

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ**

## **YÜZEY İŞARETLERİ VE TOLERANSLAR**

**Ankara, 2013**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. BİRLEŞTİRME ELEMANLARI.....	3
1.1. Standardizasyon .....	3
1.1.1. Standardizasyonun Önemi .....	3
1.1.2. TS 88 Kuralları .....	4
1.1.3. Çeşitli Standart Makine Elemanları .....	5
1.2. Birleştirme Elemanları .....	6
1.2.1. Birleştirmelerin Tanımı, Önemi ve Çeşitleri .....	6
1.2.2. Sökülebilen Birleştirme Elemanları.....	8
1.2.3. Sabit Birleştirmeler .....	35
UYGULAMA FAALİYETİ .....	55
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	63
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	66
2. ALIŞTIRMA VE TOLERANS .....	66
2.1. Makine Parçalarına Tolerans Vermenin Gereği.....	66
2.1.1. Boyut Toleransları.....	69
2.2. Boşluk – Sıkılık.....	73
2.3. Alıştırma Toleransı (AT) .....	74
2.4. Alıştırma Sistemleri .....	75
2.4.1. Normal Delik Sistemi .....	76
2.4.2. Normal Mil Sistemi .....	76
2.4.3. Çap Grupları ve Tolerans Kaliteleri .....	77
2.4.4. Tolerans Alanları .....	77
2.4.5. Tolerans Değerlerinin Çizelgelerden Okunması.....	80
2.5. Sayısal Toleransın Resim Üzerinde Gösterilmesi.....	86
2.6. Şekil ve Konum Toleransları .....	89
2.6.1. Şekil ve Konum Toleranslarının Çeşitleri ve Kullanılan Semboller .....	92
2.6.2. Tolerans Çerçevesi.....	93
2.6.3. Toleransın Teknik Resimde Gösterilmesi.....	100
2.7. Parça Resmi Üzerinde Alıştırma ve Toleransların Verilmesi .....	103
UYGULAMA FAALİYETİ .....	105
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	108
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	111
3. YÜZEY İŞLEME İŞARETLERİ .....	111
3.1. Parçanın Görevine Uygun Yüzey İşleme İşareti Koyma Gereği .....	111
3.1.1. Yüzey İşleme İşaretleri (Sembol) Çeşitleri.....	111
3.1.2. Yüzey İşleme İşaretlerinde Grafik Sembollere Eklenen Bilgiler .....	114
3.1.3. Yüzey İşleme İşaretlerinde Grafik Sembollerin Boyutları .....	115
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü.....	116
3.2.1. Pürüzlülük Değerleri ve Pürüzlülük Sınıf Numaraları .....	117
3.2.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Gösterilmesi .....	117
3.2.3. İmalat Metodunun Belirtilmesi.....	118

---

3.2.4 Esas Uzunluk ve Dalgalığın Belirtilmesi.....	119
3.2.5. Yüzey Yapılışına Ait Özelliklerin Gösterilmesi.....	119
3.2.6. Yüzey İşleme Paylarının Gösterilmesi .....	120
3.2.7. Diğer Yüzey Pürüzlülüklerinin Belirtilmesi .....	121
3.3. Özel İşlem Görmüş Yüzeylerin Resimde Gösterilmesi .....	121
3.4. Yüzey İşleme İşaretleri .....	125
3.5. Parça Resmi Üzerinde Yüzey işleme İşaretlerinin Gösterilmesi .....	129
UYGULAMA FAALİYETİ .....	131
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	134
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	137
CEVAP ANAHTARLARI.....	140
KAYNAKÇA .....	141

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Motorlu Araçlar Teknolojisi</b>
<b>DAL / MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Yüzey İşaretleri ve Toleranslar</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	TSE standartlarına ve teknik resim kurallarına göre; birleştirme elemanlarının resimlerinin çizme, alıştırma ve tolerans işaretlerini kullanma ve yüzey işleme işaretlerini yazma becerilerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Birleştirme elemanlarının resmini çizmek, alıştırılma ve tolerans işaretlerini kullanmak ve yüzey işleme işaretlerini yazmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> TSE standartlarına ve teknik resim kurallarına uygun olarak birleştirme elemanlarının resimlerini çizebilecek, çizilen resimler üzerinde alıştırma ve tolerans değerlerini, yüzey işleme işaretlerini yazabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Teknik resim kurallarına göre birleştirme elemanlarının resmini çizebileceksiniz. 2. Teknik resim kurallarına göre çizilen resim üzerinde alıştırma ve tolerans değerlerini gösterebileceksiniz. 3. Teknik resim kurallarına göre çizilen parça resmi üzerinde yüzey işleme işaretlerini gösterebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Teknik resim masa ve çizim malzemeleri, maket parçaların bulunduğu dersane <b>Donanım:</b> Çizim araç ve gereçleri, maketler ve ilgili TSE standartlar
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Otomotiv sektörü ülkemizde, dünyada çok önemli bir pazara ve teknolojiye sahiptir. Dışarıdaki rekabeti de düşünerek konunuzda iyi bir donanıma sahip olmanız gerekir. Yüzey işaretleri ve toleranslar modülünde bulunan bilgileri en iyi şekilde öğrenmeniz çok önemlidir. Bu modülle birlikte yapacağınız uygulamalarla ve çalışmalarla kendine güvenen, yaratıcı düşüncelere ve tasarımlara sahip iyi yetişmiş bir teknik personel olabilirsiniz.

Bir teknik elemanın meslek resimle ilgili kuralları ve esasları öğrenmesi ve bilmesi zorunludur. Çünkü mesleki resim, bütün ülkelerde aynı kuralları ve esasları içerir.

Bu modülde birleştirme elemanları, yüzey işaretleri ve toleranslar konularında sizlere bilgi ve beceri kazandırmayı amaçlıyoruz.

Bu modülü başarı ile tamamladığınızda, birleştirme elemanlarını çizebilecek, makine parçaları üzerinde tolerans ve yüzey işaretlerini belirtebileceksiniz. Burada kazandığınız bilgi ve becerileri CAD (bilgisayar destekli çizim-tasarım) programları ile daha fazla geliştirip bilgisayarda da çizim ve tasarım yapabilme yeteneğine kavuşabilirsiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Teknik resim kurallarına göre birleştirme elemanlarının resmini çizebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ülkemizde ve dünyada standartları hangi kuruluşlar belirlemektedir, araştırınız.
- TSE standartlarına göre birleştirme elemanlarının çeşitlerini araştırınız.

## 1. BİRLEŞTİRME ELEMANLARI

### 1.1. Standardizasyon

Standardizasyon; belirli bir faaliyetle ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardım ve iş birliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemine denir.

Standardizasyon çalışması sonucu ortaya çıkan belge, doküman veya esere standart adı verilmektedir. Standartlar bilimsel, teknik ve deney çalışmalarının kesinleşmiş sonuçlarını esas alır.

Endüstri üretiminde teknik ve ekonomik bakımından bir esasa bağlamak, kullanılan aletlere ve makine elemanlarına uygun biçim ve ölçüleri vermek, yapılan seri üretimde uygunluk sağlamak amacıyla standartlaşmaya gidilmiştir. Örneğin; çeşitli cıvatalar, somunlar, pimler, kamalar, kasnaklar, kayışlar, rulmanlar, yataklar vb. gibi makine elemanları ölçü ve biçim bakımından standartlaştırılmıştır. Dünyanın herhangi bir yöresinde standart bir parçayı temin etmek mümkündür.

#### 1.1.1. Standardizasyonun Önemi

Standartların kullanılmasının faydalarını şu şekilde sıralamak mümkündür.

- İmalatta maliyet ve işletme masraflarını azaltır.
- Cins ve çeşit sayısını azaltır.
- Malzeme ve yapılmış eşyaların temini konusunda anlaşmazlıkları ortadan kaldırır.
- Ticari alanda mağaza ve depo yönetim işlerini basitleştirerek mal teslimi süresini kısaltır.
- Gereç ve eşya temininde kolaylık sağlar, zaman kazandırır.
- Gerektiği zaman kolaylıkla yedek parça temin edilebilir.

Standartlaşma önce devletlerin kendi bünyesinde başlamış (1917 yılında Almanya’da DIN, Amerika’da ASA, Japonya’da JIS gibi), fakat kullanılan standartlar yönünden bazı ayrıcalıklar ve uyumsuzluklar meydana gelmiştir. Bu bakımdan devletlerarasında standartlarda bir birlik temin etmek amacıyla Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) adı altında bir teşkilat kurulmuştur. Bu teşkilata üye olan devletler, ISO’nun tespit ederek yayınladığı standartlara uyarak kendi standartlarını düzenler.

Türkiye’de, bilhassa endüstri dalında Alman Standartları (DIN) benimsenmiş ve uzun yıllar kullanılmıştır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE), önce 1954 yılında sanayi odaları bünyesinde kurulmuştur. 1960 yılında da kuruluş kanununa kavuşan Türk Standartları Enstitüsü, günümüze kadar çeşitli konuları içeren birlerce Türk standardını yayımlamış bulunmaktadır. Ayrıca bu standartların adını ve numarasını gösteren kataloglar çıkarmaktadır.

Türk standartları TS rumuzu ve standartlara verilen numaralarla belirtilir. Standart almak isteyenler bölge müdürlüklerinden veya *İnternet* ortamından TSE’nin *İnternet* sitesine girerek istedikleri standardı satın alabilir.

Örneğin; TS 88 standardı, teknik resim metotlarını ve çizim kurallarını belirtir. TS 88 ifadesinde, TS rumuzu Türk standartlarına uygunluğu, 88 sayısı ise forma numarasını belirtir.

### **1.1.2. TS 88 Kuralları**

TS 88 Standartları, makine, elektrik, inşaat mühendisliği ve mimari konularla ilgili teknik resimlerde uyulması gereken genel kuralları kapsar.

Resimler, eğer önceden belirlenmiş kurallar ve metotlar kullanılarak grafik olarak çizilmişse endüstriyi ilgilendiren bir resim türü ortaya çıkar. Bir parçanın yapımı için gerekli olan bütün bilgileri eksiksiz olarak taşıyan resimlere “teknik resim” denir. Tasarlanan eşyanın üretimi için önce çalışma prensipleri, çeşitli devre şemaları, diyagramlar ve diğer özellikler de belirlenerek resmi çizilir. Teknik resim bu konudaki kabul edilmiş çizim kural ve metotlarını bilen ve uygulayabilen kişilerce çizilebilir ve okunabilir. Bu resimler serbest elle, çizim araç gereciyle veya bilgisayar ortamında çizilir.

Teknik haberleşme dili olarak teknik resim; temel kurallara ve uluslararası standartlara uygun çizildiği zaman dünyanın her yerinde kolaylıkla okunup bütün bilgileri anlaşılır. Bu birliği sağlamak için ISO ve ona bağlı olan TSE standartlarından yararlanır. Teknik alanda çizilen resimlerle mühendis, teknisyen ve teknik elemanlar, yapılacak üretim ve işlerle ilgili diyalog kurup anlaşır. Teknik elemanların, teknik resim bilgisiyle karşılıklı olarak anlaşmasından dolayı teknik resme bir “teknik iletişim dili” diyebiliriz.

Standart dizaynda teknik resim mal, hizmet, eşya ve makinenin belirli esaslara bağlanması, kullanılacak olan her türlü alet, avadanlık vb. şeylere uygun şekiller verilmesi ve seri imalat sistemine uygunluğunun sağlanması gerekir. Bunun için standartlar oluşturulmuştur. Ülkemizdeki standartlaştırma işi, 1960 yılında kurulan Türk Standartları

Enstitüsü (TSE) tarafından yapılmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü, standartlaştırdığı çeşitli şekil, bilgi ve mallara ait birer numara verir ve bunları yayınlar. ISO (Uluslararası Standartlar Organizasyonu) içinde yer alan ülkeler, bu teşkilat tarafından kabul edilen standartlara uymak ve bunları alıp kendi bünyesine uydurarak standartlarını düzeltmek zorundadır.

Şekil 1.1’de teknik resimle ilgili standartların yer aldığı örnek bir TS 88 standardı görülmektedir.



Şekil 1.1: TS 88 Türk standart örneği

### 1.1.3. Çeşitli Standart Makine Elemanları

Üretim sektöründe ve bakım servisi gerektiren hizmet sektöründe teknik ve ekonomik bakımından bir esasa bağlamak, kullanılan aletlere ve makine elemanlarına uygun biçim ve ölçüleri vermek, yapılan seri üretimde uygunluk sağlamak amacıyla standartlaşmaya gidilmiştir. Örneğin çeşitli cıvatalar, somunlar, pimler, kamalar, kasnaklar, kayışlar, rulmanlar, yataklar, vb. makine elemanları ölçü ve biçim bakımından standartlaştırılmıştır.

Tablo 1.1’de standart makine elemanlarının isimleri ve TS numaraları görülmektedir.

	<b>STANDART NO</b>	<b>STANDART ADI</b>
<b>01</b>	TS 1021 / 1	Cıvatalar
<b>02</b>	TS 1026 / 1	Somunlar
<b>03</b>	TS 79 / 1	Rondelalar
<b>04</b>	TS 2337	Pimler
<b>05</b>	TS 69	Pernolar
<b>06</b>	TS 2339	Kupilyalar
<b>07</b>	TS 2424	Sıkma kovanı
<b>08</b>	TS 147	Kamalar
<b>09</b>	TS 94	Perçinler
<b>10</b>	TS 2279	Silindirik mil ucu ( muylu )
<b>11</b>	TS 1440	Basınç yayı
<b>12</b>	TS 1443	Disk biçimli çelik yaylar
<b>13</b>	DIN-ISO 4379	Kaymalı yatak burçları
<b>14</b>	TS 11706	Bilyeli yataklar
<b>15</b>	TS 479	Dişli çarklar
<b>16</b>	TS 3578	Zincir ve dişlileri
<b>17</b>	TS 148	Kasnaklar
<b>18</b>	DIN 471	Miller için emniyet segmanı
<b>19</b>	DIN 472	Delikler için emniyet segmanı
<b>20</b>	TS 3577	- o - ring
<b>21</b>	DIN 5419	Keçe (bilezik )
<b>22</b>	TS 6923	Gresörlükler
<b>23</b>	TS 3004	Kaynaklar
<b>24</b>	TS 908	Eşkenar köşebent
<b>25</b>	TS 912	Çelik u profili
<b>26</b>	TS 910	Geniş ı profili
<b>27</b>	TS 911	T profili
<b>28</b>	DIN 2573	Flanş
<b>29</b>	DIN 59410	Kare ve dikdörtgen profil
<b>30</b>	DIN 2448	Dikişsiz ve dikişli boru
<b>31</b>	TS 3025	Çelik lamalar
<b>32</b>	DIN 668 DIN 178 DIN 176	Daire, kare, altıgen şekilli çubuklar

**Tablo 1.1: Çeşitli standart makine elemanları**

## **1.2. Birleştirme Elemanları**

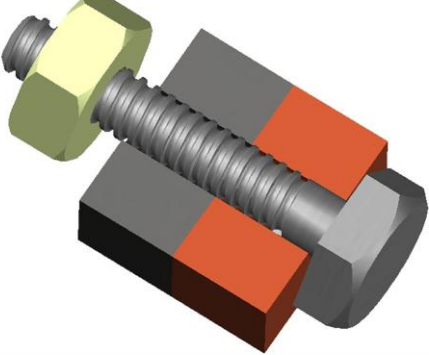
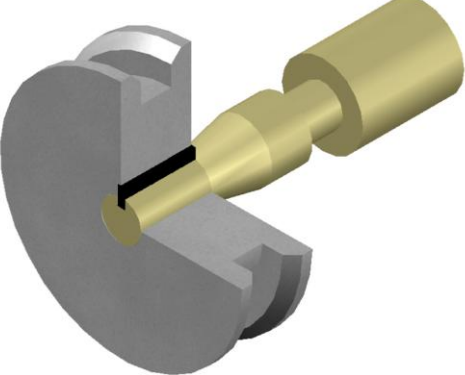
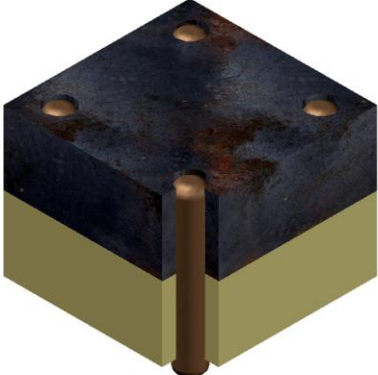
### **1.2.1. Birleştirmelerin Tanımı, Önemi ve Çeşitleri**

Makine parçalarının birbirine sökülebilir veya sökülemez biçimde bağlanmasına birleştirme denir.

Bir makinenin meydana gelebilmesi için çok sayıda farklı makine elemanlarının birleştirilmesi gerekir. Parçaların uygun olarak doğru bir biçimde birleştirilmesi, makinenin görevini yapabilmesi yönünden en önemli unsurdur.

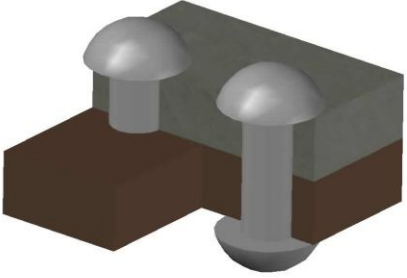
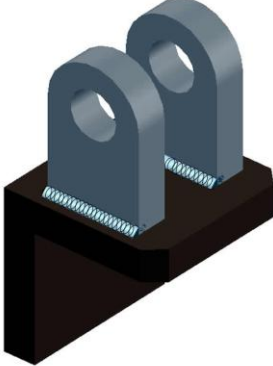

Birleştirme elemanlarını bağlantı durumlarına göre iki gruba ayırabiliriz.

- **Sökülebilen birleştirmeler:** Vidalı, kamalı ve pimli birleştirmelerden oluşmaktadır. Şekil 1.2’de sökülebilen birleştirmelere örnek resimler görölmektedir.

<p><b>Vidalı Birleştirmeler</b></p>	
<p><b>Kamalı Birleştirmeler</b></p>	
<p><b>Pimli Birleştirmeler</b></p>	

Şekil 1.2: Sökülebilen birleştirmeler

- **Sökülemeyen birleştirmeler:** Perçinli ve kaynaklı birleştirmeler ve sıcak geçmelerden oluşmaktadır. Şekil 1.3'te sökülemeyen birleştirmelere örnek resimler görölmektedir.

<p><b>Perçinli Birleştirmeler</b></p>	
<p><b>Kaynaklı Birleştirmeler</b></p>	
<p><b>Sıcak Geçmeler</b></p>	

**Şekil 1.3: Sökülemeyen birleştirmeler**

## **1.2.2. Sökülebilen Birleştirme Elemanları**

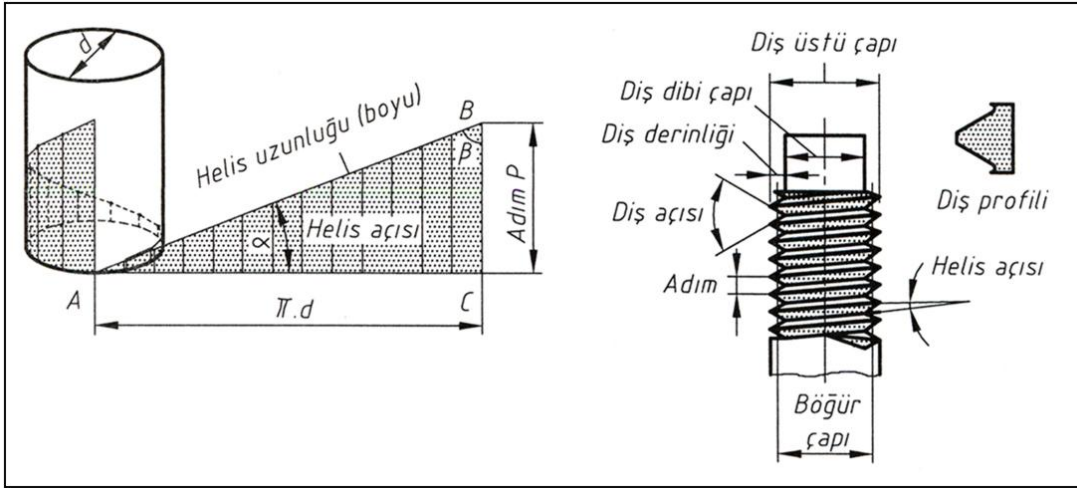
### **1.2.2.1. Vidalar**

Makine parçalarını meydana getiren en önemli kısımlardan biri de vidalardır. Vidalar, makine elemanlarının sökülebilir birleştirilmesinde ve hareket iletiminde önemli rol oynar.

Vidalı kısımların resimlerinin çiziminde standart kurallar uygulanır. Bu kuralların resmi çizen kişi tarafından iyi öğrenilmesi ve uygulanması gerekir. Kurallardan önce vidalarla ilgili şekil ve terimleri tanımak gerekir.

İç ve dış silindirik veya konik yüzeylere açılan helisel oluklara vida denir. Helisel olukların meydana getirdiği çıkıntılara ise vida dişi denir.

Vidayı oluşturan helis; bir silindirin eksenini etrafında düzgün dairesel hareketle dönmesiyle silindirin yanal yüzeyindeki bir noktanın eksen doğrultusunda aldığı yolun çizdiği yörüngedir. Silindirin çevresine taban kenarı silindirin çevre uzunluğuna eşit bir dik üçgen saracak olursak, dik üçgenin hipotenüsünün silindir üzerindeki izi, vida helisini meydana getirir. Üçgenin taban kenarı silindirin çevresine eşittir. Dik üçgenin diğer kenarı helis adımına denktir. Çevreyle vida helisi arasındaki açı, vidanın helis açısıdır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Vida helisi

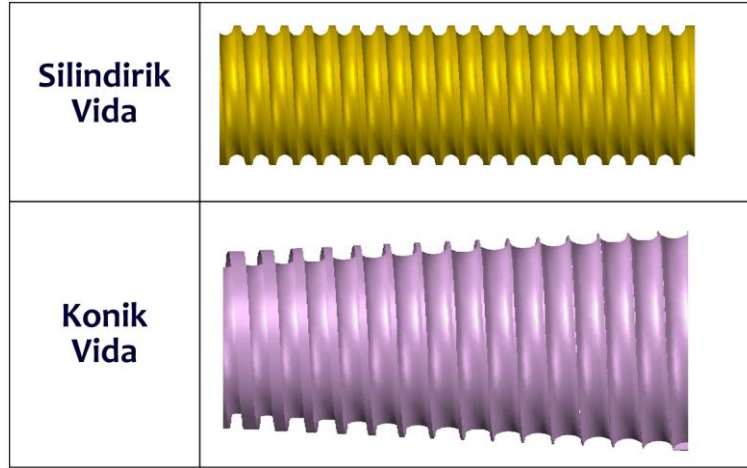
➤ Vida dişlerinin sınıflandırılması

Vidalar, biçim ve boyutları bakımından TS 61'de standartlaştırılmıştır. Vidalar, açıldığı yüzeylere, vida sistemine, vida profiline, kalınlık incelik durumuna, kullanım amacına, dönme yönüne, ağız sayısına ve kullanma yerlerine göre sınıflandırılabilir.

➤ Açıldığı yüzeylere göre sınıflandırma

Vida dişleri, açıldığı yüzeylere göre sınıflandırılmaktadır.

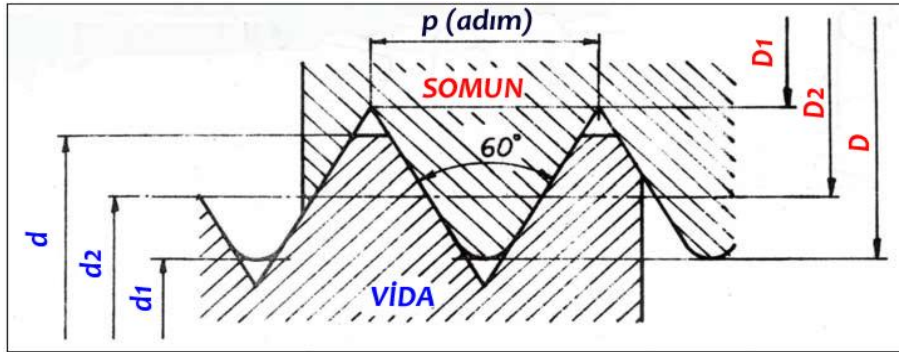
- **Silindirik vida (düz vida):** Silindirik vida, silindirin iç ve dış yüzeyinde, helis şeklindeki yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekildir (Şekil 1.5).
- **Konik vida:** Konik vida, koninin iç veya dış yan yüzeyinde helis şeklindeki yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekildir (Şekil 1.5).



**Şekil 1.5: Silindirik ve konik vida**

- Vidaların sistemlerine göre sınıflandırılması
  - Metrik dişli vida

Metrik vida, diş profil açısı  $60^\circ$  olup dişlerinin kesiti eşkenar üçgen biçimindeki vidalardır (TS 61). Vidanın en önemli elemanı olan adım (P), bir diş dolusu ile bir diş boşluğundan oluşur. Metrik vidalarda adım, milimetre cinsinden belirtilir. Vidanın elemanları adıma göre hesaplanır. Metrik vidanın adsal ölçüsü, diş üstü çapına göre verilir (Şekil 1.6).



**Şekil 1.6: Metrik vida**

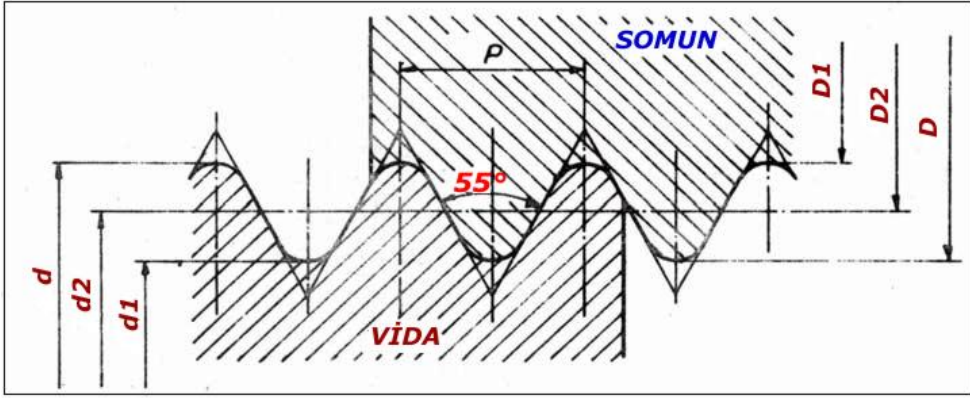
- Metrik ince diş vida

Bu vidanın adımı, aynı çaptaki normal metrik vidaya göre daha küçüktür, dişler sık ve incedir (TS 61/8-4).

- İnce (Whitworth) vida

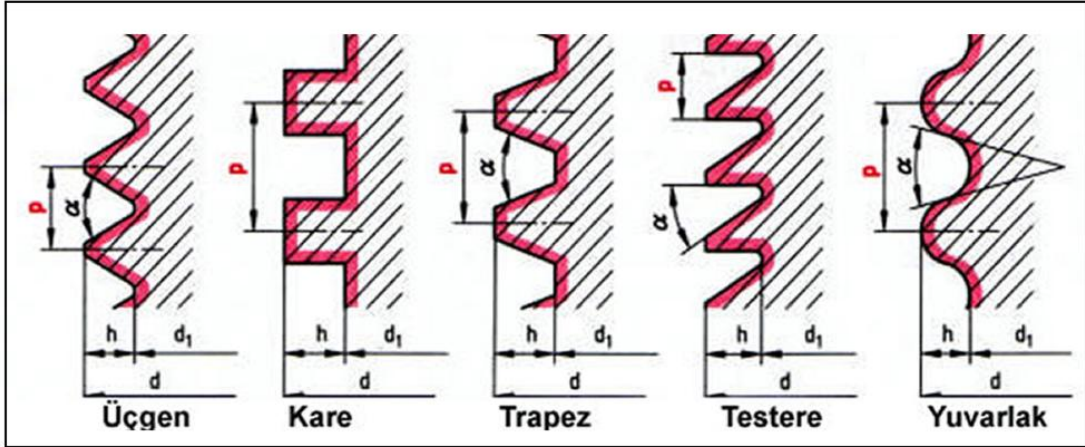
İnce vida, adımı 25,4 mm'deki vida dişi sayısı şeklinde gösterilen üçgen vidadır. Diş profil açısı  $55^\circ$  olup dişlerinin kesiti ikiz kenar üçgen biçimindedir. Vida dişlerinin uçları ve dipleri, teorik üçgen yüksekliğinin  $1/6$ 'sı kadar kesilip yuvarlatıldığından boşluksuzdur. Vidanın elemanları adıma göre belirlenir. İnce vidalarda adım, parmaktaki diş sayısı olarak verilir (Şekil 1.7).





Şekil 1.7: İnc (whitworth vida)

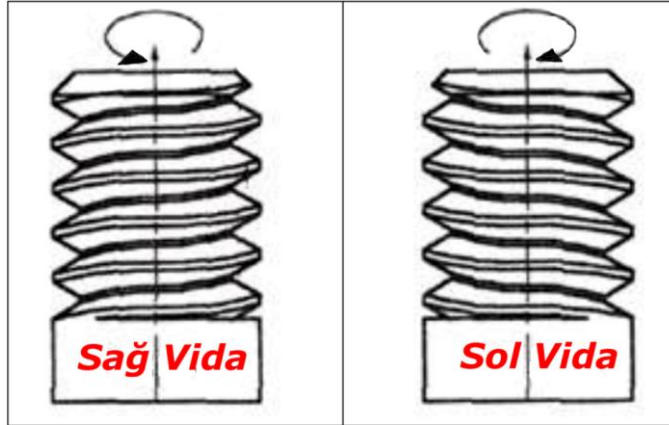
- Vida profiline göre sınıflandırma



Şekil 1.8: Vida profiline göre vida çeşitleri

- **Üçgen profilli vidalar:** Tepe açısı  $55^\circ$ - $60^\circ$  olan ikizkenar veya eşkenar üçgen profilli vidalardır. Bağlantı amaçlı vidalarda kullanılır (Şekil 1.8).
- **Trapez profilli vidalar:** Vida dişi tepeleri ve dipleri geniş olan (sivri olmayan) trapez profilli, simetrik kesitli vidalardır. Trapez vidalar hareket vidası olarak preslerde, krikolarda, vanalarda, torna ve freze tezgâhlarının tabla ve konsol millerinde kullanılır (Şekil 1.8).
- **Testere profilli vidalar:** Diş açısı  $33^\circ$  ve diş profili testere dişleri profiline benzeyen asimetric kesitli vidadır. Tek yönlü aşırı yüklemelerde, özellikle preslerde kullanılır (Şekil 1.8).
- **Yuvarlak profilli vidalar:** Diş profili, tepe açısı  $30^\circ$  ikizkenar üçgen olan diş dibi ve diş tepesi yuvarlatılmış vidadır. Keskin kenarlı olmadıklarından gereksiz maddeler, toz, kum ve pastan daha az zarar görür. Bu nedenle kirli su vanalarında, düzgünlük

- gerekmeyen ampullerde ve gerci plastik veya cam gibi kırılma tehlikesi olan yerlerde kullanılır (Şekil 1.8).
- **Kare vida:** Vida dişi kesiti kareye çok yakın olan vidadır. Kuvvet ve hareket iletiminde kullanılır. Kare vidanın standardı yoktur (Şekil 1.8).
- **Kullanma amacına göre sınıflandırma**
- **Bağlama vidaları:** Makine parçalarının sökülebilir şekilde bağlanmasında kullanılan vidalardır. Örneğin; üçgen profilli vidalar, bağlama vidalarıdır.
- **Hareket vidaları:** Hareket ve kuvvet iletiminde kullanılan vidalardır. Örneğin; trapez, yuvarlak, testere ve kare vidalar hareket vidalarıdır. Hareket vidalarıyla dönme hareketleri, doğrusal hareketlere dönüştürülür.
- **Boru vidası:** Boru ve bağlantı parçalarında, hidrolik sistemlerde ve benzeri yerlerde kullanılan silindirik ve konik vidalardır. Silindirik ve konik boru vidası olarak iki çeşittir.



Şekil 1.9: Sağ ve sol vida

- Dönüş yönüne göre sınıflandırma
 

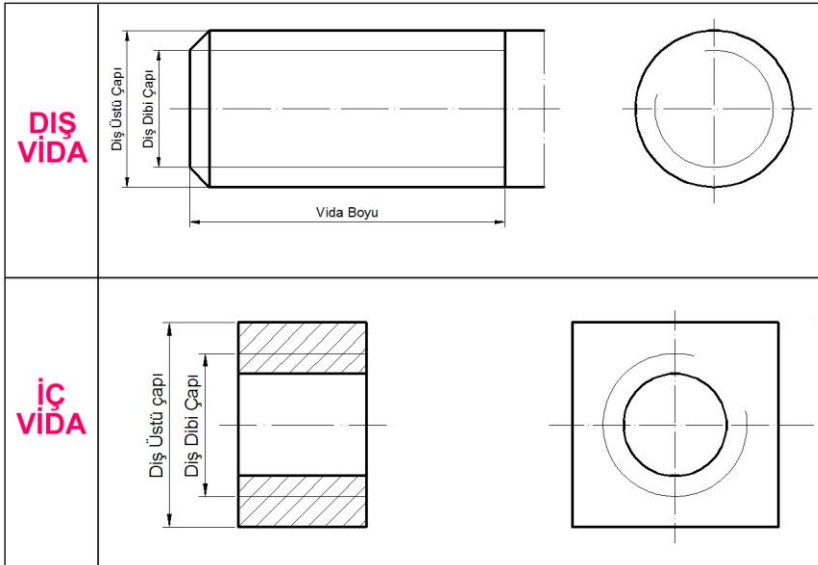
Dönme yönüne göre sağ ve sol vida dişi olarak gruplara ayrılır. Saat yönünde döndürüldüğünde sıkma yapan vida sağ vidadır. Saat yönünün tersinde sıkma yapan vida ise sol vidadır. Sol vida ancak özel durumlarda kullanılır. Sağ vidanın gösterilmesinde vida yönünün belirtilmesi gerekmez (Şekil 1.9).
- Kullanılma yerlerine göre sınıflandırma
  - **Metal vidaları:** Profilli vidalardır. Üçgen, kare, trapez, yuvarlak ve özel profilli vidaların tümü bu grupta değerlendirilir.
  - **Sac vidaları:** Sac ve et kalınlığı ince gereçleri birbirine çözülebilir şekilde bağlamaya yarayan civatalarda kullanılır.
  - **Ağaç (ahşap) vidaları:** Ahşap parçaları çözülebilir bir şekilde bağlamaya yarayan civatalarda kullanılır (Şekil 1.10).



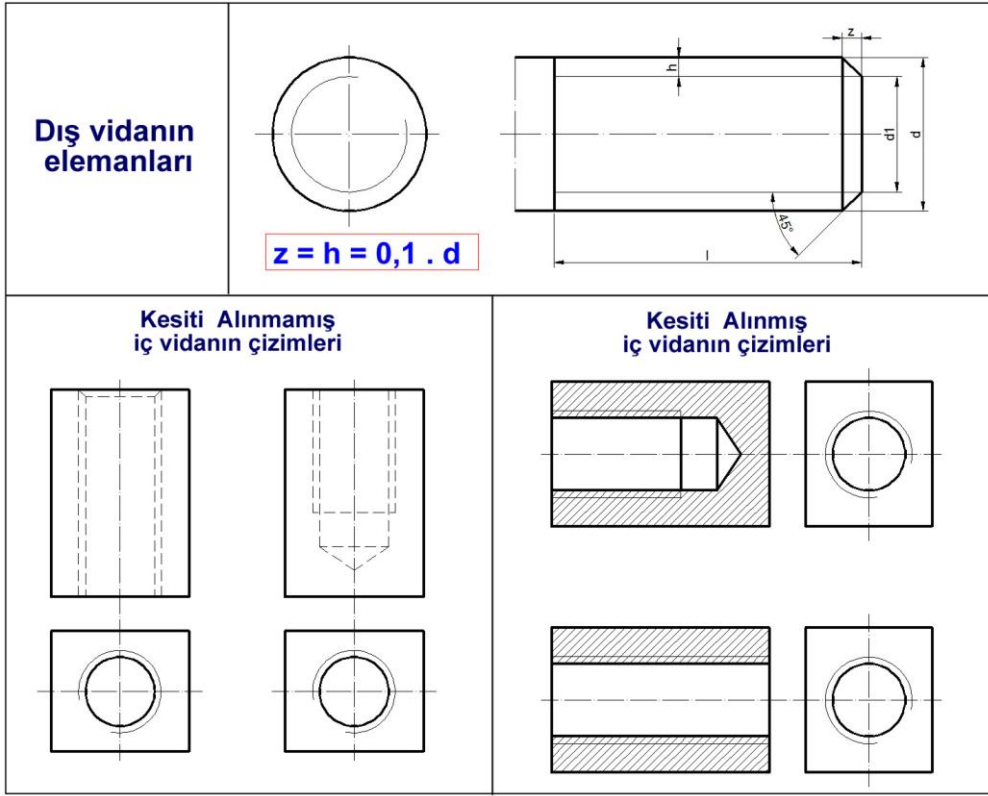
**Şekil 1.10: Kullanım yerlerine göre vida çeşitleri**

- Vidaların resimlerde gösterilmesi

Vidaların gerçek görünüşleriyle çizilmesi çizim zorlukları bakımından tercih edilmez. Bunun yerine vida açılmış kısımlar, şekil 1.11’de görüldüğü gibi vida diş tepeleri, dış vidada büyük çap, iç vidada küçük çap ve vida sonları, sürekli kalın çizgiyle diş dipleri, dış vidada küçük çap, (iç vidada büyük çap) sürekli ince çizgiyle belirtilir. Şekil 1.11’de hem dış vida hem de iç vidaların çizimleri görülmektedir. Şekil 1.12’de dış vidanın elemanları, kesiti alınmamış iç vidanın ve kesiti alınmış iç vidanın çizimleri görülmektedir.



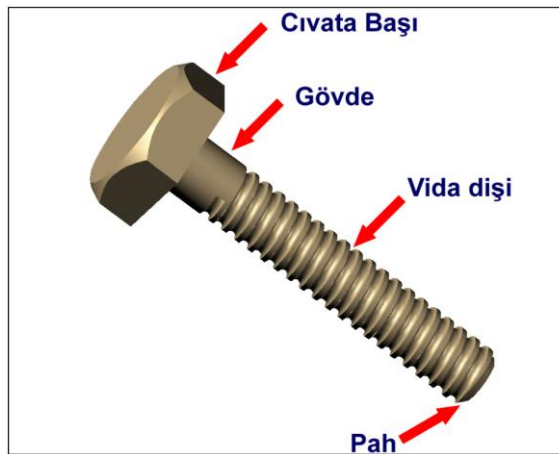
**Şekil 1.11: Vidaların resimlerde gösterilmesi**



Şekil 1.12: Vida çizimleri

### 1.2.2.2. Cıvataların Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan, gövde kısmına vida dişi açılmış, başı altıgen, dörtgen veya değişik biçimlerde şekillendirilmiş standart makine elemanlarına cıvata denir. Cıvatalar genellikle somunla birlikte kullanılır.



Şekil 1.13: Cıvata ve kısımları

Cıvata ya da vidanın başıyla birleşen ve üzerinde kısmen veya tamamen vida dışı açılmış kısmına vida denir. Vida dişlerinin kolay ağızlanması için gövde ucu bombeli veya konik olarak şekillendirilir. Konik olarak şekillendirilmiş vida ucuna kırma açısı (pah) denir. Şekil 1.13'te cıvata ve kısımları görülmektedir.

Cıvatalar kullanma amaçlarına göre anma çapları ve baş kısımlarının biçimlerine esas alınarak standart ölçüler içinde yapılır. Şekil 1.14'te bir cıvatanın yapımı için hangi ölçülerin konulacağı gösterilmiştir. Ayrıca bu ölçülerin yazı ile nasıl belirtileceği ve standart numaraları verilmiştir. Standartlaştırılmış cıvata resimlerinde cıvataların piyasada hazır bulunduğu kabul edilerek bütün ölçüler verilmez. Resim üzerinde sadece cıvata anma çapı ve cıvata boyunun ölçüsü verilir. Ayrıca resmin altına veya yazı alanındaki açıklama hanesine cıvata anma çapı, cıvata boyu standart numarası, gereci ve bazı özelliklerini belirten semboller yazılır. Çok defa standart cıvata ve somunların resimleri çizilmez ve sadece cıvatanın veya somunun özelliklerini belirten semboller komple resimle parça listesine yazılır.

Altı köşe başlı cıvata	TS EN 24018-M12x1,5x100-10.9
Adı	
Standartı	
Anma Ölçüsü	
Adımı	
Anma Boyu	
Malzemesi	

Şekil 1.14: Cıvata standardı

➤ Cıvata çizimi

Metrik cıvata ölçüleri ve elemanlarının hesabı aşağıdaki bağıntılar kullanılarak yapılır. Altı köşe başlı bir cıvatanın elemanları şunlardır.

<b>p</b>	: Adım	
<b>d</b>	: Diş üstü çapı	
<b>d<sub>1</sub></b>	: Diş dibi çapı	$(d_1 = d - 1,2269 \cdot P)$
<b>e</b>	: Cıvata başı köşegeni	$(e = 2 \cdot d)$
<b>AA</b>	: Anahtar ağızı	$(AA = 0,866 \cdot e)$ veya $(1,7 \cdot d)$
<b>l</b>	: Cıvata boyu (değişken)	$(l = 4,5 \cdot d)$
<b>b</b>	: Vida boyu (değişken)	$(b = 2,5 \cdot d)$
<b>k</b>	: Cıvata başı kalınlığı	$(k = 0,7 \cdot d)$

**Örnek:** Adım ölçüsü 2,5 mm olan M 20 cıvatanın elemanlarını hesaplayınız.

**Çözüm :**

$$p = 2,5 \text{ mm}$$

M20 olduğuna göre

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - 1,2269 \cdot p = 20 - 1,2269 \cdot 2,5 = 16,9 \text{ mm}$$

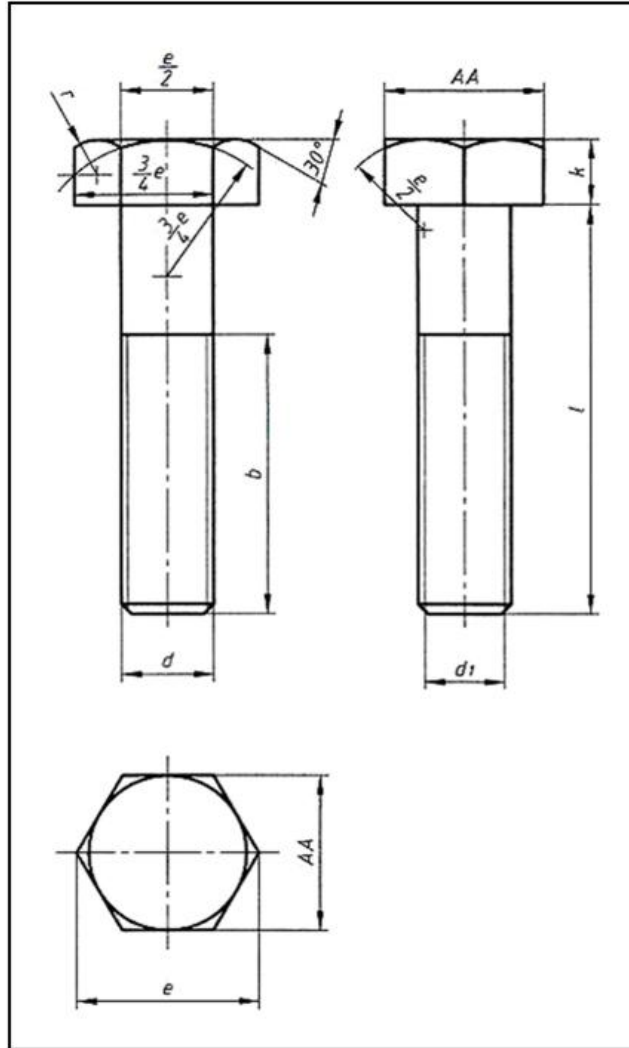
$$e = 2 \cdot d = 2 \cdot 20 = 40 \text{ mm}$$

$$AA = 0,866 \cdot e = 0,866 \cdot 40 = 34 \text{ mm} \quad (1,7 \cdot d = 1,7 \cdot 20 = 34 \text{ mm})$$

$$k = 0,7 \cdot d = 0,7 \cdot 20 = 14 \text{ mm}$$

$$l = 4,5 \cdot d = 4,5 \cdot 20 = 90 \text{ mm}$$

$$b = 2,5 \cdot d = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ mm olur.}$$



Şekil 1.15: Cıvata resmi

### Örnek uygulama:

Adım ölçüsü 3 mm olan altı köşe başlı M25 cıvatanın elemanlarını hesaplayarak cıvata çizimini ve ölçülendirmesini yapınız.

$$p = 3 \text{ mm}$$

M25 olduğuna göre

$$d = 25 \text{ mm}$$

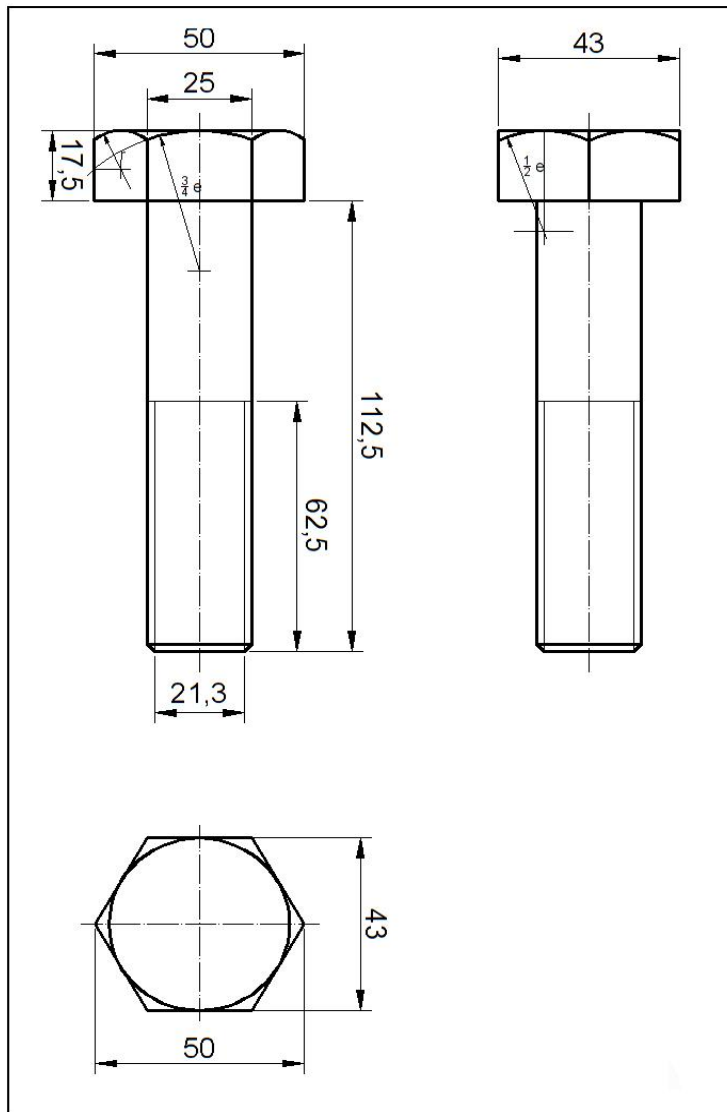
$$d_1 = d - 1,2269 \cdot P = 25 - 1,2269 \cdot 3 = 21,3 \text{ mm}$$

$$e = 2 \cdot d = 2 \cdot 25 = 50 \text{ mm}$$

$$AA = 0,866 \cdot e = 0,866 \cdot 50 = 43 \text{ mm} \quad (1,7 \cdot d = 1,7 \cdot 25 = 43 \text{ mm})$$






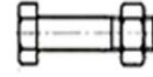
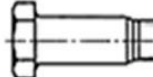




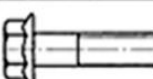
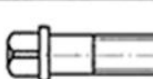
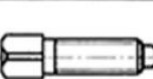
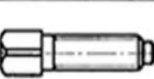
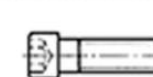



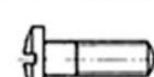
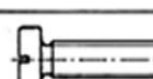
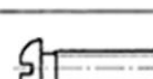

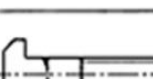


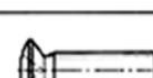
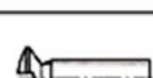
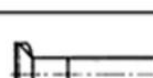

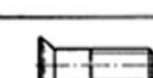
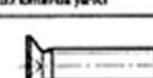

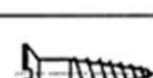
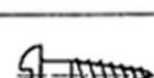

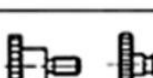

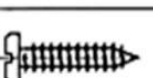
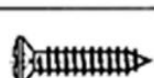
$$k = 0,7 \cdot d = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ mm} \quad l = 4,5 \cdot d = 4,5 \cdot 25 = 112,5 \text{ mm}$$

$$b = 2,5 \cdot d = 2,5 \cdot 25 = 62,5 \text{ mm olur.}$$



Şekil 1.16: Cıvata çizimi uygulaması

Şekil 1.17’de çeşitli civata ve vida çeşitlerinin resimleri görülmektedir.

BELLİ BAŞLI CIVATA VE VIDA ÇEŞİTLERİ				
 Ali köşe başlı civata TS EN 24076 Ali köşe başlı civata TS EN 24017	 Ali köşe başlı civata TS EN 24018	 Ali köşe başlı civata TS EN 24014 Ali köşe başlı civata TS EN 28769	 Ali köşe başlı civata TS EN 24018	 Ali köşe başlı civata TS ISO 7411 Ali köşe başlı civata TS ISO 7412
 Ali köşe başlı civata TS 12435	 Ali köşe başlı civata TS 12432 Ali köşe başlı civata TS 12434	 Ali köşe başlı civata TS 12429	 Ali köşe başlı civata TS 12431	 Ali köşe başlı civata TS 12430
 Ali köşe başlı civata TS EN 24015 Ali köşe başlı civata TS 12433	 Ali köşe başlı civata DIN 9321-0922	 Dört köşe başlı civata TS 10201	 Dört köşe başlı civata TS 10202	 Dört köşe başlı civata TS 10203
 Sifirli başlı civata TS 102015-17	 Sifirli başlı civata TS 102016	 Keskik kani başlı vida TS 102019 Düz tornavida yarık	 Merçimek başlı vida TS 10207 Yüksek tornavida yarık	 Merçimek başlı vida TS 10201 Yüksek tornavida yarık
 Keskik kani başlı vida TS 102018 Düz tornavida yarık	 Bomba başlı vida TS 102022 Düz tornavida yarık	 Bomba başlı-kare boyutlu vida TS 102025	 Çelik başlı civata TS 10220	 T-banal civata TS 17061
 Hava düz başlı vida TS 10234 Düz tornavida yarık	 Hava merçimek başlı vida TS EN ISO 7047 Yüksek tornavida yarık	 Hava merçimek başlı vida TS 10231 Düz tornavida yarık	 Hava başlı civata TS 102311	 Delik başlı civata TS 10261
 Hava düz başlı vida TS 10236 Çukur yarık	 Hava düz başlı vida TS 10237 Yüksek tornavida yarık	 Hava düz başlı vida TS 102313 Alt köşe oyuklu	 Düz hava başlı civata TS 4310 Ağaç için-düz yarık	 Yuvartek başlı civata TS 4310 Ağaç için-düz yarık
 Kelebek başlı vida TS 10021	 TS 10272 TS 10271 Tirni başlı vida	 Hava düz başlı vida TS 4325 Düz tornavida yarık	 Sifirli başlı vida TS 4324 Düz tornavida yarık	 Hava merçimek başlı vida TS 4328 Yüksek tornavida yarık

Şekil 1.17: Civata ve vida çeşitleri

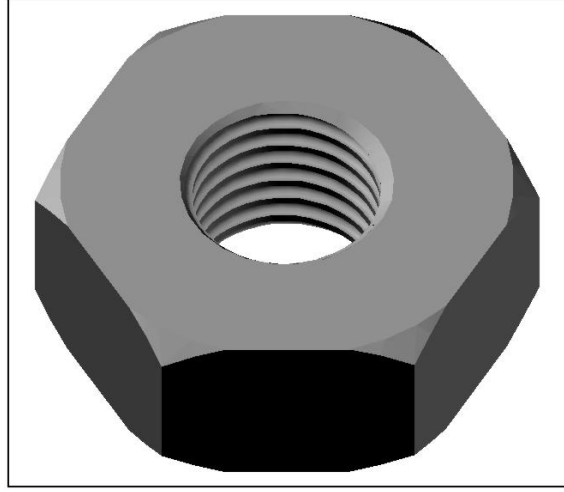


### 1.2.2.3. Somunların Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Cıvatalara, saplamalara vb. vida açılmış makine parçalarına vidalanarak bağlantı sağlayan makine elemanlarına **somun** denir. Şekil 1.18’de somun görünüşü verilmiştir.

Somun üst yüzeyiyle oturma yüzeyi arasındaki mesafeye somun kalınlığı (m) denir. Somunlardan en çok altı köşe somun kullanılır.

Somunlar, vida anma çapı ve dış kısmın biçimine göre standart ölçülerde yapılır. Genellikle somunların resmi çizilmez. Sadece somunun adı, anma ölçüsü, standart numarası ve diğer özelliklerini belirten semboller komple resimde parça listesine yazılır.



Şekil 1.18: Somun

Şekil 1.19’da TS 8201 standardına göre somunun standart gösterimi görülmektedir.

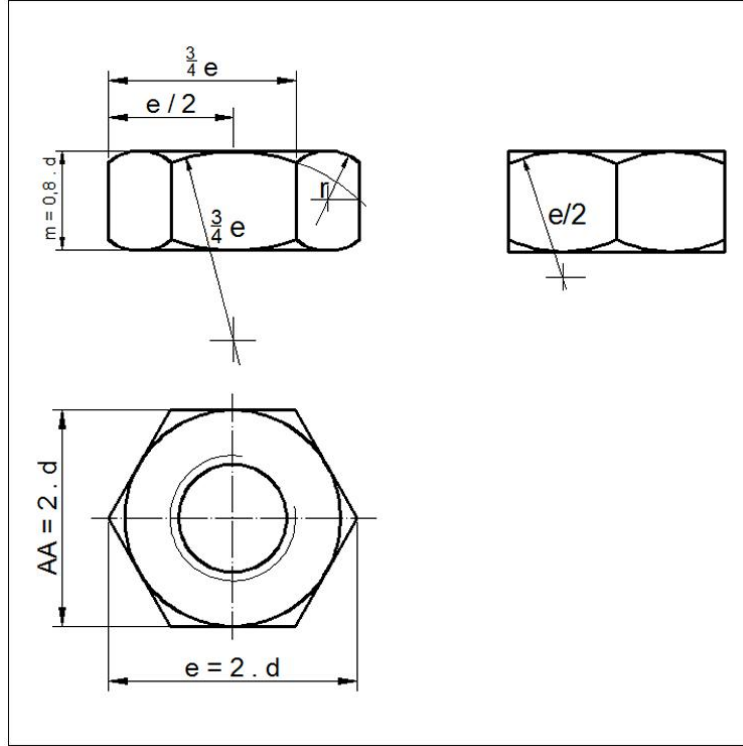
<u>Altı köşe somun</u>	<u>TS 1026-2-M12-8</u>
<b>Adı</b>	
<b>Standardı</b>	
<b>Anma Ölçüsü</b>	
<b>Malzemesi</b>	

Şekil 1.19: Somun standardı

#### ➤ Somun çizimi

Metrik somun ölçüleri ve elemanlarının hesabı aşağıdaki bağıntılar kullanılarak yapılır. Şekil 1.20’de metrik somunun çizimi verilmiştir. Altı köşe bir somunun elemanları şunlardır:

<b>P</b>	: Adım	
<b>D</b>	: Diş üstü çapı	
<b>D<sub>1</sub></b>	: Diş dibi çapı	( $D_1 = D - 1,0825 \cdot P$ )
<b>e</b>	: Somun köşegeni	( $e = 2 \cdot D$ )
<b>AA</b>	: Anahtar ağızı	( $AA = 0,866 \cdot e$ ) veya ( $1,7 \cdot D$ )
<b>m</b>	: Somun kalınlığı	( $m = 0,8 \cdot D$ )



Şekil 1.20: Somun resmi

**Örnek :**

Adımı ölçüsü 2,5 mm olan M 20 somunun elemanlarını yukarıda verilen bağıntılara göre hesaplayınız.

**Çözüm :**

$$D = 20 \text{ mm}$$

$$D_1 = D - 1,0825 \cdot P = 20 - 1,0825 \cdot 2,5 = 17,3 \text{ mm}$$

$$e = 2 \cdot D = 2 \cdot 20 = 40 \text{ mm}$$

$$AA = 0,866 \cdot e = 0,866 \cdot 40 = 34 \text{ mm} \quad (1,7 \cdot 20 = 34 \text{ mm})$$

$$m = 0,8 D = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{ mm olur.}$$

### Örnek uygulama:

Adım ölçüsü 3 mm M25 somunun elemanlarını hesaplayarak somun çizimini ve ölçülendirmesini yapınız.

### Çözüm :

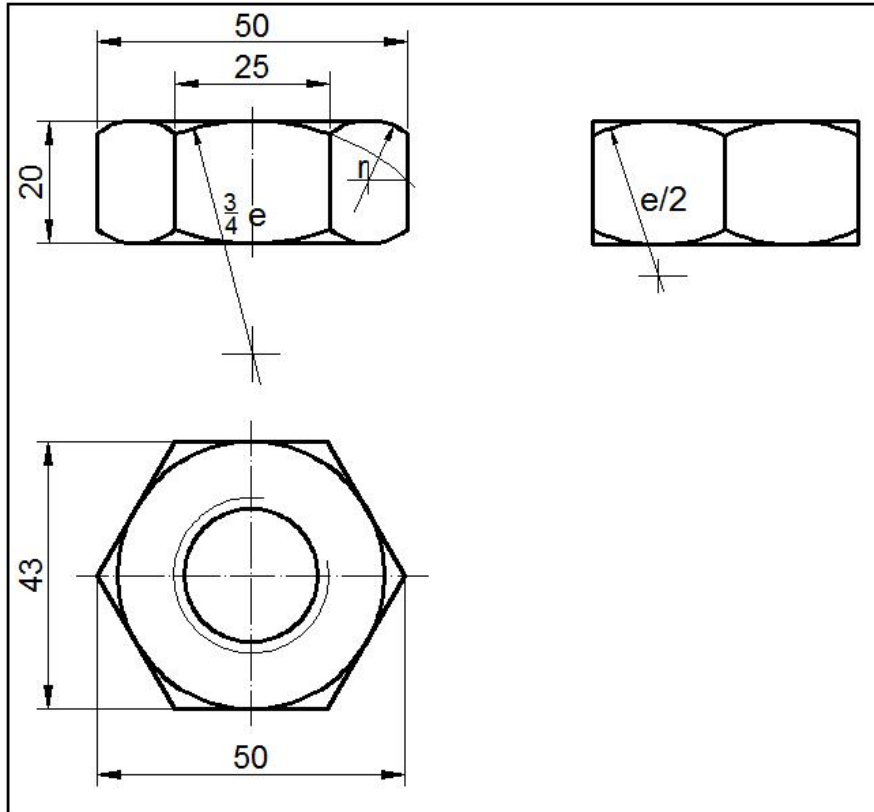
$$D = 25 \text{ mm}$$

$$D_1 = D - 1,0825 \cdot P = 25 - 1,0825 \cdot 3 = 21,7 \text{ mm}$$

$$e = 2 \cdot D = 2 \cdot 25 = 50 \text{ mm}$$


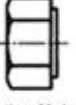

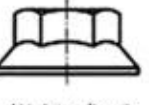

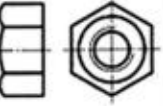

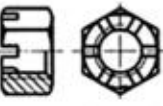
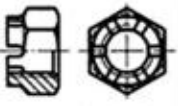


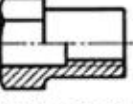



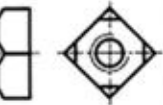
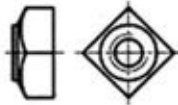
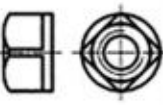
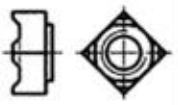

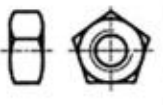
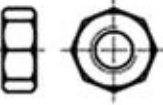
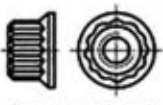
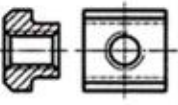









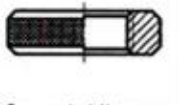
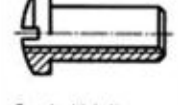
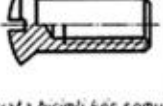




$$AA = 0,866 \cdot e = 0,866 \cdot 50 = 43 \text{ mm} \quad (1,7 \cdot 25 = 43 \text{ mm})$$

$$m = 0,8 \cdot D = 0,8 \cdot 25 = 20 \text{ mm olur.}$$



Şekil 1.21: Somun çizimi uygulaması

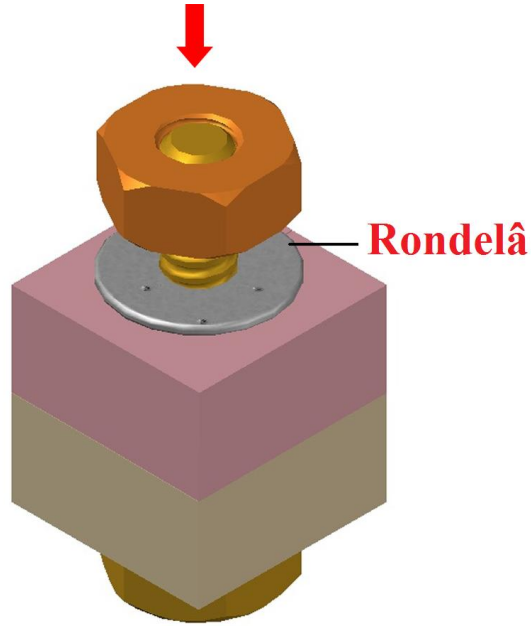
Şekil 1.22'de TS 1026 / 1'e göre çeşitli somunların resimleri görülmektedir.

 Altı köşe somun	 Altı köşe (faturalı) somun	 Altı köşe (silindirik flânsli) somun	 Altı köşe (konik flânsli) somun	 Altı köşe (konik flânsli) tırtıllı somun
 Altı köşe (pul başlı) somun	 Altı köşe (sapkalı) somun	 Altı köşe (kanallı) somun	 Altı köşe (façlı) somun	 Altı köşe (metal emniyetli) somun
 Altı köşe (metal emniyetli) somun	 Altı köşe (gömlek) somunu	 Altı köşe (kaynak) somunu	 Dört köşe somun	 Dört köşe (pahsız) somun
 Dört köşe (ray) somunu	 Dört köşe (pul başlı) somun	 Dört köşe (flânsli) somun	 Dört köşe (kaynak) somunu	 Üç köşe (flânsli) somun
 Beş köşe somun	 Sekiz köşe somun	 Oniki köşe (flânsli) somun	 T kanal somunu	 Halka başlı somun
 Papatya somun	 Kelebek somun	 Üst yüzeyi kanallı, yuvarlak somun	 Yan yüzeyi kanallı, yuvarlak somun	 Yüzeyleri delikli, yuvarlak somun
 Yivli somun	 Gömme anahtar yuvalı somun	 Düz tırtıllı somun	 Çapraz tırtıllı somun	 Çivata biçimli somun
 Çivata biçimli kör somun	 Dış vidalı somun	 Çubuk somun	 Yay somunu	 Perçin somunu

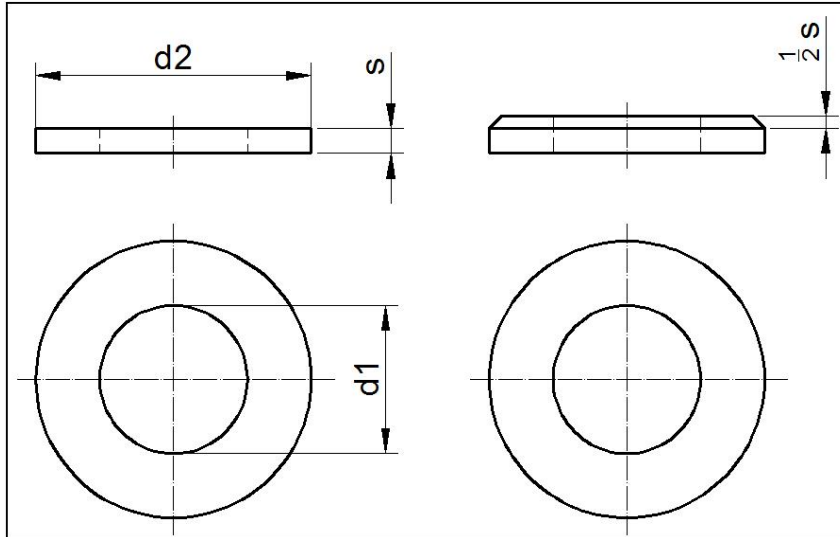
Şekil 1.22: Somun çeşitleri

#### 1.2.2.4. Rondelaların Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Birim alana gelen sıkma kuvvetini azaltıp işin yüzeyini korumak için somun ve cıvata altına konan elemanlara rondela denir. Şekil 1.23'te rondela resmi, Şekil 1.24'te ise rondela çizimi görülmektedir.



Şekil 1.23: Rondela



Şekil 1.24: Rondela çizimi

Rondelaların kullanım yerine göre birçok çeşidi bulunur. Genel olarak en çok kullanılan rondela çeşitleri;

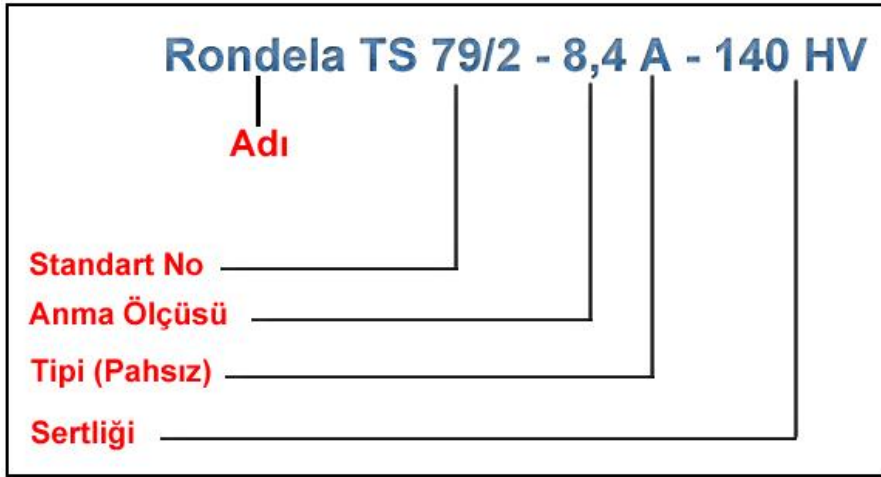
- Düz rondela
- Metrik yaylı rondela
- Kare (U) rondela
- Tırtıllı rondeladır.

Şekil 1.25’te farklı rondelaların resimleri görülmektedir.



Şekil 1.25: Rondela resimleri

Rondelaların TS 79’a göre standart gösterimi şekil 1.26’da görülmektedir.



Şekil 1.26: Rondela standardı

Rondelaların çizimi yapılırken standart ölçü tablosundan yararlanır. Tablo 1.2’de TS 79/2’ye göre düz rondela ölçüleri verilmiştir.

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	s	ilgili cıvata çapı	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	s	ilgili cıvata çapı
1,7	4	0,3	1,6	25	44	4	24
1,8	4,5	0,3	1,7	27	50	4	26
2,2	5	0,3	2	28	50	4	27
2,5	6	0,5	2,3	29	50	4	28
2,7	6,5	0,5	2,5	31	56	4	30
2,8	7	0,5	2,6	33	60	5	32
3,2	7	0,5	3	34	60	5	33
3,7	8	0,5	3,5	36	66	5	35
4,3	9	0,8	4	37	66	5	36
5,3	10	1	5	39	72	6	38
6,4	12,5	1,6	6	40	72	6	39
7,4	14	1,6	7	41	72	6	40
8,4	17	1,6	8	43	78	7	42
10,5	21	2	10	46	85	7	45
13	24	2,5	12	50	92	8	48
15	28	2,5	14	52	92	8	50
17	30	3	16	54	98	8	52
19	34	3	18	57	105	9	55
21	37	3	20	58	105	9	56
23	39	3	22	60	110	9	58

**Tablo 1.2: Rondela ölçüleri**

**Örnek:**

Cıvata çapı 20 mm olan birleştirmede kullanılacak düz rondela ölçülerini bularak rondela çizimi ve ölçülendirmesini yapınız.

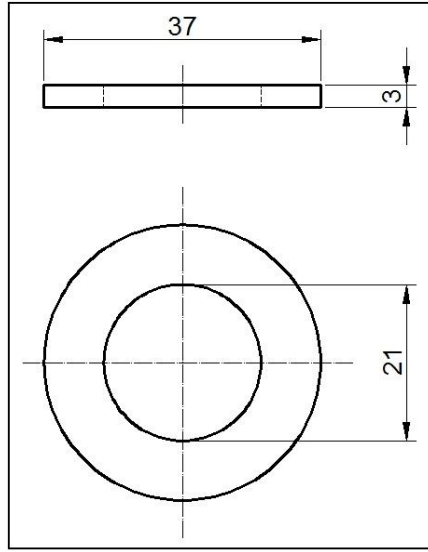
**Çözüm:**

Cıvata çapı 20 mm olduğuna göre;

$$d = 20 \text{ mm} \quad d_1 = 21 \text{ mm}$$

$$d_2 = 37 \text{ mm} \quad s = 3 \text{ mm} \quad \text{olduğu Tablo 1.2'den bulunur.}$$

Bu ölçülere göre rondela resmi Şekil 1.27'de görülmektedir.



Şekil 1.27: Rondela çizimi

Şekil 1.28'de ise piyasada kullanılan birçok farklı rondela çeşitleri ve resimleri görülmektedir.

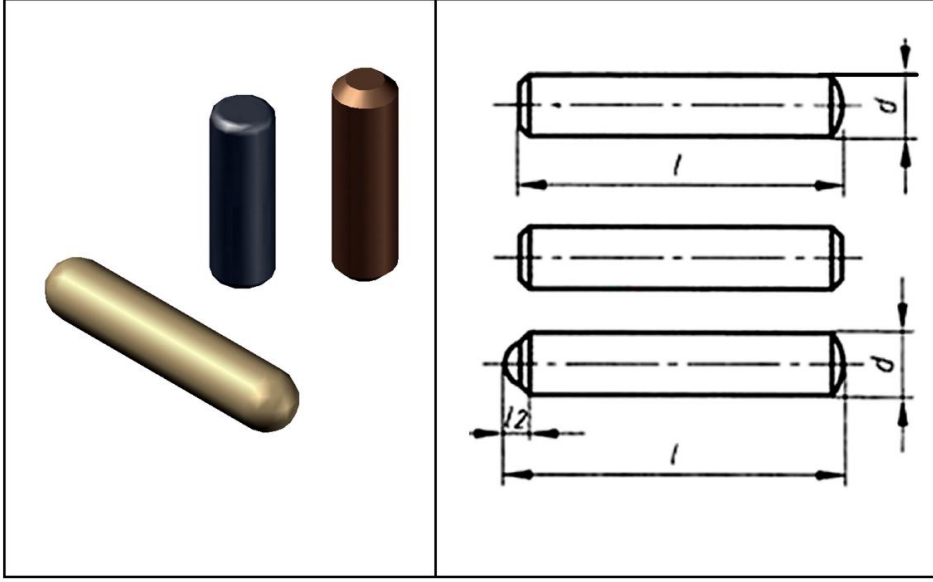
<p>TS 79/16</p> <p>Konik dört köşe rondelâ (İ profiller için)</p>	<p>TS 79/20</p> <p>Bir kulaklı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/21</p> <p>İki kulaklı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/23</p> <p>İçten gagalı rondelâ (Yuvarlak somunlar için)</p>
<p>TS 79/24</p> <p>Distan gagalı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/26</p> <p>Yandan gagalı rondelâ (Havşa başlı cıvatalar için)</p>	<p>TS 79/28</p> <p>Yaylı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/31</p> <p>Dalgalı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>
<p>TS 79/35</p> <p>Halka rondelâ (Kanallı somunlar için)</p>	<p>TS 79/37</p> <p>Tırnaklı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/38</p> <p>Kanallı rondelâ (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/43</p> <p>Köprü rondelâ (Dört köşe somunlar için)</p>

Şekil 1.28: Rondela çeşitleri



### 1.2.2.5. Pimler ve Pernoların Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Birbirine takılan makine parçalarının, karşılıklı konumlarının sağlanmasında kullanılan sökülebilir birleştirme elemanlarına pim denir. Şekil 1.29'da pim resimleri görülmektedir.



Şekil 1.29: Pim resimleri

Pimlerin TS 2331'e göre iki çeşidi bulunmaktadır.

- Silindirik pimler

Şekil 1.29'da görüldüğü gibi silindir şeklinde olan pimlerdir. Bu pimler genellikle yerlerine alıştırlarak takılır.

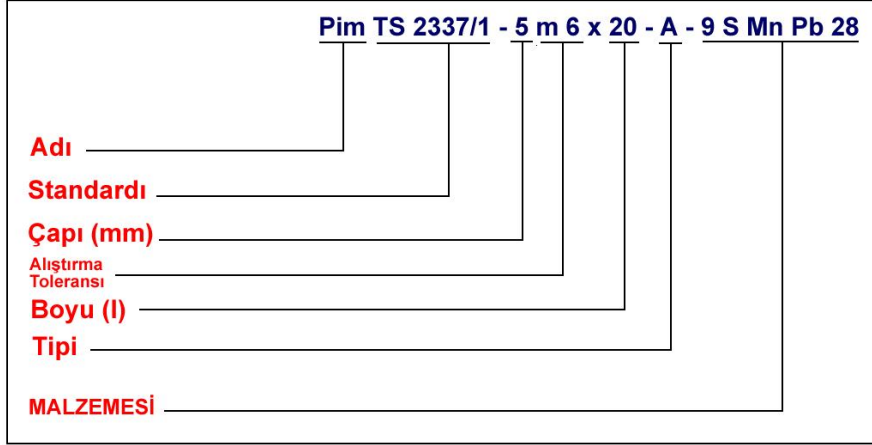
- Konik pimler

Şekil 1.30'da görüldüğü gibi konik şekilde yapılan pimlerdir. Bu pimler yerlerine genellikle sıkıştırılarak takılır. Konik pimlerin konikliği 1,50 oranındadır. Konik pimlerin delikleri, önce kademeli olarak delinir, sonra raybalanır. Pim, serbest takıldığında 4 mm kadar dışarıda olmalıdır. Sıkıştırıldığında ise yerine tam oturur ve görevini yapar. Sökme işlemini kolaylaştırmak yönünden konik pimler, vidalı olarak da yapılabilir.

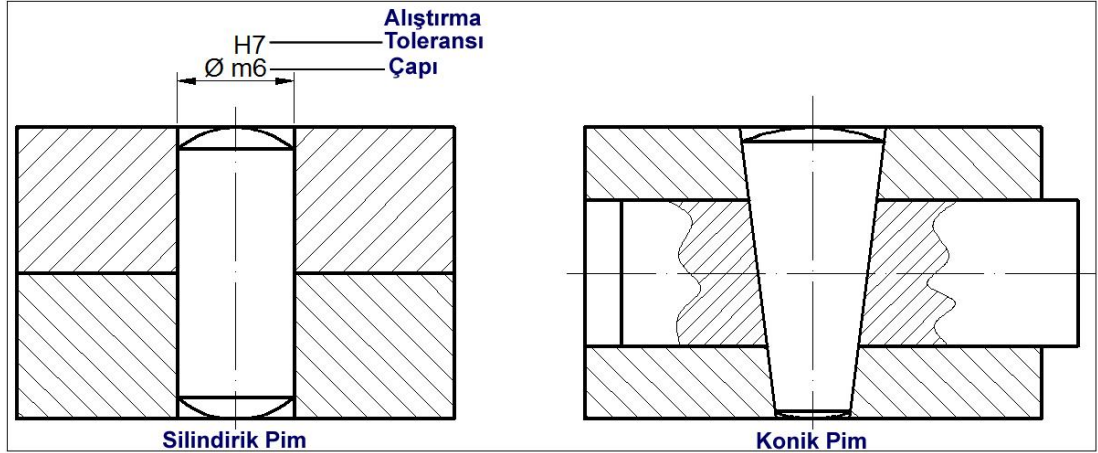


Şekil 1.30: Konik pimler

Pimler standart olarak adı, standart numarası, çapı, toleransı, boyu, tipi ve malzeme cinsi belirtilerek gösterilir (Şekil 1.31). Şekil 1.32’de silindirik ve konik pimlerin iş parçası ile çizimleri görülmektedir.



Şekil 1.31: Pim standardı

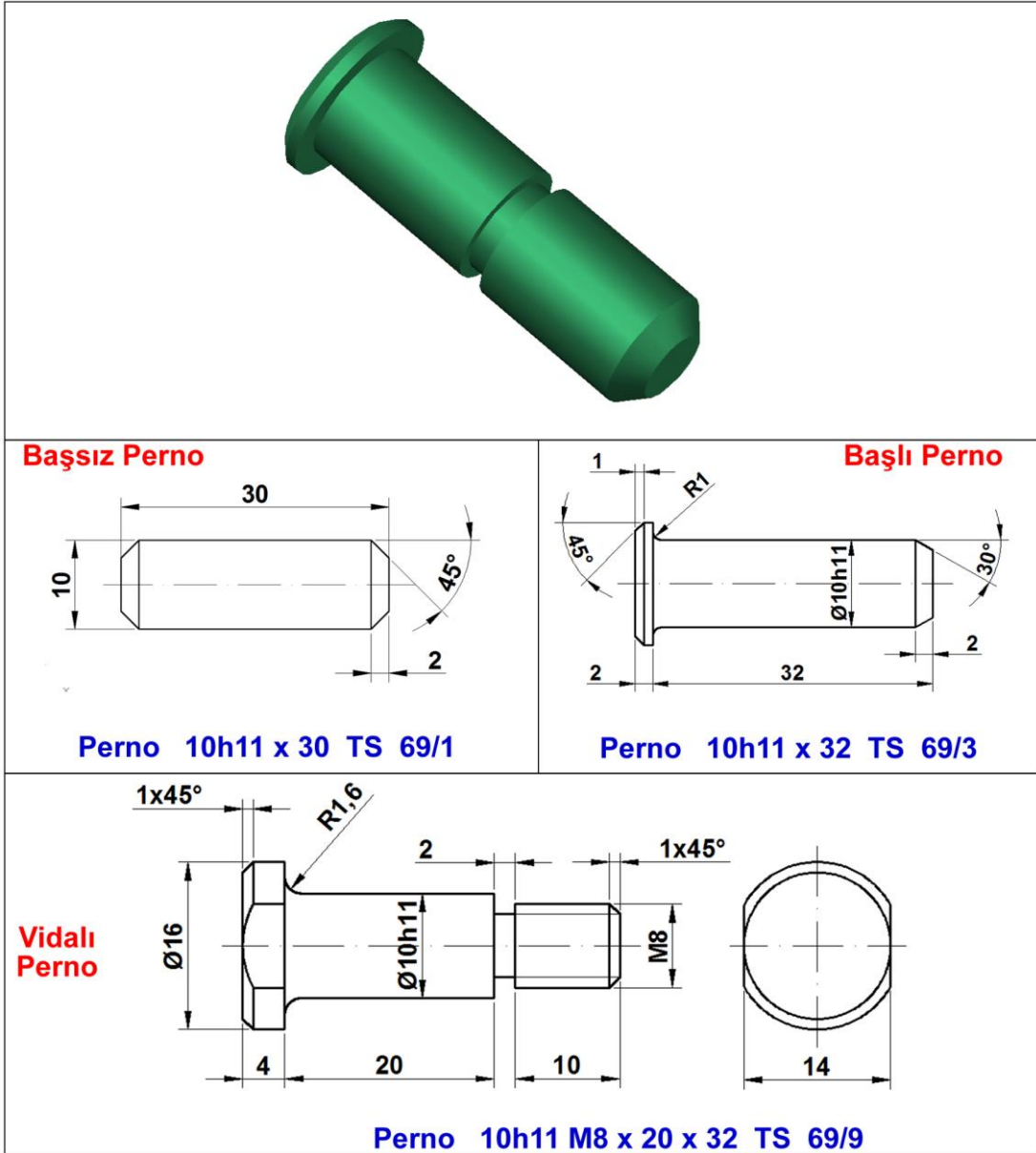


Şekil 1.32: Silindirik ve konik pim çizimleri

➤ Pernolar

Pernolar da pimler gibi makine parçalarının karşılıklı konumlarını sağlamak üzere kullanılan bağlantı elemanlarıdır. Başlı ve başsız olmak üzere iki sınıfta toplanır. Başlı pernolar vidalı olarak da yapılabilir. Biçimleri ve ölçüleri TS 69/1 ile TS 69/12 arasındaki standartlarda belirtilmiştir. Pernolar karbonlu akma çelikten, semantasyon çeliğinden veya yay çeliğinden yapılır. Sertleştirilmiş pernolar RC 55 ile 60 sertliğinde olur.

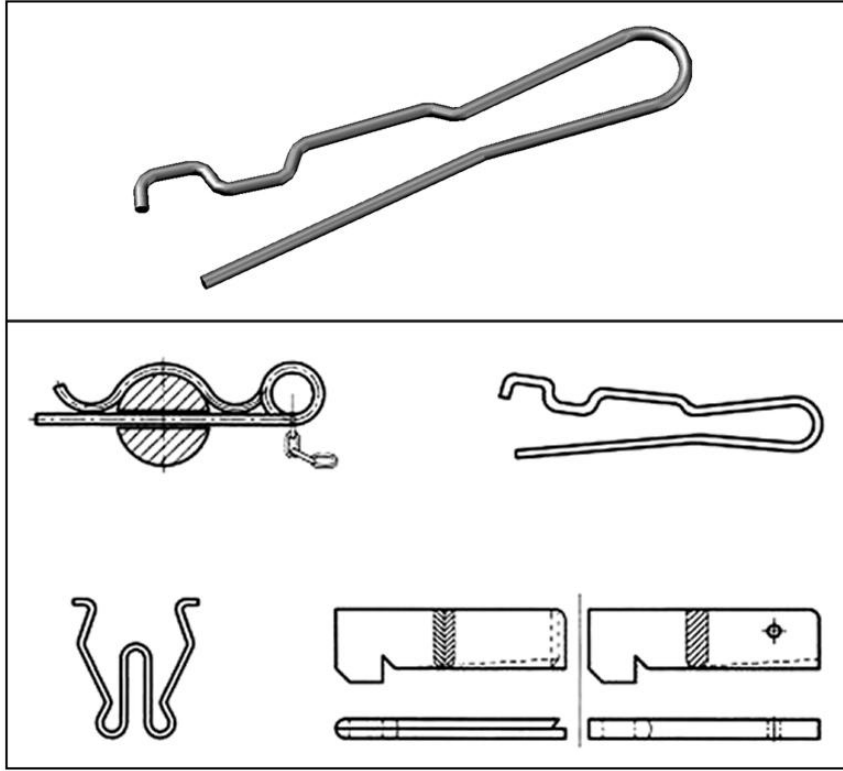
Şekil 1.33’te düz, başlı vidalı pernoların resimleri, ölçülendirilmeleri verilmiştir.



Şekil 1.33: Perno resimleri ve ölçülendirmeleri

- Kopilyalar

Cıvata, somun ve bağlantı parçalarının kendiliğinden çözülmesini önlemeye yarayan elemanlardır. Kopilyalar çelik tel veya sacdan maşa, yay veya kama biçiminde yapılır (Şekil 1.34).



Şekil 1.34: Kopilya resimleri

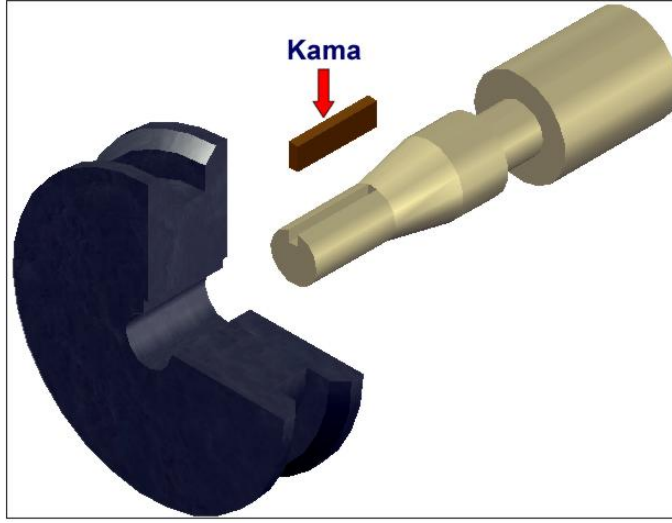
Çok kullanılan maşa kopilyanın geçeceği delik çapına ( $d$ ) göre standart ölçüleri, Şekil 1.35’te verilmiştir.

$d$	06	08	1	12	14	2	25	32	4	5	6,3	8	10	13	16	20
$d_1$	05	07	09	1	14	18	23	29	37	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4	15,4	19,3
$a$	16			25				32		4			6,3			
$b$	2	2,4	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20	26	32	40	
$c$	1	1,4	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19	24,8	30,8	38,6
$r$	3	4	5	6			8		10	12	14					
$l$	4	5	6	8	8	10	12	14	14	22	32	40	56	80	125	160
	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	280	280

Şekil 1.35: Kopilyaların standart ölçüleri

#### 1.2.2.6. Kamaların Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Dişli çark, kasnak, volan gibi makine parçalarını dönen millere sökülebilir olarak birleştiren elemanlara kama denir. Şekil 1.36’da kama resmi görülmektedir.

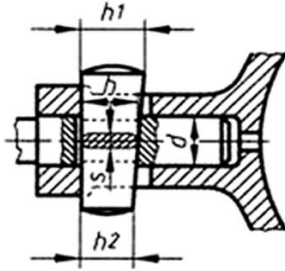
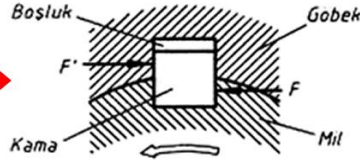
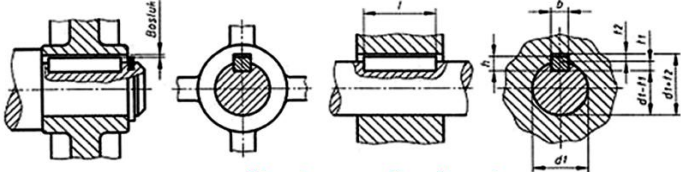
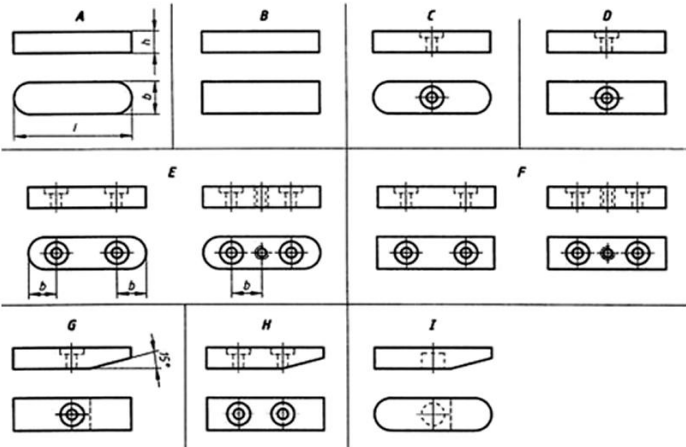
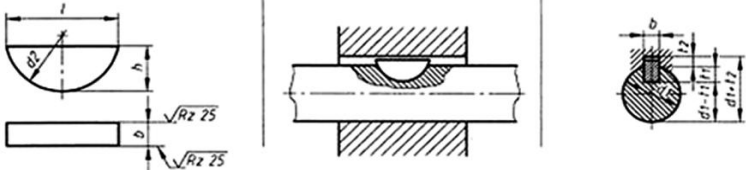


Şekil 1.36: Kama

Kamalar, TS 147'ye göre iki ana grupta sınıflandırılabilir:

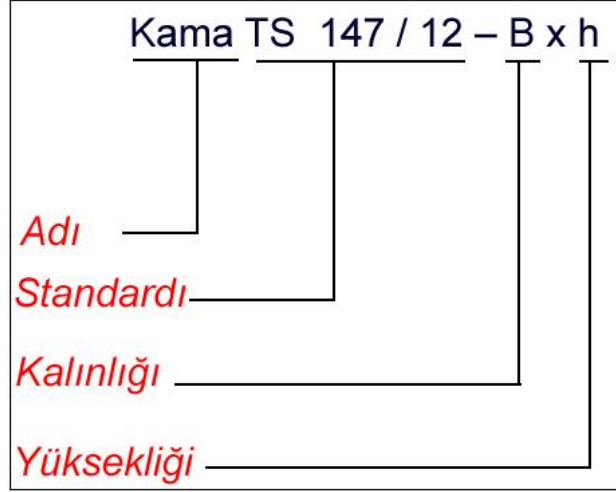
- **Enine kamalar:** Mil eksenine dik olarak çalışır. Bu kamalar, sık sık sökülüp takılması gereken eklemlerle bağlantılarda kullanılır.
- **Boyuna kamalar:** Mil eksenine boyunca çalışır. Bu kamalar, moment taşıyarak bağlantı görevi yapar. Boyuna kamalar TS 147'ye göre üç sınıfa ayrılır.
  - **Eğimli kamalar:** Kamaların üst yüzeyine 1/100 oranında eğim verilir. Eğimli kamalarda montaj itme ile olurken mil ve göbek sıkışarak çalışır.
  - **Eğimsiz kamalar:** Bu kamaların üst yüzeyleri boşluklu olup yan yüzeyleri kuvvetleri iletir. Eğimsiz boyuna kamalar, mil kanallarına alıştırılarak takılır. Eğimsiz kamalar, kalın ince ve memeli türde olur.
  - **Yarım ay kamalar (TS 147/12):** Millerin konik kısımlarında ve belli açılarda oynak (esnek) birleştirmelerde kullanılır.

Şekil 1.37'de kama çeşitlerinin resimleri görülmektedir.

<p><b>Eğimli Kama</b></p>	
<p><b>Eğimsiz Kama</b></p>	<p><i>EĞİMSİZ KAMANIN ÇALIŞMASI</i></p>   <p><i>EĞİMSİZ KAMA ÖLÇÜLERİ</i></p>  <p><i>EĞİMSİZ KAMA TIPLERİ</i></p>
<p><b>Yarım Ay Kama</b></p>	

Şekil 1.37: Kama çeşitleri

Kamalar TS 147'ye göre Şekil 1.38'de görüldüğü gibi standart numarası ile belirtilir. Burada kamanın TS numarası ile birlikte kalınlık ve yükseklik ölçüleri de ifade edilir.



Şekil 1.38: Kama standardı

**Örnek:**

TS standardına göre aşağıda ölçüleri verilen yarım ay kama resimlerini çizerek ölçülendiriniz.

$b = 3 \text{ mm}$

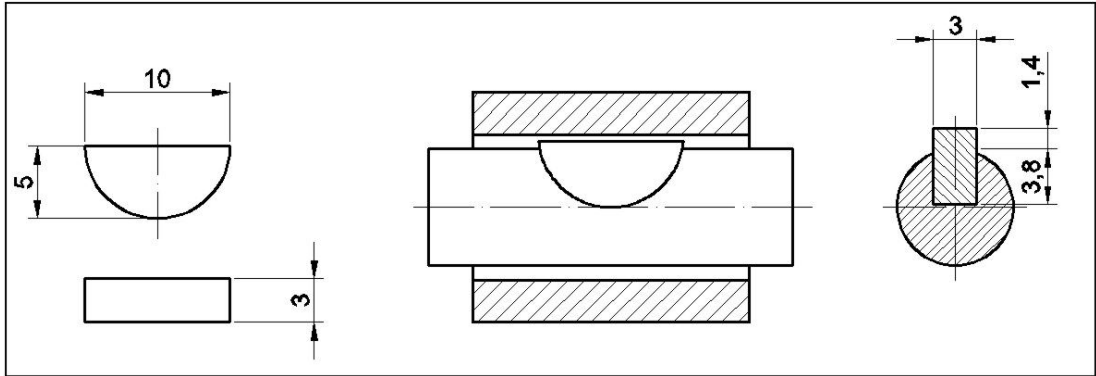
$h = 5 \text{ mm}$

$d_2 = 13 \text{ mm}$

$d_1 = 10 \text{ mm}$

$t_1 = 3,8 \text{ mm}$

$t_2 = 1,4 \text{ mm}$



Şekil 1.39: Kama çizimi

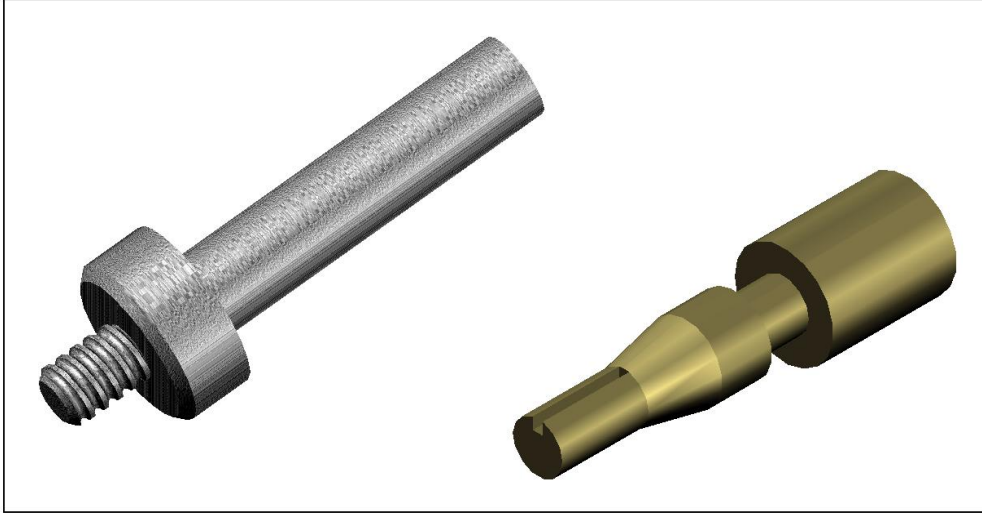
### 1.2.2.7. Millerin Resimlerde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

Genellikle dik kesitleri dairesel olan ve dönme hareketi yaparak güç ile birlikte hareket iletiminde kullanılan makine elemanlarına mil denir. Özel durumlarda miller, dönme hareketini makinenin diğer parçalarına taşıma görevini yerine getirir.

Miller, görünüş ve kullanılma amacına göre değişik türlerde olur. Bunlar;

- Düz miller,
- Eğilebilen miller,
- İçi boş miller,
- Kamalı miller,
- Özel miller (krank mili, kam mili) olarak çeşitlendirilebilir.

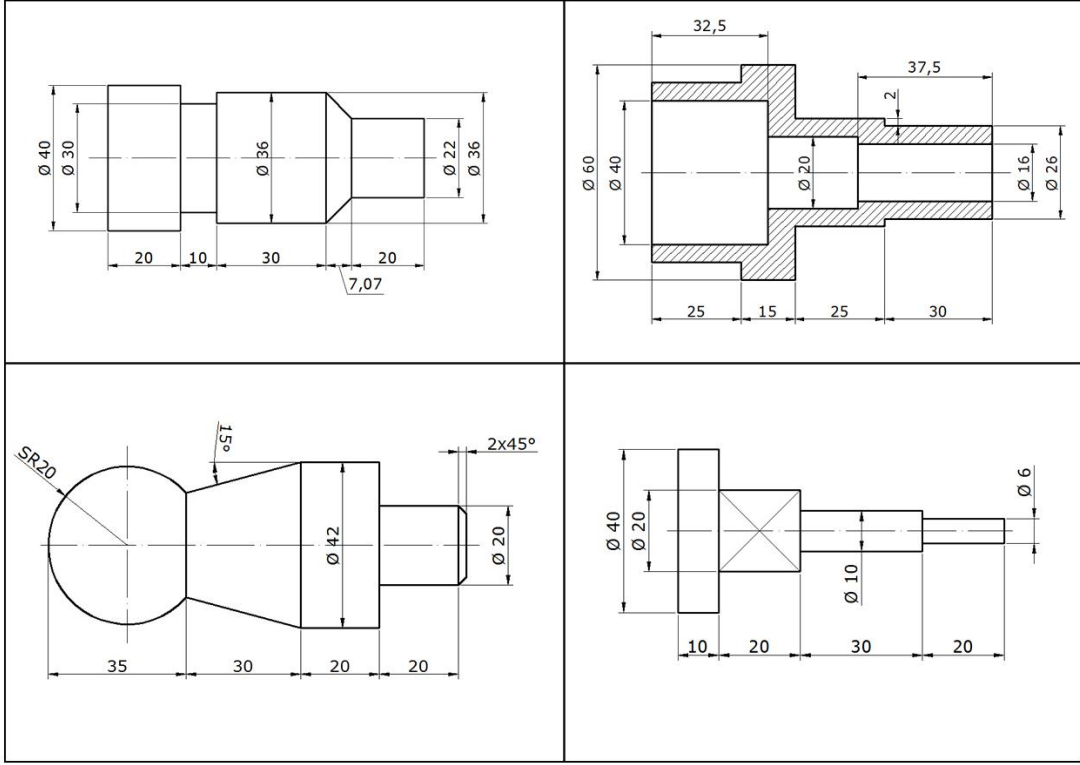
Şekil 1.40’da örnek mil resimleri görülmektedir.



Şekil 1.40: Mil resimleri

Şekil 1.41’de çeşitli millerin çizimleri ve ölçülendirilmeleri görülmektedir. Mil resimleri tek görünüşle veya iki görünüşle ifade edilebilir. Ölçülendirme yapılırken miller dairesel kısımlarının ölçüleri çap işareti (  $\varnothing$  ) ile ifade edilir.





Şekil 1.41: Çeşitli mil çizimleri

### 1.2.3. Sabit Birleştirmeler

#### 1.2.3.1. Perçinlerin Resimde Gösterilmesi ve Ölçülendirilmesi

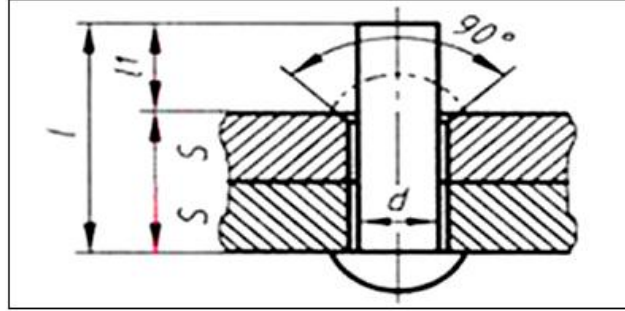


Resim 1.1: Perçin resimleri

En az iki parçayı sökülemeyecek şekilde birleştirmek için kullanılan bir ucu hazır, diğer ucu ise birleştirme sırasında oluşturulan makine elamanlarına perçin denir. Parçaların perçin adı verilen elemanlarla sökülmez şekilde birleştirilmesi işlemine perçinleme denir. Resim 1.1’de çeşitli perçin resimleri görülmektedir.

Perçinlemenin amacı, diğer sökülemeyen birleştirme türlerine göre daha üstün nitelikli bağlantılar oluşturmaktır. Perçinli bağlantılar, ek yerlerindeki sağlamlığı ve farklı cins malzemeleri birleştirebilme özelliklerinden dolayı kazanlarda, elektronik cihazlarda, giyim eşyasında, mutfak eşyalarında, çelik tasarım inşaatlarında, kayışların perçinlenmesinde, uçak sanayinde ve lokomotif yapımında kullanılır.

Perçinler, hazır baş, sap (gövde) ve kapama baş olmak üzere üç kısımdan oluşur. Kapama başlar soğuk veya sıcak olarak elde veya havalı perçin çekiçleriyle şekillendirilir. Şekil 1.42’de perçin ölçüleri görülmektedir.



Şekil 1.42: Perçin ölçüleri

Perçinleme işleminde normal olarak perçin çapı ( $d$ ), sac kalınlığı ( $s$ ), perçin boyu ise ( $l$ ) ile gösterilir. Buna göre, perçin hesabında:

$$d = 1,8 \times s \text{ 'dir.}$$

➤ Perçin boyunun hesaplanması

Perçin boyu ( $l$ ), perçinin çeşidine ve işlem türüne göre değişmektedir. Tablo 1.3’te perçin boylarının hesaplanması verilmiştir.

Yuvarlak başlı perçin (soğuk perçinlemede)	$l = h + 1,5 \cdot d$
Yuvarlak başlı perçin (sıcak perçinlemede)	$l = h + 1,75 \cdot d$
Havşa – mercek başlı perçin	$l = h + 0,7 \cdot d$
Havşa – düz başlı perçin	$l = h + 0,5 \cdot d$

Tablo 1.3: Perçin boylarının hesaplanması

- Perçin delik ve havşa ölçülerinin hesaplanması  
Perçin delikleri, perçinlemenin soğuk veya sıcak yapılışına göre açılır. Buna göre:

Soğuk perçinlemede (18 mm çapa kadar):

$$\text{Delik çapı} = \text{Perçin çapı} + (0,1 \sim 0,5)$$

olur.

Sıcak perçinlemede (18 mm den büyük çap):

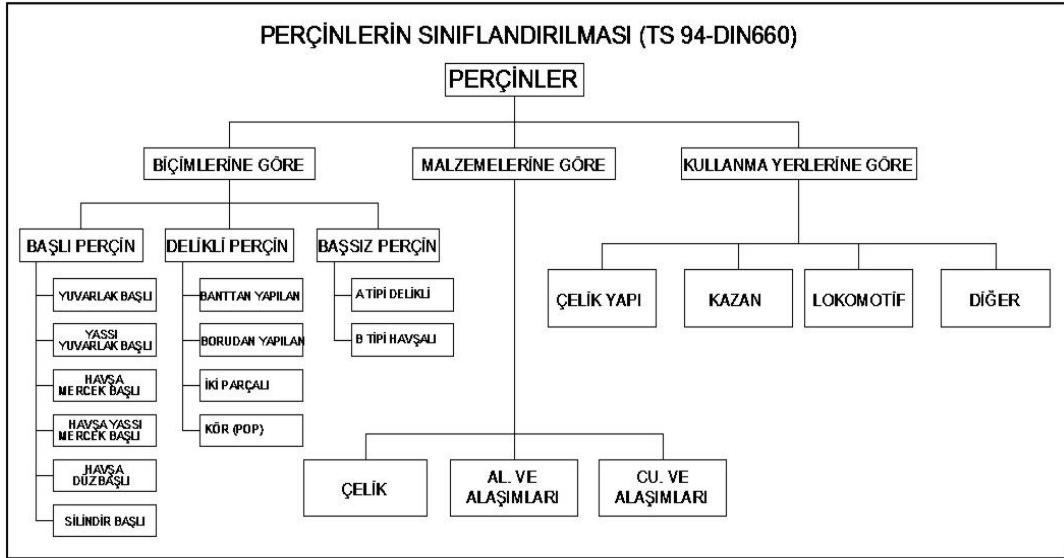
$$\text{Delik çapı} = \text{Perçin çapı} + 1$$

olur.

Delik çapının perçin çapından büyük olması, perçinin kolay takılmasını ve genişlemeye karşı uyumunu sağlar. Perçin başının iyi oturması için delik ağızları, 90° havşa matkabı ile havşalanır.

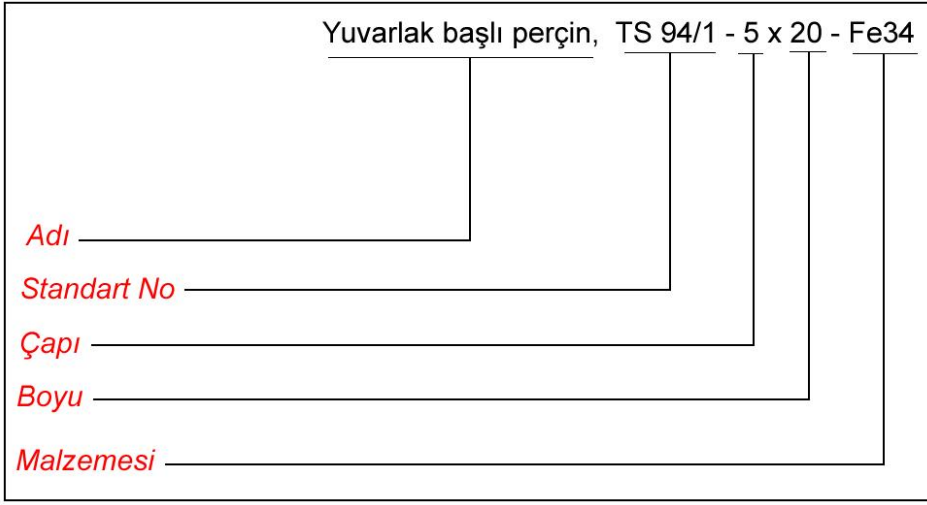
- Perçin çeşitleri

Perçinler; biçimlerine, malzeme özelliklerine ve kullanım yerlerine bağlı olarak çok çeşitli yapıda imal edilir. Şekil 1.43'te perçinlerin sınıflandırılması verilmiştir.



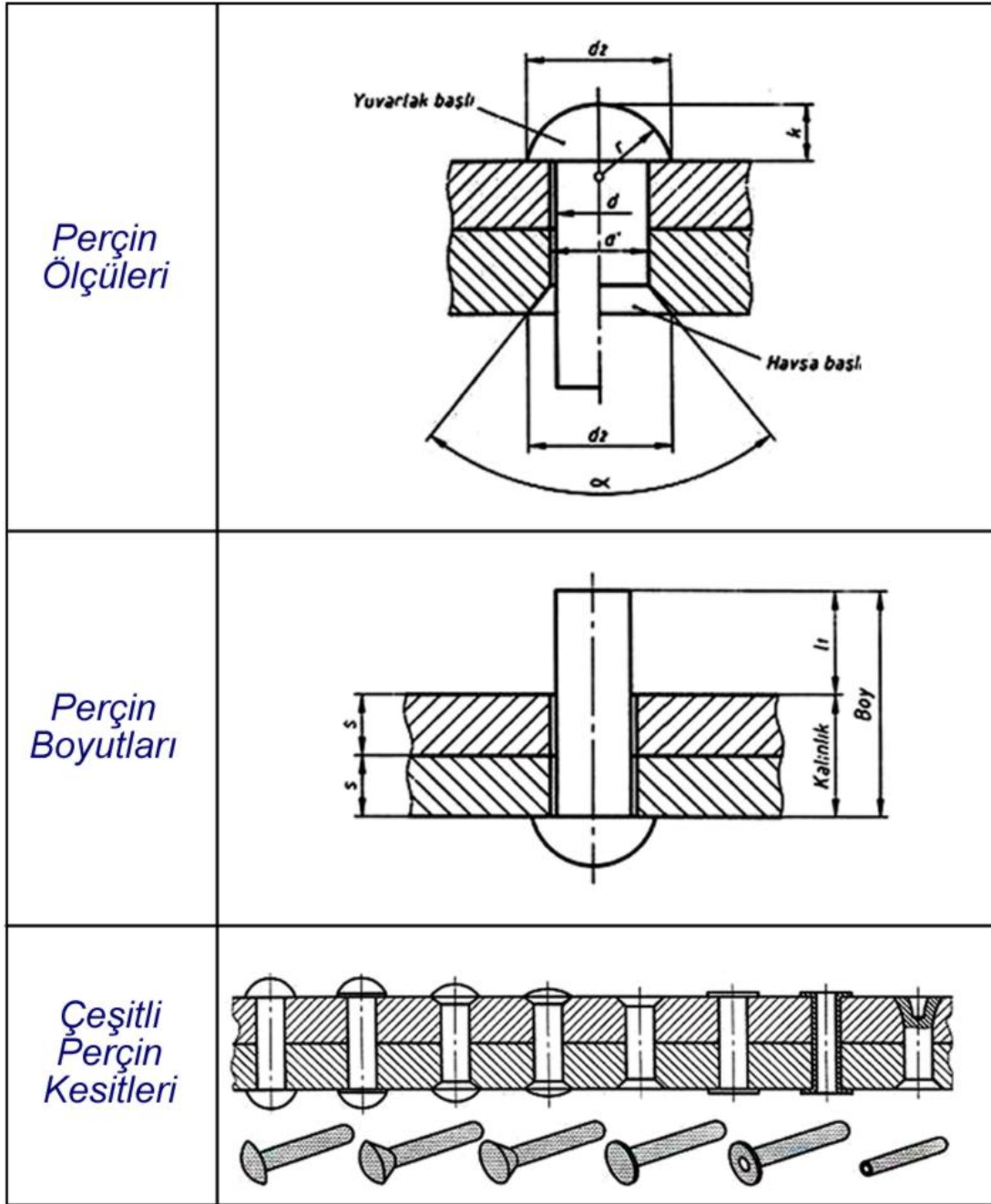
**Şekil 1.43: Perçinlerin sınıflandırılması**

Perçin standart olarak gösterilirken adı, standart numarası, çapı, boyu, tipi ve malzeme cinsi belirtilir. Şekil 1.44'te perçin standardı görülmektedir.



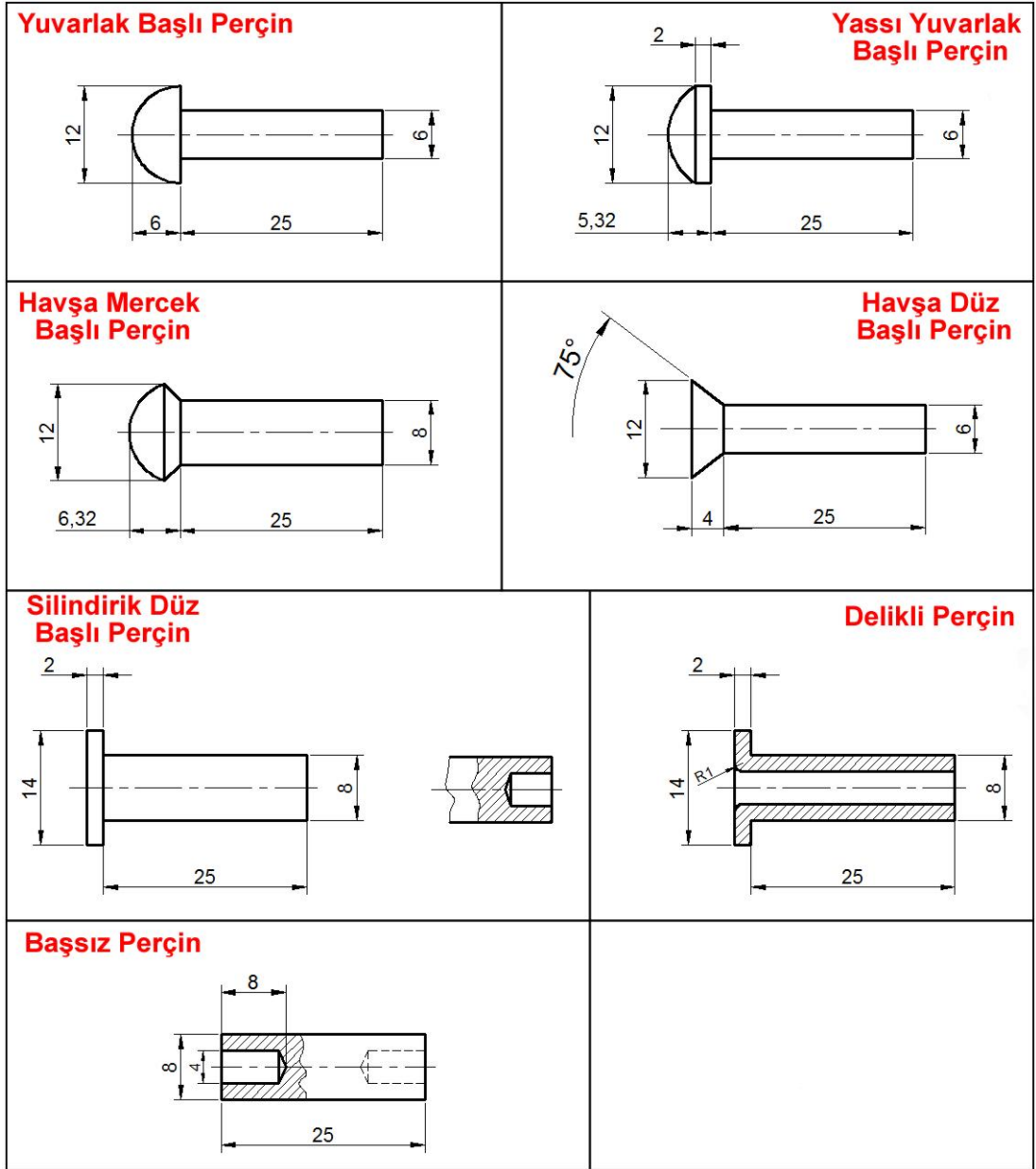
**Şekil 1.44: Perçin standart numarası**

Perçinleme işlemlerinde genel olarak yuvarlak başlı ve havşa düz başlı perçin çivileri çok kullanılır. Yapılacak perçinli birleştirmede yuvarlak başlı veya havşa düz başlı perçinle ilgili boyutlar ve çizimleri şekil 1.45'te görülmektedir.



Şekil 1.45: Perçin boyutları ve çizimleri

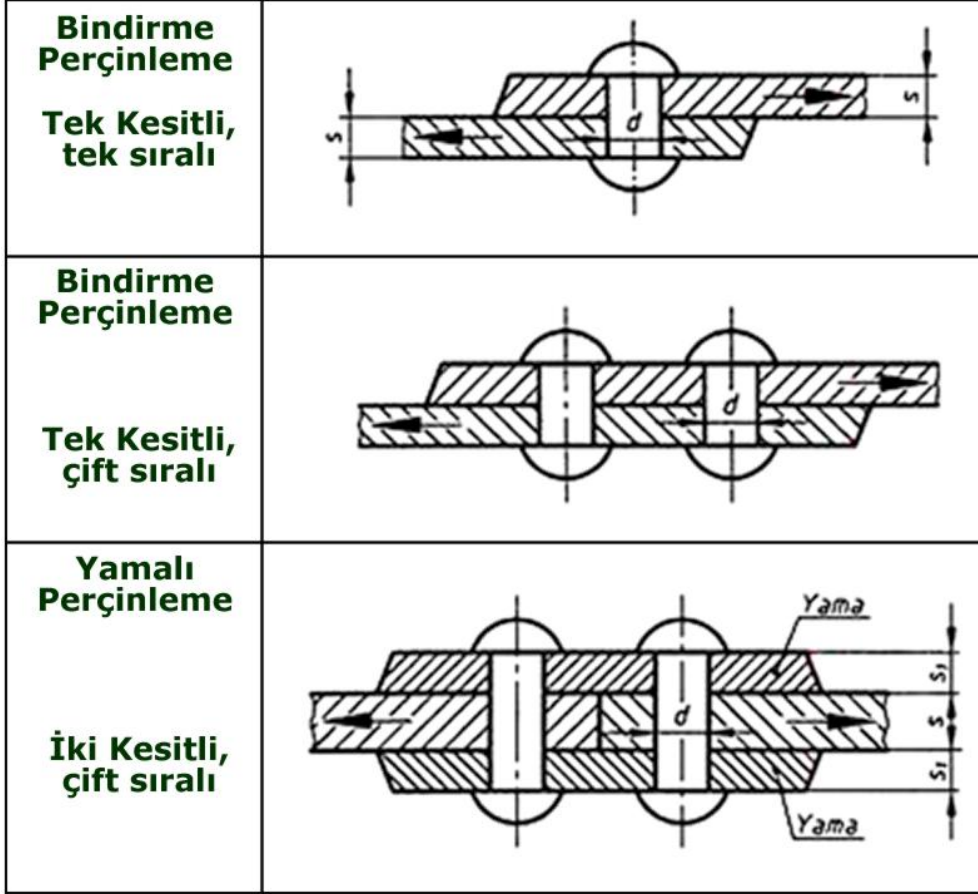
Perçinlerin çeşitlerine göre örnek çizimleri ve ölçülendirmeleri şekil 1.46'da görülmektedir.



Şekil 1.46: Perçin çizimleri ve ölçülendirilmesi

➤ **Perçinli birleştirme çeşitleri**

Perçinli birleştirmeler; eklenen parçaların konumu, perçin sırası ve perçin konumuna göre adlandırılır. Şekil 1.47’de perçinleme şekilleri ve bu bağlantılardaki ölçülendirmeler görülmektedir.



Şekil 1.47: Perçinli birleştirme çeşitleri

Perçinli birleştirmelerde parçaların yırtılmaması yani güvenli birleştirme için gerekli boyutlar perçin çapı cinsinden verilir.

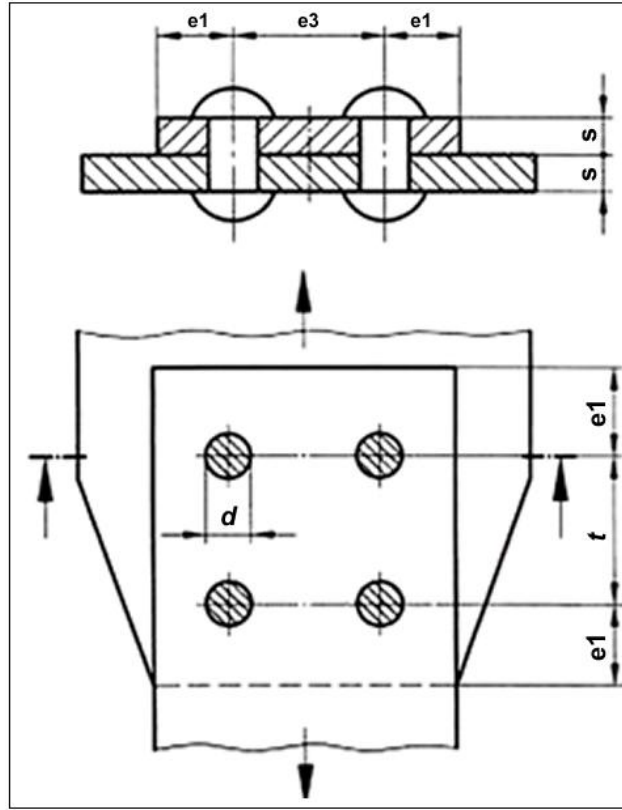
Perçin adımı  $t = 3,0 \dots 3,5 d$

Perçin uzaklığı  $e_1 = 2,0 \dots 2,5 d$

Sıra uzaklığı  $e_2 = 1,5 \dots 2 d$

Sıra aralığı  $e_3 = 3,0 \dots 3,5 d$

Şekil 1.48’de çift sıralı perçin birleştirmesinde perçin ölçüleri görülmektedir.



Şekil 1.48: Çift sıra perçin ölçüleri

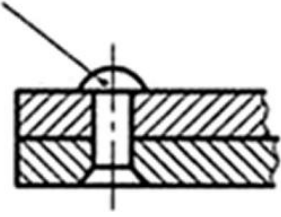
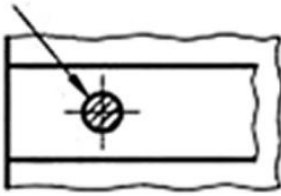
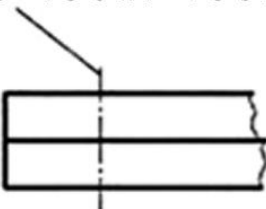

PERÇİNLERİN SEMBOLLERLE GÖSTERİLMESİ															
Perçin çapı mm	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36		
Perçin çapı deliği mm	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37		
Sembollerle gösteriliş	Yuvarlak başlar	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
	Havşa başlar	Üstten havşalı başlar	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
		Alttan havşalı başlar	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
		İki taraflı havşalı başlar	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
	Montaj sırasında yerinde yapılacak perçinler	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
	Montaj sırasında yerinde delinecek perçin delikleri	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	

Şekil 1.49: Perçin sembolleri



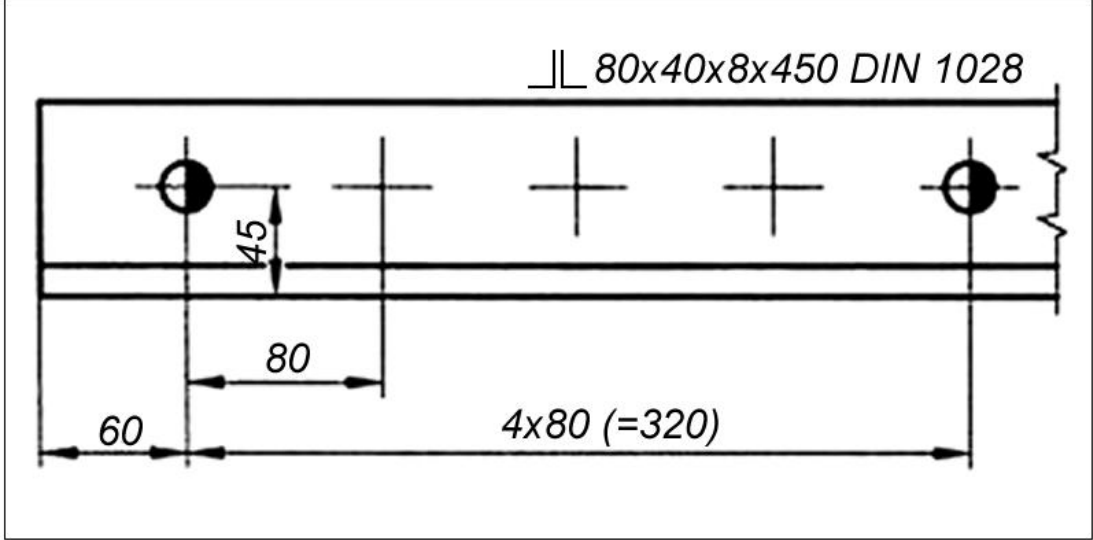
Çelik konstrüksiyon resimlerinde, çok sayıdaki perçinlerin üstten görünüşlerinde semboller kullanılır. Bu sembollerde perçin çapı, şekli, perçin başı durumu ve perçinlemenin nerede yapılacağı ifade edilir. Şekil 1.49’da perçin sembolleri görülmektedir.

Birleştirme resimlerinde, küçük çaptaki veya çok sayıdaki perçinler gösterilirken basitleştirilmiş resimleri çizilir ve gerekli bilgiler uygun şekilde yazılır (Şekil 1.50).

<b>Normal Görünüşler</b>	
<b>Ön Görünüş</b>	<b>Üst Görünüş</b>
<p>4x16 - TS 94/1 - Fe 34</p> 	<p>4x16 - TS 94/1 - Fe 34</p> 
<b>Sembol Görünüşler</b>	
<p>4x16 - TS 94/1 - Fe 34</p> 	<p>4x16 - TS 94/1 - Fe 34</p> 

Şekil 1.50: Perçinlerin basitleştirilmiş çizimleri

Şekil 1.51’de ise örnek perçinleme resmi görülmektedir. Buradaki resim sembollerle gösterilen bir perçinlemeye aittir. Resimde iki L profil demirin (yükseklik 80, en 40, kalınlık 8, boy 450) 80 mm adımla 16 mm çapında iki tarafı yuvarlak başlı perçinle birleştirildiği açıklanmaktadır.



Şekil 1.51: Örnek perçinleme resmi

Perçinler TS 94’te standartlaştırılmıştır. Standart çizelgelerde perçin ölçüleri aşağıdaki sembollerle belirtilir.

Perçin anma çapı ( <b>d</b> <sub>1</sub> )	Perçin başı çapı ( <b>d</b> <sub>2</sub> )	Perçin kapama baş çapı ( <b>d</b> <sub>3</sub> )
Perçin delik çapı ( <b>d</b> <sub>4</sub> )	Perçin başı yüksekliği ( <b>k</b> )	Perçin başı yarıçapı ( <b>R</b> )
Perçin serbest boyu ( <b>l</b> )	Sacların kalınlığı ( <b>s</b> )	

Buna göre Şekil 1.52’de TS 94’te yer alan yuvarlak başlı perçine ait standart ölçüler görülmektedir.

Yuvarlak Başlı Perçin (Anma çapı 1-9 mm)		TS 94/1 (DIN 660)									
	$d_1$	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	7	8
	$d_2$	1,8	2,8	3,5	4,4	5,2	7	8,8	10,5	12,2	14
	$d_3$	0,93	1,52	1,87	2,37	2,87	3,87	4,82	5,82	6,80	7,76
	$d_4$	1,05	1,65	2,1	2,6	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4
	$e$	0,5	1	1	1,5	1,5	2	3	3	3	4
	$k$	0,6	1	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8
	$R$	1	1,6	1,9	2,4	2,8	3,8	4,6	5,7	6,6	7,5
	$l$ den	2	3	3	4	4	6	8	8	8	8
	kadar	4	12	15	28	40	50	60	60	60	60
	Boy basamakları: 2;3;4;6;8;10;12;15;20;25;30;35;40;45;50;60										
Anma çapı $d_1=5$ , boyu $l=20$ olan Fe34 den yapılan perçinin gösterilişi: Perçin TS 94/1 - 5x20 - Fe34											
Yuvarlak Başlı Perçin (Anma çapı 10-36 mm Çelik konstrüksiyonlar için)		TS 94/2 (DIN 124)									
	$d_1$	10	12	16	20	24	30	36			
	$d_2$	16	19	25	32	40	48	58			
	$d_3$	9,4	11,3	15,2	19,1	22,9	28,6	34,6			
	$d_4$	10,5	13	17	21	25	31	37			
	$e$	5	6	8	10	12	15	18			
	$k$	6,5	7,5	10	13	16	19	23			
	$R$	8	9,5	13	16,5	20,5	24,5	30			
	$R_1$	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2			
	$l$ den	10	14	20	28	36	48	62			
	kadar	62	70	90	130	150	170	190			
Boy basamakları: 10mm den 42 mm ye kadar 2'şer mm 45;48;50; 52; 55;58;60;62;65;69;70;72;75;78;80 den... 190 mm kadar 5'er mm kademelerle											
Anma çapı $d_1=16$ , boyu $l=30$ olan Fe 34 den yapılan perçinin gösterilişi. Perçin TS 94/2 - 16x30 - Fe34											
Yuvarlak Başlı Perçin (Anma çapı 10-36 mm Kazan konstrüksiyonlar için)		TS 94/3									
	$d_1$	10	12	16	20	24	30	36			
	$d_2$	18	22	28	36	43	53	64			
	$d_3$	9,4	11,3	15,2	19,1	22,9	28,6	34,6			
	$d_4$	10,5	13	17	21	23	31	37			
	$e$	5	5	5	5	5	5	5			
	$k$	7	9	11,5	14	17	21	25			
	$R$	9,5	11	14,5	18,5	22	27	33			
	$R_1$	1	1,6	2	2	2,5	3	4			
	$l$ den	10	14	20	28	36	48	62			
	kadar	55	70	90	130	150	170	192			
Boy basamakları: TS 94/2 nin aynı											
Anma çapı $d_1=16$ , boyu $l=20$ olan Fe34'den yapılan perçinin gösterilişi; Perçin TS 94/3 - 16x30 - Fe34											

Şekil 1.52: Yuvarlak başlı perçinlere ait standart çizelge

### 1.2.3.2. Kaynaklı Birleştirmelerin Resimde Gösterilmesi ve llendirilmesi

Aynı veya birbirine benzer özellikteki metal veya plastik iş parçalarında, ek yerlerinin ergitilmesi veya yaklaşık ergime sıcaklıklarında basınç suretiyle iki parçaya ait kristallerin birleştirilmesine kaynak denir. Şekil 1.53'te kaynak yapılan iki parçanın resmi görülmektedir.



Şekil 1.53: Kaynak resmi

➤ Kaynaklı birleştirme

Malzemelerin, ısı veya basınç altında dolgu malzemesi kullanarak veya kullanmadan, çözülemez olarak bağlanmasıyla meydana getirilen birleştirmedir.

➤ Kaynak yeri

Parçaların kaynakla birleştirildiği kısımdır. Kaynak yeri uzatma, mukavemet artırma vb. amaçlara göre çeşitli Şekillerde olabilir.

➤ Kaynak dikişi

Kaynak yerinde parçalar kaynak dikişiyle birleştirilir. Kaynak yerinin durumu ve kaynak dikişi malzeme veya kaynak metoduna göre çeşitli Şekillerde yapılır.

Kaynak arıza yapan bazı makine parçalarının tamirinde boru ve kazan imalatında, elik ve sac yapılar da çok kullanılır. Günümüzde kaynağın kullanılma alanı oldukça geniştir. Cıvata ve perçinli birleştirme yerine kaynaklı birleştirme tercih edilmektedir. Az sayıda yapılacak parçalarda döküm yerine kaynaklı birleştirme kullanılmaktadır.

➤ Kaynaklı birleştirme çeşitleri

Birleştirilecek parçaların durumuna göre kaynaklı birleştirmeler şekil 1.54'te görüldüğü gibi çeşitli şekillerde yapılabilir.

KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELER					
Sıra	Adı	Resim	Sıra	Adı	Resim
1	Alın Birleştirme		5	Çift T - Birleştirme	
2	Paralel Birleştirme		6	Eğik T - Birleştirme	
3	Bindirme Birleştirme		7	Köşe Birleştirme	
4	T - Birleştirme		8	Çoklu Birleşik Birleştirme	

Şekil 1.54: Kaynaklı birleştirmeler

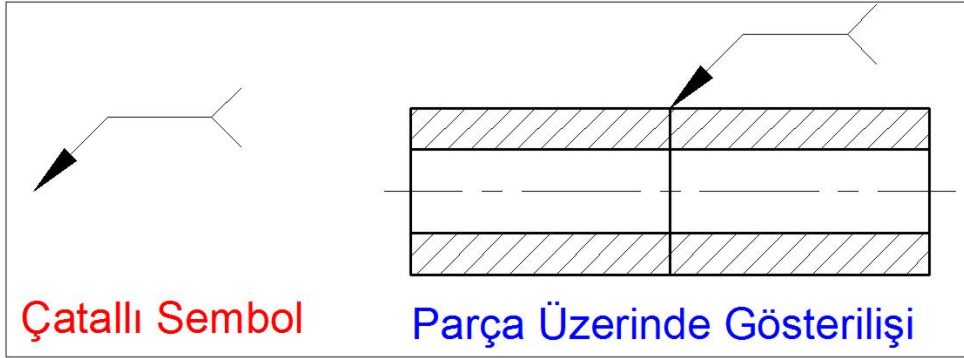
➤ Kaynak sembolleri

Kaynak yerinin durumu, malzeme veya kaynak metoduna göre çeşitli kaynak dikişleri ve bunları ifade eden semboller vardır. Bu semboller “TS 3004 EN 22553 - Kaynaklı, sert ve yumuşak lehimli birleştirmeler – sembolik gösteriliş” standardında ele alınmıştır.

Kaynak sembollerini esas semboller ve yardımcı semboller olmak üzere iki grupta sınıflandırabiliriz.

• Esas semboller

Çeşitli birleştirme türleri, ilgili kaynak şekline benzeyen bir sembolle belirtilir. Semboller, uygulanan metodu ifade etmez. Birleştirme gösterildiğinde şekil 1.55'te görülen çatal kılavuz çizgisi kullanılmaktadır.



**Şekil 1.55: Kaynak gösterme sembolü**

Çeşitli kaynaklı birleştirmelerin gösterilmesinde kullanılan semboller şekil 1.56'da görülmektedir.

KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELERDE ESAS SEMBOLLER				TS 3004 EN 22553/ Ekim 2000			
Sıra	Adı	Resim	Sembol	Sıra	Adı	Resim	Sembol
1	Kıvrık alın kaynağı Kıvrımlar tamamen erimiş			11	Delik kaynağı (Tapa kaynağı)		
2	I Kaynağı Küt alın kaynağı			12	Nokta Kaynağı		
3	V - Kaynağı			13	Dikiz Kaynağı		
4	Yanım V- Kaynağı			14	Dik eğimli Kaynak Alttan destek lamalı kaynak		
5	Y - Kaynağı			15	Yanım dik eğimli kaynak		
6	Yanım Y - Kaynağı			16	Alın yüzey kaynağı		
7	U - Kaynağı			17	Dolgu kaynağı		
8	Yanım U - Kaynağı ( J - Kaynağı)			18	Yüzey kaynağı		
9	Sırt kaynağı			19	Eğik kaynak		
10	İç köşe kaynağı			20	Kenet kaynağı		

Şekil 1.56: Esas semboller

- Yardımcı semboller

Esas sembol, yüzeyin şeklini veya kaynak dikişini gösteren bir sembole tamamlanabilir. Herhangi bir yardımcı sembol olmadığında kaynak dikişinin yüzey şekli serbest bırakılmıştır anlamındadır. Çeşitli kaynaklı birleştirmelere ait yardımcı semboller şekil 1.57’de görülmektedir. Yardımcı sembollerin uygulama örnekleri ise şekil 1.58’de sembol ve resim olarak görülmektedir.

YARDIMCI SEMBOLLER	
Yüzeyin ve kaynak dikişi şekli	Sembol
Düz ( yüzey işlenmiş)	—
Dış Bükey	⤿
İç Bükey	⤿
Kaynak yüzeyi temizlenmiş	⤿
Kalıcı elder kullanılmış	⌈M⌋
Altlık kullanılmış	⌈MR⌋

Şekil 1.57: Yardımcı semboller

YARDIMCI SEMBOL UYGULAMA ÖRNEKLERİ					
Adı	Sembol	Resim	Adı	Sembol	Resim
Düz V Kaynağı	∇		Sırtlı Y Kaynağı	∇	
Dış Bükey Çift V Kaynağı	⌘		İşlenerek Düz hale Getirilmiş V Kaynağı	∇	
İç Bükey Köşe Kaynağı	⌘		Yüzeyi Temizlenmiş Köşe Kaynağı	⌘	
Düz sırtlı Düz V Kaynağı	∇		Yüzeyi Temizlenmiş Küt Alın Kaynağı	∇	

Şekil 1.58: Yardımcı sembol uygulama örnekleri



➤ Teknik resimlerde kaynak sembollerinin kullanılması

Kaynak sembollerinin gösterilmesi için kaynak dikişi sembolüyle birlikte kılavuz çizgileri, referans çizgileri kullanılmalıdır. İlgili kaynak yerinin belirtilmesi amacıyla ucu bir okla son bulan ok çizgisine sürekli ve kesik çizgiden oluşan referans çizgisi ilave edilir. Referans çizgilerine kaynak dikişi sembolü ve ihtiyaca göre diğer bilgilerin yazılması için bir çatal ilave edilir. Şekil 1.59'da kaynak yerinin ve dikişin belirtilmesinde kullanılan ana sembol ve elemanları verilmiştir.

No	Sembol	Üç Boyutlu Gösteriliş	Gösteriliş (Açıklama)	Sembollerle Gösteriliş	
				YA	YADA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Şekil 1.59: TS 3004 EN 22553'e göre esas sembollerin kombinasyonları için örnekler

➤ Kaynaklı yapım resimleri

Kaynaklı birleştirme resimleri; çeşitli şekil ve sayıdaki parçalardan oluşmuş bir makine parçası ve bunların özelliklerini gösteren teknik resimlerdir. Kaynaklı birleştirmeye meydana getirilmiş bir parçanın teknik resmi üç şekilde ele alınabilir:

- Çizimle gösterme

Görünen kaynak dikişlerine ait ek yerleri çizgilerle ve üzerine tırnak şeklindeki kaynak taramaları ile belirtilir. Kaynak dikişlerine ait en kesitler ise siyaha boyanmış olarak gösterilir.

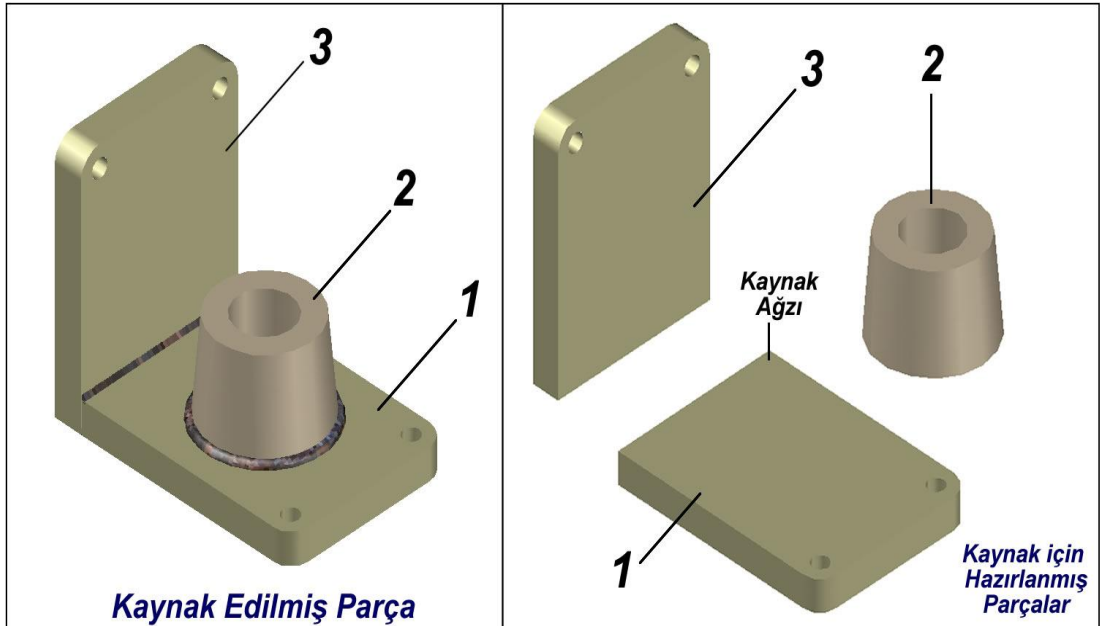
- İşaretle gösterme

İşaretle (sembolle) gösterme, şu ana kadar anlatılan ve standartlaştırılmış şekillerle yapılır.

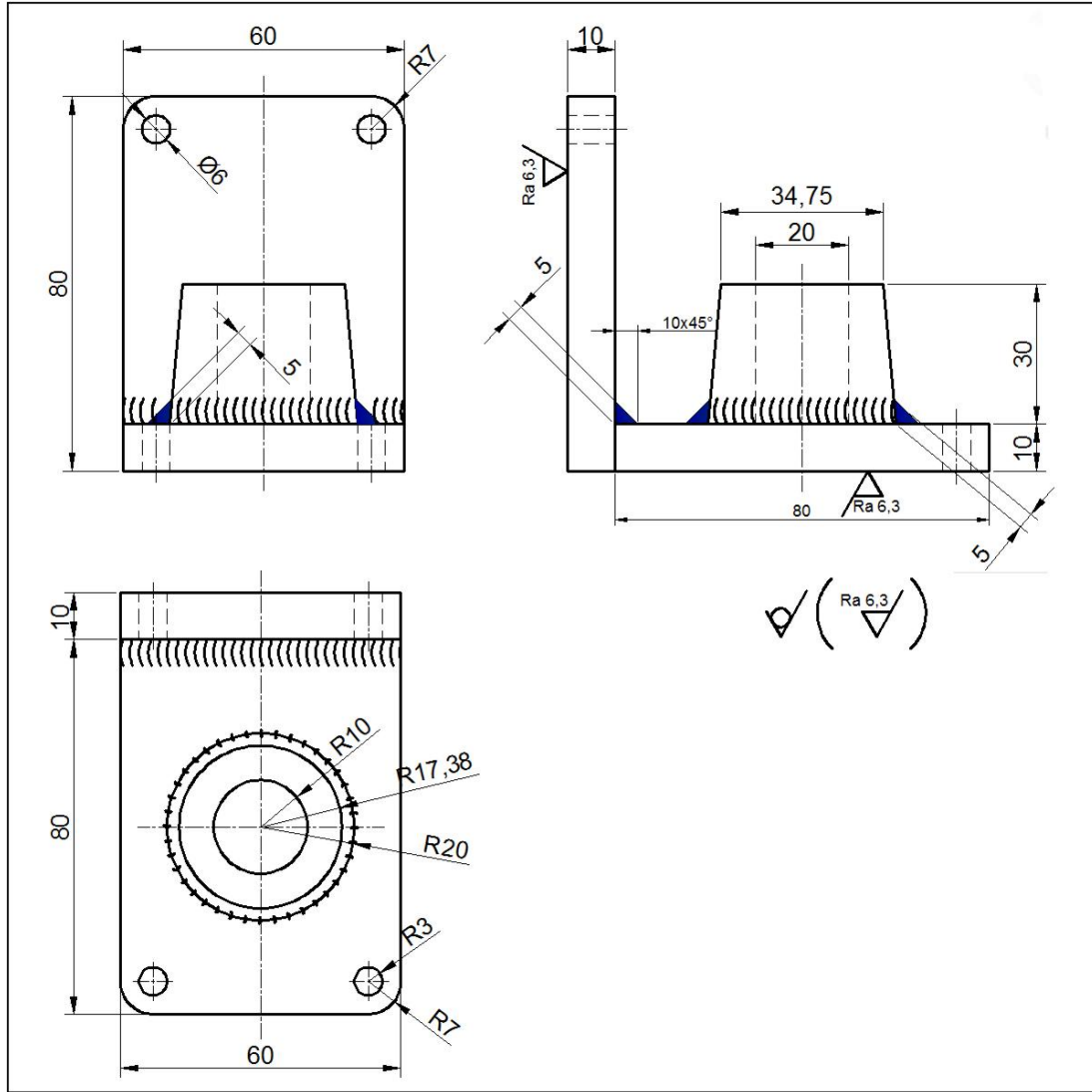
- Karma gösterme

Kaynak ek yerlerinin hem çizimle hem de sembolle gösterilmesi mümkündür. Bu gösterimde tırnak şeklindeki taramalar kullanılmaz. Ancak en kesitler, boyanmış olarak göze çarpmayı temin eder. En kesitleri gösterilemeyen kaynak dikişleri için detay görünüşler alınabilir. Aynı görünüşteki dikişler, hem çizim hem de işaretle aynı anda gösterilmez. Karma gösterimlerden mümkünse kaçınılmalıdır.

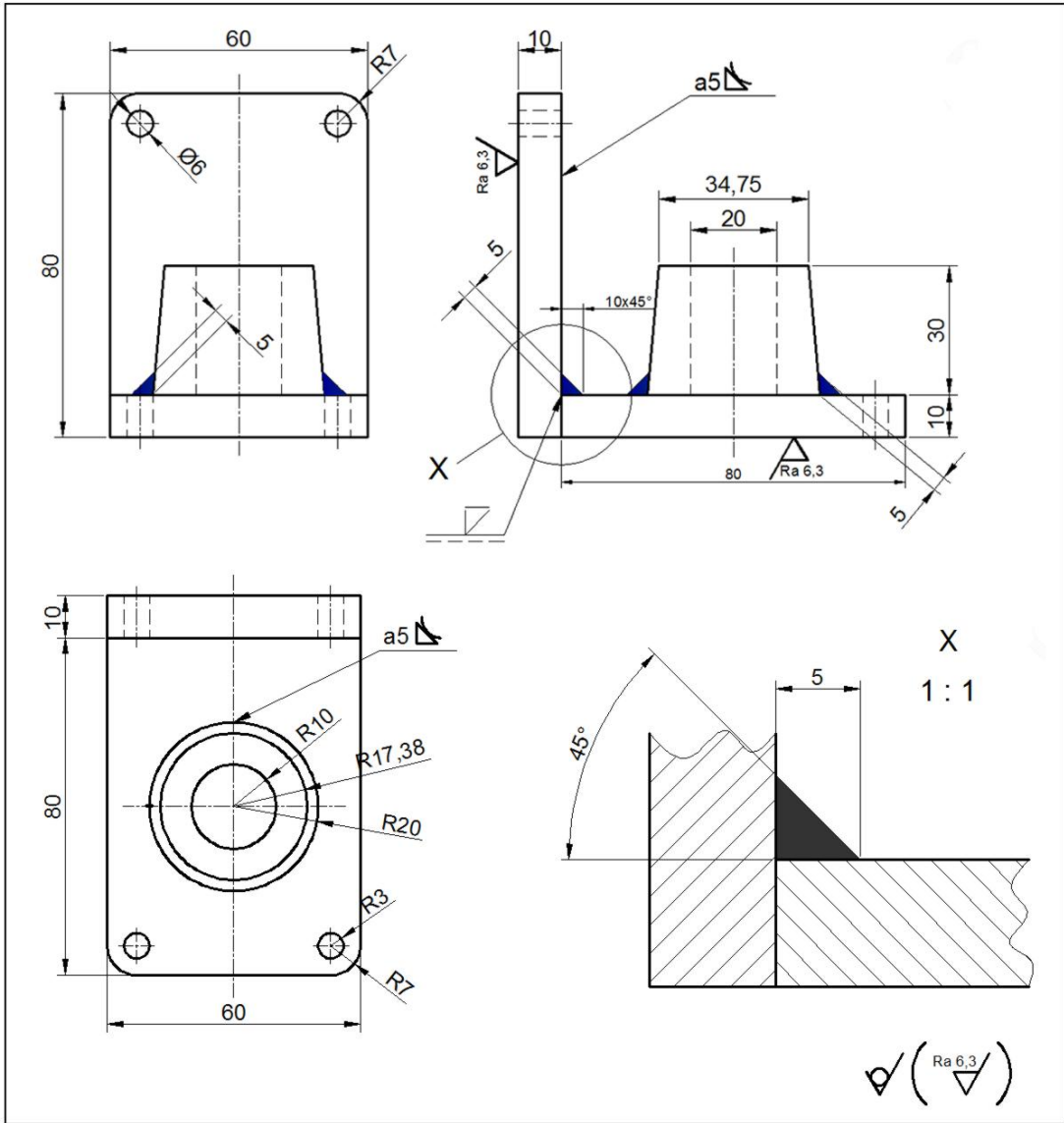
Şekil 1.60, şekil 1.61 ve şekil 1.62’de örnek bir kaynak yapılmış parçanın resimleri görülmektedir.



Şekil 1.60: Kaynaklı bir parçanın resimleri



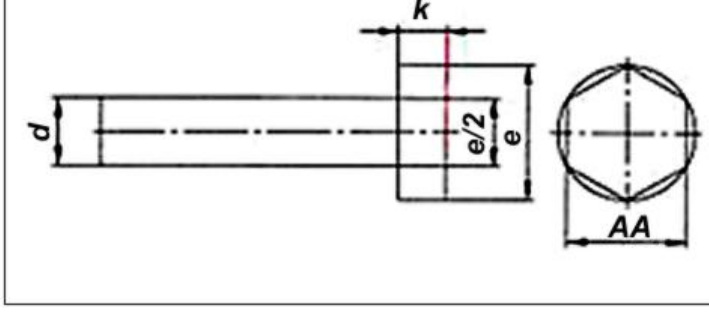
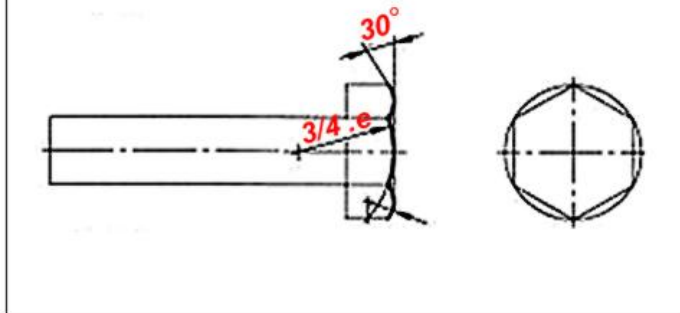
Şekil 1.61: Kaynakla bir parçada çizimle gösteriliş

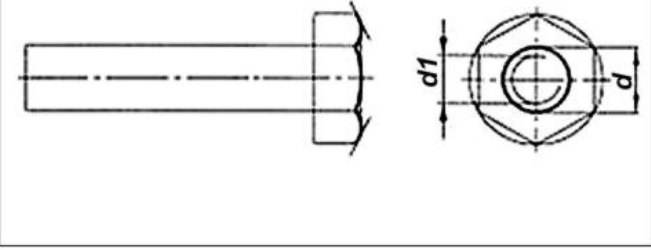
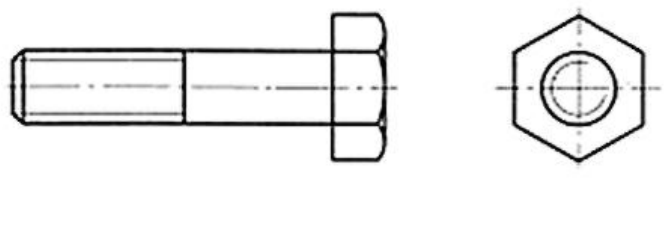


Şekil 1.62: Kaynakla bir parçada işaretle gösteriliş

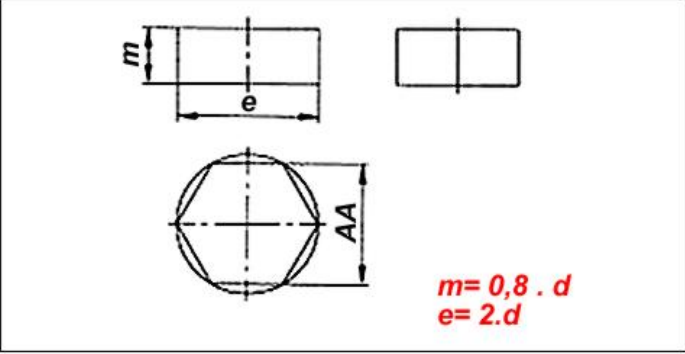
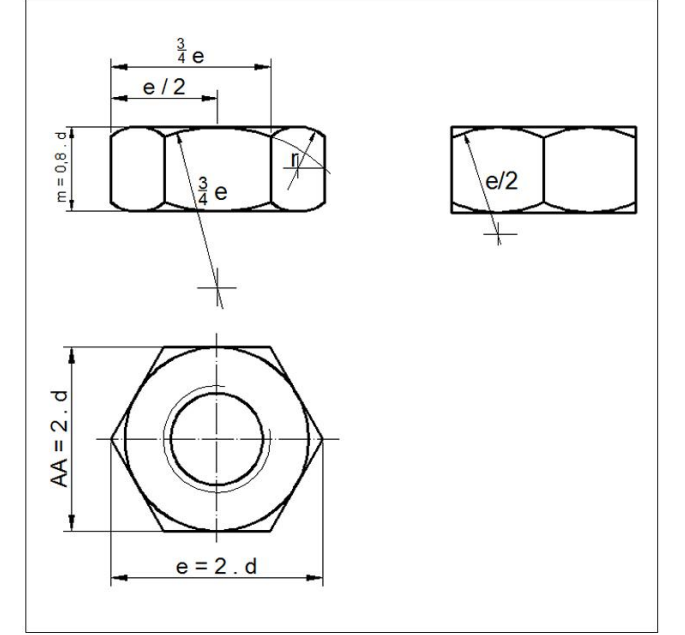
## UYGULAMA FAALİYETİ

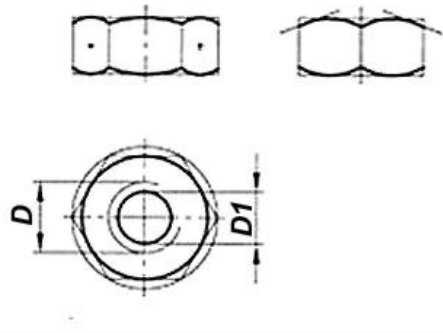
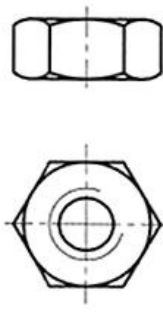
**Uygulama 1:** Teknik resim kurallarına göre birleştirme elemanlarından M 20 x 70 cıvatanın resmini çiziniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Cıvatanın görüşlerini, önce basit geometrik kısımlar hâlinde ve ince çizgilerle çiziniz.</p>	 <p>➤ Örnek uygulama: M20 x 70 cıvata çizimi Cıvata çapı = <math>d = M 20</math> Cıvata boyu = <math>L = 70</math></p> <p>➤ Örnek cıvata çizimini ve hesaplamalarını inceleyiniz.</p> <p>➤ Cıvata ölçülerini işlem basamaklarında belirtilen örnek uygulamadan alabilirsiniz.</p>
<p>➤ Görünümlere ait kavisleri çiziniz ve kalın çizgilerle koyulaştırınız.</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cıvatanın dış üstü ve dış dibi kısımlarına ait daireleri tamamlayınız.</li> </ul>	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dış dibini çizerken ince ve dörtte birini boş bırakarak çiziniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cıvata üzerindeki dış dibini ve cıvata uç kısmını çiziniz.</li> </ul>	<div style="text-align: center;">  </div>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Görünüşlerin diğer kısımlarını tamamlayıp çizimi koyulaştırarak sonuçlandırınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çizimi koyulaştırınız.</li> <li>➤ Temiz ve düzenli çalışınız.</li> <li>➤ Resmin doğruluğuna ve çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz.</li> </ul>

**Uygulama 2:** Teknik resim kurallarına göre birleştirme elemanlarından M20 somununu çiziniz.

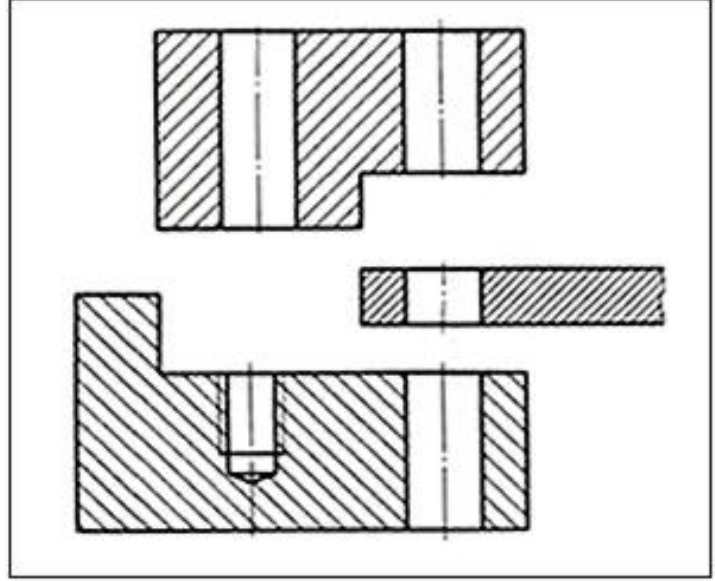
<p>➤ Somunun görüşlerini, önce basit geometrik kısımlar hâlinde ve ince çizgilerle çiziniz.</p>	 <p>➤ Örnek uygulamada: M 20 ölçülerinde somun için Diş üstü çapı = <math>D = 20</math></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şekli A4 formundaki resim kâğıdına çiziniz.</li><li>➤ Örnek somun çizimini ve hesaplamalarını inceleyiniz.</li><li>➤ Somun ölçülerini işlem basamaklarında belirtilen örnek uygulamadan alabilirsiniz.</li></ul>
<p>➤ Görünümlere ait kavisleri çiziniz ve kalın çizgilerle koyulaştırınız.</p>	 <p>➤ Kavisleri pergeli yardımı ile çiziniz.</p>

<p>➤ Somunun diş üstü ve diş dibi kısımlarına ait daireleri tamamlayınız.</p>	 <p>➤ Resimdeki <math>D =</math> Diş üstü çapı ve <math>D_1 =</math> Diş dibi çapı olduğunu unutmayınız.</p> <p>➤ Diş dibini çizerken ince ve dörtte birini boş bırakarak çiziniz.</p>
<p>➤ Görünüşlerin diğer kısımlarını tamamlayıp çizimi koyulaştırarak sonuçlandırınız.</p>	 <p>➤ Çizimi koyulaştırdıktan sonra fazla çizgileri siliniz.</p> <p>➤ Temiz ve düzenli çalışınız.</p> <p>➤ Resmin doğruluğuna ve çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz.</p>



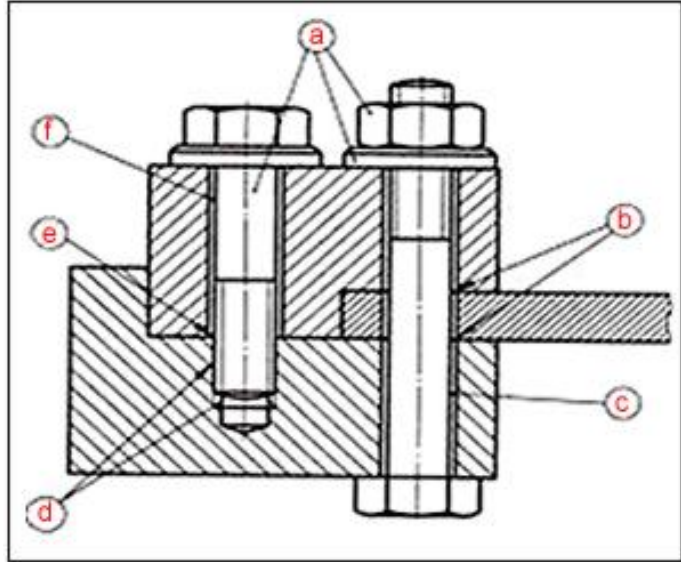
**Uygulama 3:** Teknik resim kurallarına göre çeşitli parçaların cıvata, somun, saplama ve rondelalı birleştirme çizimlerini yapınız.

- Birleştirilecek elemanların ön görüşlerini çiziniz (çizim yaparken resim üzerinden ölçü alıp 2:1 ölçekli çizebilirsiniz).



- Şekli A4 formundaki resim kâğıdına çiziniz.
- Şekilde ayrılmış durumdaki üç parça, sol eksenenden cıvata ile sağ eksenenden cıvata ve somunu ile birleştirilecek nitelikte hazırlanmıştır.

- Birleştirilecek elemanları şekilde gördüğünüz gibi iki cıvata ile birleştirilmiş şeklin ön görüşünü çiziniz.



- Şekildeki birleştirmenin elemanları; cıvata, somun ve rondeladır.
  - Vidanın kör delikteki bağlantısına dikkat edilmelidir. Dış vidanın dış üstü, kalın çizgi ile çizilirken iç vidanın artan kısmı, ince

	<p>çizgi ile çizilmelidir.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Birleştirme elemanının geçtiği deliklerle aralarında 0,5 mm boşluk olacağı dikkate alınarak çizim yapılmalıdır.</li> <li>➤ Birleştirme deliklerinin boşluklarında delik ağzlarının çizgileri unutulmamalıdır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Birleştirilecek elemanları şekilde gördüğünüz gibi iki cıvata ile birleştirilmiş şeklin üst görünüşünü çiziniz.</li> </ul>	<div data-bbox="580 478 1258 789" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Üst görünüşü çizerken, cıvatanın dış dibinin şekline ve yönüne dikkat ediniz.</li> <li>➤ Rondelaların çiziminde çift daire rondelanın pahlı olduğunu belirtmektedir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cıvata ile iki parçanın birleştirme çizimi yapınız.</li> </ul>	<div data-bbox="731 965 1102 1483" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şekli A4 formundaki resim kâğıdına çiziniz.</li> <li>➤ Çizime eksenlerden başlayınız.</li> <li>➤ Resmi önce silik çiziniz. Daha sonra koyulaştırınız.</li> <li>➤ Temiz ve düzenli çalışınız.</li> <li>➤ Resmin doğruluğuna ve çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz.</li> </ul>

<p>➤ Cıvata ve somun ile iki parçanın birleştirme çizimi yapınız.</p>	<div data-bbox="739 306 1095 799" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şekli A4 formundaki resim kâğıdına çiziniz.</li> <li>➤ Çizime eksenlerden başlayınız.</li> <li>➤ Resmi önce silik çiziniz. Daha sonra koyulaştırınız.</li> <li>➤ Temiz ve düzenli çalışınız.</li> <li>➤ Resmin doğruluğuna ve çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz.</li> </ul>
<p>➤ Saplama ile iki parçanın birleştirme çizimini yapınız.</p>	<div data-bbox="713 1011 1118 1572" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şekli A4 formundaki resim kâğıdına çiziniz.</li> <li>➤ Çizime eksenlerden başlayınız.</li> <li>➤ Resmi önce silik çiziniz. Daha sonra koyulaştırınız.</li> <li>➤ Temiz ve düzenli çalışınız.</li> <li>➤ Resmin doğruluğuna ve çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Altı köşe başlı cıvata çizimini ve ölçülendirmesini yaptınız mı?		
2. Altıgen somun çizimi ve ölçülendirmesini yaptınız mı?		
3. Rondelâ çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
4. Eğimli kama çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
5. Düz kama çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
6. Yarım ay kama çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
7. Pim çizimi ve ölçülendirmesini yaptınız mı?		
8. Perno çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
9. Perçin çizimi ve ölçülendirmesi yaptınız mı?		
10. Kaynaklı birleştirme resimlerini çizip ölçülendirmesini yaptınız mı?		
11. Millerin çizimi ve ölçülendirmesini yaptınız mı?		
12. Yapmış olduğunuz çizimleri öğretmeninize kontrol ettirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi standardizasyonun faydalarından birisi değildir?  
A) Maliyet masraflarını azaltır.  
B) Yedek parça teminini kolaylaştırır.  
C) Gereç ve eşya temininde zaman kaybına neden olur.  
D) Ticari alanda mağaza ve depo işlemlerini kolaylaştırır.
2. Teknik resim metotlarını ve çizim kurallarını belirleyen standart aşağıdakilerden hangisidir?  
A) TSE-24  
B) TS 88  
C) ISO 2001  
D) TS 2002
3. Aşağıdakilerden hangisi sökülebilir birleştirme elemanı değildir?  
A) Perçinli birleştirmeler  
B) Kamalı birleştirmeler  
C) Pimli birleştirmeler  
D) Vidalı birleştirmeler
4. Vidanın tanımı aşağıdaki şıklardan hangisinde doğru olarak yazılmıştır?  
A) Vida, birden fazla malzemeyi birleştiren bütün elemanlara denir.  
B) Vida, silindirik veya konik yüzeylere açılan helisel oluklara denir.  
C) Vida, sökülemez bağlantı elemanlarından birisidir.  
D) Vida, silindirik parçaların genel adına vida denir.
5. 2 inç kaç mm'dir?  
A) 25,4 mm  
B) 40,4 mm  
C) 42,2 mm  
D) 50,8 mm
6. Aşağıdakilerden hangisi vida profiline göre bir vida çeşidi olamaz?  
A) Trapez vida  
B) Testere vida  
C) Silindirik vida  
D) Kare vida

7. Konik olarak şekillendirilmiş cıvataların uç kısmında oluşturulan açı aşağıdaki şıklardan hangisinde verilmiştir?  
A) Vida açısı  
B) Pah  
C) Cıvata başı  
D) Cıvata gövdesi
8. M24 cıvatanın adım ölçüsü 3 mm olduğuna göre diş dibi çapı ( $d_1$ ) aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 20,32 mm  
B) 21 mm  
C) 19,67 mm  
D) 23,37 mm
9. Somun üst yüzeyiyle oturma yüzeyi arasındaki mesafe aşağıdakilerden hangisi ile ifade edilir?  
A) Diş üstü çapı (d)  
B) Adım (P)  
C) Somun kalınlığı (m)  
D) Somun köşegeni (e)
10. Aşağıdakilerden hangisi rondelanın tanımıdır?  
A) Cıvatalara, saplamalara vb. vida açılmış makine parçalarına rondela denir.  
B) Parçaları birbirine sökülebilir şekilde bağlamaya yarayan elemanlara rondela denir.  
C) Makine parçalarının karşılıklı konumlarını sağlayan elemanlara rondelâ denir.  
D) Birim alana gelen sıkma kuvvetini azaltıp işin yüzeyini korumak için somun ve cıvata altına konan elemanlara rondela denir.
11. Pim standardında aşağıdaki özelliklerden hangisi belirtilmez?  
A) Çapı  
B) Vida boyu  
C) Malzemesi  
D) Alıştırma toleransı
12. Aşağıdakilerden hangisi bir perçin çeşidi değildir?  
A) Havşa başlı düz perçin  
B) Delikli perçin  
C) Silindirik düz başlı perçin  
D) Konik vidalı perçin
13. Kama standardında aşağıdaki özelliklerden hangisi belirtilmelidir?  
A) Kamanın kalınlığı  
B) Kamanın çeşidi  
C) Kamanın toleransı  
D) Kamanın yüzey pürüzlülüğü

14. Sac kalınlığı 2,7 mm olan iki parça perçinle birleştirilecektir. Buna göre perçin çapı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 4,86 mm
  - B) 5,40 mm
  - C) 6,46 mm
  - D) 2,75 mm



15. Yandaki şekilde verilen rondela çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Tırtıl rondela
  - B) Helisel rondela
  - C) Düz yuvarlak rondela
  - D) Metrik yaylı rondela

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Teknik resim kurallarına göre çizilen resim üzerinde alıştırma ve tolerans değerlerini gösterebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Tolerans kelimesinin günlük konuşmalarda ve teknik alanda ne anlama geldiğini araştırarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Makine parçalarına niçin tolerans verildiğini araştırınız.

## 2. ALIŞTIRMA VE TOLERANS

### 2.1. Makine Parçalarına Tolerans Vermenin Gereği

Tolerans kelimesi, günlük hayatımızda hoşgörü veya kabul edilebilir hata payı anlamında kullanılmaktadır. Makine parçalarının üretiminde ise tolerans; bir iş parçasının montaj edildiği yerde görevini yapabilecek şekilde, belirli sınır ölçüleri içinde yapılması işlemine denilmektedir.

İmalatta iş parçasının tam ölçüsünde üretilmesi zordur. Özellikle seri imalatta teknik resmi verilmiş bir makine parçasına ait ölçülerin özel aletler, iş kalıpları, otomatik makineler, mastarlar, çok becerikli işçiler ve hatta robotlar kullanmak suretiyle dahi tam olarak elde edilmesine imkân yoktur. Elde edilen ölçü çizimde verilen ölçülerden biraz büyük veya biraz küçük olabilir. İşte bu iki sınır ölçüsü arasındaki fark tolerans değeridir.

Makine imalatında tolerans miktarını seçmek mühendis, teknisyen veya makine ressamının işidir. Ölçülerde küçük tolerans değeri seçmek kaliteyi yükseltir ancak maliyeti artırır, büyük tolerans değeri seçmek ise maliyeti azalmasına karşın kaliteyi düşürür. Bu nedenle tolerans değerleri standartlaştırılmıştır.

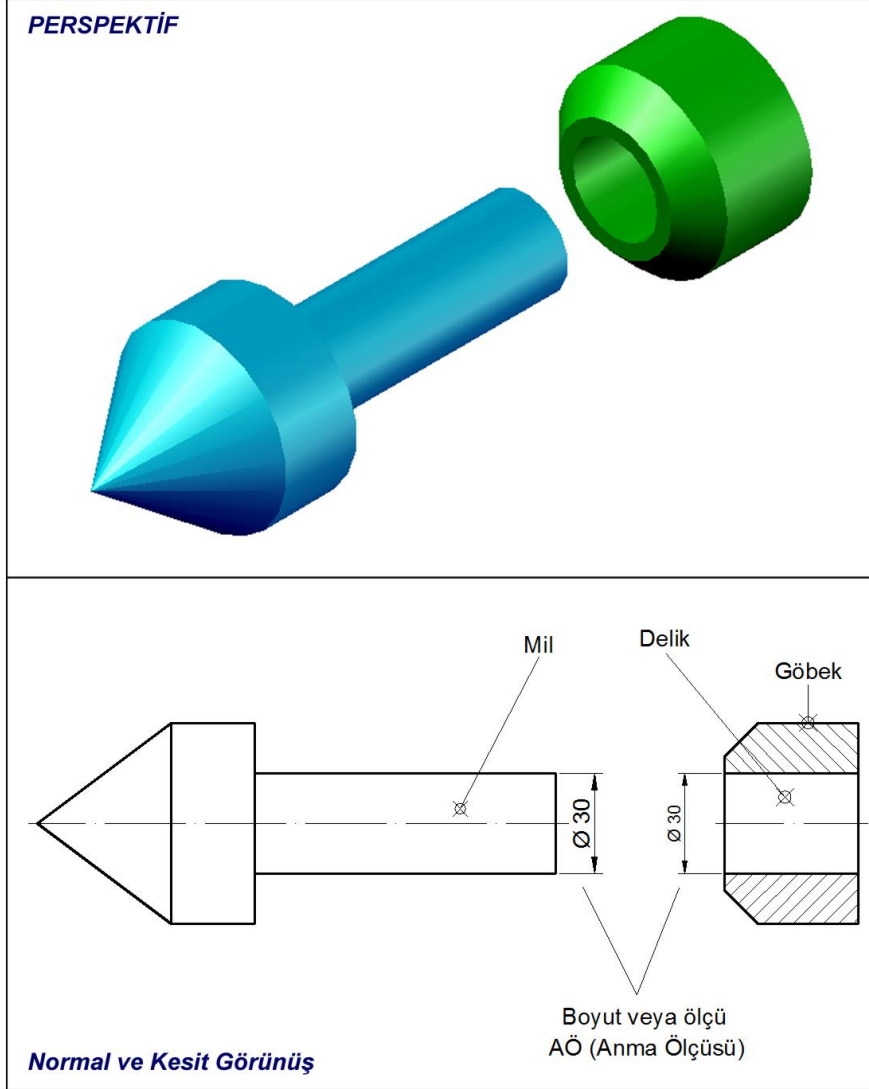
Birbirleriyle değiştirilebilen yedek parça imal etme zorunluluğu, toleransların verilmesinin en önemli nedenlerinden biridir. Çünkü bu makinenin bozulan bir parçasının sökülüp yerine aynı özelliği taşıyan ve piyasadan hazır olarak kolaylıkla temin edilebilen yenisinin takılması, böylece makinenin kısa zamanda çalışır hâle getirilmesi çok önemlidir.

Resimler üzerinde belirtilen ölçülerin makine imalatında tam olarak elde edilememesinin nedenlerini:

- Makine ve avadanlık hataları,
- Ölçü aletleri hataları,
- Isı ve ışık hataları,



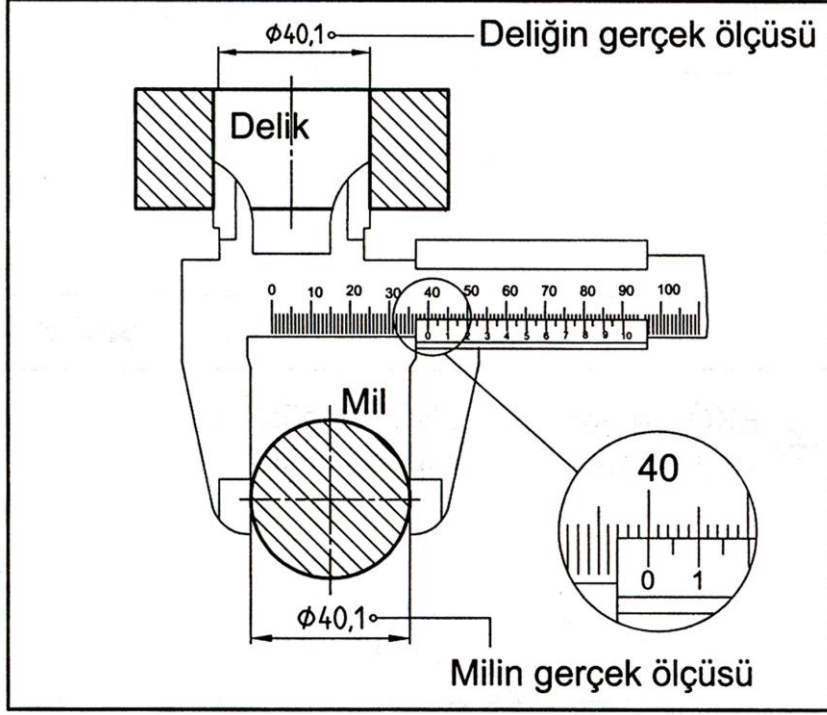
- Kişisel hatalar olarak sıralayabiliriz.



**Şekil 2.1: Mil ve deliklerde ölçüler**

- Makine ve avadanlık hataları  
Üretimde kullanılan makine yıpranmış, çalışma hassasiyetini kaybetmiş olabilir ya da avadanlıkların makineye bağlantı ilişkisi düzgün değildir. Makine ve avadanlıkların uyumlu çalışmaması sonunda elde edilen iş parçası istenen ölçüde olmayabilir.
- Ölçü aletleri hataları

Sürekli kullanılan ölçü aletleri yıpranarak hassasiyetlerini kaybetmiş olabilir. Bu nedenle hatalar meydana gelebilir. Şekil 2.2’de delik ve milin kumpasla ölçüsünün alınması görülmektedir.



Şekil 2.2: Mil ve deliğin kumpasla ölçümü

➤ Isı ve ışık hataları

Üretimde kullandığımız ölçü aletleri özel alaşımlı metallere yapılmıştır. Bu alaşımların ısı iletkenlikleri yüksektir. Ölçüm yapan kişinin sıcaklığı ölçme işlemini etkiler. Ölçüm yapılacak yerdeki sıcaklık ortalama 20°C olarak kabul edilmiştir. Ayrıca ölçüm yapılacak yerde ışık şiddeti ve yönü hataların oluşmasına sebep olabilir. Işık yönünün yanlış olması gölge oluşmasına, dolayısıyla hataların meydana gelmesine sebep olur.

➤ Kişisel hatalar

Ölçme işlemini yapan kişilerin; sağlık durumlarından kaynaklanan (ruhi, bedensel, görme özrü vb.) hatalar, işçinin mesleki becerisi, parçaların temizliği, ölçü aletlerinin yanlış kullanılması gibi sebepler çeşitli ölçü hatalarına yol açar.

Makine ve avadanlık hataları, ısı ve ışık hataları, ölçüm hataları ve insan hatalarından dolayı her ölçü parçanın çalışmasını aksatmayacak hata miktarlarını belirtmek üzere çeşitli şekillerde ifade edilen toleransları taşımaktadır.

Makine parçalarının üretiminde kabul edilebilir hata payı verirken toleransı iki çeşide ayırabiliriz. Bunlar;

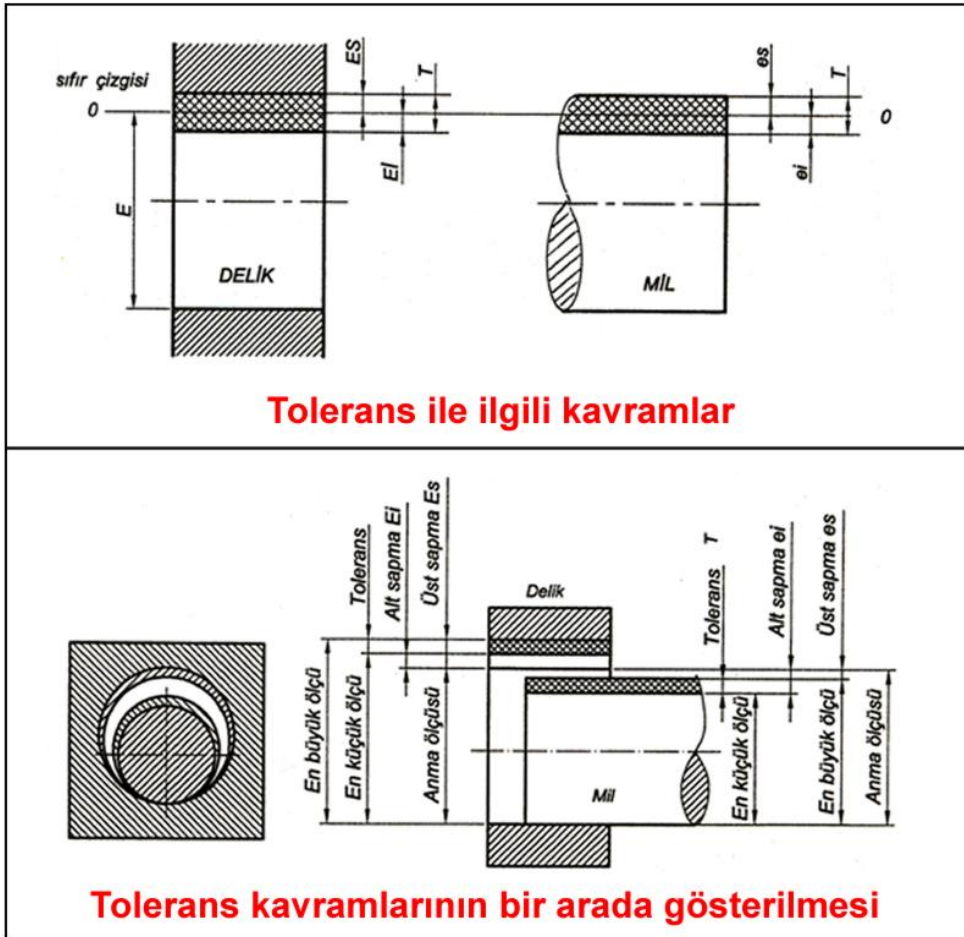
- Boyut toleransları,
- Şekil ve konum toleranslarıdır.

## 2.1.1. Boyut Toleransları

Makine parçalarına verilen toleranslar, parça üzerinde ölçülendirme yapılırken anma ölçüsü ile birlikte belirtilen toleranslardır. Boyut ölçülerinin üzerine konulan bu toleranslar, iki sınır değerine ait alt ve üst sapma farklarıdır. Sapma farklarının seçiminde esas olan ölçü anma boyutudur.

### 2.1.1.1. Boyut Toleransı Genel Kavramları

Şekil 2.3'te boyut toleransı ile ilgili genel kavramlar görülmektedir.



Şekil 2.3: Boyut toleransı genel kavramları

- **Boyut:** Bir uzunluğun, seçilen birim cinsinden değerini gösteren sayıdır. TS 88'e göre boyut, bir resim üzerine yazıldığı zaman ölçü adını alır.
- **Sıfır çizgisi (0):** Esas ölçüden geçer. Ölçüler buna göre değerlendirilir.
- **Esas ölçü (E):** Sınır ölçülerinin tanımlanmasında referans alınan ölçüdür. Nominal ölçü ya da anma ölçüsü de denir.
- **Üst sapma (ES, es):** Sapma üst değeridir. Deliklerde ES, millerde "es" olarak gösterilir.
- **Alt sapma (Eİ, ei):** Sapma alt değeridir. Deliklerde Eİ, millerde "ei" olarak gösterilir.
- **En büyük ölçü (EBÖ)** : İki sınır boyutunun en büyüğüdür. Esas ölçü ile üst sapmanın toplamına eşittir. Deliklerde  $EBÖ = E + ES$ , millerde  $EBÖ = E + es$  formülü ile hesaplanır.
- **En küçük ölçü (EKÖ):** İki sınır boyutunun en küçüğüdür. Esas ölçü ile alt sapmanın toplamına eşittir. Deliklerde  $EKÖ = E + Eİ$ , millerde  $EKÖ = E + ei$  formülü ile hesaplanır.
- **Tolerans (T):** En büyük ölçü ile en küçük ölçü arasındaki farktır. Tolerans, işareti olmayan mutlak bir değerdir.

$$T = EBÖ - EKÖ$$

formülü ile hesaplanır.

- **Tolerans birimi (İ):** Ana ölçülere ait toleransların hesaplanması için İ harfiyle gösterilen ve mikrometre ile belirtilen bir birim kabul edilmiştir. ( $1\mu m = 0,001mm$ )

### Örnek:

Aşağıda delik ve mil için anma ölçüleri, alt sapma ve üst sapma değerleri verilmiştir. Verilen değerlere göre delik ve mil için tolerans değerlerini bulunuz.

Delik için	: Ø 40	ES = 0,020	Eİ = - 0,005
Mil için	: Ø 40	es = 0	ei = - 0,010

Delik için: E = 40 ES = 0,020 Eİ = - 0,005 olduğuna göre,

$$EBÖ = E + ES = 40 + 0,020 = 40,020 \text{ mm}$$

$$EKÖ = E + Eİ = 40 + (-0,005) = 39,995 \text{ mm}$$

$$T = EBÖ - EKÖ = 40,020 - 39,995 = 0,025 \text{ mm}$$

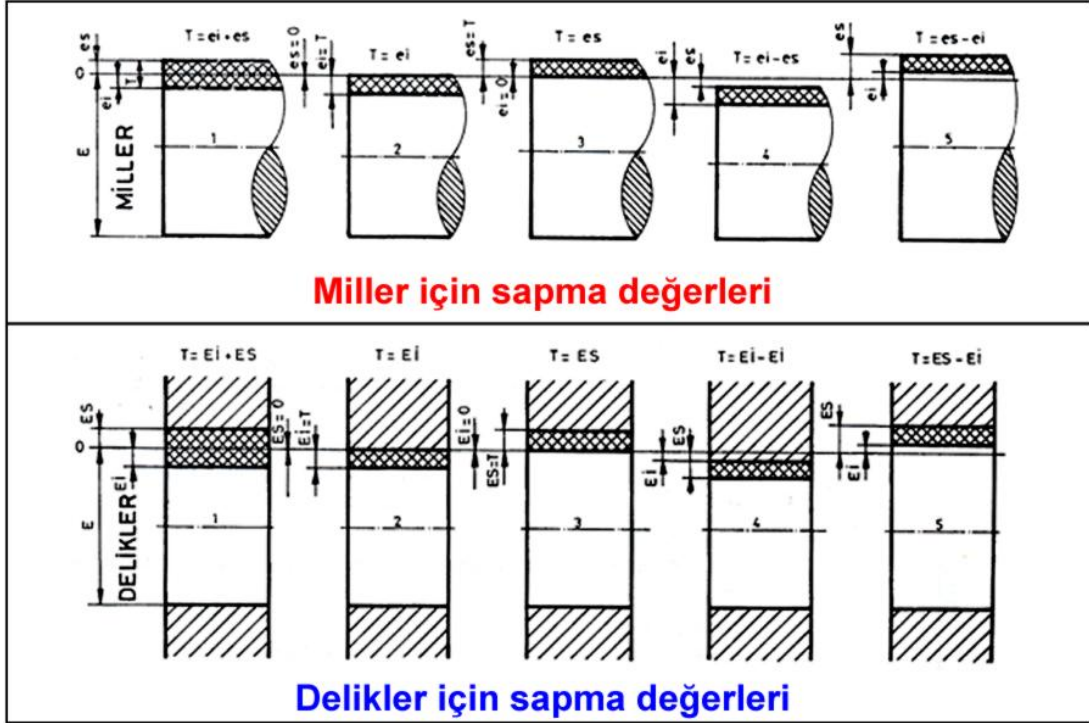
Mil için: E = 40 es = 0 ei = -0,010

$$EBÖ = E + es = 40 + 0 = 40 \text{ mm}$$

$$EKÖ = E + ei = 40 + (-0,010) = 39,990 \text{ mm}$$

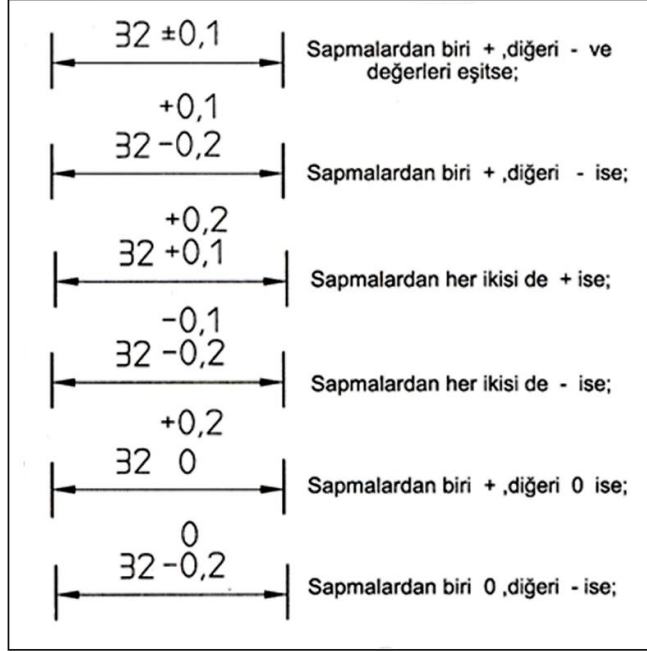
$$T = EBÖ - EKÖ = 40 - 39,990 = 0,010 \text{ mm bulunur.}$$

Sapma değerlerinin (+), (-) ve (0) oluşuna göre, alıştırlan mil ve deliklerde beş değişik konum oluşur. Şekil 2.4'te millere ve deliklere verilen beş değişik sapma değerleri görülmektedir.



Şekil 2.4: Mil ve delik için sapma değerleri

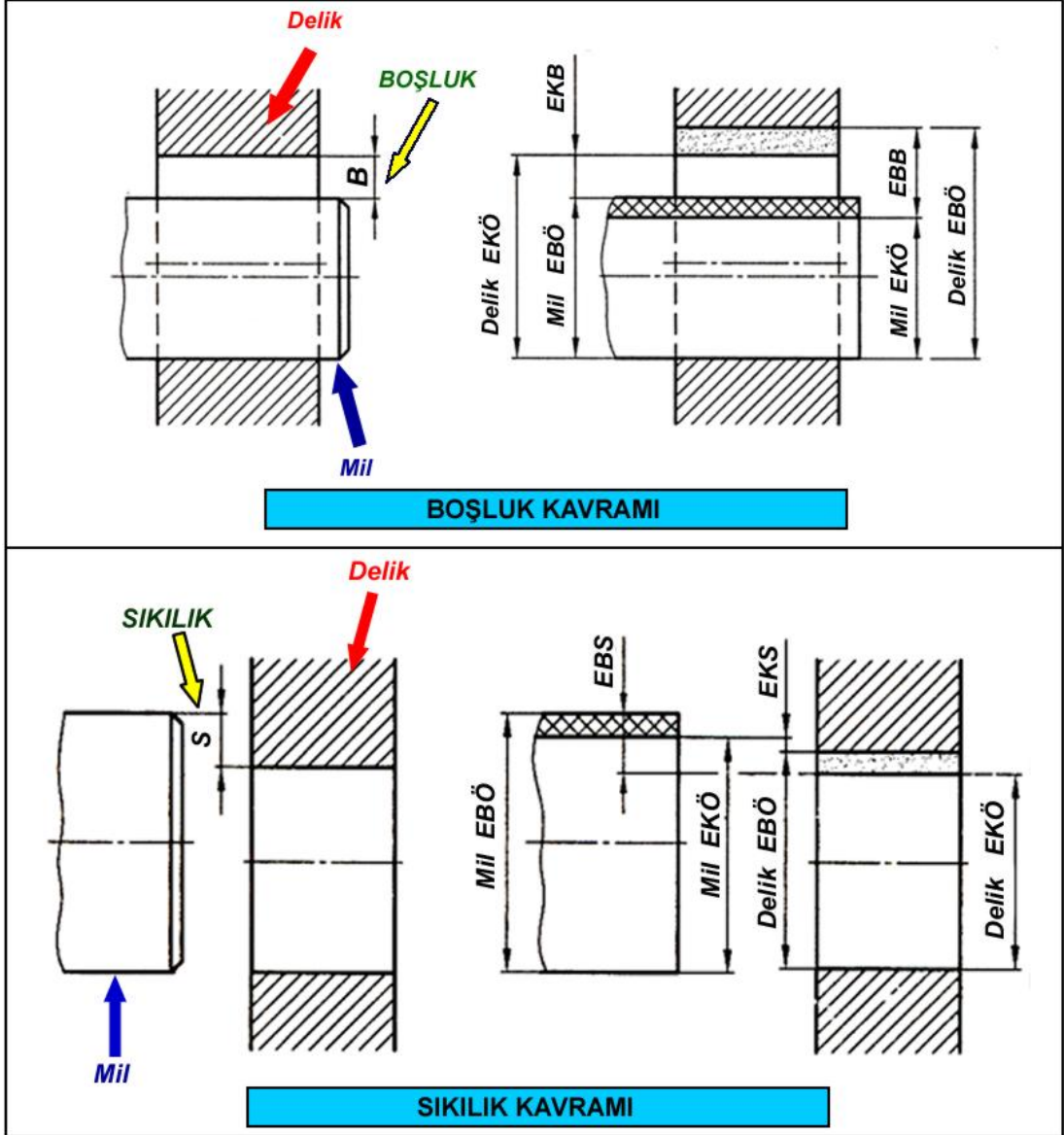
### 2.1.1.2. Sapmaların Ölçü Çizgileri Üzerinde Gösterilmesi



Şekil 2.5: Sapma değerlerinin ölçü çizgisi üzerinde gösterilmesi

Sapma değerleri sıfır çizgisi denen bir çizgiden verilir. Sıfır çizgisi esas ölçüden (E'den) geçer. Sapma değeri (+) değerli ise sıfır çizgisinin üst tarafında (-) değerli ise alt tarafındadır. Sapma değerlerinin her ikisinin de (+) veya (-) işaretli olması mümkündür. Sapmanın değeri sıfır ise işaret konmaz. Şekil 2.5'te sapma değerlerinin ölçü çizgisi üzerinde gösterilmesi görülmektedir.

## 2.2. Boşluk – Sıklık



Şekil 2.6: Boşluk ve sıklık

Şekil 2.6’da boşluk ve sıklık ile ilgili kavramlar, delik ve mil çizimi üzerinde görülmektedir.

- **Boşluk (B):** Parçalar birleştirilmeden önceki mil ve deliğin ölçüleri arasındaki (+) farktır.
- **En büyük boşluk (EBB):** Deliğin en büyük ölçüsü ile milin en küçük ölçüsü arasındaki (+) pozitif farktır.

- **En küçük boşluk (EKB) :** Deliğin en küçük ölçüsü ile milin en büyük ölçüsü arasındaki (+) pozitif farktır.
- **Sıklık (S):** Parçalar birleştirilmeden önceki mil ve delik ölçüleri arasındaki (-) farktır.
- **En büyük sıklık (EBS) :** Deliğin en küçük ölçüsü ile milin en büyük ölçüsü arasındaki (-) negatif farktır.
- **En küçük sıklık (EKS):** Deliğin en büyük ölçüsü ile milin en küçük ölçüsü arasındaki (-) negatif farktır.

### Örnek:

Aşağıda verilen sapma değerlerine göre en büyük boşluk (EBB), en küçük boşluk (EKB), en büyük sıklık (EBS), en küçük sıklık (EKS) değerlerini bulunuz.

	+ 0,025		0
Delik için:	Ø 50 + 0,010	Mil için:	Ø 50 -0,005

### Çözüm:

En büyük boşluk : Deliğin en büyük boyutu – Milin en küçük boyutu

EBB : 50,025 – 49,995

EBB : 0,030 mm

En küçük boşluk : Deliğin en küçük boyutu – Milin en büyük boyutu

EKB : 50,010 – 50

EKB : 0,010 mm

En büyük sıklık : Deliğin en küçük boyutu – Milin en büyük boyutu

EBS : 50,010 > 50 olduğundan sıklık değeri aranmaz.

**NOT:** Geçmelerde, deliğin en küçük boyutu milin en büyük boyutundan büyük olduğu zaman sıklık değerleri aranmaz.

Milin en küçük boyutu deliğin en büyük boyutundan büyük olduğu zaman boşluk değeri aranmaz.

Verilen sapma değerlerine göre hem boşluklu hem de sıkı geçme olabilir.

## 2.3. Alıştırma Toleransı (AT)

Bir alıştırmmanın iki elemanına (mil, delik) ait toleransların aritmetik toplamıdır. Diğer bir ifadeyle en büyük boşluk ile en küçük boşluk arasındaki fark veya en büyük sıklık ile en küçük sıklık arasındaki farktır.



AT = EBB – EKB veya

AT = EBS – EKS formülleri ile hesaplanabilir.

**NOT:** Belirsiz alıştırmalarda ise boşluk ve sıklıklar arasındaki mutlak fark alıştırma toleransını verir.

**Örnek:**

Aşağıda verilen boşluk değerlerine göre alıştırma toleransı değerini bulunuz.

EBB: 0,035 mm                      EKB: 0,020 mm                      AT: ?

**Çözüm:**

AT = EBB – EKB olduğuna göre;

AT = 0,035 – 0,020

AT = 0,015 mm olarak bulunur.

Günümüz endüstrisinde, bozulan parçaların yedeklerini yerine taktığımızda başlangıçtaki boşluk veya sıklığı elde edebiliyorsak bu durum, tamamen parçaların önceden belirlenmiş sınırlar arasında işlenmesiyle mümkün olmaktadır.

ISO – Alıştırma sisteminde delik mil tolerans alanlarının birbirine göre konumu dikkate alındığında üç çeşit alıştırma ortaya çıkar.

- Boşluklu alıştırmalar
- Belirsiz alıştırmalar
- Sıkı alıştırmalar

Boşluk ve sıklıklara verilecek çeşitli değerler geçmeleri meydana getirir. Bunlar hareketli geçmeler ve hareketsiz geçmeler olmak üzere ikiye ayrılır. Mil, delik içerisinde hareket edebiliyorsa hareketli; edemiyorsa hareketsiz geçme adını alır. Bu duruma göre bütün boşluk değerleri hareketli geçmeleri, bütün sıklık değerleri de hareketsiz geçmeleri oluşturur.

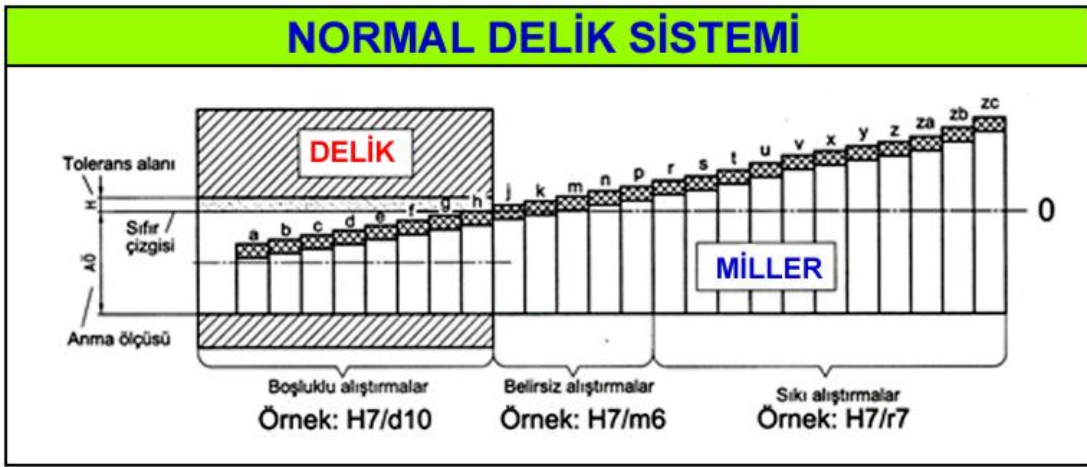
## 2.4. Alıştırma Sistemleri

Belirli bir çapın ölçüsünü değiştirmeden, iki parça arasında çeşitli boşluk ve sıklıkta alıştırmalar yapmak mümkündür. Bu alıştırmaları yaparken ya milin ya da deliğin esas ölçüsünü sabit tutarak diğerini, sapma değerleri sınırları içerisinde değiştirmek gerekir. Böylece her çapa ait değerli geçmeler elde etmek mümkün olur. Bu iki çeşit uygulama ile meydana çıkan sistemlere normal delik ve normal mil sistemleri denilir. Her sistemin çeşitli geçmelerinin belirli bir sıraya göre tertiplenmesine de alıştırma sistemi adı verilir. Alıştırma sistemleri iki kategoride incelenir. Bunlar:

- Normal delik sistemi,
- Normal mil sistemidir.

### 2.4.1. Normal Delik Sistemi

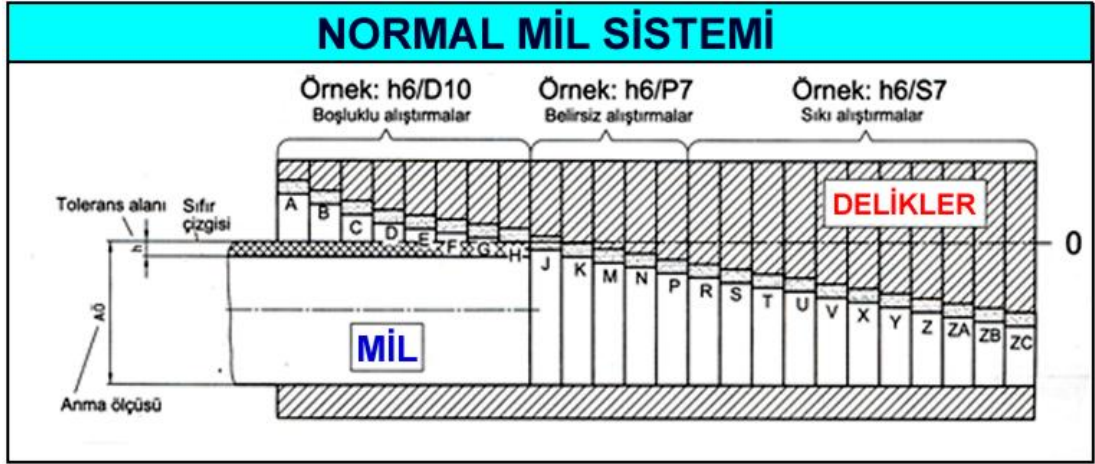
Bir nominal ölçü üzerinde çeşitli boşluk ve sıklıkları elde etmek için yapılacak olan alıştırmalarda, deliğin ölçüsü sabit tutulup milin ölçüsü, sapma değerleri sınırları içerisinde büyütülüp küçültülecekse burada uygulanacak sisteme normal delik sistemi adı verilir. Normal delik sisteminde deliğin en küçük ölçüsü esas ölçüye eşittir. Bu durumda sapma alt değeri sıfıra eşit olur. Sapma üst değeri ise toleransa eşit olur. Normal delik sisteminde mil çapları esas ölçüden küçük yapılırsa elde edilen geçmeler hareketli geçme, aksine mil çapları delik çapından büyük yapılırsa elde edilen geçmeler hareketsiz geçme adını alır. Şekil 2.7’de normal delik sistemine göre delik ve millerin durumları görülmektedir.



Şekil 2.7: Normal delik sistemine göre alıştırmalar

### 2.4.2. Normal Mil Sistemi

Normal mil sistemi ile herhangi bir çapa ait çeşitli geçmeler elde edilmek istendiğinde milin esas ölçüsü sabit tutulur. Çeşitli sıklık ve boşlukları elde etmek için delik ölçüsü büyütülür veya küçültülür. Bu sisteme normal mil sistemi denir. Normal mil sisteminde milin en büyük ölçüsü esas ölçüye eşit olur. Bu durumda sapma üst değeri de sıfıra eşit olur. Sapma alt değeri ise toleransa eşittir. Bu sistemde delik esas ölçüden büyük yapılırsa elde edilen geçmeler hareketli geçme, delik esas ölçüden küçük yapılırsa hareketsiz geçme olur. Delikler millere nazaran daha zor işlenirler. Milleri işlemek daha kolay olduğundan seri üretimde normal delik sistemi daha çok tercih edilir. Şekil 2.8’de normal mil sistemine göre delik ve millerin durumları görülmektedir.



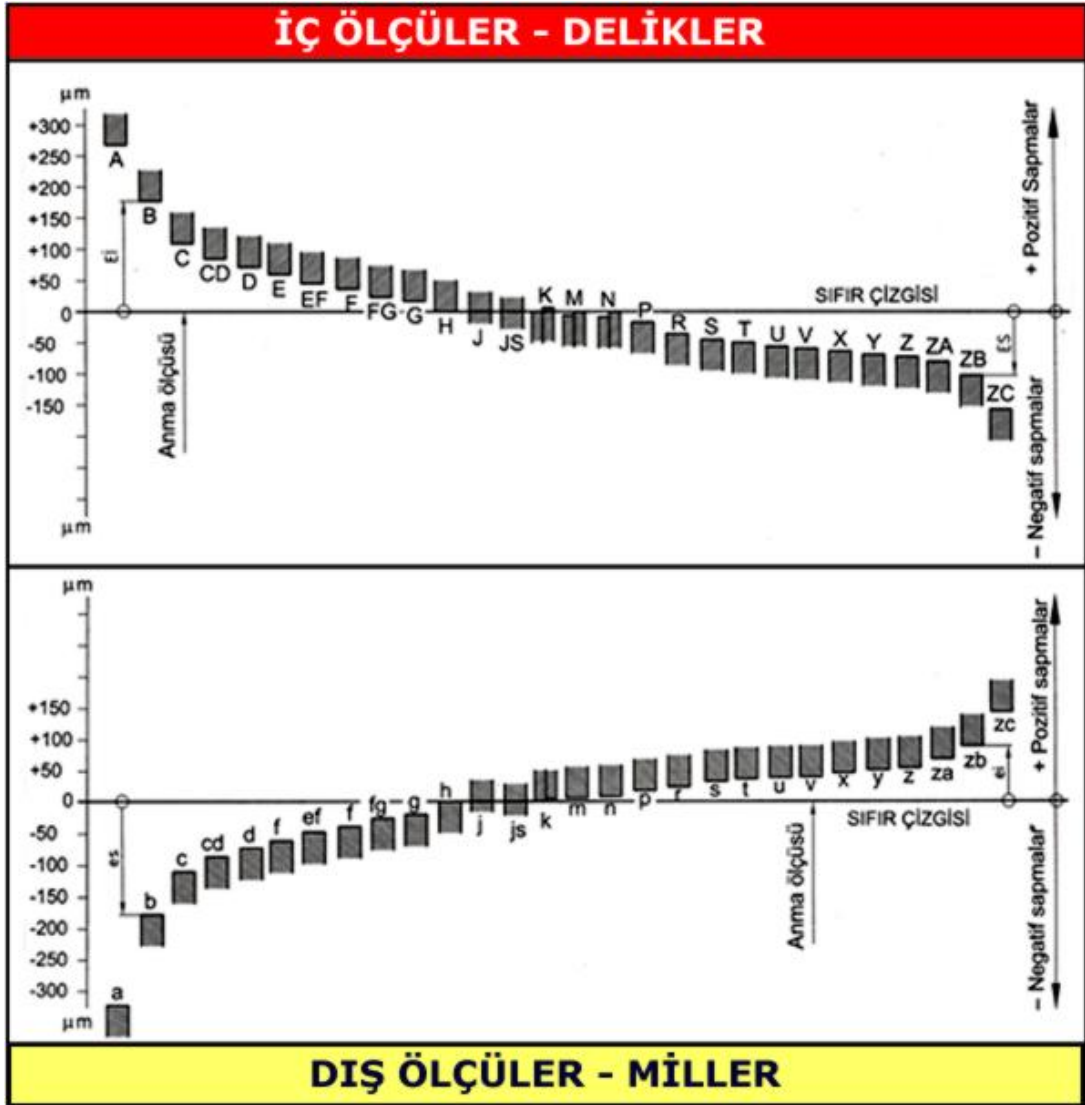
Şekil 2.8: Normal mil sistemine göre alıştırmalar

### 2.4.3. Çap Grupları ve Tolerans Kaliteleri

ISO tolerans sisteminin 1'den 500 mm'ye kadar olan çapları 13 grupta toplayıp standartlaştırmıştır. Parçaların birbiri üzerinde çalışma durumlarıyla ilgili olan toleransların, değerlerine göre 500 mm'ye kadar olan ölçülerde 1 ilâ 18 arasında 20 çeşit tolerans kalitesi belirlenmiştir.

### 2.4.4. Tolerans Alanları

Değişik özellikte alıştırma elde etmek için, sıfır çizgisine göre tolerans değerlerinin bulunduğu yerler harflerle gösterilmiştir. Tolerans alanları, çap grubuna ve kaliteye bağlı olarak dar veya geniş olabileceği gibi sıfır çizgisine yaklaşır veya uzaklaşabilir. İşte bu tolerans alanlarının sıfır çizgisine göre bulunduğu yerler, A(a)'dan ZC (zc)'ye kadar harflerle ifade edilmektedir. Şekil 2.9'da delikler ve miller için tolerans alanları verilmiştir.



Şekil 2.9: ISO tolerans alanın sıfır çizgisine göre yerleri

Seçilecek olan alıştırmanın tespitinde parçanın bağıntılı hareketi (dönme, kayma, sıkılık vb.) birbirine temas eden yerlerin uzunluğu, çalışma sıcaklığı, çalışma sistemleri vb. dikkate alınır. İmalatta, mümkün olduğu kadar büyük toleransla çalışılmalıdır. Ancak büyük toleransın kaliteyi bozduğu da unutulmamalıdır.

Genellikle alıştırma sisteminde;

- İşleme ve karşılık parçayla birleştirme olanakları,
- Takım ve masterların sayısı ve cinsi,
- İşleme giderleri gibi faktörler göz önüne alınmalıdır.

MAKİNE YAPIMINDA KULLANILAN ISO ALIŞTIRMALARI			
Normal Delik	Normal Mil	Alıştırma Çeşidi	UYGULAMA ÇEŞİTLERİ
	$\frac{X8}{h8} \frac{Z8}{H9}$	<b>SIKI ALIŞTIRMALAR</b>	Dönmeğe karşı ek tedbir alınmaksızın büyük döndürme momentinin iletilmesinde kullanılır (örneğin; dişli çark elemanları, kalın cidarlı burçlar, silindirik pimler).
$\frac{H7}{r6} \frac{H7}{s6} \frac{H5}{r6}$	$\frac{S7}{h6}$		Dönmeğe karşı ek tedbir alınmaksızın küçük momentlerin iletilmesinde ve ince cidarlı parçalarda kullanılır (örneğin; yatak burçları).
$\frac{H7}{m6} \frac{H7}{n6}$		<b>BELİRSİZ ALIŞTIRMALAR</b>	Sıkı birleştirilmiş parçalarda ve ek tedbir alınarak moment iletiminde büyükçe bir kuvvetle sökülebilen birleştirmelerde kullanılır (örneğin; silindirik pimler, TS 4209'ye göre yüksükler).
$\frac{H7}{j6} \frac{H7}{j5}$			Tam ortak merkezlik sağlayan, hafif vurma veya kuvvetli işle geçiren parçalarda kullanılır (örneğin; merkeziyeleme flanşları, dişli çarklar, kasnaklar).
$\frac{H7}{h6} \frac{H6}{h6} \frac{H5}{h4}$	$\frac{H7}{h6} \frac{H6}{h6} \frac{H5}{h4}$		İstidinde kayabilen parçalar için tam ortak merkezlik aranan parçalarda kullanılır (örneğin; optik parçalar, değiştirilebilir delme yüksükleri, değiştirilen dişli çarklar, merkeziyeleme flanşları, yüksek hassasiyette dişli çark elemanları).
$\frac{H8}{h8} \frac{H8}{h9}$	$\frac{H8}{h8} \frac{H8}{h9}$		Kaygan birleştirilmiş elemanlarda, orta tamlikta merkeziyeleme fonksiyonlu perçin ve pimli birleştirmelerde kullanılır.
$\frac{H10}{h9} \frac{H11}{h11}$	$\frac{H10}{h9} \frac{H11}{h11}$		Az merkeziyeleme fonksiyonlu perçin ve pimli birleştirmelerde kullanılır.
$\frac{H4}{g3} \frac{H5}{g5}$			Dinamik hava yatakları ve sızdırmaz kaymalı yataklarda kullanılır.
$\frac{H6}{g5}$	$\frac{G7}{h6}$	<b>BOŞLUKLU ALIŞTIRMALAR</b>	Sessiz çalışan, az boşluklu, yüksek hassasiyette kaymalı yataklarda kullanılır.
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$		Az boşluklu ince tamlikli hassas kaymalı yataklarda, ince kayıt kızak yataklarında ve optik parçalarda kullanılır.
	$\frac{G7}{h8}$		Az boşluklu kaymalı yataklarda kullanılır.
$\frac{H7}{f7} \frac{H6}{f5}$			Yüksek zorlanmalı kaymalı yataklarda, sürülebilir (kayabilen) dişli çark elemanlarında kullanılır (örneğin; yatak burçları).
$\frac{H8}{f8}$	$\frac{F8}{h8}$		Orta zorlanmalı kaymalı yataklarda ve az merkeziyeleme fonksiyonlu kolay kayan birleştirmelerde kullanılır.
$\frac{H8}{e8}$	$\frac{F8}{h9} \frac{F9}{h9}$		Düşük zorlanmalı kaymalı yataklarda ve sert lehimle birleştirilecek parçalarda kullanılır.
	$\frac{E9}{h9} \frac{D10}{h9}$		Sürekli sıcak ortamdaki kaymalı yataklarda, sentetik malzemeden yapılmış yataklarda, az merkeziyeleme fonksiyonlu perçin ve pimli birleştirmelerde, sert lehimle birleştirilecek parçalarda, yüzeyleri film şeklinde kaplanması da mümkün olabilen anma ölçüsü 3 mm'nin üzerinde olan birleştirmeler kullanılır.
$\frac{H11}{d11}$	$\frac{D10}{h11} \frac{D11}{h11} \frac{D11}{h9}$		Önemsiz kaymalı yataklarda, merkeziyeleme fonksiyonsuz perçin ve pimli birleştirmelerde, yüzeyleri ince film şeklinde kaplanması da mümkün olabilen anma ölçüsü 3 mm'nin üzerinde olan birleştirmelerde kullanılır.
	$\frac{CD10}{h9} \frac{C11}{h11}$		Büyük ve en küçük boşluklu önemsiz kaymalı yataklarda, merkeziyeleme fonksiyonsuz perçinli ve pimli birleştirmelerde, ince film şeklinde yüzeyleri kaplanmış birleştirmelerde kullanılır.

Şekil 2.10: Makine yapımında kullanılan ISO alıştırmaları

ISO tolerans sisteminde, mil ve deliklerin tolerans alanı ve bunların meydana getirdiği alıştırmalar çizelgeler hâlinde verilir.

TS 2417'de sabit delik ve millerle, bunlara uyan mil ve delikler gösterilmiştir. Ayrıca makine imalatında tavsiye edilen alıştırmalar şekil 2.10'da görülmektedir.

## 2.4.5. Tolerans Değerlerinin Çizelgelerden Okunması

Normal delik sisteminde 8 çeşit dış parça yani delik kullanılmıştır. Bunlardan en çok kullanılanı H6, H7, H8 ve H11 sembolleri ile belirlenmiştir. Normal mil sisteminde ise 8 çeşit iç parça (Mil) seçilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanları h5, h6, h8/9, h 11 sembolleri ile belirtilmiştir. Şekil 2.11’de ISO sisteminde kullanılan alıştırma dereceleri ve karşılıkları verilmiştir.

ISO-Alıştırmaları TS 1845’e göre normal delik ve normal mil sistemleri için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 2.12’den şekil 2.15’e kadar alıştırma sistemlerine göre sapma değerlerini belirten çizelgeler görülmektedir. Çizelgelerin sol tarafında anma boyutlarının bulunduğu çap grupları yer almaktadır. Hangi ölçünün sapma değerleri bulunacaksa önce ölçünün bulunduğu grup bulunur. Daha sonra çizelgenin üst kısmındaki mil (veya delik) ve buna geçen delikler (veya miller) sütunundan istenilen tolerans alanı ve kalitelerini gösteren semboller bulunur.

Çap grubundan sağa ve tolerans kalitesinden aşağı doğru inilerek, kesişme yerinde bulunan üst ve alt sapma değerleri okunur. Burada okunan değerlerden üst tarafta olanı üst sapma ES veya es, alt tarafta olanı alt sapma Eİ veya ei’dir. Sapmalar çizelgelerde  $\mu\text{m}$  (mikrometre) cinsinden verilmiştir. Tolerans hesaplamaları yapılırken veya ölçülerin yanına sapma değerleri yazılırken mm’ye çevrilmelidir. Ayrıca anma ölçüsü, grupların başlangıç veya son ölçüsüne eşitse ölçü ilk görüldüğü gruptan alınmalıdır. Aşağıda verilen örneklerle çizelgelerden sapma değerlerinin bulunması daha iyi anlaşılacaktır.

### Örnek 1:

Anma ölçüsü 35 mm olan delik ve mil **hassas** alıştırılıp **sıkı geçme** olarak birlikte çalışacaklardır. **Normal delik** sistemine göre yapılan bu alıştırmada delik ve mil için hangi sembollerin kullanılacağını ve sapma değerlerini bulunuz.

### Çözüm1:

Öncelikle, Şekil 2.11’de normal delik sütunundan aşağı inilirken hassas alıştırma sütunundan sağa doğru ilerlenerek ikisinin kesişme noktasında deliğin sembolü **H6** bulunur.

Yine normal delik sütunundan aşağı inilirken sıkı geçme satırından sola doğru ilerlenerek kesişme noktasında milin sembolü **n5** bulunur ve **35H6/n5** şeklinde gösterilir.

Sembolleri bulunan delik ve milin sapma değerleri normal delik sistemine ait Şekil 2.12’den şöyle bulunur. Anma çapı 35 çizelgenin en solundaki çap gruplarının içerisinde 30 ile 40 arasındadır. Bu satırdan sağa doğru ilerlerken **H6** sütunundan aşağı doğru inilirse kesişme noktasında delik için üst sapma (ES) +16, alt sapma (Eİ) 0 (sıfır) olarak okunur ve bu değerler mm’ye çevrilerek;

**+0,016**

**35      0**      olarak ölçünün yanına yazılır.

Yine aynı satırda ilerlerken **n5** sütunundan aşağı doğru inilirse mil için üst sapma (es) +28, alt sapma (ei) +17 olarak okunur ve mm'ye çevrilerek,

+ 0,028

35 +0,017 olarak ölçünün yanına yazılır.

ALİŞTİRMA DERECESİ	NORMAL DELİK SİSTEMİ		GEÇMENİN		NORMAL MİL SİSTEMİ		
	DELİK	MİL	KONUMU	ADI	DELİK	MİL	
HASSAS ALİŞTİRMA	H6	n 5	Hareketsiz Geçmeler	Sıkı geçme	N 6	h5	
		m 5		Çakma geçme	M 6		
		k 5		Tutuk geçme	K 6		
		j 5		Kakma geçme	J 6		
		h 5	Hareketli Geçme	Kaygın geçme	H 6		
g 5	G 6						
İNCE ALİŞTİRMA	H7	s6>160>r6	Hareketsiz Geçmeler	Preste geçme	s7>160>R7	h6	
		h 6		Sıkı geçme	N 7		
		m 6		Çakma geçme	M 7		
		k 6		Tutuk geçme	K 7		
		j 6		Kakma geçme	J 7		
		h 6	Hareketli Geçmeler	Kaygın geçme	H 7		
		f 7			Döner geçme		F 7
		g 6			Yarım döner geçme		G 7
		e 8			Serbest döner geçme		E 8
d 9	Serbest geçme	D 9					
ORTA ALİŞTİRMA	H8	h 8 / h 9	Hareketli Geçmeler	Kaygın geçme	H 8	h8 h9	
		f 8		Döner geçme	F 8		
		e 9 / d 10		Serbest geçme	E 9 / D 10		
KABA ALİŞTİRMA	H11	h 11	Hareketli Geçmeler	Kaba geçme 1	H 11	h11	
		d 11		Kaba geçme 2	D 11		
		c 11		Kaba geçme 3	C 11		
		a 11		Kaba geçme 4	A 11		

Şekil 2.11: ISO sisteminde kullanılan alıştırma dereceleri ve karşılıkları

Normal delik sistemi							Ölçüler $\mu\text{m}$ cinsinden ( $1\mu = 0,001 \text{ mm}$ )										
Anma ölçüleri aralıkları ...'den...'e kadar mm.	Delik <b>H6</b>	Miller					Delik <b>H7</b>	Miller									
		p 5	n 5	k 6	j 6	h 5		s 6	r 6	n 6	ç 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 7	
1...3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+6 0	+4 -2	0 -4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+8 +2	+6 0	+4 -2	0 -6	-2 -8	-6 -16	
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +8	+9 +1	+6 -2	0 -5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 -2	0 -8	-4 -12	-10 -22	
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 -2	0 -6	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+15 +6	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28	
10...14	+11 0	+26 +18	+20 +12	+12 +1	+8 -3	0 -8	+18 0	+39 +28	+34 +23	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 -3	0 -11	-6 -17	-16 -34	
14...18																	
18...24	+13 0	+31 +22	+24 +15	+15 +2	+9 -4	0 -9	+21 0	+48 +35	+41 +28	+28 +15	+21 +8	+15 +2	+9 -4	0 -13	-7 -20	-20 -41	
24...30																	
30...40	+16 0	+37 +26	+28 +17	+18 +2	+11 -5	0 -11	+25 0	+59 +43	+50 +34	+33 +17	+25 +9	+18 +2	+11 -5	0 -16	-9 -25	-25 -50	
40...50																	
50...65	+19 0	+45 +32	+33 +20	+21 +2	+12 -7	0 -13	+30 0	+72 +53	+60 +41	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 -7	0 -19	-10 -29	-30 -60	
65...80																	
80...100	+22 0	+52 +37	+38 +23	+25 +3	+13 -9	0 -15	+35 0	+93 +71	+73 +51	+45 +23	+35 +13	+25 +3	+13 -9	0 -22	-12 -34	-36 -71	
100...120																	
120...140	+25 0	+61 +43	+45 +27	+28 +3	+14 -11	0 -18	+40 0	+117 +92	+88 +63	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 -11	0 -25	-14 -39	-43 -83	
140...160																	
160...180																	
180...200	+29 0	+70 +50	+51 +31	+33 +4	+16 -13	0 -20	+46 0	+151 +122	+106 +77	+60 +31	+46 +17	+33 +4	+16 -13	0 -29	-15 -44	-50 -96	
200...225																	
225...250																	
250...280	+32 0	+79 +56	+57 +34	+36 +4	+16 -16	0 -23	+52 0	+190 +158	+126 +94	+66 +34	+52 +20	+36 +4	+16 -16	0 -32	-17 -49	-56 -108	
280...315																	
315...355	+36 0	+87 +62	+62 +37	+40 +4	+18 -18	0 -25	+57 0	+226 +190	+144 +108	+73 +37	+57 +21	+40 +4	+18 -18	0 -36	-18 -54	-62 -119	
355...400																	
400...450	+40 0	+95 +67	+67 +40	+45 +5	+20 -20	0 -27	+63 0	+272 +232	+166 +126	+80 +40	+63 +23	+45 +5	+20 -20	0 -40	-20 -60	-68 -131	
450...500																	

Şekil 2.12: Normal delik sisteminde ISO alıştırmalarının sapma değerleri – 1



Normal delik sistemi		Ölçüler $\mu\text{m}$ cinsinden ( $1\mu = 0,001 \text{ mm}$ )										
Anma ölçüleri aralıkları ...'den...'e kadar mm.	Delik	Miller					Delik	Miller				
	<b>H8</b>	x 8	u 8	h 9	e 8	d 9	<b>H11</b>	h 9	h 11	d 9	c 11	a 11
1...3	+14 0	+34 +20	— —	0 -25	-14 -28	-20 -45	+60 0	0 -25	0 -60	-20 -45	-60 -120	-270 -330
3...6	+18 0	+46 +28	— —	0 -30	-20 -38	-30 -60	+75 0	0 -30	0 -75	-30 -60	-70 -145	-270 -345
6...10	+22 0	+56 +34	— —	0 -36	-25 -47	-40 -76	+90 0	0 -36	0 -90	-40 -76	-80 -170	-280 -370
10...14	+27 0	+67 +40	— —	0 -43	-32 -59	-50 -93	+110 0	0 -43	0 -110	-50 -93	-95 -205	-290 -400
14...18		+72 +45	— —									
18...24	+33 0	+87 +54	— —	0 -52	-40 -73	-65 -117	+130 0	0 -52	0 -130	-65 -117	-110 -240	-300 -430
24...30		+97 +64	+81 +48									
30...40	+39 0	+119 +80	+99 +60	0 -62	-50 -89	-80 -142	+160 0	0 -62	0 -160	-80 -142	-120 -280	-310 -470
40...50		+136 +97	+109 +70									
50...65	+46 0	+168 +122	+133 +87	0 -74	-60 -106	-100 -174	+190 0	0 -74	0 -190	-100 -174	-140 -330	-340 -530
65...80		+192 +146	+148 +102									
80...100	+54 0	+232 +178	+178 +124	0 -87	-72 -126	-120 -207	+220 0	0 -87	0 -220	-120 -207	-170 -390	-380 -600
100...120		+264 +210	+198 +144									
120...140	+63 0	+311 +248	+233 +170	0 -100	-85 -148	-145 -245	+250 0	0 -100	0 -250	-145 -245	-200 -450	-460 -710
140...160		+343 +280	+253 +190									
160...180	+72 0	+373 +310	+273 +210	0 -115	-100 -172	-170 -285	+290 0	0 -115	0 -290	-170 -285	-240 -530	-660 -950
180...200		+422 +350	+308 +236									
200...225	+81 0	+457 +385	+330 +258	0 -130	-110 -191	-190 -320	+320 0	0 -130	0 -320	-190 -320	-240 -550	-660 -1030
225...250		+497 +425	+356 +284									
250...280	+81 0	+556 +475	+396 +315	0 -130	-110 -191	-190 -320	+320 0	0 -130	0 -320	-190 -320	-300 -620	-920 -1240
280...315		+606 +525	+431 +350									
315...355	+89 0	+679 +590	+479 +390	0 -140	-125 -214	-210 -350	+360 0	0 -140	0 -360	-210 -350	-360 -720	-1200 -1560
355...400		— —	+524 +435									
400...450	+97 0	— —	+587 +490	0 -155	-135 -232	-230 -385	+400 0	0 -155	0 -400	-230 -385	-440 -840	-1500 -1900
450...500		+— —	+637 +540									

Şekil 2.13: Normal delik sisteminde ISO alıştırmalarının sapma değerleri – 2

Normal mil sistemi							Ölçüler $\mu\text{m}$ cinsinden ( $1\mu = 0,001 \text{ mm}$ )											
Anma ölçüleri aralıkları ...'den...'e kadar mm.	Mil <b>h5</b>	Delikler					Mil <b>h6</b>	Delikler										
		P 6	N 6	M 6	J 6	H 6		S 7	R 7	N 7	M 7	K 7	J 7	H 7	G 7	F 7		
1...3	0 - 4	- 6 - 12	- 4 - 10	- 2 - 8	+ 2 - 4	+ 6 0	0 - 6	- 14 - 24	- 10 - 20	- 4 - 14	- 2 - 12	0 - 10	+ 4 - 6	+ 10 0	+ 12 + 2	+ 16 + 6		
3...6	0 - 5	- 9 - 17	- 5 - 13	- 1 - 9	+ 5 - 3	+ 8 0	0 - 8	- 15 - 27	- 11 - 23	- 4 - 16	0 - 12	+ 3 - 9	+ 6 - 6	+ 12 0	+ 16 + 4	+ 22 + 10		
6...10	0 - 6	- 12 - 21	- 7 - 16	- 3 - 12	+ 5 - 4	+ 9 0	0 - 9	- 17 - 32	- 13 - 28	- 4 - 19	0 - 15	+ 5 - 10	+ 8 - 7	+ 15 0	+ 20 + 5	+ 28 + 13		
10...18	0 - 8	- 15 - 26	- 9 - 20	- 4 - 15	+ 6 - 5	+ 11 0	0 - 11	- 21 - 39	- 16 - 34	- 5 - 23	0 - 18	+ 6 - 12	+ 10 - 8	+ 18 0	+ 24 + 6	+ 34 + 16		
18...30	0 - 9	- 18 - 31	- 11 - 24	- 4 - 17	+ 8 - 5	+ 13 0	0 - 13	- 27 - 48	- 20 - 41	- 7 - 28	0 - 21	+ 6 - 15	+ 12 - 9	+ 21 0	+ 28 + 7	+ 41 + 20		
30...40	0	- 21	- 12	- 4	+ 10	+ 16	0	- 34	- 25	- 8	0	+ 7	+ 14	+ 25	+ 34	+ 50		
40...50	- 11	- 37	- 28	- 20	- 6	0	- 16	- 59	- 50	- 33	- 25	- 18	- 11	0	+ 9	+ 25		
50...65	0	- 26	- 14	- 5	+ 13	+ 19	0	- 42	- 30	- 9	0	+ 9	+ 18	+ 30	+ 40	+ 60		
65...80	- 13	- 45	- 33	- 24	- 6	0	- 19	- 48	- 32	- 39	- 30	- 21	- 12	0	+ 10	+ 30		
80...100	0	- 30	- 16	- 6	+ 16	+ 22	0	- 58	- 38	- 10	0	+ 10	+ 22	+ 35	+ 47	+ 71		
100...120	- 15	- 52	- 38	- 28	- 6	0	- 22	- 93	- 73	- 45	- 35	- 25	- 13	0	+ 12	+ 36		
120...140	0	- 36	- 20	- 8	+ 18	+ 25	0	- 77	- 48	- 12	0	+ 12	+ 26	+ 40	+ 54	+ 83		
140...160	- 18	- 61	- 45	- 33	- 7	0	- 25	- 85	- 50	- 52	- 40	- 28	- 14	0	+ 14	+ 43		
160...180	- 18	- 61	- 45	- 33	- 7	0	- 25	- 93	- 53	- 133	- 93							
180...200	0	- 41	- 22	- 8	+ 22	+ 29	0	- 105	- 60	- 14	0	+ 13	+ 30	+ 46	+ 61	+ 96		
200...225	- 20	- 70	- 51	- 37	- 7	0	- 29	- 113	- 63	- 60	- 46	- 33	- 16	0	+ 15	+ 50		
225...250	- 20	- 70	- 51	- 37	- 7	0	- 29	- 123	- 67	- 169	- 113							
250...280	0	- 47	- 25	- 9	+ 25	+ 32	0	- 138	- 74	- 14	0	+ 16	+ 36	+ 52	+ 69	+ 108		
280...315	- 23	- 79	- 57	- 41	- 7	0	- 32	- 190	- 126	- 66	- 52	- 36	- 16	0	+ 17	+ 56		
315...355	0	- 51	- 26	- 10	+ 29	+ 36	0	- 169	- 87	- 16	0	+ 17	+ 39	+ 57	+ 75	+ 119		
355...400	- 25	- 87	- 62	- 46	- 7	0	- 36	- 226	- 144	- 73	- 57	- 40	- 18	0	+ 18	+ 62		
400...450	0	- 55	- 27	- 10	+ 33	+ 40	0	- 209	- 103	- 17	0	+ 18	+ 43	+ 63	+ 83	+ 131		
450...500	- 27	- 95	- 67	- 50	- 7	0	- 40	- 272	- 166	- 80	- 63	- 45	- 20	0	+ 20	+ 68		

Şekil 2.14: Normal mil sisteminde ISO alıştırmalarının sapma değerleri – 1

Normal mil sistemi		Ölçüler $\mu\text{m}$ cinsinden ( $1\mu = 0,001 \text{ mm}$ )										
Anma ölçüleri aralıkları ...'den...'e kadar mm.	Mil	Delikler						Mil	Delikler			
	<b>h9</b>	H 8	H 11	F 8	E 9	D 10	C 11	<b>h11</b>	H 11	D 11	C 11	A 11
1...3	0 - 25	+ 14 0	+ 60 0	+ 20 + 6	+ 39 + 14	+ 60 + 20	+120 + 60	0 - 60	+ 60 0	+ 80 + 20	+120 + 60	+ 330 + 270
3...6	0 - 30	+ 18 0	+ 75 0	+ 28 + 10	+ 50 + 20	+ 78 + 30	+145 + 70	0 - 75	+ 75 0	+105 + 30	+145 + 70	+ 345 + 270
6...10	0 - 36	+ 22 0	+ 90 0	+ 35 + 13	+ 61 + 25	+ 98 + 40	+170 + 80	0 - 90	+ 90 0	+130 + 40	+170 + 80	+ 370 + 280
10...18	0 - 43	+ 27 0	+110 0	+ 43 + 16	+ 75 + 32	+120 + 50	+205 + 95	0 -110	+110 0	+160 + 50	+205 + 95	+ 400 + 290
18...30	0 - 52	+ 33 0	+130 0	+ 53 + 20	+ 92 + 40	+149 + 65	+240 +110	0 -130	+130 0	+195 + 65	+240 +110	+ 430 + 300
30...40	0	+ 39	+160	+ 64	+112	+180	+280 +120	0	+160	+240	+280 +120	+ 470 + 310
40...50	- 62	0	0	+ 25	+ 50	+ 80	+290 +130	-160	0	+ 80	+290 +130	+ 480 + 320
50...65	0	+ 46	+190	+ 76	+134	+220	+330 +140	0	+190	+290	+330 +140	+ 530 + 340
65...80	- 74	0	0	+ 30	+ 60	+100	+340 +150	-190	0	+100	+340 +150	+ 550 + 360
80...100	0	+ 54	+220	+ 90	+159	+260	+390 +170	0	+220	+340	+390 +170	+ 600 + 380
100...120	- 87	0	0	+ 36	+ 72	+120	+400 +180	-220	0	+120	+400 +180	+ 630 + 410
120...140	0	+ 63	+250	+106	+185	+305	+450 +200	0	+250	+395	+450 +200	+ 710 + 460
140...160	-100	0	0	+ 43	+ 85	+145	+460 +210	-250	0	+145	+460 +210	+ 770 + 520
160...180							+480 +230				+480 +230	+ 830 + 580
180...200	0	+ 72	+290	+122	+215	+355	+530 +240	0	+290	+460	+530 +240	+ 950 + 660
200...225	-115	0	0	+ 50	+100	+170	+550 +260	-290	0	+170	+550 +260	+1030 + 740
225...250							+570 +280				+570 +280	+1110 + 820
250...280	0	+ 81	+320	+137	+240	+400	+620 +300	0	+320	+510	+620 +300	+1240 + 920
280...315	-130	0	0	+ 56	+110	+190	+650 +330	-320	0	+190	+650 +330	+1370 +1050
315...355	0	+ 89	+360	+151	+265	+440	+720 +360	0	+360	+570	+720 +360	+1560 +1200
355...400	-140	0	0	+ 62	+125	+210	+760 +400	-360	0	+210	+760 +400	+1710 +1350
400...450	0	+ 97	+400	+165	+290	+480	+840 +440	0	+400	+630	+840 +440	+1900 +1500
450...500	-155	0	0	+ 68	+135	+230	+880 +480	-400	0	+230	+880 +480	+2050 +1650

Şekil 2.15: Normal mil sisteminde ISO alıştırmalarının sapma değerleri – 1

### Örnek 2:

Anma ölçüsü 60 mm olan delik ve mil **ince** alıştırılıp **tutuk geçme** olarak birlikte çalışacaklardır. **Normal mil sistemine** göre yapılan bu alıştırmada delik mil için hangi sembollerin kullanılacağını ve sapma değerlerini bulunuz.

### Çözüm 2:

Şekil 2.11’de normal mil sistemi sütunundan aşağı inilirken, tutuk geçme satırından sağa doğru ilerlenerek kesişme noktasında deliğin sembolü K7 bulunur.

Yine normal mil sütunundan aşağı inilirken ince alıştırma satırından sağa doğru gelindiğinde kesişme noktasında milin sembolü h6 bulunur ve 60K7/h6 şeklinde gösterilir.

Sembolleri bulunan delik ve milin sapma değerleri normal mil sistemine ait şekil 2.14’den şöyle bulunur. Anma çapı 60 çizelgenin en solundaki çap gruplarının içerisinde 50 ile 65 arasındadır. Bu satırdan sağa doğru ilerlerken K7 sütunundan aşağı doğru inilirse kesişme noktasında delik için üst sapma (ES) +9, alt sapma (EI) -21 olarak okunur ve bu değerler mm’ye çevrilerek;

$$+0,009$$

60 -0,021 olarak ölçünün yanına yazılır.

Yine aynı satırda ilerlerken h6 sütunundan aşağı doğru inilirse mil için üst sapma (es) 0 (sıfır), alt sapma (ei) -19 olarak okunur ve mm’ye çevrilerek;

$$0$$

60 -0,019 olarak ölçünün yanına yazılır.

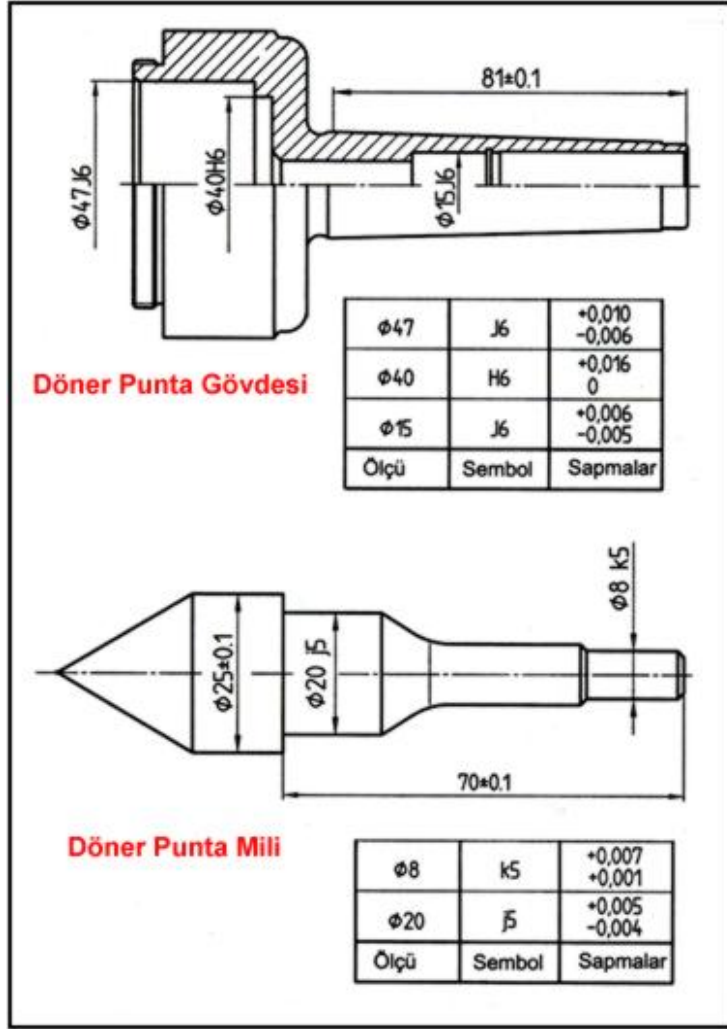
## 2.5. Sayısal Toleransın Resim Üzerinde Gösterilmesi

Resmi çizilen bir parçada ölçülendirme ne kadar önemli ise bu ölçülere verilen tolerans değerleri de son derece önemlidir. Özellikle imalat resimlerinde toleranslı ölçüler, tolerans alanları ve kaliteyi gösteren sembollerle veya sayısal sapma değerleriyle belirtilir (Şekil 2.16).

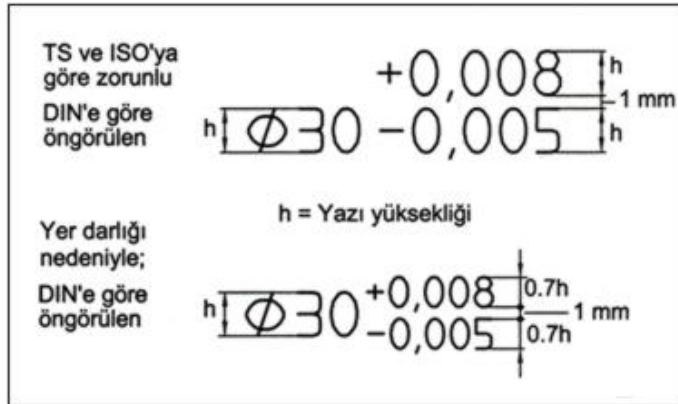
Anma ölçüsü yazıldıktan sonra alt sapma (EI veya ei), anma ölçüsünün yanına, üst sapma (ES veya es), alt sapmanın üstüne yazılmalıdır. Sapma değerleri yazılırken kullanılan yazı yüksekliği ve tipi ölçü rakamıyla aynı tip ve büyüklükte olmalıdır (Şekil 2.17).

Sapma değerleri tolerans çizelgelerinde  $\mu\text{m}$  verilir resim üzerinde mm’ye çevrilerek yazılmalıdır. Montaj resimlerinde sapmaların yazılması Şekil 2.18’de gösterildiği gibidir.

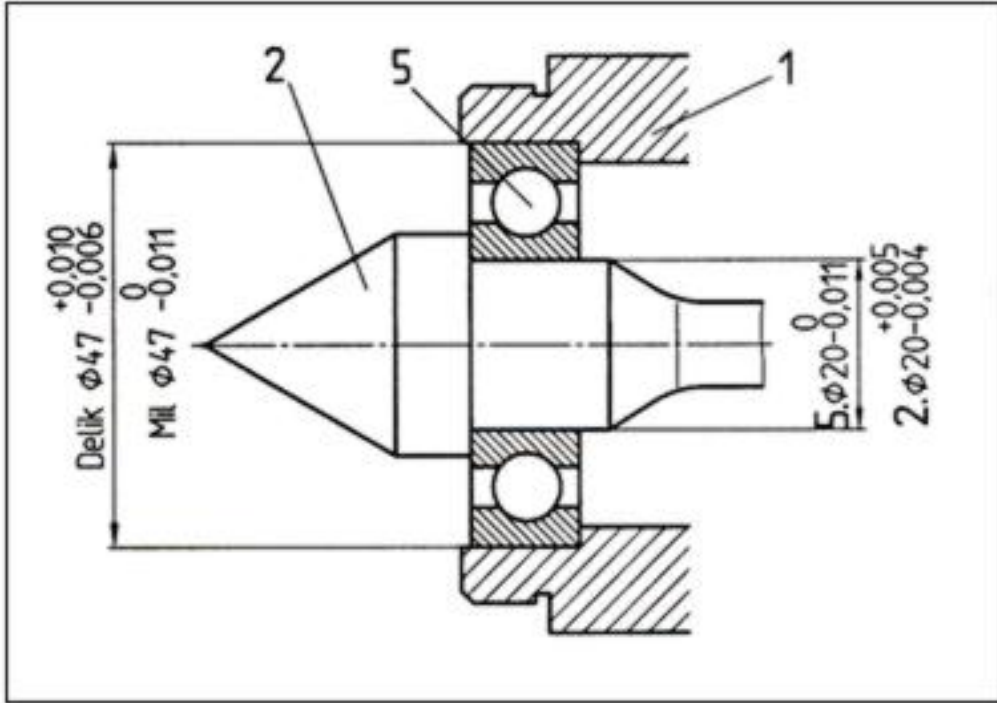
Sapma değerlerinin sembolle gösterilmesinde, üst veya alt sapma değerlerini ifade eden tek bir sembol kullanılır. Sembol boyutu ölçü rakamıyla aynı büyüklükte olur. Şekil 2.19’da sembol ve ölçü büyüklükleri gösterilmiştir.



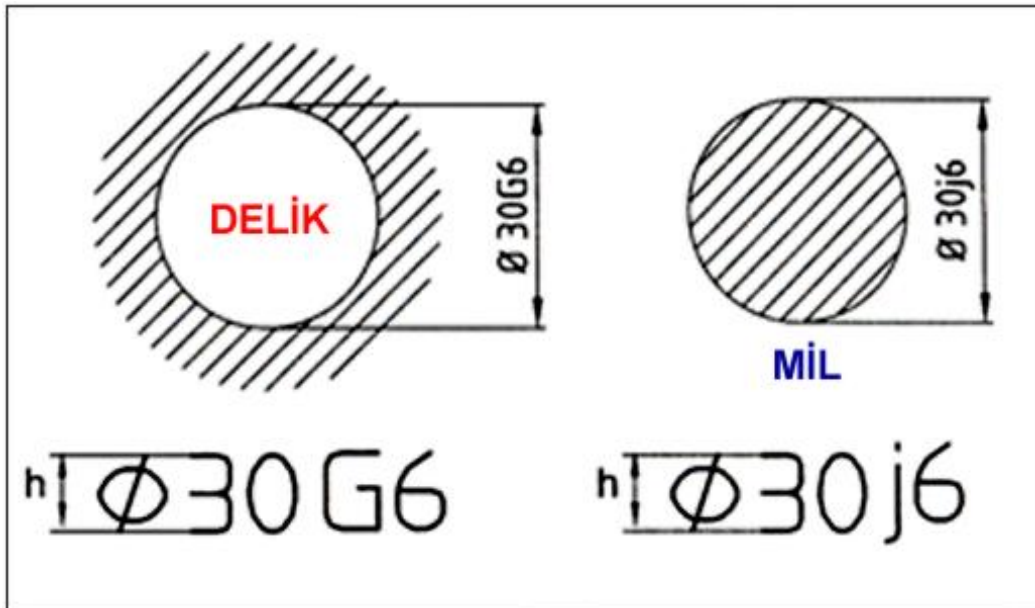
Şekil 2.16: Sayısal toleransın resim üzerinde gösterilmesi



Şekil 2.17: ISO ve DIN normlarına göre yazı yükseklikleri

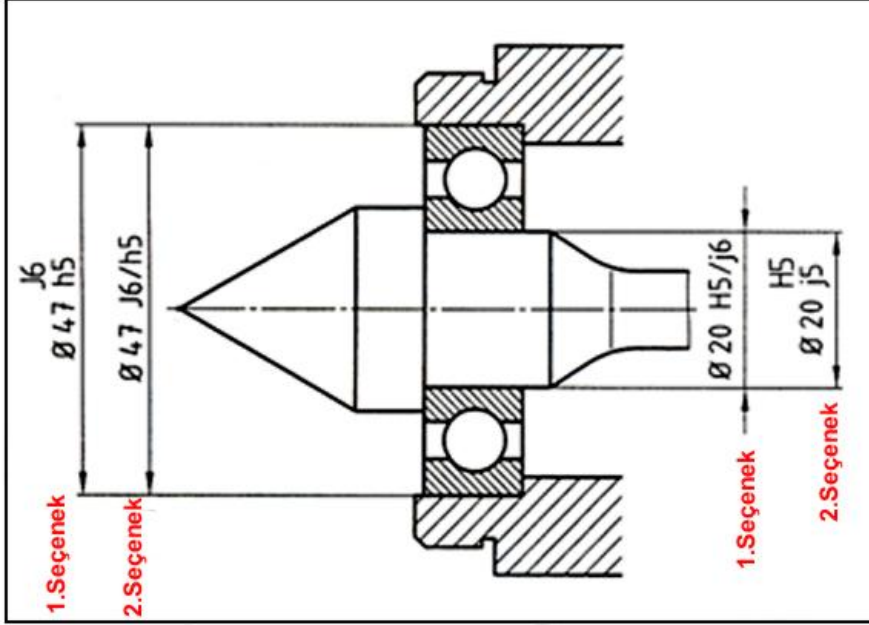


Şekil 2.18: Montaj resminde sapma değerlerinin yazılması



Şekil 2.19: Ölçü ve sembol büyüklükleri

Montaj resimlerinde, toleransların sembollerle gösterilmesi Şekil 2.20’de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.20: Montaj resminde sembollerin yazılması

Resim üzerinde sembollerle belirtilmiş toleransların sayısal sapma değerleri, tolerans antedi hazırlanarak gösterilmelidir. Şekil 2.21’de örnek tolerans antedi gösterilmiştir.

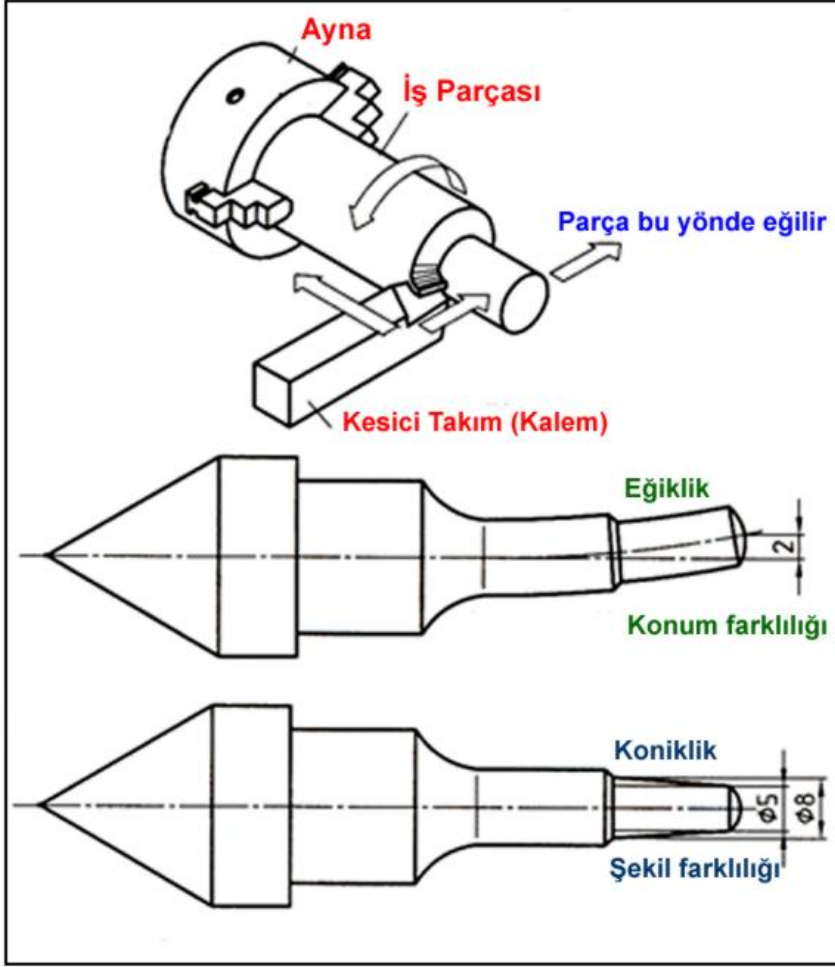
Ölçü	Sembol	Sapmalar

Şekil 2.21: Tolerans antedi

## 2.6. Şekil ve Konum Toleransları

Üretimde çizilen yapım resimleri, ideal ölçü ve şekillerde olacağı kabul edilerek çizilir. Fakat çeşitli nedenlerden dolayı ölçülerin tam elde edilemediğini boyut toleransları konusunda vurgulamıştık. Parçaları meydana getiren çeşitli geometrik elemanların da tam olarak elde edilmesi mümkün değildir. Parça işlenirken malzemenin dokusunda, işleyen tezgâhta ve kesici takımlarda meydana gelen değişiklikler, parçaya da yansıdığından şekil ve konum hataları meydana gelir.

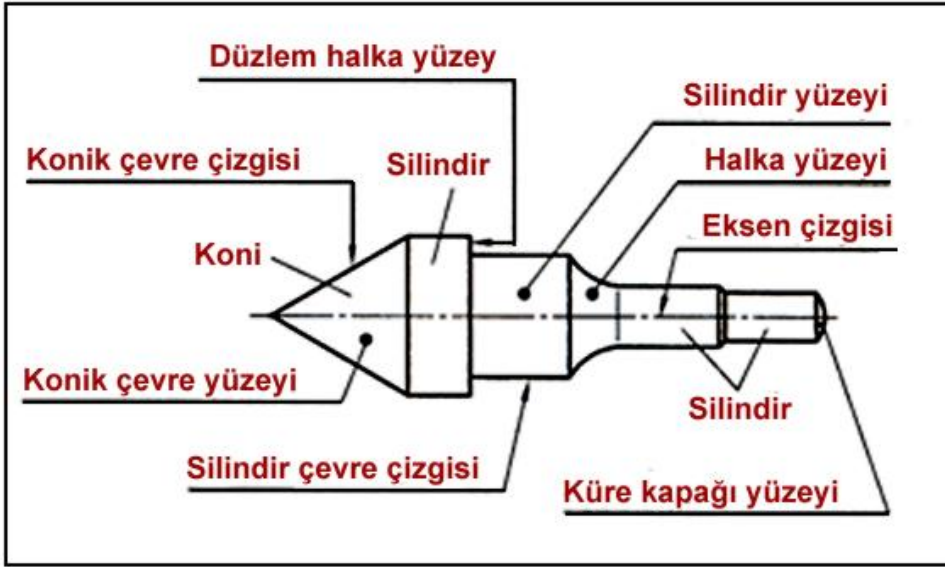
Şekil 2.22’de görüldüğü gibi torna aynasına bağlanıp işlenen bir punta milinin ucu, bir miktar eğilebilir veya tam silindirik şekil elde edilemeyebilir. Böylece şekil veya konum toleransı verilme mecburiyeti ortaya çıkar. Punta mili işlenirken farklı çaplar elde edilmişse şekil toleransı, punta ucu eğilmişse konum toleransı söz konusudur.



Şekil 2.22: Punta milinin işlenmesi

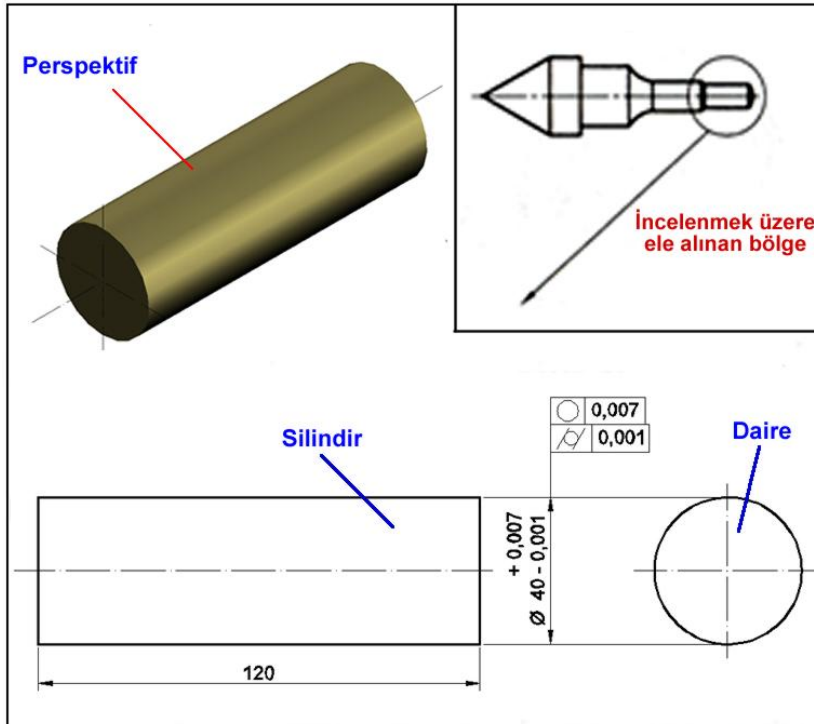
Bir parçayı meydana getiren çeşitli geometrik elemanlar, şekil ve konum bakımından farklılık gösterir. Yüzeylerin ve çizgilerin birbirine veya belirli elemanlara göre durumları, kesitlerinin veya hacimlerinin ideal geometrik şekillerinden farklılık gösterebilir. Daire veya silindir olarak imal edildiğini sandığımız cisim, tam daire veya silindir olmayabilir. Şekil 2.23’te bir parçadaki geometrik elemanlar gösterilmiştir.





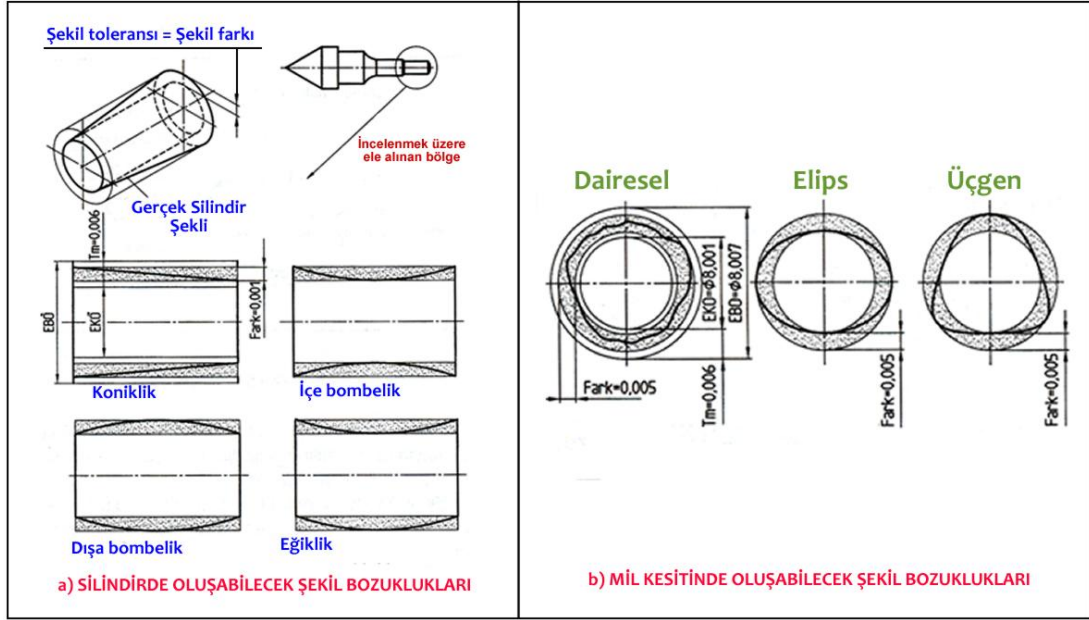
Şekil 2.23: Parçadaki geometrik elemanlar

Şekil ve konum toleranslarını daha iyi anlayabilmek için punta milinin silindir ucunu ele alarak inceleyelim. Şekil 2.24'te perspektif ve görünüş olarak verilen silindir ve daire, geometrik olarak tam çizilmiştir.



Şekil 2.24: Parça üzerinde şekil ve konum toleransı

Ancak imalat sonunda silindirik kısım ve dairesel şekil, çeşitli biçimlerde elde edilmiş olabilir. Eğer bu şekil farklılıkları, verilen tolerans değerleri içerisinde kalıyorsa bu şekillerden herhangi biri kabul edilebilir demektir. Silindirde meydana gelen bu farklılıklar için **silindiriklik** ve dairesel yüzeyde meydana gelen farklılıklar için **dairesellik** toleransı kullanılır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: Silindirik ve dairesel yüzeylerde oluşabilecek şekil bozuklukları

### 2.6.1. Şekil ve Konum Toleranslarının Çeşitleri ve Kullanılan Semboller

Parçaları meydana getiren geometrik şekiller ve bu şekillerin birbirine göre durumları dikkate alınarak tolerans çeşitleri ve sembolleri verilir. Şekil 2.26'da tolerans çeşitlerine göre semboller görülmektedir. Burada görüldüğü gibi tolerans verilecek elemanlar, tek tek veya birbirleriyle ilgili olarak şekil, yön, konum, yalpa veya salgı özellikleri taşıdığından semboller ve tolerans isimleri buna uygun düzenlenmiştir.

ŞEKİL VE KONUM ÇEŞİTLERİYLE SEMBOLLERİ (TS 1304)			
Eleman Cinsi	Özelliği	Adı	Sembol
TEK ELEMANLAR	ŞEKİL	Doğrusallık	—
		Düzlemsellik	
		Dairesellik	
		Silindiriklik	
		Bir çizginin şekli	
		Bir yüzeyin şekli	
		Paralellik	//
BİRBİRLERİYLE İLGİLİ ELEMANLAR	YÖN	Diklik	
		Eğiklik (Açısalılık)	
	KONUM	Bir elemanın konumu	
		Ortak merkezlilik, eksenlilik	
		Simetriklik	
	YALPALAMA	Yalpalama	
		Toplam yalpalama	

Şekil 2.26: Tolerans çeşitleri ve sembolleri

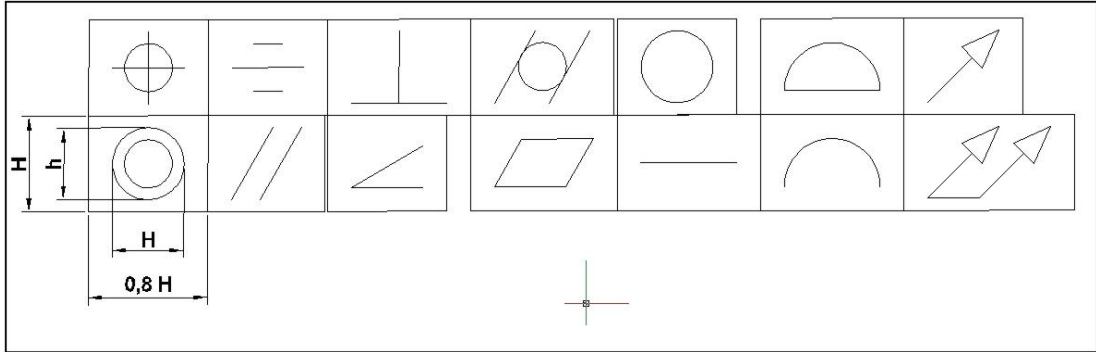
### 2.6.2. Tolerans Çerçevesi

Toleransların sembollerle belirtilmesi için tolerans çerçevesi kullanılır. Bu çerçeveler sadece bu sembolleri değil, başka özellikleri de taşımaktadır. Şekil 2.27'de TS 1304'te yer alan çerçeve çeşitleri görülmektedir.

<b>ÇERÇEVE ÇEŞİTLERİ</b>		<b>TS 1304</b>
<p>a  b </p> <p>c </p>	<p>a- Sembol ve tolerans değerli çerçeve  b- Sembol ,tolerans ve referanslı çerçeve  c- Sembol , tolerans ve 3 referanslı çerçeve</p>	
<p>6 delik  e </p>	<p>Kelimeler kullanıldığında;  d- 6 deliğe uygulanacak toleranslı çerçeve  e- 6 elemana uygulanacak toleranslı çerçeve</p>	
<p>f  g </p>	<p>Elemanların diğer özelliklerinin belirtilmesinde;  f- Tümssek olmayan yüzeyi belirten çerçeve  g- Tümssek olmayan yüzeyi ve referanslı çerçeve</p>	
<p>h </p>	<p>h- Birden çok nitelik ve tolerans için çift çerçeve</p>	
<p>j </p>	<p>j- Referans elemanını belirtmek için kullanılan çerçeve</p>	

Şekil 2.27: Çerçeve çeşitleri

Sembol ve çerçeve ölçüleri TS 10844'e göre standartlaştırılmıştır. Şekil 2.28'de sembollerin ölçülendirme büyüklükleri görülmektedir. Sembol yüksekliği "h" ile gösterilmiştir. Genişlikleri ise 0,8H kadar alınabilir.

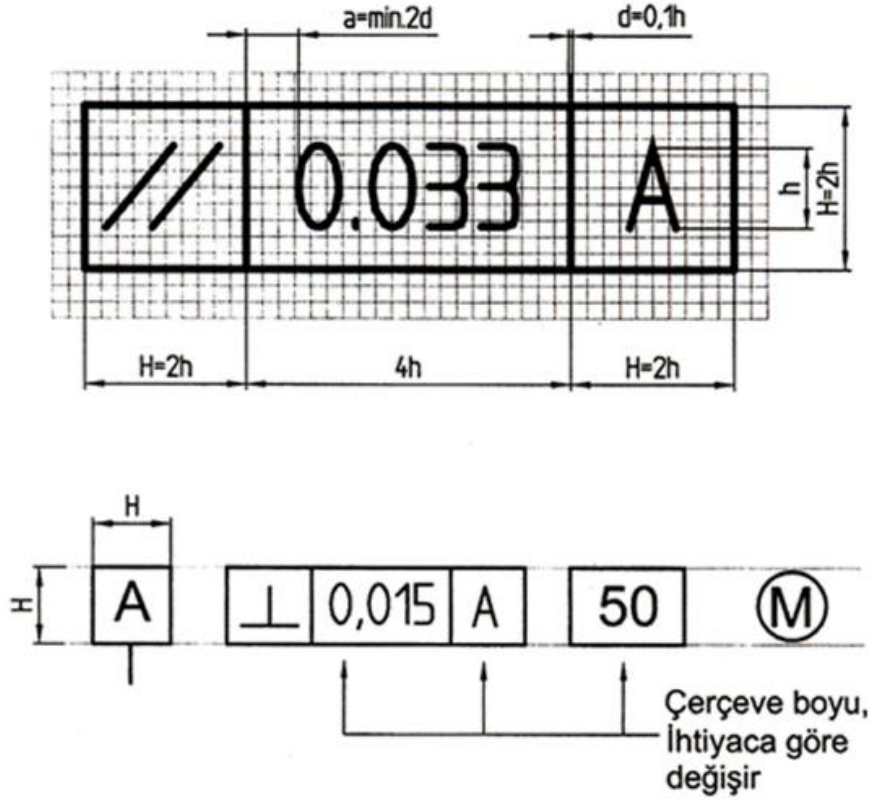


Şekil 2.28: Sembol şekilleri ve büyüklükleri

Resimde kullanılan yazı (karakter) yüksekliklerine göre çerçeve ölçüleri ve çizgi kalınlıkları Şekil 2.29'da gösterilmiştir. Tolerans sembollerinin, çerçevelerin ve yazıların kalınlığı birbirine eşittir. Yazıların düşey çizgilere olan mesafesi a, 0,7 mm'den az olmamak şartıyla en az iki çizgi 2d kalınlığı kadar alınabilir.

## ÇERÇEVE ÖLÇÜLERİ

TS 10844



### B TİPİ YAZI BOYUTLARI - mm

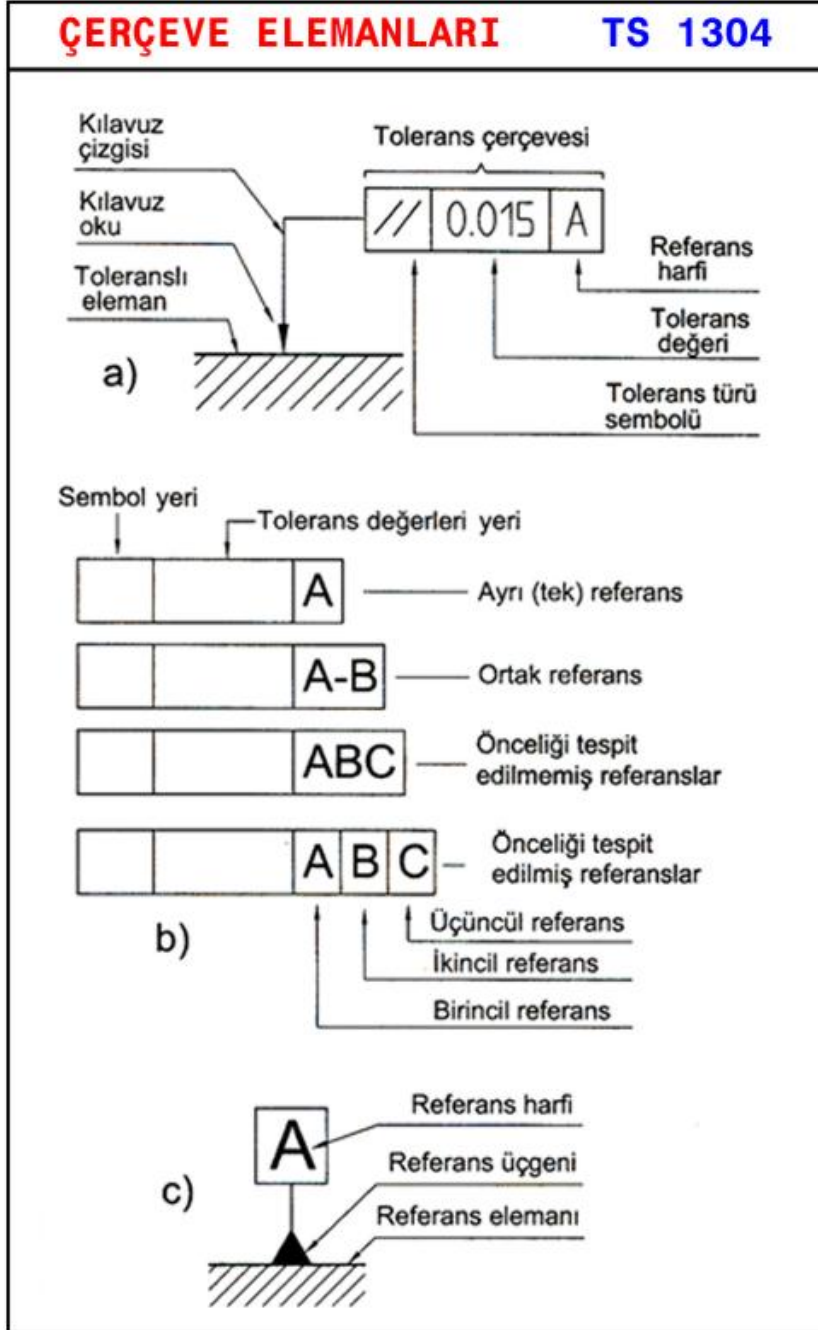
Özellikler	Tavsiye Edilen Boyutlar						
Çerçeve yüksekliği H	5	7	10	14	20	28	40
Karakter yüksekliği h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Çizgi kalınlığı d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Şekil 2.29: Çerçeve ölçüleri

- Çerçeve elemanları

Tolerans verilecek yüzeyin tam olarak belirtilmesi için tolerans çerçeveleri ve çerçeveleri resme bağlayan elemanları meydana getiren kılavuz çizgi, oklar ve üçgenler TS

1304'te verilmiştir. Şekil 2.30'da tolerans çerçeveleri, kılavuz çizgi, oklar ve üçgenlerle birlikte referans çerçevesi de gösterilmiştir.

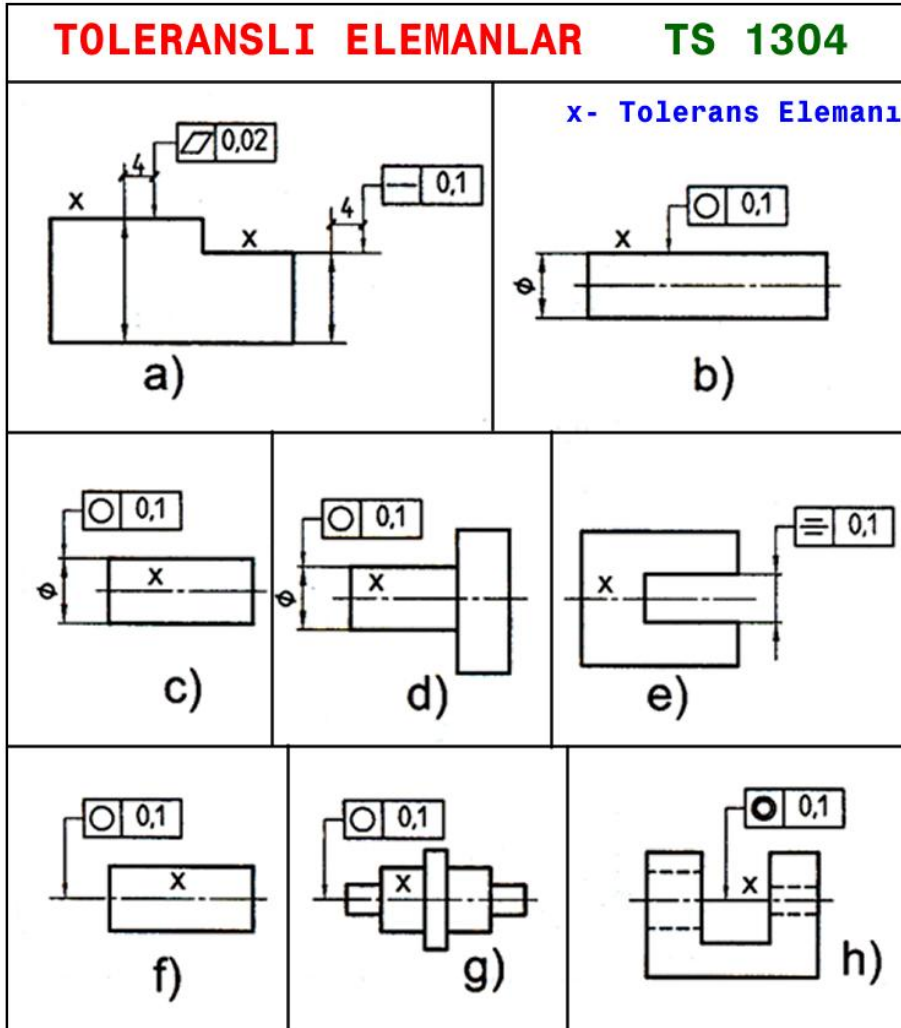


Şekil 2.30: Çerçeve elemanları

➤ Tolerans çerçevelerinin resimle birleştirilmesi

Tolerans çerçevesi, ucunda ok olan bir kılavuz çizgisiyle resim üzerindeki toleranslı elemana bağlanır. Bu okun ucu;

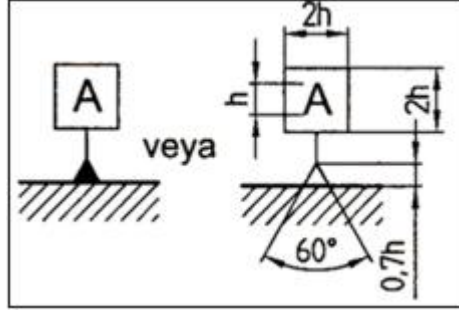
- Tolerans, çizgiye veya yüzeyin kendisine uygulanıyorsa, elemanın çevresi üzerine veya çevrenin uzantısı üzerine konur. Ok, ölçü çizgisinin en az 4 mm yakınında olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 2.31 a-b).
- Tolerans, ölçülendirilmiş elemanın eksenine veya simetri düzlemine ait olduğunda kılavuz ve ok çizgisi, ölçü çizgisinin uzantısına çizilmelidir (Şekil 2.31 c-d-e).
- Tolerans, eksene veya bütün elemanlar için bir orta düzleme uygulanırsa, eksen üzerine gelmek suretiyle toleranslı elemana birleştirilir (Şekil 2.31 f-g-h).



Şekil 2.31: Tolerans çerçevelerinin resimle birleştirilmesi

➤ Referans elemanlarının resimle birleştirilmesi (referanslar)

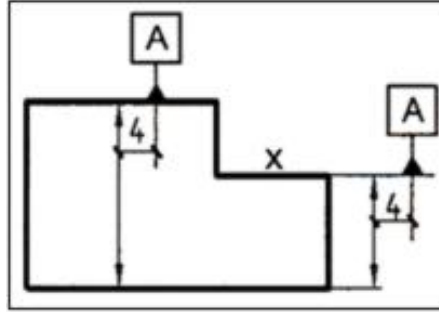
Toleranslı bir eleman, bir referansa göre değerlendiriliyorsa, bu durum genel olarak bir harfle gösterilir. Referansı gösteren bu harf, tolerans çerçevesi içine yazılır. Referansın gösterilmesi, içi dolu veya boş referans üçgeniyle bağlantılı bir referans çerçevesi içinde, büyük harf kullanılarak gerçekleştirilir (Şekil 2.32).



Şekil 2.32: Referans elemanları - I

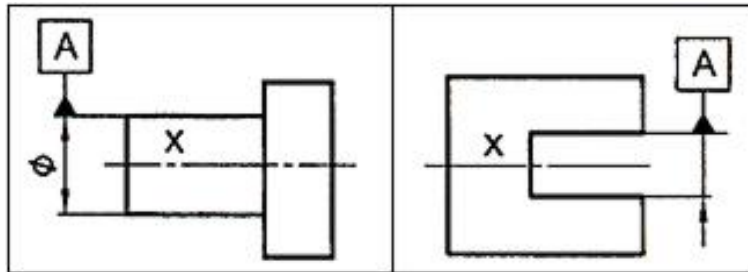
➤ Referans üçgeninin tabanı

Referans elemanı, çizgi veya yüzeyin kendisiyse, çevresi veya çevre uzantısı üzerine konur (Şekil 2.33).



Şekil 2.33: Referans elemanları - II

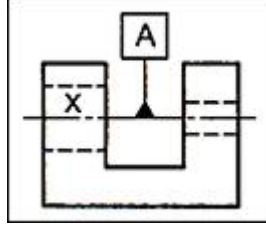
Referans, eksen veya simetri düzlemiyse, ölçü çizgisinin uzantısında olmalıdır. İki ok için yeteri kadar bulunmuyorsa referans üçgeni iki oktan birinin yerine konulmuş olabilir (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: Referans elemanları - III

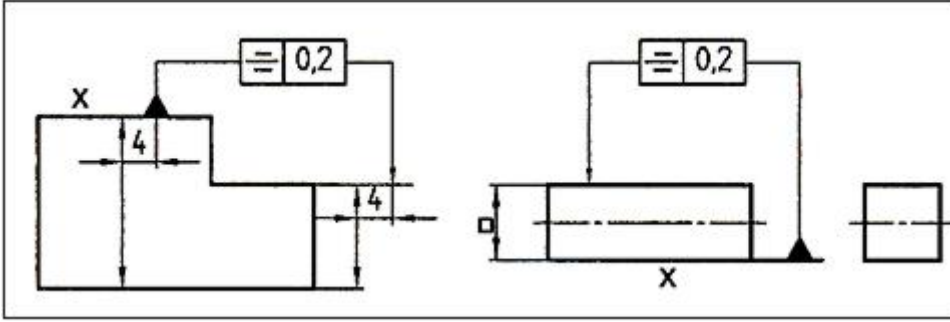


Bir eksen yeterli doğrulukta tanımlanmışsa eksen üzerine veya bütün elemanlar için aynı olduğu kabul edilen bir eksenin, orta düzlemine konur (Şekil 2.35).



Şekil 2.35: Referans elemanları – IV

Referans çerçevesi, doğrudan doğruya bir kılavuz çizgisiyle referans elemanına bağlantılı olduğunda, referans harfi kullanılmamalıdır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36: Referans elemanları – V

Tek referans, bir büyük harfle belirtilmelidir. İki referansla oluşturulan müşterek referans, bir tire çizgisiyle ayrılmış iki harfle gösterilir. İki veya daha fazla referans, bir seri oluşturduğunda, soldan sağa önem derecesine göre sırayla kutucuklara yerleştirilmelidir. İki veya daha fazla referans harfi, bir kutucuğun içinde bulunuyorsa birbirine göre üstünlüğü yoktur (Şekil 2.37).

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;">A</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;">A-B</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;">A B C</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;">A B C</div> </div>
<p><b>Tek Referans</b></p>	<p><b>İki Referans</b></p>	<p><b>İki veya daha fazla referans</b></p>	<p><b>İki veya daha fazla referans</b></p>

Şekil 2.37: Referans elemanları – VI

➤ En çok malzeme şartının gösterilmesi

Verilen tolerans değerinde, en çok malzeme şartı geçerli olduğunda, M sembolüyle gösterilir. Bu sembol:

- Tolerans değerinin sonuna,
- Referans harfinin sonuna,
- Her ikisinin sonuna konur (Şekil 2.38).

<b>EN ÇOK MALZEME ŞARTI</b>		<b>TS 1304</b>
	<b>a) En çok malzeme şartı, tolerans değeri için geçerlidir.</b>	
	<b>b) En çok malzeme şartı, referans harfi için geçerlidir.</b>	
	<b>c) En çok malzeme şartı, tolerans değeri ve referans harfi için geçerlidir.</b>	

Şekil 2.38: En çok malzeme şartı

### 2.6.3. Toleransın Teknik Resimde Gösterilmesi

Resmi çizilen elemanın geometrik tamlığının belirlenmesi için bir veya daha fazla özelliği toleranslarla belirtilir. Belirli bir tolerans türüyle, bir elemanın geometrik tamlığı tespit edilirse bu elemanın diğer sapmaları da sınırlandırılmış olur. Örneğin, paralellik toleransı ile doğrusalık toleransı da sınırlanmış olur. Bazı toleranslar da diğer toleransları etkilemez. Örneğin doğrusalık toleransı, paralellik toleransını hiç etkilemez.

Şekil, yön, konum ve yalpalama toleranslarının teknik resimde gösterilmesi ve bazı açıklamalar şekil 2.39 ve şekil 2.40'ta görülmektedir.

# ŞEKİL VE KONUM TOLERANLARI ve AÇIKLAMALAR


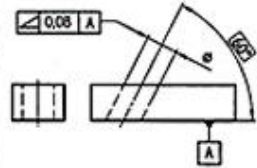
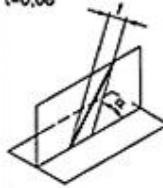

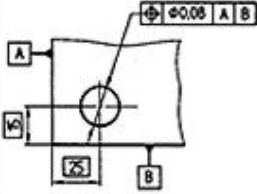
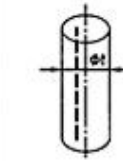

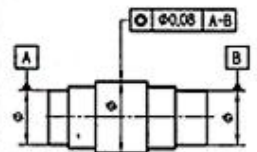


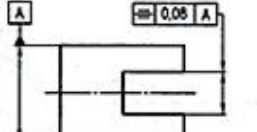


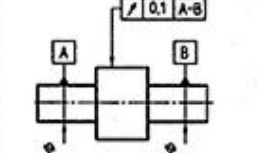
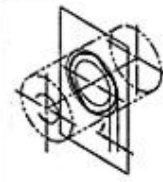

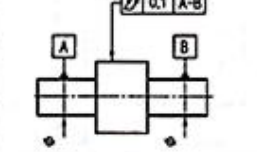
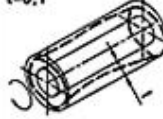
TS 1304

Sembol ve toleranslı özellikler		Teknik resimde gösterme	Tolerans alanı	Açıklama
TEK ELEMANLAR Şekil toleransı	Doğrusallık		$t=0,06$ 	Tolerans çerçevesiyle bağlantılı silindirin eksenini 0,06 mm çaplı silindirik tolerans bölgesinde bulunmak zorundadır.
	Düzlemsellik		$t=0,08$ 	Düzlem 0,08 mm aralıklı iki paralel düzlem arasında bulunmak zorundadır.
	Dairesellik		$t=0,1$ 	Her enine kesitin çevre çizgisi aynı düzlemlerde bulunan 0,1 mm aralıklı ortak merkezli iki daire arasında bulunmak zorundadır.
	Silindiriklik		$t=0,1$ 	Göz önüne alınan silindir zarfı yüzeyi 0,1 mm aralıklı ortak eksenli iki silindir arasında bulunmak zorundadır.
	Bir çizginin şekli		$t=0,04$ 	Resim düzlemine paralel toleranslı profilin her kesiti eksenli geometrik ideal şekildedeki bir çizgide bulunan 0,04 mm çaplı daireyi kapsayan iki çizgi arasında bulunmak zorundadır.
	Bir yüzeyin şekli		$t=0,02$ 	Göz önüne alınan yüzey eksenli geometrik ideal şekildedeki bir yüzeyde olan 0,02 mm çaplı küre zarfı iki yüzey arasında bulunmak zorundadır.
BİRBİRLERİYLE İLGİLİ ELEMANLAR Yön toleransı	Paralellik Bir referans çizgisine (eksenine) göre bir çizginin paralellığı		$t=0,03$ 	Toleranslı eksen A referans eksenine paralel 0,03 mm çaplı bir silindir içinde bulunmak zorundadır.
	Diklik Bir düzleme göre bir çizginin(eksenin) dikliği		$t=0,1$ 	Silindirin toleranslı eksenini, referans düzlemine dik konumlu düzlem üzerinde 0,1 mm aralıklı iki paralel çizgi arasında bulunmak zorundadır.

Şekil 2.39: Şekil ve Konum Toleransları – 1

## ŞEKİL VE KONUM TOLERANLARI

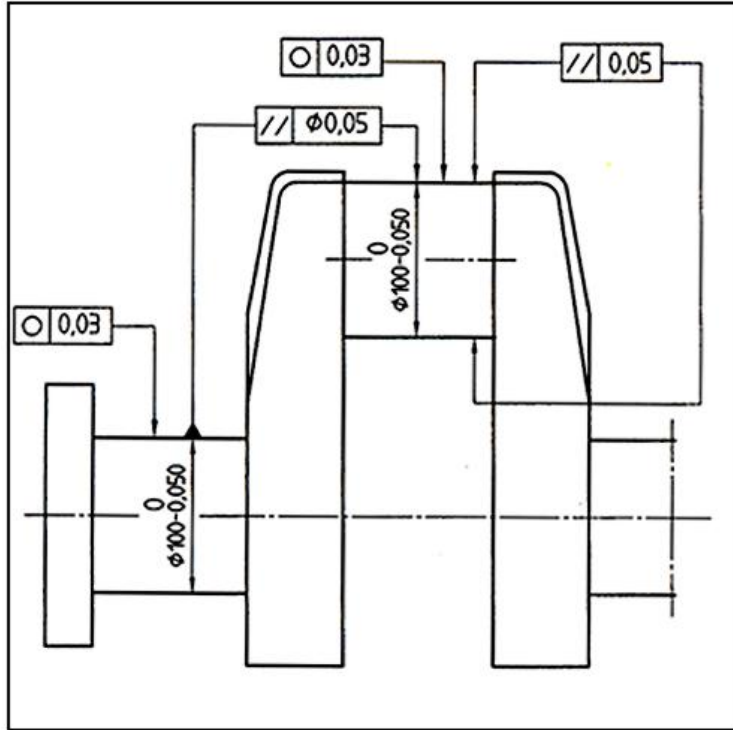
TS 1304

Sembol ve toleranslı özellikler		Teknik resimde gösterme	Tolerans alanı	Açıklama		
BİRBİRLERİYLE İLGİLİ ELEMANLAR	Yön toleransı	Eğiklik Bir referans düzlemine göre bir çizginin eğikliği			$t=0,08$ 	Delğin toleransı eksenli A referans düzlemine göre $0,08$ eğimi $0,08$ mm aralık iki paralel düzlem arasında bulunmak zorundadır.
	Konum toleransı	Konum Bir çizginin konumu			$t=0,08$ 	Delğin eksenli, A ve B referans yüzeylerine göre teorik tamiktaki yerinde olan $0,08$ mm çaplı bir silindirin içinde bulunmak zorundadır.
		Ortak eksenlilik Bir eksenin ortak eksenliliği			$t=0,08$ 	Tolerans perçevesiyle bağlantılı silindirin eksenli, A-B referans eksenli $0,08$ mm çaplı bir silindirin içinde bulunmak zorundadır.
		Simetriklik Bir simetri düzleminin simetrikliği			$t=0,08$ 	Kanalın simetri düzlemi, A referans elemanın simetri düzlemine göre simetrik olan $0,08$ mm aralıkta iki paralel düzlem arasında bulunmak zorundadır.
	Yalpalama	Salgı (Yalpalama)			$t=0,1$ 	A-B referans eksenli etrafında bir dönmeye, her ölçme düzlemindeki salgı sapması $0,1$ mm'i aşmamalıdır.
Toplam salgı (Yalpalama)				$t=0,1$ 	A-B referans eksenli etrafında birçok dönmeye ve ölçme perçesinin veya ölçme cihazının eksenel kaydırılmasında, toleranslı elemanın yüzeyindeki bütün noktalar $t=0,1$ mm'lik toplam salgı toleransı içinde olmalıdır. Kaydırma, teorik tamiktaki şekle sahip ve referans eksenine göre doğru konumda ve teorik tamiktaki şekle sahip bir çizgi boyunca yapılmalıdır.	

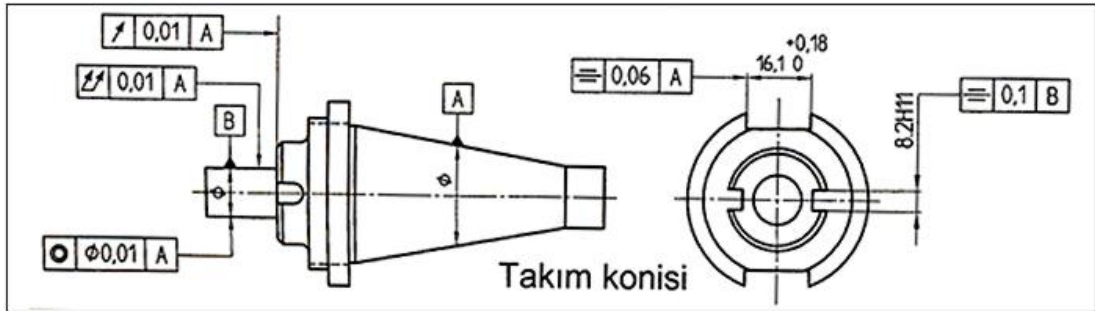
Şekil 2.40: Şekil ve konum toleransları – 2

## 2.7. Parça Resmi Üzerinde Alıştırma ve Toleransların Verilmesi

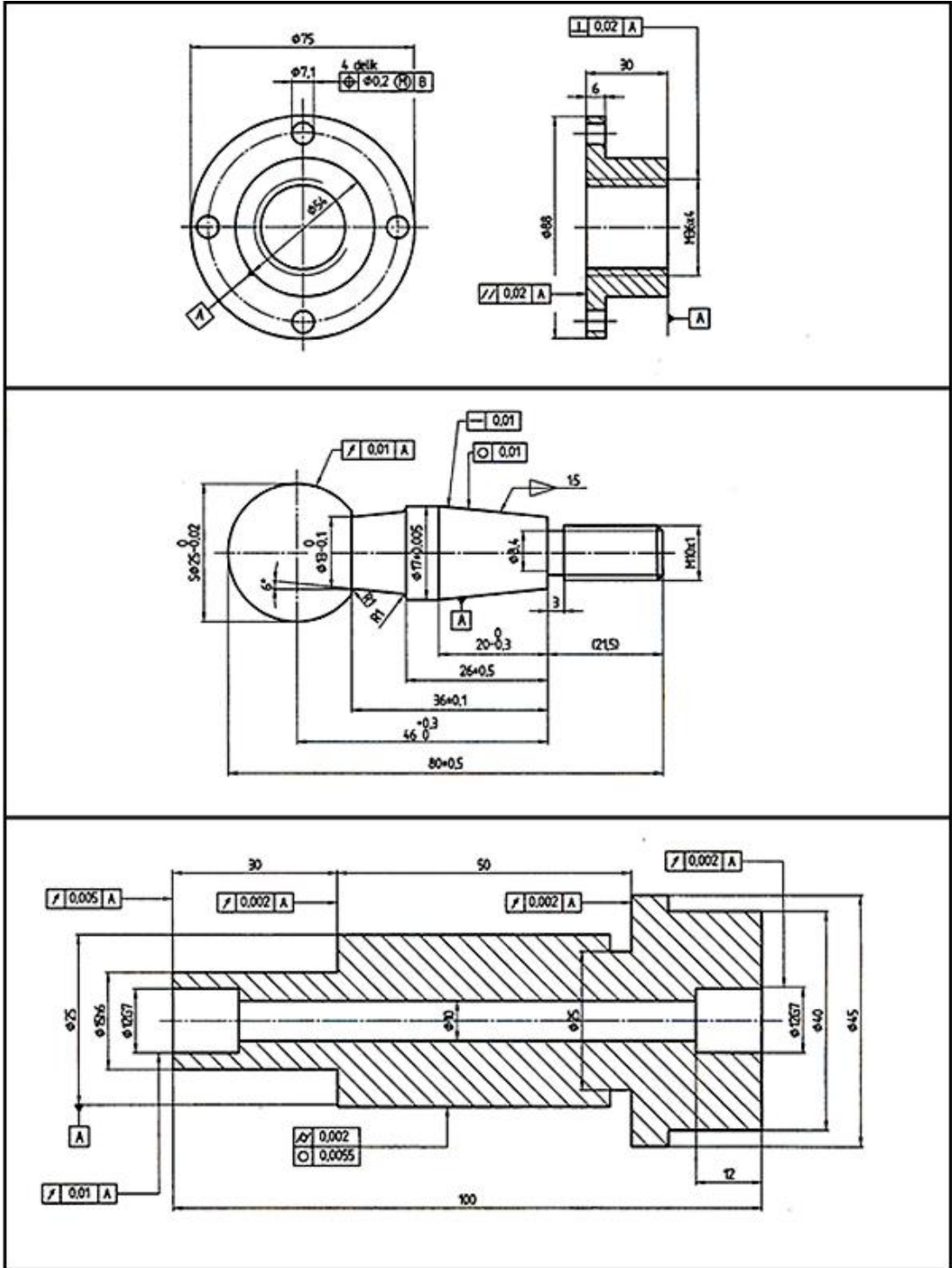
Standartlara uygun olarak verilen aşağıdaki örneklerde resimler tamamen ölçülendirilmemiş, yalnızca gerekli olan faydalı boyutlar verilmiştir. Burada verilen şekillerin bazılarında tolerans gösterme şekilleri ele alınmıştır. Resimlerin doğruluğu parçaların çalışma şartlarıyla ilgilidir (Şekil 2.41, Şekil 2.42, Şekil 2.43).



Şekil 2.41: Krank milinde toleransların gösterilmesi



Şekil 2.42: Takım konisinde toleransların gösterilmesi



Şekil 2.43: Çeşitli parçalar üzerinde şekil ve konum toleranslarının verilmesi

## UYGULAMA FAALİYETİ

**Uygulama 1:** Aşağıda verilen değerlere göre delik ve mil için tolerans değerlerini hesaplayınız.

$$\begin{array}{lll} \text{Delik için : } \varnothing 50 & ES = 0,040 & EI = - 0,025 \\ \text{Mil için : } \varnothing 50 & es = 0,025 & ei = - 0,015 \end{array}$$

Delik için EBÖ, EKÖ, T =? Mil için EBÖ, EKÖ, T = ?

**Çözüm:**

**Delik için :** E = 50

$$ES = 0,040$$

$$EI = - 0,025$$

$$EBÖ = E + ES = 50 + 0,040 = 50,040 \text{ mm}$$

$$EKÖ = E + EI = 50 + (-0,025) = 49,975 \text{ mm}$$

$$T = EBÖ - EKÖ = 50,040 - 49,975 = 0,065 \text{ mm}$$

**Mil için :** E = 50

$$es = 0,025$$

$$ei = -0,015$$

$$EBÖ = E + es = 50 + 0,025 = 50,025 \text{ mm}$$

$$EKÖ = E + ei = 50 + (-0,015) = 49,985 \text{ mm}$$

$$T = EBÖ - EKÖ = 50,025 - 49,985 = 0,040 \text{ mm olarak hesaplanır.}$$

**Uygulama 2:** Anma ölçüsü 85 mm olan delik ve mil **ince** alıştırılıp **döner geçme** olarak birlikte çalışacaklardır. Normal delik sistemine göre yapılan bu alıştırmada delik mil için hangi sembollerin kullanılacağını ve sapma değerlerini bulunuz.

**Çözüm:**

Anma ölçüsü 85 mm, ince alıştırma, döner geçme, normal delik sistemine göre,

Şekil 2.11'da verilen çizelgeden,

Normal delik sistemine göre ince alıştırma, döner geçme satır ve sütunları karşılaştırıldığında sembol değerleri,

**H7 / f7** olarak bulunur.

Sembol değerlerini bulduktan sonra normal delik sistemine göre şekil 2.12'de verilen çizelgeden sapma değerleri bulunur. Buna göre sapma değerleri mm'ye çevrilerek anma ölçüsünün yanına aşağıdaki gibi yazılır.

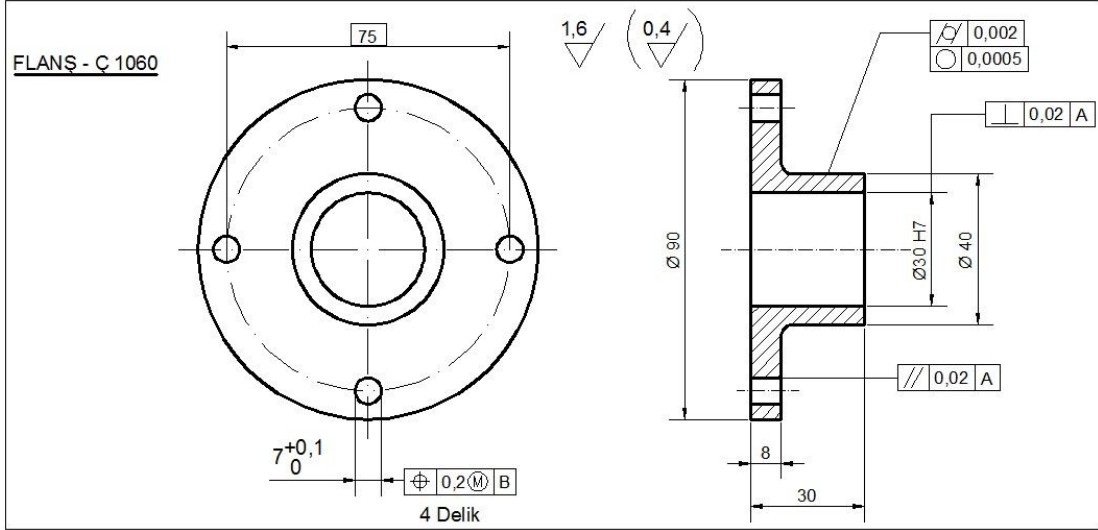
**Delik için**

	<b>+0,035</b>
<b>85</b>	<b>0</b>

**Mil için**

	<b>-0,036</b>
<b>85</b>	<b>-0,071</b>

**Uygulama 3:** Aşağıda üzerinde boyut, şekil ve konum toleransları verilen resmi A4 kâğıdına çiziniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ A4 teknik resim kâğıdını çizim masasına doğru bağlayınız.	➤ Çizim ortamının temizliğine dikkat ediniz.
➤ Resmin ölçülerine göre resim kâğıdına koordinat çizgilerini çiziniz.	➤ Resim kâğıdı resmin ortalaması için gerekli tedbirleri alınız.
➤ Resmin ön görünüşünü çiziniz.	➤ Çizimleri hataların iz bırakmadan düzeltilmesi açısından önce ince çizgilerle çiziniz.
➤ Resmin yan görünüşünü çiziniz.	➤ Ön görünüşten taşıma yapınız.
➤ Tarama çizgilerini çiziniz.	➤ Tarama çizgilerini doğru açı ve aynı sıklıkta olmasına dikkat ediniz.
➤ Resmi ölçülendiriniz.	➤ Ölçülendirme kurallarına uyunuz.
➤ Boyut toleranslarını veriniz.	➤ Sapma değerlerini sıfır çizgisinden veriniz. ➤ Sapma değerini, (+) değerli ise sıfır çizgisinin üst tarafında (-) değerli ise alt tarafına yazınız.
➤ Şekil ve konum toleranslarını veriniz.	➤ Şekil toleranslarını veriniz. ➤ Konum toleranslarını veriniz.
➤ Resmi koyulaştırınız.	➤ Resmin kirlenmemesine dikkat ediniz.



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Makine parçalarına tolerans vermenin gereğini ve önemini kavradınız mı?		
2. Makine parçalarına boyut toleransı vermeyi öğrendiniz mi?		
3. Makine parçalarında boşluk ve sıkılık kavramlarını öğrendiniz mi?		
4. Tolerans değerlerini çizelgelerden okuyarak sembol ve sapma değerlerini bulabildiniz mi?		
5. Sayısal toleransları resim üzerinde gösterdiniz mi?		
6. Şekil ve konum toleranslarının teknik resimde gösterilmesini öğrendiniz mi?		
7. Parça resmi üzerinde alıştırma ve toleransların verilmesini yaptınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

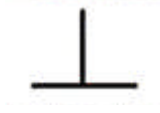
- 1- Makine imalatında, bir iş parçasının montaj edildiği yerde görevini yapabilecek şekilde, belirli sınır ölçüleri içinde yapılması işlemi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Alıştırma  
B) Tolerans  
C) Hata payı  
D) Sınır ölçüsü
- 2- Aşağıdakilerden hangisi resimler üzerinde belirtilen ölçülerin makine imalatında tam olarak elde edilememesinin nedenlerinden birisi değildir?  
A) Makine ve avadanlık hataları  
B) Kimyasal hatalar  
C) Isı ve ışık hataları  
D) Kişisel hatalar
- 3- Aşağıdakilerden hangisi bir tolerans çeşidi değildir?  
A) Boyut toleransı  
B) Şekil toleransı  
C) Yüzey toleransı  
D) Konum toleransı
- 4- “İki sınır boyutunun en büyüğüdür. Esas ölçü ile üst sapmanın toplamına eşittir.” tanımlaması aşağıdakilerden hangisidir?  
A) EBÖ  
B) EKÖ  
C) AT  
D) ES

- 5- En büyük ölçü (EBÖ) 40,010 mm ve en küçük ölçü (EKÖ) 39,995 mm olduğuna göre tolerans değeri aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 0,025 mm  
B) 0,045 mm  
C) 80,05 mm  
D) 0,015 mm
- 6- Parçalar birleştirilmeden önceki mil ve deliğin ölçüleri arasındaki (+) fark aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Sıkılık  
B) Tolerans  
C) Boşluk  
D) Alıştırma
- 7- En büyük boşluk ile en küçük boşluk arasındaki fark veya en büyük sıkılık ile en küçük sıkılık arasındaki fark aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Alıştırma toleransı  
B) Boyut toleransı  
C) Şekil toleransı  
D) Pürüzlülük değeri



- 8- Yanda verilen şekil tolerans sembolü aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Düzlemsellik  
B) Doğrusallık  
C) Paralellik  
D) Silindirik

9-



Yanda verilen şekil tolerans sembolü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Doğrusallık
  - B) Eşitlik
  - C) Aynı merkezli
  - D) Diklik
- 10- Tolerans değerinde, en çok malzeme şartı geçerli olduğunda aşağıdaki sembollerden hangisi ile kullanılır?
- A) B
  - B) C
  - C) M
  - D) L

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Teknik resim kurallarına göre çizilen parça resmi üzerinde yüzey işleme işaretlerini gösterebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Yüzey işleme işaretlerinin çeşitli meslek dalları ve kendi dalınızda ne anlama geldiğini araştırarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 3. YÜZEY İŞLEME İŞARETLERİ

### 3.1. Parçanın Görevine Uygun Yüzey İşleme İşareti Koyma Gereği

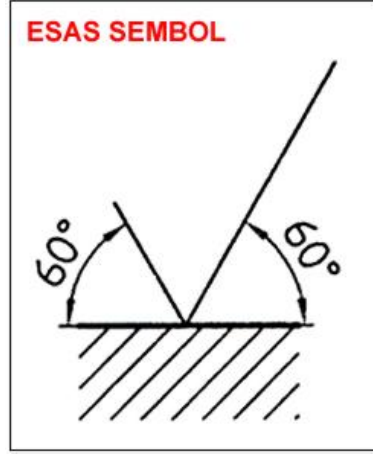
Makine parçalarının yapımı için görünüşlerin çizilmesi, ölçülendirilmesi tek başına bir anlam ifade etmez. Sadece o parçayı ölçü ve biçim ile tanıtmış olur. Parçanın düzgün çalışabilmesi ve işlevini yapabilmesi için yüzeylerin düzgün işlenmesi gerekir. Parçanın hangi tezgâhta yapılacağı, yüzey durumlarının hangi nitelikte olacağı, resimler üzerinde sembol, işaret ve kelimelerle bilgi olarak ifade edilmesi gerekir. Aksi takdirde imalat sonrası parçalar uyumlu bir şekilde çalışmaz ve uzun ömürlü olmaz.

Gelişen teknoloji ile birlikte insanların beklentisi de artmaktadır. Günümüzde artık performansı yüksek, sessiz çalışan ve ömrü daha uzun olan makineler kullanılmaktadır. Bunun için makine parçalarının çok hassas bir şekilde üretilmesi söz konusudur. Makine parçalarının üretimine geçmeden önce imalat resimleri, teknik resim kurallarına göre çizilmeli ve daha sonra çalışma şartlarına göre üzerlerine yüzey işaretleri mutlaka konulmalıdır. Yüzey işleme işaretleri **TS 2040** (Şubat 1999) standardına göre resimlere uygulanır.

#### 3.1.1. Yüzey İşleme İşaretleri (Sembol) Çeşitleri

- Esas sembol

Gösterilen ilgili yüzeye 60° eğimli farklı uzunluklarda iki çizgiden meydana gelir. Bu semboller tek başına “ele alınan, işlem gören yüzey” anlamında olup yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi vermez (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Esas sembol

- Talaş kaldırılan yüzey sembolü

Talaş kaldırma işlemi gerektiğinde esas sembole bir yatay çizgi eklenmelidir. Bu sembol sadece “talaş kaldırılan yüzey” anlamında olup yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi vermez (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Talaş kaldırılan yüzey sembolü

- Talaş kaldırılmayan yüzey sembolü

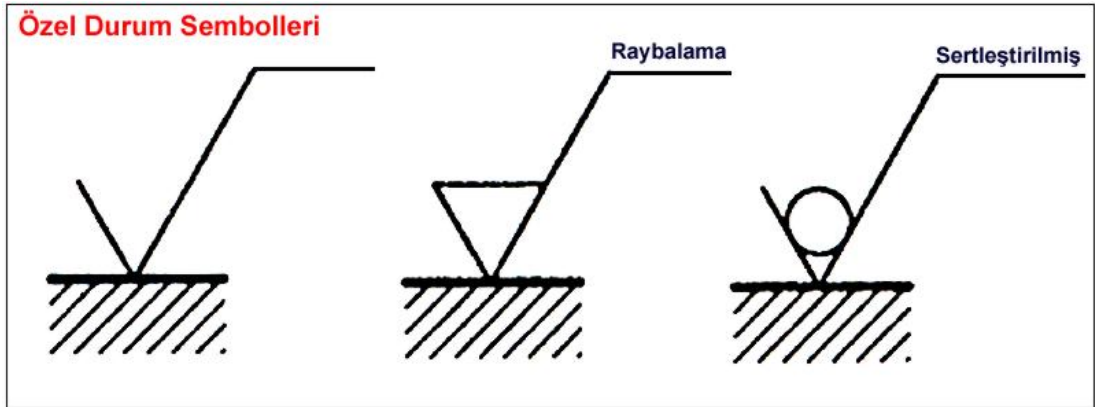
Bir talaş kaldırma işlemine izin verilmediğinde, esas sembolün içine bir daire eklenmelidir. Bu sembol aynı zamanda herhangi bir sebeple bağımsız olarak çalışan bir yüzeyin olduğu gibi kalmasını belirtmek için de kullanılabilir. Ancak herhangi bir bilgi vermez (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Talaş kaldırılmayan yüzey sembolü

- Özel durumlarda kullanılan sembol

Özel yüzey durumu bilgilerinin gösterilme zorunluluğu bulunduğu ilgili grafik sembollerin uzun koluna bir yatay çizgi eklenmelidir. Bu yatay çizgi üzerine yüzeye uygulanılacak özel işlemler (raybalama, raspalama, sertleştirme vb.) yazılır (Şekil 3.4).

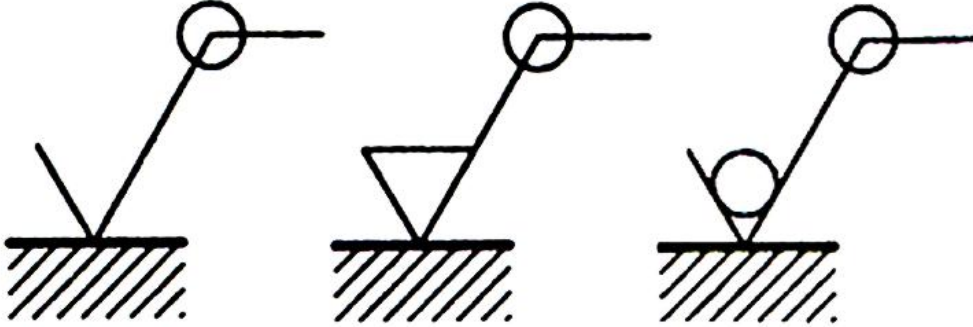


Şekil 3.4: Özel durum sembolleri

- Tüm yüzeylerin gösterilmesinde kullanılan sembol(işaret)

Bir parçanın bütün yüzeyleri aynı yüzey durumunu gerektirdiğinde, grafik sembollere bir daire eklenmelidir (Şekil 3.5).

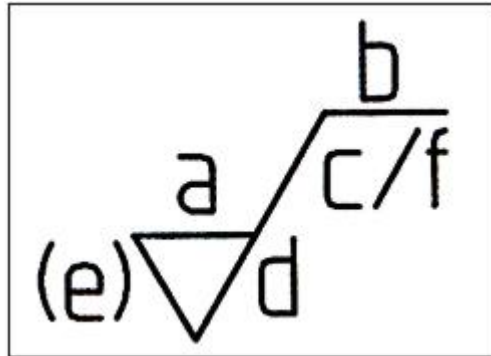
### Tüm Yüzey Sembolleri



Şekil 3.5: Tüm yüzey sembolleri

### 3.1.2. Yüzey İşleme İşaretlerinde Grafik Sembollere Eklenen Bilgiler

Yüzey durumlarına göre grafik sembole eklenilecek değişik bilgiler TS’de aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Grafik sembollere eklenen bilgiler

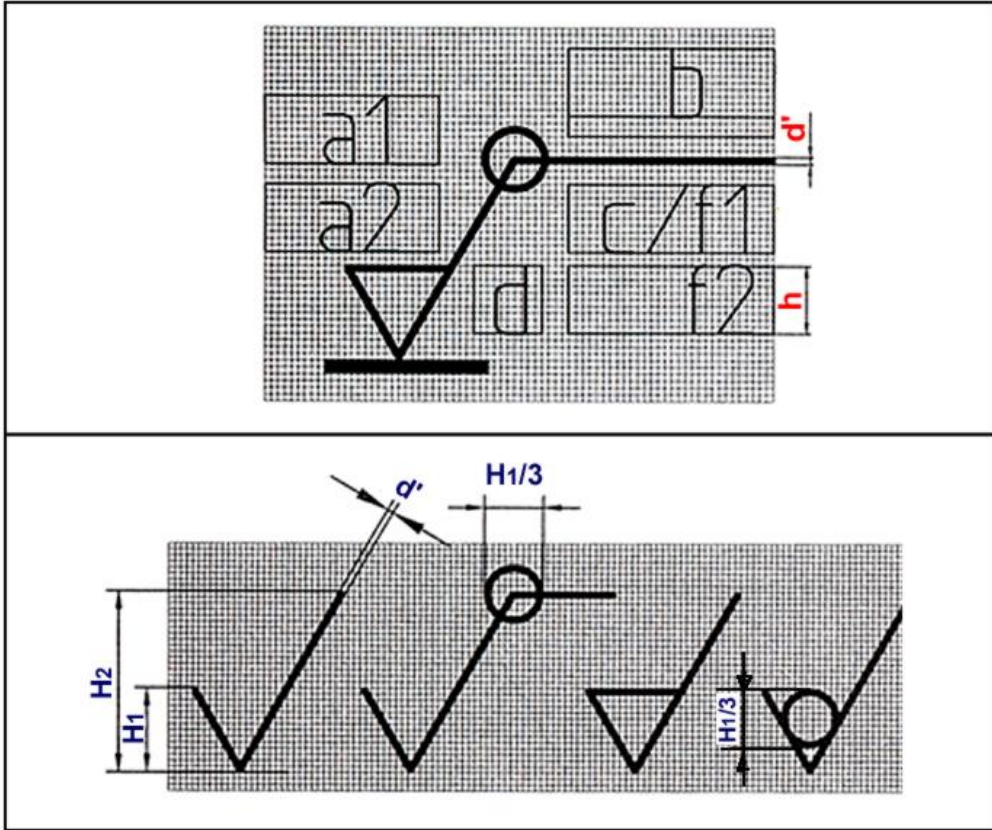
- **a:** Ra sembolüyle beraber  $\mu\text{m}$  cinsinden pürüzlülük değerleri veya  $\mu\text{m}$  cinsinden uygun değerleri ile birlikte pürüzlülük sembolleri.
- **b:** Üretim metodu, işleme, kaplama veya üretim işlemine ait diğer kurallar vb.
- **c:** İlgili sembole birlikte  $\mu\text{m}$  cinsinden dalgalılık veya mm cinsinden örnek uzunluğu (TS 6212 – ISO 4288)’e uygun olduğunda Ra, Ry ve Rz için bu değer çıkarılmalıdır.
- **d:** İşleme izlerinin yönü
- **e:** İşleme payı (ISO 10135)
- **f:** Ra’dan başka sembolü ile beraber  $\mu\text{m}$  cinsinden pürüzlülük değerleri



### 3.1.3. Yüzey İşleme İşaretlerinde Grafik Sembollerin Boyutları

Yüzey özelliklerini gösteren semboller, açıklamalar ve işleme izlerini gösteren semboller, parça boyutlarını gösteren yazı yüksekliği ( $h$ ) ve çizgi kalınlığı ( $d$ ) ile orantılıdır. Sembol çiziminde ve açıklamalarda aşağıdaki kurallar uygulanmalıdır.

Esas sembole yazılacak bilgilerin yeri ve büyüklükleri Şekil 3.7’de gösterildiği gibi olmalıdır.



Şekil 3.7: Grafik sembollerin boyutları

Esas sembole eklenecek işleme izlerine ait semboller, TS EN ISO 3098/1-2’ye göre B yazı tipinde dik ve büyük harflere uygun olmalıdır.

Grafik sembol boyutları Tablo 3.1’de görülen değerlere göre olmalıdır.

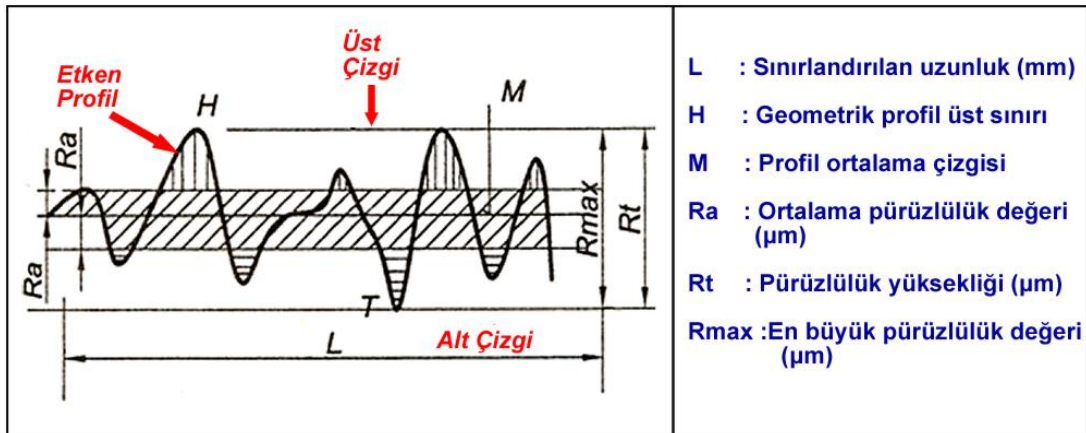
GRAFİK SEMBOLLERİN BOYUTLARI								
Rakam ve harf yüksekliği	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Sembolün çizgi kalınlığı	d'	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2,0
Yazının çizgi kalınlığı	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2,0
Sembol yüksekliği	H1	3,5	5	7	10	14	20	28
Sembol yüksekliği	H2	8	11	15	21	30	32	60

Tablo 3.1: Grafik sembollerin boyutları

### 3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Makine yapımında beraber çalışan yüzeylerin birbirine göre çalışma durumları yaptıkları görevler bakımından çok önemlidir. Birbiriyle sürterek çalışan yüzeylerin hassasiyet dereceleri makinenin çalışma sırasında makinenin randımanını etkiler. Yüzeyleri düzgün olmayan makine parçaları çalıştıkları yerlerde gürültülü çalışırlar ve çabuk yıpranırlar. Hassas ve amacına uygun işlenmiş parçalar ise uyumlu çalışır makinenin verimini artırır.

İmalatta meydana gelen parçanın yüzeyindeki şekil ve dalgalanmalara **pürüzlülük** adı verilir. Pürüzlülük değeri parça üzerinden **profilmetre** denilen bir cihazla  $\mu\text{m}$  olarak bulunur. Şekil 3.8'de parçanın yüzeyindeki şekil ve dalgalanmalar görülmektedir.



Şekil 3.8: Parça yüzeyindeki şekil ve dalgalanmalar

### 3.2.1 Pürüzlülük Değerleri ve Pürüzlülük Sınıf Numaraları

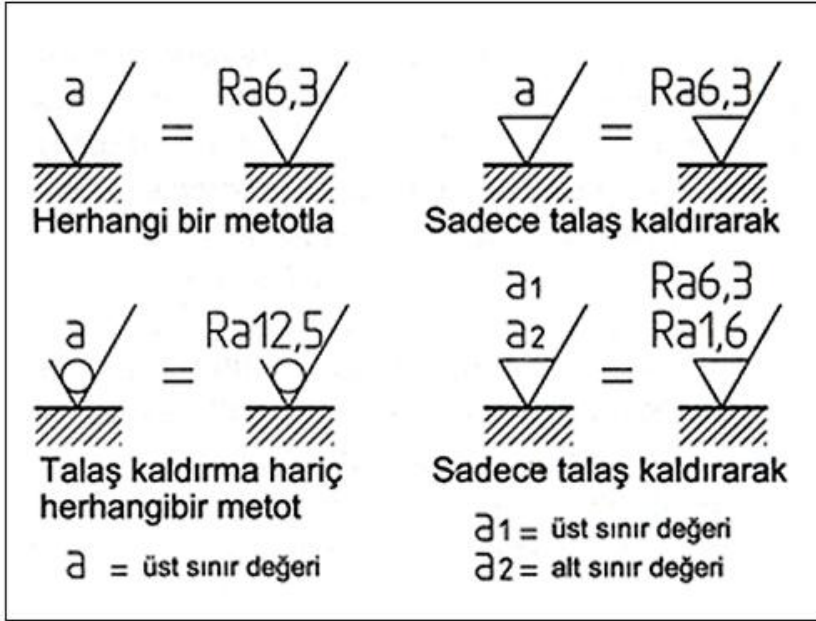
İmalat sonrası parça yüzeylerinin tamamı aynı özelliklerde olmayabilir. Maliyetin artmaması için yüzeyler, gerektiği kadar düzgün ve pürüzsüz olmalıdır. Uygulamalarda farklılıkları önlemek için yüzey kaliteleri standart hâle getirilmiştir ve ISO 1302/1992 ve TS 2040/Şubat 1999’la açıklanmıştır. Bu standartlara göre 12 çeşit yüzey kalitesi belirlenmiştir. **Ra** aritmetik ortalama pürüzlülük değerlerine karşı gelen pürüzlülük sınıf numaraları Tablo 3.2’de görülmektedir.

-Ra pürüzlülük değeri		Pürüzlülük sınıf numarası
$\mu\text{m}$ (mikro metre)	$\mu\text{in}$ (mikro inç)	
50	2000	N12
25	1000	N11
12,5	500	N10
6,3	250	N9
3,2	125	N8
1,6	63	N7
0,8	32	N6
0,4	16	N5
0,2	8	N4
0,1	4	N3
0,05	2	N2
0,025	1	N1

Tablo 3.2: Ra pürüzlülük değerine göre pürüzlülük sınıf numaraları

### 3.2.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Gösterilmesi

Pürüzlülük değerlerinden olan Ra aritmetik ortalama sapma değeri şekil 3.6’da verilen ilgili sembolün “a” ile gösterilen alanında şekil 3.9’daki gibi açıklanır.



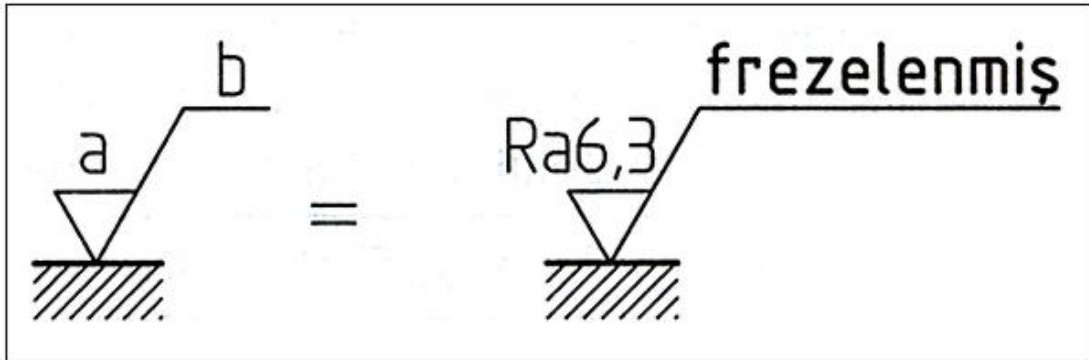
Şekil 3.9: Yüzey pürüzlülüğünün gösterilmesi

### 3.2.3. İmalat Metodunun Belirtilmesi

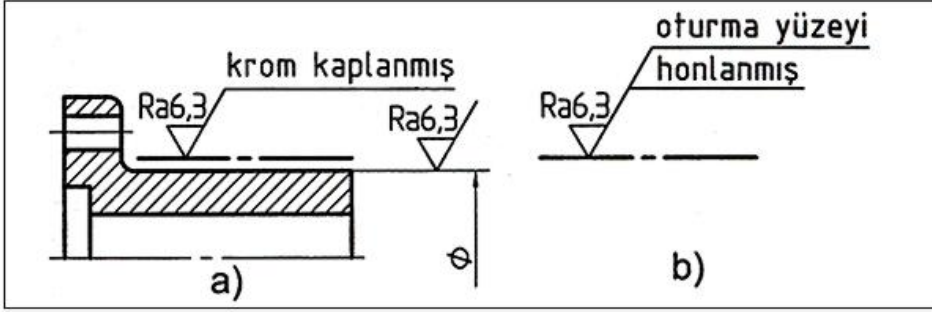
İmalat metodu, işleme, kaplama veya imalat işlemine ait diğer kurallar ilgili sembolün “b” ile gösterilen alanına yazılır.

İstenen yüzey durumu belli bir imalat metoduyla elde edilmek mecburiyetinde olduğunda, bu metot, grafik sembolün uzun koluna eklenen yatay çizginin üzerine sonu “-miş” ekiyle biten kelimelerle belirtilir. Örneğin; **tornalanmış, frezelenmiş, kromlanmış vb.** (Şekil 3.10).

Yazının yazılması için yeterli yer olmadığında yatay çizginin üzerine bir çizgi daha çizilebilir (Şekil 3.11).



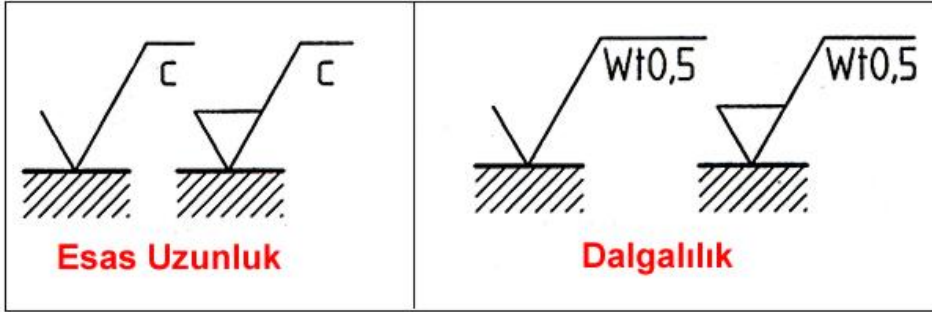
Şekil 3.10: İmalat yönteminin belirtilmesi



Şekil 3.11: İmalat yönteminin belirtilmesi (ilave yazı gerektiğinde)

### 3.2.4 Esas Uzunluk ve Dalgahlığın Belirtilmesi

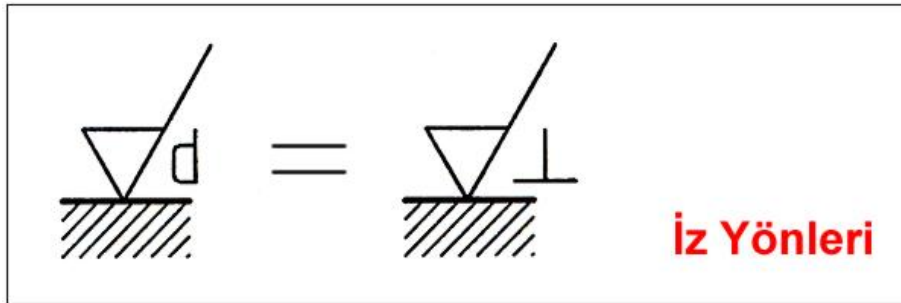
İlgili sembolle birlikte dalgahlık ( $Wt$ ) ve örnek uzunluk (kontrol esas ) değeri ( $L$ ), sembolün “c” ile gösterilen alanına yazılır. Esas uzunluk değerleri TS 6212'ye göre 0,08 – 0,80 – 8 – 0,25 – 2,5 ve 25 mm serilerinden biri olarak seçilir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Esas uzunluk ve dalgahlığın belirtilmesi

### 3.2.5. Yüzey Yapılışına Ait Özelliklerin Gösterilmesi

İşlemeyle meydana gelen yüzeyin yapılışını ve özellikle izlerin doğrultusunu belirtmek gerektiğinde ilgili sembol, yüzey durumu sembolünün “d” alanına yazılmalıdır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Yüzey yapılışına göre özelliklerin belirtilmesi

Standartlara göre izlerin şekil ve yönlerini belirtmek üzere kullanılan semboller (paralel, dik, çapraz vb. ) ve gerekli açıklamalar şekil 3.14'te verilmiştir.

Normal Yüzeylerin Yapılışlarına Ait Grafik Semboller					
Sembol	Açıklama	Örnek	Sembol	Açıklama	Örnek
=	Sembolun uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine paralel izler.		⊥	Sembolun uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine dik izler.	
X	Sembolun uygulandığı görünüşün iz düşüm düzlemine her iki doğrultuda eğik ve çapraz izler.		M	Çok doğrultulu izler.	
C	Sembolun uygulandığı yüzeyin merkezine göre yaklaşık daire şekilli izler.		R	Sembolun uygulandığı yüzeyin merkezine göre yaklaşık radyal izler.	
P	Nokta izi, doğrultusuz veya çukurlu.... (Kumlama vb.)		Bu sembollerin açık olarak açıklamadığı bir yüzey yapılışının gösterilmesi gerektiğinde, bu durum teknik resimde bir not ile tarif edilmelidir.		

Şekil 3.14: Yüzey işleme işaretleri (semboller)

### 3.2.6. Yüzey İşleme Paylarının Gösterilmesi

Özellikle döküm ve dövme işlemleriyle elde edilen parçalarda işlenecek aşırı kalınlık değerinin belirtilmesi gerektiğinde bu değer ilgili sembolün “e” ile gösterilen yerine mm cinsinden şekil 3.15'te görüldüğü gibi yazılmalıdır.

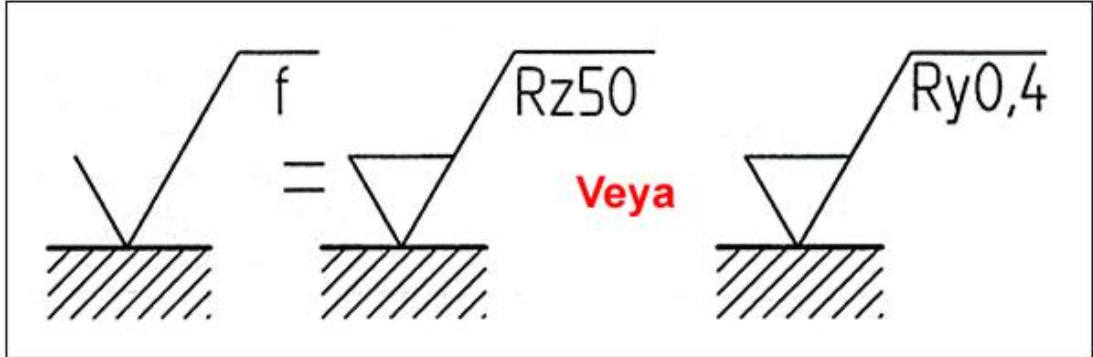


Şekil 3.15: Yüzey işleme payları

### 3.2.7. Diğer Yüzey Pürüzlülüklerinin Belirtilmesi

Ra'dan başka yüzeylerin diğer pürüzlülük değerleri sembolüyle birlikte  $\mu\text{m}$  cinsinden ilgili sembolün "f" ile gösterilen alanına yazılır (Şekil 3.16).

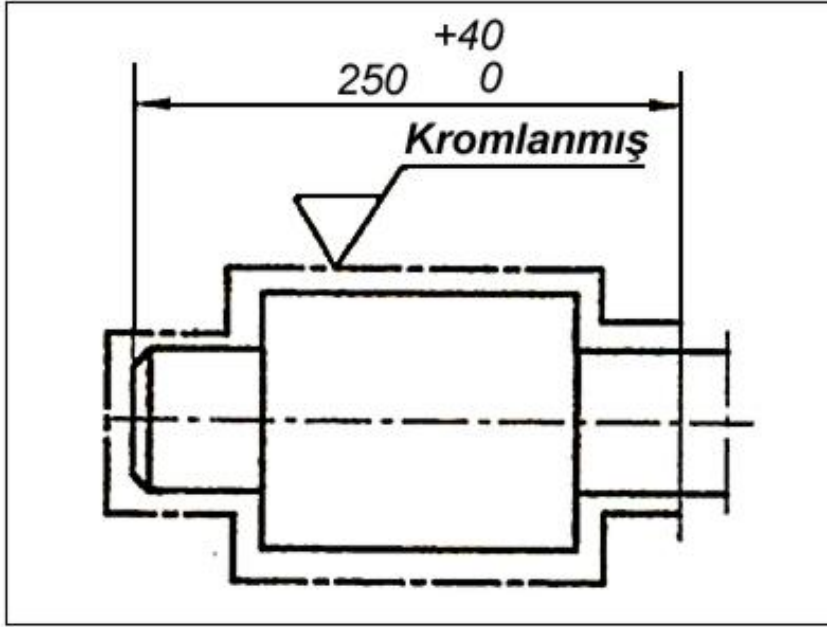
Rg, Rz, Rp vb. değerler bu alana yazıldığı gibi "a" alanına yazılabileceği ilgili standartta belirtilmektedir.



Şekil 3.16: Diğer yüzey pürüzlülüklerinin belirtilmesi

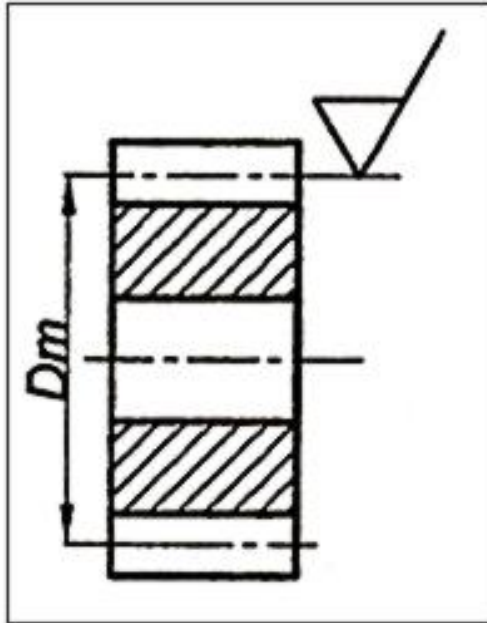
### 3.3. Özel İşlem Görmüş Yüzeylerin Resimde Gösterilmesi

Özel işlem göreceğ yüzeyler noktalı kesik kalın çizgi ile belirtilir. Üzerine kromlanmış, boyanmış vb. gibi işlem türleri ölçüleri ile belirtilir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Özel işlem görmüş yüzeyler – I

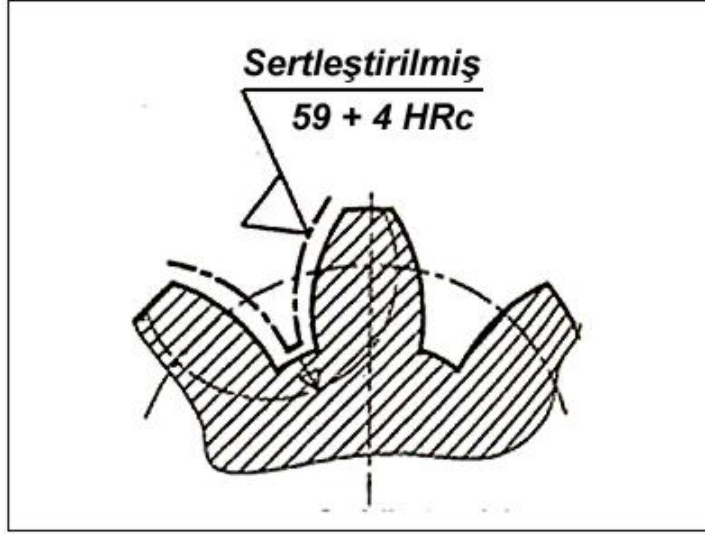
Dişli çarkların yüzeylerine yüzey pürüzlülük değerleri, dişli çarkın ortalama çapı ( $D_m$ ) üzerine konur (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Özel işlem görmüş yüzeyler – II

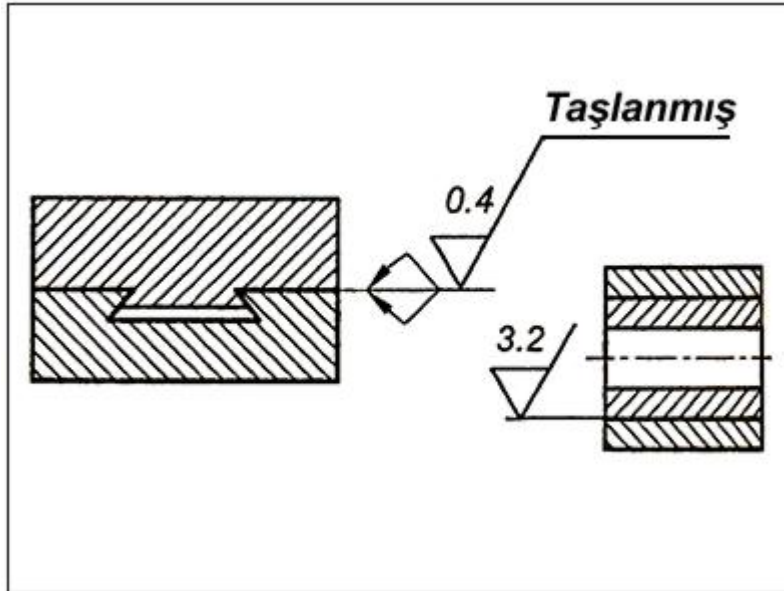


Dişli çarkların diş yüzeyleri sertleştirilecek veya ek işlem görecektir ise aynı şekilde sertleştirilmiş, taşlanmış vb. yazılır. Sertlik derecesi HRc (Hardned Rockwell sertliği) yazılır (Şekil 3.19).



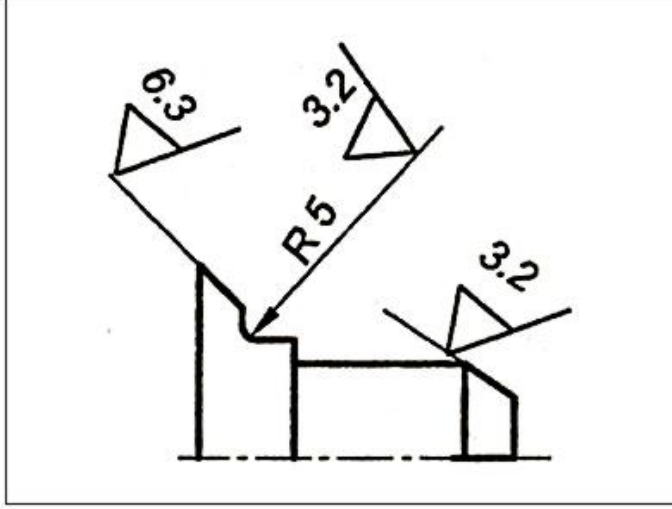
Şekil 3.19: Özel işlem görmüş yüzeyler – III

Montaj parçalarının beraber çalışan yüzeyleri aynı yüzey kalitesi ile işleneceğinden Şekil 3.20’de gösterildiği gibi yazılır.



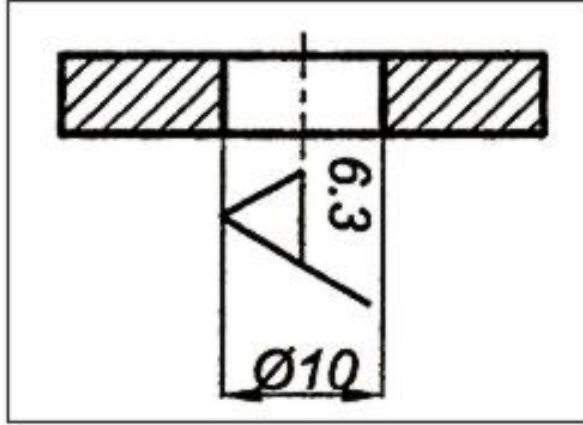
Şekil 3.20: Özel işlem görmüş yüzeyler

Bir resim açı ve yaylı ölçülendirmeler varsa yüzey pürüzlülük değerleri açı çizgilerinin veya yay ölçü çizgisinin üzerine konulabilir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21: Özel işlem görmüş yüzeyler – V

Parça üzerine sığmayan yüzey pürüzlülük sembol işaretleri ölçü bağlama çizgisi üzerine dışarıya çıkarılarak konabilir (Şekil 3.22).

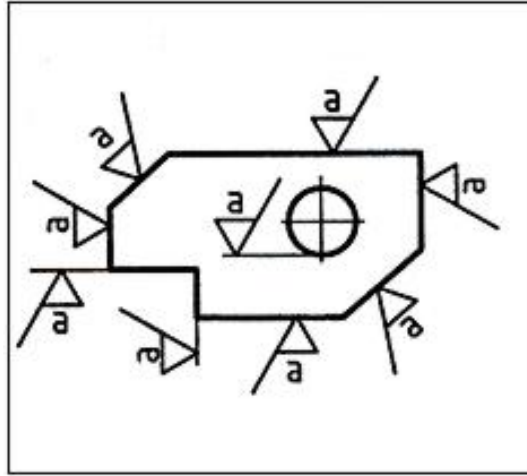


Şekil 3.22: Özel işlem görmüş yüzeyler – VI

### 3.4. Yüzey İşleme İşaretleri

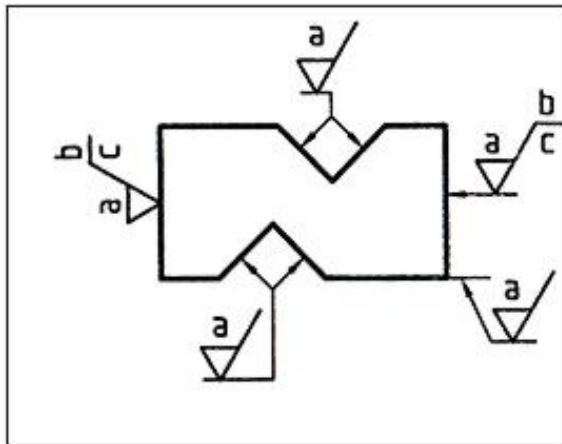
Şekiller üzerinde yüzey işleme işaretlerinin düzenlenmesi, teknik resmin alt veya sağ tarafından bakılarak okunabilecek şekilde ilgili ölçülendirmeyle birlikte ele alınmalıdır. Burada uyulması gereken kurallar TS 11397 ve TS11398’de şu şekilde açıklanabilir.

Semboller, doğrudan yüzeyi gösteren veya uzantı çizgisi üzerine sivri tarafı yüzeye dönük şekilde parçanın dış tarafına, delikler de ise iç yüzeyi gösterecek şekilde uygun bir yere konur (Şekil 3.23).



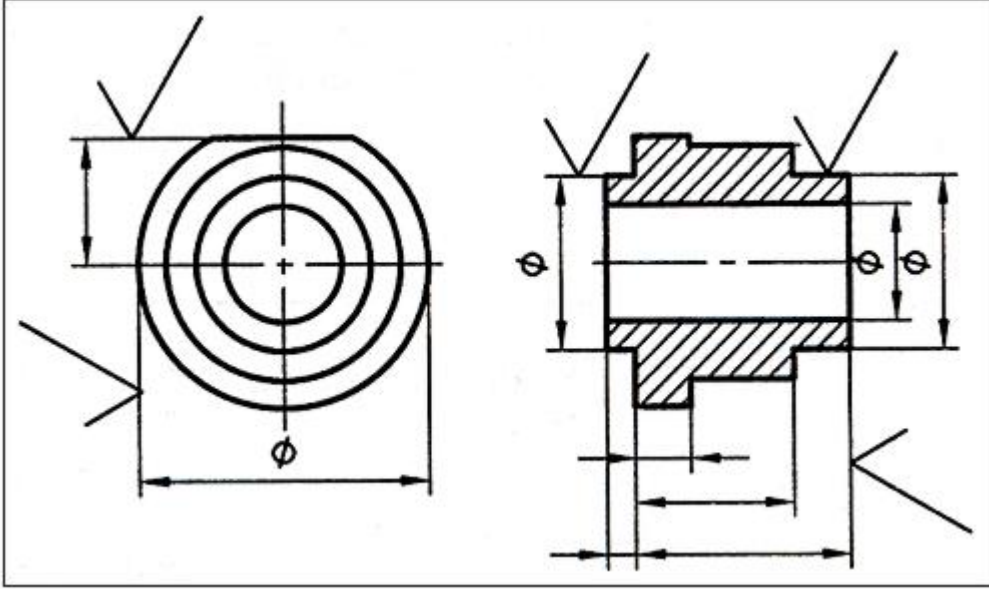
Şekil 3.23: Yüzey işleme işaretleri – I

Gerektiğinde sembol, okla son bulan bir kılavuz çizgiyle yüzeye bağlanabilir. Kılavuz çizgi birden fazla yüzeyi gösterebilir (Şekil 3.24).



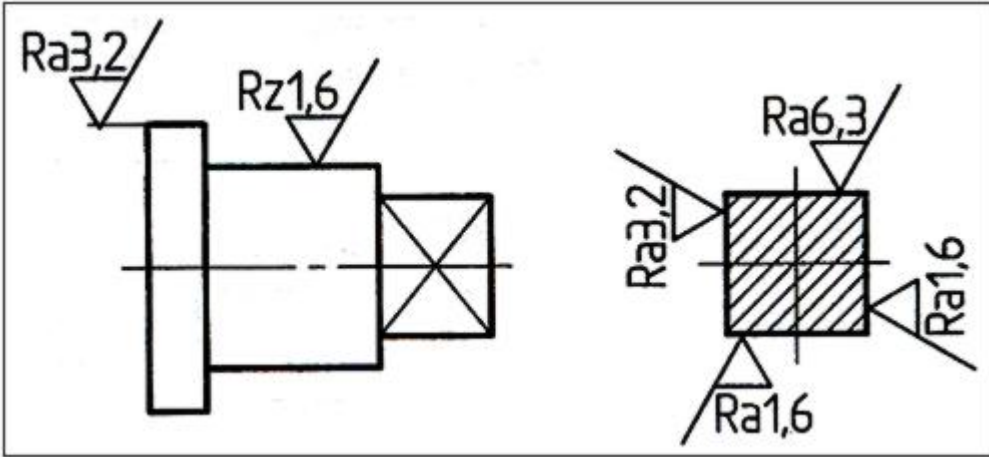
Şekil 3.24: Yüzey işleme işaretleri – II

Grafik sembol belirli bir yüzey için sadece bir defa kullanılmalı ve mümkünse yüzeyin büyüklüğünün ve konumunun ölçülendirildiği aynı görünüşte olmalıdır (Şekil 3.25).



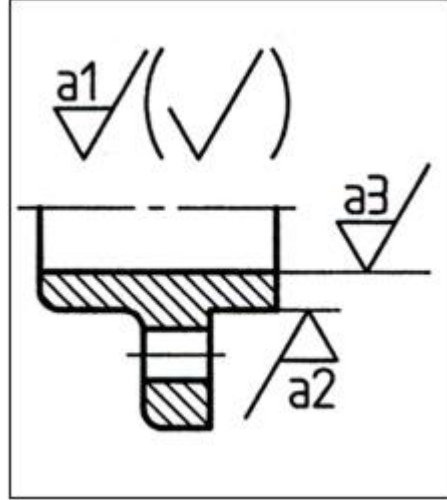
Şekil 3.25: Yüzey işleme işaretleri – III

Simetri eksenini olan prizmatik ve silindirik parçalara ait yüzeylerde, sembol bir defa belirtilmelidir. Farklı bir yüzey durumu gerektiğinde veya özel bilgiler verilmediğinde her prizmatik yüzey ayrı ayrı gösterilmelidir (Şekil 3.26).



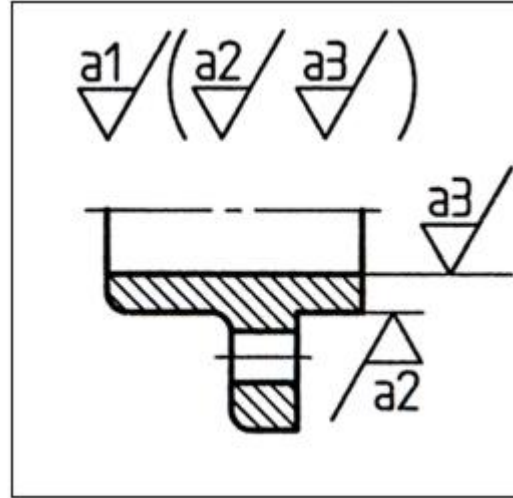
Şekil 3.26: Yüzey işleme işaretleri – IV

Bir parçanın yüzeylerinin büyük çoğunluğu için aynı yüzey durumu istendiğinde, bu yüzey durumuna uygun genel grafik sembolü, parantez içine yerleştirilen diğer bilgilerin verilmediği bir esas sembolle belirtilir (Şekil 3.27).



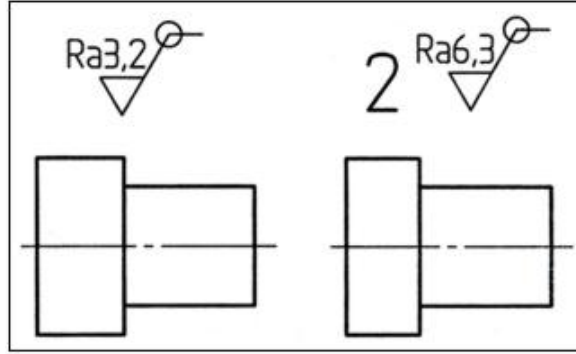
Şekil 3.27: Yüzey işleme işaretleri – V

Parantez içine yerleştirilen farklı yüzey durumu ya da durumlarına ait grafik sembol veya semboller birbirini takip etmelidir (Şekil 3.28).



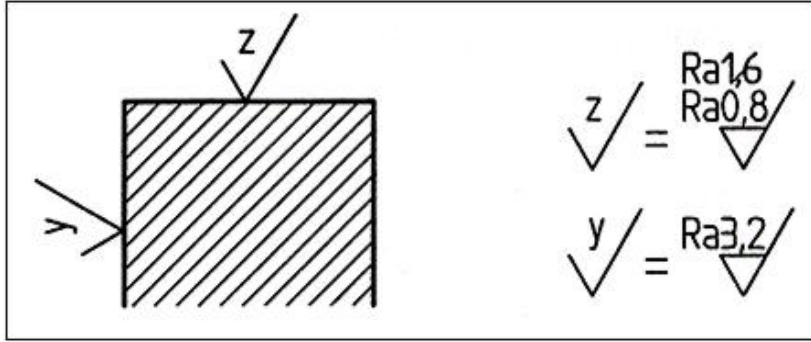
Şekil 3.28: Yüzey işleme işaretleri – VI

Parçanın tüm yüzeyleri için aynı kalite istendiğinde sembole bir daire eklenmelidir. Bu sembol parçanın görünüşünün üst tarafına, yazı alanının yakınına veya genel bilgilerin yazılması için ayrılmış yere konur (Şekil 3.29).



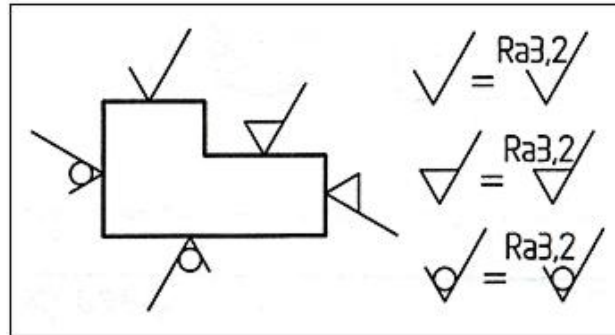
Şekil 3.29: Yüzey işleme işaretleri – VII

Birçok özelliği taşıyan, bir veya birden çok yüzeyi belirtmek için kullanılan semboller, yer darlığı veya karmaşık gösterimlerin tekrarından kaçınmak için parça yüzeyleri üzerinde sadeleştirilmiş bir belirtme yapılabilir. Ancak bu belirtmenin anlamı parça resminin yanında, yazı alanını yakınında veya genel bilgilere ait alanda açıklanmalıdır (Şekil 3.30).



Şekil 3.30: Yüzey işleme işaretleri – VIII

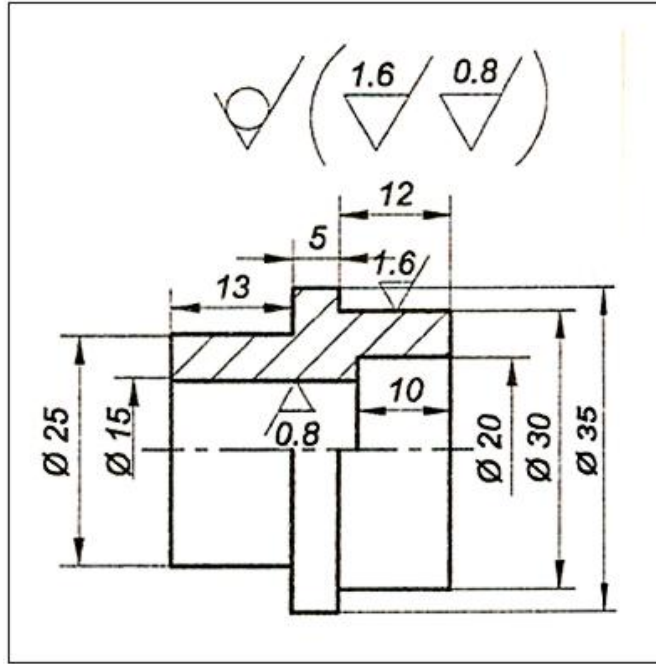
Parçanın bazı değişik yüzeyleri aynı ise ilgili grafik sembol yüzey üzerine konur ve bunun anlamı teknik resimde uygun bir yerde açıklanır (Şekil 3.31).



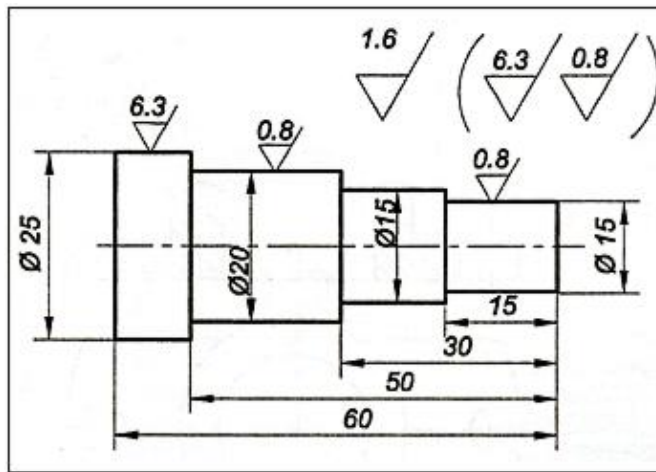
Şekil 3.31: Yüzey işleme işaretleri – IX

### 3.5. Parça Resmi Üzerinde Yüzey İşleme İşaretlerinin Gösterilmesi

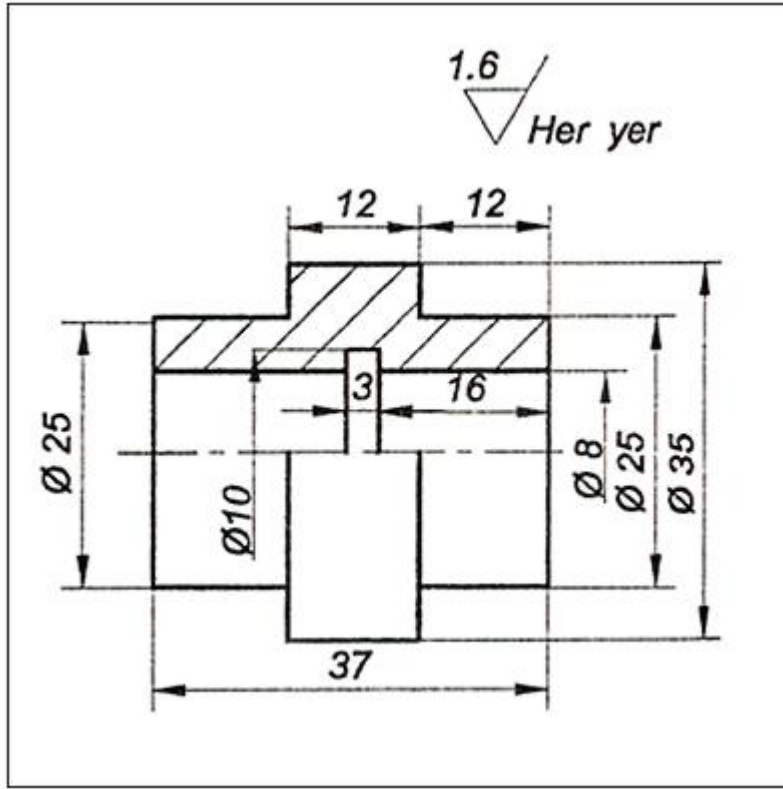
Makine imalatında resmin doğru, anlaşılır bir biçimde çizilmesinin ve eksiksiz ölçülendirme yapılmasının ne derece önemli olduğunu artık biliyoruz. Çizilen resme, yüzey işleme işaretlerinin doğru olarak ilave edilmesinin de en az diğer faktörler kadar önemli olduğunu unutmamak gerekir. Şekil 3.32'den Şekil 3.35'e kadar çizilen parçalarda yüzey işleme işaretlerinin verilmesi görülmektedir.



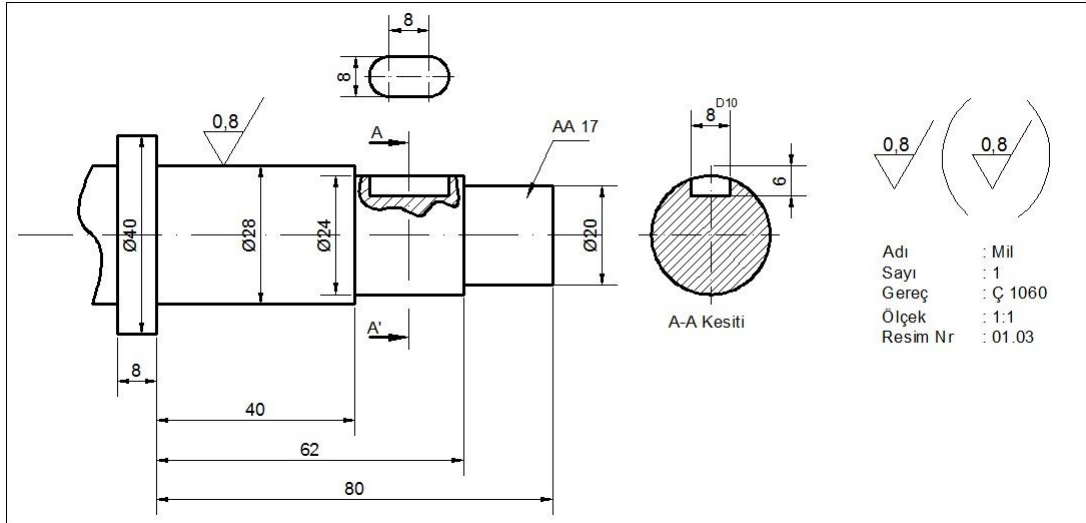
Şekil 3.32: Yüzey işleme işaretleri örnek parça – 1



Şekil 3.33: Yüzey işleme işaretleri örnek parça – 2



Şekil 3.34: Yüzey işleme işaretleri örnek parça – 3

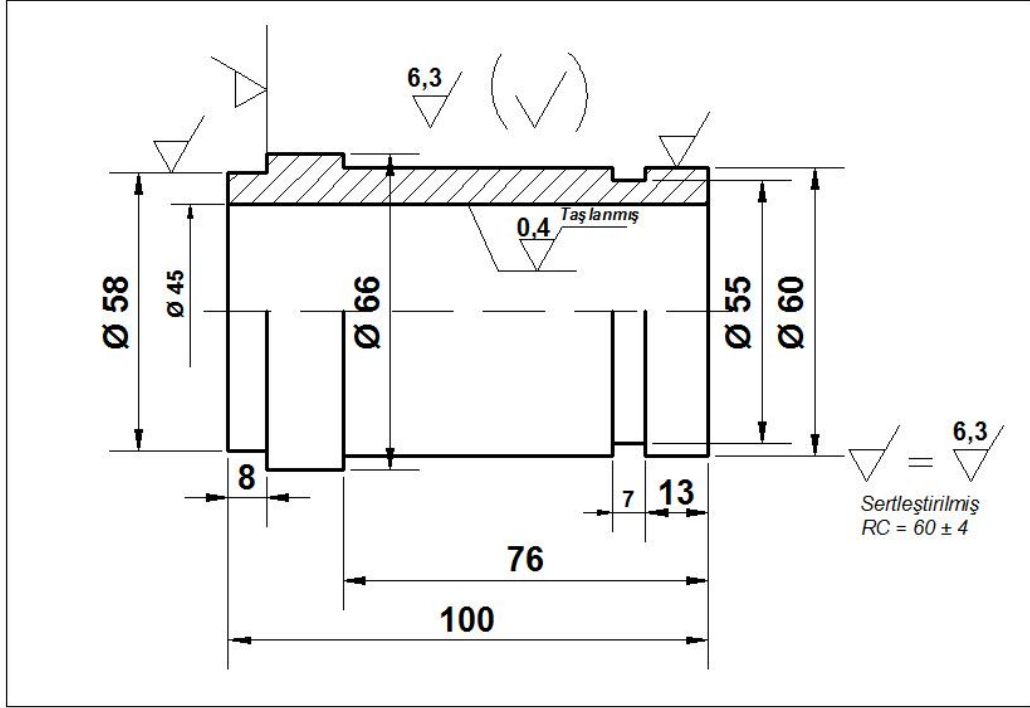


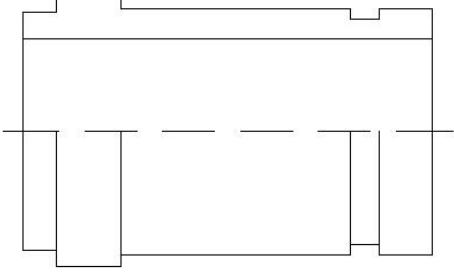
Şekil 3.35: Yüzey işleme işaretleri örnek parça – 4

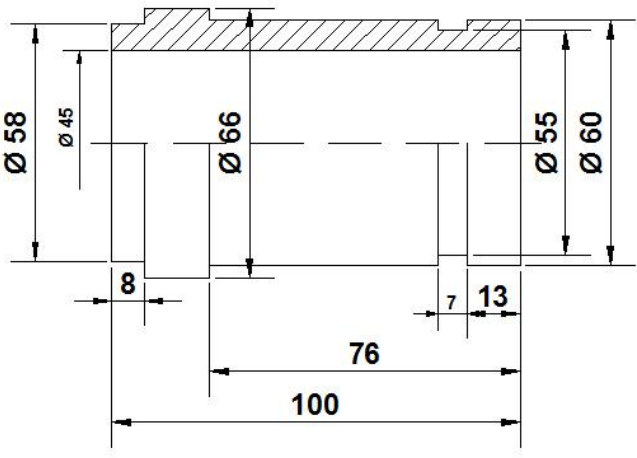
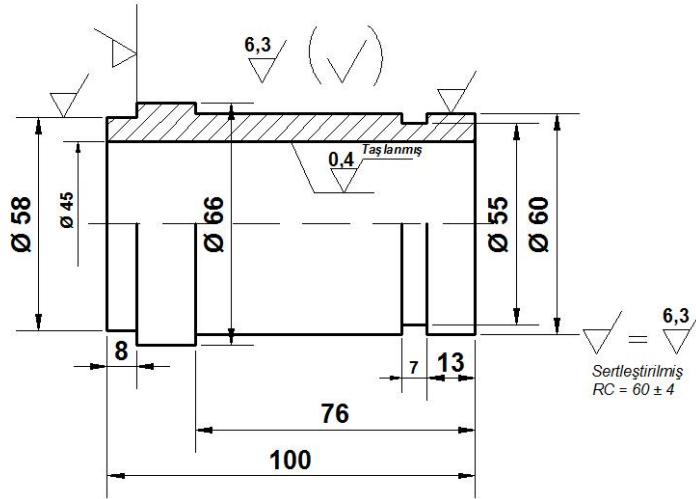


## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen uygulama resmini A4 teknik resim kâğıdına çiziniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Antetli A4 resim kâğıdına yukarıda verilen parçanın resmini ince çizgilerle çiziniz.</p>	 <p>➤ A4 resim kâğıdında temizlik ve düzene dikkat ediniz. ➤ Çizgi kalınlıklarına dikkat ediniz. ➤ Resim çizim araç ve gereçlerini tekniğine uygun olarak kullanınız.</p>

<p>➤ Parça resmini çizdikten sonra ölçülendirme yapınız.</p>	
<p>➤ Ölçülendirme işlemi bittikten sonra yüzey işleme işaretlerini çiziniz ve resmin ilgili kenarlarını koyulaştırarak çizimi tamamlayınız.</p>	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Resmi teknik resim kurallarına uygun çizdiniz mi?		
2. Ölçülendirmelerini yaptınız mı?		
3. Resim üzerine yüzey işleme işaretlerini koydunuz mu?		
4. Yüzey pürüzlülük değerlerini gerekli yerlere yerleştirdiniz mi?		

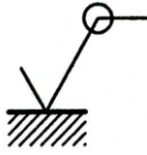
## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

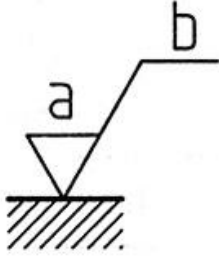
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

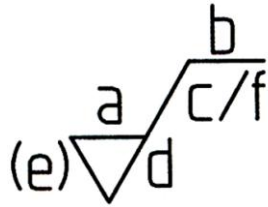
1. Aşağıdakilerden hangisi makine parçalarının imalatında meydana gelen parçanın yüzeyindeki şekil ve dalgalanmalara denir?  
A) Tolerans  
B) Alıştırma  
C) Pürüzlülük  
D) Parlaklık
2. Ortalama pürüzlülük değeri aşağıdakilerden hangisi ile gösterilir?  
A) AT  
B) OPT  
C) Ra  
D) Ort



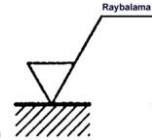

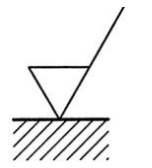
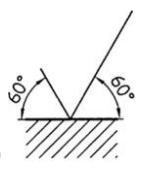
3. Yandaki pürüzlülük sembolü aşağıdakilerden hangisine aittir?  
A) Talaş kaldırılan yüzey sembolüdür.  
B) Talaş kaldırılmayan yüzey sembolüdür.  
C) Özel durumlarda kullanılan yüzey sembolüdür.  
D) Tüm yüzeylerde kullanılan yüzey sembolüdür.
4. Aşağıdakilerden hangisi yüzey işleme sembollerinden birisi **değildir**?  
A) Talaş kaldırılan yüzey sembolü  
B) Tolerans sembolü  
C) Esas sembol  
D) Tüm yüzey sembolü



5. Yanda verilen yüzey işleme işaretinde “b” ile gösterilen kısımda aşağıdaki özelliklerden hangisi belirtilir?
- A) Esas uzunluk ve dalgalılık  
B) Yüzey işleme payı  
C) Pürüzlülük değeri  
D) İmalat yöntemi
6. Yüzey pürüzlülüğüne göre belirtilen yüzey kalitesi çeşidi sayısı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 12  
B) 13  
C) 15  
D) 20
7. Özel işlem görmüş yüzeyler resim üzerinde aşağıdakilerden hangisi ile gösterilir?
- A) Noktalı kesik kalın çizgi ile  
B) Noktalı kesik ince çizgi ile  
C) Resim kenar çizgisinin üzerine yazılarak  
D) Resim için hazırlanan antet kısmına yazılarak
8. Çizilen bir resmin tüm yüzeyleri aynı kalitede işlenecekse aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?
- A) Bazı yüzeylere yüzey işareti koymak yeterlidir.  
B) Resmin üst kısmındaki boş bir yere “her yer” yazıp yanına işareti koymak yeterlidir.  
C) Tüm yüzeylere işaret konulmalıdır.  
D) Resmin üst kısmına konulan bir sembol üzerine daire eklenmelidir.

9.  Yandaki şekilde verilen esas sembolde “d” harfinin olduğu yere aşağıdakilerden hangisi yazılmalıdır?

- A) Pürüzlülük değeri ( $\mu\text{m}$  cinsinden)  
B) İşlenecek yüzey (mm cinsinden)  
C) Üretim metodu  
D) İşleme izlerinin yönü
10. Aşağıda verilen yüzey işaretlerinden hangisi özel durumlarda kullanılan sembolü ifade eder?

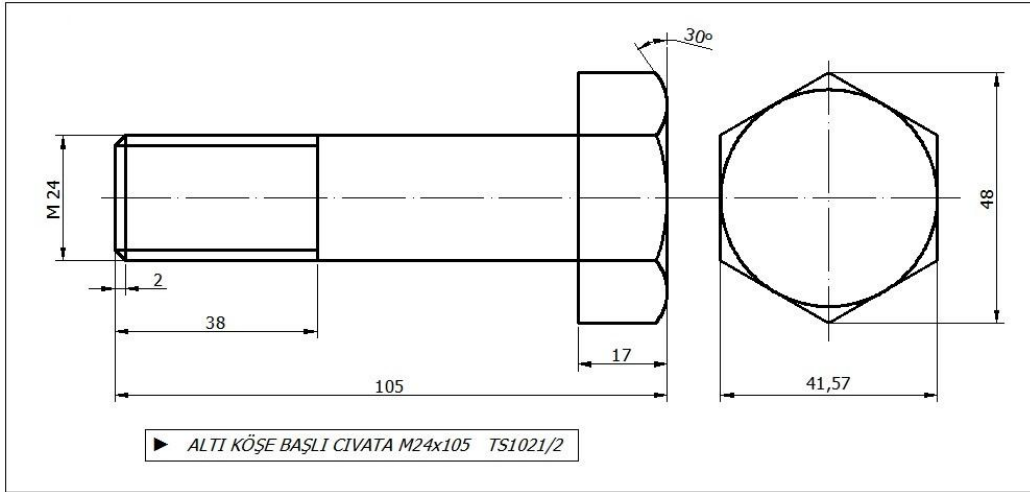
- A)   
B)   
C)   
D) 

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

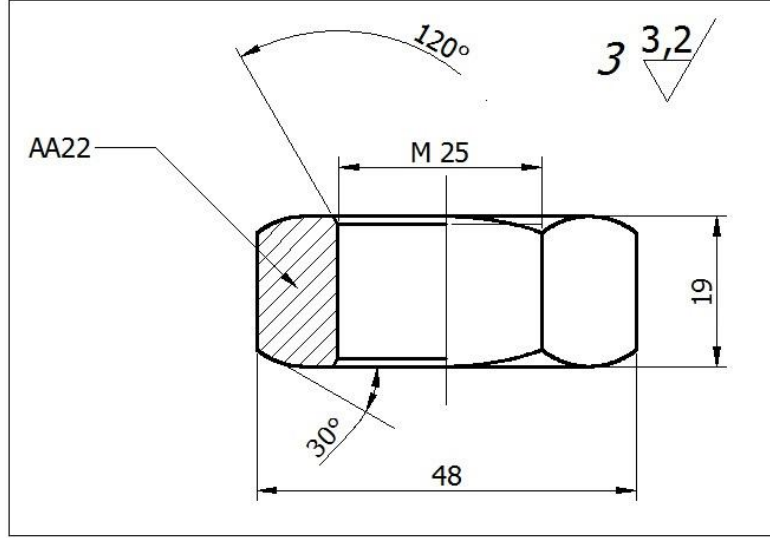
# MODÜL DEĞERLENDİRME

1. Aşağıda verilen altı köşe başlı cıvata resmini A4 teknik resim kâğıdına çiziniz ve ölçülendirmesini yapınız.



Değerlendirme Ölçütleri		Evvet	Hayır
1.	A4 teknik resim kâğıdını çizim masasına doğru bağladınız mı?		
2.	Teknik resim araç ve gereçlerini çizime başlamadan önce hazırladınız mı?		
3.	A4 teknik resim kâğıdına çizeceğiniz resimlerin yerleşim planını yaptınız mı?		
4.	M24x105 cıvatasının ölçülerini belirleyebildiniz mi?		
5.	Parça resimlerini oluştururken öncelikle ince çizgilerle çalıştınız mı?		
6.	Cıvata pah merkezlerini belirleyerek ve doğru bir biçimde çizebildiniz mi?		
7.	Parçaların ölçülerini doğru, uygun ve eksiksiz olarak çizebildiniz mi?		
8.	Resmi ölçüldirebildiniz mi?		
9.	Resimde çizimin köşe birleşim yerlerini doğru olarak çizebildiniz mi?		
10.	Resmin koyulaştırmasını yapabildiniz mi?		
11.	Çizgi kalınlıklarını, rakamları vb. standartlara uygun çizebildiniz mi?		
12.	Antet kısmındaki yazı alanını ve parça listesini eksiksiz ve doğru çizip doldurabildiniz mi?		
13.	Resmi temiz olarak çizebildiniz mi?		

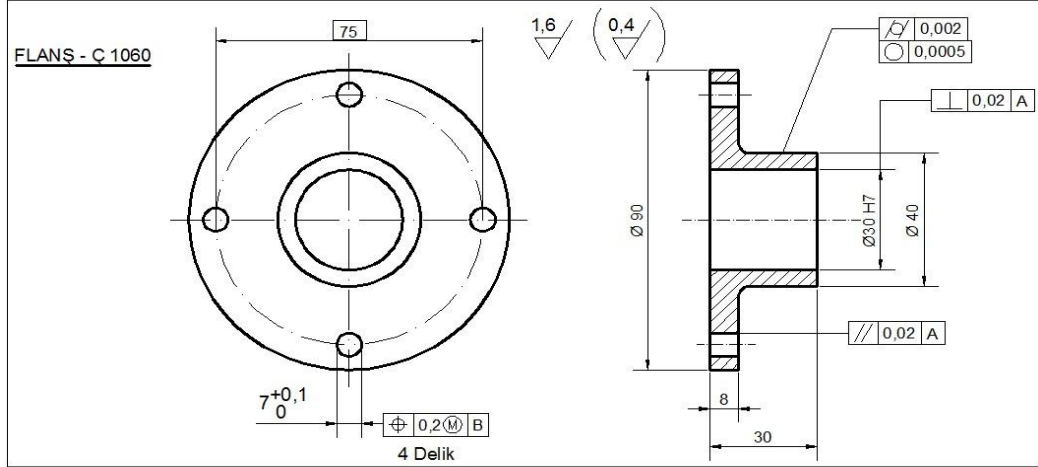
2. Aşağıda verilen somun resmini A4 teknik resim kâğıdına çiziniz ve ölçülendirmesini yapınız.



Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. A4 teknik resim kâğıdını çizim masasına doğru bağladınız mı?		
2. Teknik resim araç gereçleri çizime başlamadan önce hazırladınız mı?		
3. A4 teknik resim kâğıdına çizeceğiniz resimlerin yerleşim planını yaptınız mı?		
4. M25 somununun ölçülerini belirleyebildiniz mi?		
5. Parça resimlerini oluştururken öncelikle ince çizgilerle çalıştınız mı?		
6. Somun pah merkezlerini belirleyerek ve doğru bir biçimde çizebildiniz mi?		
7. Parçaların ölçülerini doğru, uygun ve eksiksiz olarak çizebildiniz mi?		
8. Resmi ölçülebildiniz mi?		
9. Resimde çizimin köşe birleşim yerlerini doğru olarak çizebildiniz mi?		
10. Resmin koyulaştırmasını yaptınız mı?		
11. Çizgi kalınlıklarını, rakamları vb. standartlara uygun çizebildiniz mi?		
12. Antet kısmındaki yazı alanını ve parça listesini eksiksiz ve doğru çizip doldurabildiniz mi?		
13. Resmi temiz olarak çizebildiniz mi?		



14. Aşağıda verilen flanş resmini A4 teknik resim kâğıdına çiziniz ve ölçülendirmesini yapınız. Parça üzerinde verilen boyut, şekil ve konum toleranslarını veriniz. Yüzey işleme işaretlerini belirterek çizimi tamamlayınız.



Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	A4 teknik resim kâğıdını çizim masasına doğru bağladınız mı?		
2.	Teknik resim araç ve gereçlerini çizime başlamadan önce hazırladınız mı?		
3.	A4 teknik resim kâğıdına çizeceğiniz resimlerin yerleşim planını yapabildiniz mi?		
4.	Parça resimlerini oluştururken öncelikle ince çizgilerle çalıştınız mı?		
5.	Parçaların ölçülerini doğru, uygun ve eksiksiz olarak çizebildiniz mi?		
6.	Resmi ölçülebildiniz mi?		
7.	Sayısal toleransları resim üzerinde gösterebildiniz mi?		
8.	Resim üzerine sayısal toleransları verebildiniz mi?		
9.	Şekil ve konum toleranslarını resimde gösterebildiniz mi?		
10.	Resmin koyulaştırmasını yaptınız mı?		
11.	Çizgi kalınlıklarını, rakamları vb. standartlara uygun çizdiniz mi?		
12.	Antet kısmındaki yazı alanını ve parça listesini eksiksiz ve doğru çizip doldurabildiniz mi?		
13.	Resmi temiz olarak çizebildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	B
5	D
6	C
7	B
8	A
9	C
10	D
11	B
12	D
13	A
14	A
15	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	B
3	C
4	A
5	D
6	C
7	A
8	A
9	D
10	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	D
4	B
5	D
6	A
7	A
8	D
9	D
10	A

## KAYNAKÇA

- BAĞCI Mustafa, **Makine Teknik Resmi**, Milli Eğitim Yayınevi, 1.Baskı, İstanbul, 1981.
- KARAGÖZ Yaşar, **Uygulamalı Teknik Çizim**, Ege Üniversitesi Basımevi, 7. Baskı, Bornava-İzmir, 2003.
- KÜÇÜK Mehmet, **Teknik Resim**, Milli Eğitim Yayınevi, 2. Baskı, İstanbul, 2002.
- ÖZÇİLİNGİR Nail, İ.Zeki ŞEN, **Meslek Resmi**, Ege Reklâm Basım Sanatları Tesisleri, 3. Baskı, İstanbul, 2004.
- ÖZÇİLİNGİR Nail, İ.Zeki ŞEN, **Teknik Resim**, Ege Reklâm Basım Sanatları Tesisleri, 2. Baskı, İstanbul, 2003.