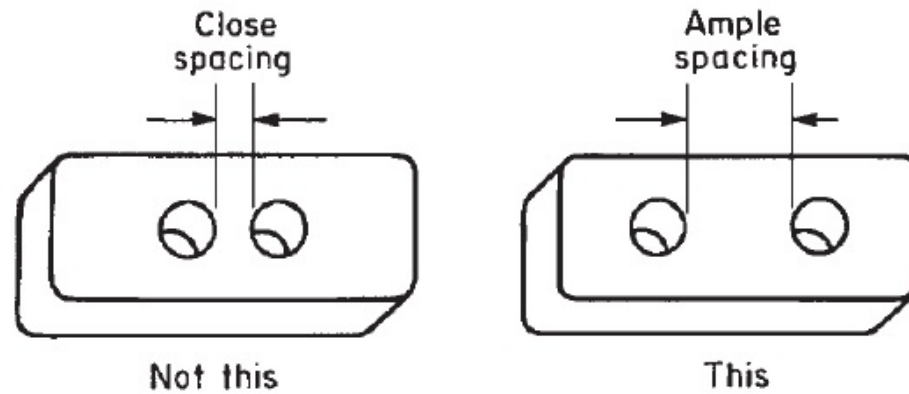


Genel Tasarım Kuralları

- Tasarımı basitleştirin ve gerekli **parça sayısını azaltılmalı**.
- Tasarımda düşük işçilik maliyetlerine sahip operasyonları seçilmeli.
- İmalattan istenilen unsurlar **net bir şekilde belirtilmeli**. Yoruma kapalı olmalı.
- Ölçüler gelişigüzel değil parça üzerinde **bilinen noktalardan** yapılmalıdır.
- Toleransların ve verilerin kolay anlaşılması için **ölçülendirmede referans (eksen) çizgileri** kullanılmalı.

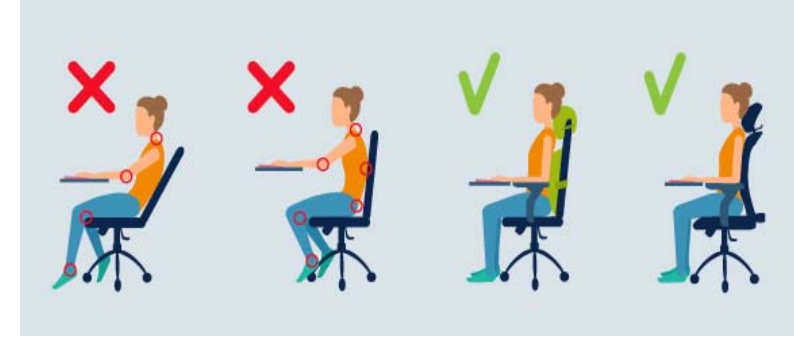


- İşlevsellik ve dayanıklılık ikinci plana atılmadan **hafif tasarımlar** yapılmalı.
- Tasarım yapılırken **standart takımların** kullanımına özen gösterilmeli.
- Tasarımda **keskin köşelerden kaçınılmalı**, yuvarlatmalara yer verilmeli.
(talaşlı imalatta kesişen yüzeyler ve toz preslerde zimba-kalıp duvarı istisna)
- Parçanın üretimde **tek bağlama ile mümkün olan en çok işlem** yapılmalı.
- Döküm, kalıplanmış ve toz metalürjisi ile üretimlerde **ayrım çizgilerinden** kaçınılmalı
- Kalıplı işlemlerde **parça et kalınlıklarının aynı** olmasına özen gösterilmeli.
- Tasarımda bulunan **delikler çok yakın olmamalı** için yeterli mesafeler verilmeli.



TASARIMDA ERGONOMİ

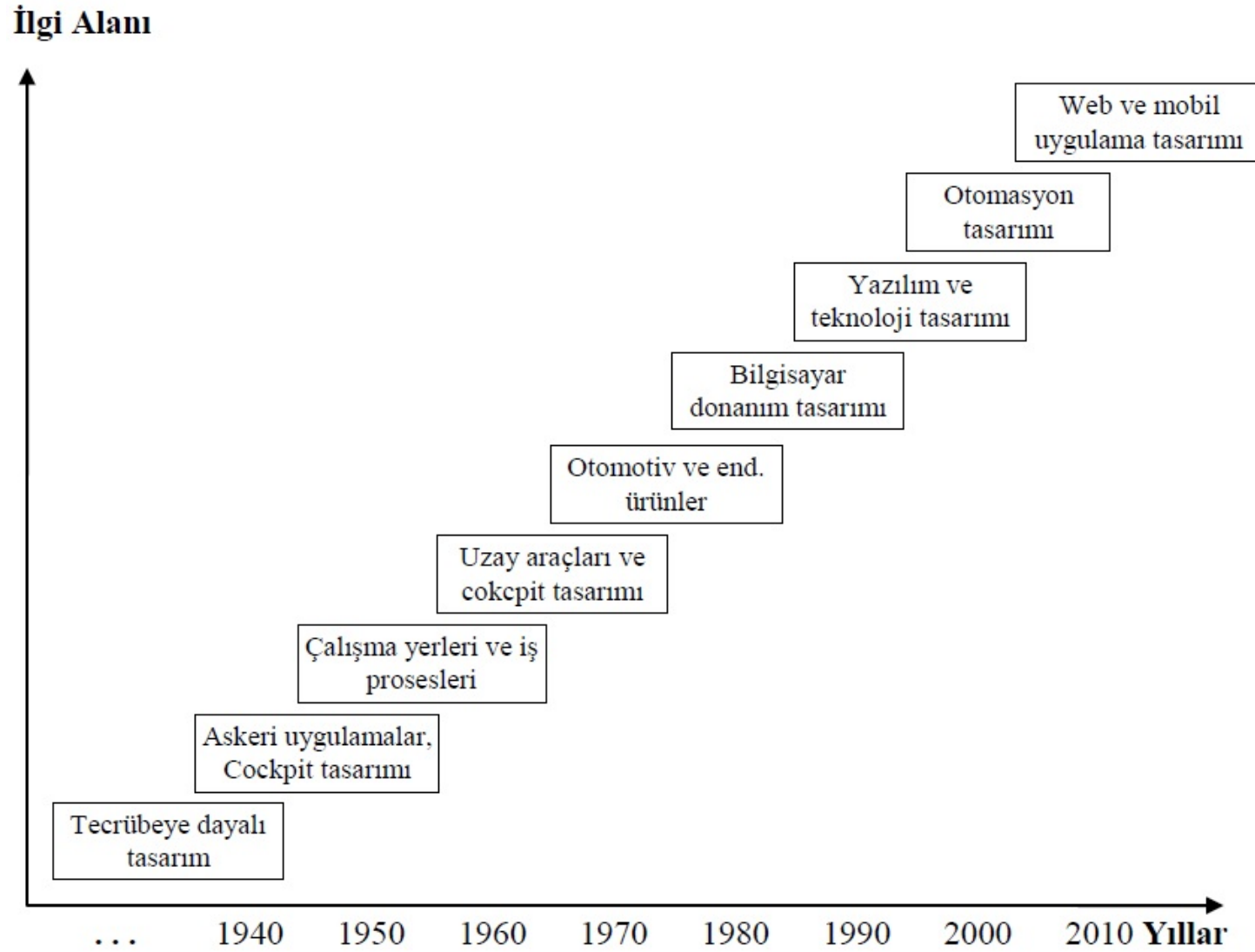
- Tasarım **insanın insan için geliştirdiği** bir süreçtir.
- Tasarımda insan olgusu **TEMEL HEDEFİ** oluşturur.



- *Kore savaşı sırasında eğitim uçuşları esnasında ölen Amerikalı pilotların sayısı, savaşta ölen pilotlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Uçak kabinlerinin tasarımıda ERGONOMİ çalışmaları başlamıştır.*
- **Ergonomi** insan, nesne ve sistem arasındaki etkileşim ile ilgilenen bir bilim dalıdır.

- Ergonomik tasarımın *amacı*, sistem, ürün, iş ve çevrenin, *insanın* fiziksel ve zihinsel kabiliyetlerine uygunluğunu sağlamaktır.
- Ergonomik 20 yy da insanın işe adaptasyonunu konu alırken günümüzde işin insana adaptasyonunu inceler.
- Ergonomi'yi, ürün, çalışma yeri ve sistemlerin tasarımında insan odaklılığı esas aldığından, bir yaklaşım veya bir felsefe olarak görmek ve *insan için tasarım (design for people)* olarak adlandırmak mümkündür.





Şekil 1. Ergonomi'nin Tarihsel Gelişimi ve Değişen İlgi Alanı

Basit olarak Ergonomiyi **insan ile kullandığı nesne ve iş gördüğü çevre arasındaki etkileşimi** inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlamak mümkündür.

ERGONOMİ NEDİR?



Ergonomi;

- verimli, emniyetli, rahat ve **etkin bir kullanım sağlamak** amacıyla,
- alet, makine, sistem, görev, iş ve çevrenin **en iyi şekilde tasarımı** için,
- **insan** davranışı, kabiliyetleri, sınırları ve diğer karakteristikleri **ile ilgili bilgileri keşfeder** ve uygular.



Ergonomiyi üç ayrı açıdan değerlendirmek mümkündür.

İlgi alanı : İnsan ve onun ürün, nesne, sistem ve çevre ile olan etkileşimi.

Amaç : İnsanın rahatlık, sağlık ve güvenliği ile birlikte sistemin performansını da arttırmak.

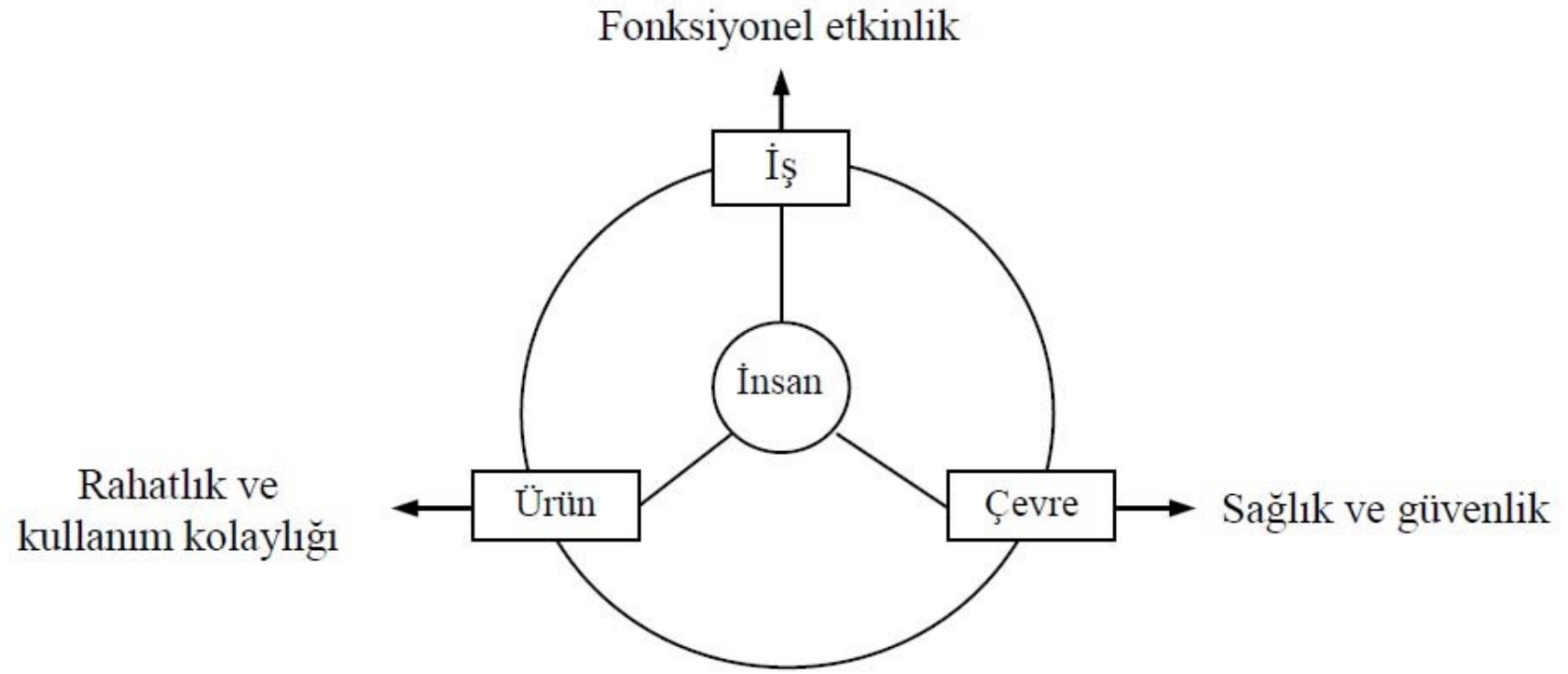
Yaklaşım : Tasarımda insan karakteristiklerinin (yetenek ve sınırlarının) sistematik kullanımı.

Ergonominin ne denli başarıya ulaştığını ortaya koyan hususlar ise;

Fonksiyonel etkinlik (verimlilik, iş performansı vs.)

Kullanım rahatlığı

Sağlık, güvenlik ve huzur



Şekil 2. Ergonomi'nin İlgi Alanı ve Amaçları

Ergonomi uzmanları, tasarım prosesinde genel olarak aşağıdaki işlerin yapılmasından **sorumludurlar**:

- Sistemin bütünlüğü içerisinde kullanıcının özelliklerini, gereksinimlerini ve işlevini belirleyerek analiz etmek.
- Alternatif tasarım seçeneklerinin önermek ve değerlendirmek.
- Prototip tasarımın veya uygulamaya konan tasarımın öğelerini ergonomik açıdan değerlendirmek ve geliştirmek.

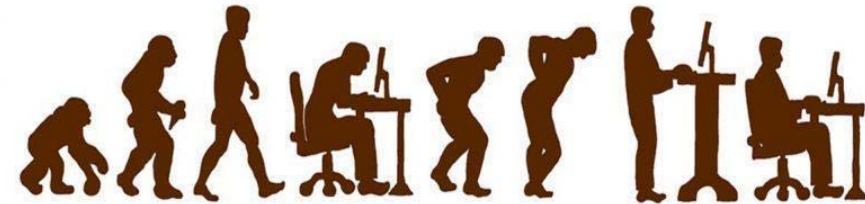


Ergonomistin tasarım sürecindeki **görevlerini** biraz daha spesifikleştirirsek, bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Potansiyel kullanıcı popülasyonlarının karakterize edilmesi. (kabiliyetler, özellikler, gereksinimler v.s.)
- Sınır şartlarının tespiti.
- İş çevresinin tanımlanması. (fiziksel, bilişsel, organizasyonel, sosyal v.s.)
- Kullanıcı veya donanım/yazılım tarafından yapılacak işlerin tanımlanması ve analizi.
- Kullanıcının uzmanlık seviyesine göre sistemin yapılandırılması ve yardımcı materyallerin tasarımı.

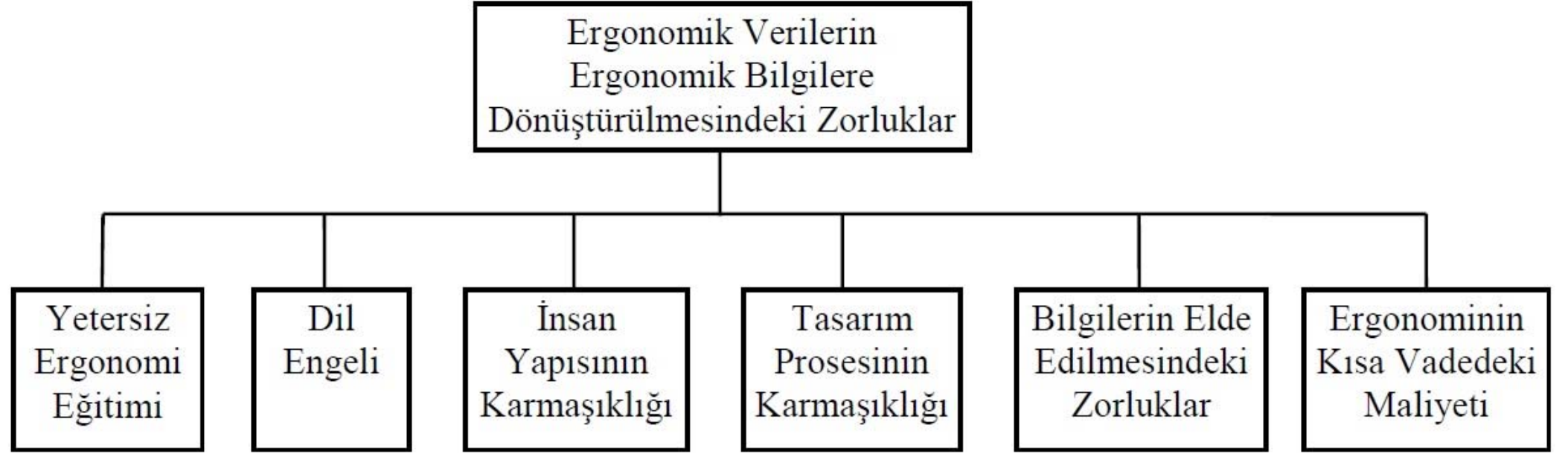


ERGONOMİ



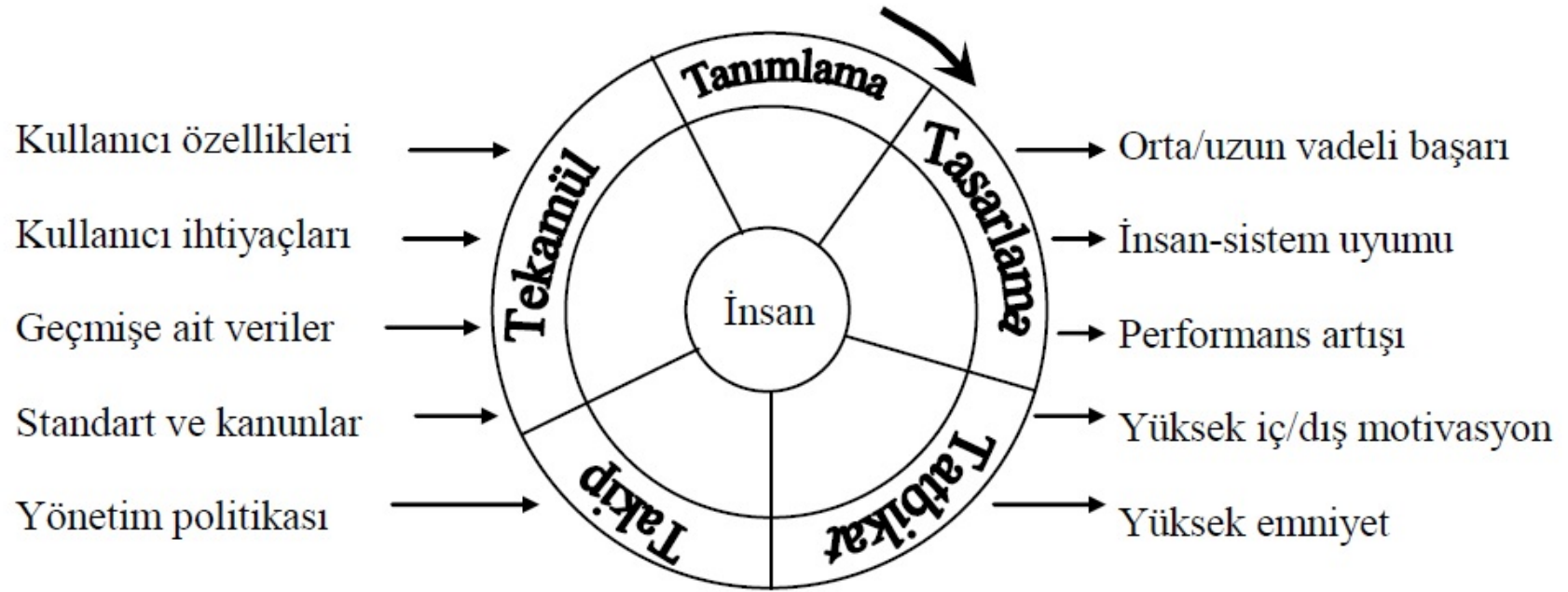
Tablo 2. Ergonomi'nin Tasarım Sürecindeki Görevleri ve Kullandığı Metotlar

Aşamalar (5T)	Ergonomi'nin Görevi	Kullanılan Metot
Tanımlama	Kullanıcı grubunun tanımlanması ve analizi	Ergonomik tasarım kılavuzları
Tasarlama	Sistemin öğelerinin belirlenmesi ve kullanıcının görevlerinin tanımlanması	Ergonomik tasarım kılavuzları
Tatbikat	Kullanıcı ile uyumsuzlukların tespiti ve düzeltilmesi	Lab. çalışmaları Kullanıcı testleri
Takip	Sistemin kalitesinin ergonomik açıdan izlenmesi ve veri/bilgi toplama Sistemin, kullanıcı açısından performansını ölçme ve değerlendirme	Alan çalışmaları Kullanıcı testleri
Tekamül	Sistemin kullanıcı uyumunun ve performansının geliştirilmesi	Kullanıcı testleri Alan çalışmaları Lab. çalışmaları



Şekil 3. Ergonomik Verilerin Ergonomik Bilgilere Dönüştürülmesinde Zorluklar

Ergonomi değişen insanı gereksinimler nedeni ile **dinamik bir sistemdir**. Ergonomik tasarım sürecinin **girdi – çıktıları** şekilde gösterilmiştir.

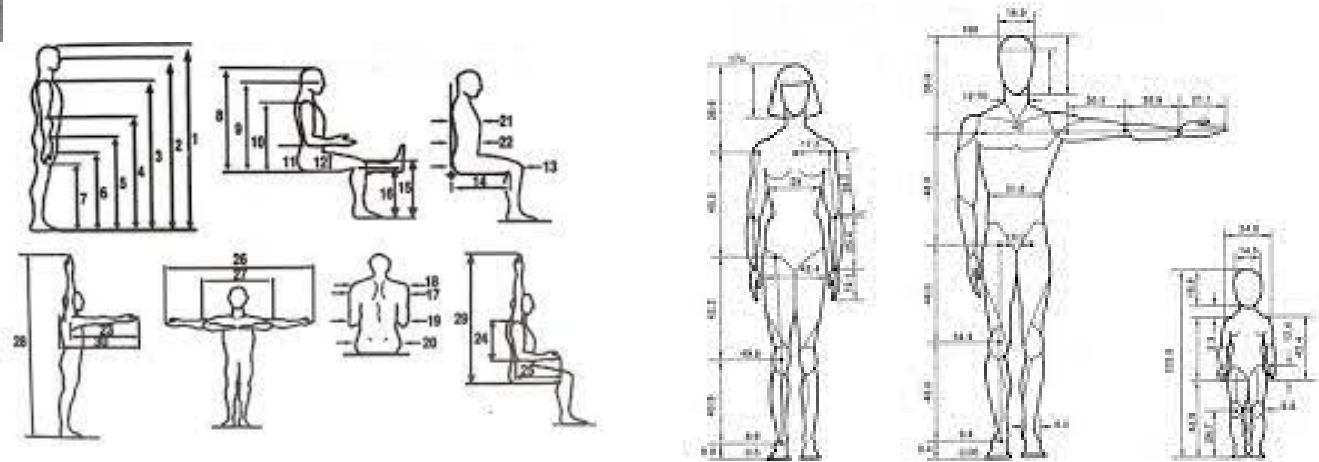
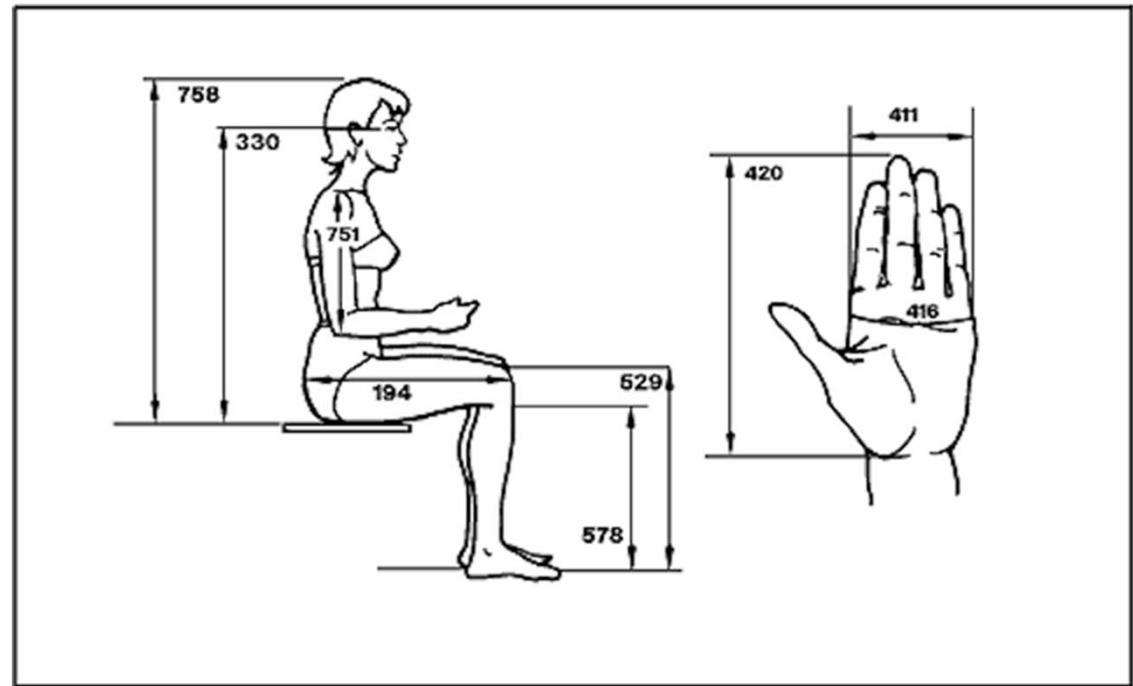
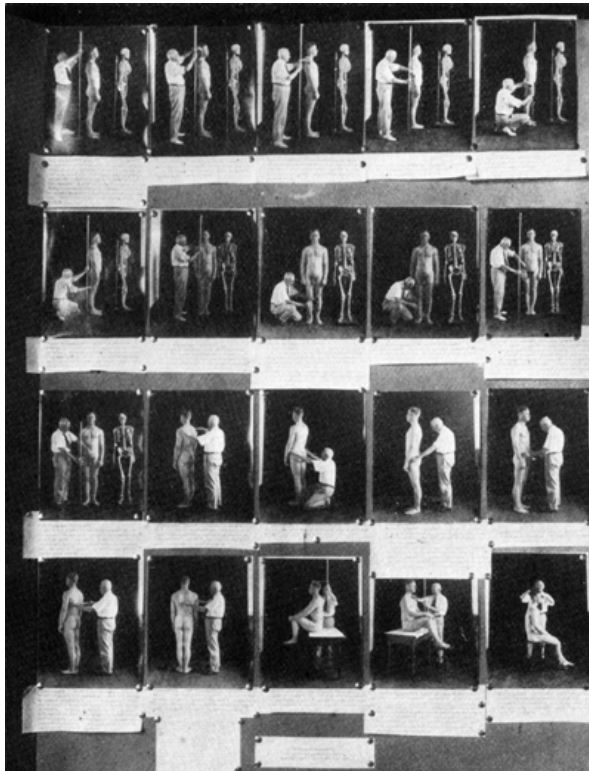


ANTROPOMETRİ

Antropometri, insan vücudunun **ölçüleri** ile ilgilenen bir tekniktir. Yunanca anthropo (insan) ve metrikos (ölçme) sözcüklerinden türetilmiştir.

Antropometri bilimi, bireyler veya gruplar arasında, **anatomi, coğrafi bölge ve meslek grupları** gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanan farklılıkları ve benzerlikleri saptayarak daha **geniş bir insan kitlesine uygun tasarımlar yapma** imkânı sağlar.

Bu tasarımlar için belirlediği **vücut ölçüleri** arasında, vücut hareketsiz ve belirli bir standart pozisyondayken alınan yapısal vücut ölçüleri ve vücut hareket halindeyken alınan fonksiyonel vücut ölçüleri bulunur.



Antropometrik ölçümlerin standartlaştırılması amacıyla bazı referans noktaları belirlenmiştir:

Yedinci boyun omuru (cervicale noktası)	Şakaklar
Ense kökü	Alt çene ucu(gnathion)
Yan boyun başlangıcı	Ön boyun üstü
Omuz başı (acromion noktası)	Ön boyun altı
Omuz ortası	Bel çizgisi
Arka kol başlangıcı (triceps)	Kalça çizgisi
Maksimum pazu kesiti	Dizkapağı üstü
Dirsek (olecranon)	Dizkapağı altı
Bilek kesiti	Ayak bileği kesiti(malleolus)
El başlangıcı	Ayak tabanı
Başparmak başlangıcı	Tepe noktası(vertex)
Kasların simetri merkezi	Göğüs çizgisi

Yapısal vücut ölçüleri

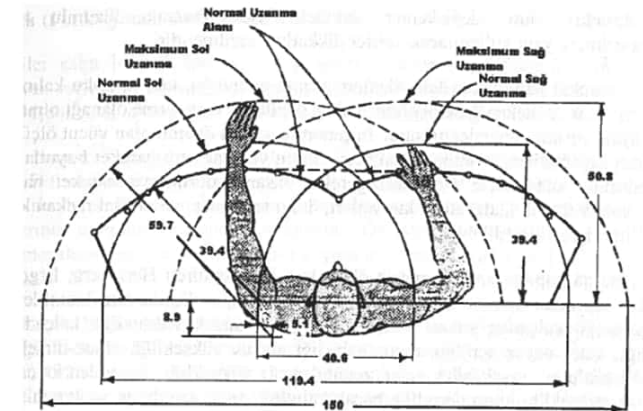
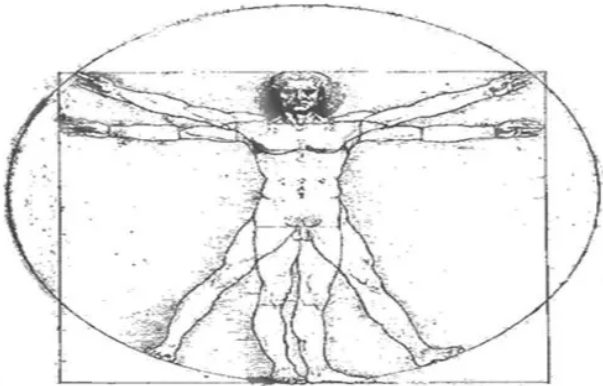
Vücudun, ayakta ve oturarak belirli standart duruşlarında elde edilen değerlerdir.

- *Yükseklikler* : Ayaktayken yerden, otururken oturma yüzeyinden ilgili vücut noktasına kadar olan uzunluklardır. Dikey düzlemde ölçülürler.
- *Genişlikler* : Yatay ve enine çaplardır. Dikey düzlemde ölçülürler.
- *Derinlikler* : Yatay ve dikine çaplardır. Yanal düzlemde ölçülürler.
- *Uzunluklar* : Herhangi bir vücut kısmının uzun eksenini boyunca ölçülen değerdir.
- *Çevresel uz.* : Bir vücut parçasının kendisiyle aynı düzlemdeki çevresidir.
- *Eğrisel uz.*
- *Düşüklükler* : Boyun, göğüs, bel ve kalça arasındaki mesafelerdir.
- *Kalınlıklar*
- *Çıkıntılar* : Bir vücut bileşeninin ucunun bileşenin başlangıcına olan uzaklığıdır.

Fonksiyonel vücut ölçüleri

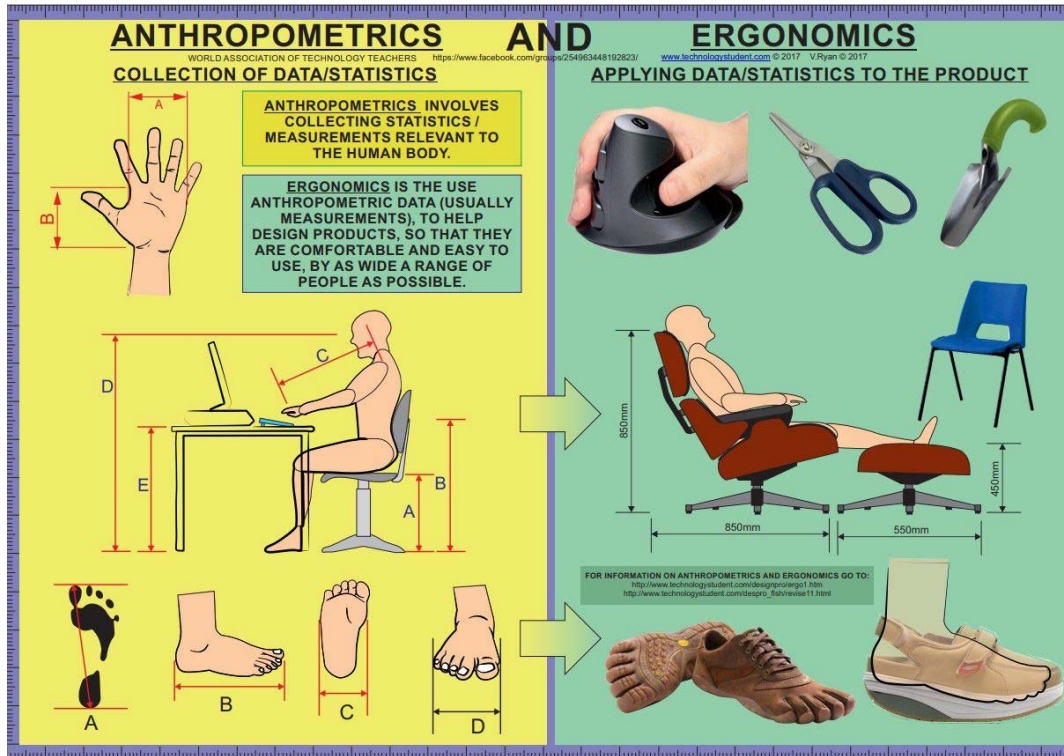
Vücutun, sabit bir noktaya göre; eğilme, dönme, uzanma gibi hareketlerle **ulaşabileceği maksimum mesafeleri** ölçmek ve **işin rahat yapılması için gerekli olan çevresel faktörlerin** uzaklıklarını belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerdir.

Yapısal vücut ölçümlerine **statik antropometri** adı verilirken, fonksiyonel vücut ölçülerinin diğer adı da **dinamik antropometridir**.



Ergonomi Arasındaki Fark ve İlişkisi Nedir?

Antropometri, bireylerin vücut ölçülerini belirlemektedir. Ergonomi ise incelenmiş olan **bu vücut ölçülerinin çevre ve makineler ile uyumunu inceler**. Bundan dolayı Ergonomi ve Antropometri birbiri ile ilişki olan inceleme alanlarıdır.



TASARIMDA BİYOMİMİKRİ

- Biyomimikri (veya biyomimetik); insan problemleri ve ihtiyaçları için **doğadan ilham** alarak ya da **doğayı taklit ederek** tasarım yapma temeline dayalı, çözüm üreten bir yaklaşımdır.
- Biyomimikri; sürdürülebilir çözümler arayan bir inovasyondur.

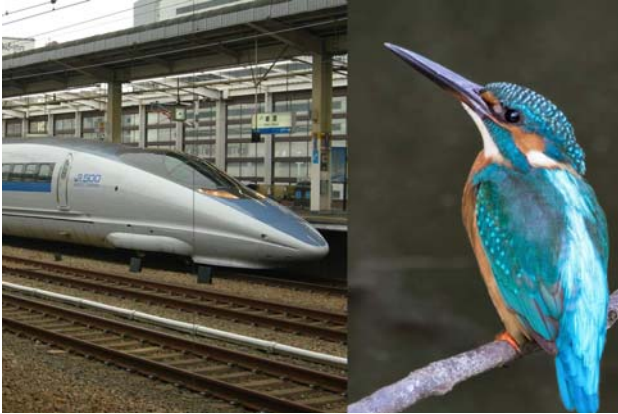
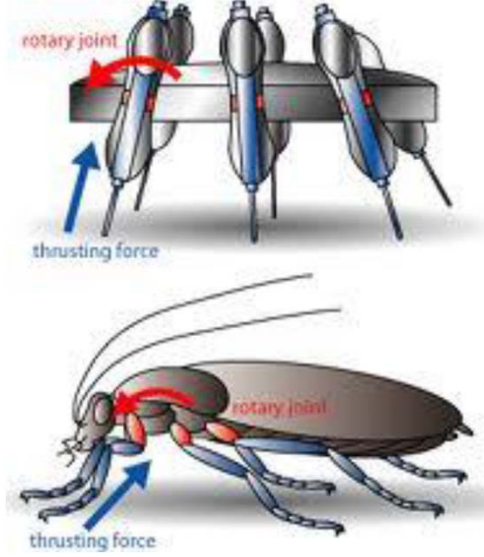
DOĞA TÜKETMEYE DAYALI BİR
EKOSİSTEM DEĞİLDİR...



- Benyus(1997)' göre

"Biyomimikri, doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum süreçlerini ve elementlerini inceleyen ve elde ettiği bilgilerden taklit ederek ya da yaratıcı ilham olarak yararlanan, problem çözmeye yönelik yeni bir bilimdir."

Amacı zaten **çok iyi çözümler** üretmiş olan hayvanlar, bitkiler ve organizmaları (doğayı) inceleyerek zaten **üretmiş oldukları çözüm yöntemlerini taklit etmektir.**



Biyomimikriyi temel alan tasarımlarda doğanın, **en az kaynak** kullanımı ile **en iyi sistemi oluşturma** çabası taklit edilir.

Doğanın insan ihtiyaçlarına cevap verme şeklini model alan **biyomimikri**; sanat, teknoloji, enerji, ulaşım, mimari, yapay zekâ, nanoteknoloji, robotik, endüstri, askeri araştırmalar gibi **birçok farklı alanda kullanılabilir**.



<https://biomimicry.org/>



Örnek

Kutup ayısı kürkünün bir amacı kutup ayısını sıcak tutmaktır. Daha teknik bir ifadeyle, ayının kürkünün işlevi ısıyı yalıtımak veya ısıyı korumaktır.

Bu nedenle, kutup ayısının kürkü bir yalıtım stratejisidir, ancak daha spesifik olarak, kutup ayısının kürkünün özellikleri onu özellikle iyi yalıtım yapan şeydir. Kutup ayısı kürkünün nasıl çalıştığını incelemek, dış giyim, binalar veya diğer uygulamalar gibi insan ihtiyaçları için daha iyi yalıtımın geliştirilmesine yol açabilir.

Biyofilik tasarım (iklime duyarlı mekan tasarımı): Doğal malzemeler, doğal havalandırma, doğal aydınlatma doğadan ilham alan şekil ve formları modern yapılı çevreye dahil etmeyi içeren yapı tasarım ilkeleridir.



Biyomorfik tasarım: Doğayı ve canlı organizmaları anımsatan doğal olarak oluşan desenler veya şekiller üzerinde sanatsal tasarım öğelerini modeller.



ÜRETİME YÖNELİK TASARIM

Üretim için Tasarım (DFM), üretim sürecini (parça üretimi, montaj, setup, bakım, ergonomi, servis, yedek parça vb.)

- kolaylaştırmak ve hızlandırmak
- hataları azaltmak
- hata yapılmasını engellemek
- iş güvenliği risklerini azaltmak
- maliyetleri (işçilik, hammadde, enerji, sarf malzeme vb.) düşürmek

için ürünün tasarım aşamasında uygulanan mühendislik çalışmalarının tümüdür.

Hedef, bu bakış açısıyla her ürünün bir önceki üründen daha iyi olmasını sağlamaktır.



Üretim için tasarım(DFM), üretilebilirlik tasarımı olarak da bilinir, bir parçanın veya ürünün tasarımını optimize etmeyi amaçlayan bir süreçtir, nihai ürünün yüksek kalitede ve düşük maliyetlerde olmasına zemin hazırlar.



DFM İLKELERİ

- İŞLEM

Doğru bir üretim süreci seçmek bizim için hayati önem taşımaktadır.

- TASARIM

Tüm tasarımlar üretim ilkelerini takip etmelidir.

- MALZEMELER

İmalat malzemesi, nihai ürünün maliyetini ve kalitesini önemli ölçüde etkileyecektir.

- ÇEVRE

Bir ürün tasarlarken, nihai ürünün kullanılacağı ortamı düşünmeliyiz.

- TEST YAPMAK

Ürünün her yönünü test etmeliyiz, Her ürünün ve bileşenin endüstri standartlarına uygun olduğundan emin olmak, güvenlik ve kalite standartları.

KAYNAK İÇİN DFM

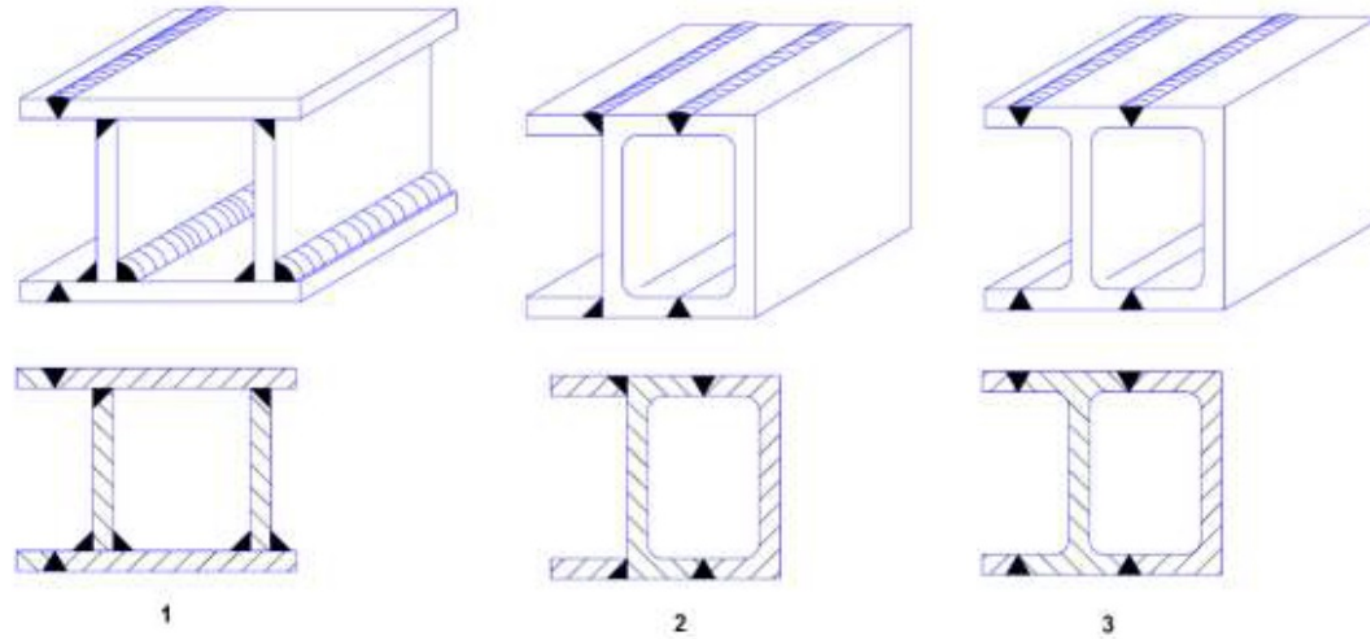
- Kaynak işlemi, düz haddelenmiş levhalardan ve profillerden birleştirilerek imal edilen, presler, çeşitli makine gövdeleri, boru hatları, değişik depolama işlerinde kullanılan kaplar, çelik konstrüksiyon binalar gibi yerlerde önemli bir şekilde kullanılmaktadır.
- Kaynak, parçaların yapım kolaylığından, çoğu kez döküm ve dövme işlemlerine tercih edilmektedir. Bilhassa az sayıda imal edilecek parçaların döküm ve dövme ile imal edilmesi pahalıya mal olmaktadır.
- Kaynak işlemi, karbon oranı %0,25 den küçük olan alaşımsız çeliklerde kolaylıkla uygulanabilmektedir. Karbon oranı yüksek olan veya alaşım elementi içeren çeliklerin kaynak dikişleri sertleşebilmekte ve kırılganlığa sebep olmaktadır.

- Bakır ve alüminyum gibi demir olmayan metallerin, ısı iletim katsayılarının çok yüksek olması ve kolayca oksit oluşturmalarından dolayı kaynakla birleştirilmeleri zor olmaktadır.
 - Kaynak dikiş metali esas metale göre daha zayıf olmaktadır.
 - Kaynak dikişi mikroyapısı daha kaba taneli olmakta,
 - kaynak dikişinde boşluklar oluşabilmekte,
 - iç gerilmeler oluşmakta,
 - kaynak dikişinde gerilme yığılmaları meydana getiren düzensizlikler meydana gelmektedir.
- Dış çentiklerin talaşlı işlemlerle düzeltilmesi ve ısı işlemleri ile mikroyapının düzeltilmesi durumunda kaynak dikişi, esas metalin dayanımını gösterebilmektedir. Kaynaktan dolayı parçanın çarpılması söz konusudur.

KAYNAK İÇİN TASARIM KURALLARI

Bu bölümde kaynaklı parçaların temel tasarım kuralları ve kaynaklı parçaların dayanımlarını artırma kuralları incelenecektir.

1)-Hazır standart üretimi yapılan yarı mamüller tercih edilmeli



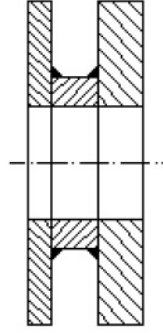
1- Levhalardan kesilerek üretilmiş

2- 2 adet U profiller birleştirilmiş

3- 1 adet I profil, 1 adet U profil birleştirilmiş

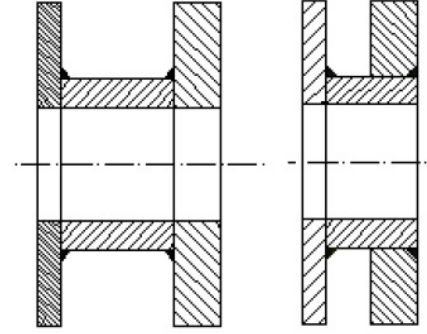
2) Kaynak işlemi uygulanabilmelidir.

Uygun olmayan tasarım

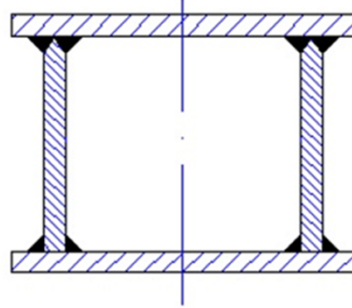


Kaynak dikişleri iç kısma konulmuş, kaynağın yapılması zor, belki mümkün değil

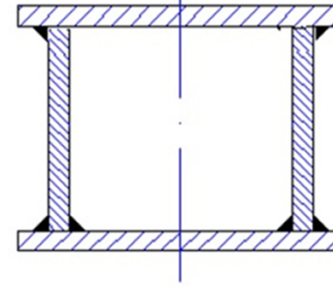
Uygun tasarım



İki flanş arası açılarak kaynak yapmak mümkün hale gelmiş. Diğer çözüm ise kaynak dikişinin biri dışarı alınarak kaynak yapılması mümkün hale gelmiş.

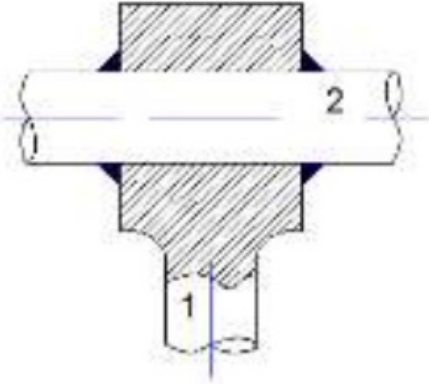


İç kısımdaki kaynak dikişlerinin yapılması mümkün değil

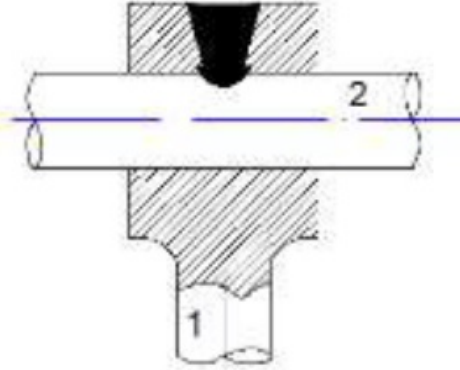


Üst kısımdaki kaynak dikişleri dışarı alınarak kaynak yapımı mümkün hale gelmiş.

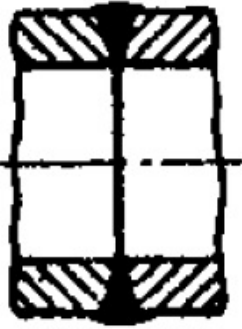
3) Daha basit kaynak şekilleri bulunmalı



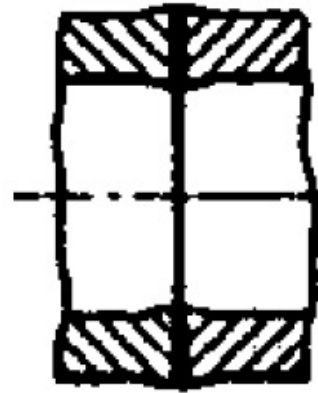
1 ve 2 nolu parçalar dışarıdan kaynatılmış.



2 nolu parçada delik açarak dolgu (perçin) kaynağı ile birleştirme basitleştirilmiş.

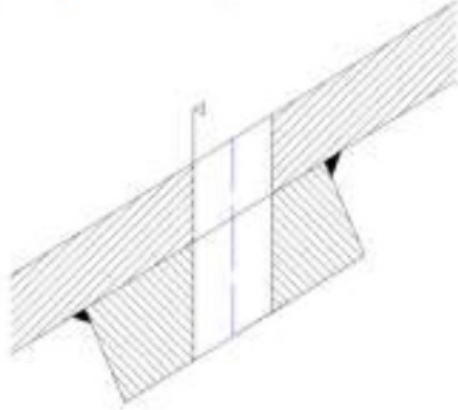


İki boru elektrik ark kaynağı ile birleştirilmiş.

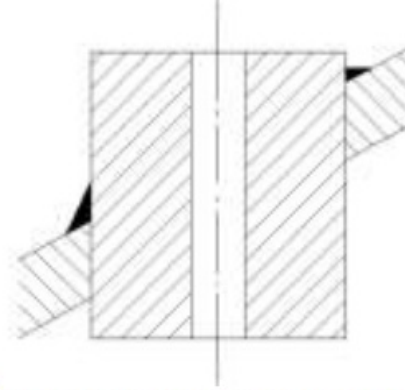


METAL TEKNOLOJİSİ, ELEKTRİK DİRENÇ KAYNAĞI, MEGEP, ANKARA 2007

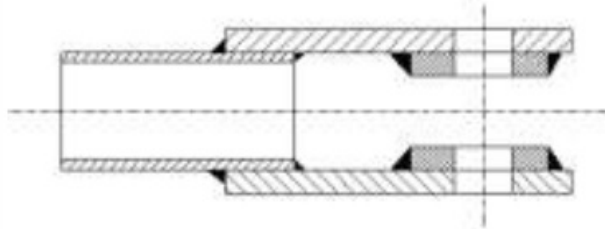
Elektrik ark kaynağı yerine direnç kaynağı kullanılmış.



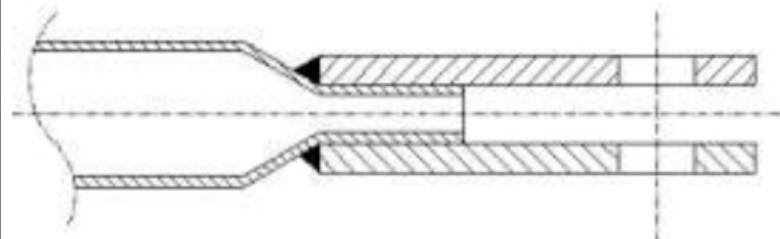
Eğik yüzeyi matkapla delmek zordur



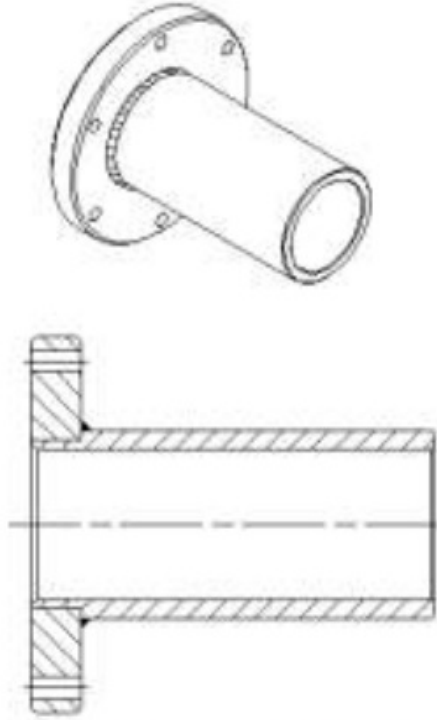
İşlemi kolaylaştırmak ve düzgün delme yüzeyi elde etmek için parça ilave edilmiş



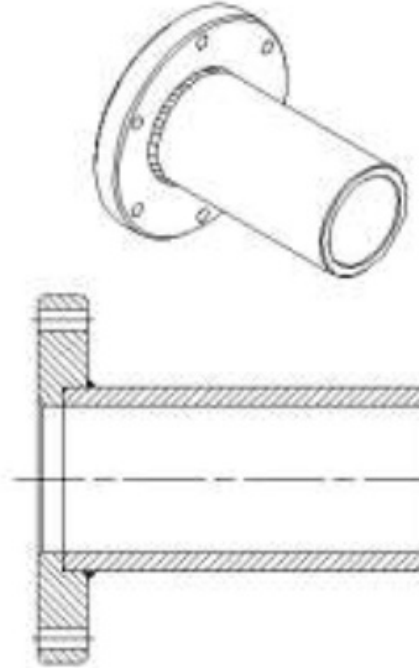
Bir borunun ucuna iki adet parça kaynatılarak çatall oluşturulmuş. Silindirik parçaların düz parçalara kaynatılması zordur ve dayanımı azdır



Borunun ucu ezilerek yassılaştırılmış ve kaynak kolaylaştırılmış. Çatal aralığı aynı kalmış ve kaynak işçiliğı azaltılmış.

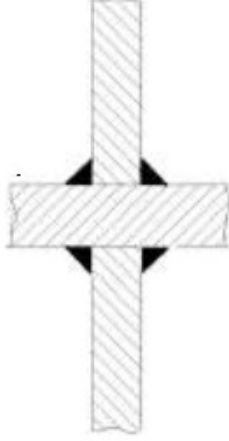


Boru ile flanşın birleştirilmesinde boru tornalanarak merkezleme yapılmış.

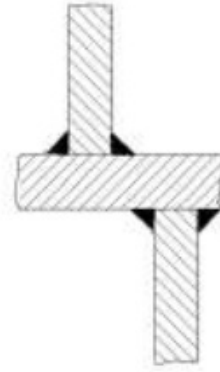


Tornalama flanşta yapılmış. Flanş boruya göre daha küçük bir parça olduğu için tornalanması daha kolaydır.

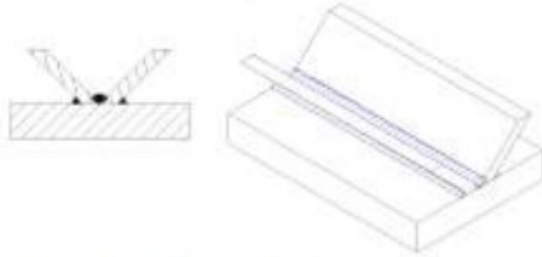
4) Kaynak dişlerinin üst üste gelmesinden kaçınılmalıdır.



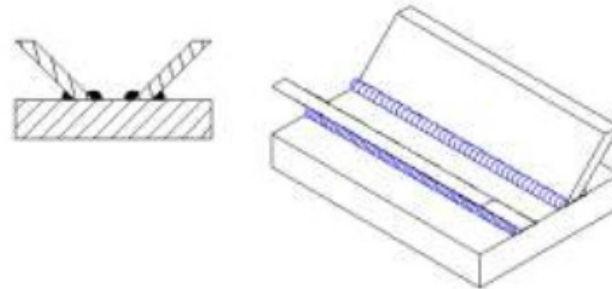
Kaynak dikişi malzemenin mikroyapısını bozar ve iç gerilmeler oluşturur. Kaynak dikişlerinin üst üste gelmesi malzemeyi iyice zayıflatır. Dört adet kaynak dikişi tek noktada toplanmış.



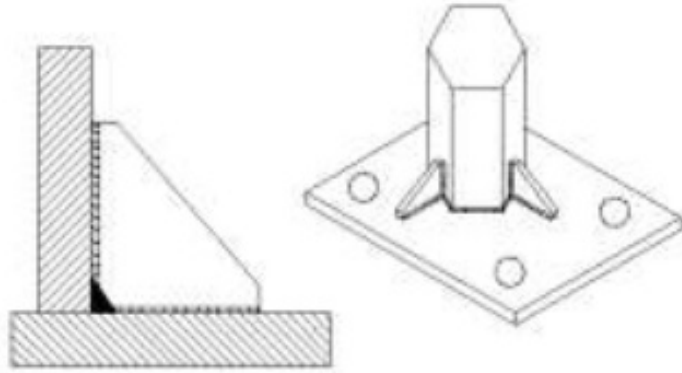
Levhalar şaşırtmalı kaynatılarak kaynak dikişleri biri birinden ayrılmış



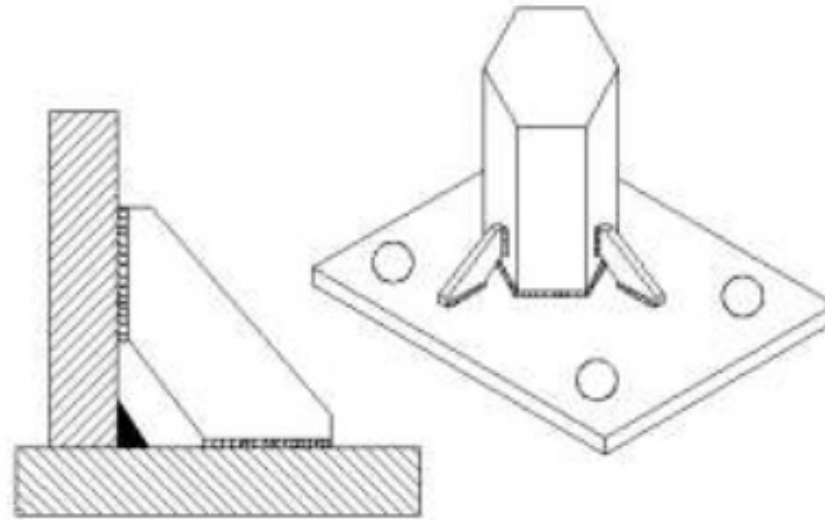
İki levha tek noktada birleştirilmiş.
Altta I profili üstte iki adet L profili



Levhalar biri birinden ayrılmış.

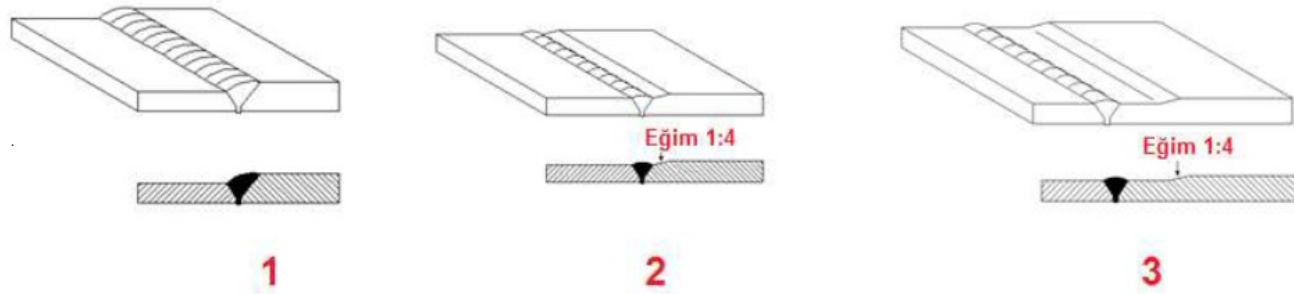


Kaynak dikişleri köşede
birleşmiş



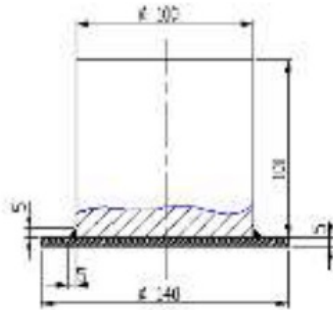
Kaynak dikişlerinin birleşmesi önlenmiş

5) Kalın parçalar ile ince parçalar ön işlemsiz kaynatılmamalıdır.

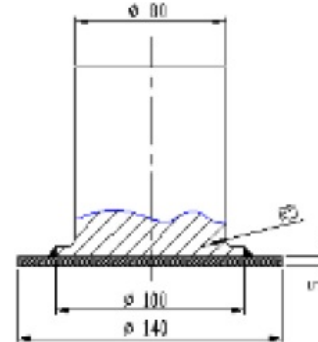


1-Kalın parça kalınlığının ince parça kalınlığına oranı üçten küçük ise ön işlemsiz birleştirme yapılabilir ancak yine birleşme yerinde gerilme yığılması meydana gelir.

2, 3 Kalın parça ön işlemle işlenerek ince parça kalınlığına getirilerek kaynak yapılmıştır.



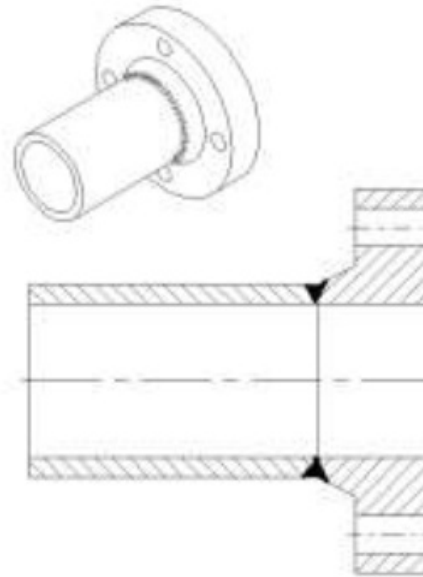
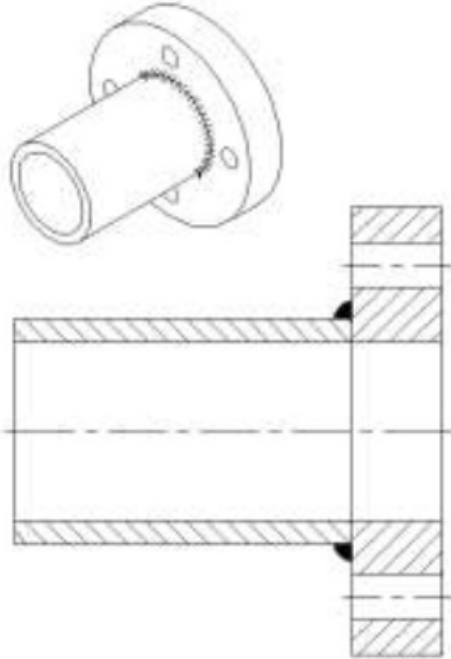
Kalın bir mil ile ince levha birleştirilmiş.

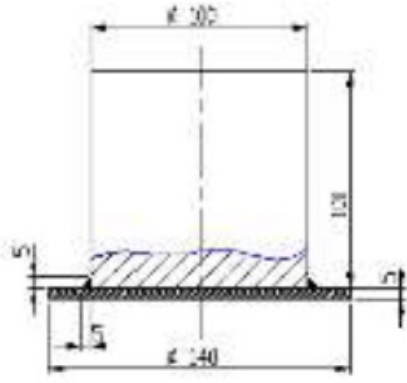


Mile ön işlem yapılarak kaynak yapılmış; aynı zamanda kaynak dikişi gerilme yığılması olan köşeden uzaklaştırılmış.

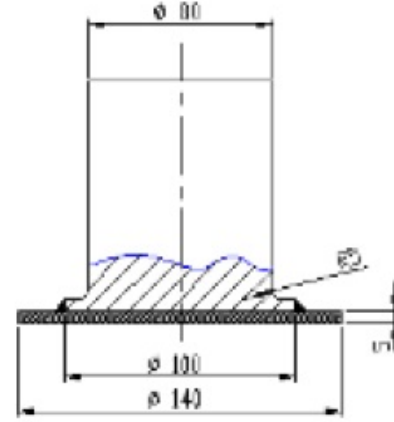


küresel bir
parçanın kapak
kaynağı köşeden
uzaklaştırılmış.



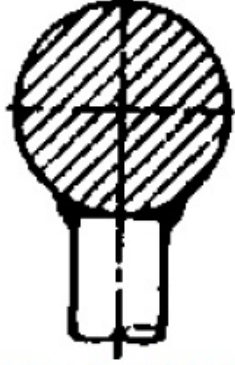


Kalın bir mil ile ince levha
birleştirilmiş.

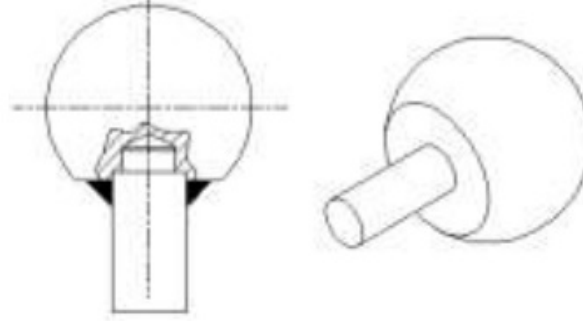


Mile ön işlem yapılarak kaynak yapılmış;
aynı zamanda kaynak dikişi gerilme
yığılması olan köşeden uzaklaştırılmış.

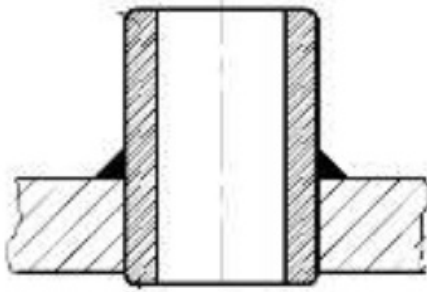
6) Merkezleme yapılacak parçalara ön işlem yapılarak işlem basitleştirilmelidir.



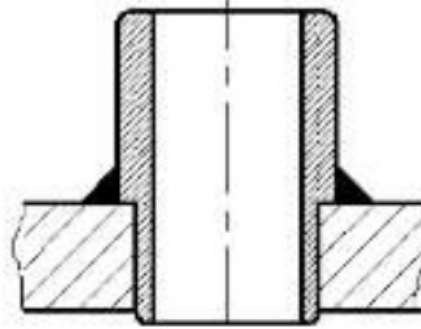
Küre başlık ile milin merkezlenmesi zordur



Küreye delik açılarak merkezlenme basitleştirilmiş.

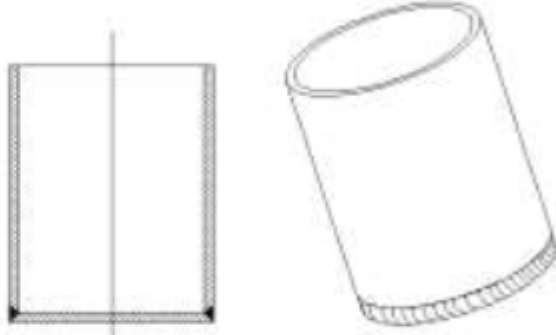


Burç levhaya delik açılarak merkezlenmiş. Burç ekseninin levhaya dik olarak kaynatılması zordur.

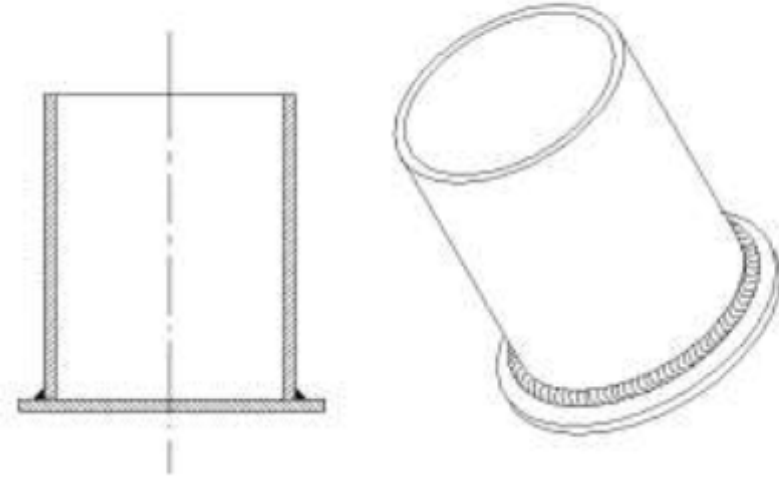


Burca fatura açılarak merkezleme basitleştirilmiş.

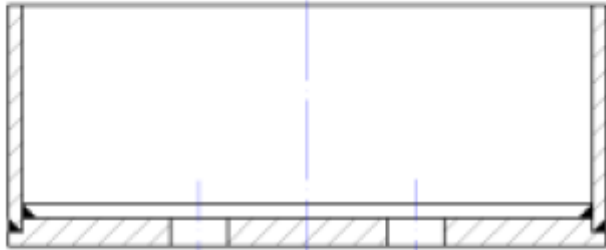
7) Ön işlem yapmak yerine basit çözümler bulunmalı



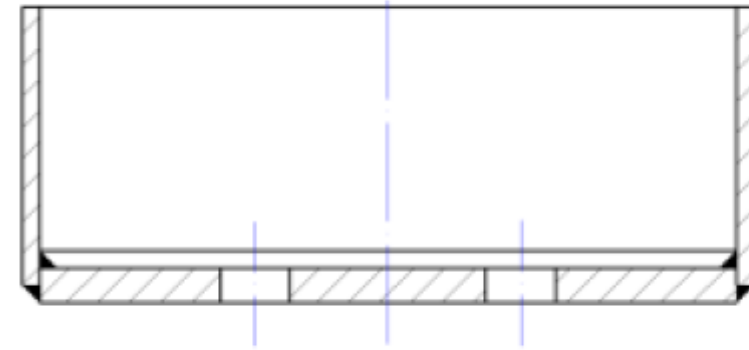
İki levhaya ayrı ayrı kaynak ağzı açılmış.



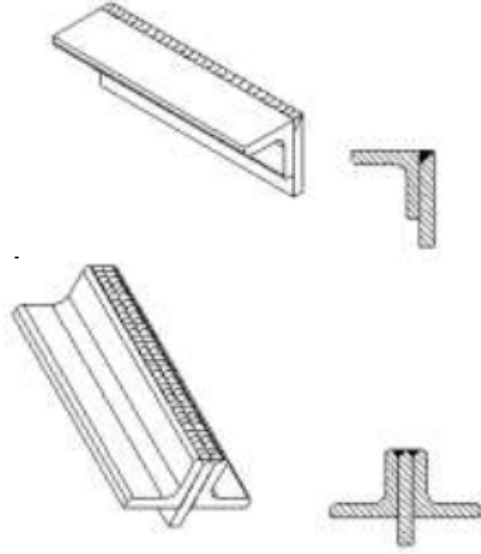
Levhalarından biri kaydırılarak ön işlem yapmaya gerek kalmamış



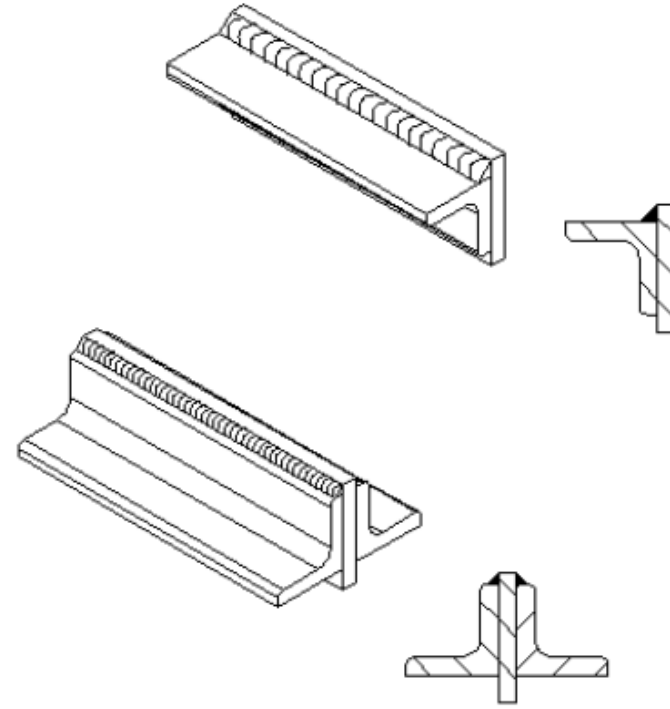
Silindir ve taban parçasına kaynak ağzı açılmış.



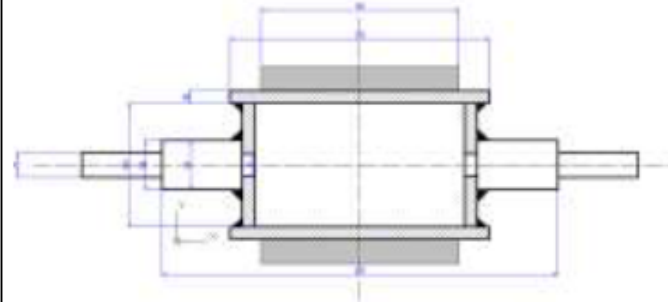
Alt parça kaydırılarak ön işlem yapmaya gerek kalmamış



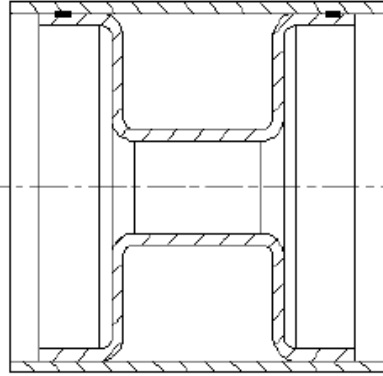
Köşebent ile levha
birleştirmelerinde levhaya ön işlem
yapılmış.



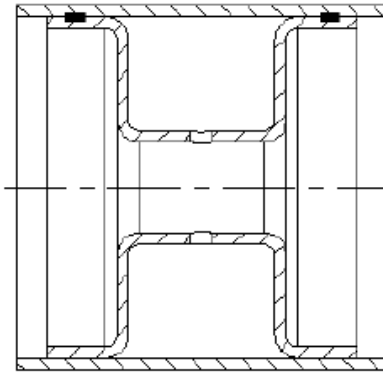
Levhalar kaydırılarak ön işlem
yapmaya gerek kalmamış



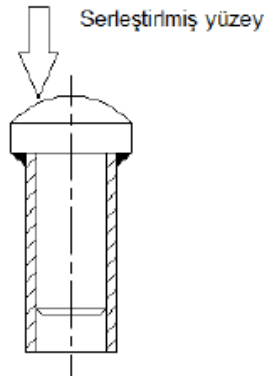
10) Kaynak esnasında parçaların kaynaktan dolayı hasara uğramasına karşı tedbir alınmalıdır.



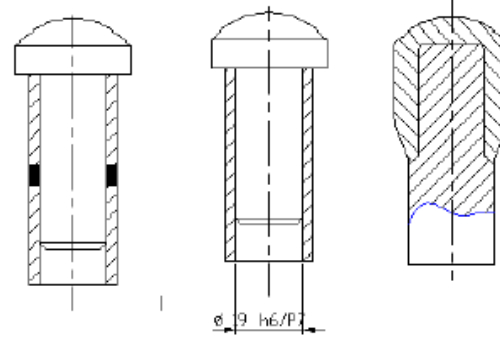
Kapalı bölgede kalan gazın hacim genişlemesinden dolayı çarpılma meydana gelir.



Gazın dışarı çıkmasını sağlamak için delik açılmış.



Sertleştirilen kısım kaynak esnasında sertliğini kaybeder.



kaynak sertleştirilmiş yüzeyden uzaklaştırılmış.
Sertleştirilmiş parça sıkı geçme olarak takılmış.
Sertleştirilmiş parça sıcak geçirilmiş.

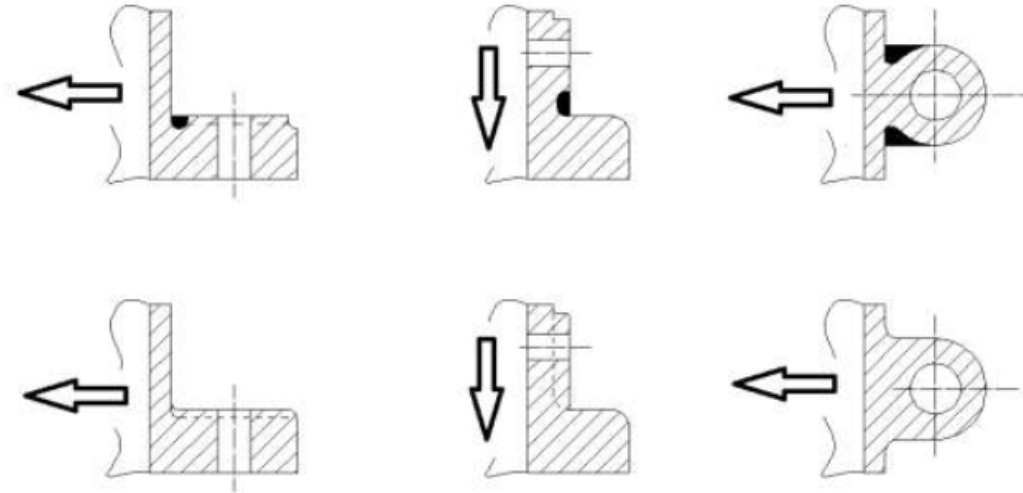
DÖKÜM İÇİN DFM

- Takım tezgahları, içten yanmalı motorlar, türbinler, kompresörler gibi pek çok **makinenin ağırlıklarının %60-80 kısmı döküm parçalardan** meydana gelmektedir.
- Bilhassa **çok sayıda üretilecek** parçalar, diğer imalat yöntemleri ile **şekillendirilmesi zor olan parçalar**, **çok ağır ve büyük parçalar** için **döküm alternatifsiz** olmaktadır. Bu yüzden makine tasarımcısı temel döküm kurallarını bilmelidir.
- Döküm parçaların dayanımı, haddeleme ve dövme yöntemiyle üretilen parçaların dayanımına göre daha zayıftır.

- Döküm parçalarının **dayanım değerleri kalınlıkları** ile önemli bir şekilde değişmektedir:
 - Parça kalınlığına bağlı olarak soğuma hızı değişmekte; **soğuma hızının değişmesi de mikroyapıyı değiştirmektedir**. Soğuma hızının fazla olması sementitin oluşmasına neden olur. Sementit sert ve kırılğan bir mikro yapıdır. Sementit veya grafitin dışında kalan mikro yapı da yine soğuma hızına bağlı olarak perlit, beynit, hatta martenzit olabilir.
 - **Soğuma hızı tane boyutunu değiştirir**. Hızlı soğuyan kısımların tane boyutu küçük, yavaş soğuyan kısımların ise büyük olur. Tane boyutunun küçük olması malzemenin dayanımını iyileştirir.
 - Döküm parçaların kalın kısımlarında, **çekmelerden dolayı boşluklar meydana gelir**. Bu boşluklar döküm parçasının dayanımını düşürür.

DÖKÜM İÇİN TASARIM KURALLARI

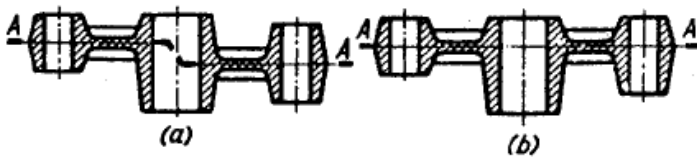
Bu bölümde döküm parçaların temel tasarım kuralları ve döküm parçaların dayanımlarını artırma kuralları incelenecektir.



Siyah gösterilen bölgeler modelin kalıptan çıkartılması esnasında kopacak kısımlardır. Tasarımlarda yapılan değişiklikler ile kalıbın bozulması önlenmiş. Oklar modelin çıkartılma yönünü göstermektedir.

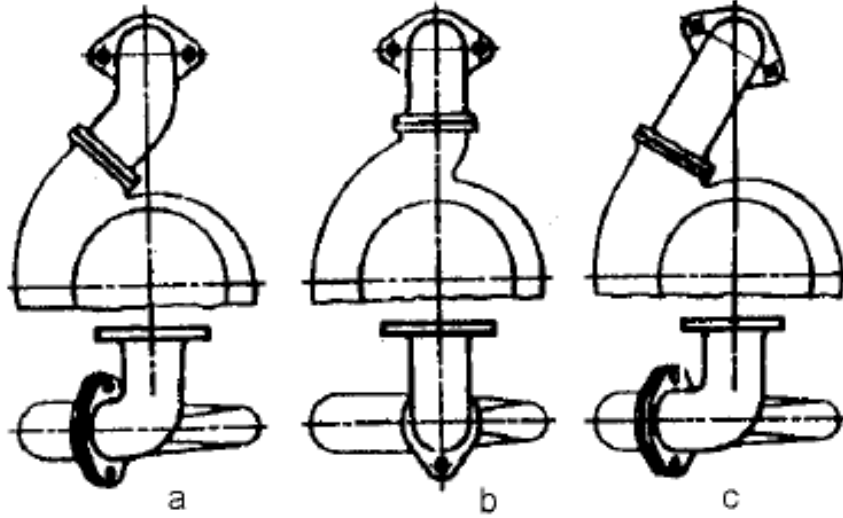
1- Döküm Parçaların Kalıplanması Mümkün olmalı veya Kolay Olmasına Dikkat edilmelidir.

Döküm parçalar, genellikle kum kalıplara dökülür. İmal edilecek parçanın şeklini elde edebilmek için, genellikle ahşaptan modeli yapılarak, kum kalıpların içinde boşluk oluşturulur. Parçanın tasarımı yapılırken kalıplama esnasında meydana gelebilecek sorunlar iyi düşünülmelidir.



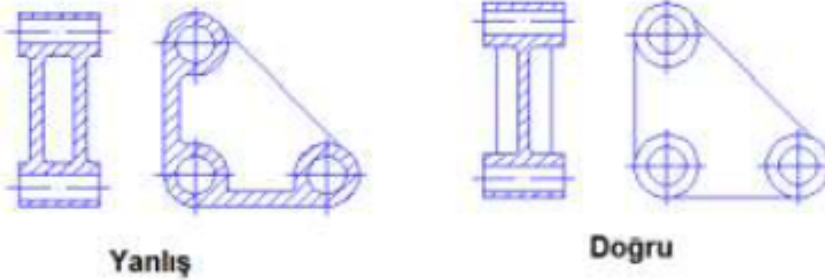
a) Derece yüzeyleri kalıplama zor,
b) derece yüzeyleri düzleme getirilmiş.

1.3



a) Eğri boruların kalıplanması zordur, b,c) tasarım değişikliği yapıp, borular düz hale getirilerek kalıplama kolaylaştırılmış

1.4



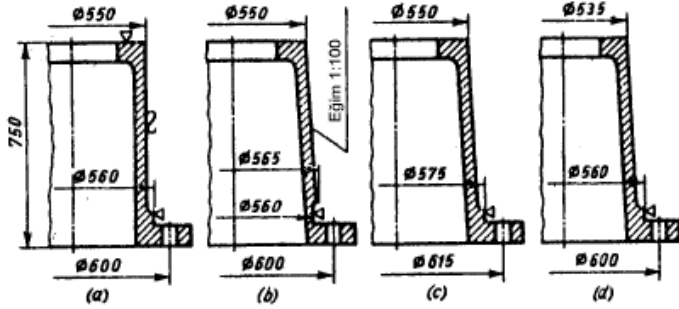
Kalıplamada doğrudan elde edilemeyen boşlukları oluşturmak için maçalar kullanılır. Maça kullanımı hem maliyeti artırır hem de işi zorlaştırır.

a) maça kullanılmasını

gerektiren döküm parçası

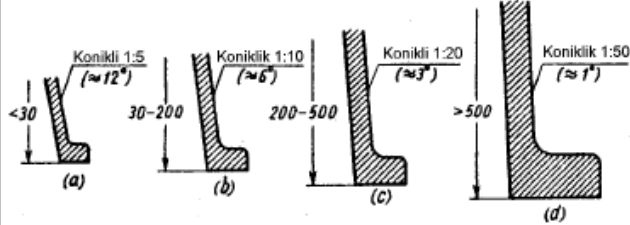
b) maça kullanılmadan, dökülebilecek şekilde yapılan tasarım

2.1



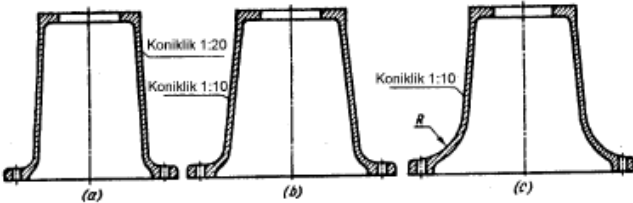
a) İmalatı düşünülen parça, koniklik verilmemiş,
b) üst çap esas alınarak koniklik verilmesi durumunda işlenmesi gereken 560mm çapındaki kısım içeride kalmaktadır,
c) alttaki çap büyütülerek koniklik verilmiş,
d) üstteki çap küçültülerek koniklik verilmiş.

2.1



Parçaların büyüklüklerine bağlı olarak verilmesi tavsiye edilen koniklikler.

2.3



Koniklik verilmiş, esnemesi azaltılmış, dayanımı artırılmış döküm parçalar.

Çizelge 3.2.1 Döküm parçaları için, genel olarak verilen, koniklikler

Döküm parçasının eğim veya koniklik verilecek kısmının yüksekliği mm	Koniklik veya eğim açısı
20 mm ye kadar	3°
20-50	1,5°
50-100	1°
100-200	45'
200-800	30'
800-2000	20'
2000mm nin üstünde	15'

3 Döküm Parçalarda Büzülme Dikkate Alınmalıdır.

Döküm parçalarında, soğuma esnasında büzülme meydana gelir. Döküm parçasının modeli yapılırken büzülme miktarı hesaplanıp ölçüler ona göre verilmelidir.

Boylamasına büzülme oranı:

$$\frac{L - L_o}{L_o} = \alpha(T_k - T_o)100[\%]$$

Bağıntısı ile hesaplanabilir. Bu bağıntıda:

L: Parçanın döküm sıcaklığındaki boyu,

L_o: Parçanın oda sıcaklığındaki boyu,

α: Dökülen malzemenin ısı genleşme katsayısı,

T_k: Malzemenin katılaşma sıcaklığı

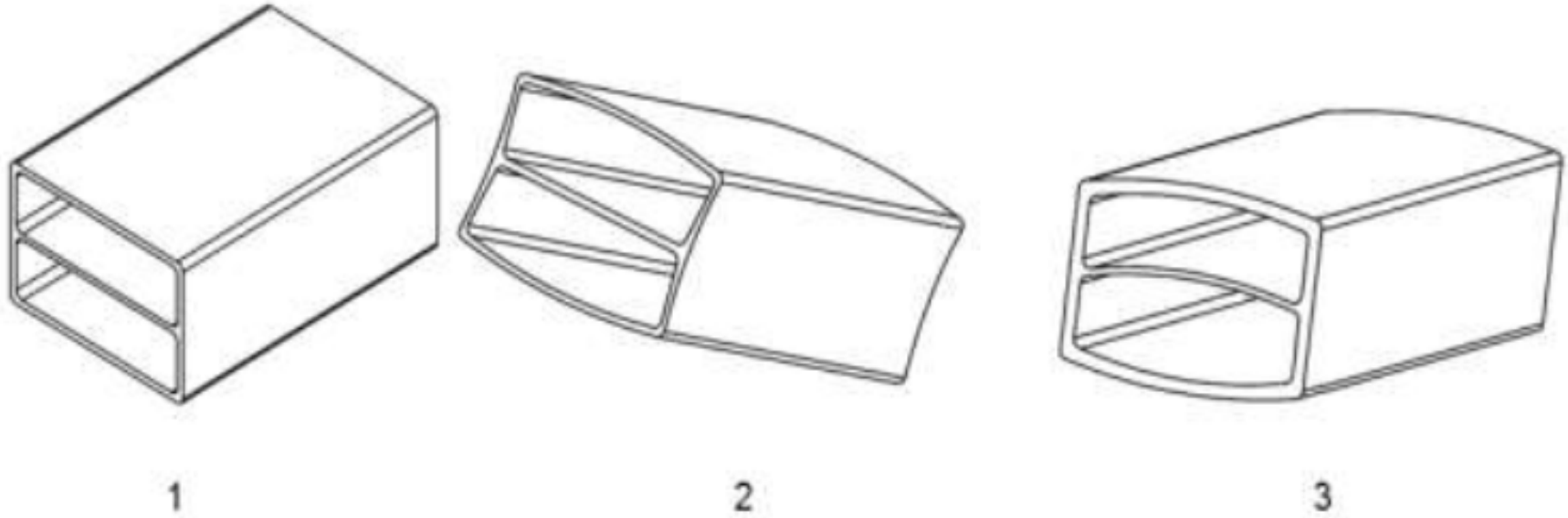
T_o: Oda sıcaklığı.

Çeşitli döküm malzemeleri için büzülme miktarları Çizelge 3.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2.2 Değişik Döküm Malzemelerinin Büzülme Oranları

Dökümü yapılacak malzeme	Büzülme oranı %
Yüksek fosforlu dökme demir	0,7-0,8
Gri dökme demirler	1-1,2
Yüksek dayanımlı dökme demirler	1,5-1,8
Sade karbonlu dökme çelikler	1,8-2
Alaşımlı çelikler	1,8-2,5
Fosfor bronz	0,6-0,8
Kalay bronz	1,3-1,6
Alüminyum bronz	2-2,2
Alüminyum-bakır alaşımları	1,4-1,5
Alüminyum magnezyum alaşımları	1,2-1,3
Alüminyum-silisyum alaşımları	1-1,2
Magnezyum alaşımları	1,5-1,7

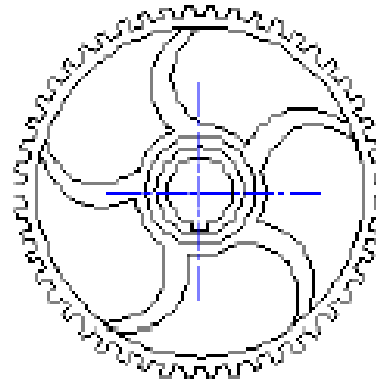
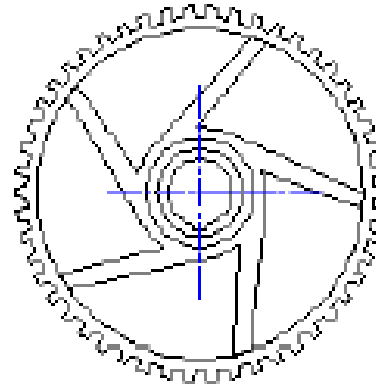
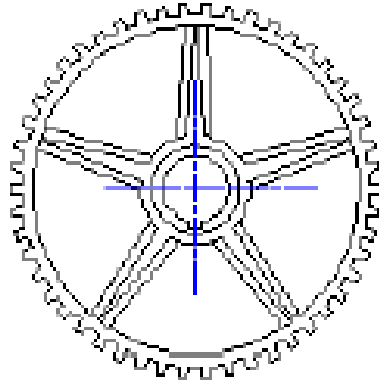
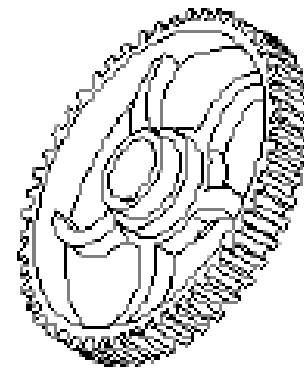
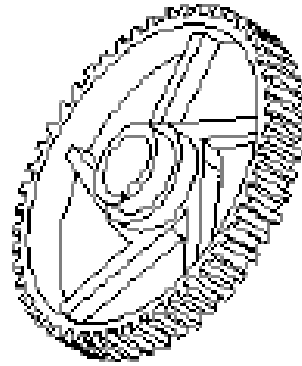
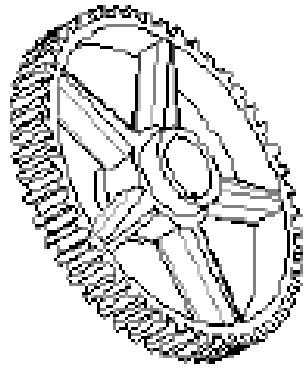
3.1



- 1) Dökülmesi istenen parça,
- 2) Dış kısmının önce soğuması, iç kısmının geç soğuması durumunda meydana gelen çarpılma,
- 3) İç kısmın önce soğuması, dış kısmın sonra soğuması durumunda meydana gelen çarpılma.

Eşit soğumanın meydana gelmesi için iç cidarların kalınlığı, dış cidarların kalınlığının 0,8 katı olması tavsiye edilir.

3.2



Döküm ile imal edilen büyük çaplı, kollu dişli çarkta iç gerilmeleri azaltmak için yapılan tasarım değişiklikleri.

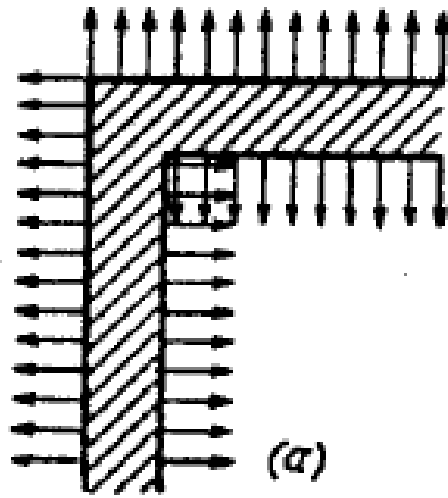
a) Yanlış tasarım. Kollar ilk önce

- soğur; daha sonra soğuyan çemberin büzülmesi kollar tarafından*

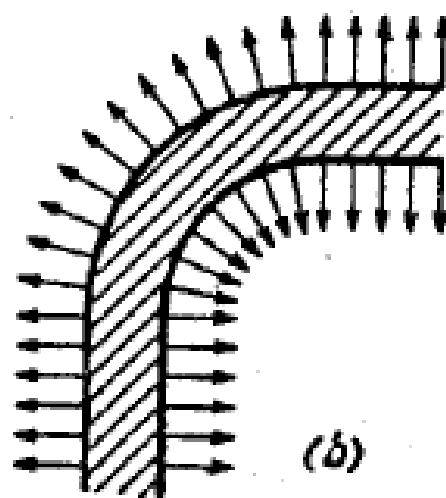
engellendiği için .çarpılır. b-d) Kollar esneyebilecek şekilde tasarlanmış.

4 Keskin Köşelerden ve Ani Kesit değişikliğinden Kaçınılmalıdır.

4.1



(a)

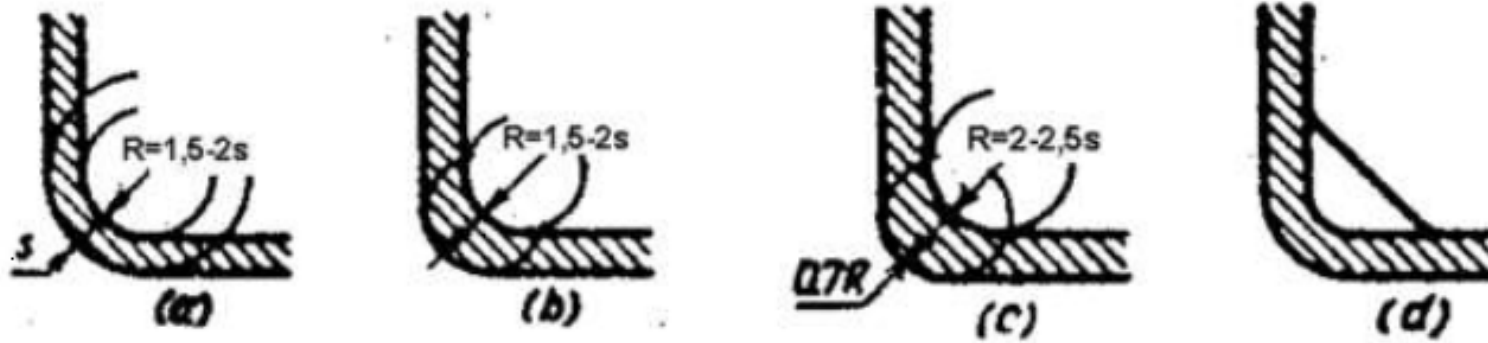


(b)

a) Döküm parçasının cıdarlarının geçiş kısımları yumuşak bir eğimle birleşmelidir. Keskin bir köşe birleşmesi olur ise, iç köşede ısı birikimi meydana gelir; ayrıca bu köşelere metalin doldurması zor olur ve bu bölgelerde döküm boşlukları meydana gelir.

b) Köşelerin yuvarlak yapılması durumunda ısı birikiminin azalması

4.2



Cidar birleştirme şekilleri ve ölçüleri.

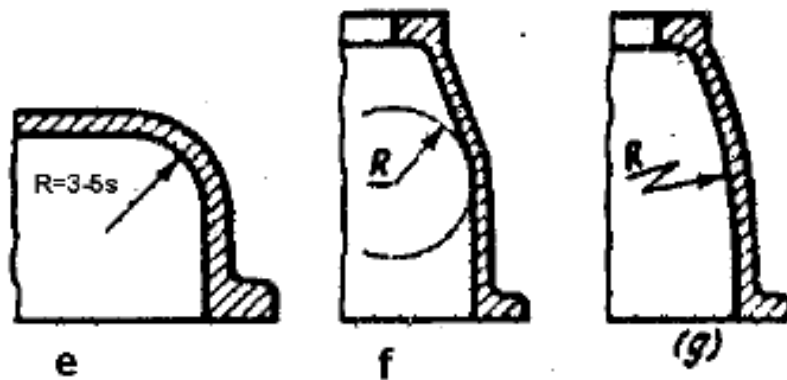
a) Köşe birleştirme yarıçapı $R=1,5-2s$ tavsiye edilir. iç ve dış yarıçap aynı merkezli.

b) Kalıbın kayması durumunda köşe incelir; bunu önlemek için iç ve dış yarıçapların değeri aynı fakat merkezleri farklıdır. Bu şekilde köşe biraz kalınlaştırılmıştır.

c) Dış yarı çap $0,7R$ alınarak aynı işlem yapılmış.

d) iç kısma destek konularak daha küçük yarıçap oluşturulmuş.

4.3

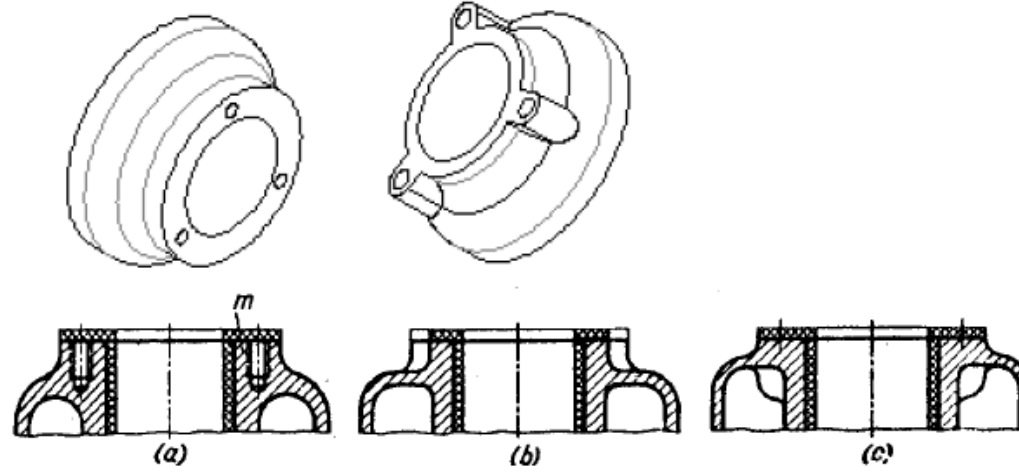


e) Döküm parçalarına tasarımın müsaade ettiği en büyük yarıçap verilmelidir. $R=50-100s$ olabilir.

5-Döküm Parçalarında Malzeme Birikimi Olmamalıdır.

Döküm parçalarında malzeme birikiminin olduğu yerlerde ısı birikimleri meydana gelir. Çekmelerden dolayı iç boşluklar oluşur.

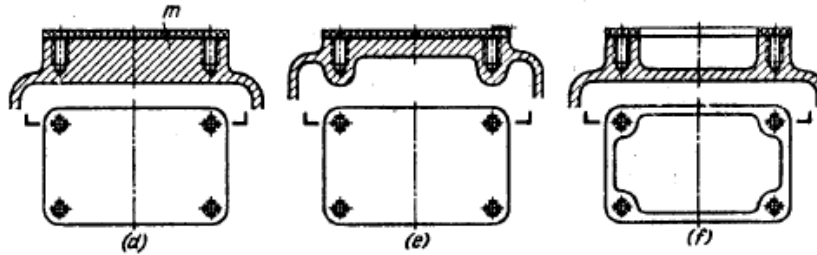
5.1



a-

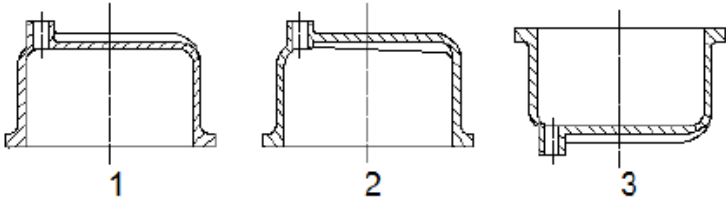
c) Cıvata bağlantısı için m ile gösterilen bölge kalın yapılması gerekir. Bu durumda malzeme yığılması olmuştur. Malzeme yığılmasını engellemek için sadece cıvata bağlanacak yerler kalın yapılabilir. Çapraz taralı yerler işleme paylarıdır.

5.2



d-f) Gerekli olan vida boyu kalınlığında döküm yapılmış. Sadece vida olacak yerlerde kalınlığı bırakıp diğer yerler inceltilerek malzeme birikimi engellenmiş.

6.1

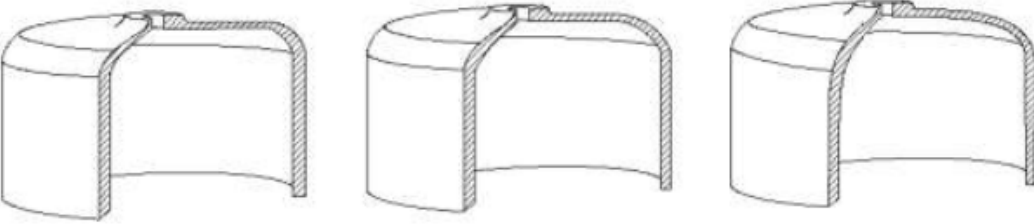


1) Yanlış tasarım. Kaburga üst tarafa gelmiş.; gazlar kaburganın üst kısmında birikir ve zayıflamasına sebep olur. 2) Kaburga ters tarafa alınmış, 3) En iyisi

kalıplama, kaburga aşağıya gelecek şekilde yapmaktır.

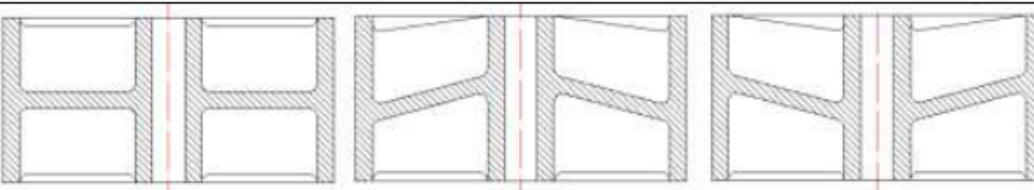
Not: Döküm parçalarının hatasız olması istenilen yüzeylerin aşağıya gelecek şekilde kalıplanması gerekir. Örnek olarak, tornanın kızak kısmı önemlidir. Kızakta herhangi bir boşluk ve hata olması istenmez. Ayak kısımlarında ise hata olmasının önemi yoktur. Bu nedenden dolayı kızaklar aşağıya, ayaklar yukarıya gelecek şekilde kalıplama yapılır.

6.2



Silindirik parçalarda gaz çıkışını kolaylaştırmak için en iyi çözüm, üst kısma düz veya eğrisel meyil vermelidir.

6.3

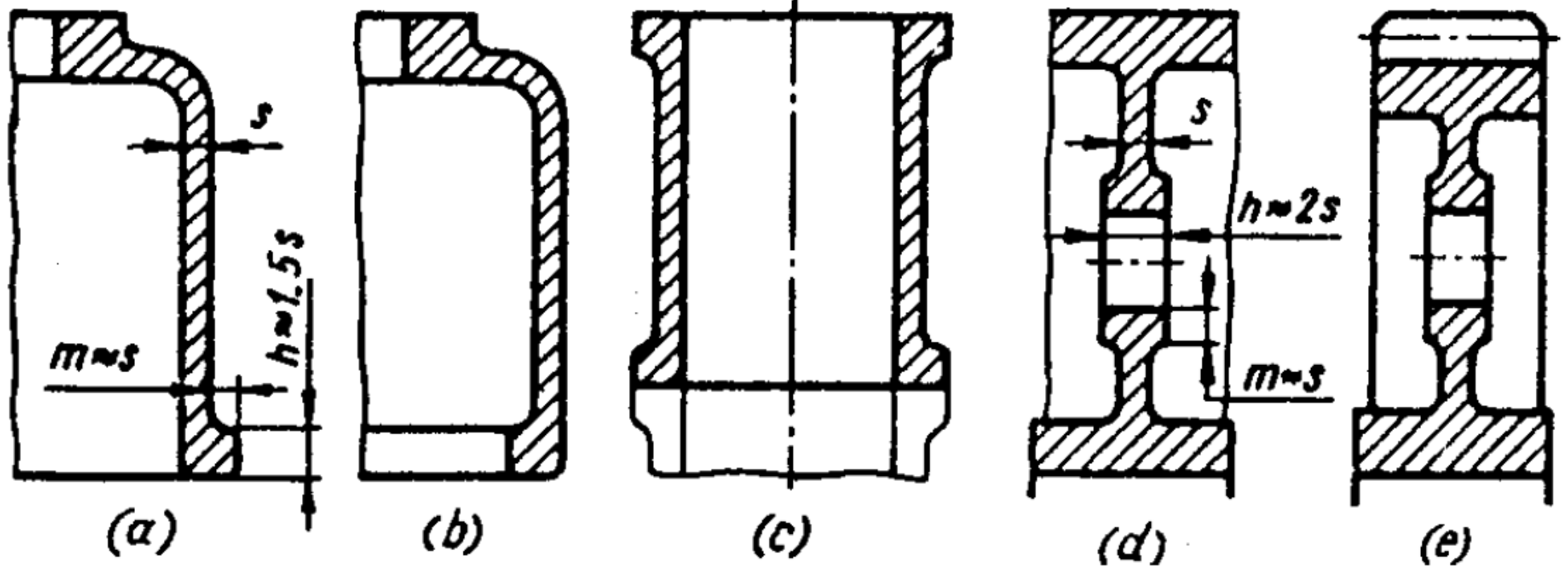


Gaz çıkışını kolaylaştırmak için kasnak kollarına meyil verilmiş,

6-Döküm Parçalarında Gaz Boşluklarının Oluşması Engellenmelidir.

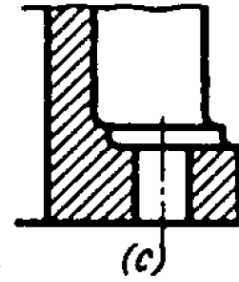
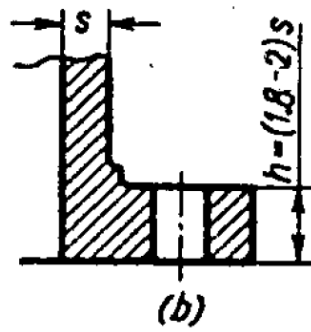
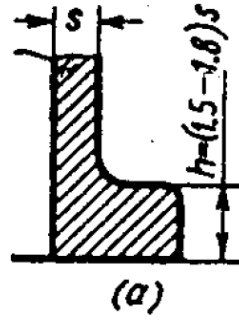
Döküm metali sıvı iken içinde çözmüş olduğu gazlar vardır. Metalin ısısı düşerken gazları çözme oranı azalır ve bu gazlar dışarı atılır. Uygun tasarım yapılmaz ise bu gazlar dökümde boşluklar oluşturur; ve parçanın zayıflamasına sebep olur.

7-Döküm Kenarlarının Tasarımı



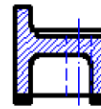
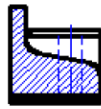
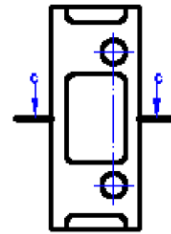
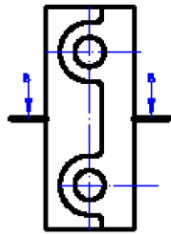
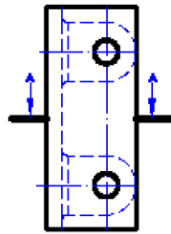
7.1 Döküm parçalarının dış kenarları, rijitlik sağlamak, homojen soğuma sağlamak, dökme demirlerde sert mikro yapı oluşmasını engellemek için genellikle kalınlaştırılır.

8.Flanşların Şekillendirilmesi



8.1

a) alın kısmı işlenmiş,
b) her iki yüzey işlenmiş,
c) rijitlik ve sağlamlığı artırmak için destek konulmuş.



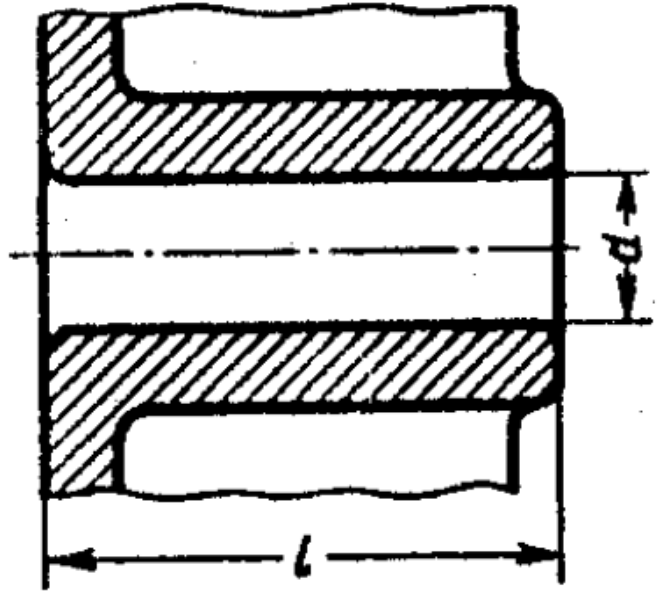
A-A

B-B

C-C

8.2 Flanşlarda malzeme birikimini azaltmak için yapılan tasarım değişikliği

9.Delikler



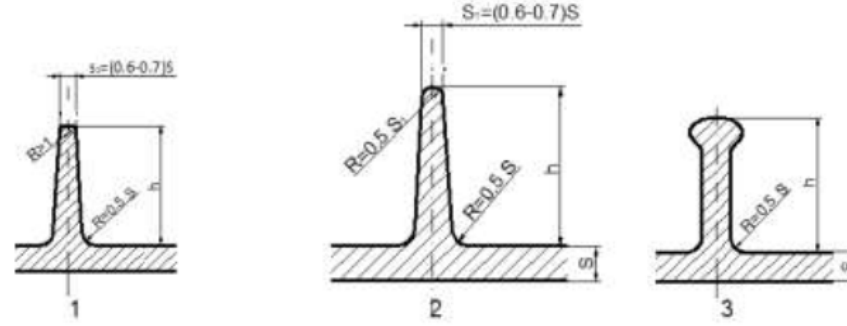
9.1

Döküm parçalarda, küçük çaplı ve uzun deliklerden kaçınılmalıdır. En küçük çap; $d = d_o + 0,1L$ alınması tavsiye edilmektedir. Alüminyum alaşımları ve bronz için $d_o = 5\text{mm}$, Dökme demirler için $d_o = 7\text{mm}$, Çelik dökümler için $d_o = 10\text{mm}$ alınması tavsiye edilir

10 Kaburgalar ve Destek Kollarının Tasarımı

Kaburgalar ve destek kolları, döküm parçalarının rijitliğini ve sağlamlığını artırmak için kullanılır. Verilmesi gereken eğimler için daha önce döküm parçalar için Çizelge 3.1 de verilen değerler kullanılabilir.

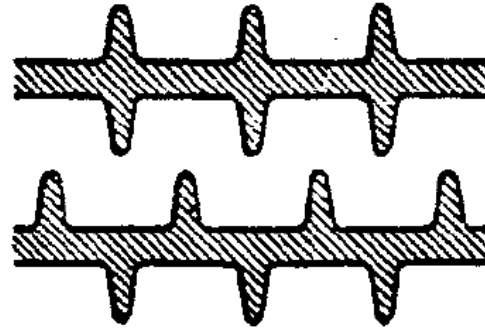
10.1



Kaburganın kalınlığı olarak uç kısmının ölçüsü $s_1 = (0,6-0,7)S$ dir.

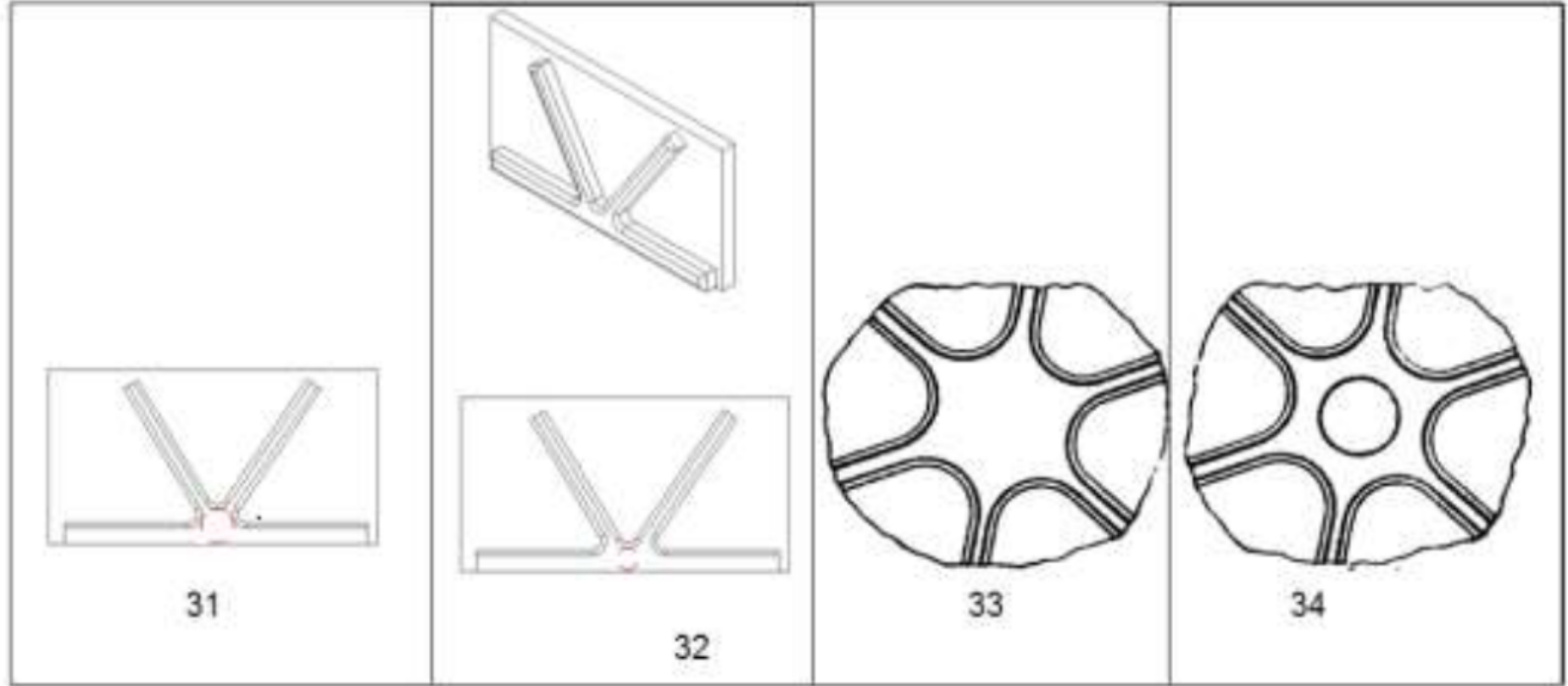
- 1) Kaburganın uç yuvarlatma yarıçapı en az 1mm, kaburganın cidara birleştiği yerdeki dip yarıçapı $R = 0,5S$ olması tavsiye edilir,
- 2) kaburga kalınlığı 6-8mm den az ise $R = 0,5s_1$ alınır,
- 3) kaburganın uç kısmının kalınlaştırılması dayanım ve rijitliği iyice artırır; ancak kalıplama zorlaştırır.

10.2



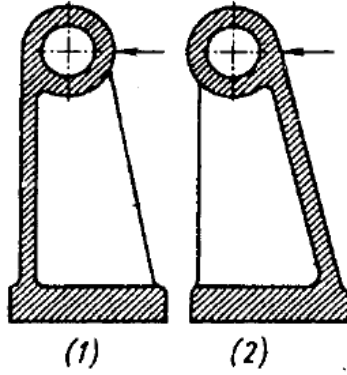
Malzeme birikimini azaltmak için kaburgalar şaşırtmalı konulmalıdır

10.3



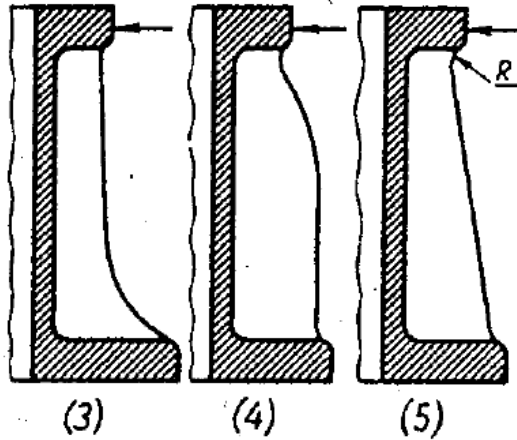
Malzeme birikimini azaltmak için omurgaların birleşme yerleri biri birinden ayrılmalıdır.

10.6



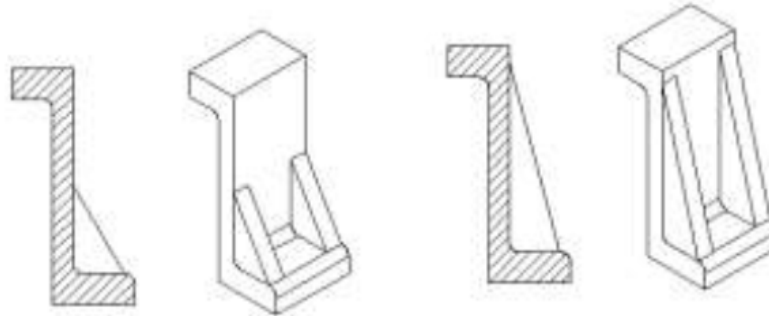
Destek kollarının çeki tarafına gelmesi uygun değildir. Çekme gerilmesi daha fazla oluşur. Malzemelerin çeki gerilmesi ile hasara uğraması daha kolaydır.

10.7



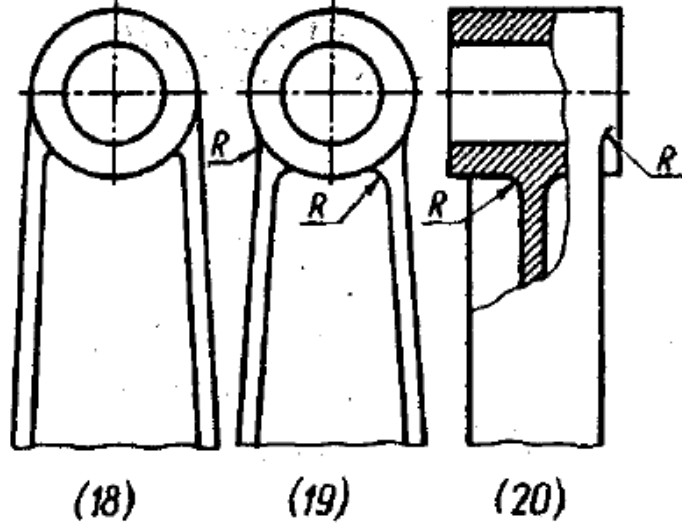
3-5) Destek kollarının şekli basit geometrik çizgilerden meydana gelmelidir. Modelin ve parçanın işlenmesi kolaylaşır.

10.8



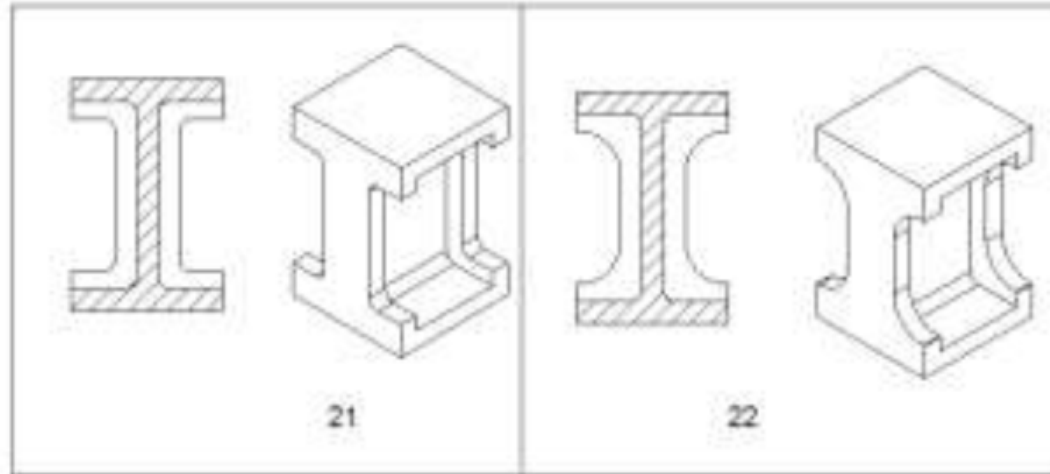
Eğme gerilmesi ile zorlanan destek, eğme momentinin dağılımına uygun olmalıdır

10.10



Kolların silindirik yüzeylere birleşme yerinde yarıçap en az $R=3-6$ mm olmalıdır

10.11

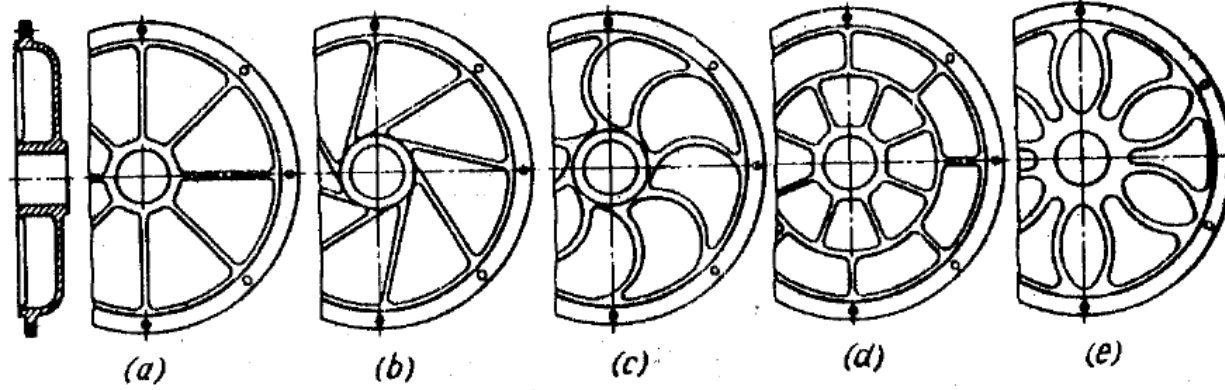


(21 destek kollarının birleşme yerleri köşeli

22) destek kolların birleşme yerlerinde eğimli bir geçiş sağlanmış.

11-Büyük döküm parçalarında rijitlik düşünölmelidir.

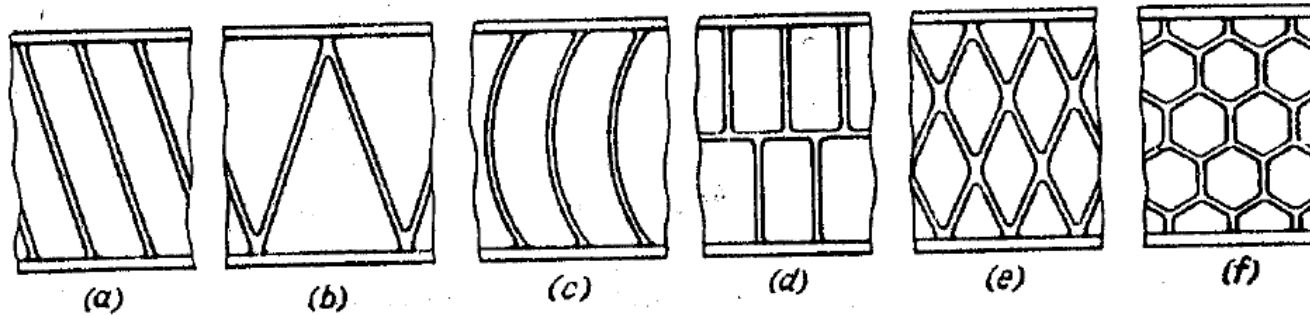
11.1



Çemberin ve kolların farklı zamanlarda soğuması neticesi iç gerilmeler meydana gelir. Isıl gerilmeleri azaltmak için, b) destek kollarının teğetsel, c) spiral olarak tasarlanmış.

Parçanın rijitliğini artırmak için (d), ve (e) tasarımları yapılmış.

11.2



Döküm parçalarının rijitliğini artırmak için yapılan tasarımlar.

TALAŞLI İMALAT İÇİN DFM

- Makine parçalarının talaşlı işlem safhası, üretimin en önemli kısmıdır. Üretim maliyetinin %70 lik kısmı talaşlı işlemeye gider.
- Talaşlı imalat takım tezgahına bağlanmış bir kesici takım ile iş parçası üzerinden istenilmeyen bölümlerin talaş olarak uzaklaştırılması işlemini kapsar.
- Talaşlı imalat yöntemi farklı kesme prensiplerine göre çeşitlenerek birden çok operasyonu bünyesinde barındırır.
- Tornalama, frezeleme, delme, vargelleme, raybalama, tığ çekme vb. bir çok farklı işleme stratejisi talaşlı imalatı çeşitlendirmiştir.

Talaşlı İmalat Avantajları

- Operasyon çeşitliliği
- Farklı geometrileri kolayca elde etme
- Boyutsal doğruluk
- Yüksek yüzey kalitesi
- Özel kesicilerin kullanımına olanak sağlama vb.

Talaşlı İmalat Dezavantajları

- Yüksek ilk yatırım maliyetleri
- Talaş olarak atılan nitelikli iş parçası
- Teknik personel ihtiyacı
- Yüksek bilgi birikimi ve tecrübe gerekliliği
- Yüksek enerji sarfiyatları
- Takım maliyetleri

Tüm bunlara ek olarak talaşlı imalatın kullanımının artması **tezgah teknolojisinin** de hızla gelişmesine yol açmıştır. Talaşlı imalat mekanik güç ile çalışan tezgahlardan elektrik motorlarının kullanıldığı universal tezgahlara oradan da gelişen bilgisayar teknoloji ile de günümüzde kullanımı bir hayli yaygın olan **CNC tezgahlara** evrilmiştir. Tezgah ve tezgâh teknolojisi talaşlı imalatın verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Talaşlı İmalat Operasyonlarında Verimlilik

Talaşlı imalatta diğer bütün proseslerde olduğu gibi verimlilik minimum girdilerden maksimum yarar sağlama ile elde edilir. Yüksek operasyon verimliliği için dikkat edilmesi gereken başlıca operasyon kuralları vardır.

- **Maliyetleri azaltma:** Önemli maliyet kalemlerinden olan enerji sarfiyatı ve takım masrafları dikkate alınarak bu maliyetlerin düşürülmesi hedeflenir. Yüksek takım ömrü ve düşük enerji sarfiyatı için uygun kesme parametrelerinin kullanılması büyük önem taşır.
- **Uygun iş parçası seçimi:** Ürün için gerekli mekanik, termal, kimyasal ve fiziksel özellikleri karşılayan iş parçaları arasından işlenebilirliği en iyi olan malzeme seçilmelidir. Bu durum bir önceki maddenin de sağlanmasına yardımcı olur.

- **Gereksiz toleranslardan kaçınma:** Ürün için gerekli sınır toleranslar tercih edilmeli gereğinden fazla verilen toleranslar hem işleme sürelerini hem takım ve operasyon maliyetlerini artıracaktır.
- **İşleme zamanını azaltmak:** Operasyon süreleri birim zamanda üretilen parça sayısını doğrudan ilgilendirir. Rekabetçi ve yüksek verimliliğe sahip bir işlem için kısa operasyon süreleri şarttır. Bu işlem ideal takım yollarının belirlenmesi, hızlı kesme işlemi yapılması, derin talaş verilmesi, çoklu kesme takımlarının bir arada kullanılması, içten ve dıştan tornalama delme vs işlemlerinin bir arada yapılabilmesi vs. ile mümkün olur.

- **İyi üretim planlama:** parça söküp takma, iş ve parça bekleme , tezgah beslemesi, takım bağlama ve sökme süreleri, ölçü tamlığı kontrolü vb. üretimi etkileyen süreçlerin doğru planlanması operasyon sürelerini doğrudan etkilemektedir.
- **Gereksiz operasyonlardan kaçınma:** Talaşlı imalat ile ürünlerin en az operasyon ile en yüksek doğrulukta şekillendirilmesi hedeflenmelidir.
- **Uygun tasarım prensiplerinin benimsenmesi:** Talaşlı imalat stratejisine uygun ürün tasarımları yapılarak hızlı, az işlemlili, düşük takım ve enerji maliyetli operasyonlar gerçekleştirmek mümkündür.

TALAŞLI İMALAT İÇİN TASARIM KURALLARI

Bu bölümde talaşlı imalat parçalarının temel tasarım kuralları incelenecektir.

1-) Makine Parçalarının İşleme Yüzeyleri Azaltılmalı

1.1



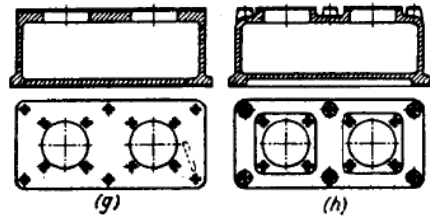
a,b) Küçük parçanın yerleşmesi için kanal açılmış. Bu kanalın derin olmasına gerek yoktur. Kanal derinliği azaltılarak işleme zamanı azaltılabilir. c,d) Somunun takılacağı yer kople işlenmiş. Silindirik yüzeyin işlenmemesinin zararı yoktur. Sadece somun altının işlenmesi yeterli.

1.2



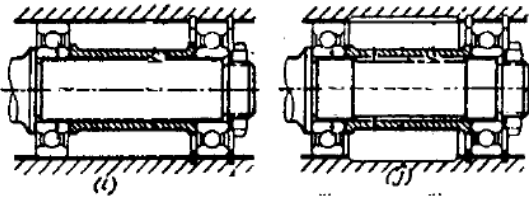
e,f) Kapağın üst yüzeyi kople işlenmiş. Halbuki işlenmesi gerekli yerler sadece cıvata altlarıdır. Orta kısımlar dökümde boşluk oluşturarak işlenmesine gerek kalmamıştır.

1.3



g,h) Döküm parçasının üst kısmı kople işlenmiş. İşlenmesi gerekli yerler şişirilerek işleme yüzeyi azaltılmış.

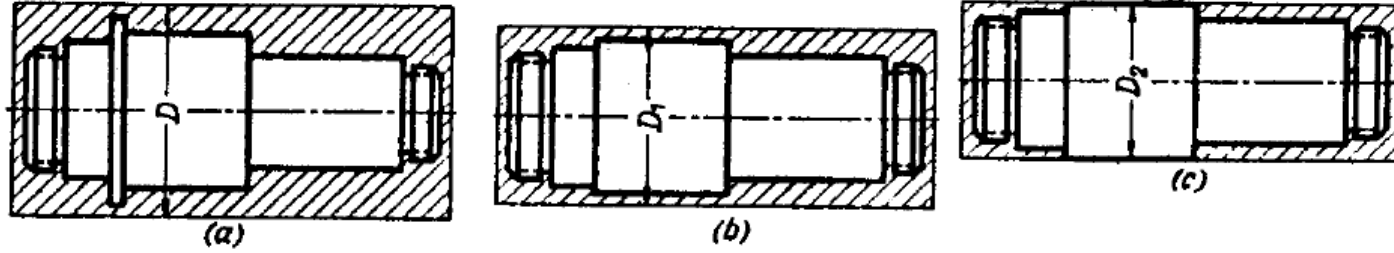
1.4



i,j) Sol taraftaki rulmanın takılabilmesi için rulman baştan sona sıkı çakılması gerekir. Halbuki iki yatak arası çap küçültülmüş olsa rulmanın takılması kolaylaşır. Delik için de aynısı geçerlidir.

2) İşlenecek malzeme hacminin azaltılması

2.1



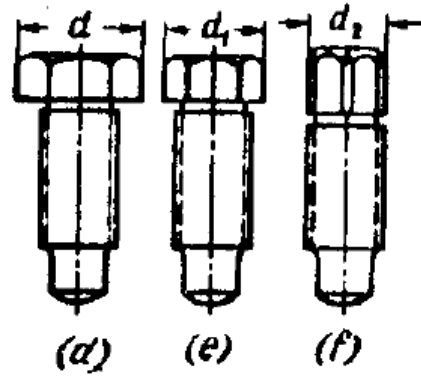
a) İstenilen parçayı elde edebilmek için büyük bir hacim işlenerek atılması gerekir.

b) İnce kalınlıktaki faturadan vazgeçilerek işlenecek hacim azaltılmış.

c) Soğuk çekilmiş malzeme kullanılması ile işlenecek hacim iyice azaltılmış.

Not: Bir parçanın boyut ölçüsü verilirken piyasada satılan ölçü dikkate alınmalıdır. Mesela, Piyasada satılan mil malzemesi ölçüsü 60mm ve 65mm ise 61mm lik ölçü vermek doğru değildir. Verilecek ölçü 59mm ve ya 64mm verilmesi uygundur.

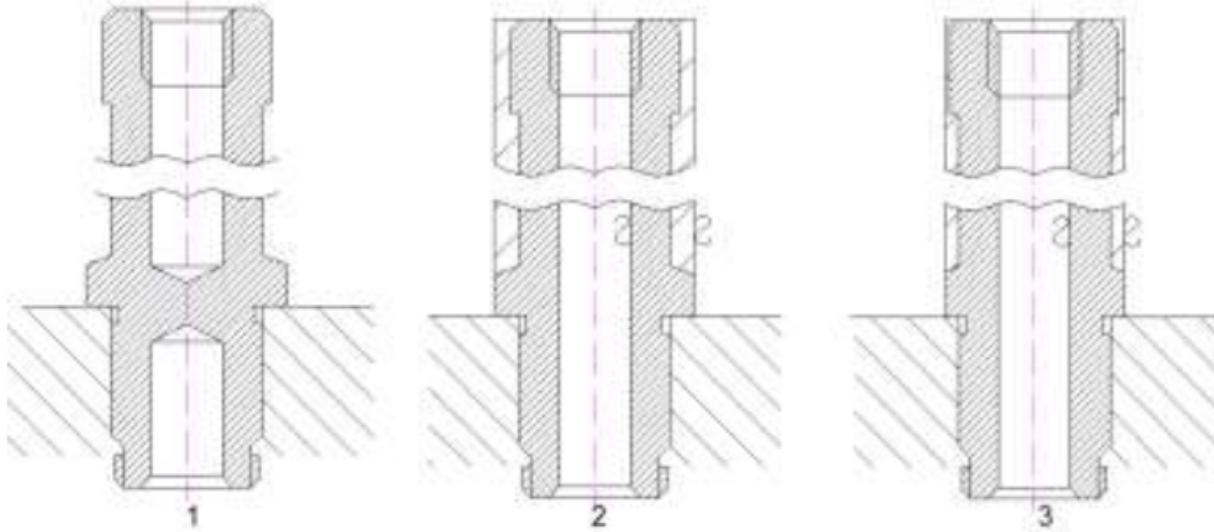
2.2



d,e,f) Altı köşe malzemeden işlenerek elde edilen civatanın işleme miktarını azaltmak için altı köşe ölçüsünü civata sap ölçüsüne en yakın seçmek gerekir. Silindirik parçanın uç kısmına dört köşe açılması en az işlem gerekir.

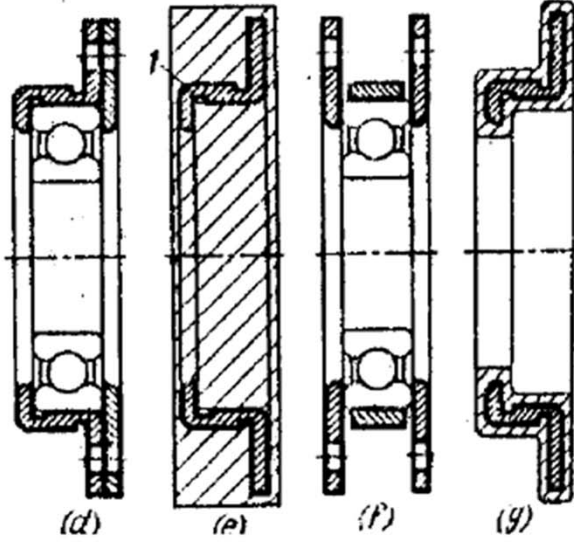
3) Silindirik parçaların işlenmesi

3.1



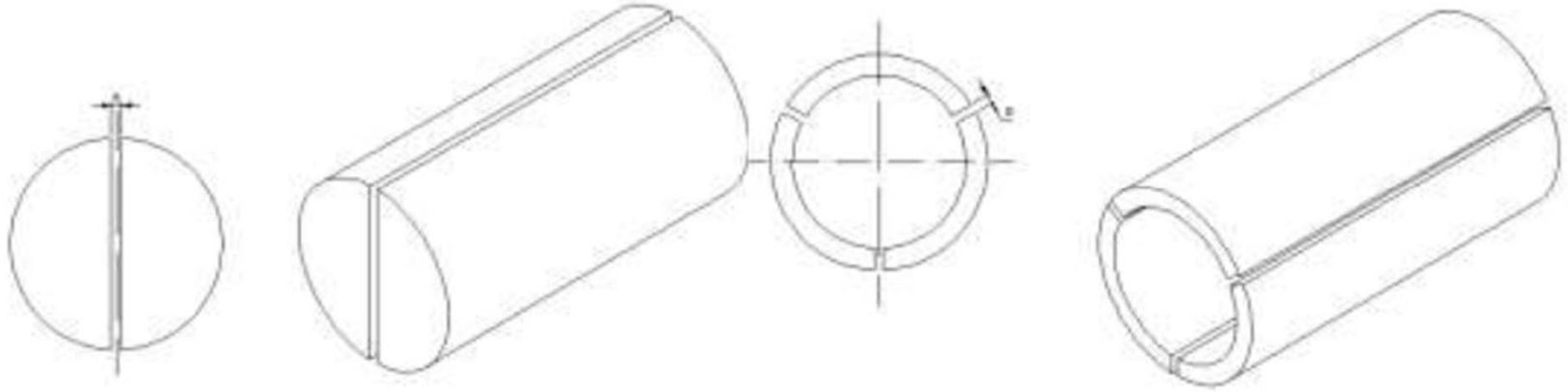
1) Uygun olmayan tasarım, Parça dolu milden yapılmış,
2) Parça borudan yapılarak delik açma işlemine gerek kalmamış,
3) Faturanın dış çap ölçüsü azaltılarak işçilik azaltılmış,

3.2



- d) Yapılması düşünölen rulman yuvası,
 e) Dolu malzemeden yapılırsa atılacak malzeme çok fazla,
 f) Basit parçalardan kaynaklı olarak veya
 g) dövme ile istenilen parçaya yakın bir malzeme hazırlanır

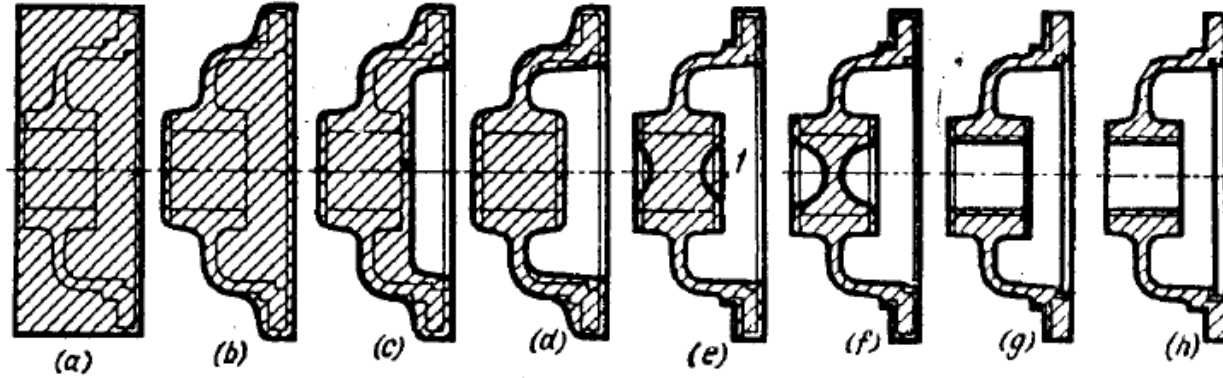
3.3



Silindirik parçalar kesilir iken kesme payları hesaba katılmalı. Kesilen silindirin kesiti birleştirilince dairesel olmaz

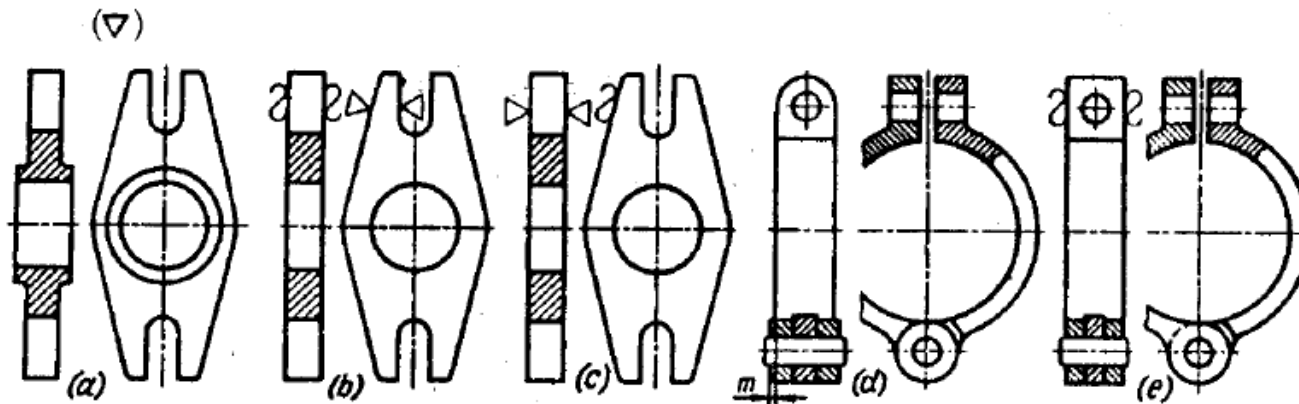
4) Talaşlı işlemeyi azaltmak için başka üretim yöntemlerinden faydalanılabilir..

4.1



a) Dolu malzemeden talaşlı imalat ile elde edilecek parça. Resimden işlenecek malzeme miktarının fazlalığı görülmektedir,. b-h) çeşitli dövme kalıpları ile işlenecek kısmın azalması açıkça görülmektedir. g,h de. delik zımba ile açılmıştır

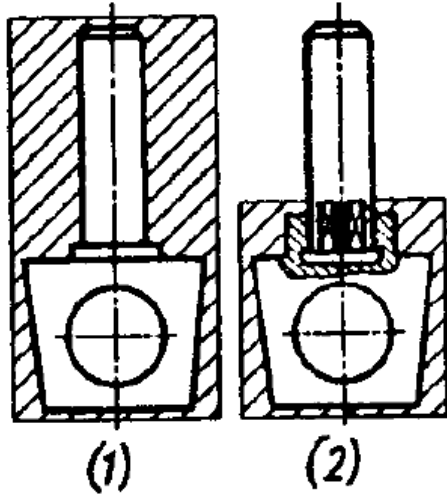
4.2



a) Her tarafı talaşlı imalat ile işlenerek elde edilecek parça, b) Düz levhadan kesilerek imal edilmiş, c) Ekstrüzyon ile imal edilen parça kesilerek yapılmış, d) Kalıpta dövme ile elde edilebilecek parça, e) m ile gösterilen kısımda vazgeçilir ise düz plakadan yapılabilir.

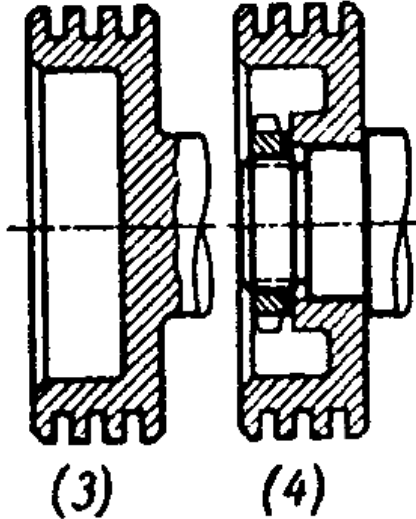
5) Tek parça yerine parçalı tasarım yapılarak işlemler kolaylaştırılabilir.

5.1

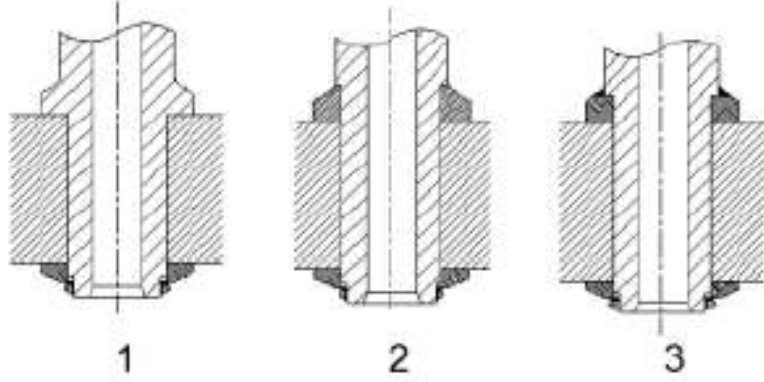
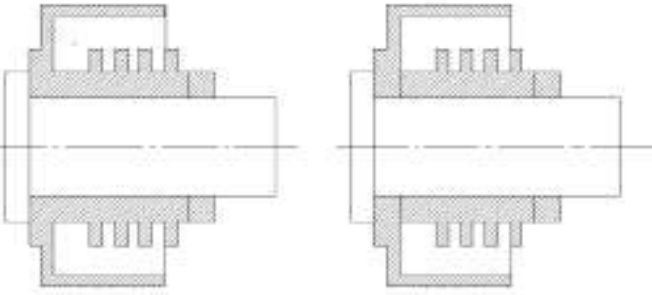
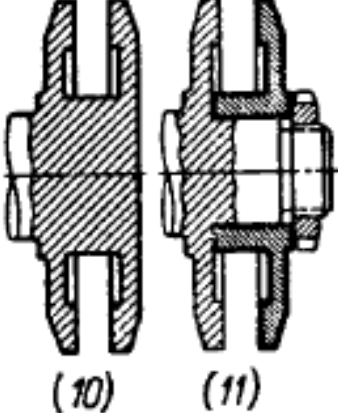


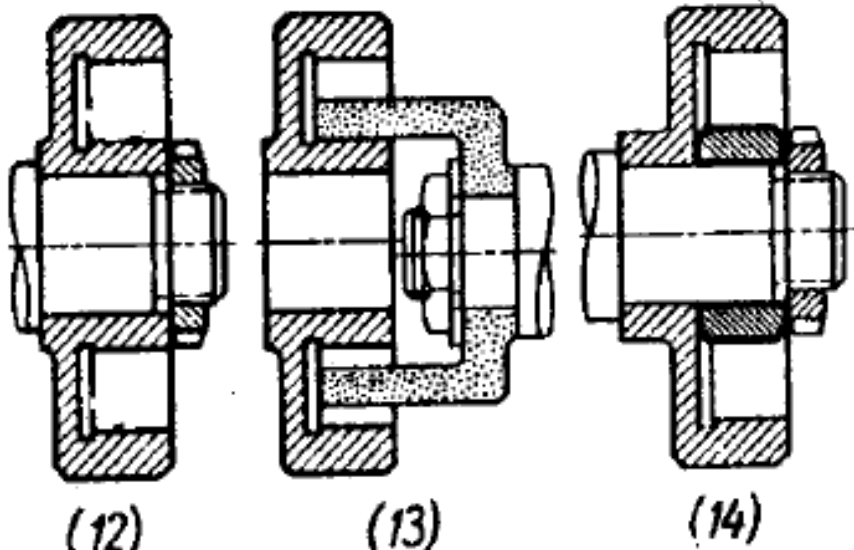
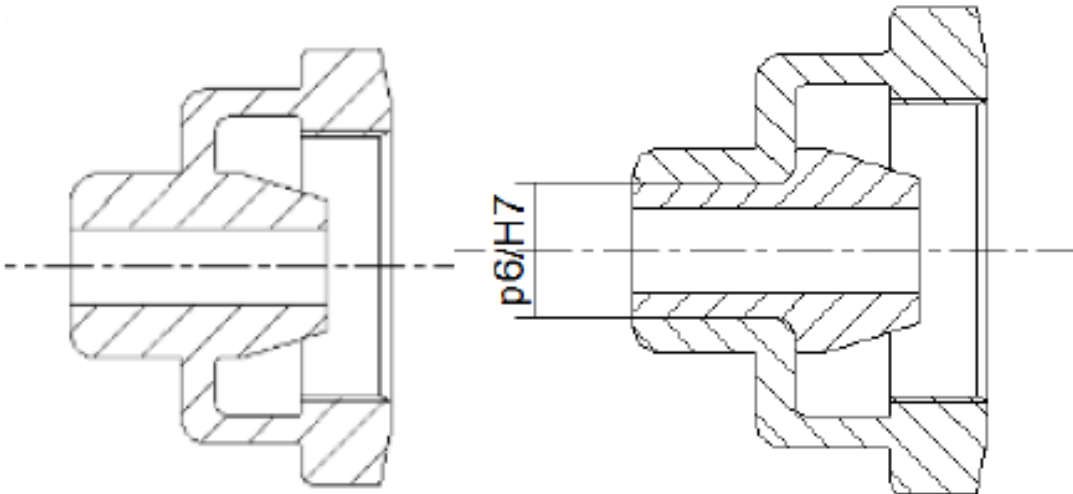
1,2) Tek parça olarak yapılmak istendiğinde işlenecek miktar fazladır, iki parçalı olarak tasarlandığında işleme miktarı azalmaktadır

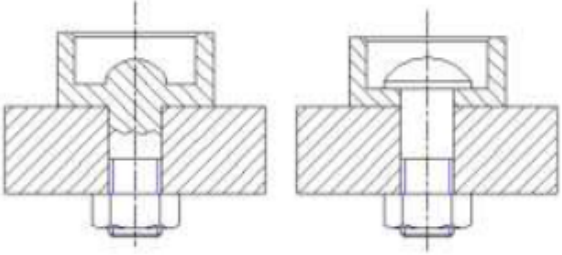
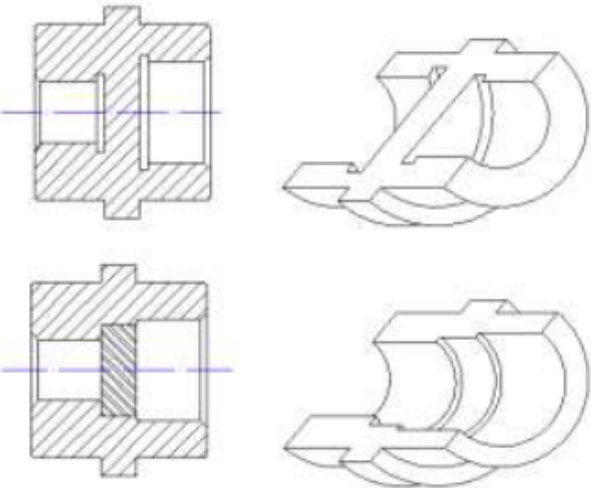
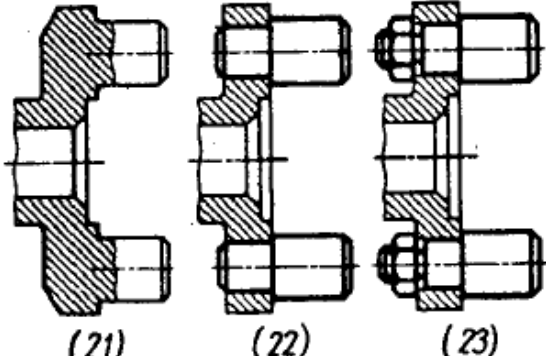
5.2

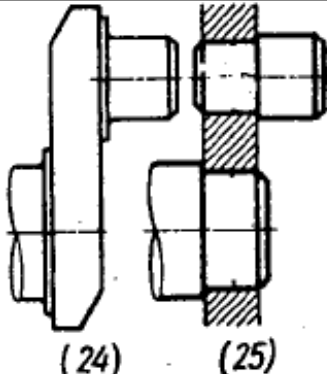
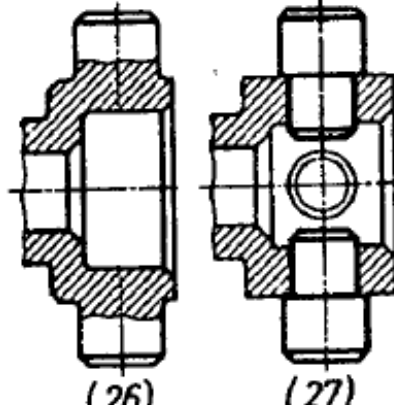
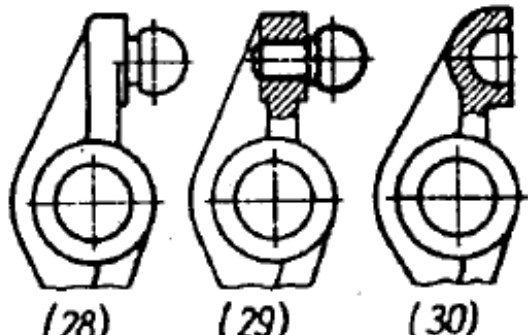


3,4) Piston başı iki parçalı olarak tasarlanmış

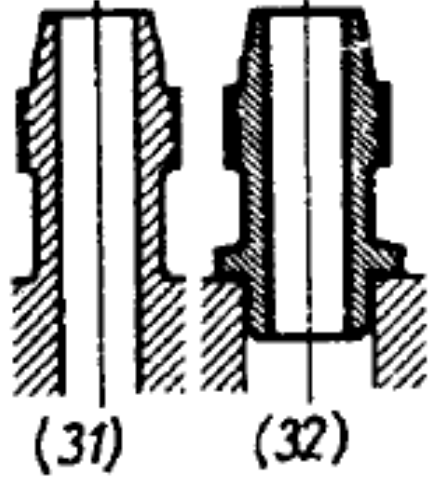
5.3	 1 2 3	1,2,3) Sütun bağlantısında tasarım değişikliği yapılarak işlem kolaylaştırılmış.
5.4		8,9) Labirentin tek parça halinde işlenmesi mümkün değildir.
5.5	 (10) (11)	10,11) Ara bölgenin işlenmesi parçalı yapılarak kolaylaştırılmış.

5.6	 (12) (13) (14)	12,13,14) Burcun dış çapının taşlanması için özel taş gerekir. Parçalı yapılarak burcun taşlanması kolaylaştırılmış.
5.7	 p6/H7	Rekorun konik kısmının işlenmesi parçalı yapılarak işlem kolaylaştırılmış.

5.8		İç kısımdaki küresel yüzeyin işlenmesi parçalı yapılarak kolaylaştırılmış.
5.9		19,20) Her iki taraftaki deliğin işlenmesi için parçanın sökölüp tekrar takılması gerekir. Bu şekildeki bir işleme deliklerde eksen kaçıklıklarına neden olur. Ara parça sonradan takılarak, parçanın tek bağlamada işlenmesi sağlanmış olur.
5.10	 (21) (22) (23)	21,22,23) Çatalın silindirik yüzeylerinin işlenmesi epeyce zordur. Parçalı yapılarak işlem kolaylaştırılmış.

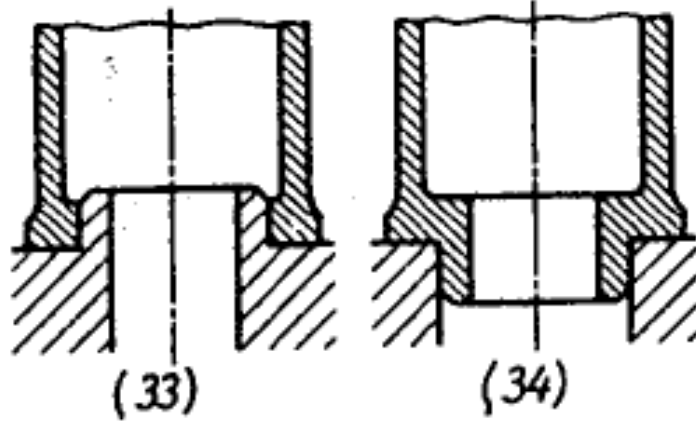
5.11	 (24) (25)	24,25) Krank parçalı işlem yapılarak kolaylaştırılmış
5.12	 (26) (27)	26-27) Kardan mafsali parçasının parçalı işlemi yapılarak kolaylaştırılması.
5.13	 (28) (29) (30)	28,29,30) Küresel yüzeyin işlenmesi tek parça halinde zordur. Parçalı yapılırsa işlem kolaylaşır. Başka bir çözüm, yuvanın büyük parçaya açılmasıdır.

5.14



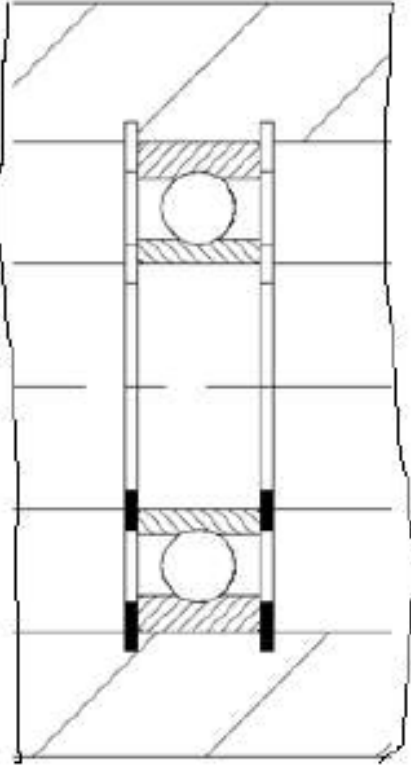
31,32) Dış parçanın imalatı zordur. parçalı yapılarak işlem kolaylaştırılmıştır.

5.15

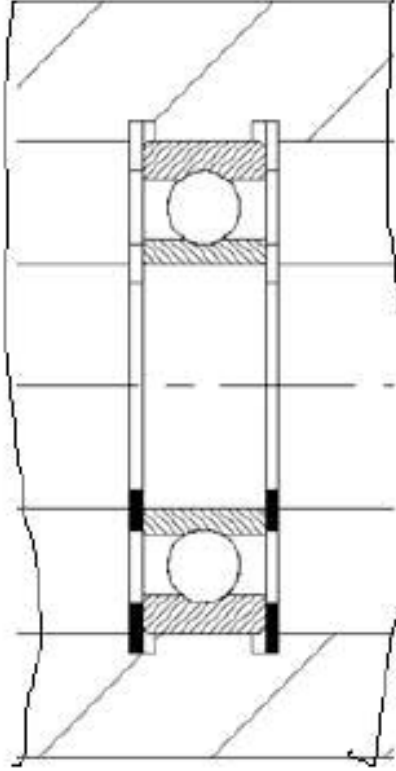


33,34) Merkezleme yüzeyi büyük parçada olması işlemi zorlaştırır.

6) Gereksiz toleranslardan kaçınılmalı



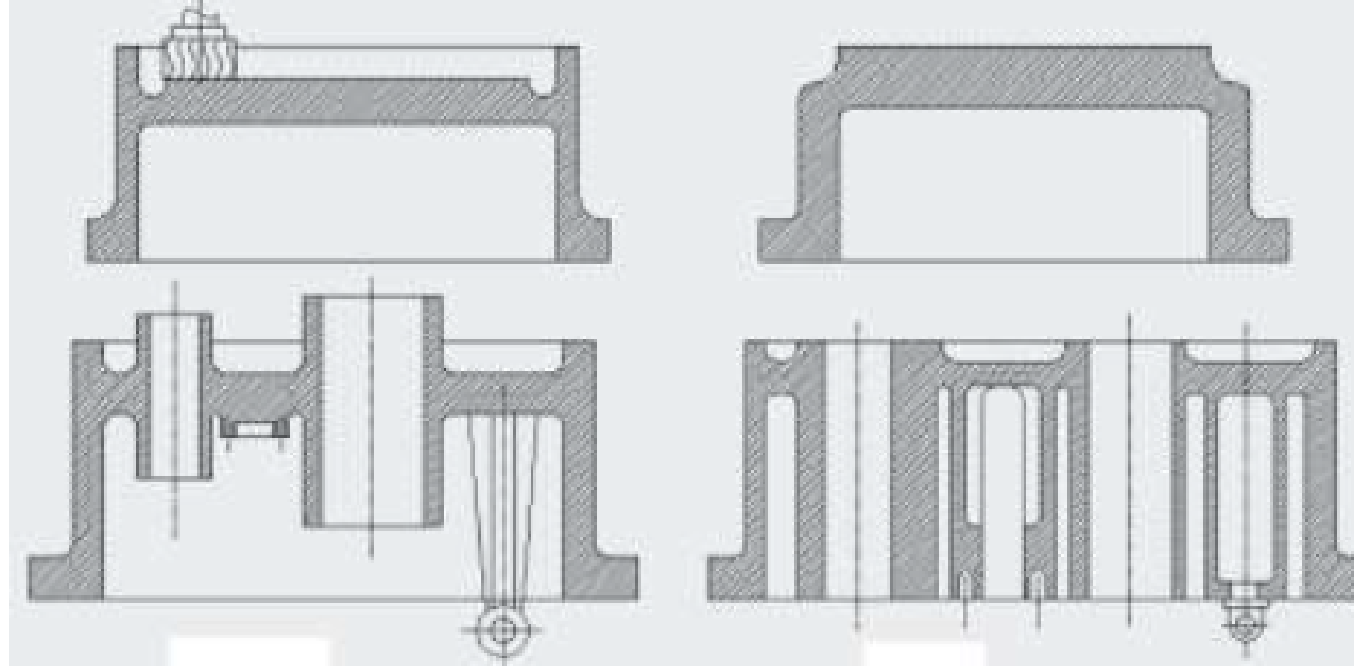
1



2

6.1 Toleranslı işlem gerektiren işçilikten kaçınılmalıdır. 2mm kalınlığındaki segmanı, 2mm kalınlığındaki segman kanalına yerleştirmek hassas işçilik gerektirir. Segman kanalı biraz büyük yapılarak fonksiyon yerine getirilebilir.

7) Kademeli işleme yüzeylerinden kaçınılmalı



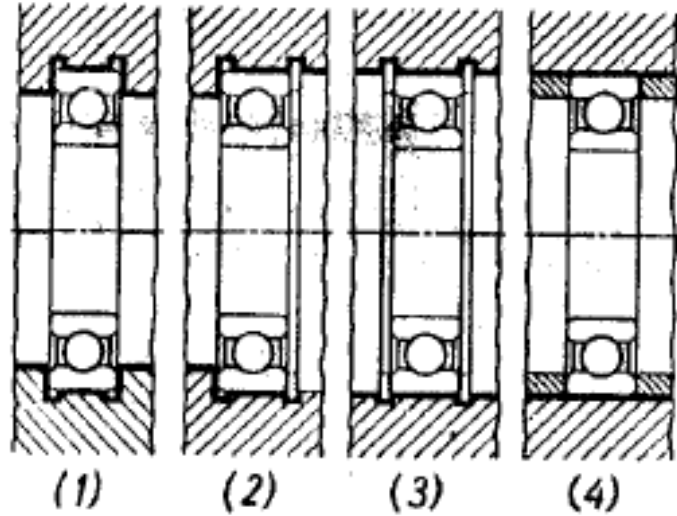
7.1

a,c)Kademeli yüzeyin işlenmesi için takımın iki ayarlanması gerekir.

b,d) Takımın bir kere ayarlanması ile işlenebilecek yüzey

8) Delikler basit işenebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

8.1



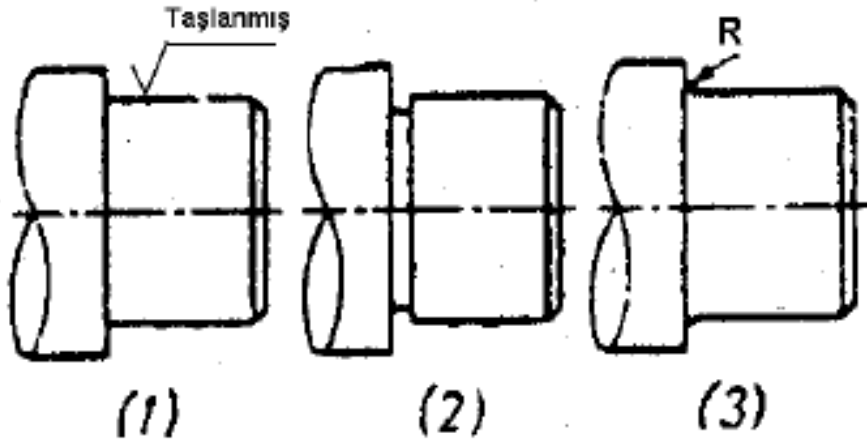
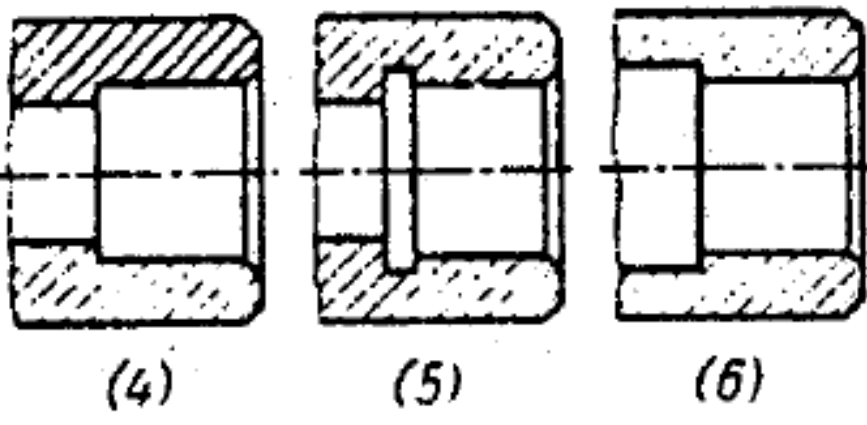
1) Deliğın içine rulmanın oturacağı kanalın açılması zordur.

2) İşlemin kolaylaştırılması için bir tarafı açık tasarlanmış.

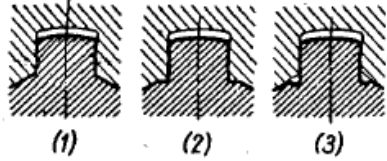
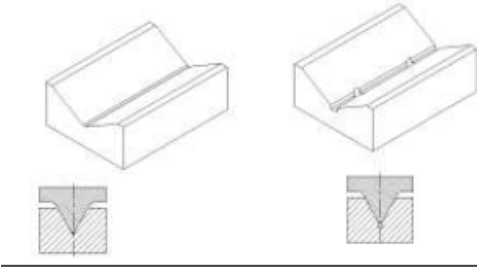
3) İki tarafı açık yapılarak işlem daha da kolaylaştırılmış.

4) Segman yerine burç kullanılarak segman kanalı açma işleminden de kurtulunmuş.

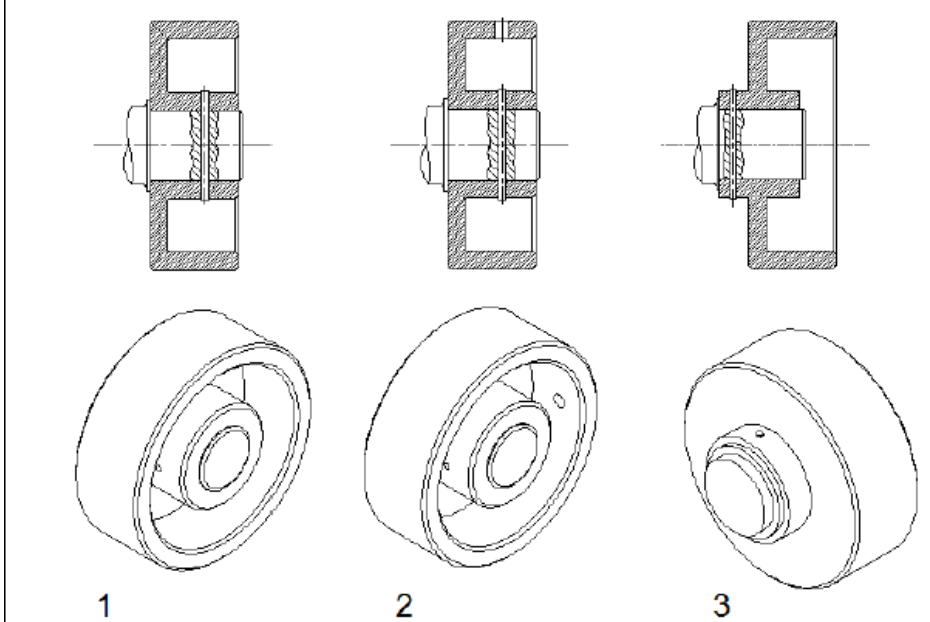
9) yüzeylerin birleşme yerlerinin işlenmesi kolaylaştırılmalı.

9.1	 (1) (2) (3)	1) Taşlanacak faturanın dik olarak yapılması mümkün değildir. 2) Taşın yan yüzeyinin faturaya temas etmemesi için fatura dibine yiv açılır. Böyle bir yiv açılması gerilme yığılmasını da artırır. 3) Fatura dibine taşlama taşının radius ölçüsü verilebilir.
9.2	 (4) (5) (6)	4,5,6) Delik içindeki omuz kısmının işlenmesi zordur. İşlemeyi kolaylaştırmak için önce bir yiv açılabilir; veya arkada kalan delik ölçüsü büyütülebilir.

10) Şekillendirme yapılırken takımın kesme şekli dikkate alınmalıdır.

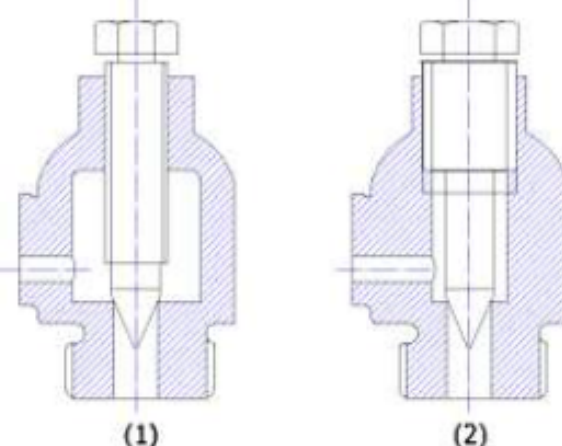
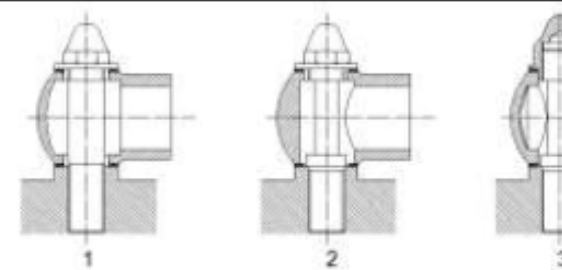
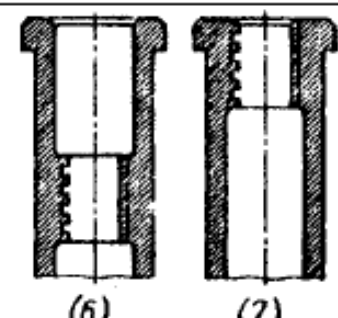
	1,2,3) Kamalı milin dip kısmının radyuslu işlenmesi zordur. Dip kısmı kalemin işleme şekline uygun olmalı veya dip kısma yiv açılmalıdır.
	V-kanalının dip kısmının kolayca işlenebilmesi için kanal dibine boşluk açılmalıdır.

Takım işlenecek bölgeye kolayca yaklaşabilmelidir.

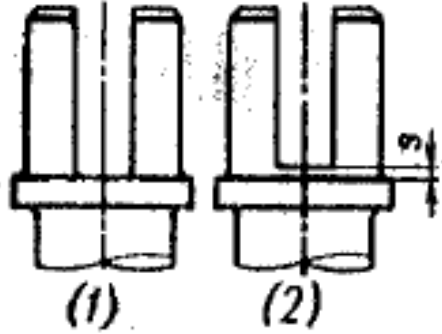


1-) göbeğin iç kısmına deliğin açılması mümkün değil. 2-)göbekteki deliği açabilmek için kasnakta delik açılmış. 3-)Delik açılacak kısım dışarı alınmış.

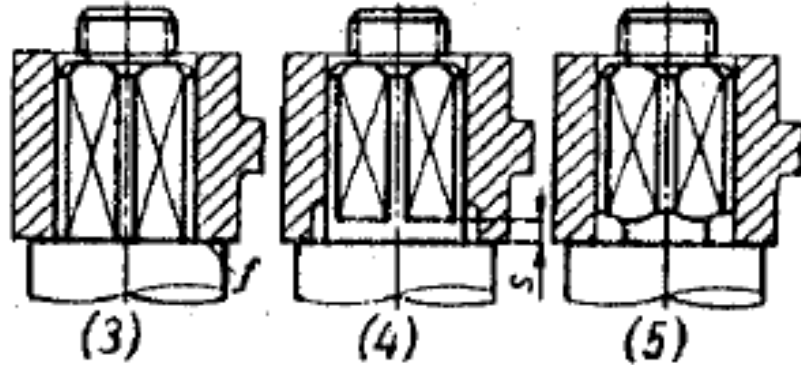
11) Daha kolay talaşlı işlem yapabilmek için tasarım değişiklikleri yapılmalıdır.

 (1) (2)	1,2) m ile gösterilen boşluğun işlenmesi zordur. Vida çapı büyütülerek işlem kolaylaştırılmış.
 1 2 3	3-5) n ile gösterilen kısmın işlenmesi tasarım değişikliği yapılarak kolaylaştırılmış.
 (6) (7)	6,7) Borunun içine açılan vida uzakta olduğu zaman işlenmesi zorlaşır.

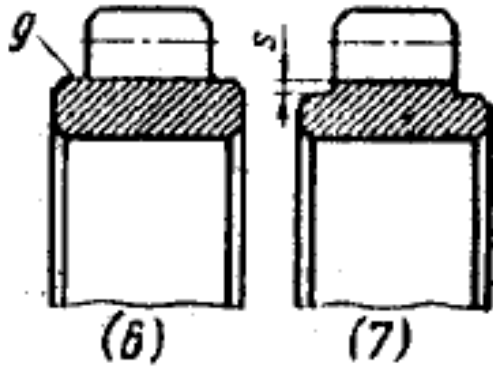
12) Değişik yöntemler ile işlenecek yüzeyler bir birinden ayrılmalıdır.



1,2) Parça işlenirken ilk önce tomalanır daha sonra freze ile kanal açılır. Tomalama ile oluşacak fatura ile freze ile açılacak kanalın dibi aynı seviyede olacak şekilde tasarım yapılmış. Bu iki yüzeyin aynı düzlemde elde edilmesi zordur. Kanal bitiş düzlemini s kadar geride bırakmak gerekir.

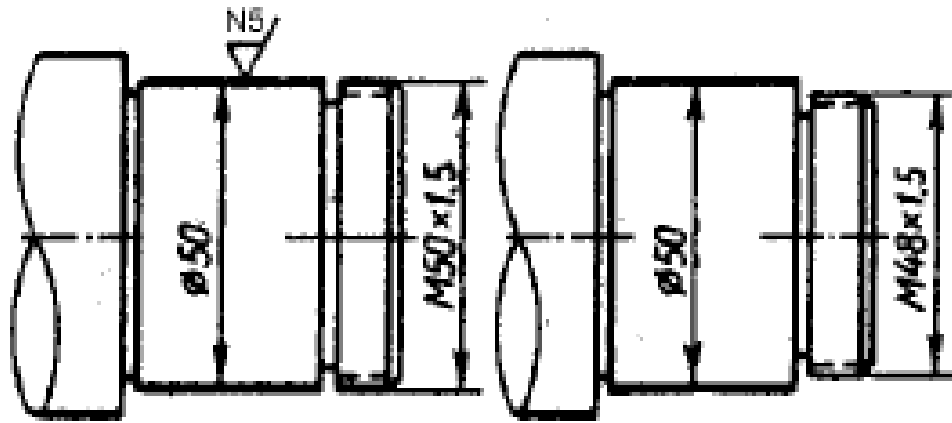


3) Freze ile açılan düz yüzey ile torna ile açılan fatura aynı düzlemde.
4,5) Yapılan tasarım değişiklikleri.



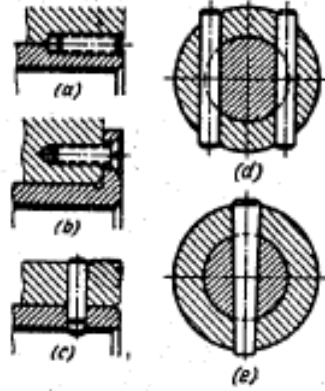
6,7) Freze ile oluşturulacak dış dibi düzlemi ile tomalama ile oluşturulacak g ile gösterilen dış çap aynı seviyede işlenmesi zordur. s kadar bir fark verilmelidir.

13) Değişik kalitede işlenecek yüzeyler bir birinden ayrılmalı.



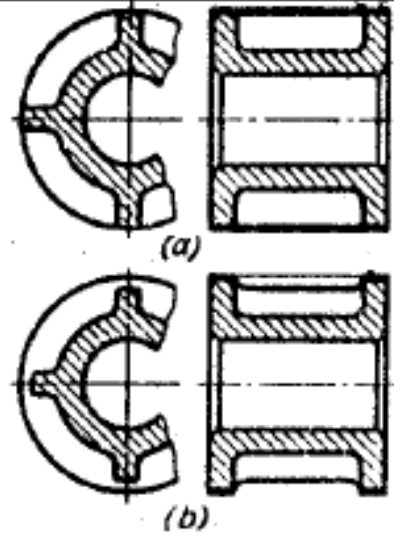
13.1) N5 yüzey kalitesi elde etmek için taşlama yapmak gerekir. Vida çapı ile taşlanacak çapın aynı yapılması durumunda gereksiz olarak vida üstü de taşlanır.

14) Takım değişik sertlikteki parçaları aynı anda kesmemelidir.



Değişik sertliklerdeki parçalar beraber işlenecek olursa, takım yumuşak malzeme tarafına kaçır. a,d yanlış, b,c,e doğru tasarım.

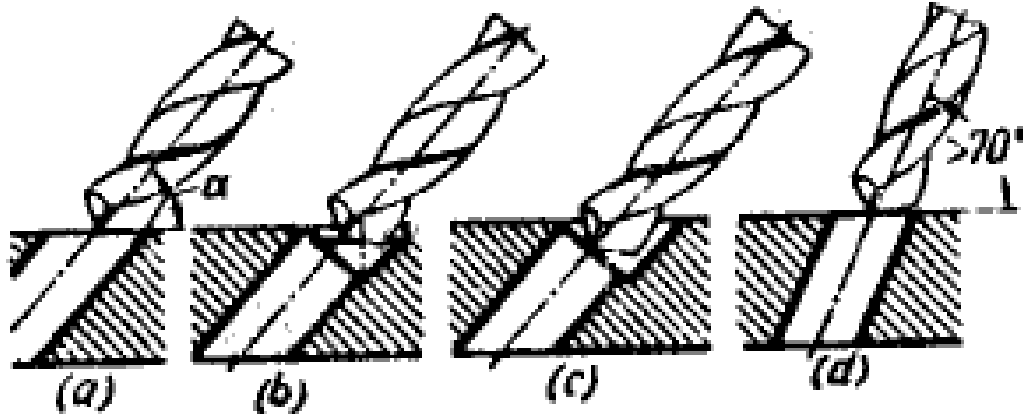
15) Takım darbeli kesmemelidir.



a,b) Parçanın dış yüzeyi tornalanır iken destek kollarının kesilmesi esnasında takıma darbe gelecektir. Destek kollarının çaplarının küçük yapılması durumunda bu şekilde bir problem oluşmaz.

16) Matkabin yüzeye mümkün olduğu kadar dik gelmesini sağlamak gerekir.

21.1



70° den daha küçük eğim açılı deliklerin açılması zordur. Böyle bir durum söz konusu ise matkabin ağızlayacağı kısım düzeltilmelidir.