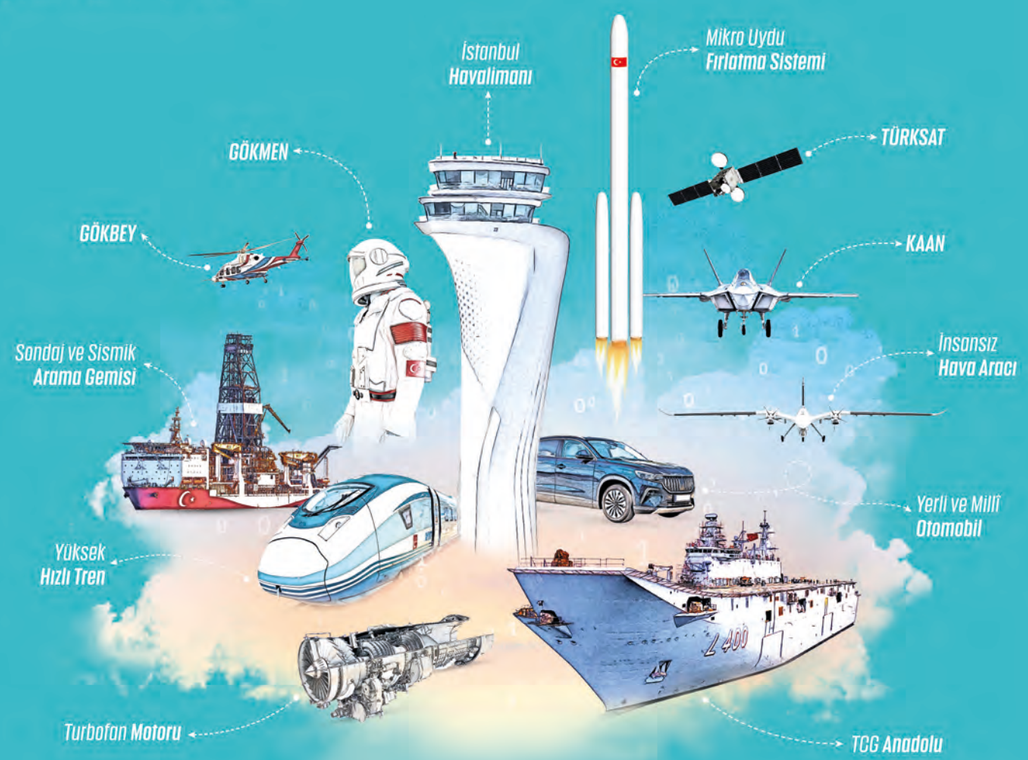
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN:978-625-5498-80-9

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

TEKNİK RESİM 9 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

9
DERS MATERYALİ

TEKNİK RESİM

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TEKNİK RESİM

9

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ali Ekber AYGÜN
Eşref Hikmet KARTAL
Eylem Satı KUNDUZ
Hakan VURUCU
Önder ATAŞÇI
Serhat KARACASULU

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 10960
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 03879

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.”

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Yasemin AYAYDIN
Program Geliştirme Uzmanı	Fulya ÖLKEN
Rehberlik Uzmanı	Yeliz GENÇTAV
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Dr. Hatice GÜRDİL
Görsel Tasarım Uzmanı	Kadri Cengiz ERHAN

ISBN: 978-625-5498-80-9

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile
Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

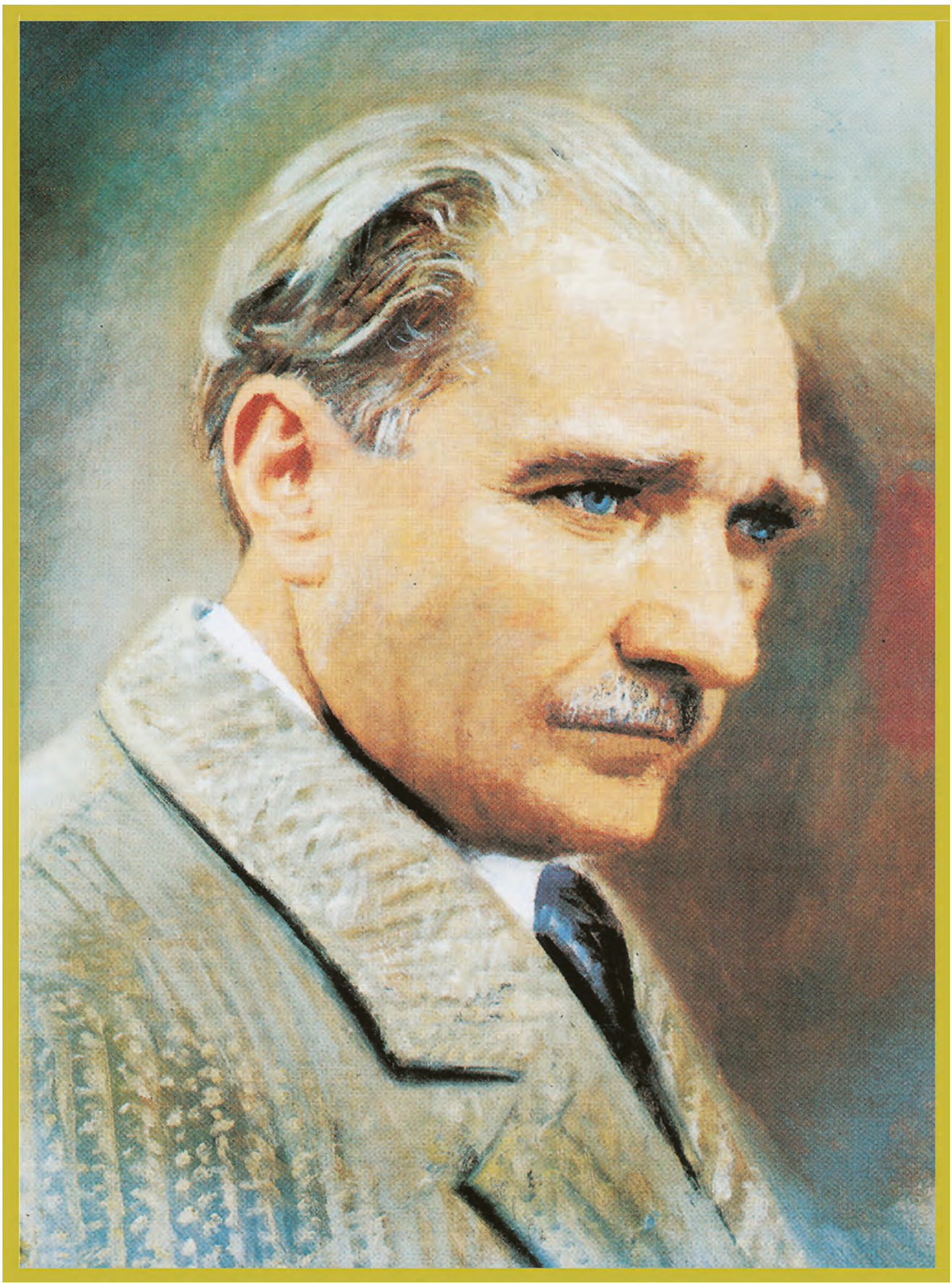
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Ders materyalinin dijital kopyalarında "İçindekiler" sayfasında başlıklar üzerine tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda Öğrenme Birimi isimleri veya numaralarının üzerine tıklayarak "İçindekiler" sayfasına ulaşabilirsiniz.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 11

1. TEKNİK RESİM TEMEL KAVRAMLARI 13
- 1.1. TEKNİK RESİM VE ÖNEMİ 14
  - 1.1.1. Teknik Resmin Sektörel Önemi 14
- 1.2. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN KALEMLER VE SİLGİLER 17
  - 1.2.1. Teknik Resme Özgü Kalemler, Silgiler ve Özellikleri 17
- 1.3. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN CETVELLER 22
  - 1.3.1. Teknik Resme Özgü Cetveller ve Özellikleri 22
- 1.4. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN GÖNYELER 25
- 1.5. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN PERGEL VE ŞABLONLAR 26
  - 1.5.1. Teknik Resme Özgü Pergeller, Şablonlar ve Özellikleri 26
- 1.6. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN RESİM KÂĞITLARI 31
  - 1.6.1. Teknik Resme Özgü Resim Kâğıtlarının Temel Özellikleri 31
- 1.7. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN ÇİZİM ARAÇLARININ SAKLANMASI 35
- ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 37

2. GEOMETRİK ÇİZİMLER 39
- 2.1. EĞİK VE DİK STANDART YAZI 40
- 2.2. ÇİZGİ ÇALIŞMALARI 56
  - 2.2.1. Serbest Elle ve Çizim Takımlarıyla Çizgi Çalışmaları 56
- 2.3. GEOMETRİK ŞEKİLLER 69
  - 2.3.1. Teknik Resim Kurallarına Uygun Geometrik Şekiller Çizme 69
- ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 95

3. GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA VE KESİT ALMA 97
- 3.1. GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA 98
  - 3.1.1. İzdüşümler 99
  - 3.1.2. Temel İzdüşüm Düzlemleri 100
  - 3.1.3. Cisimlerin İzdüşümleri 102
  - 3.1.4. Görünüş Çıkarma 125
  - 3.1.5. Görünüşler 128
- 3.2. KESİT GÖRÜNÜŞLER 171
  - 3.2.1. Kesit Düzlemi 171
  - 3.2.2. Kesit Alma Kuralları 172
  - 3.2.3. Kesit Alındığı Hâlde Taranmayan Parçalar 185
- ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 209

Ders materyalinin dijital kopyalarında "İçindekiler" sayfasında başlıklar üzerine tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda Öğrenme Birimi isimleri veya numaralarının üzerine tıklayarak "İçindekiler" sayfasına ulaşabilirsiniz.

4. ÖLÇÜLENDİRME, YÜZEY İŞLEMLERİ VE TOLERANS.. 215

4.1. ÖLÇÜLENDİRME 217

4.1.1. Teknik Resim Kurallarına Uygun Ölçülendirme 217

4.2. YÜZEY İŞLEMLERİ 267

4.2.1. Yüzey İşleme Sembollerinin Yapısı ve Çeşitleri 267

4.3. TOLERANSLAR 283

4.3.1. Boyut Toleransları 284

4.3.2. İSO Alıştırmaları 287

4.3.3. Şekil ve Konum Toleransları 319

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 342

KROKİ, PERSPEKTİF VE YAPIM RESMİ 345

5.1. KROKİ ÇİZİMİ 347

5.1.1. İmalatta Kroki Çiziminin Önemi 348

5.1.2. Kroki Çiziminde İşlem Sırası 349

5.2. PERSPEKTİF ÇİZİMİ 351

5.2.1. Perspektif Çeşitleri 353

5.2.2. Paralel Perspektif 354

5.2.2.1. İzometrik Perspektif 356

5.2.3. Merkezî Perspektif 370

5.3. İMALAT RESMİ ÇİZİMİ 377

5.3.1. İmalat Resminde Bulunması Gereken Özellikler 378

5.3.2. İmalat Resmi Çizimi 381

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 395

KAYNAKÇA 398

CEVAP ANAHTARLARI 400

GENEL AĞ, GÖRSEL, E-İÇERİK KAYNAKÇASI 400

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

MATERYAL GENELİNDE KULLANILAN İKONLAR

- *Konular*
- *Hazırlık Çalışmaları*
- *Anahtar Kavramlar*
- *Sıra Sizde*
- *Beklentiler*
- *Uygulama Çalışmaları*
- *Etkinlik*

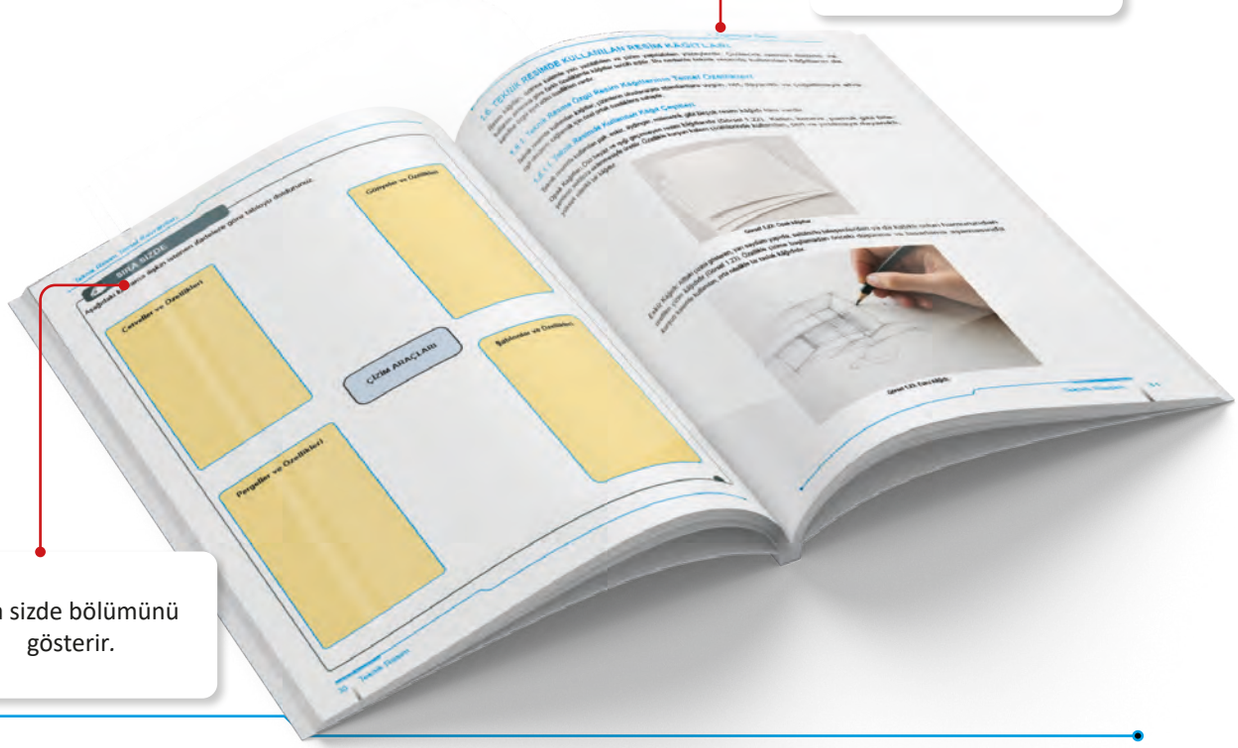
DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Uygulama çalışmalarını gösterir.

Antetli uygulama yaprağını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.



Sıra sizde bölümünü gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

TEKNİK RESİM TEMEL KAVRAMLARI

KONULAR

1.1. TEKNİK RESİM VE ÖNEMİ

1.2. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN KALEMLER

1.3. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN CETVELLER

1.4. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN GÖNYELER

1.5. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN PERGEL VE ŞABLONLAR

1.6. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN RESİM KÂĞITLARI

1.7. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN ÇİZİM ARAÇLARININ SAKLANMASI

ANAHTAR KAVRAMLAR

- cetvel
- gönye
- kağıt
- kalem
- pergel
- silgi
- standart
- şablon

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- teknik resmi ve teknik resmin önemini açıklamanız
- teknik resimde kullanılan kalemleri ve silgileri açıklamanız
- teknik resimde kullanılan cetvelleri açıklamanız
- teknik resimde kullanılan gönyeleri açıklamanız
- teknik resimde kullanılan pergel ve şablonları açıklamanız
- teknik resimde kullanılan resim kâğıtlarını açıklamanız
- teknik resimde kullanılan çizim araçlarının saklanmasını ve bakımını açıklamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Aşağıdaki senaryoyu okuyunuz ve senaryonun sonunda yer alan soruları yanıtlayınız.

Liseye yeni başlayan bir öğrenci, yeni bilgisayarı için odasına özel bir çalışma masası yaptırmak ister. Marangoz olan amcasına telefon eder. Amcasına "Bana çok büyük olmayan ama bilgisayarımın sığacağı, ayakları sağlam bir masa yapar mısın? Üstü de biraz kalın olsun ki üzerine yük konulunca ağırlığa dayansın ve zarar görmesin." diyerek masayı sadece betimler.

Amcası "sağlam" ve "çok büyük olmayan" şeklindeki ifadeleri kendi deneyimlerine göre yorumlayarak masayı tamamlar. Genç, masa eve geldiğinde bazı sorunlarla karşılaşır. Masa, odadaki boşluğa göre 4 cm daha geniştir. Bu küçük fark yüzünden oda kapısı tam açılmaz. Gencin önceden kullandığı sandalyesi masanın altına girmez çünkü masanın ayakları beklediğinden kısa yapılmıştır. Masa yüzeyinde bilgisayar kablolarının geçmesi için bir delik yoktur, kablolar masanın dört bir yanında sarkarak karmaşa yaratır.

1. **Gencin yeni masasıyla ilgili yaşadığı sorunların nedenleri neler olabilir?**
2. **Genç bu sorunları yaşamamak için amcasına odası ve istediği masa hakkında başka hangi bilgileri verebilirdi?**

1.1. TEKNİK RESİM VE ÖNEMİ

Bir projenin geliştirilmesi aşamasında iş ortakları arasında iletişime olanak tanıyan ve standart kurallara dayanan çizime **teknik resim** denir. Makine, metal, elektrik, inşaat, plastik teknolojisi gibi alanlarda imal edilmesi istenen ürünlerin önce tasarlanıp çizilmesi gerekir. Bu nedenle endüstrinin bu kollarında teknik resimden yaralanılır.

1.1.1. Teknik Resmin Sektörel Önemi

Teknik resim; mühendislik ve endüstriyel üretimde parçaların şekil, ölçü, malzeme ve üretim şartlarını standart sembollerle ifade eden evrensel bir iletişim dilidir. Bu yapı, tasarımcı ile üretim personeli arasında kusursuz bir bağ kurarak hatalı imalatı önler ve üretim kalitesini doğrudan belirler.

Üretilecek bir ürünün boyutları, yüzey pürüzlülüğü, malzeme detayları gibi özellikler teknik resimle tam olarak belirtilir. Bu sayede deneme yanılma süreçleri ortadan kalkarak malzeme, zaman ve maliyet tasarrufu sağlanır.

Teknik resim işlemleri üretimin yanı sıra ürünün gelecekteki montajında, yedek parça temininde ve arıza durumlarındaki onarım aşamalarında kılavuz görevi görür.

1.1.1.1. Teknik Resmin Tarihteki Önemi

Teknik resmin kökeni Antik Çağ'a kadar uzanır. Bilinen en eski teknik resim MÖ 2144-2124 tarihlerinde Güney Mezopotamya'daki Lagaş bölgesini yöneten hükümdar ve mimar Gudea tarafından taş tablet üzerine kazınan bir kale tasarımının çizimidir. Kâğıdın icat edilmesinden binlerce yıl önce çizilmesine rağmen günümüz mimarlarının çizimleri ve yapılarına benzerliği dikkat çeker.

Cizre'de yaşamış olan ve tarihte robotik ustası, fizikçi ve sibernetiğin öncüsü olarak bilinen El Cezeri (1153-1233), minyatürlerindeki mekanik araçlarını betimlerken çark, daire ve elipsler kullanmıştır. Bunlarda günümüz teknik resmindeki perspektif kullanımı gibi izler yer alır.

Rönesans Dönemi'nde İtalya'da yaşamış olan mühendis, mimar, filozof ve sanatçı Leonardo da Vinci (1452-1519) üç boyutlu makinelerin perspektifler, gölgeler ve açıklayıcı notlarla desteklenen iki boyutlu grafiksel temsiliyle teknik resme katkıda bulunmuştur.

Fransız matematikçi Gaspard Monge [Gaspar Monj (1746-1818)] teknik resmin temelini oluşturan yeni bir bilim dalı olan **tasarı geometri** ile projelerin grafiksel dokümantasyona katkı sağlamıştır.

1.1.1.2. Teknik Resim ve Standardizasyon

Dünyanın ilk ulusal standartlar kuruluşu olan **İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI)** 1901'de İngiltere'de kurulmuştur. Amacı; Sanayi Devrimi'yle mühendislik endüstrisinde yeni ve daha sık kullanılmaya başlanan levhalar, cıvatalar, metal çubuklar, somunlar, flanşlar vb. için standartlar belirlemektir. Mühendislik çizim ofisi uygulamaları için Eylül 1927'de yayınlanan ilk **İngiliz Standardı (BS 308)** şu maddeleri içerir:

- Çizim ve kopya kâğıdı boyutları, aydınger bezi ve kâğıdı genişlikleri
- Çizim numarası, tarih ve ismin konumu
- Ölçek gösterimi
- İzdüşüm yöntemi
- Çizgi ve yazı tipleri
- Çizgi renkleri
- Ölçülerin bağıl önemi
- Malzemelerin çizimler üzerinde gösterilmesi
- Çeşitli işleme dereceleri
- Vida dişleri
- Düzlükler ve kareler
- Konikler
- Çizimler için kısaltmalar

Standartta ayrıca şu konuları gösteren şekiller yer alır:

- İzdüşüm yöntemi
- Çizgi tipleri
- Görünüşler ve kesitler
- Vida dişleri
- Konikler

1911'de Alfredo Bensaude [Alfıredo Bensod (1856-1941)] tarafından Portekiz'de kurulan **Instituto Superior Tecnico (İnstitü Superyor Tekniko (IST)]**, o dönemin uluslararası standartlarına dayanan ilk ulusal teknik mühendislik okuludur. Bensaude, teknik resim dersini müfredata ekleyerek bu dersin gelecekteki mühendisler için temel eğitim olarak verilmesini sağlamıştır.

Teknik resim standartlarında bir adım da 1917'de **Alman Endüstrisi Standartlar Birliğinin (DIN)** kurulmasıdır. DIN standartları ulusal, Avrupa ve/veya uluslararası düzeydeki çalışmaların sonuçlarıdır.

1946'da Londra'da yirmi beş ülkeden altmış beş delege uluslararası standardizasyonun geleceğini tartışmak üzere bir araya gelmiştir. 1947'de ise **Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO)** altmış yedi teknik komiteyle resmen kurulmuştur. Günümüzde dünya genelinde pek çok standart kuruluşu, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) üyesidir. Bu kuruluşlar dünya standartlarını uyumlu hâle getirmek için çalışmaya devam etmektedir.

1.1.1.3. Teknik Resmin Haberleşmedeki Yeri

Bir tasarımcı ürünü İzmir'de tasarlar fakat parçalar İstanbul'da üretilebilir, ardından montaj için yurt dışına gönderilebilir. Çizim sürecinin başarısı; farklı yerlerde eğitim alan ve aynı dili konuşmayan tüm mühendis, mimar, tekniker ve tasarımcıların bile çizime aynı yorumu yapabilmesiyle ölçülür. Bunun için herkesin aynı şekilde anlayıp kullanabileceği bir dizi kural, terim ve sembol başka bir deyişle standart gerekir. Bu durum teknik bir haberleşme dili olarak teknik resmin gerekliliğini gösterir. Dünyanın neresinde olursa olsun, teknik resim okumasını bilen her uzman aynı kuralları (ISO, DIN, ANSI vb.) kullanarak çizimi eksiksiz anlar ve üretimi hatasız gerçekleştirebilir.

1. ETKİNLİK

Adı:	Teknik Resim Tarihini Anlatan Bülten Panosu
Süre	2 ders saati
Amaç	Teknik resmi, tarihini ve önemini açıklamak
Değerlendirme	Yapacağınız çalışma, karekodda yer alan ölçme aracı kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı hazırlarken buradaki ölçütleri dikkate alınız. Bülten panosu hazırlama sürecinde yaptığınız çalışmalarla ilgili öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik Adımları

1. Teknik resim konusunda var olan standartların listesini oluşturunuz.
2. Teknik resmin tarihsel gelişimini Antik Dönem, Rönesans Dönemi, Sanayi Devrimi, 20 ve 21. yüzyıl sıralamasıyla göstereceğinizi göz önünde bulundurunuz.
3. Tarihsel süreçlerde teknik resmin gelişmesine örnek teşkil edecek eserleri ve bunların görsellerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınıza göre bunların içinde teknik resmin gelişmesine en çok katkı sağlayan sizce hangisi olduğunu gerekçesiyle sunumunuza ekleyiniz.
4. Güvenilir genel ağ siteleri, kütüphane veri tabanları ve akademik platformları kullanarak grup arkadaşlarınızla konunuz hakkında araştırma yapınız.
5. Araştırma sonuçlarınızı not ediniz.
6. Yararlandığınız kaynakları not ediniz.
7. İnternet ortamında bülten panosu hazırlama uygulamalarından yararlanarak bir sunum hazırlayınız.
8. Sunumunuzu hazırlarken Türkçe dil ve anlatım kurallarına dikkat ediniz.
9. Yalın ve anlaşılır bir dil kullanınız.
10. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede teslim ediniz ve sunumunuzu yapınız.
11. Sunumuzu 10 dakikayla sınırlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1.2. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN KALEMLER VE SİLGİLER

Teknik resmin kolay ve doğru şekilde yapılabilmesi için kullanılması gereken çizim araçları vardır. Bunlar; kalemler, silgiler, gönyeler, pergeller, şablonlar, cetveller ve kağıtlardan oluşur.

Çizilecek şekil ne olursa olsun en basit çizimden en karmaşık çizime kadar olmazsa olmaz olan çizim aracı kalemler ve silgilerdir. Teknik resimde kullanılan kalemlerin kurşun ve mürekkepli kalem türleri vardır.

1.2.1. Teknik Resme Özgü Kalemler, Silgiler ve Özellikleri

Teknik resim çizimlerinde kullanılan kalem ve silgilerin temel ortak özelliği; çizim yüzeyine ve diğer çizim araçlarına zarar vermeden uluslararası standartlara uygun, net, keskin ve ölçülebilir sonuçlar üretmektir. Bu iki araç, çizgilerin sınırlarını netleştirerek projenin okunabilirliğini artırır. Kalemler ekleme, silgiler düzeltme yaparak birbirini tamamlar.

1.2.1.1. Kurşun Kalemler

Yüksek kalitede teknik eskiz ve çizimler üretmek için iyi kalitede, amaca uygun çizim kalemi seçmek son derece önemlidir. Kurşun kalemlerin ahşap ve mekanik türleri vardır. Ahşap kalemlerde yazma eylemini gerçekleştiren uç, ağaçtan üretilmiş gövde içine yerleştirilmiştir. Mekanik kalemlerde ise uç, yazmayla tükendikçe yazmayı sağlayacak kadar uzun ama kolayca kırılmayacak kadar kısa olacak şekilde basma kuvvetiyle ileri itilir (Görsel 1.1).

Görsel 1.1: Mekanik kalem

Mekanik kalemlerin uç kalınlıkları 0,2-2 mm'dir. Kurşun kalemlerin uçları polimer ya da kil bağlayıcılı grafitten üretilir. Uçların grafit oranı arttıkça sertliği artar. Kurşun kalem uçları sağdan sola doğru en sert 9H'den en yumuşak 7B'ye kadar on sekiz dereceye ve üç türe ayrılır (Görsel 1.2).

Görsel 1.2: Kurşun kalemlerin uç sertlik dereceleri

Sert: 9H, 8H, 7H, 6H, 5H ve 4H dereceli sert uçlar; grafiksel hesaplamalar ve aşırı özen gerektiren yerlerde kullanılır. Daha yumuşak olan 4H ve 5H ender olarak mühendislik çizimlerindeki çizgi çalışmaları için kullanılır ancak çizgiler çok açık olduğu için kullanımları sınırlıdır.

Orta: 3H, 2H, H, F, HB ve B dereceli orta sertlikteki uçlar genel amaçlı teknik resim çalışmaları içindir. F, HB ve B daha yumuşak derecelerdir; makine çizimlerindeki teknik eskiz, yazı, ok başları ve diğer serbest el çalışmaları için kullanılır. 3H, 2H ve H daha sert uçlardır, makine çizimleri ve mimari çizimlerdeki çizgiler için kullanılır. Ayrıca H ve 2H uçlar, çoğaltma amacıyla yapılan aydınger çizimlerinde yaygın olarak tercih edilir.

Yumuşak: 2B, 3B, 4B, 5B, 6B ve 7B numaralı yumuşak uçlar; yapılan çizimlerde silinmesi zor, lekeli ve pürüzlü çizgiler oluşturur. Ayrıca sert uçlara göre daha hızlı köreldiği için sürekli sivriltilmesi gerekir. Bu yüzden makine teknik resminde kullanışlı değildir. Çeşitli türdeki sanatsal çalışmalarda ve mimari çizimlerdeki tam ölçekli ayrıntılarda kullanılır.

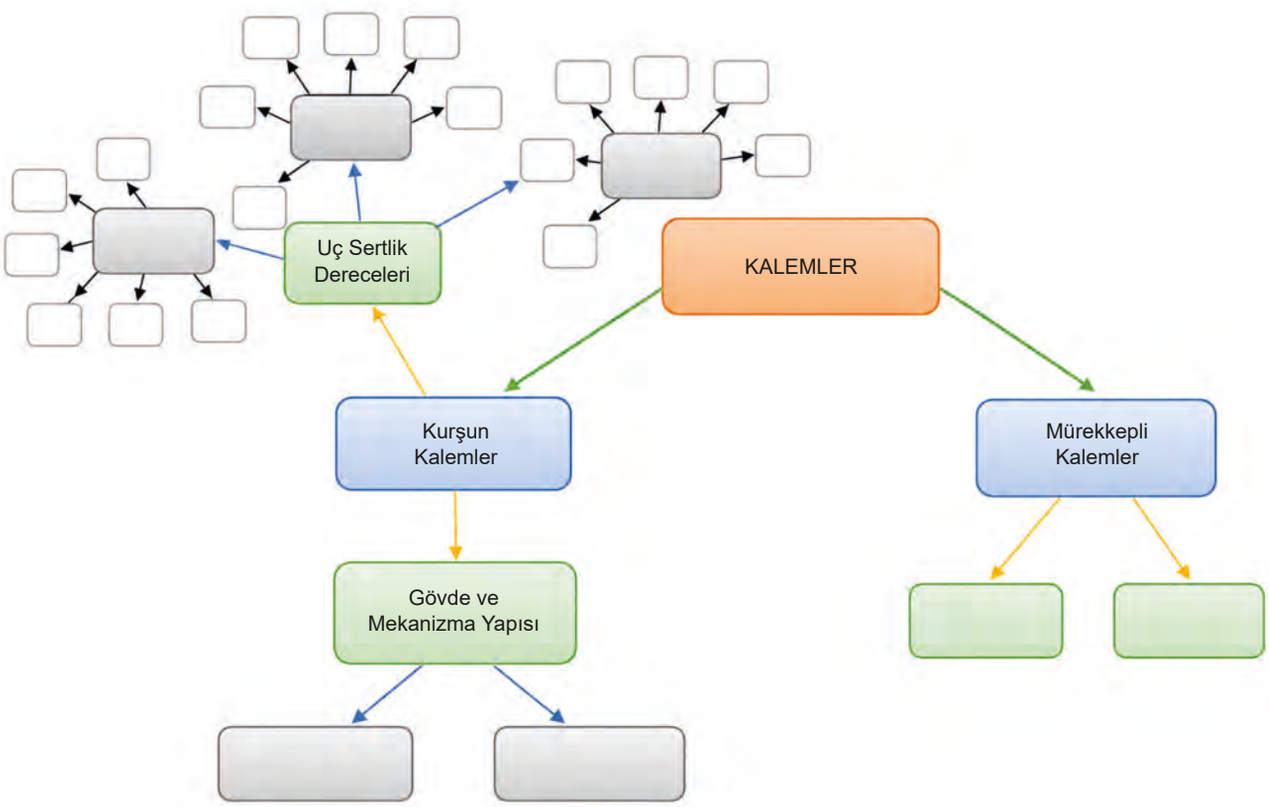
1.2.1.2. Mürekkepli Kalemler

Yazma işi grafit uç yerine mürekkeple yapılır. Teknik resimde mürekkepli kalemlerden en yaygın **rapido** (Görsel 1.3) ve **fine liner (fayn laynır)** kalemler kullanılır. Rapido kalemler, fine liner kalemlere göre çok daha uzun ömürlüdür ve değişmeyen yazma kalınlığına sahiptir.

Görsel 1.3: Rapido kalemler

SIRA SİZDE

Aşağıdaki kümeleme çalışması şemasında boş bırakılan yerleri doldurunuz.



1.2.1.3. Silgiler

Teknik resimde çizim yapılırken olabildiğince iyi planlama yapılarak hatalardan kaçınılmalıdır. Ancak ne kadar dikkat edilse de yanlış bir çizgi çizildiğinde çizime baştan başlamak yerine yanlışları silmek için silgiler ve silmeye yardımcı araçlar kullanılır.

Silgi, kâğıdın yüzeyine zarar vermeyecek nitelikte olmalı ve leke bırakmadan grafiti toplayabilmelidir. Plastik, hamur, kalem şeklinde, elektrikli gibi birçok şekil, boyut ve nitelikte silgi vardır.

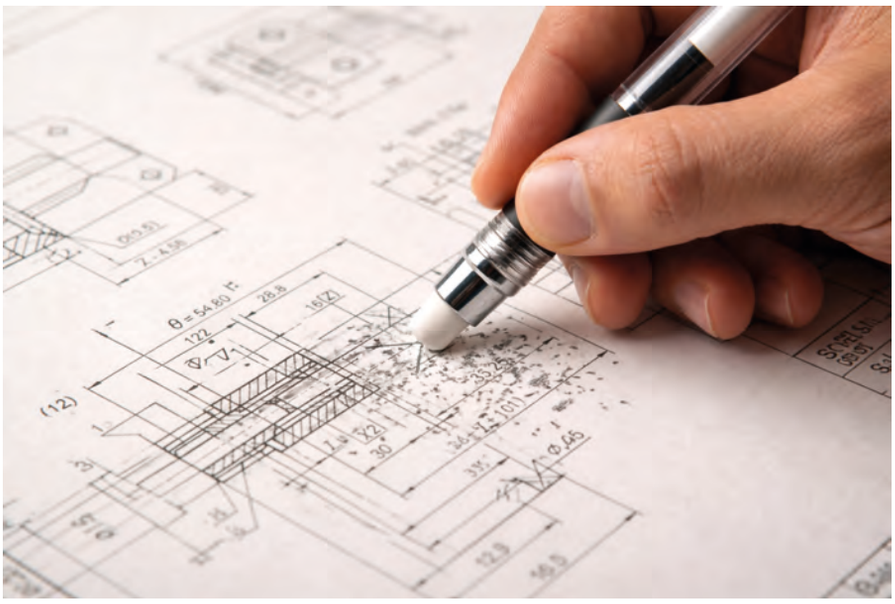
Plastik Silgiler: Çok fazla silgi tozu bırakmadan iyi sonuç verir. Silginin ucu, ince ayrıntıları silmek için küçük bir el tipi kalem açacağıyla sivriltilebilir (Görsel 1.4).

Görsel 1.4: Plastik silgi

Hamur Silgiler: Sanatçıların da kullandığı hamur silgiler elde yoğurulabilen kauçuk hamurudur (Görsel 1.5). Sürtülerek değil bastırılarak kullanılır. Çizim kâğıdı üzerinde çok az kırıntı bıraktığı için avantajlıdır.

Görsel 1.5: Hamur silgi

Kalem Şeklinde Silgi: Kaleme benzer şekil ve boyutta, içleri yazı yazmaya yarayan, içinde grafit yerine silgi olan çizim aracıdır (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Kalem şeklinde silgi

Ahşap ve mekanik gövdeli türleri vardır. Mekanik olanlarında silgi yedekleri, silgiyi uzatmak için basılabilen tutucunun içine yerleştirilir. Mekanik kalem silgilerde silginin kullanılmış kısımları maket bıçağıyla kesilip atılarak silgide temiz ve keskin bir kenar elde edilir. Ahşap gövdeli olanlar ise maket bıçağı yerine kalemtıraşla açılır. Bu özelliğinden dolayı ayrıntılı silme için oldukça uygundur.

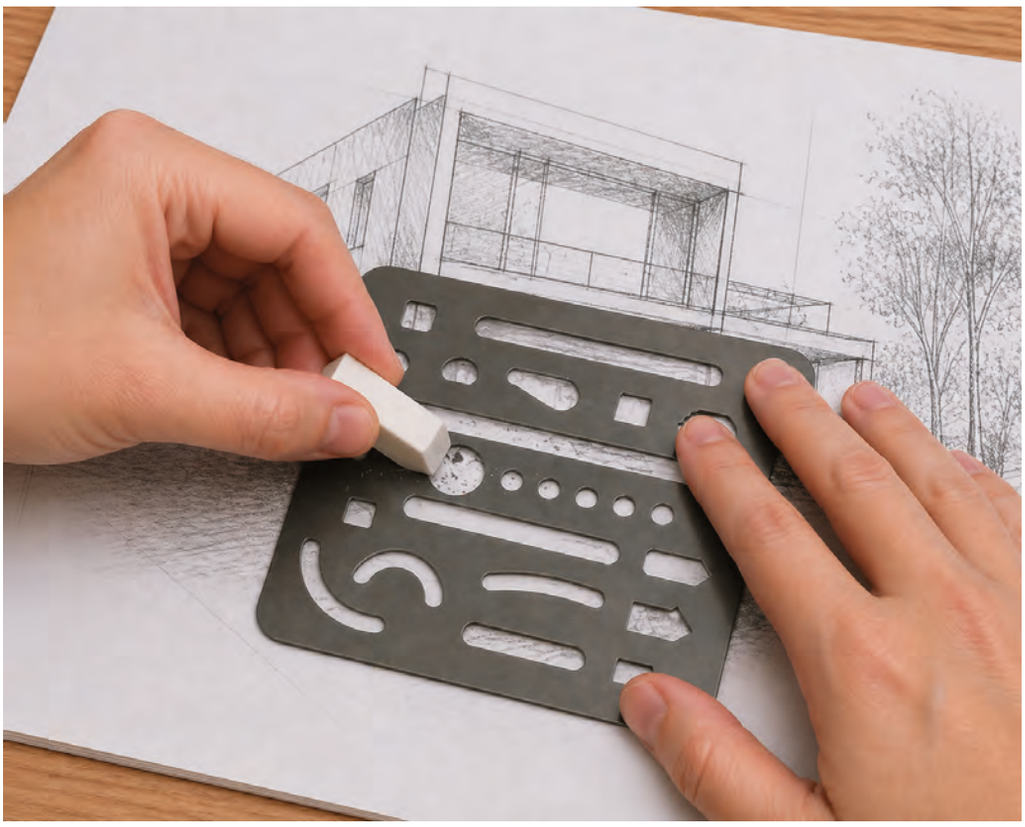
Elektrikli Silgiler: Mürekkeple yapılan çizimlerin kâğıttan silinmesi son derece zordur. Bunun için elektrikli silgi, gereklidir ancak dikkatli kullanılmazsa kâğıdı aşındırıp delebilir (Görsel 1.7).

Görsel 1.7: Elektrikli silgi

1.2.1.4. Silmeye Yardımcı Araçlar

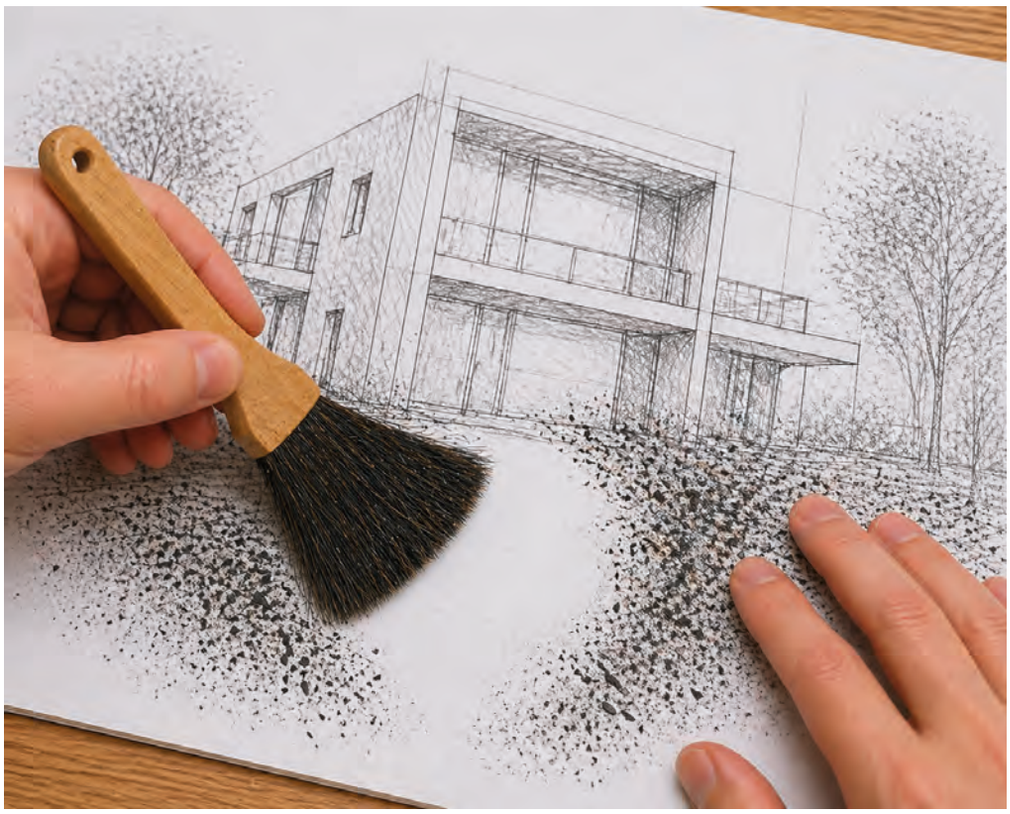
Silme işleminde, silginin yanı sıra silgi kalkanı ve çizim fırçası gibi yardımcı araçlar da kullanılır.

Silgi Kalkanı: İyi nitelikli olanları daha ince üretilir ve paslanmaz çelikten yapılır. Çizimin silinmesi ve korunması gereken çizgilerin birbirine çok yakın olduğu durumlarda kullanılır. Çizim silinirken silgi kalkanın kaymaması için bir elle çizim üzerine sıkıca bastırılarak tutulur. Diğer elle ise silinecek olan çizgiler silgi kalkanının deliklerinden silinir. Deliklerin dışında kalan yüzey, korunması gereken çizgilerin silinmesini önler. Bu nedenle silgi kalkanı, korunacak çizgileri örtecek şekilde dikkatlice yerleştirilmelidir (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Silgi kalkanı

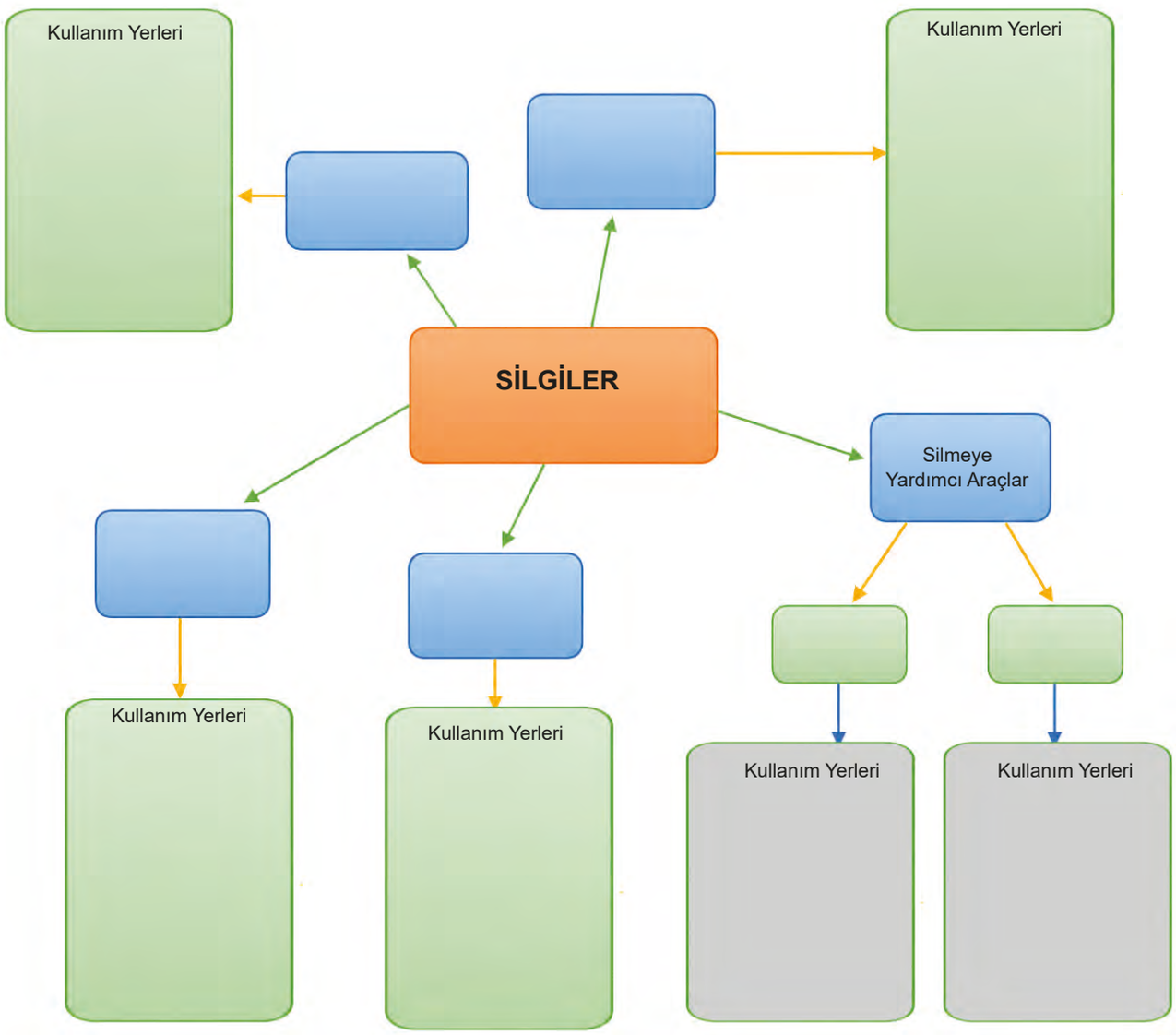
Çizim Fırçası: Silme işleminde silginin grafitle kaplanan kısımları silgiden ayrılarak çizim kağıdının üzerinde silgi kırıntılarını oluşturur. Kırıntılar elle çizim yüzeyine bastırılırsa üzerindeki yapışmış grafit yüzünden kalem gibi davranıp çizgiler oluşturur ve çizimde istenmeyen lekeler yapar. Bu nedenle kırıntılar çizim fırçaları kullanılarak çizim üzerinden bir an önce uzaklaştırılmalıdır (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Çizim fırçası

SIRA SİZDE

Aşağıdaki kümeleme çalışması şemasında boş bırakılan yerleri doldurunuz.



1.3. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN CETVELLER

Teknik resimde kullanılan cetveller; doğru çizgiler çizmek, ölçü almak ve boyutları kâğıda aktarmak için tasarlanmış temel çizim araçlarıdır. Doğru ve hatasız bir teknik çizim elde etmek için kullanılır.

1.3.1. Teknik Resme Özgü Cetveller ve Özellikleri

Yardımcı bir çizim aracı olmadan elle düzdün çizgiler çizmek çok zordur. Bunun için cetvellere gereksinim duyulur. Düz cetveller, ölçek cetvelleri, T cetvelleri ve pistole türleri vardır. Açı ölçümlerinde ise iletkiden yararlanılır.

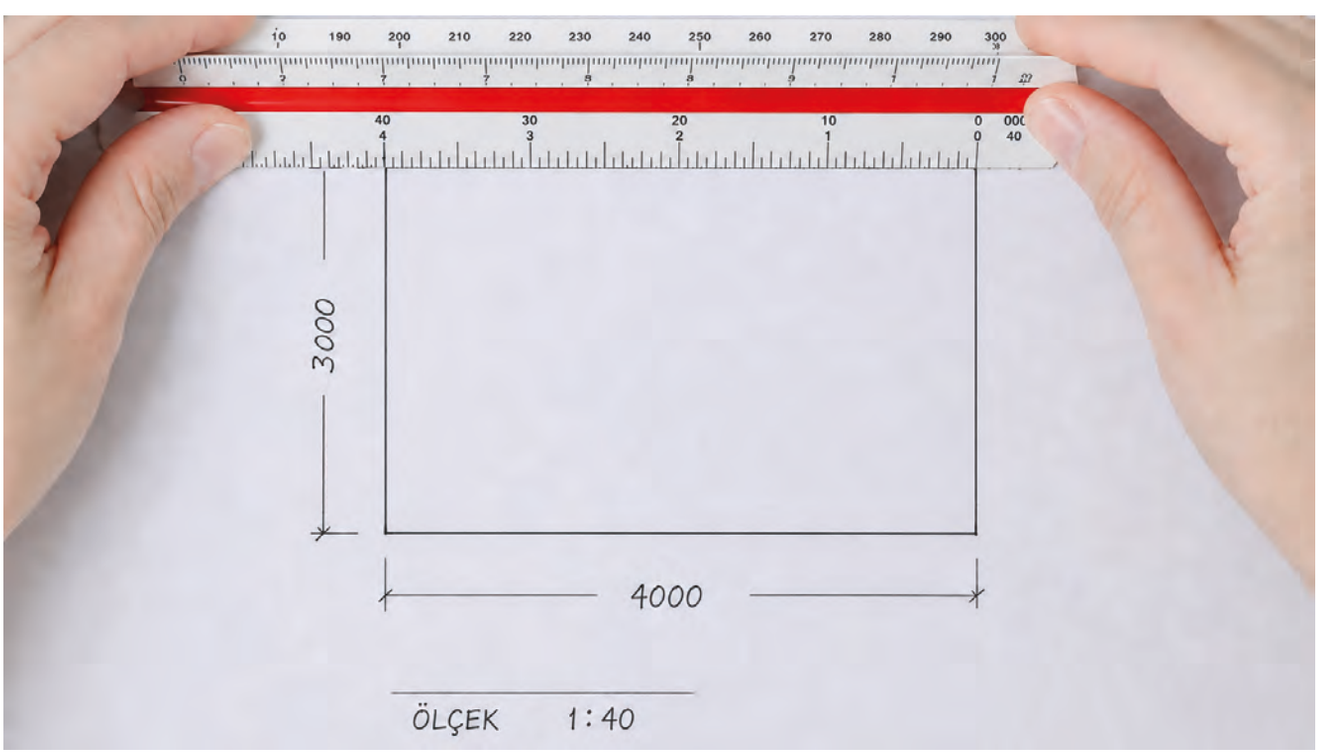
1.3.1.1. Düz Cetveller

Teknik resimlerde ölçü almak ve düz çizgilerin çizimi için düz cetveller kullanılır (Görsel 1.10). Üzerindeki milimetrik bölüntülerle ölçüm yapılabilir. Gereksinime göre genelde 25 ya da 30 cm uzunluklarında seçilir.

Görsel 1.10: Düz cetvel

1.3.1.2. Ölçek Cetvelleri

Ölçekle yapılan çizimlerde hesaplama işlemi yerine kullanılan cetvellerdir (Görsel 1.11). Çeşitli ölçek bölüntülerine sahiptir, düz ve üçgen türleri vardır. Daha fazla ölçeği tek bir cetvelde taşıyabilmesi açısından üçgen olanlar daha sık kullanılır. Bu cetvellerle bir çizim, tam boyutunda büyütülmüş ya da küçültülmüş olarak yapılabilir. **1:1 ölçeği** gerçek boyuttur, her bir bölüntü aslında 1 mm genişliğindedir ve sayılar 10 mm'lik aralıklarla numaralandırılmıştır. Aynı ölçek 1:10, 1:100, 1:1000 ve benzeri oranlar için de uygundur. **1:2 ölçeği** yarım boydur. Numaralandırması 20 birimlik aralıklarla yapılır ve her bir bölüntü 2 mm'ye eşittir. Bu ölçek 1:20, 1:200, 1:2000 ve benzeri oranlar için de uygundur.



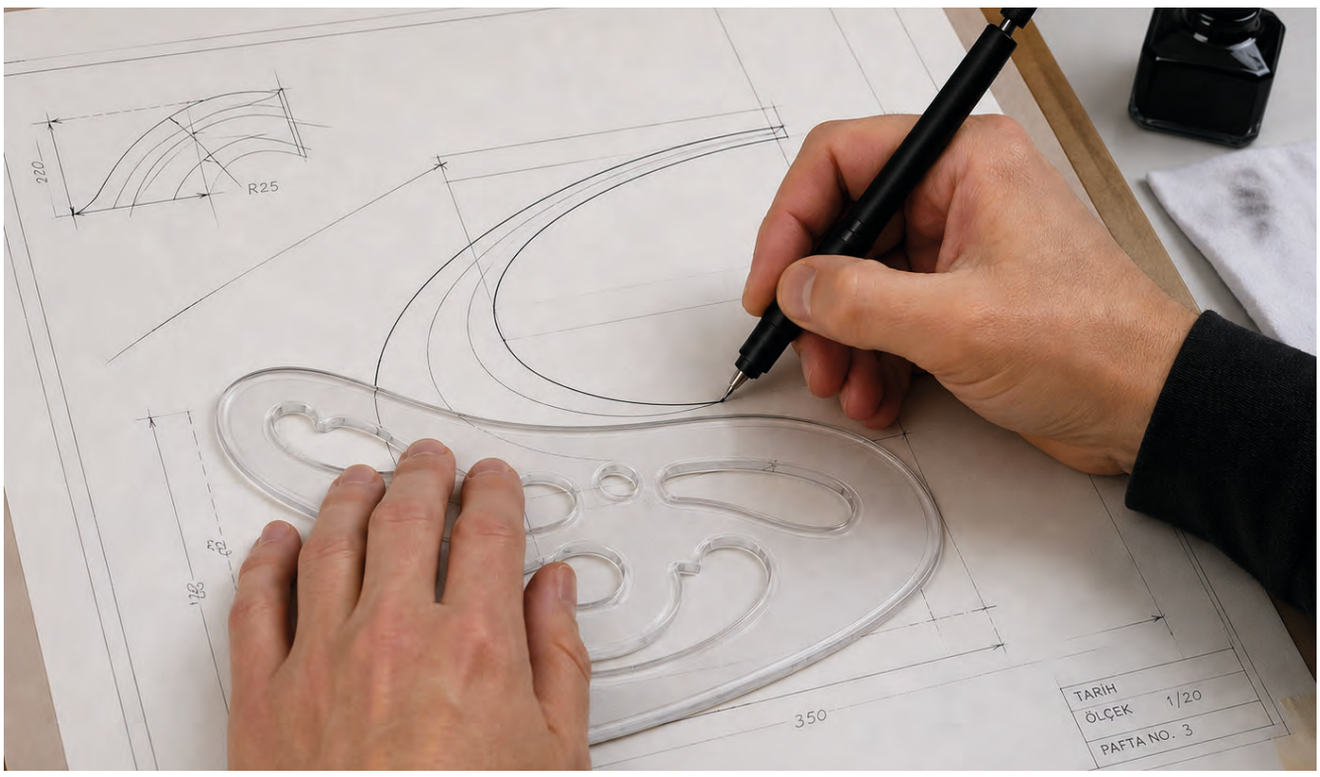
Görsel 1.11: Ölçek cetveli

T Cetveli: T harfi şeklinde olan baş kısmı çizim masasının yan kenarına dayanıp gönyelerle yatay, dikey ve çapraz çizgiler çizmekte kullanılan cetvel türüdür (Görsel 1.12). Baş kısmı sabit ve açılara göre ayarlanabilen türleri vardır.

Görsel 1.12: T cetveli

T cetvelinin baş kısmının masanın yanıyla ve üstüyle tam örtüşmesini sağlamak için çizimde kullanılmayan elle cetvelin uç tarafına doğru çekilerek bastırılmalıdır. Böylece çizgiler, T cetveli yerinden oynamadan doğru açılarda çizilir.

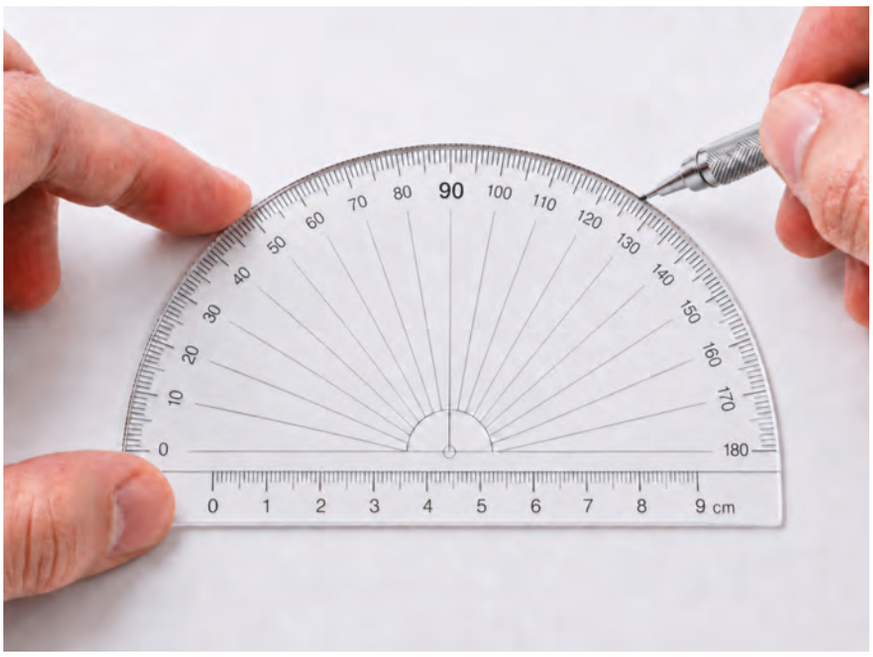
Pistole: Eğri çizgilerin çiziminde kullanıldığı için **eğri cetveli** de denir (Görsel 1.13). Belirli bir çap ve merkezi olmayan eğriler, pistolenin çizilecek eğriye en uygun kısımlarının bir arada kullanılmasıyla çizilir.



Görsel 1.13: Pistole

1.3.1.3. İletkiler

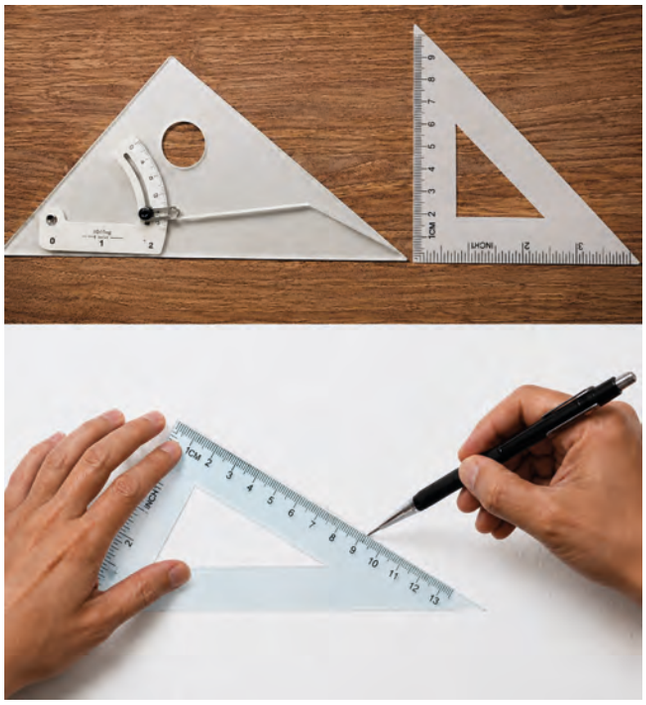
Açıölçer olarak da bilinen iletkinin üzerinde 180 ya da 360 derece açı bölüntüleri bulunur. Tüm açılarda ölçme ve istenen açıda çizim yapmak için kullanılır. Açı ölçmek için iletkinin merkezi, açısı ölçülecek şeklin köşesine gelecek ve bir kenarı iletkinin tabanıyla çakışacak biçimde ölçülecek şekle yerleştirilir. Diğer kenarın açı bölüntülerini kestiği yer belirlenerek açının değeri okunur. Belirli bir açıda çizim yapmak için iletkinin merkezi ve istenen açı değeri kalemle işaretlenerek bu iki nokta birleştirilir. (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: İletki

1.4. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN GÖNYELER

Açılı çizimler yapmak için üzerinde milimetrik bölüntüleri olan, üçgen şeklindeki cetvel türüne **gönye** denir (Görsel 1.15). Sabit açılı ve açı ayarlı türleri vardır. Sabit açılı gönyelerin 45° ve 60° olanları vardır. Bu iki gönye birlikte kullanılarak 15°nin katlarını çizebilir. Açı ayarlı olanlar ise her dereceye ayarlanabilir. T cetvelini gönye ile birlikte kullanmak ve gönyeyi T cetveli üzerindeki bölüntülere göre istenen aralıkta kaydırmak daha hızlı ve kolay çizim yapmayı sağlar.



Görsel 1.15: Gönyeler

1.5. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN PERGEL VE ŞABLONLAR

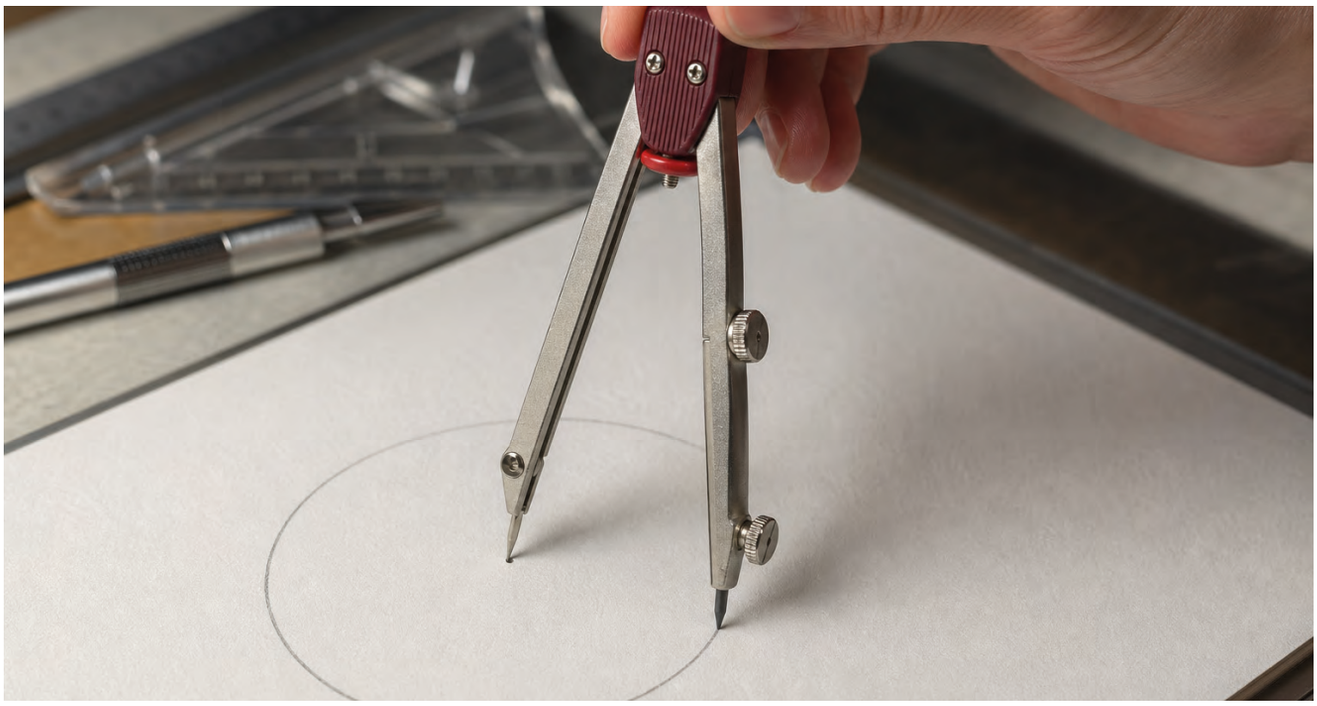
Teknik resimde kullanılan pergel ve şablonlar; çizimlerin temiz, standartlara uygun ve hızlı bir şekilde oluşturulmasını sağlayan tamamlayıcı temel çizim araçlarıdır. Standartlık, doğruluk, çizim kalitesi ve zaman tasarrufu sağlar.

1.5.1. Teknik Resme Özgü Pergeller, Şablonlar ve Özellikleri

Pergel ve şablonlar çember çizmede kullanılır. Pergellerin kullanımı şablonlara göre daha zordur, yanlış çapta ve düzgün olmayan çemberler çizme olasılığı daha yüksektir.

1.5.1.1. Pergeller

Pergel bir ucunda iğne diğer ucunda ise yazmaya yarayan kalem, grafit uç gibi çizim aracını tutan; çember, daire ve yay çizmede kullanılan çizim aracıdır (Görsel 1.16). Pergelin iğnesi, çizilecek çemberin ya da yayın merkezine batırılır; diğer ucu yarıçap kadar açılır ve sap kısmından tutularak, yazıcı ucu yayın açısı kadar kâğıda bastırılarak döndürülür. Çember çizilecekse pergel 360° tam bir tur döndürülür.



Görsel 1.16: Pergel

1.5.1.2. Şablonlar

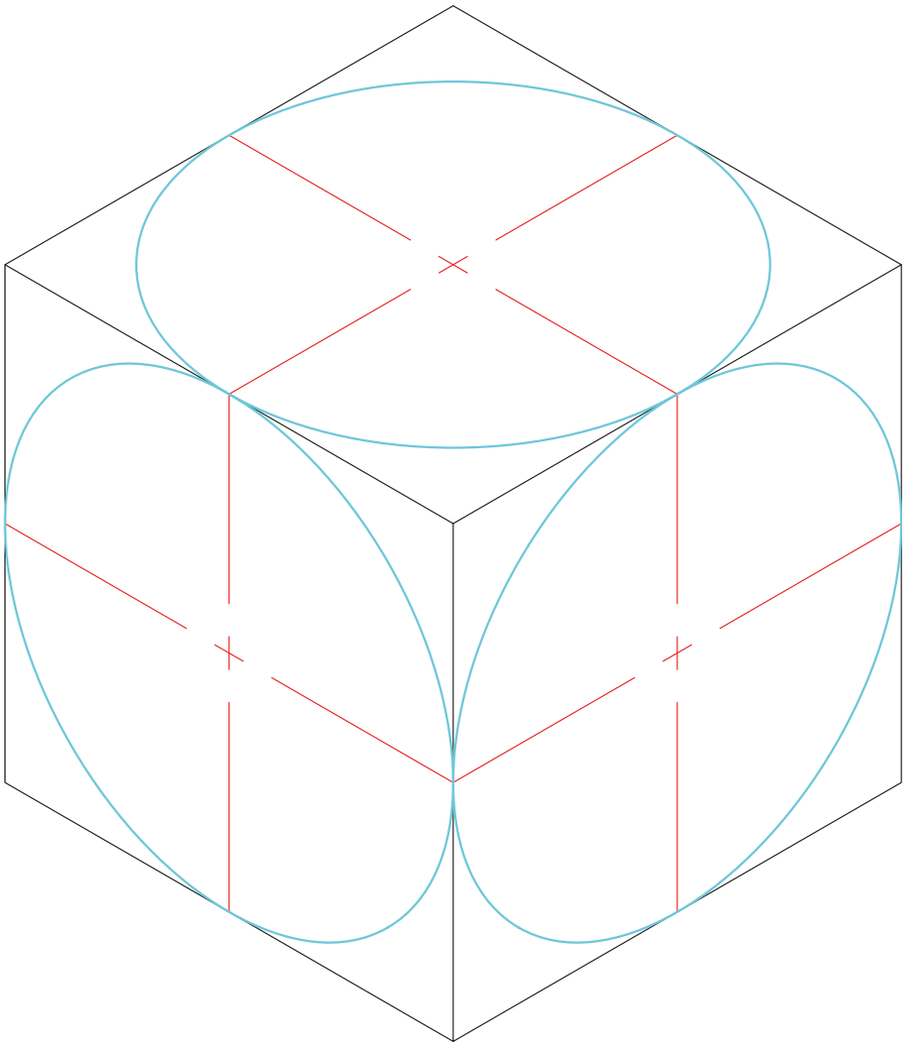
Çizilmesi hedeflen şekil ya da yazıya göre içinde boşluğu bulunan, saydam ve esnek malzemelerden yapılan çizim araçlarına **şablon** denir. Daire, yay, elips, yazı ve sembol şablon türleri vardır.

Daire Şablonları: En yaygın kullanılan şablon türüdür. Üzerinde en küçük 1 mm'den başlayıp artan, değişik ölçülerde daire boşlukları bulunur ve bunların ölçüleri üzerinde yazar (Görsel 1.17). Çember ile daire arasındaki fark; çemberin içi boş bir çizgi şeklinde olması, dairenin ise bu çizginin iç kısmını da kapsayan ve alanı olan bir düzlem parçasını temsil etmesidir. Daire şablonlarıyla çemberler çizilmesine rağmen dilimize daire şablonu olarak geçmiştir.

Daire şablonları, üzerindeki milimetrik bölüntüler sayesinde bir kenarıyla cetvel olarak da kullanılabilir. Pergel yerine daire şablonu kullanılarak daha kolay, hızlı ve kısa sürede düzgün çemberler çizilebilir. Ayrıca pergelle çizilemeyecek kadar (birkaç mm gibi) küçük çemberler de daire şablonuyla kolaylıkla çizilebilir. En iyi sonuçları elde etmek için daire şablonunun üzerinde yazan çap seçilerek, kâğıda tam dik açıyla tutulan kalemle boşluğun çevresi izlenerek çember ve yaylar çizilebilir. Çizim sırasında her dairenin çevresinde 90°lik açılarla bulunan yardımcı referans çizgileri, dairenin çizileceği konumu doğru belirlemek için kullanılır.

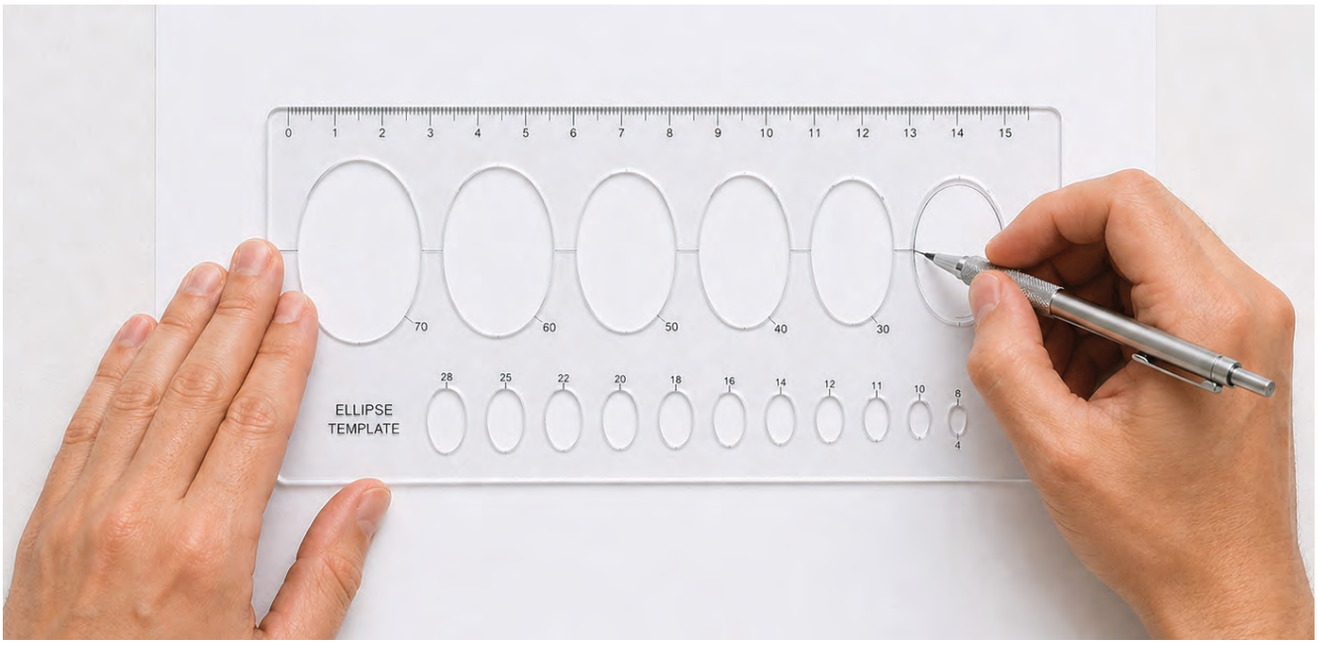
Görsel 1.17: Daire şablonu

Elips Şablonları: Elips, belirli bir açıdan bakılan bir çemberdir (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Elips

Elips şablonlarının kullanım şekli daire şablonlarına benzer ancak daire yerine elips çizmede kullanılır (Görsel 1.19).



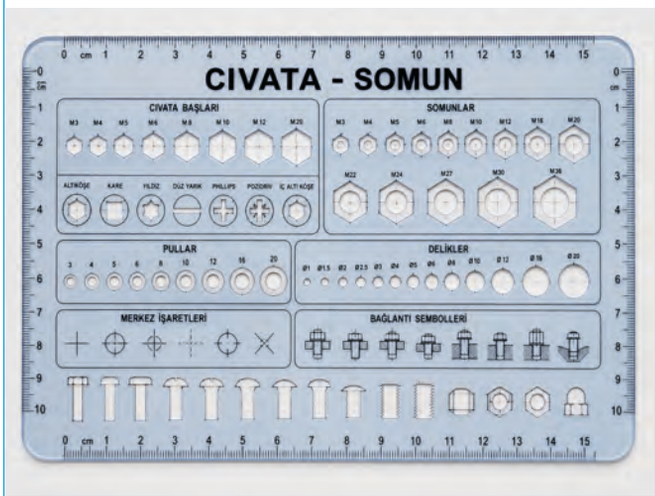
Görsel 1.19: Elips şablonu

Yazı Şablonları: Harfleri yanlışsız ve eksiksiz yazmak için kullanılır. Her harf için boşlukları vardır. Bu boşluklar kalemle izlenerek harfler tek tek yazılır. Düz ve eğik yazı yazmak için kullanılan türleri bulunur (Görsel 1.20).

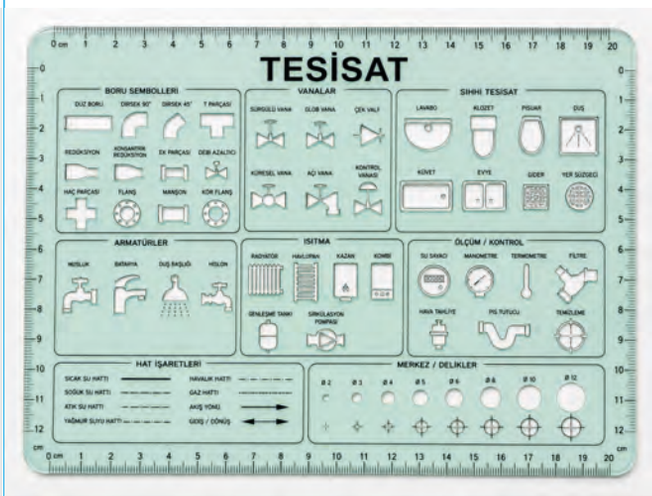
Görsel 1.20: Yazı şablonu

Sembol Şablonları: Makine, metal, inşaat, elektrik mimarlık gibi alanların belirli gereksinimleri için kullanılır. Örneğin kat planlarını ve diğer sembolleri ölçekli olarak çizmek için mimari şablonlar kullanılır. Elektronik çizim şablonları ise elektronik şema çizimleri için şematik semboller barındırır. Kaynak şablonu, kaynak sembollerini içerir (Görsel 1.21).

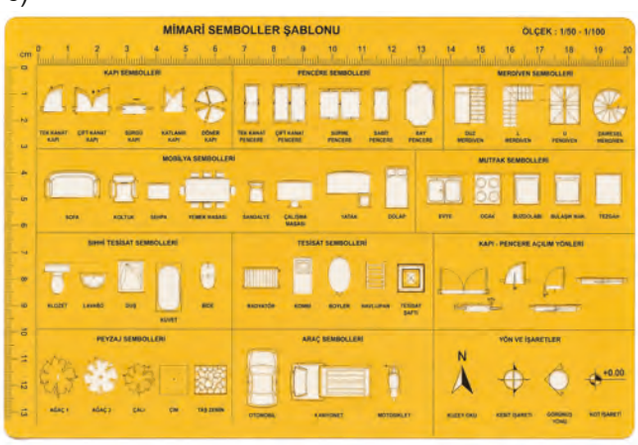
a)



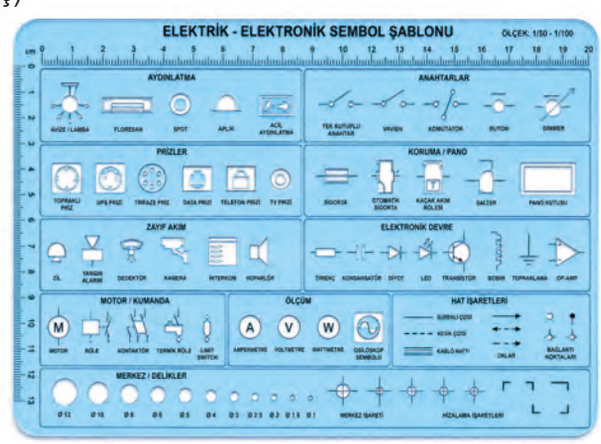
b)



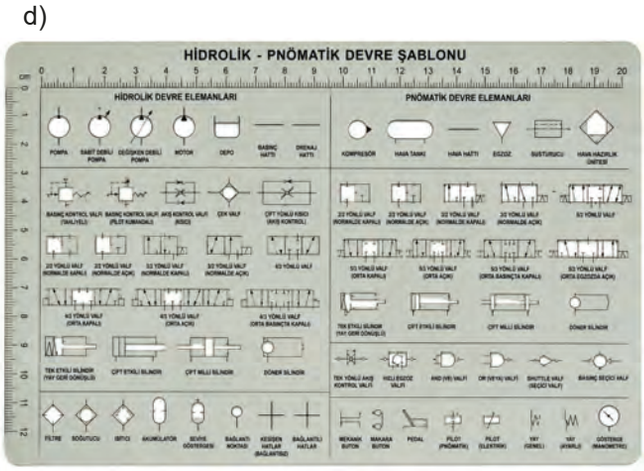
c)



ç)



d)



Görsel 1.21: Sembol şablonları

SIRA SİZDE

Aşağıdaki kavrama ilişkin istenen ifadelere göre tabloyu doldurunuz.

Cetveller ve Özellikleri

Gönyeler ve Özellikleri

ÇİZİM ARAÇLARI

Pergeller ve Özellikleri

Şablonlar ve Özellikleri

1.6. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN RESİM KÂĞITLARI

Resim kâğıtları, üzerine kalemle yazı yazılabilen ve çizim yapılabilen yüzeylerdir. Çizilecek resmin türüne ve kullanım amacına göre farklı özelliklerde kâğıtlar tercih edilir. Bu nedenle teknik resimde kullanılan kâğıtların da kendine özgü ayırt edici özellikleri vardır.

1.6.1. Teknik Resme Özgü Resim Kâğıtlarının Temel Özellikleri

Teknik resimde kullanılan kağıtlar; çizimlerin uluslararası standartlara uygun, net, dayanıklı ve çoğaltmaya elverişli olmasını sağlamak için özel ortak özelliklere sahiptir.

1.6.1.1. Teknik Resimde Kullanılan Kâğıt Çeşitleri

Teknik resimde kullanılan pak, eskiz, aydınger, milimetrik gibi birçok resim kâğıdı türü vardır.

Opak Kağıtlar: Düz beyaz ve ışığı geçirmeyen resim kâğıtlarıdır (Görsel 1.22). Keten, kenevir, pamuk gibi bileşenlerin selüloza eklenmesiyle üretilir. Özellikle kurşun kalem çizimlerinde kullanılan, sert ve yırtılmaya dayanıklı, yüksek nitelikli bir kâğıttır.

Görsel 1.22: Opak kâğıtlar

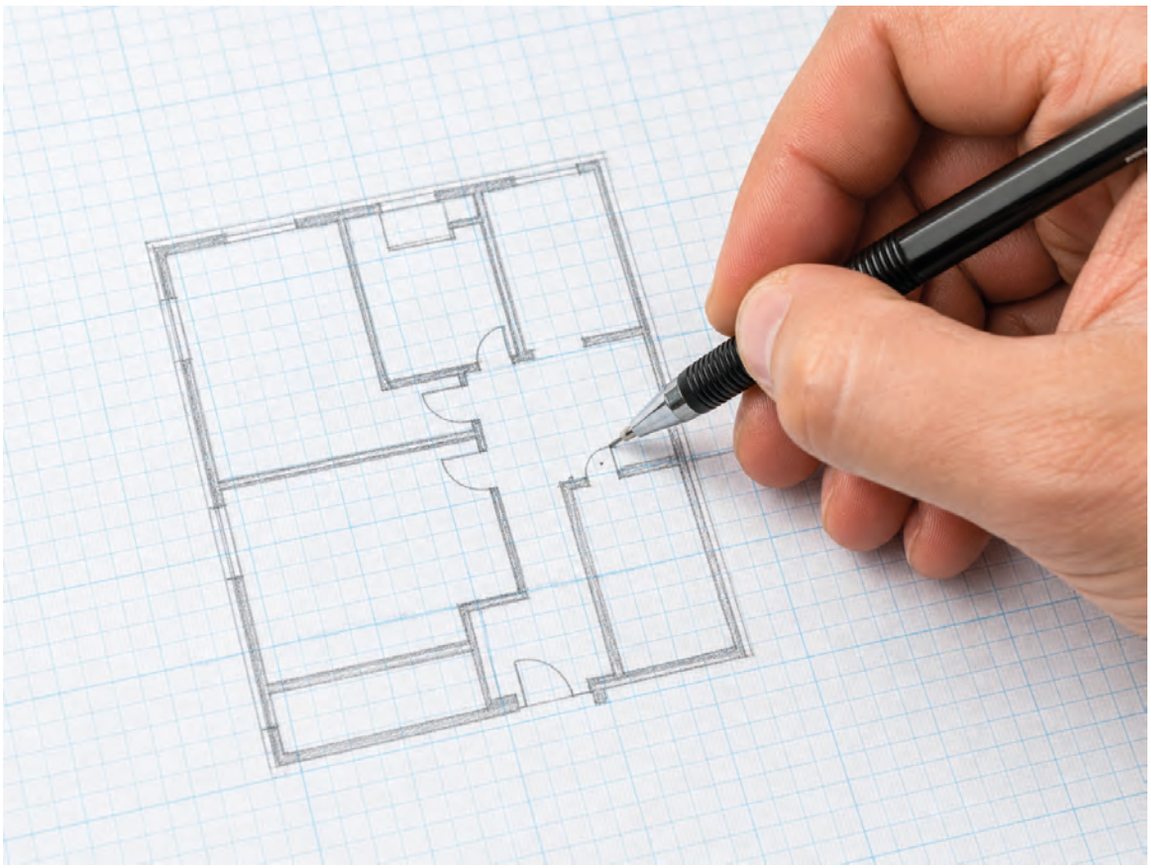
Eskiz Kâğıdı: Alttaki çizimi gösteren, yarı saydam yapıda, selülozlu bileşenlerden ya da katıklı odun hamurundan üretilen çizim kâğıdıdır (Görsel 1.23). Özellikle çizime başlamadan önceki düşünme ve tasarlama aşamasında kurşun kalemle kullanılan, orta nitelikte bir taslak kâğıdıdır.

Görsel 1.23: Eskiz kâğıdı

Aydınger Kâğıdı: Yarı saydam çizim kâğıtlarıdır (Görsel 1.24). Nemden etkilenerek kırışır, sıcak etkisiyle sertleşir ve kırılır. Bu yüzden saklama koşullarına özen gösterilmelidir. Aydınger kağıtlarına çini mürekkebiyle yapılan çizimler kazınarak silinebilir. Yarı saydam olduğu için her bir aydınger kâğıdına arazi, bina, oda gibi kısımlar ayrı ayrı çizilerek katmanlı bir çizim yapılabilir. Bu amaçla mimari projelerde ve çoğaltılması yapılacak çizimlerde sıklıkla kullanır.

Görsel 1.24: Aydınger kâğıdı

Milimetrik Kâğıtlar: Adını üzerindeki ölçüleri bir milimetre olan karelerden alır (Görsel 1.25). Üzerindeki milimetrik ölçüleri sayesinde grafik ve kroki çizimlerinde kullanılır. Opak ve yarı saydam türleri vardır.



Görsel 1.25: Milimetrik kâğıt

1.6.1.2. Teknik Resimde Kullanılan Kâğıtların Ölçüleri

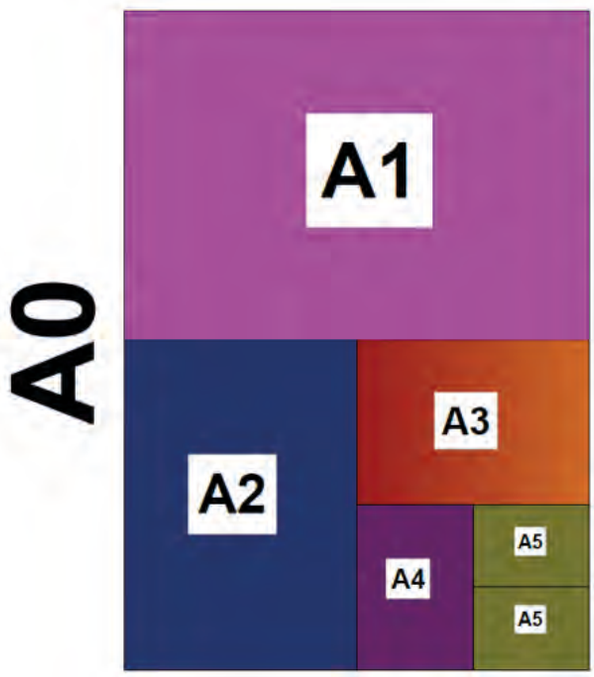
Teknik çizimler, evrensel bir dil oluşturmak amacıyla standart boyutlardaki resim kâğıtlarına çizilir. Ülkemizde bu kurallar **Türk Standartları Enstitüsü (TSE)** tarafından belirlenmiştir. Bu standartlar **Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO)** tarafından kabul edilen ölçütlerle tam uyumludur.

Standart resim kâğıdı boyutları (A Serisi), “x” ve “y” kâğıdın kenar uzunluklarını temsil etmek üzere iki temel matematiksel kurala dayanır.

Oran Kuralı: Kısa kenarın uzun kenara oranı hep bir bölü ikinin kareköküne (≈ 1,414) oranıdır (x: y = 1 : 1,41).

Alan Prensibi: Serinin en büyük kâğıdı olan A0’ın yüzey alanı tam olarak 1 m² dir (x . y = 1).

Bu kurallar doğrultusunda yüzey alanı 1 m² olan A0 kâğıdı için ölçüler 841 mm x 1189 mm olarak belirlenmiştir. Ardışık boyutlar (A1, A2, A3...), bir önceki kâğıdın uzun kenarı boyunca tam ortadan ikiye bölünmesiyle elde edilir. Bu işlemde kâğıtlar arasındaki alan oranı 1: 2’dir. Görsel 1.26’da resim kâğıdı ölçülerine yer verilmiştir.

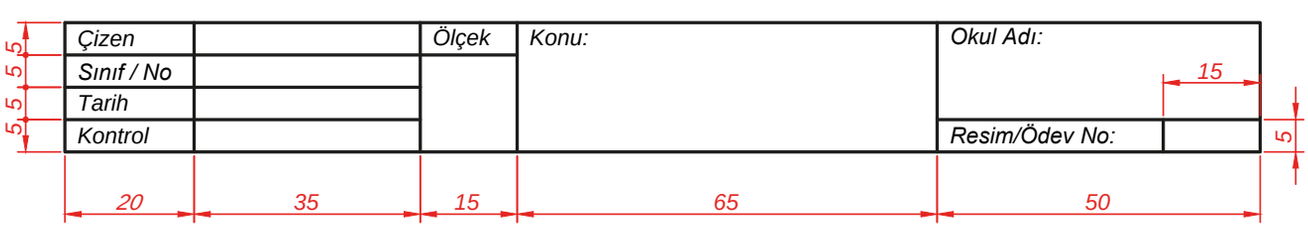


Anma Adı	En (mm)	Boy (mm)	Yüzey Alanı (m^2)
A0	841	1189	1
A1	594	841	0,5
A2	420	594	0,25
A3	297	420	0,125
A4	210	297	0,062
A5	148	210	0,031

Görsel 1.26: Standart resim kâğıdı ölçüleri

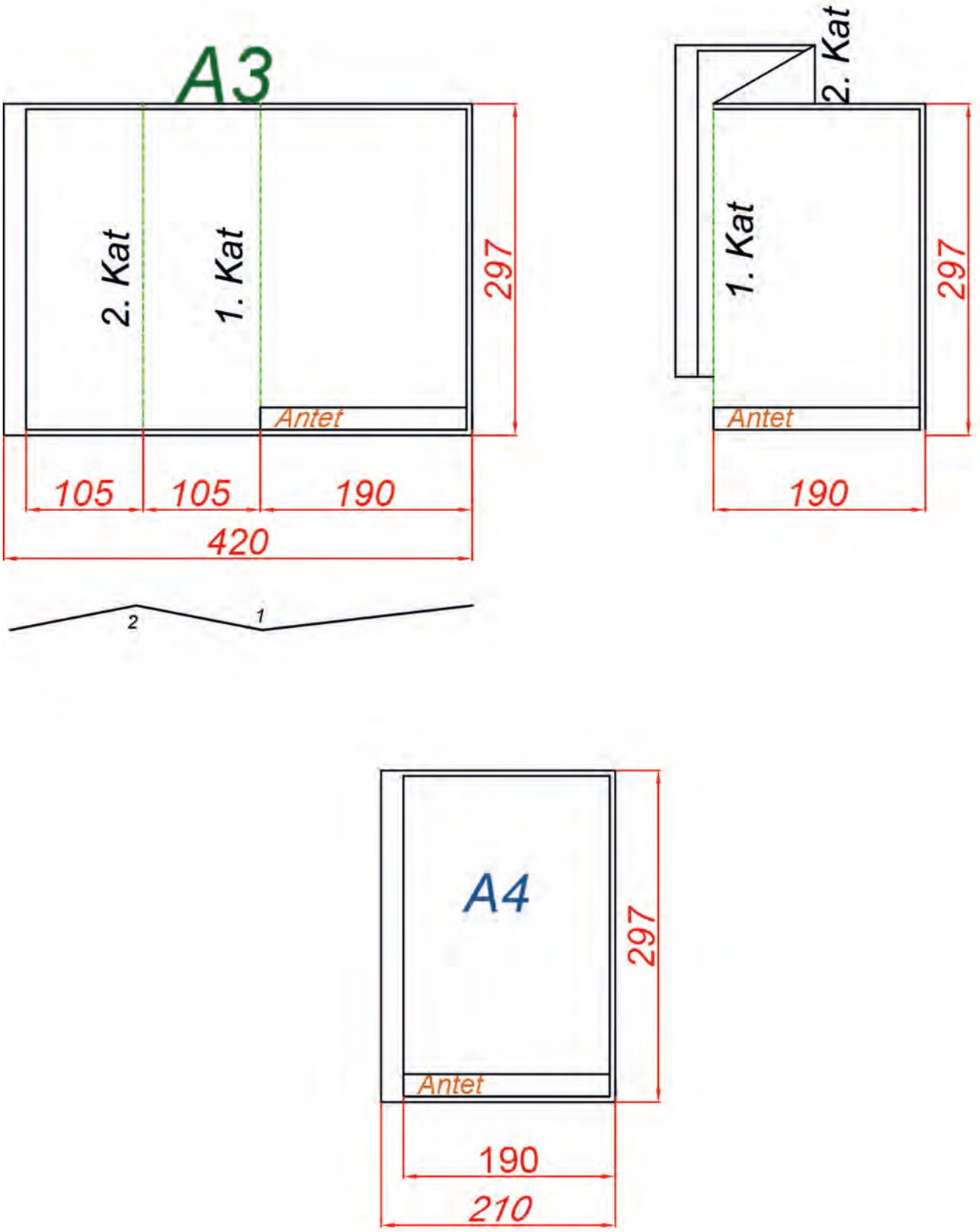
1.6.1.3. Teknik Resimde Kullanılan Kağıtlarda Antet Kullanımı

Yapılan çizimle ilgili önemli ve ayrıntılı bilgileri içeren, standart ölçülere göre belirlenen, çizim yapılan sayfanın sağ alt kısmında yer alan yazı alanına **antet** denir (Görsel 1.27). Kurum bilgileri, çizim ölçeği, kâğıt boyutu ve diğer önemli bilgiler antet içine yazılır, böylece bu bilgilerin kolayca bulunabilmesi sağlanır. Antet; çizimin kullanım amacı, yeri ve içerdiği bilgilere göre değişik ölçülerde çizilir.



Görsel 1.27: Okullarda kullanılan antet

A1, A2 ve A3 çizim kâğıtları çizim bittikten sonra antet kısmı öne gelecek biçimde katlanmalıdır. Kâğıtlar katlandıktan sonra A4 (297x210) boyutuna ulaşır (Görsel 1.28). Kağıtlar bu şekilde dosya içerisinde saklanmalıdır.



Görsel 1.28: Resim kağıdının katlanması

2. ETKİNLİK

Adı:	Teknik Resimde Kullanılan Resim Kâğıtlarını Anlatan Bülten Panosu
Süre	2 ders saati
Amaç	Teknik resimde kullanılan resim kâğıtlarını açıklamak
Değerlendirme	Yapacağınız çalışma, karekodda yer alan ölçme aracı kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı hazırlarken buradaki ölçütleri dikkate alınız. Bülten panosu hazırlama sürecinde yaptığınız çalışmalarla ilgili öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

Etkinlik Adımları

1. Teknik resimde kullanılan resim kâğıtlarını ölçülerine göre sınıflandırınız.
2. Teknik resimde kullanılan resim kâğıtlarını çeşitlerine göre sınıflandırınız ve özelliklerini yazınınız.
3. Bir A3 kağıdını doğru şekilde katlayıp dosyalayınız.
4. Güvenilir genel ağ siteleri, kütüphane veri tabanları ve akademik platformları kullanarak grup arkadaşlarınızla konunuz hakkında araştırma yapınız.
5. Araştırma sonuçlarınızı not ediniz.
6. Yararlandığınız kaynakları not ediniz.
7. İnternet ortamında bülten panosu hazırlama uygulamalarından yararlanarak bir sunum hazırlayınız.
8. Sunumunuzu hazırlarken Türkçe dil ve anlatım kurallarına dikkat ediniz.
9. Yalın ve anlaşılır bir dil kullanınız.
10. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede teslim ediniz ve sunumunuzu yapınız.
11. Sunumuzu 10 dakikayla sınırlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

1.7. TEKNİK RESİMDE KULLANILAN ÇİZİM ARAÇLARININ SAKLANMASI

Teknik resimde kullanılan çizim araçlarının saklanması ve bakımının çizim kalitesine katkısı oldukça önemlidir. Yerinde kullanılmayan, doğru koşullarda saklanmayan ve bakımı aksatılan çizim araçları kısa sürede bozularak kullanım amacından uzaklaşabilir. Bu yüzden çizim araçları kullanım sonunda temizlenmeli ve uygun koşullarda saklanmalıdır.

Plastik cetvel vb. çizim araçları temizlenmezse üzerindeki grafit ve elden geçen yağlar yapılan çizimi kirletir. Bu nedenle çizim araçlarının ılık sabunlu suyla temizlenmesi gerekir. Yüksek sıcaklıkta bırakılan araç gereçle çarpılmadan dolayı olması gereken doğrulukta çizimler yapılamaz. Cetveller, kağıtları kesmek için çizim masalarının üzerinde maket bıçaklarıyla kullanılırsa cetvelin kenarları ve çizim masaları çizilir. Çizim sırasında cetvelle doğru çizimler yapılmaz ve kalem, masanın yüzeyindeki çiziklere kaçarak kâğıdı delebilir.

Metal çizim araçları, paslanmayı engellemek için nemden uzak tutulmalı; varsa özel saklama kutuları içinde korunmalıdır. Tüm önlemler alınır ve bakımlar aksatılmazsa çok daha doğru ve düzgün çizimler yapılabilir. Ayrıca çizim araçlarının kullanım süresi uzar.

Çizim kâğıtlarının düzgün saklanmayıp gelişigüzel bırakılması; kirlenme, yırtılma, buruşma, kaybolma gibi sorunlar doğurur. Önceki teknik resimleri yeniden çizmek kâğıt israfına yol açar. Kâğıt üretimi, oksijen kaynağı olan ağaçları ve suları tüketirken karbon salımını da artırır. Gereksiz kâğıt tüketimi azaldıkça doğal kaynakların daha iyi korunmasına katkıda bulunulur.

3. ETKİNLİK

Adı:	Teknik Resimde Kullanılan Çizim Araçlarının Saklanması ve Bakımını Anlatan Bülten Panosu
Süre	2 ders saati
Amaç	Teknik resimde kullanılan çizim araçlarının saklanmasını ve bakımını açıklamak
Değerlendirme	Yapacağınız çalışma, karekodda yer alan ölçme aracı kullanılarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. Çalışmanızı hazırlarken buradaki ölçütleri dikkate alınız. Bülten panosu hazırlama sürecinde yaptığınız çalışmalarla ilgili öz değerlendirme formunu doldurunuz

Yönerge: Teknik resimde kullanılan çizim araçlarının sınıflarına göre saklanmasını ve bakımını açıklayan bülten panosunu grup çalışmasıyla hazırlayınız. Grup çalışmasında planlı sistematik ve sorumlu karar vermeye özen gösteriniz. Bülten panosunda özellikle kağıtların dosyalanması ve israfı arasındaki ilişkiye yer veriniz.

Etkinlik Adımları

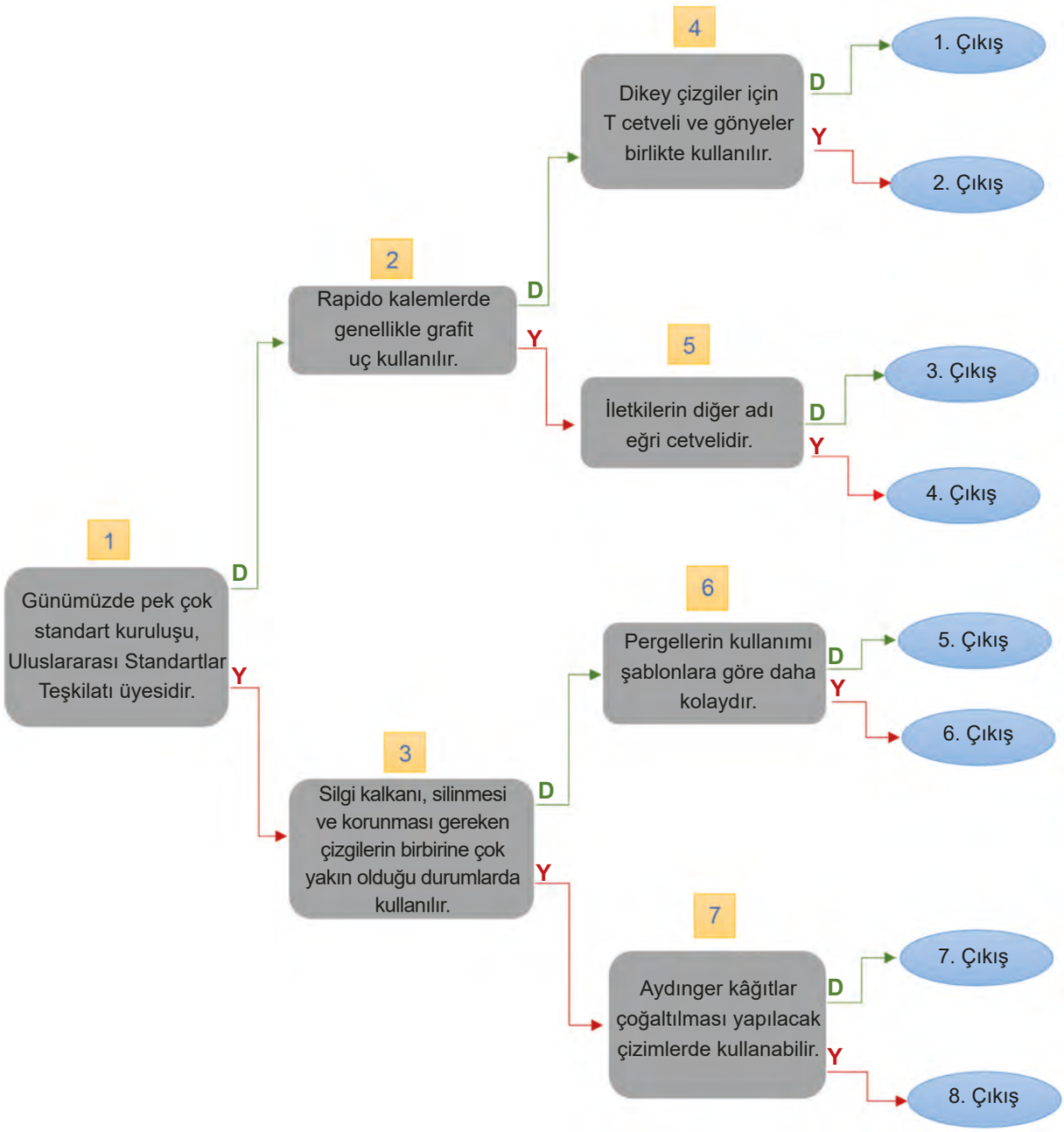
- Teknik resimde kullanılan çizim araçlarının saklanmasını açıklayınız.
- Teknik resimde kullanılan çizim araçlarının bakımını açıklayınız.
- Çizim kağıtlarının dosyalanması ve israfı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
- Öğretmeniniz rehberliğinde beş ayrı gruba ayrılınız.
- Kendi grubunuz içerisinde de iş bölümü yapınız (grup sözcüsü, teknik destek, görsel bulma vb.).
- Güvenilir genel ağ siteleri, kütüphane veri tabanları ve akademik platformları kullanarak grup arkadaşlarınızla teknik resimde kullanılan çizim araçlarının saklanması ve bakımı hakkında araştırma yapınız.
- Araştırma sonuçlarınızı not ediniz.
- Yararlandığınız kaynakları not ediniz.
- İnternet ortamında bülten panosu hazırlama uygulamalarından yararlanarak bir sunum hazırlayınız.
- Sunumunuzu hazırlarken Türkçe dil ve anlatım kurallarına dikkat ediniz.
- Yalın ve anlaşılır bir dil kullanınız.
- Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede teslim ediniz ve sunumunuzu yapınız.
- Sunumuzu 10 dakikayla sınırlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki etkinlikte en baştaki ifadeden başlayarak okuduğunuz ifadenin doğru (D) veya yanlış (Y) olduğuna karar verip ilgili ok yönünde ilerleyerek doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Teknik resmin bilinen ilk çalışmasını ortaya koyan kimdir?

A) Alfredo Bensaude

B) Gudea

C) El Cezeri

D) Gaspard Monge

E) Leonardo da Vinci

2. Aşağıdakilerden hangisi sert uçlardandır?

A) B

B) HB

C) F

D) 7B

E) 9H

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

3. Aşağıdakilerden hangisi mürekkeple yapılan çizimlerin silinmesinde daha etkilidir?

A) Elektrikli silgi

B) Hamur silgi

C) Kalem şeklinde silgi

D) Plastik silgi

E) Silgi kalkanı

4. Eğri çizgilerin çiziminde kullanılan araç aşağıdakilerden hangisidir?

A) Gönye

B) Ölçek cetveli

C) T cetveli

D) Pistole

E) Düz cetvel

5. Aşağıdakilerden hangisi ölçüm yapmadan ve ek bir düzenleme gerektirmeden 60° açılı çizgiyi kolayca çizmeye en elverişli araçtır?

A) Ölçek cetveli

B) Gönye

C) İletki

D) Pistole

E) Pergel

6. Ek bir düzenleme gerektirmeden ve ölçüm yapmadan kolayca elips çizmeye en kullanışlı araç aşağıdakilerden hangisidir?

A) Pergel

B) Pistole

C) Şablon

D) İletki

E) Gönye

7. A4 kağıdının boyutları kaç mm'dir?

A) 210 x 297

B) 297 x 420

C) 594 x 841

D) 176 x 250

E) 420 x 594

8. Plastik gönye, cetvel ve şablonların yapısını bozmadan üzerindeki kir ve kurşun kalem izlerini temizlemek için aşağıdakilerden hangisi kullanılmalıdır?

A) Selülozik tiner

B) Aseton

C) Saf alkol

D) Makine yağı

E) Ilık sabunlu su

C) Ölçme ve değerlendirme çalışmalarıyla ilgili olarak aşağıdaki çıkış kartını doldurunuz.

Bilmek İstediklerim	Öğrendiklerim

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

2. ÖĞRENME BİRİMİ

GEOMETRİK ÇİZİMLER

KONULAR

2.1. EĞİK VE DİK STANDART YAZI

2.2. ÇİZGİ ÇALIŞMALARI

2.3. GEOMETRİK ŞEKİLLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

- çizgi çalışması
- dik standart yazı
- eğik standart yazı
- geometrik şekiller
- teğet çizimi

BEKLENTİLER

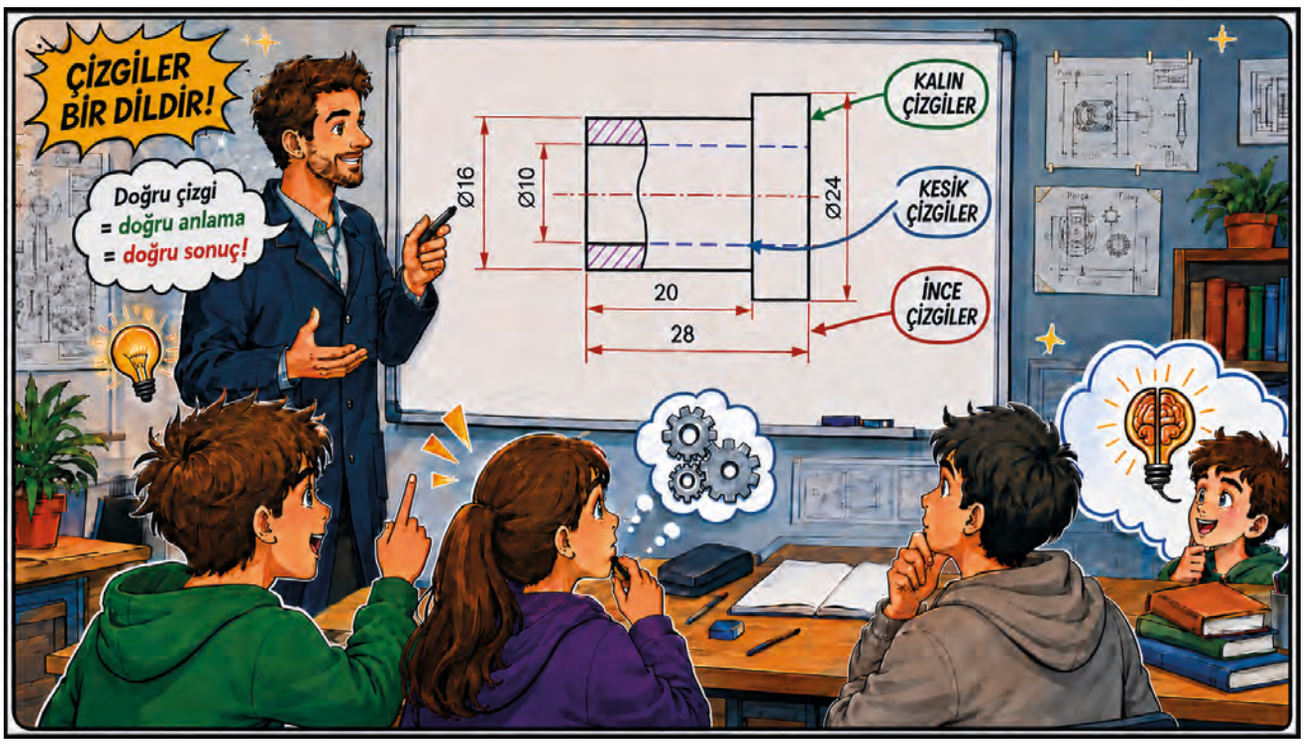
Bu öğrenme biriminde sizden

- teknik resim kurallarına (TS EN ISO 3098 standartlarına) uygun olarak eğik ve dik standart yazı yazmanız
- teknik resim kurallarına uygun olarak serbest elle ve çizim takımlarıyla çizgi çalışmaları yapmanız
- teknik resim kurallarına uygun olarak geometrik şekiller çizmeniz

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Aşağıdaki karikatürü inceleyerek soruları yanıtlayınız.



Görsel 2.1: Hazırlık sorusu karikatürü

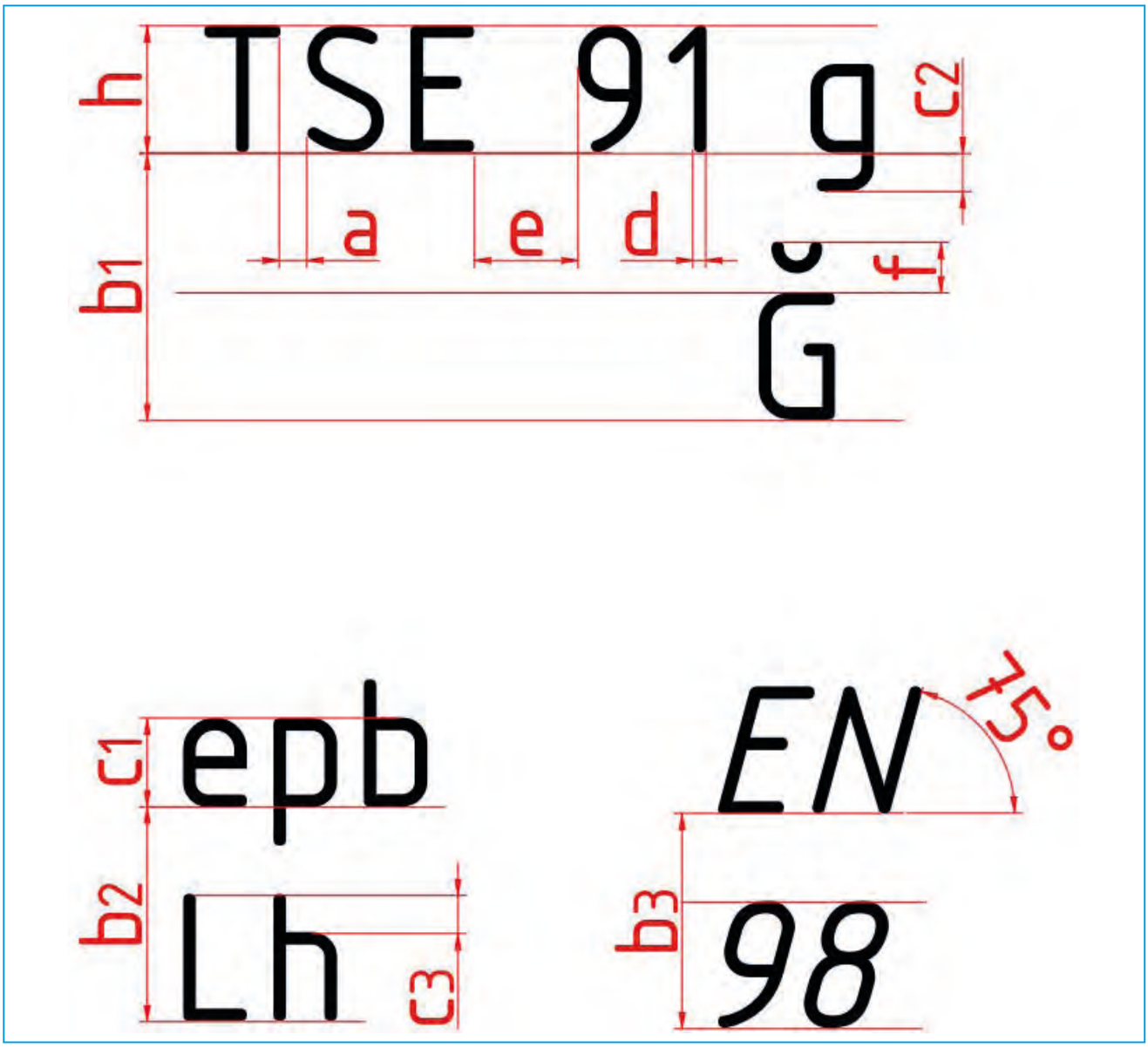
1. **Verilen çizim örneğinde sizce neden bazı çizgiler kalın bazıları ince kullanılmış?**
2. **Düz ve kesik çizgiler sizce ne ifade ediyor? Sınıfta tartışınız.**

2.1. EĞİK VE DİK STANDART YAZI

Teknik resimdeki yazılar TS EN ISO 3098-1 standartlarına uygun olarak eğik ve dik standart şeklindedir. **Dik yazı**, yatayla 90° açı yapar. **Eğik (norm, italik) yazı** ise yatayla 75° açıdadır. Teknik resimde okunurluğu arttırmak için kullanılır.

Eğik ve dik yazıda **TS EN ISO 3098-1** standardı 30 Nisan 2015 tarihinde kabul edilip kendinden önceki **TS EN ISO 3098-0:2001** standardının **Teknik mamûl dokümantasyonu-Yazılar-Bölüm 1: Genel kurallar** başlığında yerini almıştır. Uluslararası karşılığı **EN ISO 3098-1-EQV**'dir.

Güncellemeler **Türk Standartları Enstitüsü (TSE)** genel ağ sitesinden takip edilebilir. Bunun için standart arama bağlantısı tıklanır, açılan sayfadaki **TS No.:** yazan yerin yanındaki kutucuğa standart numarası yazılır. **Geçen**, **Başlayan** veya **Eşit** seçeneklerinden biri seçilerek standart adı ilgili kısma eklenir. Güncelleme varsa satın alınarak temin edilebilir ve yeni standarttaki değişiklikler doğrultusunda yazı yazılabilir. Görsel 2.2'de eğik ve dik yazının standarda uygun yazımı yer almaktadır.



Görsel 2.2: Standart dik ve eğik yazı ölçüleri

Görsel 2.2'deki standartların açıklaması şu şekildedir:

Büyük Harf Yüksekliği (h): T, S, 9 ve **1** gibi büyük harf ve rakamların mm cinsinden yüksekliğidir. Yazının **anma boyutu** olarak da bilinir. Resmin büyüklüğüne göre seçilir.

Küçük Harf Gövde Yüksekliği (c_1): Kuyruksuz, sapsız ve noktasız **a, e, ı, o, u** gibi harflerin tam yüksekliği; **p, g, y** gibi kuyruğu olan harflerin kuyruk hariç gövdesinin yüksekliği; **b, d, h, k** gibi sapı olan harflerin sap hariç kalan kısmının değerindeki yüksekliğidir. **(7/10).h** denklemiyle bulunur. Örneğin yazı yüksekliği 10 mm olan bir harfin c_1 ölçüsü 7 mm'dir.

Kuyruk Uzunluğu (c_2): Taban çizgisinden aşağı sarkan **g, p, y** gibi küçük harf kuyruklarının **(7/10).h** değerindeki uzunluğudur.

Sap Yüksekliği (c_3): h, b, d, k gibi küçük harflerin gövdesinden yukarı taşan kısımların **(7/10).h** değerindeki uzunluğudur

Harfler Arası Boşluk (a): Aynı sözcük içindeki karakterler (harfler ya da rakamlar) arasında bırakılması gereken boşluktur. **h/5** denklemiyle bulunur.

Sözcükler Arası Boşluk (e): Art arda gelen iki sözcük arasında **(6/10).h** değerindeki bırakılması gereken aralıktır.

Çizgi Kalınlığı (d): Harfler yazılırken kullanılan çizginin ya da kalemin uç kalınlığıdır. **(1/10).h** denklemiyle bulunur.

Satır Aralığı (b): Satır aralıkları (b_1, b_2, b_3) ardışık satırların taban çizgileri arasındaki dikey uzunluk; yazının içeriğine göre geniş, standart ve dar aralık olarak sınıflandırılır.

Geniş aralık (b_1), üst satırdan aşağı sarkan kuyruklu harfler (ç, g, j, y, ş) ile alt satırdaki üstten işaretli büyük harflerin (İ, Ö, Ğ, Ü) çakışmasını önlemek için kullanılan en geniş satır aralığıdır**. (19/10).h** denklemiyle bulunur.

Standart aralık (b_2), üst satırda yer alan kuyruğu olan küçük harfler (g, j, p, q, y) ile alt satırda yer alan işaretsiz büyük harfler ya da üst uzantısı (sapı) olan küçük harfler (b, d, h, k, l) arasındaki çakışmayı önleyen temel satır aralığıdır. **(15/10).h** denklemiyle bulunur.

Dar aralık (b_3); alt satırda yukarı taşan işaret, üst satırda aşağı sarkan kuyruk içermeyen için satırların birbirine en çok yaklaştırılabildiği dar aralıktır. Özellikle antetlerde yer kazandırır. **(13/10).h** denklemiyle bulunur.

Harf imi Yüksekliği (f): İ, Ü, Ğ gibi üstten işaretli büyük harflerin işaretlerinin harfin gövdesinden en fazla ne kadar yukarıda olabileceğinin sınırıdır. **(4/10).h** denklemiyle bulunur.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki kavrama ilişkin istenen ifadelere göre şemayı doldurunuz.

Açıklama

Yazı Türleri ve Açıklamaları

STANDART YAZI

Temel Ölçüler ve Açıklamaları

Standart Yazı Örnekleri

NOTLARIM

1. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Teknik resim kurallarına uygun olarak standart yazı yazma
Amaç	Teknik resim kurallarına (TS EN ISO 3098 standartlarına) uygun olarak standart yazı yazmak
Süre	1 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Üstteki satırda verilen yazıları, aynı yazım şekliyle alttaki kutucuklara yazınız. (Resim/Ödev 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6).

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıda yazım şekli üstteki satırda verilen küçük dik harfleri alttaki kutucuklara yazınız.

a	b	c	ç	d	e	f	g	h	ı
a									
									ı
i	j	k	l	m	n	o	ö	p	r
s	ş	t	u	ü	v	w	x	y	z
									z

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.1

Aşağıda yazım şekli üstteki satırda verilen büyük dik harfleri alttaki kutucuklara yazınız.

A B C Ç D E F G H I

A

I

İ J K L M N O Ö P R

S Ş T U Ü V W X Y Z

Z

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.2

Aşağıda yazım şekli üstteki satırda verilen küçük eğik harfleri alttaki kutucuklara yazınız.

a b c ç d e f g h ı

a ı

i j k l m n o ö p r

s ş t u ü v w x y z

z

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.3

Aşağıda yazım şekli üstteki satırda verilen büyük eğik harfleri alttaki kutucuklara yazınız.

A	B	C	Ç	D	E	F	G	H	I
A									
									I
İ	J	K	L	M	N	O	Ö	P	R
S	Ş	T	U	Ü	V	W	X	Y	Z
									Z

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.4

Aşağıda yazım şekli üstteki satırda verilen eğik ve dik rakamları alttaki kutucuklara yazınız.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0

9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

9

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.5

İstiklal Marşı'nın ilk iki dörtlüğünü, üst satırda gösterilen yazım şekline uygun olarak aşağıdaki boşluklara eğik yazınız.

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;

Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.

O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;

O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilal!

Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?

Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl...

Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.6

2.2. ÇİZGİ ÇALIŞMALARI

Teknik resimde, yapılan çizimi doğru anlamak ve anlatmak için çizgilerin biçim, kalınlık ve kullanım alanlarını öğrenmek son derece önemlidir. Bunun için çizgi çalışmaları yapılmalıdır.

2.2.1. Serbest Elle ve Çizim Takımlarıyla Çizgi Çalışmaları

Teknik resim, uluslararası standartlara (ISO / TSE) dayanan evrensel bir mühendislik dilidir. CAD programları kullanılmayan projelerin, parçaların ya da sistemlerin hatasız üretilebilmesi için kurallara uygun olarak serbest elle ya da çizim takımlarıyla (pergel, cetvel, gönye, t cetveli) çizilmesi gerekir.

2.2.1.1. Çizgi Çeşitleri ve Kalınlıkları

Teknik resimde TS EN ISO 128-2 standardına göre değişik amaçlara yönelik pek çok çizgi biçimi ve kalınlıkları bulunur. Çizgi kalınlığı (d); teknik çizimin türüne ve ölçüsüne bağlı olarak 0,13 mm, 0,18 mm, 0,25 mm, 0,35 mm, 0,5 mm, 0,7 mm, 1 mm, 1,4 mm, 2 mm olarak değişir. Bu dizideki artış **≈ 1,414** oranına dayanır.

Dizi denklemi şu şekilde uygulanır:

0,13 x 1,414 ≈ 0,18	0,18 x 1,414 ≈ 0,25	0,25 x 1,414 ≈ 0,35
0,35 x 1,414 ≈ 0,5	0,5 x 1,414 ≈ 0,7	0,7 x 1,414 ≈ 1
1 x 1,414 ≈ 1,4	1,4 x 1,414 ≈ 2	

Aynı çizimde kullanılan ince ve kalın çizgilerin kalınlıkları arasındaki oran 2'dir. Gemi inşası gibi büyük projelerde bu oran üç katına kadar çıkabilir. Bir çizginin kalınlığı, tüm çizgi boyunca aynı kalmalıdır. Değişik kalınlıklardaki iki bitişik çizgi arasında kesin bir ayrım yapmak olanaklı olduğu sürece çizgi kalınlıkları standarttan sapabilir. Aynı çizgi kalınlığı sağlayan çizim araçları kullanılıyorsa bu tür iki çizgi arasındaki çizgi kalınlığı sapması ± 0,1d'den büyük olmamalıdır. Tablo 2.1'de teknik resimde yaygın olarak kullanılan çizgi biçimleri yer almaktadır.

Tablo 2.1: Çizgi Biçimleri

GÖRÜNÜM	AÇIKLAMA
	Sürekli Çizgi
	Kesik Çizgi
	Uzun Kesik Noktalı Çizgi
	Uzun Kesik İki Noktalı Çizgi
	Noktalı Çizgi
	İnce Düz Zikzak Çizgi
	Serbest El Çizgisi

Tablo 2.2'te çizgilerdeki nokta, boşluk gibi kısımlarının ölçüleri verilmiştir.

Tablo 2.2: Çizim Ögeleri Uzunlukları

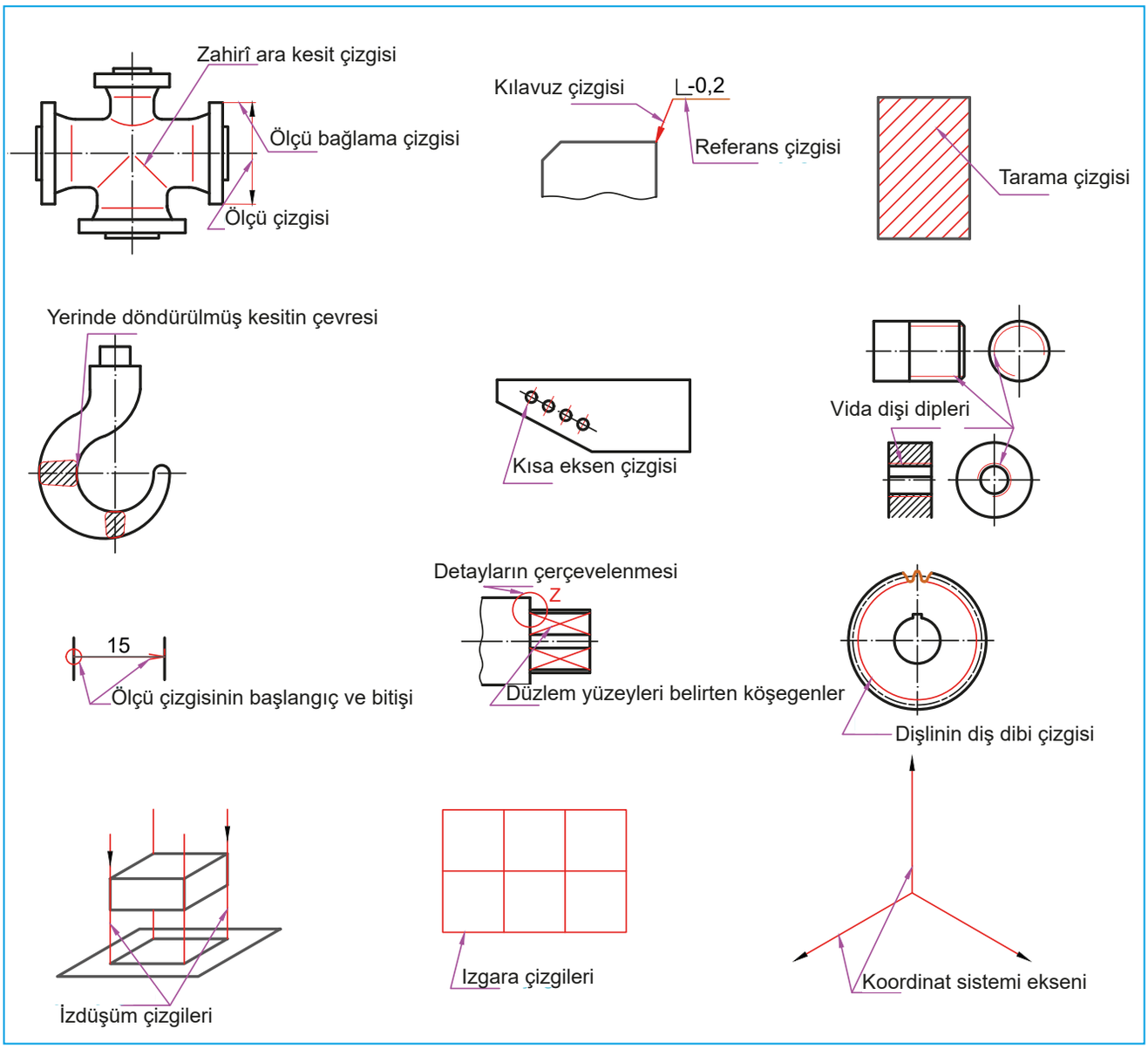
ÇİZİM ÖGESİ	UZUNLUK
Nokta	≤ d
Aralık	3d
Kısa Kesik Çizgi	6d
Kesik Çizgi	12d
Uzun Kesik Çizgi	≈ 24d

A) Sürekli Çizgi

Sürekli çizginin ince ve kalın çizgi olmasına göre kullanım yerleri de çeşitlenir.

a) Sürekli İnce Çizgi

Sürekli ince çizgi kullanımı örnekleri Görsel 2.3'te yer almaktadır.

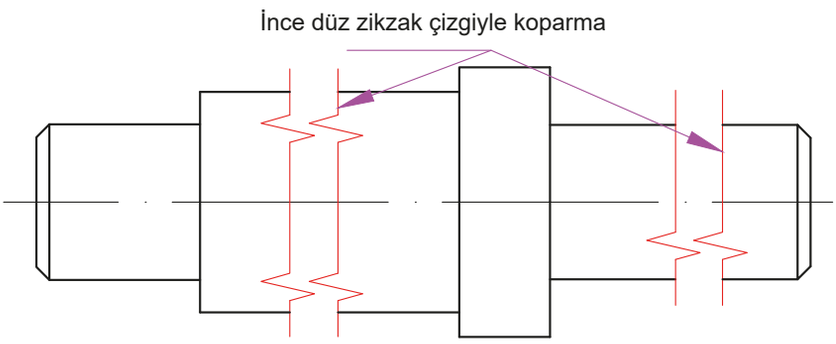


Görsel 2.3: Sürekli ince çizgi kullanımı örnekleri

- Zahirî ara kesit çizgileri
- Ölçülendirme çizgileri
- Kılavuz çizgileri ve referans çizgileri
- Tarama çizgileri
- Yerinde döndürülmüş kesitlerin çevreleri
- Kısa eksen çizgileri
- Vida dişi dipleri
- Ölçü çizgilerinin başlangıcı ve bitişi (içi dolu okun olmadığı durumda)
- Düzlemsel yüzeyleri belirten köşegenler (düzlük işareti)
- Detayların çerçevelenmesi (çok küçük olduğu için anlaşılamayan bölümlerin, ayrıntılı anlatılacağını gösteren açıklama çemberleri vb.)
- Tekrarlanan detayların gösterimi (dişli çarkların diş dibi dairesi vb.)
- İzdüşüm çizgileri
- Izgara çizgileri (örneğin grafikler, haritalar vb.)
- Koordinat sistemi ekseni

b) İnce Düz Zikzak Çizgi

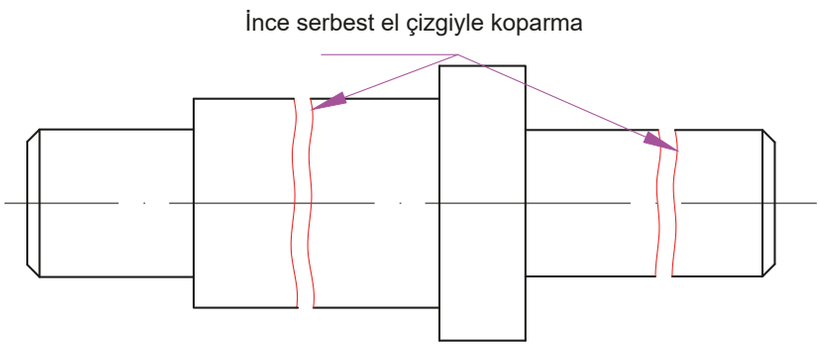
Sürekli çizgi türlerinden biri olan ince düz zikzak çizgi; simetri veya eksen çizgisi bulunmayan durumlarda kısmi ya da koparılmış görünüş, kesit ve profillerin sınırlarını göstermek için kullanılır. Bu çizgi, genellikle CAD programlarında tercih edilir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: İnce düz zikzak çizgi kullanımı örneği

c) İnce Serbest El Çizgisi

Simetri ya da eksen çizgisi olmadığı durumlarda kısmi veya koparılmış görünüşlerin, kesitlerin ve profillerin tercihen elle çizilmiş sınırlarında kullanılır (Görsel 2.5).

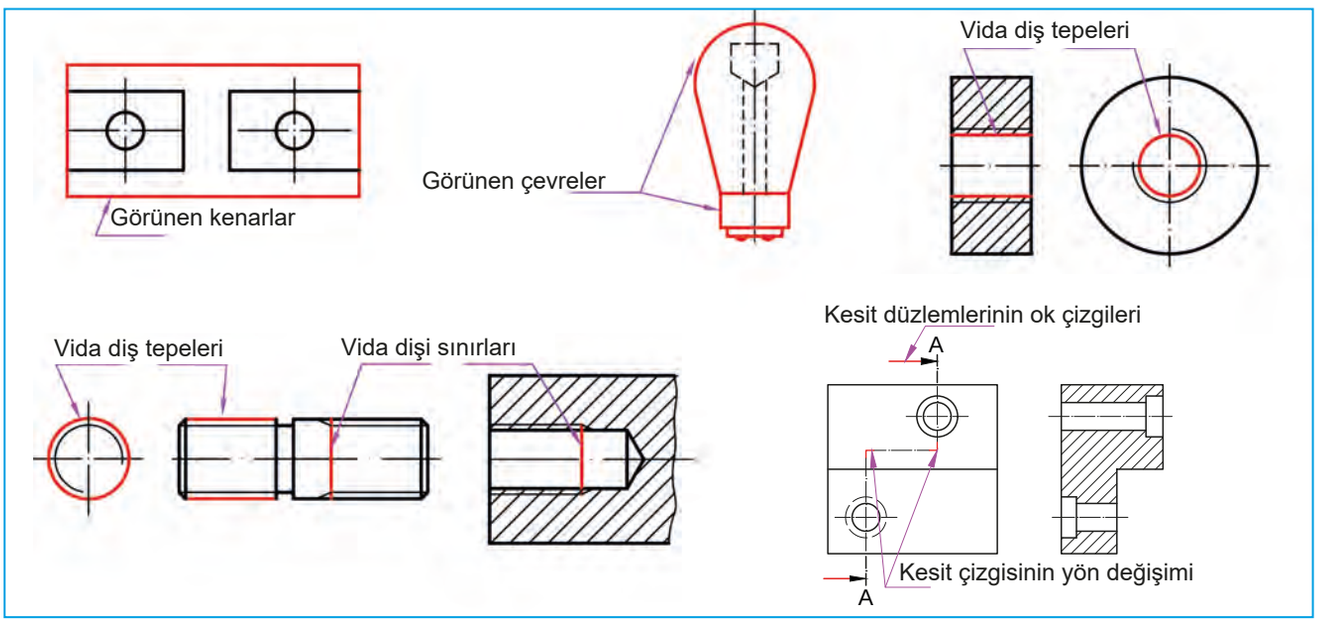


Görsel 2.5: İnce serbest el çizgisi kullanımı örneği

ç) Sürekli Kalın Çizgi

Sürekli kalın çizgilerin genel kullanım alanları şunlardır:

- Görünen kenarlar
- Görünen çevreler
- Vida dişi tepeleri
- Tam diş derinliği uzunluğunun sınırı
- Kesit çizgilerinin yön değişimleri ve kesit okları (Görsel 2.6)



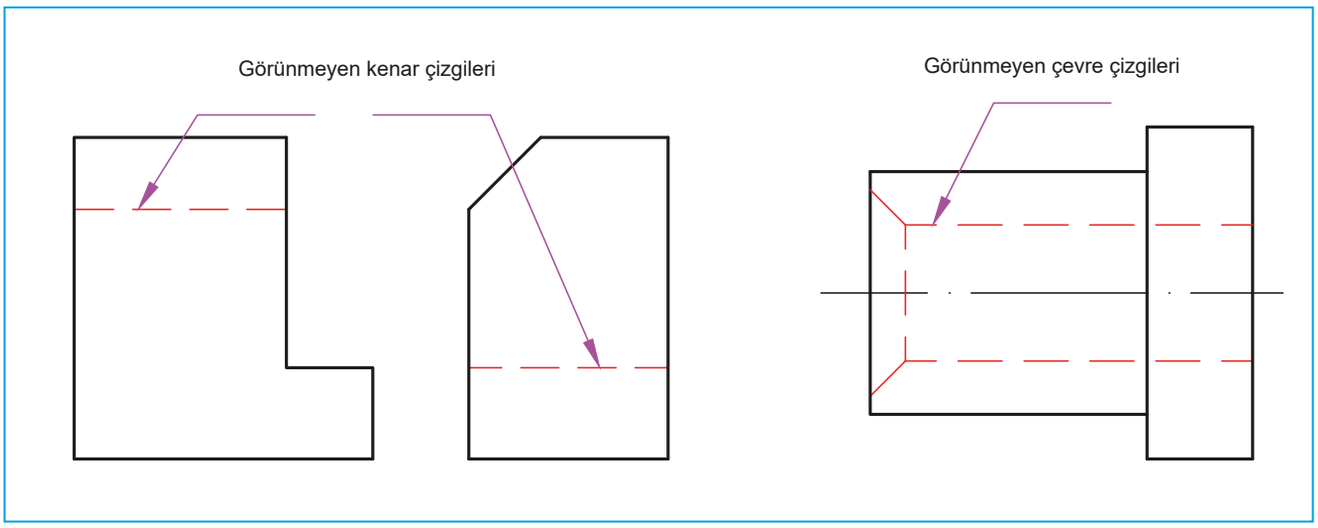
Görsel 2.6: Sürekli kalın çizgi kullanımı örnekleri

B) Kesik Çizgi

Kesik çizginin incelik ve kalınlığına göre değişik kullanım yerleri vardır.

a) Kesik İnce Çizgi

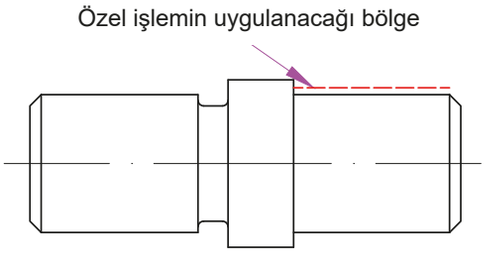
- Görünmeyen kenarlar ve görünmeyen çevrelerde kullanılır (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Kesik ince çizgi kullanımı örnekleri

b) Kesik Kalın Çizgi

İzin verilen yüzey işlemi alanlarının gösteriminde (örneğin ısıl işlem, organik kaplamalar, termal püskürtme kaplama) kullanılır (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Kesik kalın çizgi kullanımı örneği

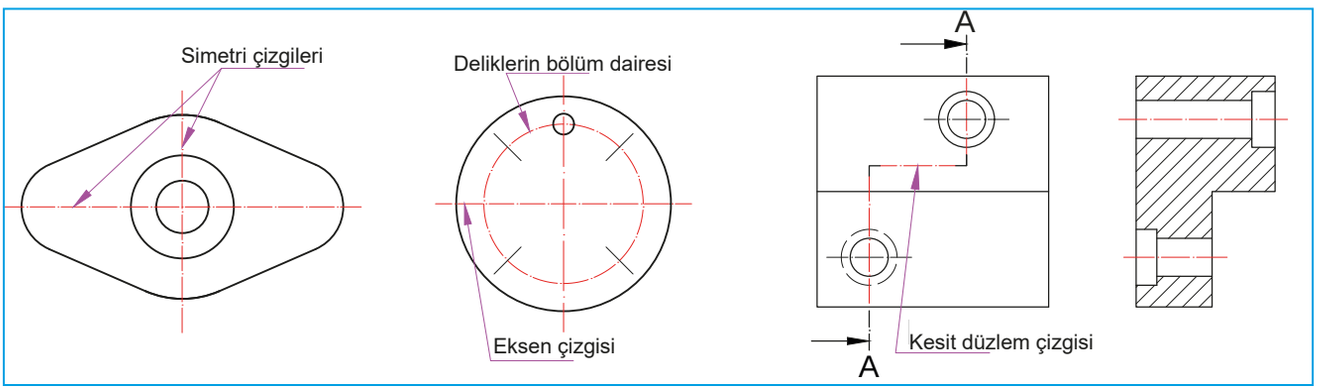
C) Noktalı Kesik Çizgi

Makine alanında noktalı kesik çizginin ince ve kalınlığına göre kullanım yerleri de değişir.

a) Noktalı Kesik İnce Çizgi

Noktalı kesik çizgilerin kullanım alanları şunlardır:

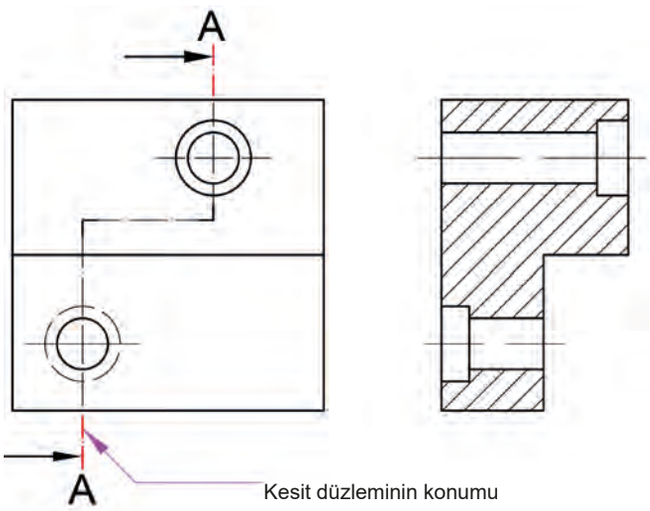
- Eksen çizgileri
- Simetri eksenleri ve düzlemleri, konum unsurları (orta özellikler olarak)
- Deliklerin bölüm dairesi (delik eksen çemberi)
- Kesit düzlemi çizgisi (Görsel 2.9)



Görsel 2.9: Noktalı kesik ince çizgi kullanımı örnekleri

b) Noktalı Kesik Kalın Çizgi

- Kesit düzlemlerinin konumlarında kullanılır (Görsel 2.10).

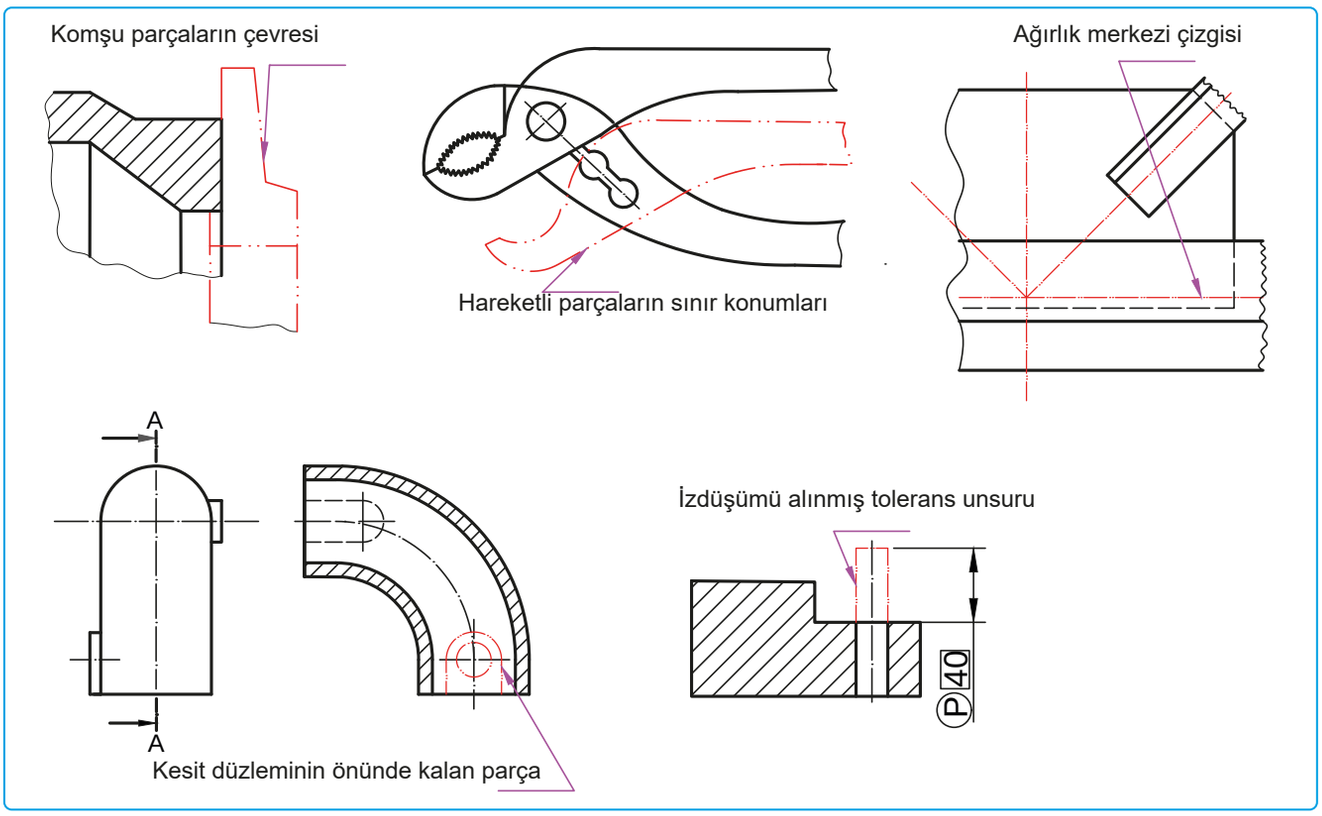


Görsel 2.10: Noktalı kesik kalın çizgi kullanımı örneği

c) İki Noktalı Kesik İnce Çizgi

İki noktalı kesik çizgilerin kullanım alanları şunlardır:

- Komşu parçaların çevreleri, bunlara değen unsurlar
- Hareketli parçaların sınır konumları
- Ağırlık merkezi çizgileri
- Kesit düzleminin önünde kalan parçalar
- İzdüşümü alınmış tolerans unsuru (Görsel 2.11)



Görsel 2.11: İki noktalı kesik ince çizgi kullanımı örnekleri

Teknik resimde çizgi kalınlıkları arasındaki oran 1:2 olmalıdır. Çizgilerin kalınlıklarına göre sınıflandırılması Tablo 2.3'te verilmiştir. Ölçüler milimetre cinsindendir.

Tablo 2.3: Teknik Çizimlerindeki Çizgilerin Kalınlık Grupları

ÇİZGİ GRUBU	ÇİZGİ NUMARALARI İÇİN ÇİZGİ KALINLIKLARI	
	1.1-2.1-3.1-4.1 İnce Çizgi	1.2- 2.2-4.2 Kalın Çizgi
0,25	0,13	0,25
0,35	0,18	0,35
0,5[a]	0,25	0,5
0,7[a]	0,35	0,7
1	0,5	1
1,4	0,7	1,4

[a] Tercih edilen çizgi grupları

SIRA SİZDE

Aşağıdaki kavrama ilişkin istenen ifadelere göre şemayı doldurunuz.

Çizgilerin Teknik Resimdeki Yeri ve Önemi

Çizgi Türleri ve Karşılaştırması

ÇİZGİLER

Çizgi Kalınlıkları ve Karşılaştırması

Çizgi Örnekleri

2. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Serbest Elle ve Cetvellerle Çizgi Çizme
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun olarak serbest elle ve çizi takımlarıyla çizgi çalışmaları yapmak
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Verilen çizgilerin eksik bırakılan kısımlarını serbest elle defter üzerinde çiziniz; ardından cetvel, gönye ve eğri cetveli gibi çizim araçlarını kullanarak resim kâğıdına çiziniz (Resim/Ödev 2.7, 28).

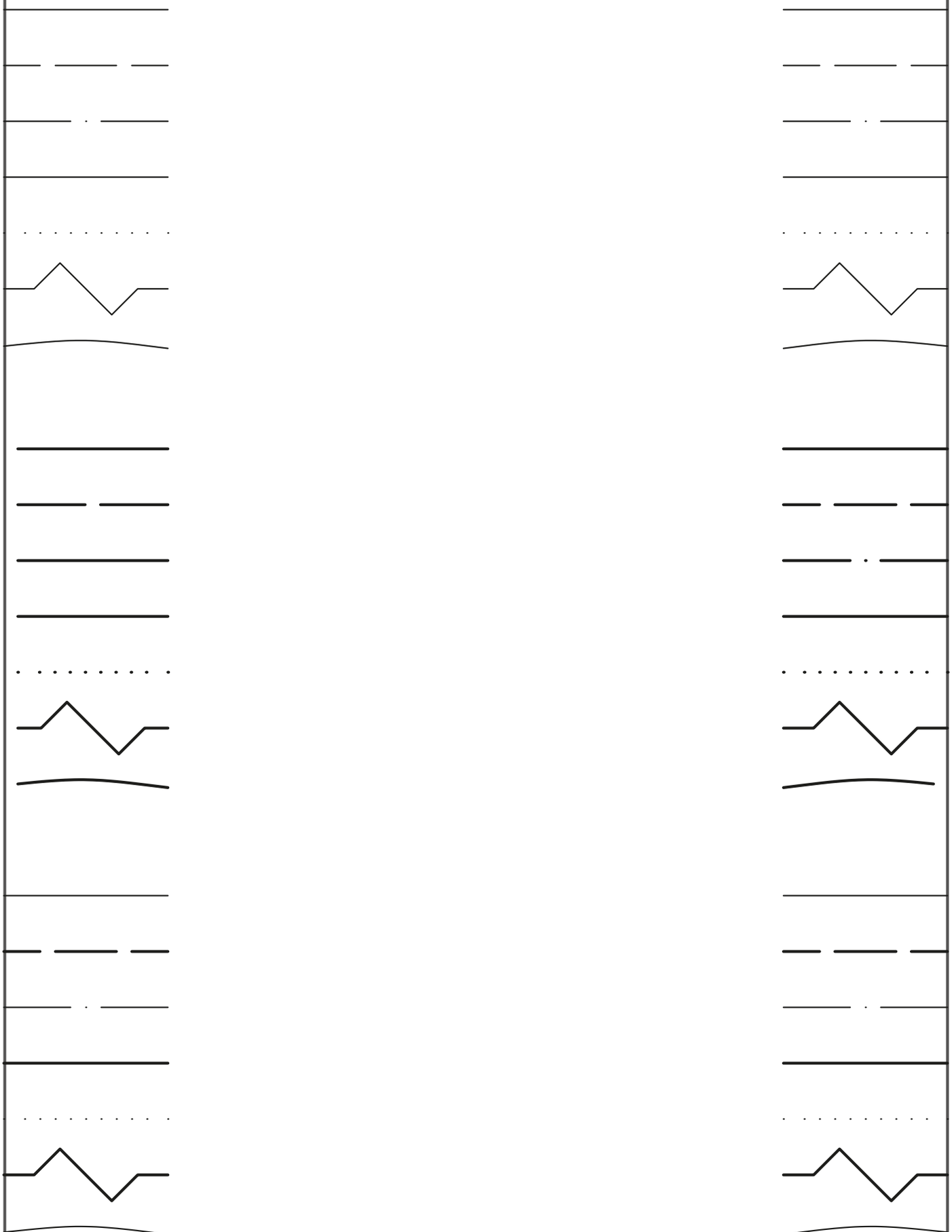
Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

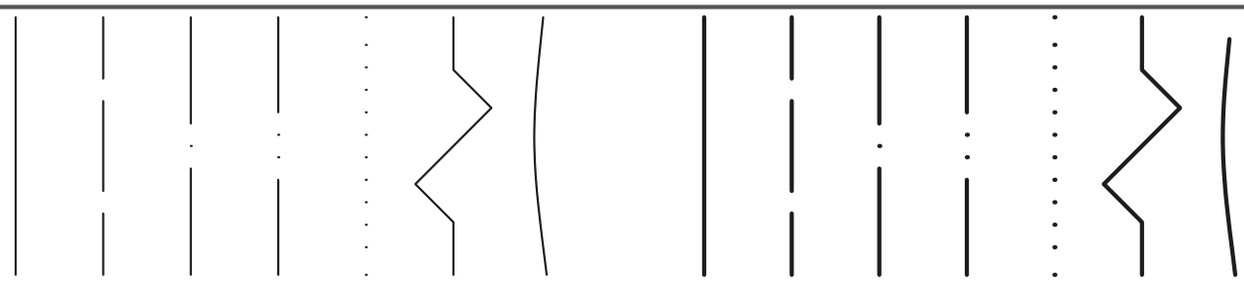
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

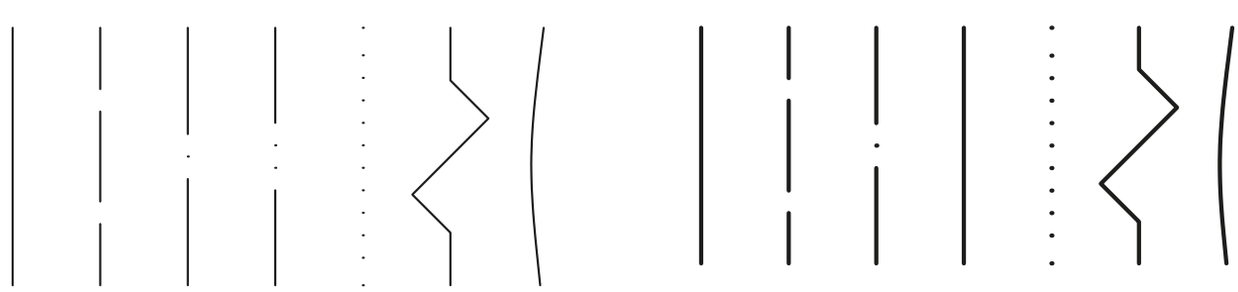
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıdaki çizgilerin eksik bırakılan kısımlarını serbest elle çiziniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.7





Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.8

2.3. GEOMETRİK ŞEKİLLER

Geometrik şekiller noktalar kümesidir. Teknik resimde geometrik şekiller, uluslararası standartlara ve kurallara bağlı olarak tasarımların hatasız ve net bir biçimde ifade edilmesini sağlayan evrensel bir dildir. Nokta, çizgi, daire, yay, çokgen, üç boyutlu katı cisimler gibi temel biçimler; bir parçanın tam ölçülerini, formunu ve üretim detaylarını eksiksiz aktarmak için kullanılır. Bu şekiller, parçaların fonksiyonel özelliklerini belirler ve karmaşık yapıların anlaşılabilir kılınmasına olanak tanır.

2.3.1. Teknik Resim Kurallarına Uygun Geometrik Şekiller Çizme

Teknik resimde geometrik şekillerin çizimleri pergel, gönye, cetvel gibi çizim araçlarının yardımıyla belli kullara göre yapılır.

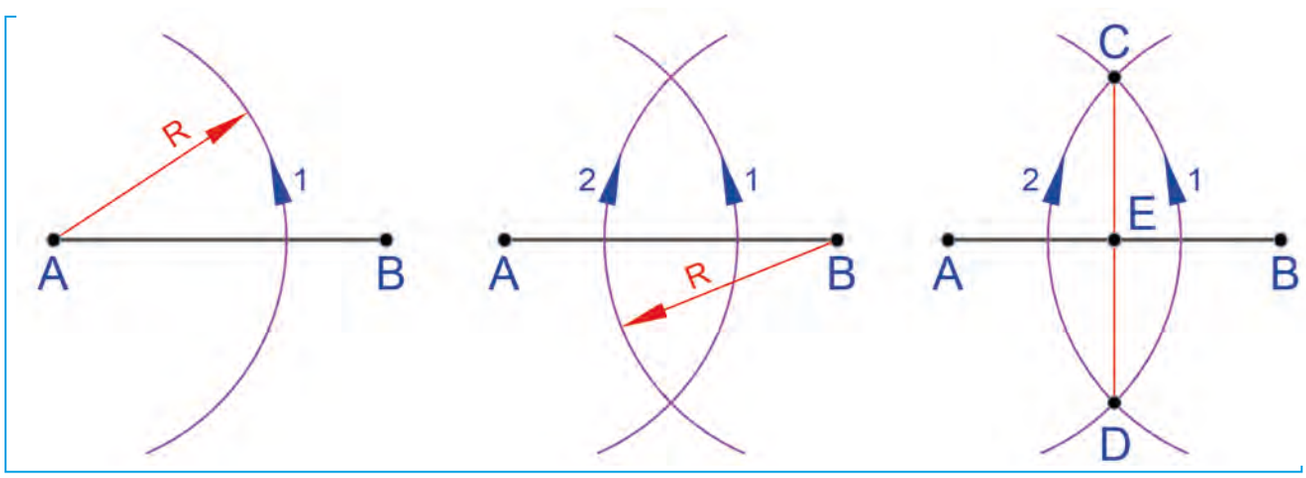
2.3.1.1. Doğruyu Bölme

Doğru parçası; pergel yardımıyla iki, dört ya da istenen sayıda eşit parçalara bölünebilir.

AB Doğru Parçasını İki Eşit Parçaya Bölme

AB doğru parçasını iki eşit parçaya bölme işlemleri şu şekildedir:

- Pergel açıklığı, **AB doğru parçasının yarısından daha büyük** olacak şekilde ayarlanır. İşlem boyunca pergel açıklığı değiştirilmez.
- Pergelin iğnesi **A noktasına** yerleştirilir. AB doğru parçasının **üst ve alt tarafında yay çizilir**.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne **B noktasına** yerleştirilir.
- Daha önce çizilen yayı kesecek biçimde, AB doğru parçasının **üst ve alt tarafında yay çizilir**.
- Yayın üst taraftaki kesişim noktası **C**, alt taraftaki kesişim noktası **D** olarak adlandırılır.
- C ve D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir. Çizilen **CD doğrusu**, AB doğru parçasını dik olarak keser.
- CD doğrusunun AB doğru parçasını kestiği nokta **E** olarak adlandırılır. E noktası, AB doğru parçasının orta noktasıdır.
- Böylece **AE = EB** olur ve AB doğru parçası **iki eşit parçaya ayrılır** (Görsel 2.12).



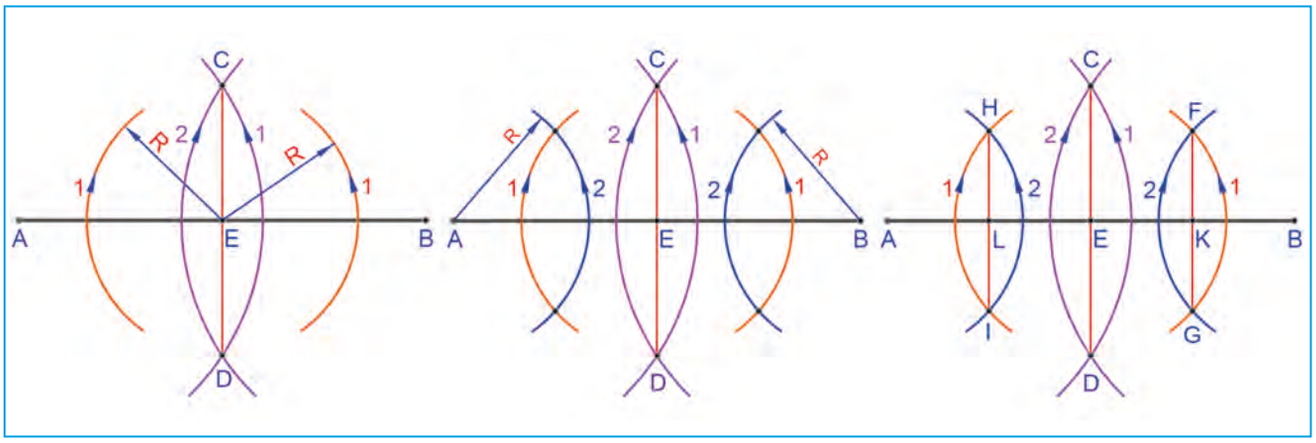
Görsel 2.12: Doğruyu pergel yardımıyla iki eşit parçaya bölme

AB Doğru Parçasını Dört Eşit Parçaya Bölme

AB doğru parçasını dört eşit parçaya bölme işlemleri şu şekildedir:

- AB doğru parçasının orta noktası olan **E** belirlendikten sonra, **AE** ve **EB** doğru parçaları ayrı ayrı iki eşit parçaya bölünür.
- İlk olarak pergel açıklığı, **EB doğru parçasının yarısından daha büyük** olacak şekilde ayarlanır.
- Pergelin iğnesi sırasıyla **E** ve **B** noktalarına yerleştirilir. EB doğru parçasının **üst ve alt tarafında yay çizilir**.

- Yayın kesişim noktaları **F** ve **G** olarak adlandırılır. F ve G noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.
- FG doğrusunun EB doğru parçasını kestiği nokta **K** olarak adlandırılır. Böylece **EK = KB** olur.
- Aynı işlem **AE doğru parçası** için de uygulanır. Pergelin iğnesi sırasıyla **A** ve **E** noktalarına yerleştirilir. AE doğru parçasının **üst ve alt tarafında yay çizilir**.
- Yayın kesişim noktaları bir doğru ile birleştirilir. Bu doğrunun AE doğru parçasını kestiği nokta **L** olarak adlandırılır. Böylece AB doğru parçası (**AL = LE = EK = KB**) **dört eşit parçaya ayrılmış olur** (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Doğruyu pergel yardımıyla dört eşit parçaya bölme

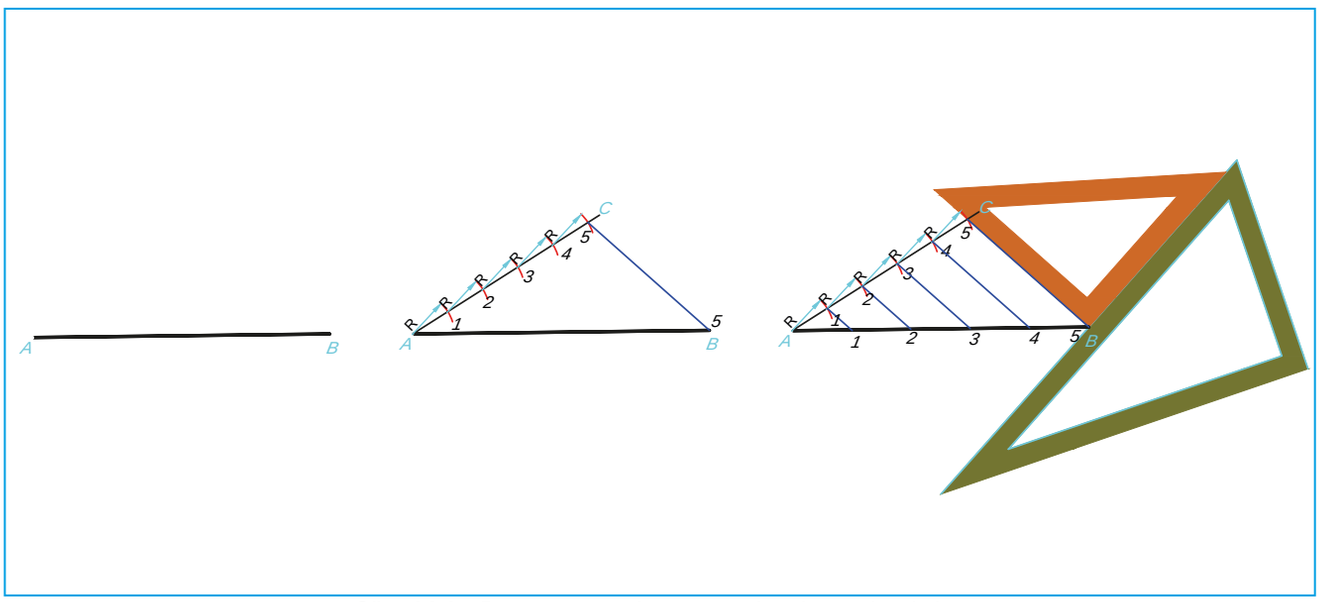
Doğru Parçasını İstenen Sayıda Eşit Parçaya Bölme

Doğru parçasını istenen sayıda eşit parçaya bölme işlemleri şu şekildedir:

- **AB doğru parçası çizilir.**
  Eşit parçalara bölünmek istenen doğru parçası A ve B uç noktalarıyla gösterilir.
- **A noktasından yardımcı bir ışın çizilir.**
  AB doğru parçasının A ucundan, doğru parçasıyla dar açı yapacak şekilde eğik bir yardımcı ışın çizilir.
- **Pergel açıklığı ayarlanır.**
  Pergel, yardımcı ışın üzerinde art arda eşit uzunluklar işaretlemeye uygun bir açıklıkta ayarlanır. İşaretleme boyunca pergel açıklığı değiştirilmez.
- **Yardımcı ışın üzerinde eşit aralıklar işaretlenir.**
  Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir ve yardımcı ışın üzerinde bir yay çizilerek ilk nokta belirlenir.
  Daha sonra pergelin iğnesi sırasıyla her yeni belirlenen noktaya taşınır ve aynı açıklıkla yay çizilerek bir sonraki nokta işaretlenir.
- **İstenen parça sayısı kadar nokta belirlenir.**
  Bu işleme, AB doğru parçasının bölünmesi istenen parça sayısı kadar devam edilir. Örneğin, AB doğru parçası **5 eşit parçaya** bölünecekse yardımcı ışın üzerinde art arda **5 eşit aralık** işaretlenir. Son işaretlenen nokta **C** olarak adlandırılır.
- **Son nokta ile B noktası birleştirilir.**
  Yardımcı ışın üzerindeki son nokta olan C ile AB doğru parçasının diğer ucu olan B noktası cetvel yardımıyla birleştirilir.
- **Paralel doğrular çizmek için gönye yerleştirilir.**
  Bir gönye, CB doğru parçasına dayandırılır. Paralel doğruların düzgün çizilebilmesi için ikinci gönye, birinci gönyeye destek olacak şekilde yerleştirilir.
- **Ara noktalardan paraleller çizilir.**
  Gönye kaydırılarak yardımcı ışın üzerindeki ara noktalardan geçirilir ve CB doğrusuna paralel doğrular çizilir.

Bu paralel doğrular AB doğru parçasını keser (Görsel 2.14).

- **AB doğru parçası eşit parçalara ayrılır.**
  Paralel doğruların AB doğru parçasını kestiği noktalar, AB'yi istenen sayıda eşit parçaya ayırır.
  Böylece AB doğru parçası, yardımcı ışın üzerinde işaretlenen aralık sayısı kadar **eşit parçaya bölünür.**



Görsel 2.14: Doğru parçasını istenen sayıda eşit parçalara bölme

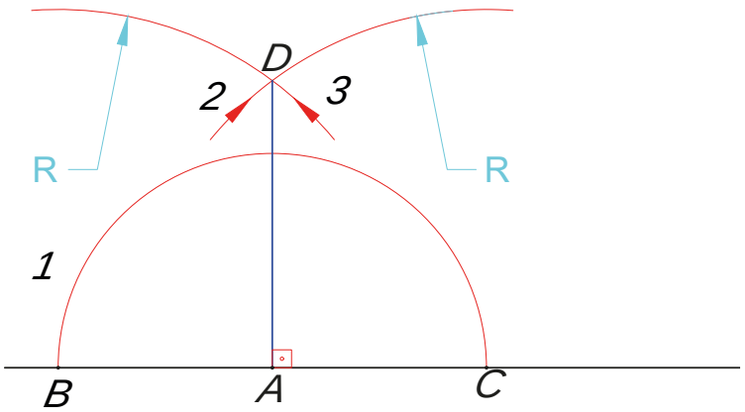
2.3.1.2. Teknik Resimde Açı, Paralellik ve Diklik

Açı, ortak bir uç noktayı paylaşan iki ışının birleşimidir. **Paralellik**; iki çizgi, düzlem ya da eksenin birbiriyle olan uzakılıklarının her noktada birbirine eşit olması ve hiçbir noktada kesişmemesi durumudur. **Diklik** iki doğrunun, doğru parçasının ya da ışının 90° açıyla kesişmesidir. Teknik resimde açı, paralellik ve diklik çizimleri için pergel yardımıyla doğru üzerindeki bir noktadan dikme çıkma, doğrunun ucundaki bir noktadan dikme çıkma, herhangi bir açıyı ikiye bölme ve bir doğruya istenen uzaklıkta paralel doğru çizme yöntemleri kullanılır.

Pergel Yardımıyla Doğru Üzerindeki Bir Noktadan Dikme Çıkma

Pergel yardımıyla doğru üzerindeki bir noktadan dikme çıkma işlemleri şu şekildedir:

- Üzerinde **A noktası** bulunan doğru çizilir. A noktası, dikme çıkarılacak nokta olarak belirlenir.
- Pergel, doğru üzerinde A noktasının iki yanında nokta belirlemeye uygun bir açıklıkta ayarlanır.
- Pergelin iğnesi **A noktasına** yerleştirilir. Pergel açıklığı değiştirilmeden doğruyu iki noktada kesecek şekilde bir yay çizilir.
- Yayın doğruyu kestiği sol taraftaki nokta **B**, sağ taraftaki nokta ise **C** olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı, **BC doğru parçasının yarısından daha büyük** olacak şekilde ayarlanır. Bundan sonraki iki yay çizilirken pergel açıklığı değiştirilmez.
- Pergelin iğnesi **B noktasına** yerleştirilir ve doğrunun üst tarafında bir yay çizilir.
- Aynı pergel açıklığı korunarak pergelin iğnesi **C noktasına** yerleştirilir. Önceki yayı kesecek şekilde doğrunun üst tarafında bir yay daha çizilir.
- B ve C merkezli yayların kesiştiği nokta **D** olarak adlandırılır.
- A ve D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen **AD doğrusu**, A noktasından geçen doğruya diktir. Böylece doğru üzerindeki A noktasından bir dikme çıkarılır. (Görsel 2.15).



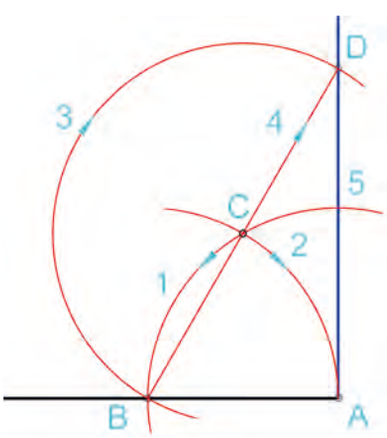
Görsel 2.15: Pergel yardımıyla doğru üzerindeki bir noktadan dikme çıkma

Pergel Yardımıyla Doğrunun Ucundaki Bir Noktadan Dikme Çıkma

Pergel yardımıyla doğrunun ucundaki bir noktadan dikme çıkma iki yöntemle çizilir.

I. Yöntem

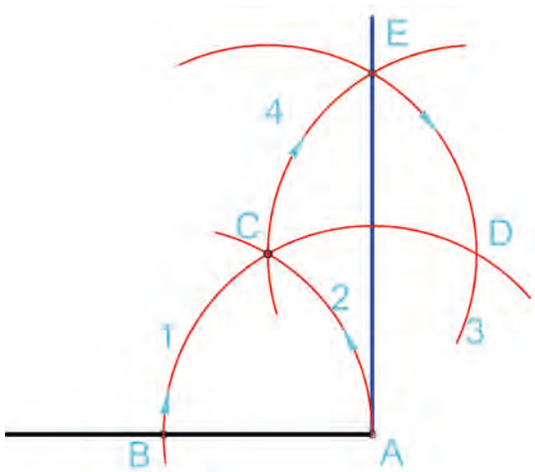
- Uç noktası A olan doğru çizilir. A noktası, dikme çıkarılacak nokta olarak belirlenir.
- Pergel uygun bir açıklıkta ayarlanır. Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir ve doğruyu kesecek şekilde 1 numaralı yay çizilir.
- Yayın doğruyu kestiği nokta B olarak adlandırılır. Böylece pergel açıklığı kadar olan AB doğru parçası elde edilir.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden pergelin iğnesi B noktasına yerleştirilir. A merkezli yayı kesecek şekilde 2 numaralı yay çizilir.
- Çizilen 1 ve 2 numaralı yayların kesişim noktası C olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden pergelin iğnesi C noktasına yerleştirilir. B ve C noktalarından geçen doğru yönünde, doğrunun üst tarafında 3 numaralı yay çizilir.
- 3 numaralı yayın, B ve C noktalarından geçen doğrultuyu kestiği nokta D olarak belirlenir. Bu işlemin daha belirgin yapılabilmesi için B ve C noktalarından geçen yardımcı doğru çizilerek D noktasına kadar uzatılabilir.
- A ve D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen AD doğrusu, A noktasından geçen ana doğruya diktir. Böylece doğrunun ucundaki A noktasından bir dikme çıkarılır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Pergel yardımıyla doğrunun ucundaki bir noktadan dikme çıkma (1. yöntem)

II. Yöntem

- Uç noktası A olan doğru çizilir. A noktası, dikme çıkarılacak nokta olarak belirlenir.
- Pergel uygun bir açıklıkta ayarlanır. Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilerek doğruyu kesecek biçimde 1 numaralı yay çizilir.
- Yayın doğruyu kestiği nokta B olarak adlandırılır. Böylece pergel açıklığına eşit uzunlukta AB doğru parçası elde edilir.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne B noktasına yerleştirilir. A merkezli 1 numaralı yayı kesecek şekilde 2 numaralı yay çizilir.
- 1 ve 2 numaralı yayların kesişim noktası C olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne C noktasına yerleştirilir. A merkezli yayı, C noktasının diğer tarafında kesecek şekilde 3 numaralı yay çizilir.
- 1 ve 3 numaralı yayların kesiştiği nokta D olarak adlandırılır. Böylece C ve D noktaları, A noktasına eşit uzaklıkta bulunur.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne önce C noktasına, ardından D noktasınayerleştirilir. C ve D noktalarının üst tarafında birbirini kesecek şekilde (3-4 numaralı) yay çizilir.
- C ve D merkezli yayların kesişim noktası E olarak adlandırılır.
- A ve E noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen AE doğrusu, A noktasından geçen doğruya diktir. Böylece doğrunun ucundaki A noktasından dikme çıkarılmış olur (Görsel 2.17).



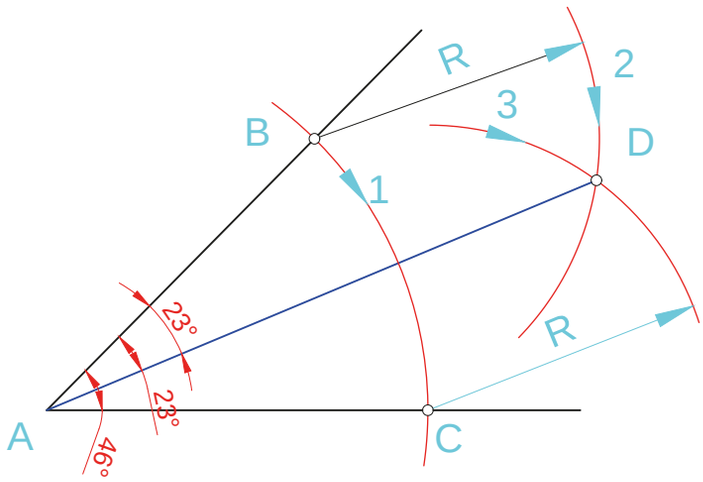
Görsel 2.17: Pergel yardımıyla doğrunun ucundaki bir noktadan dikme çıkma (1. yöntem)

Pergel Yardımıyla Herhangi Bir Açıyı İkiye Bölme

Pergel yardımıyla herhangi bir açıyı ikiye bölme işlemleri şu şekildedir:

- İkiye bölünecek açının köşe noktası A olarak belirlenir.
- Pergel uygun bir açıklıkta ayarlanır. Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir ve açının her iki kolunu kesecek şekilde 1 numaralı yay çizilir.
- Yayın açının bir kolunu kestiği nokta B, diğer kolunu kestiği nokta ise C olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı, B ve C noktalarının mesafesinin yarısından daha büyük olacak şekilde ayarlanır.
- Pergelin iğnesi B noktasına yerleştirilir ve açının iç bölgesinde 2 numaralı yay çizilir.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne C noktasına yerleştirilir. Önceki yayı kesecek şekilde açının iç bölgesinde 3 numaralı yay çizilir. B ve C merkezli yayların kesişim noktası D olarak adlandırılır.
- A ve D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.

- Elde edilen **AD ışını**, açıyı iki eşit açıya böler (Görsel 2.18).

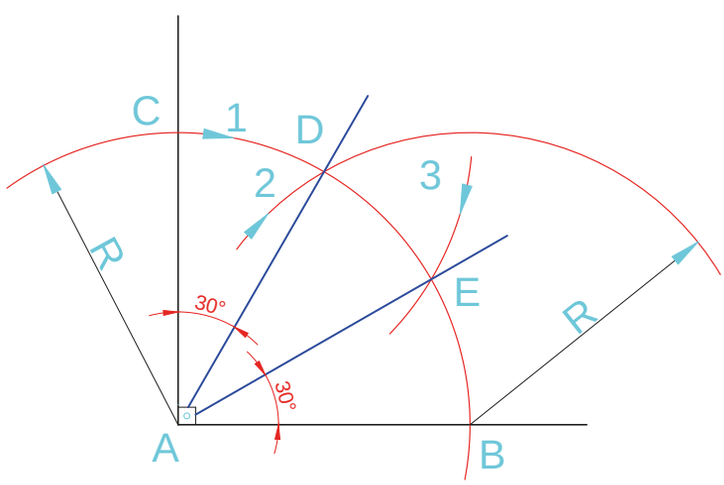


Görsel 2.18: Pergel yardımıyla herhangi bir açıyı ikiye bölme

Bir Dik Açıyı Pergel Yardımıyla Üç Eşit Parçaya Bölme

Pergel yardımıyla herhangi bir açıyı üç eşit parçaya bölme işlemleri şu şekildedir:

- Üç eşit parçaya bölünecek dik açının köşe noktası A olarak belirlenir.
- Pergel uygun bir açıklıkta ayarlanır. Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilerek dik açının iki kolunu kesecek biçimde 1 numaralı yay çizilir.
- Yayın yatay açı kolunu kestiği nokta B, düşey açı kolunu kestiği nokta ise C olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne B noktasına yerleştirilir. A merkezli yayı kesecek biçimde 2 numaralı yay çizilir.
- A merkezli yay ile 2 numaralı yayın kesiştiği nokta D olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne C noktasına yerleştirilir. A merkezli yayı kesecek biçimde 3 numaralı yay çizilir.
- A merkezli yay ile 3 numaralı yayın kesiştiği nokta E olarak adlandırılır.
- A ile D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilerek AD ışını çizilir.
- A ile E noktaları cetvel yardımıyla birleştirilerek AE ışını çizilir.
- Elde edilen AD ve AE ışınları, 90° olan dik açıyı üç eşit parçaya ayırır. Böylece dik açı, pergel yardımıyla üç eşit parçaya bölünür (Görsel 2.19).

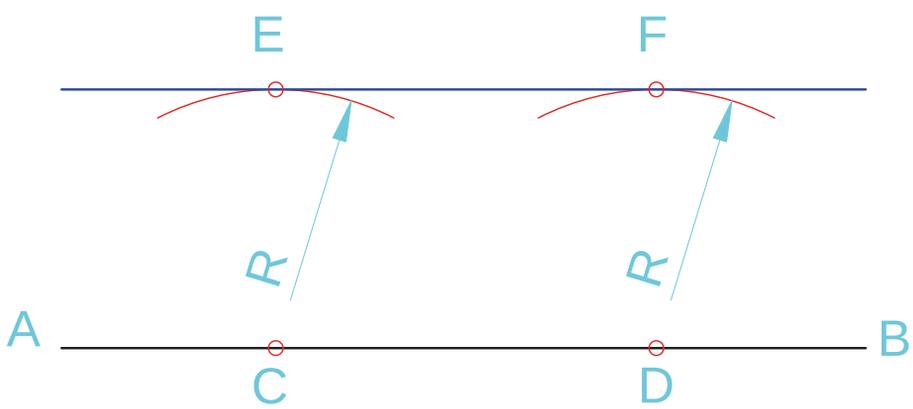


Görsel 2.19: Bir dik açıyı pergel yardımıyla üç eşit parçaya bölme

Bir Doğruya İstenen Uzaklıkta Paralel Doğru Çizme

Bir doğruya istenen uzaklıkta paralel doğru çizme işlemleri şu şekildedir:

- Pergel istenen uzaklık (örneğin 55 mm) kadar açılır. Bunu yapmak için pergelin iğneli bacağı bir cetvel üzerinde 0 çizgisine dayanır. Kalemli bacağı ise 55 mm çizgisine gelecek biçimde açılır.
- AB doğrusunun uçlarına yakın gelişigüzel C ve D noktaları belirlenir.
- C ve D noktaları merkez alınarak iki yay çizilir.
- Çizilen bu yaylara dıştan bir cetvelle EF teğet doğrusu çizilir. Böylelikle AB doğrusuna paralel doğru çizilmiş olur (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Bir doğruya istenen uzaklıkta paralel doğru çizme

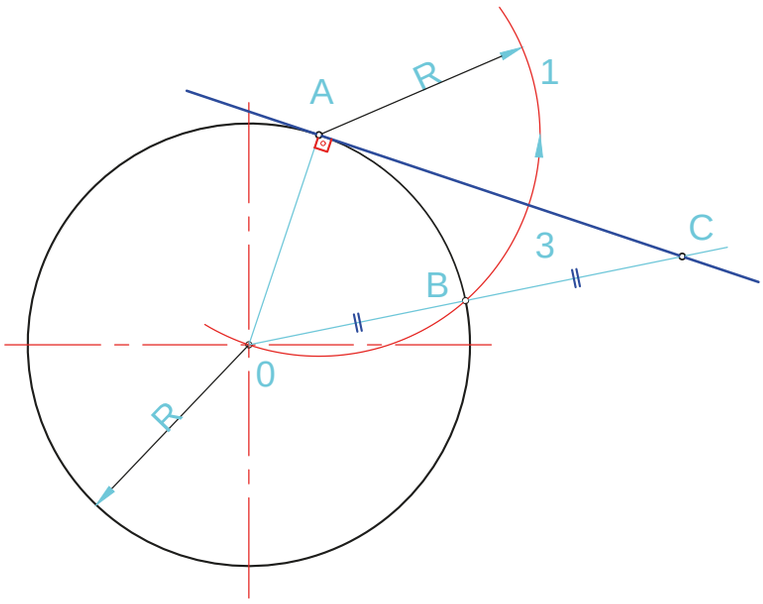
2.3.1.3. Çember ve Teğet Doğrular

Teğet, bir geometrik şekle yalnızca bir noktada değen ve onu kesmeyen doğrudur. **Çember** ise düzlemde, merkez adı verilen sabit bir noktaya eşit uzaklıktaki noktaların oluşturduğu kapalı eğridir. Teknik resimde çemberlerin nokta ve diğer çemberlerle teğet çizimleri için belli kurallar vardır.

Bir Çembere Üzerindeki Bir Noktadan Teğet Çizme

- Bir çembere üzerindeki bir noktadan teğet çizme işlemleri şu şekildedir:
- Merkezi O olan çember ile çember üzerindeki teğet çizilecek A noktası belirlenir.
- O ve A noktaları cetvel yardımıyla birleştirilerek OA yarıçapı çizilir.
- Pergel açıklığı OA yarıçapı kadar ayarlanır.
- Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir ve verilen çemberi kesecek şekilde 1 numaralı yay çizilir.
- Çizilen yayın çemberi kestiği noktalardan uygun olanı B olarak adlandırılır.
- O ve B noktalarından geçen yardımcı doğru cetvel yardımıyla çizilir ve B noktasının dışına doğru uzatılır.
- Pergel açıklığı OB uzunluğu kadar ayarlanır. Pergelin iğnesi B noktasına yerleştirilerek yardımcı doğru üzerinde bir yay çizilir.
- Yayın, yardımcı doğrunun B noktasından sonraki uzantısını kestiği nokta C olarak adlandırılır. B noktası, OC doğru parçasının orta noktasıdır.
- A ve C noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.

- Elde edilen AC doğrusu, çembere A noktasında teğettir. Böylece çembere üzerindeki A noktasından bir teğet çizilir (Görsel 2.21).

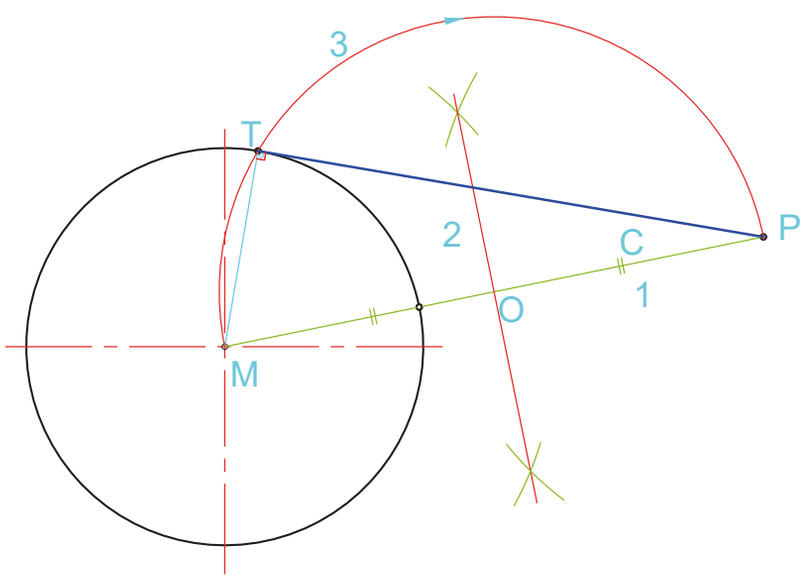


Görsel 2.21: Bir çembere üzerindeki bir noktadan teğet çizme

Çember Dışındaki Bir Noktadan Teğet Çizme

Çember dışındaki bir noktadan çembere teğet çizme işlemleri şu şekildedir:

- Merkezi M olan çember ile çemberin dışında bulunan P noktası belirlenir.
- Çemberin merkezi M ile dışarıdaki P noktası, cetvel yardımıyla birleştirilerek MP doğru parçası çizilir.
- MP doğru parçasının orta noktası pergel yardımıyla bulunur ve bu nokta O olarak adlandırılır.
- Pergelin iğnesi O noktasına yerleştirilir ve pergel açıklığı OM uzunluğu kadar ayarlanır.
- O merkezli ve OM yarıçaplı bir yardımcı çember ya da yay çizilir. Bu yardımcı çember, M ve P noktalarından geçer.
- Yardımcı çemberin verilen çemberi kestiği noktalardan biri T olarak adlandırılır.
- P ve T noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen PT doğrusu, verilen çembere T noktasında teğettir.
- Teğet, teğet noktasına çizilen yarıçapa dik olur. Böylece çember dışındaki P noktasından çembere teğet çizilir (Görsel 2.22).

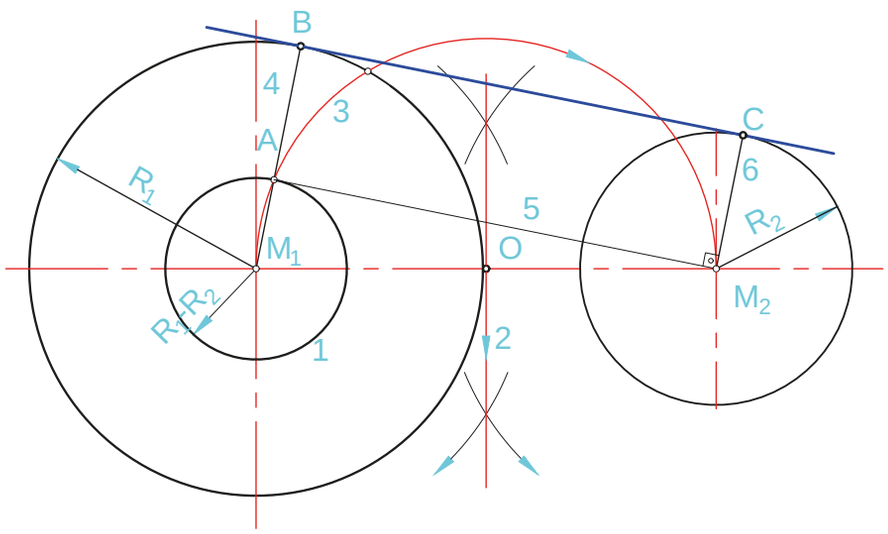


Görsel 2.22: Çember dışındaki bir noktadan teğet çizmek

İki Çembere Dıştan Ortak Teğet Çizme

İki çembere dıştan ortak teğet çizme işlemleri şu şekildedir:

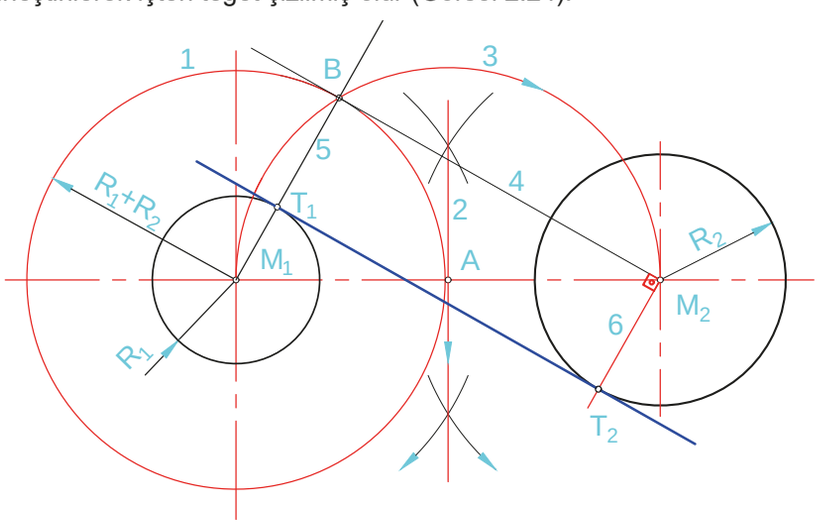
- Yarıçapı iki çemberin yarıçapları farkı $R_1 R_2$ değerine eşit olan 1 sayılı bir çember büyük çemberin merkezine çizilir.
- İki çemberin merkezleri M_1 ve M_2 noktalarını birleştiren doğru parçasının tam ortasındaki O noktası bulunur.
- Pergel O noktasına yerleştirilerek M_1 ya da M_2 noktalarına ulaşacak biçimde açılır ve teğetin geçeceği yönde 3 sayılı yay çizilir.
- Yayın 1 sayılı çemberle kesiştiği A noktası belirlenir.
- M_1 merkezinden başlanarak A noktasından geçen çemberinin sınırına kadar ulaşan bir doğru parçası çizilir. B teğet noktası elde edilir.
- M_2 merkez noktasından M_1 B doğru parçasına paralel çizilerek küçük çemberin üzerindeki C teğet noktası elde edilir.
- Bulunan B ve C noktaları düz bir çizgiyle birleştirilerek iki çemberin ortak dış teğeti çizilmiş olur (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: İki çembere dıştan ortak teğet çizme

İki Çembere İçten Ortak Teğet Çizme

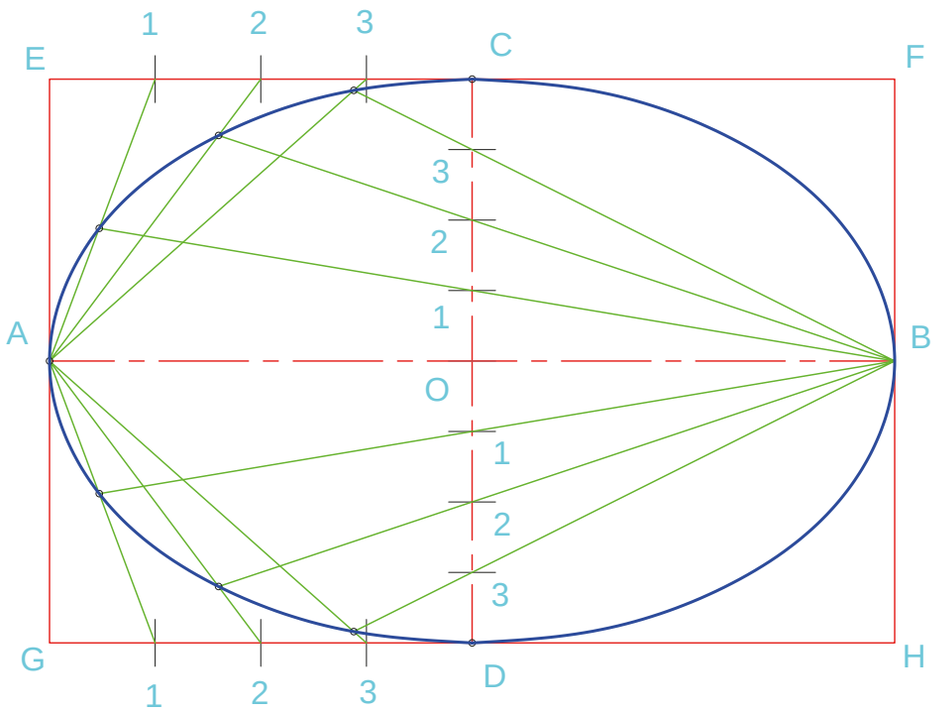
- Küçük çemberle aynı merkezde ve yarıçapı iki çemberin yarıçaplarının toplamına eşit olan bir çember çizilir.
- M_1M_2'nin orta noktası A merkezli M_1 ve M_2 noktalarından geçen yay çizilir.
- Yayın 1 sayılı çemberi kestiği B noktası M_1 ile birleştirilerek küçük çember üzerindeki T_1 teğet noktası bulunur.
- B, M_2 ile birleştirilir. M_2B doğru parçasından dik inilince büyük çemberi kesen T_2 teğet noktası elde edilir.
- T_1 ve T_2 noktaları birleştirilerek içten teğet çizilmiş olur (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: İki çembere içten ortak teğet çizme

Elips Çizmek

- Elipsin kısa ve uzun çapına göre aynı ölçülerde dikdörtgen çizilir.
- Dikdörtgenin tüm kenarlarının orta noktaları yatay olanlar kendi arasında dikey olanlar da kendi arasında birleştirilerek AB ile CD eksen çizgileri çizilir.
- Dikdörtgenin uzun yanları EF, GH ve CD özdeş sayıda eşit bölümlere ayrılır.
- A, EC ve GD bölüntüleriyle birleştirilir.
- B'den çıkan çizgiler CD bölüntülerinden geçip aynı sayılı A dan çıkan çizgilere birleştirilir.
- Kesişim noktaları belirlenir.
- Aynı işlemin dikey simetriği B noktası ve A noktası yer değiştirilerek yapılır.
- Tüm kesim noktaları pistole ya da elle birleştirilerek elips çizimi tamamlanır. (Görsel 2.25).

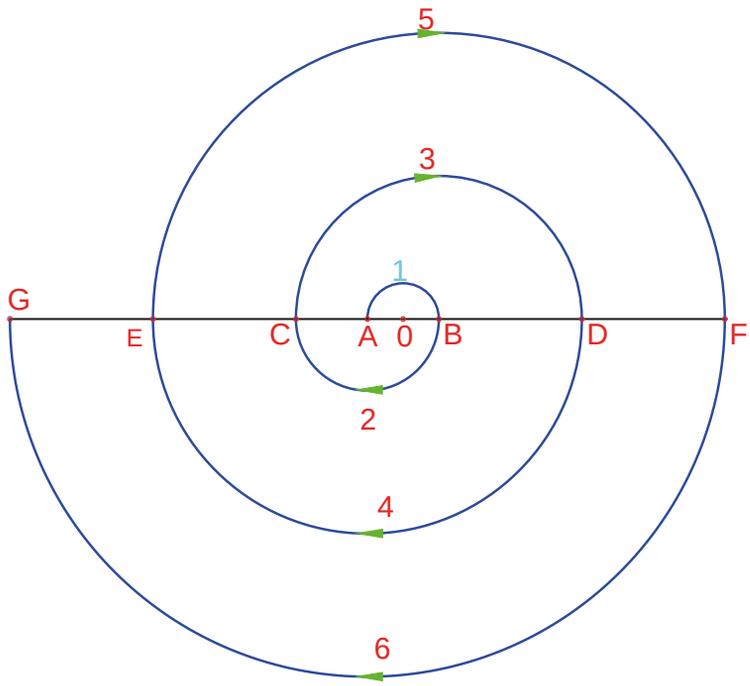


Görsel 2.25: Elips çizme

İki Merkezli Spiral Çizme

- Çizilmesi istenen spiralin en içteki yayının çapının dört katının sarım sayısı çarpımı kadar doğru parçası çizilir.
- Pergel, doğru parçasının orta noktasından en içteki yayın yarıçapı kadar açılarak 1 sayılı yay çizilir.
- Pergel, AB uzunluğu ölçüsünde açılıp A'dan 2 sayılı yay çizilir.
- Pergel, O'dan C'ye dek açılıp 3 sayılı yay çizilir.
- Pergel, AD uzunluğu ölçüsünde açılıp 4 sayılı yay çizilir.
- Pergel, O'dan E'ye dek açılıp 5 sayılı yay çizilir.
- Pergel, AF uzunluğu ölçüsünde açılıp 6 sayılı yay çizilir (Görsel 2.26).

Bu yöntemle istenen sarım sayısında spiral çizilebilir.



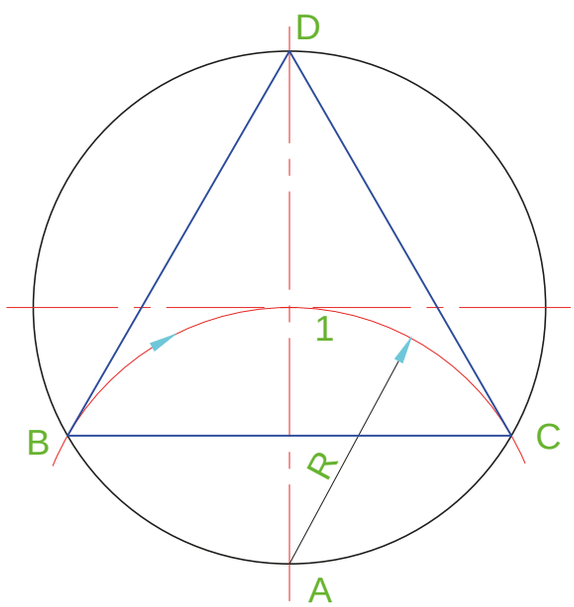
Görsel 2.26: İki merkezli spiral çizme

2.3.1.4. Çokgen Çizim Yöntemleri

Çokgen, kenarları yalnızca uç noktalarında kesişen doğru parçalarından oluşan kapalı düzlemsel bir şekildir. Çember içine üçgen dörtgen beşgen, altıgen ve yedigen çizimleri pergel yardımıyla belirli kurallara göre yapılır.

Düzgün Üçgen Çizme

- Çemberin dikey eksen çizgisin çemberi kestiği A noktasına pergelin iğnesi batırılır ve pergel, yarıçap kadar açılarak çemberi kesene dek 1 sayılı yay çizilir.
- B ile D bulunur.
- Dikey eksen çizgisinin çemberi yukarıda kestiği D noktası belirlenir.
- B, C ve D birbirleri ile birleştirilerek üçgen çizimi tamamlanır (Görsel 2.27).

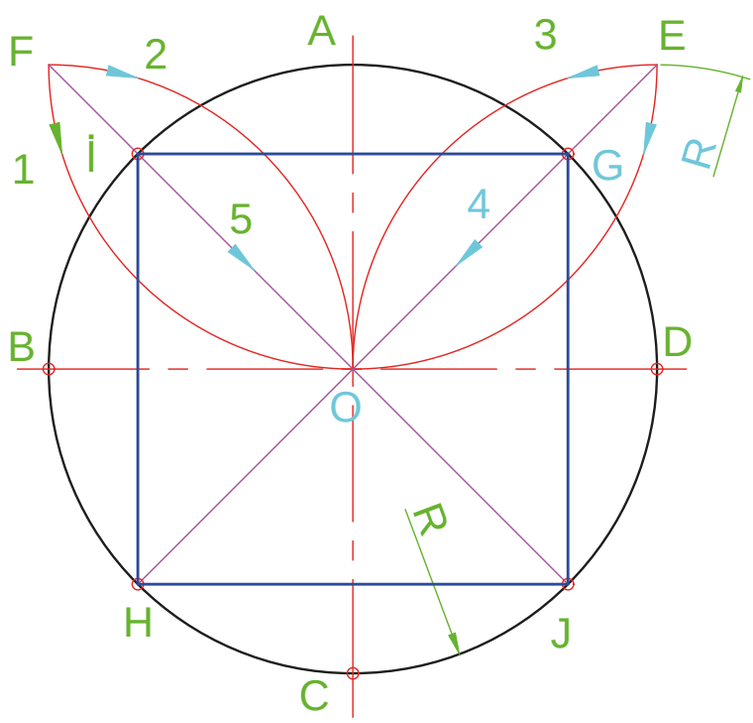


Görsel 2.27: Çember içine düzgün üçgen çizme

Düzgün Dörtgen Çizme

Çember içine düzgün dörtgen çizme işlemleri şu şekildedir:

- Merkezi O olan çember çizilir.
- O merkezinden geçen birbirine dik iki eksen çizilir. Düşey eksenin çemberi kestiği üst nokta A, alt nokta C; yatay eksenin çemberi kestiği sol nokta B, sağ nokta ise D olarak adlandırılır.
- Çember üzerindeki AB yayının orta noktası pergel yardımıyla belirlenir. Bunun için pergel, A ve B noktalarından çizilecek yayların çember içinde kesişmesini sağlayacak uygun bir açıklıkta ayarlanır.
- Pergelin iğnesi önce A, ardından B noktasına yerleştirilerek aynı açıklıkla birbirini kesen yaylar çizilir. Yayların kesişim noktası F olarak adlandırılır.
- O ve F noktalarından geçen yardımcı doğru çizilir. Bu doğrunun çemberi A ile B noktaları arasında kestiği nokta İ olarak adlandırılır. İ noktası, AB yayının orta noktasıdır.
- Benzer işlem AD yayı için uygulanır. Pergel açıklığı değiştirilmeden veya aynı yönteme uygun biçimde ayarlanarak A ve D merkezli, birbirini kesen yaylar çizilir.
- A ve D merkezli yayların kesişim noktası E olarak adlandırılır.
- O ve E noktalarından geçen yardımcı doğru çizilir. Bu doğrunun çemberi A ile D noktaları arasında kestiği nokta G olarak adlandırılır. G noktası, AD yayının orta noktasıdır.
- Oİ doğrusu, O noktasından geçirilerek çemberin karşı tarafına kadar uzatılır. Doğrunun çemberi ikinci kez kestiği nokta J olarak adlandırılır.
- OG doğrusu da O noktasından geçirilerek çemberin karşı tarafına kadar uzatılır. Doğrunun çemberi ikinci kez kestiği nokta H olarak adlandırılır.
- Çember üzerindeki İ, G, J ve H noktaları sırasıyla cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen İGJH dörtgeninin bütün kenarları eşit, iç açıları ise 90°dir. Böylece çember içine düzgün dörtgen (kare) çizilir (Görsel 2.28).

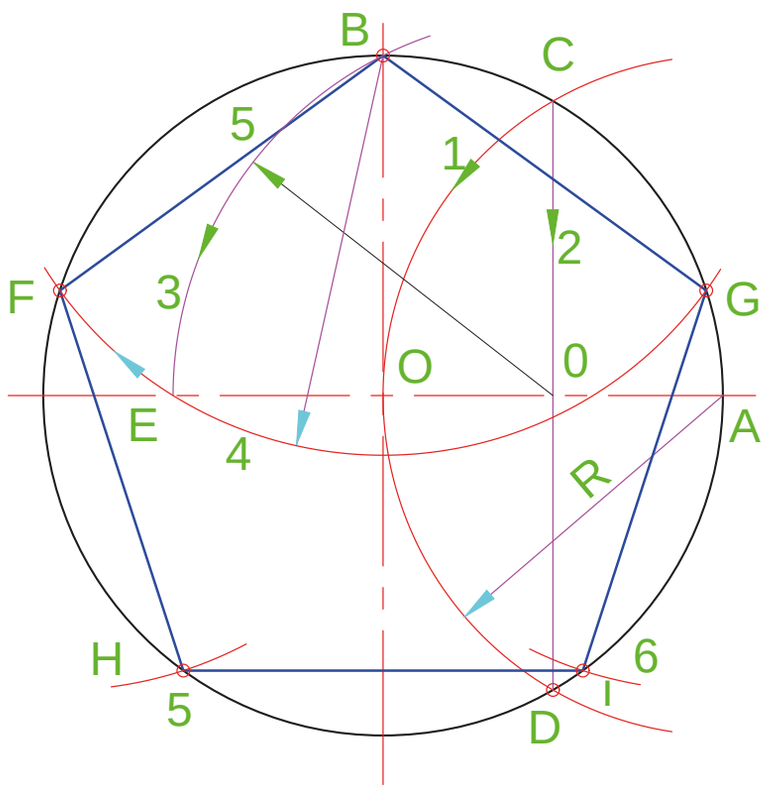


Görsel 2.28: Çember içine düzgün dörtgen çizme

Düzgün Beşgen Çizme

Çember içine düzgün beşgen çizme işlemleri şu şekildedir:

- Merkezi O, yarıçapı R olan çember çizilir. Çemberin yatay ve düşey eksenleri belirlenir. Düşey eksenin çemberi üst tarafta kestiği nokta B, yatay eksenin sağ tarafta kestiği nokta A olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı çemberin yarıçapı olan R uzunluğuna ayarlanır.
- Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir. Verilen çemberi üst ve alt tarafta kesecek biçimde 1 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi üst tarafta kestiği nokta C, alt tarafta kestiği nokta D olarak adlandırılır.
- C ve D noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir. CD doğrusunun yatay ekseni kestiği yardımcı nokta, görselde 0 ile gösterilmiştir.
- Pergel açıklığı, çemberin yarıçapına eşit olan OB uzunluğu kadar ayarlanır.
- Pergelin iğnesi, CD doğrusunun yatay eksenle kesiştiği yardımcı noktaya yerleştirilir. Yatay ekseni sol tarafta kesecek biçimde 3 numaralı yay çizilir.
- Yayın yatay ekseni kestiği nokta E olarak adlandırılır. Elde edilen BE uzunluğu, düzgün beşgenin bir kenar uzunluğudur.
- Pergel açıklığı BE uzunluğuna ayarlanır. Bundan sonraki işaretlemelerde pergel açıklığı değiştirilmez.
- Pergelin iğnesi B noktasına yerleştirilir. Çemberi sağ ve sol tarafta kesecek biçimde 4 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi sol tarafta kestiği nokta F, sağ tarafta kestiği nokta G olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne F noktasına yerleştirilir. Çemberi alt tarafta kesecek biçimde 5 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi alt tarafta kestiği nokta H olarak adlandırılır.
- Aynı pergel açıklığı korunarak iğne G noktasına yerleştirilir. Çemberi alt tarafta kesecek biçimde 6 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi alt tarafta kestiği nokta I olarak adlandırılır.
- Çember üzerindeki B, G, I, H ve F noktaları sırasıyla cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Oluşan BGIHF **beşgeninin** bütün kenarları birbirine eşittir. Böylece çember içine düzgün beşgen çizilir Görsel 2.29).

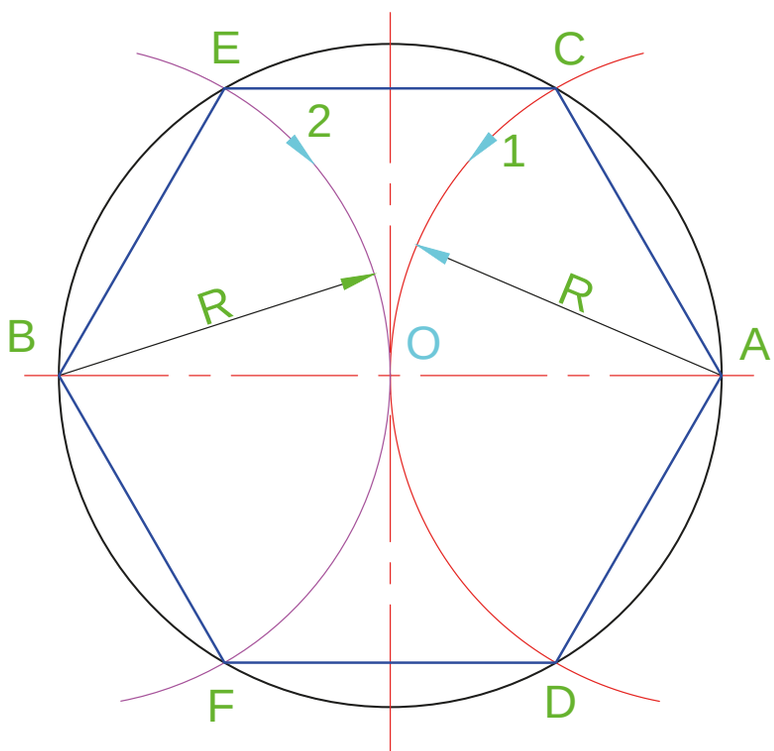


Görsel 2.29: Çember içine düzgün beşgen çizme

Düzgün Altıgen Çizme

Çember içine düzgün altıgen çizme işlemleri şu şekildedir:

- Merkezi O, yarıçapı R olan bir çember çizilir.
- Çemberin merkezinden geçen yatay eksen çizilir. Yatay eksenin çemberi sağ tarafta kestiği nokta A, sol tarafta kestiği nokta B olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı çemberin yarıçapı olan R uzunluğuna ayarlanır.
- Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilir. Pergel açıklığı değiştirilmeden çemberi üst ve alt tarafta kesecek şekilde 1 numaralı yay çizilir.
- A merkezli yayın çemberi üst tarafta kestiği nokta C, alt tarafta kestiği nokta D olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne B noktasına yerleştirilir. Çemberi üst ve alt tarafta kesecek şekilde 2 numaralı yay çizilir.
- B merkezli yayın çemberi üst tarafta kestiği nokta E, alt tarafta kestiği nokta F olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı çember yarıçapına eşit kaldığından çember üzerindeki ardışık noktalar arasındaki uzaklıklar birbirine eşittir.
- Çember üzerindeki noktalar sırasıyla A, C, E, B, F ve D olacak biçimde cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen altıgenin bütün kenarları birbirine eşittir. Böylece çember içine düzgün altıgen çizilir (Görsel 2.30).



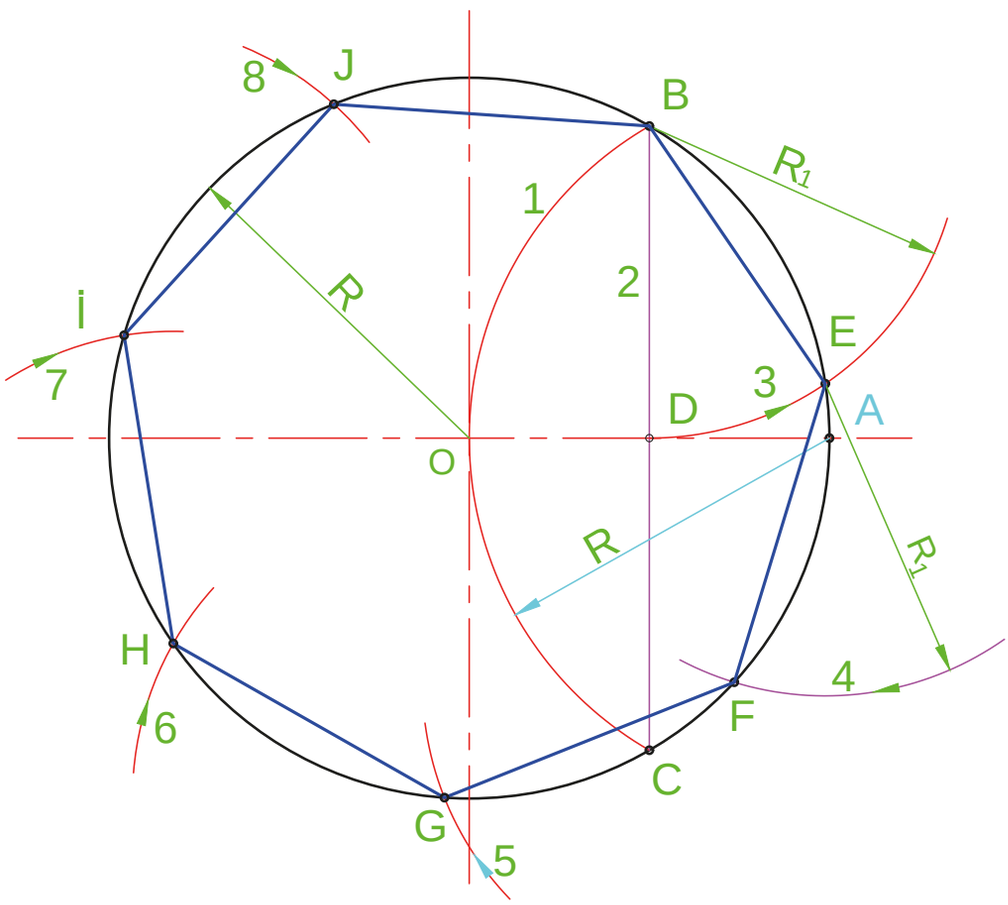
Görsel 2.30: Çember içine düzgün altıgen çizme

Düzgün Yedigen Çizme

Çember içine düzgün yedigen çizme işlemleri şu şekildedir:

- Merkezi O, yarıçapı R olan bir çember çizilir.
- Çemberin merkezinden geçen yatay ve düşey eksenler çizilir. Yatay eksenin çemberi sağ tarafta kestiği nokta A olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı çemberin yarıçapı olan R uzunluğuna ayarlanır.
- Pergelin iğnesi A noktasına yerleştirilerek çemberi üst ve alt tarafta kesecek biçimde 1 numaralı yay çizilir.
- A merkezli yayın çemberi üst tarafta kestiği nokta B, alt tarafta kestiği nokta ise C olarak adlandırılır.

- B ve C noktaları cetvel yardımıyla birleştirilir. BC doğru parçasının yatay ekseni kestiği nokta D olarak belirlenir.
- D noktası, BC doğru parçasının orta noktasıdır. Bu nedenle BD uzunluğu, çember içine çizilecek yedigenin yaklaşık kenar uzunluğu olarak kullanılır.
- Pergel açıklığı BD uzunluğu kadar ayarlanır. Bundan sonraki işaretlemelerde pergel açıklığı değiştirilmez.
- Pergelin iğnesi B noktasına yerleştirilir. Çemberi saat yönünde kesecek biçimde 3 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi kestiği yeni nokta E olarak adlandırılır.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden iğne E noktasına yerleştirilir. Çemberi saat yönünde kesecek biçimde 4 numaralı yay çizilir.
- Yayın çemberi kestiği nokta F olarak adlandırılır.
- Aynı işlem sürdürülerek pergelin iğnesi F noktasına yerleştirilir ve 5 numaralı yay çizilir. Yayın çemberi kestiği nokta G olarak belirlenir.
- Pergel açıklığı değiştirilmeden işaretleme işlemine saat yönünde devam edilir. Sırasıyla G noktasından 6 numaralı, H noktasından 7 numaralı ve İ noktasından 8 numaralı yay çizilerek H, İ ve J noktaları belirlenir.
- Çember üzerindeki noktalar sırasıyla cetvel yardımıyla birleştirilir.
- Elde edilen BEFGHİJ çokgeni, çember içine çizilmiş düzgün yedigendir (Görsel 2.31).



Görsel 2.31: Çember içine düzgün yedigen çizme

3. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Teknik resim kurallarına uygun olarak geometrik şekiller izme
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun olarak geometrik şekiller çizmek
Süre	1 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Verilen uygulama adımlarını takip ediniz. Çalışmayı yaparken odaklanarak araçları kaydırmadan kullanmaya özen gösteriniz. Hatalı çizimlerinizi silip, yeniden denemekten vazgeçmeyerek azimli bir tutum sergileyiniz. (Resim/Ödev 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13).

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

- Aşağıdaki AB doğru parçasını pergel yardımıyla 2 ile 4 eşit bölüme ayırınız.

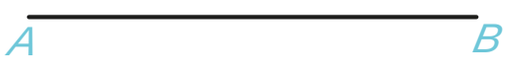
- Aşağıdaki AB doğru parçasını pergel ve gönye yardımıyla 6 eşit bölüme ayırınız.

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.9

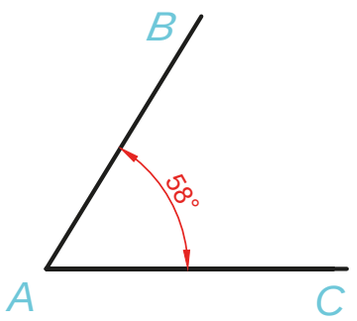
- AB doğru parçasının A ucundan pergel yardımıyla 1. yöntemle dikme çıkınız.

- AB doğru parçasına 45 mm uzaklıkta paralel doğru parçası çiziniz.

- Aşağıdaki AB doğru parçasının B ucundan pergel yardımıyla 2. yöntemle dikme çıkınız.

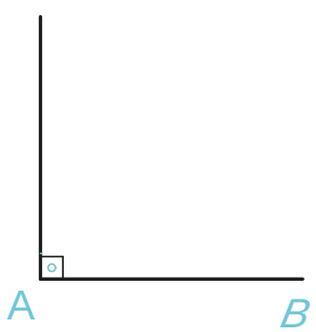


- Aşağıdaki açıyı pergel yardımıyla iki eşit parçaya bölünüz.



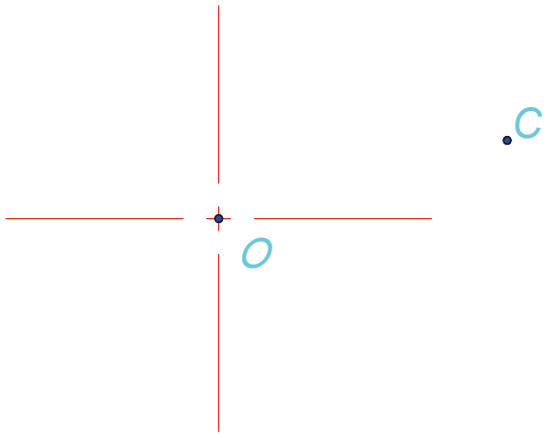
- Aşağıdaki parçasının A noktasından pergel yardımıyla dikme çıkınız.

- Aşağıdaki dik açıyı pergel yardımıyla üç eşit parçaya bölünüz.

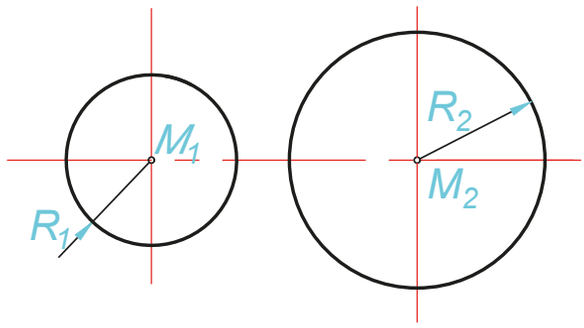


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.10

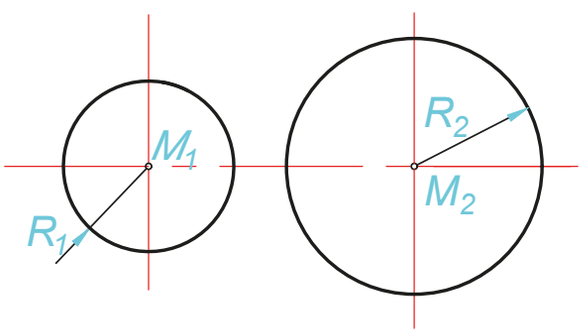
- Aşağıdaki O merkezine 20 mm yarı çapında çember ve C noktasından çemberin alt kısmına teğet çiziniz.



- Aşağıdaki iki çembere içten ortak teğet çiziniz.

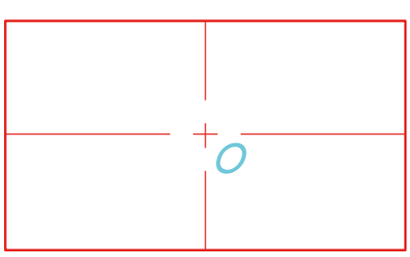


- Aşağıdaki iki çembere dıştan ortak teğet çiziniz.



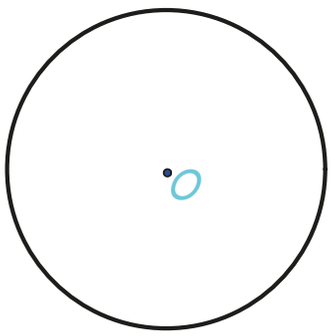
- Aşağıdaki boşluğa en içteki yayının çapı 4 mm olan 5 sarımlı iki merkezli spiral çiziniz.

- Aşağıdaki dikdörtgen yardımıyla dikdörtgenin içine elips çiziniz.

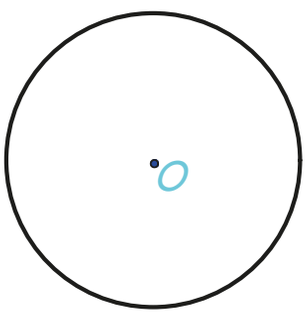


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.11

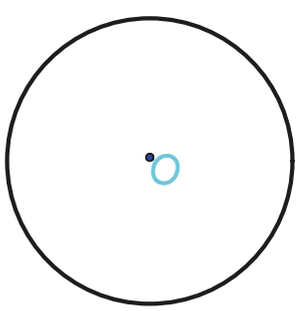
- Aşağıdaki çember içine pergel yardımıyla düzgün üçgen çiziniz.



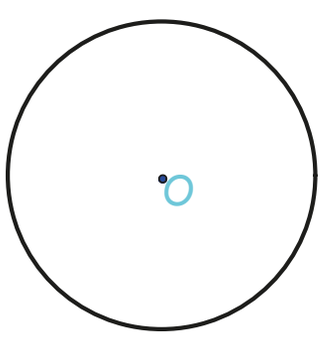
- Aşağıdaki çember içine pergel yardımıyla kare çiziniz.



- Aşağıdaki çember içine pergel yardımıyla düzgün beşgen çiziniz.



- Aşağıdaki çember içine pergel yardımıyla düzgün altıgen çiziniz



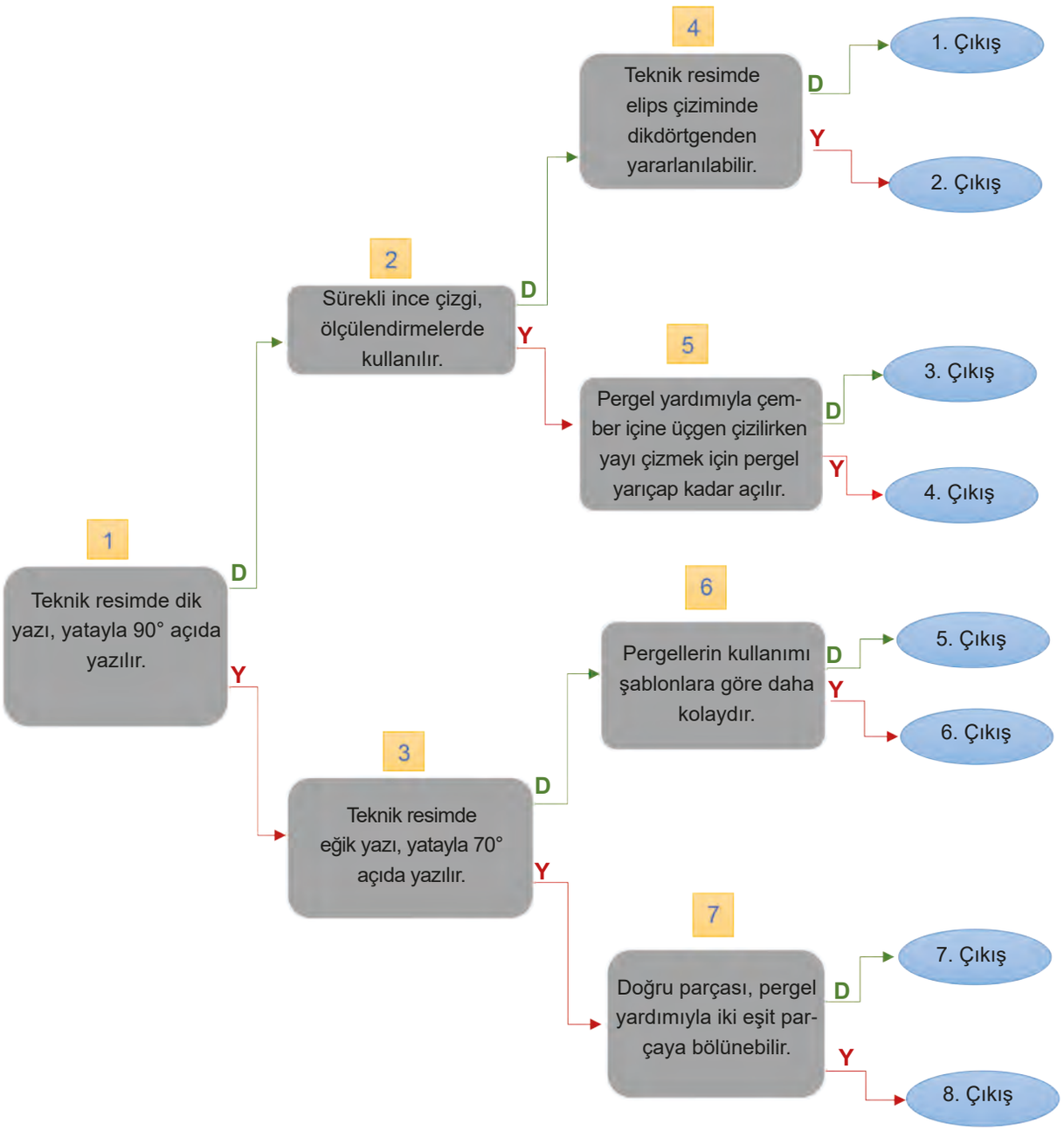
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.12

- İstiklal Marşı'nın 3. kıtasını kullanarak çizgi çeşitlerini, eşit 8 parçaya bölünmüş bir doğru üzerindeki bir noktadan teğet çizimi yapılmış bir çember ve bir yedigen içeren küçük bir geometrik çizim kompozisyonu hazırlayınız. Çalışmayı yaparken yaratıcı düşünerek ve odaklanarak araçları kaydırmadan kullanmaya özen gösteriniz. Hatalı çizimlerinizde silip yeniden denemekten vazgeçmeyerek azimli bir tutum sergileyiniz.

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	2.13

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki etkinlikte en baştaki ifadeden başlayarak okuduğunuz ifadenin doğru (D) veya yanlış (Y) olduğuna karar verip ilgili ok yönünde ilerleyerek doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıda verilen soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Teknik resimde dik yazı yatayla kaç derece açıda yazılır?

A) 80

B) 85

C) 90

D) 95

E) 100

2. Teknik resimde eğik yazı yatayla kaç derece açıda yazılır?

A) 60

B) 65

C) 70

D) 75

E) 80

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

3. Görünen ayrıtların gösteriminde hangi çizgi tipi kullanılır?

A) Sürekli kalın

B) Kesik ince

C) Noktalı kesik ince

D) İki noktalı kesik ince

E) Noktalı

4. Aynı çizimdeki kullanılan ince ve kalın çizgilerin kalınlıkları arasındaki oran aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1.5

B) 2

C) 4

D) 5

E) 6

5. Doğruyu pergel yardımıyla iki eşit parçaya bölme yönteminde yay çizmek için pergel doğru parçasının ne kadarı kadar açılır?

A) Üçte birinden az

B) Üçte biri

C) Yarısından biraz az

D) Yarısı

E) Yarısından biraz fazla

6. Bir geometrik şekle yalnızca bir noktada değen ve onu kesip geçmeyen doğruya ne denir?

A) Çember

B) Açı

C) Teğet

D) Üçgen

E) Elips

7. Ayrıtları yalnızca uç noktalarında kesişen doğru parçalarından oluşan kapalı düzlemsel şekil aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çokgen

B) Çember

C) Çizgi

D) Açı

E) Teğet

C) Ölçme ve değerlendirme çalışmalarıyla ilgili olarak aşağıdaki çıkış kartını doldurunuz.

Bilmek İstediklerim	Öğrendiklerim

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3. ÖĞRENME BİRİMİ

GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA VE KESİT ALMA

KONULAR

3.1. GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA

3.2. KESİT GÖRÜNÜŞLER

ANAHTAR KAVRAMLAR

- alın düzlemi
- epür düzlemidi
- edr düzlemi
- görünüş çıkarma
- izdüşüm
- kademeli kesit
- kesit düzlemi
- kesit görünüş
- kısmi kesit
- ön görünüş
- profil düzlemi
- tam kesit
- tarama çizgisi
- üst görünüş
- yan görünüş
- yarım kesit
- yatay düzlem

BEKLENTİLER

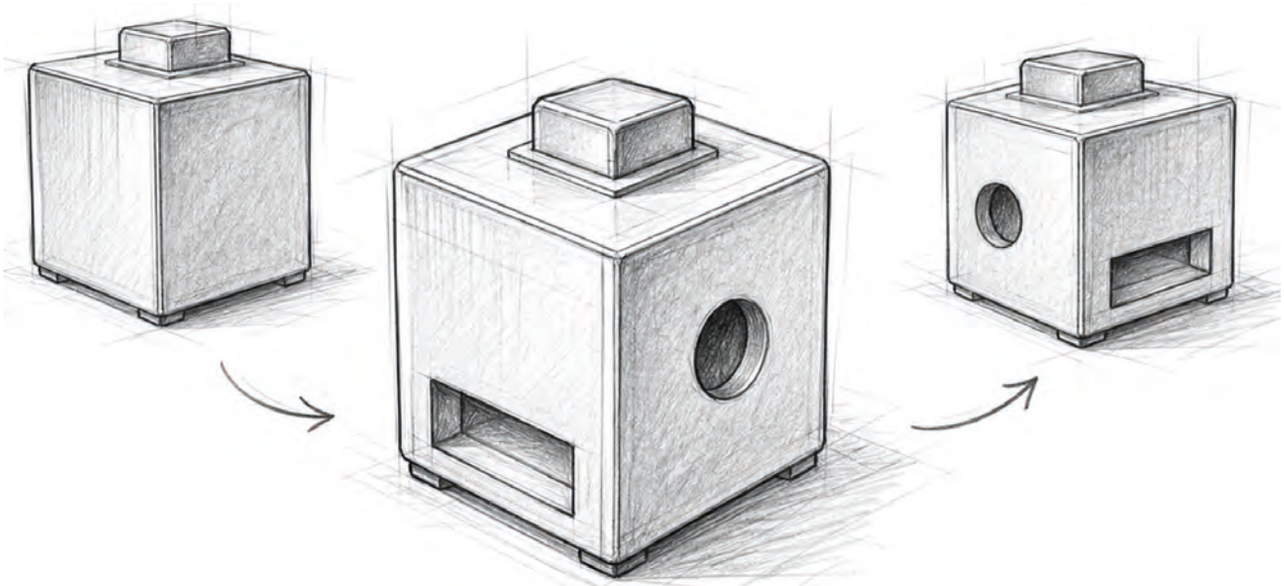
Bu öğrenme biriminde sizden

- teknik resim kurallarına uygun olarak izdüşüm kavramını açıklamanız
- alın, profil ve yatay düzlemler arasındaki ilişkiyi yorumlamanız
- koordinatları verilen nokta, doğru ve düzlemlerin izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde göstermeniz
- perspektifi verilen iş parçalarının ön, üst ve yan görünüşlerini çizmeniz
- perspektifi ve tek görünüşü verilen iş parçalarını yeniden çizmeniz ve bunların eksik görünüşlerini tamamlamanız
- verilen iş parçalarının görünüşlerini ve kesit görünüşlerini teknik resim kurallarına uygun biçimde çizmeniz
- kesit düzlemi, tarama çizgileri, görünür ve görünmeyen çizgi türlerini doğru kullanmanız
- parçaların dış biçimi ile iç yapısını teknik çizim yoluyla düzenli, okunabilir ve standartlara uygun biçimde ifade etmeniz

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Görsel 3.1'i dikkatlice inceleyiniz. Görselde kutunun farklı yönlerden görünüşlerine dikkat ediniz. Ardından aşağıdaki senaryoyu okuyunuz ve metinden hareketle soruları yanıtlayınız.



Görsel 3.1: Hazırlık sorusu karikatürü

Kutunun Sırrı

Öğretmen sınıfa küçük ve kapalı bir kutu getirir. Kutuyu masanın üzerine koyar ve öğrencilerden kutunun şeklini kâğıda çizmelerini ister. Öğrenciler kutuya yalnızca oturdukları yerden bakarak çizim yapmaya başlar. Öğrencilerden bazıları kutuyu dikdörtgen gibi çizer, bazıları kutunun üzerinde çıkıntı olduğunu fark eder ve o kısmı çizer, bazıları ise sadece düz bir yüzey görür ve bunu çizime yansıtır.

Öğretmen kutuyu yavaşça çevirir. Öğrenciler şaşırır çünkü kutunun diğer tarafında bir delik, üst kısmında küçük bir çıkıntı ve yan yüzünde farklı bir boşluk vardır. İlk çizimlerin hiçbirinin kutuyu tam olarak yansıtmadığı anlaşılır.

Öğretmen, öğrencilere "Bir nesneye tek bir yerden bakınca onun tamamını gerçekten görebilir miyiz?" sorusunu sorar.

Öğrenciler kutuyu farklı yönlerden incelemeye başlarlar. Baktıkları her yönde kutunun başka bir özelliğinin görüldüğünü fark ederler. Böylece bir nesneyi doğru anlatabilmek için yalnızca görmek değil farklı yönlerden düşünmek ve çizimle düzenli biçimde ifade etmek gerektiğini keşfederler.

Sorular

1. Bir nesneye yalnızca tek bir yerden bakmak neden yanıltıcı olabilir?
2. Kutunun farklı yönlerden farklı görünmesi size ne anlatıyor?

3.1. GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA

Bir parçanın farklı bakış doğrultularından nasıl göründüğünü teknik resim kurallarına uygun olarak çizme işlemine **görünüş çıkarma** adı verilir. Teknik resimde bir iş parçasının biçimini doğru, düzenli ve anlaşılır biçimde ifade edebilmek için bu yöntemden yararlanılır. Bir iş parçasına tek bir yönden bakıldığında parçanın biçimi tam olarak anlaşılamaz. Bu nedenle parçanın biçimi; ön, üst, yan gibi farklı yönlerden elde edilen görünüşleri çizilerek daha açık hâle getirilir.

Parçanın uzunluk, genişlik, yükseklik gibi temel ölçüleri ile delik, kanal, çıkıntı, boşluk, eğik yüzey gibi biçim özellikleri görünüşler sayesinde anlaşılır biçimde gösterilir. Böylece iş parçası yalnızca dış görünüşüyle değil yüzeyleri arasındaki ilişkiler ve geometrik yapısıyla birlikte teknik resim dili kullanılarak ifade edilir.

Bir nokta, doğru, düzlem ya da cismin belirli bir bakış doğrultusuna göre bir düzlem üzerine düşürülen görüntüsüne

izdüşüm denir. Görünüş çıkarma işleminin doğru ve kurallara uygun yapılabilmesi için izdüşüm bilgisinden yararlanılır.

İzdüşüm oluşturulurken cismin belirli bir yönden incelendiği ve bu doğrultuda düşünsel ışınların bir düzlem üzerinde görüntü meydana getirdiği kabul edilir. Günlük yaşamda bir nesnenin ışık etkisiyle duvar veya zemin üzerinde oluşturduğu gölge, izdüşüm kavramının anlaşılmasına yardımcı olan somut bir örnektir.

İzdüşüm, görünüşlerin hangi kurala göre oluştuğunu açıklar; görünüş çıkarma ise bu kuralların teknik resim üzerinde uygulanmasını sağlar. Doğru çizilmiş görünüşler sayesinde bir iş parçası sözlü açıklamaya gerek kalınmadan anlaşılır, yorumlanır ve üretime uygun biçimde ifade edilebilir. Bu nedenle görünüş çıkarma ve izdüşüm birbiriyle doğrudan ilişkilidir.

3.1.1. İzdüşümler

Teknik resimde bir cismin biçiminin doğru ve anlaşılır biçimde ifade edilebilmesi için çeşitli gösterim yöntemlerinden yararlanılır. İzdüşüm, bu yöntemler içinde en yaygın ve en temel olanlardandır. Bu yöntem sayesinde üç boyutlu bir nesne, iki boyutlu bir çizim yüzeyi üzerinde açık ve düzenli biçimde gösterilebilir.

İzdüşümler özellikle makine parçaları, yapı elemanları ve çeşitli teknik ürünlerin çizimlerinde büyük önem taşır. Çünkü bu yöntem; parçanın genel görünüşünün yanı sıra yüzeylerini, kenarlarını, biçim özelliklerini ve uzaydaki konum ilişkilerini de belirgin hâle getirir.

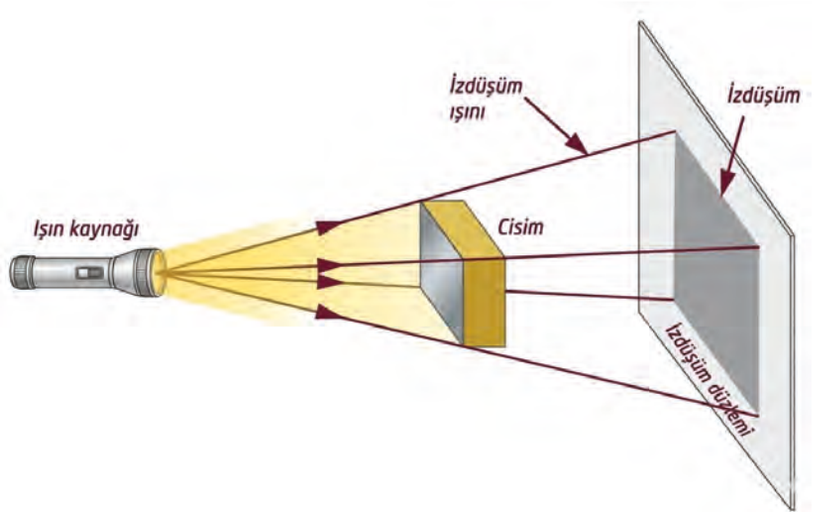
Teknik resimde amaç bir şekli çizmek, çizilen şeklin herkes tarafından aynı biçimde algılanmasını ve yorumlanmasını sağlamaktır. Bu nedenle izdüşüm kuralları, belirli standartlara ve çizim esaslarına bağlı uygulanır.

Bir parçanın farklı yönlerden görünüşleri elde edilerek ön, üst, alt, sağ, sol ve yan görünüşleri oluşturulabilir. Bu görünüşler sayesinde parçanın geometrik yapısı daha eksiksiz tanımlanır; üretim, ölçme, kontrol ve montaj aşamalarında oluşabilecek hataların önüne geçilir. Bu yönüyle izdüşüm; teknik resimde bilgiyi açık, doğru ve standart biçimde aktaran temel gösterim yöntemlerinden biridir.

3.1.1.1. Merkezî İzdüşüm

Uzayda belirli bir noktada bulunduğu kabul edilen bir merkezden çıkan izdüşüm ışınlarının cisme ait karakteristik noktalardan geçerek bir düzlem üzerinde oluşturduğu görünüş biçimine **merkezî (konik) izdüşüm** denir. Bu yöntemde ışınların tamamı tek bir noktadan yayıldığı için izdüşüm doğrultuları birbirine paralel değildir. Dolayısıyla görünüş, sabit doğrultulu bir aktarım sonucu değil merkezden düzleme doğru yönelen ışınların etkisiyle meydana gelir.

Merkezî izdüşümde elde edilen görünüş, cismin izdüşüm düzlemine ve izdüşüm merkezine olan konumundan doğrudan etkilenir. Cismin düzleme olan uzaklığı ile merkeze göre bulunduğu yer değiştikçe görünüşün boyutu ve biçimi de değişir. Oluşan izdüşüm, bu nedenle cismin gerçek ölçülerini tam vermez. Ölçülerin korunmaması, bu yöntemin teknik çizim açısından sınırlı kullanılmasına yol açar (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Merkezi izdüşüm

Merkezî izdüşümün en belirgin özelliği, derinlik etkisi oluşturmasıdır. Özellikle uzayda birbirine paralel olan doğruların görüntüde bir noktada birleşiyormuş gibi algılanması, merkezî izdüşümün perspektif karakterini ortaya koyar. Böylece gözlemciye daha gerçekçi ve hacim duygusu güçlü bir görünüm sunulur. Bu yönüyle merkezî izdüşüm; mimari sunumlar, endüstriyel tasarım görselleştirmeleri ve perspektif anlatımlarda yaygın kullanılır.

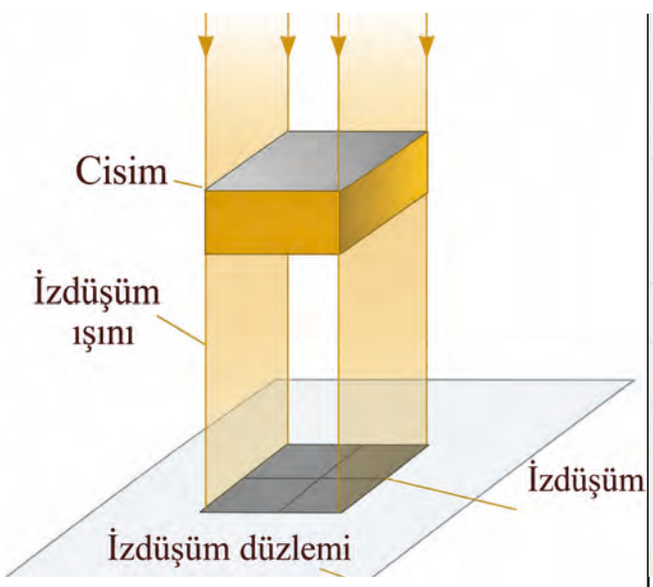
Merkezî izdüşüm, ölçüsel doğruluğu korumaması ve gerçek büyüklüğü yansıtmaması nedeniyle teknik resim ve imalat çizimlerinde esas yöntem olarak tercih edilmez. Teknik resimde amaç, parçanın biçimini ve ölçülerini doğru ve standart biçimde göstermektir, bu tür uygulamalarda paralel izdüşüm yöntemleri kullanılır.

3.1.1.2. Paralel İzdüşüm

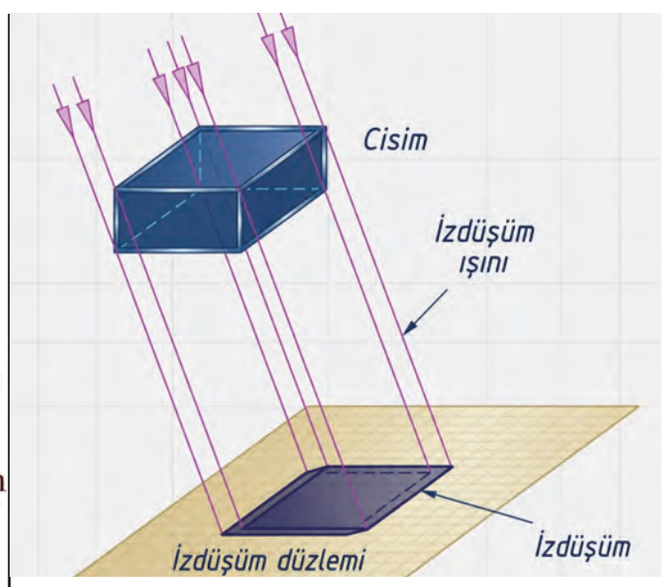
Doğrultuları değişmeyen ve birbirine paralel kabul edilen izdüşüm ışınlarının cisme ait köşe, kenar ve sınır noktalarından geçerek bir düzlem üzerinde oluşturduğu görünüş biçimine **paralel izdüşüm** denir. Bu yöntemde ışınlar tek bir merkezden çıkmaz, aynı yönde ve birbirine paralel olarak ilerler. Bu nedenle elde edilen görüntü, merkezî izdüşümde olduğu gibi perspektif etkisi taşımaz; daha düzenli ve ölçüsel olarak güvenilir bir gösterim sağlar. Bu sayede parçaların üretim, ölçme, kontrol ve montaj işlemlerinde gereken teknik bilgiler eksiksiz biçimde çizime aktarılabilir; teknik resimde standartlaşma sağlanır.

Paralel izdüşümde görünüşün oluşumunu cismin izdüşüm düzlemine göre konumu etkiler ancak bu yöntem, geometrik yapının daha doğru aktarılmasına olanak tanır. Görünüş üzerindeki boyutlar özellikle izdüşüm ışınlarının düzleme dik olduğu durumlarda gerçeğe uygun şekilde korunur. Bu özellik paralel izdüşümü teknik resim, mühendislik çizimleri ve üretime yönelik gösterimler açısından temel bir yöntem hâline getirir.

Paralel izdüşüm, izdüşüm doğrultusunun düzleme göre durumuna bağlı olarak **dik (ortografik) izdüşüm** ve **eğik izdüşüm** şeklinde sınıflandırılır (Görsel 3.3, 3.4). Her iki yöntem de teknik resimde farklı amaçlarla kullanılır ve ölçüsel doğruluğun esas alındığı çizimlerde özellikle dik izdüşüm yönteminden yararlanılır.



Görsel 3.3: Dik izdüşüm



Görsel 3.4: Eğik izdüşüm

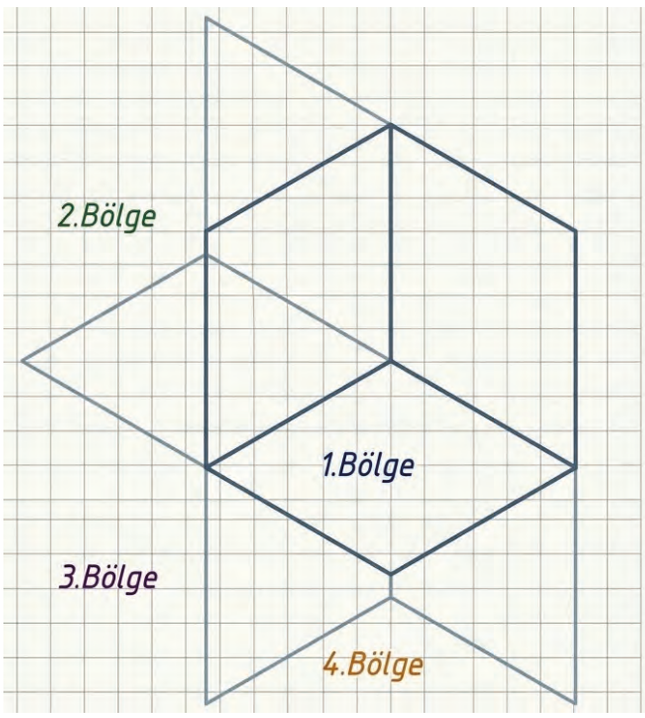
3.1.2. Temel İzdüşüm Düzlemleri

İzdüşüm düzlemleri, cismin görünüşlerinin elde edilmesini sağlayan ve birbirine dik kabul edilen temel düzlemlerdir. Bir cismin farklı yönlerden görünüşlerinin elde edilmesinde kullanılan ve birbirine dik konumda bulunan düzlemler **temel izdüşüm düzlemleri** olarak adlandırılır (Görsel 3.5). Bu düzlemler teknik resimde cismin ön, üst ve yan görünüşlerinin belirli kurallar çerçevesinde düzenli biçimde oluşturulmasını sağlar. Böylece parçanın geometrik yapısı, yüzey ilişkileri ve biçim özellikleri daha açık ve anlaşılır hâle gelir.

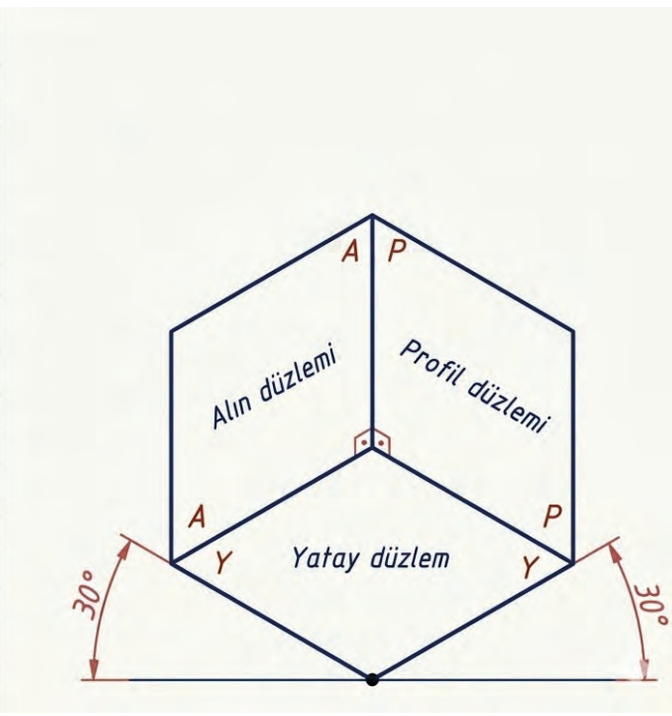
Teknik resimde kullanılan izdüşüm sistemi, görünüşlerin yerleştirilme esasına göre farklı uygulamalara ayrılır. Bu sistemler, uluslararası çizim standartlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Metrik ölçü sisteminin yaygın olarak kullanıldığı ülkelerde genellikle **birinci izdüşüm yöntemi** (**diedr**), parmak ölçü sisteminin yaygın olduğu ülkelerde

ise çoğunlukla **üçüncü izdüşüm yöntemi** uygulanır. Türkiye'de teknik resim çalışmalarında esas alınan yöntem birinci izdüşüm sistemidir (Görsel 3.6).

Temel izdüşüm düzlemleri; **alın düzlemi**, **profil düzlemi** ve **yatay düzlem** olmak üzere üç ana düzlemden oluşur. Bu düzlemler, cismin farklı yüzeylerine ait görünüşlerin belirli bir düzen içinde yerleştirilmesini sağlar. Birinci açı izdüşüm sisteminde bu üç ana düzlem bir bütün olarak değerlendirilir ve görünüşler, düzlemlerin açınımı esas alınarak düzleme aktarılır. Bu düzenleme sayesinde görünüşler arasındaki ilişki açık biçimde kurulabilir; parçanın biçimi, konumu ve boyutları daha kolay yorumlanabilir. Ayrıca ölçülendirme işlemleri, görünüşlerin karşılaştırılması ve teknik resmin okunması daha sistemli bir şekilde gerçekleştirilir. Bu nedenle temel izdüşüm düzlemleri, teknik resimde görünüşlerin oluşturulması ve doğru yorumlanması açısından büyük önem taşır.



Görsel 3.5: Temel izdüşüm düzlemleri



Görsel 3.6: Diedr düzlemi

3.1.2.1. Alın, Profil ve Yatay Düzlem

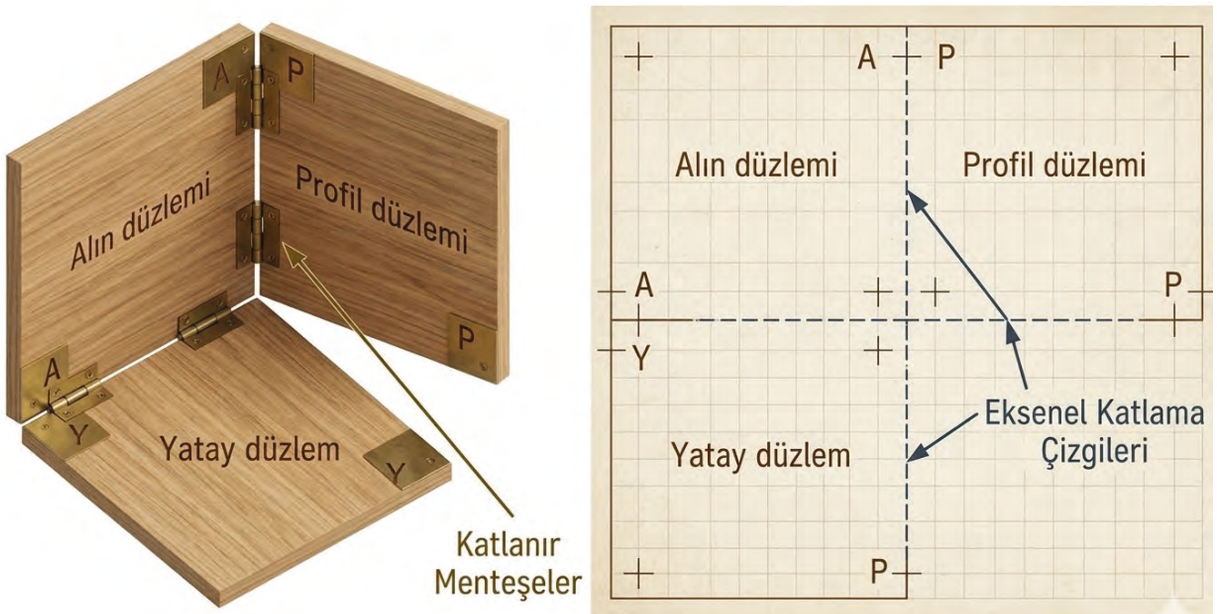
Alın düzlemi, diedr sisteminde düşey konumda bulunan ve cisme önden bakıldığında elde edilen görünüşün aktarıldığı temel izdüşüm düzlemidir. Bir parçanın ön görünüşü bu düzlem üzerinde gösterilir. Bu nedenle cismin genel biçimini, ana hatlarını ve karakteristik özelliklerini tanıtan ilk görünüş çoğu durumda alın düzleminde yer alır. Teknik resimde diğer görünüşlerin düzenlenmesinde de ön görünüş esas alındığından alın düzlemi önemli bir referans düzlemi niteliği taşır.

Profil düzlemi, diedr düzlem takımında düşey durumda bulunan ve cismin yan tarafından bakılarak elde edilen görünüşün aktarıldığı düzlemdir. Parçanın sağ veya sol yan görünüşleri bu düzlem üzerinde gösterilir. Bu görünüş sayesinde cismin derinlik ölçüsü, yan yüzey özellikleri ve ön görünüşte tam olarak anlaşılamayan biçim ayrıntıları daha açık şekilde değerlendirilir. Böylece parçanın üç boyutlu yapısının kavranması kolaylaşır.

Yatay düzlem ise diedr sisteminde yatay konumda bulunan ve cisme üstten bakıldığında oluşan görünüşün çizildiği temel izdüşüm düzlemidir. Üst görünüş bu düzlem üzerinde yer alır. Parçanın en ve boy ilişkilerinin belirlenmesinde, yüzey dağılımının anlaşılmasında ve üst kısma ait geometrik özelliklerin gösterilmesinde yatay düzlem önemli bir işleve sahiptir.

Diedr düzlemlerinin bütün görünüşlerin tek bir yüzey üzerinde gösterilebilmesine olanak sağlayacak biçimde

açılmış durumuna **epür düzlemi** adı verilir (Görsel 3.7). Bu düzenlemede alın düzlemi sabit kabul edilir; yatay düzlem aşağıya doğru, profil düzlemi ise yana doğru döndürülerek aynı düzlem üzerine taşınır. Böylece ön, üst, yan görünüşler tek bir düzlem üzerinde ve belirli bir yerleşim düzeni içinde birlikte gösterilebilir. Bu yöntem, görünüşler arasındaki ilişkinin açık biçimde kurulmasını sağladığı gibi teknik resmin okunmasını ve yorumlanmasını da kolaylaştırır.



Görsel 3.7: Epür düzleminin oluşturulması

3.1.3. Cisimlerin İzdüşümleri

Bir cisim; nokta, doğru, düzlem gibi temel geometrik elemanların belirli bir düzen içinde bir araya gelmesiyle oluşur. Bu nedenle cisimlerin teknik resimde doğru ve eksiksiz biçimde gösterilebilmesi, onları oluşturan temel elemanların izdüşüm özelliklerinin iyi anlaşılmasına bağlıdır. Nokta, doğru ve düzlemin ayrı ayrı incelenmesi daha karmaşık geometrik biçimlerin çizilmesi ve yorumlanması açısından temel oluşturur. Bu bakımdan cisimlerin izdüşümlerinin kavranabilmesi için önce bu temel elemanların izdüşüm kurallarının bilinmesi gerekir.

3.1.3.1. Noktanın İzdüşümü

Nokta, geometrinin en temel elemanlarından biridir ve uzayda yalnızca bir konumu ifade eder. Teknik resimde nokta; herhangi bir uzunluğu, genişliği ya da yüksekliği bulunmadığından yalnızca bulunduğu yerin izdüşüm düzlemleri üzerindeki karşılıklarıyla gösterilir.

Diedr düzlemleri yardımıyla bir noktanın alın, profil ve yatay düzlemler üzerindeki izdüşümleri belirlenebilir. Düzlemler epür hâline getirildiğinde noktanın uzaydaki gerçek konumu doğrudan görülmez ancak her düzlem üzerindeki izdüşüm yerleri korunarak noktanın uzaydaki yeri dolaylı olarak ifade edilir.

Bir noktanın izdüşümünün doğru biçimde çizilebilmesi için bu noktanın temel izdüşüm düzlemlerine olan uzaklıklarının bilinmesi gerekir. Bu uzaklıklar, noktanın uzaydaki yerini tanımlayan temel büyüklüklerdir. Başka bir ifadeyle bu değerler, noktanın konumunu belirlemeye yarayan koordinat bilgileri niteliğindedir. Teknik resimde noktanın hangi düzleme ne kadar uzaklıkta bulunduğunun bilinmesi, düzlemler üzerindeki izdüşüm noktalarının doğru biçimde yerleştirilmesini sağlar.

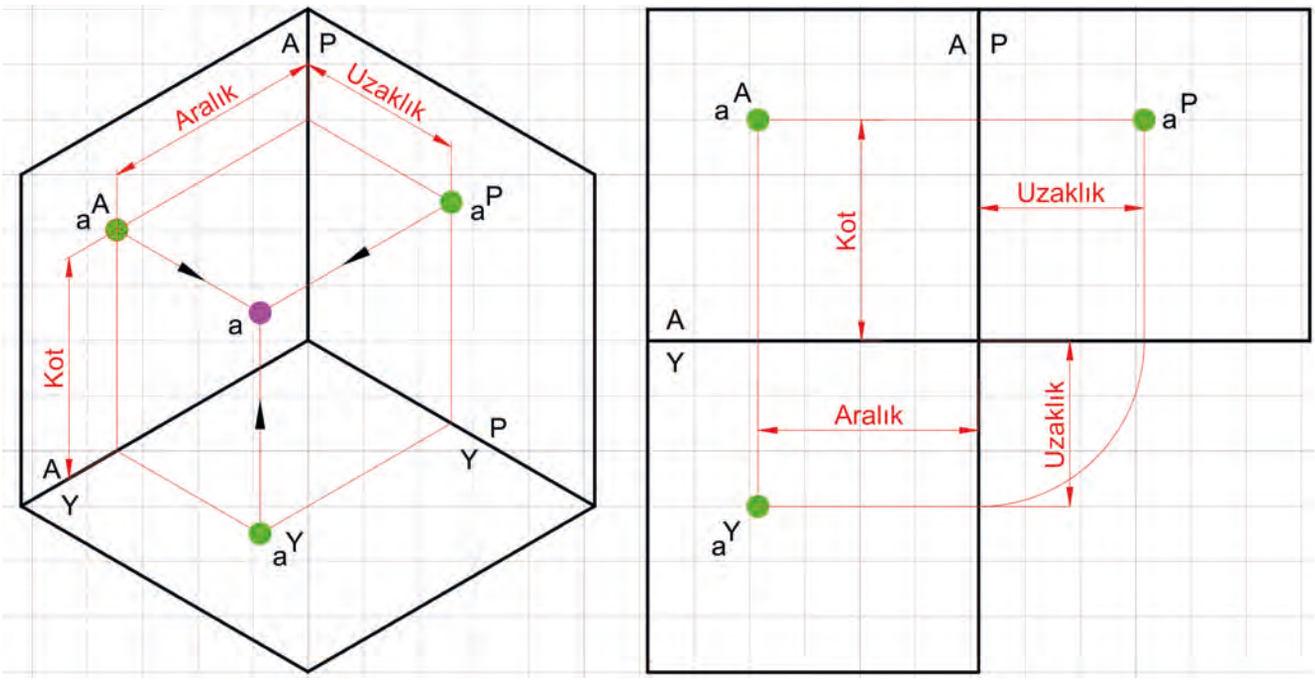
Noktanın temel izdüşüm düzlemlerine olan uzaklık adları şunlardır:

Kot (K): Noktanın yatay düzleme olan uzaklığıdır.

Aralık (A): Noktanın profil düzlemine olan uzaklığıdır.

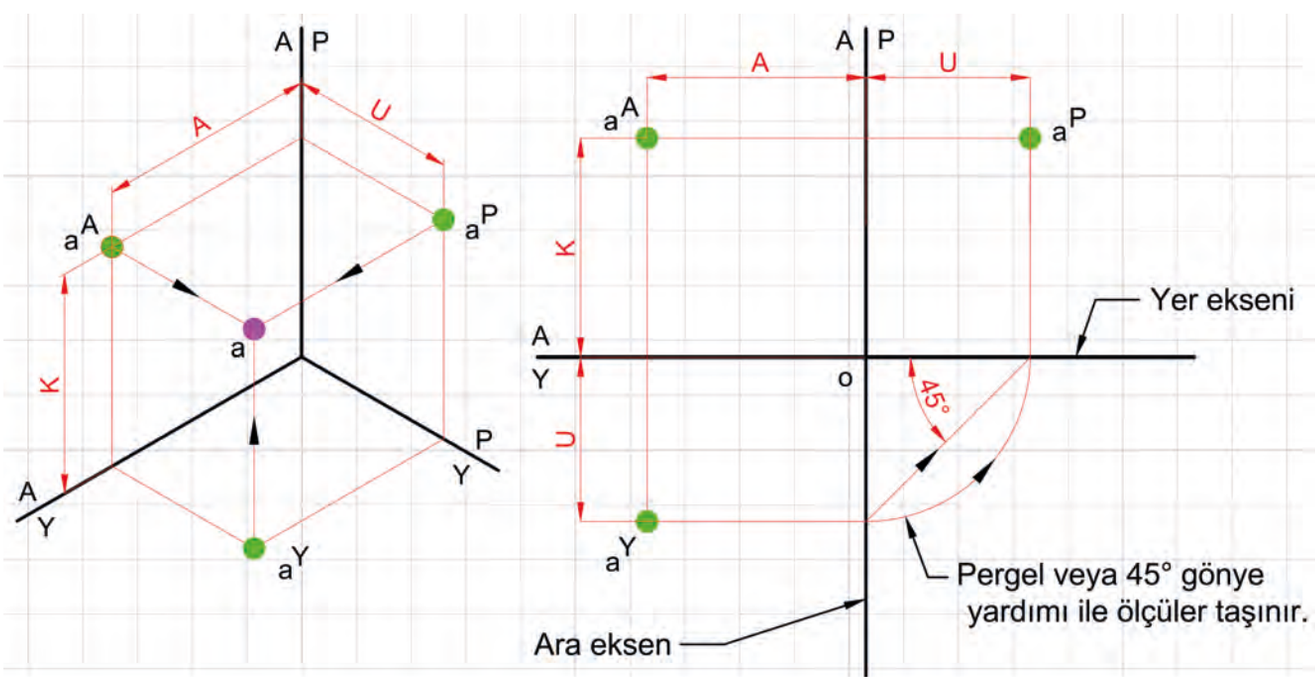
Uzaklık (U): Noktanın alın düzlemine olan uzaklığıdır.

Bu üç uzaklık birlikte değerlendirildiğinde noktanın uzaydaki konumu açık ve kesin biçimde tanımlanır. Böylece noktanın her bir izdüşüm düzlemi üzerindeki karşılığı doğru belirlenebilir. Nokta izdüşümlerinin doğru anlaşılması; sonrasındaki doğru, düzlem ve cisimlerin çiziminde kullanılacak temel bilgilerin kazanılması açısından büyük önem taşır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Kot, aralık, uzaklık mesafelerinin işaretlenmesi

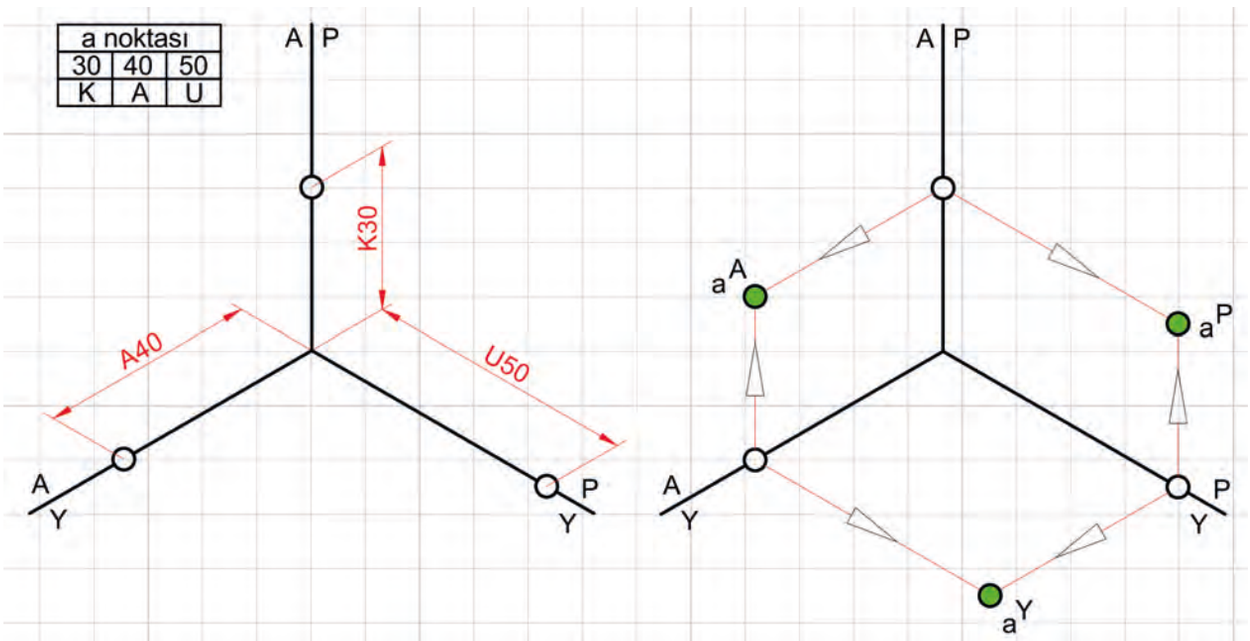
Düzlemlerin açılması sonrasında alın düzlemi ile yatay düzlemin kesişmesinden oluşan doğruya **yer ekseni**, alın düzlemi ile profil düzleminin kesişmesinden oluşan doğruya ise **ara eksen** adı verilir. Çizimin daha anlaşılır ve düzenli hâle gelmesi amacıyla işlem tamamlandıktan sonra alın, profil ve yatay düzlemlerin dış sınır çizgileri kaldırılarak son görünüş elde edilir (Görsel 3.9).



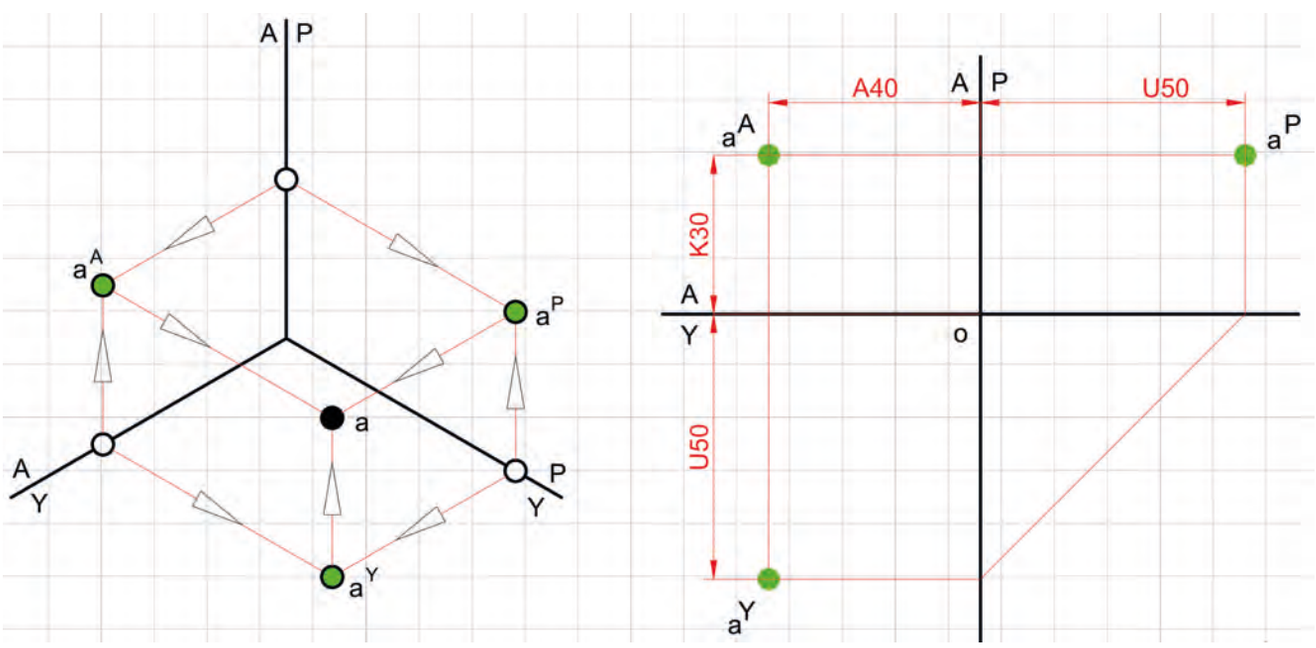
Görsel 3.9: Kot, aralık, uzaklık mesafelerinin işaretlenmesi

Koordinatları verilen A (30,40,50) noktasının izdüşümleri çizilerek uzaydaki konumunun belirlenmesi için şu işlem adımları izlenir:

- Katlama eksenleri üzerinde sırasıyla **kot**, **aralık** ve **uzaklık** ölçüleri işaretlenir (Görsel 3.10).
- Belirlenen bu noktalardan katlama eksenlerine paralel yardımcı çizgiler çizilerek gerekli çakışmalar elde edilir.
- Eksenlere paralel çizgiler, oluşan kesişim noktalarından tekrar geçirilir ve bu çizgilerin uygun biçimde çakıştırılmasıyla A noktasının uzaydaki yeri bulunur (Görsel 3.11).



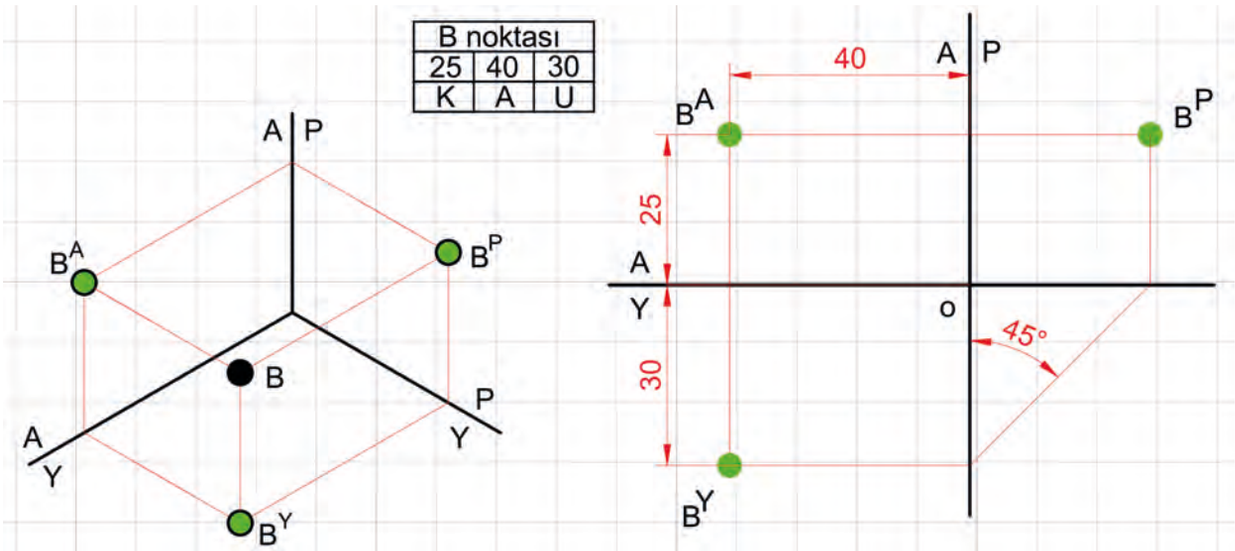
Görsel 3.10: Taşıma çizgilerinden faydalanılarak izdüşümün bulunması



Görsel 3.11: A noktasının izdüşümleri ve uzaydaki konumunun bulunması

Örnek: Uzaydaki bir B noktasının kotu 25 mm, aralığı 40 mm ve uzaklığı 30 mm'dir. Buna göre B noktasının izdüşümlerini çiziniz, diedr ile epür düzlemlerindeki konumunu gösteriniz.

Çözüm: Görsel 3.12'de uzaydaki **B noktasının** kot, aralık ve uzaklık ölçülerinden yararlanılarak diedr ve epür **düzlemlerindeki izdüşümlerinin nasıl oluşturulduğu gösterilmektedir. Görselde B noktasına ait 25 mm kot, 40 mm aralık ve 30 mm uzaklık** değerlerinin eksenler üzerinde işaretlenmesiyle başlayan çizim süreci; yardımcı paraleller, taşıma çizgileri ve 45° yardımcı doğrusu kullanılarak sistemli biçimde tamamlanmıştır. Böylece noktanın hem düzlemler üzerindeki izdüşümleri hem de uzaydaki konumu açık ve düzenli bir şekilde ortaya konulmuştur.



Görsel 3.12: Örnek çalışmaya ait görselin oluşturulması

3.1.3.2. Doğrunun İzdüşümü

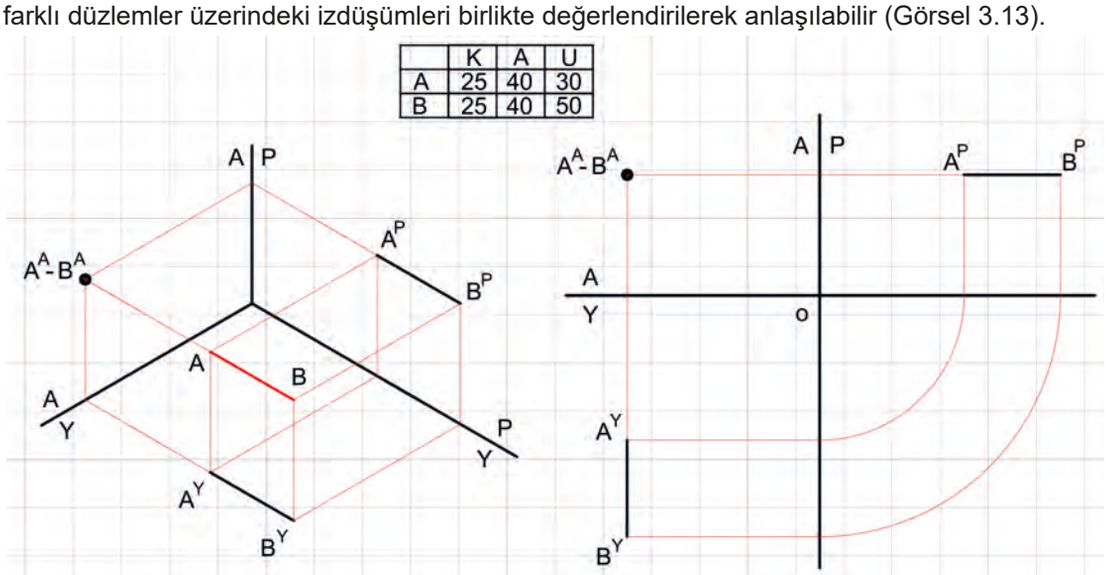
Doğru, uzayda iki noktanın birleştirilmesidir. Bu nedenle bir doğrunun izdüşümünün elde edilmesi öncelikle doğruyu oluşturan uç noktaların izdüşümlerinin belirlenmesine dayanır. Bu noktalar, izdüşüm düzlemleri üzerindeki yerleri belirlendikten sonra uygun şekilde birleştirilerek doğrunun ilgili düzlemlerdeki görünüşleri oluşturulur. Dolayısıyla doğrunun izdüşümünü çıkarma işlemi, esas olarak nokta izdüşümlerinin doğru biçimde yerleştirilmesine bağlıdır.

Doğrular, uzaydaki konumlarına ve temel izdüşüm düzlemleriyle olan ilişkilerine göre farklı gruplarda incelenir. Bu sınıflandırmaya göre doğrular; **izdüşüm düzlemlerine dik**, **izdüşüm düzlemlerine paralel** ve **gelişigüzel konumlu** olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilir. Bu ayrım, doğrunun farklı düzlemler üzerindeki görünüşlerinin doğru yorumlanabilmesi açısından önem taşır.

a) İzdüşüm Düzlemlerine Dik Doğrular

İzdüşüm düzlemlerine dik doğrular; doğrunun dik bulunduğu düzleme göre **alın düzlemine dik**, **profil düzlemine dik** ve **yatay düzleme dik** şeklinde sınıflandırılır. Bir doğru hangi izdüşüm düzlemine dikse o düzlem üzerindeki görünüşü **nokta** biçiminde oluşur. Bunun nedeni, doğrunun bakış doğrultusu ile çakışması ve düzlem üzerinde yalnızca tek bir konumla temsil edilmesidir.

Doğrunun diğer izdüşüm düzlemlerindeki görünüşleri doğru parçası biçiminde elde edilir. Bu görünüşler, ilgili düzlemlere paralel durumda oluşur ve doğrunun gerçek uzunluğunu gösterir. Böylece doğrunun uzaydaki yönü ve konumu, farklı düzlemler üzerindeki izdüşümleri birlikte değerlendirilerek anlaşılabilir (Görsel 3.13).



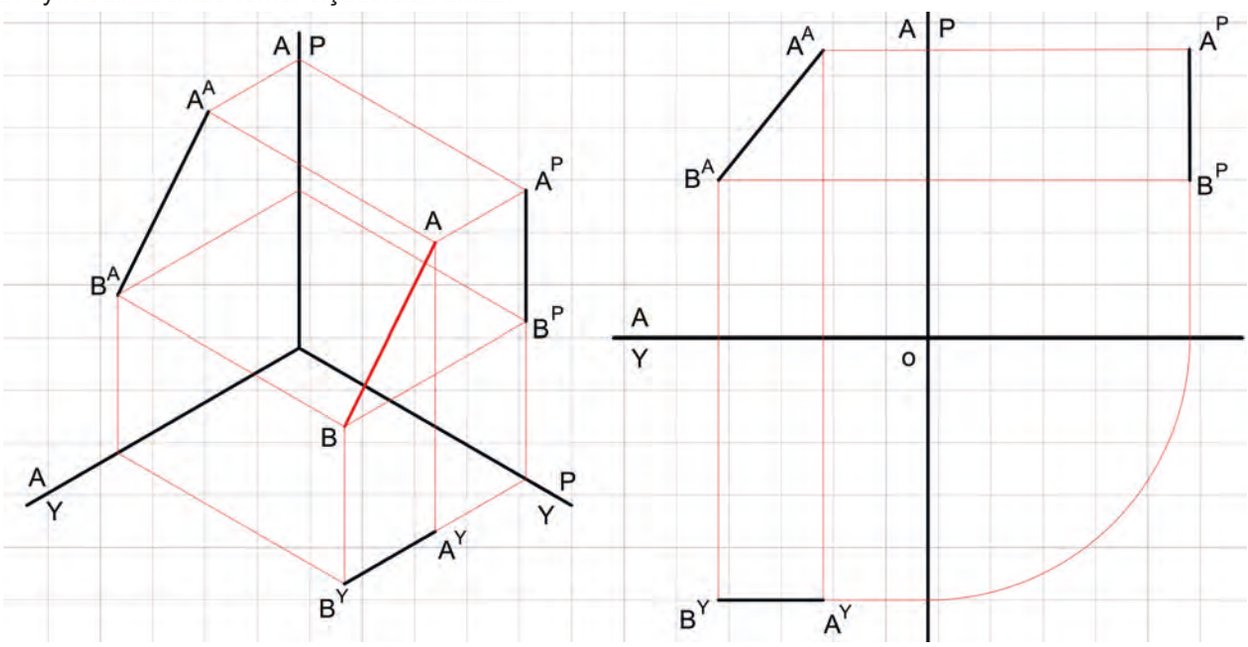
Görsel 3.13: Alın düzlemine dik doğru

b) İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Doğrular

İzdüşüm düzlemlerine paralel doğrular, paralel bulundukları düzlem üzerinde **gerçek uzunluklarında** görünür. Bunun nedeni, doğrunun ilgili düzleme eğrilmeden ya da kısalmadan aktarılmasıdır. Bu nedenle bir doğrunun gerçek boyunun belirlenmesinde paralel olduğu düzlem üzerindeki görünüş esas alınır. Doğrunun diğer izdüşüm düzlemlerindeki görünüşleri ise bu düzlemlere göre eğik konumda oluşur ve gerçek uzunluğu tam olarak yansıtmaz.

Doğrular, paralel oldukları izdüşüm düzlemine göre adlandırılır. Buna göre bir doğru alın düzlemine paralelse **alın doğrusu**, profil düzlemine paralelse **profil doğrusu**, yatay düzleme paralelse **yatay doğrusu** olarak adlandırılır. Bu adlandırma, doğrunun uzaydaki yönünün ve temel izdüşüm düzlemleriyle olan ilişkisinin doğru biçimde ifade edilmesini sağlar.

Görsel 3.14'te gösterilen örnekte alın düzlemine paralel konumda bulunan bir doğrunun alın görünüşü gerçek uzunluğunda elde edilmektedir. Buna karşılık diğer görünüşlerinde doğru, ilgili düzlemlere eğik durumda izlenmekte ve bu nedenle gerçek boyunu tam olarak vermemektedir. Bu özellik, izdüşüm düzlemlerine paralel doğruların ayırt edilmesinde temel ölçütlerden biridir.



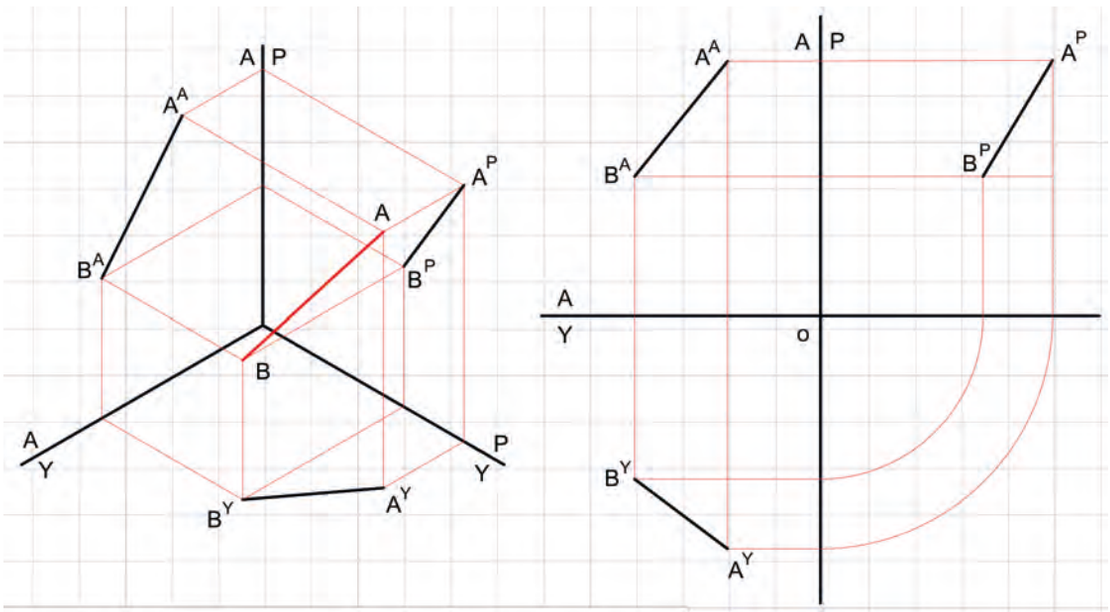
Görsel 3.14: Alın düzlemine paralel doğru

c) Gelişigüzel Doğrular

Gelişigüzel doğrular, temel izdüşüm düzlemlerinin hiçbirine paralel ya da dik konumda değildir. Bu nedenle bu tür doğruların herhangi bir izdüşüm düzlemi üzerindeki görünüşü, doğrunun gerçek uzunluğunu vermez. Doğrunun uzaydaki konumu bütün düzlemlere göre eğik olduğundan her bir görünüşte farklı oranlarda kısalma meydana gelir.

Gelişigüzel doğruların alın, profil ve yatay düzlemler üzerindeki izdüşümleri doğru parçası biçiminde oluşur ancak bu görünüşlerin hiçbiri gerçek boyu tam olarak yansıtmaz. Başka bir ifadeyle gelişigüzel konumlu bir doğrunun tüm görünüşleri eğik durumda izlenir ve gerçek uzunluğundan daha kısa görünür. Bu durum, doğrunun uzaydaki konumunun belirlenmesinde birden fazla görünüşün birlikte değerlendirilmesini gerekli kılar.

Görsel 3.15'te verilen örnekte görüldüğü gibi gelişigüzel konumlu doğruların hiçbir görünüşü gerçek uzunlukta elde edilemez. Bu nedenle gelişigüzel doğruların teknik resimde doğru yorumlanabilmesi için izdüşüm düzlemleri üzerindeki tüm görünüşlerin birlikte incelenmesi gerekir. Böylece doğrunun yönü, konumu ve uzaydaki duruşu daha sağlıklı biçimde anlaşılabilir.



Görsel 3.15: Gelişigüzel doğru

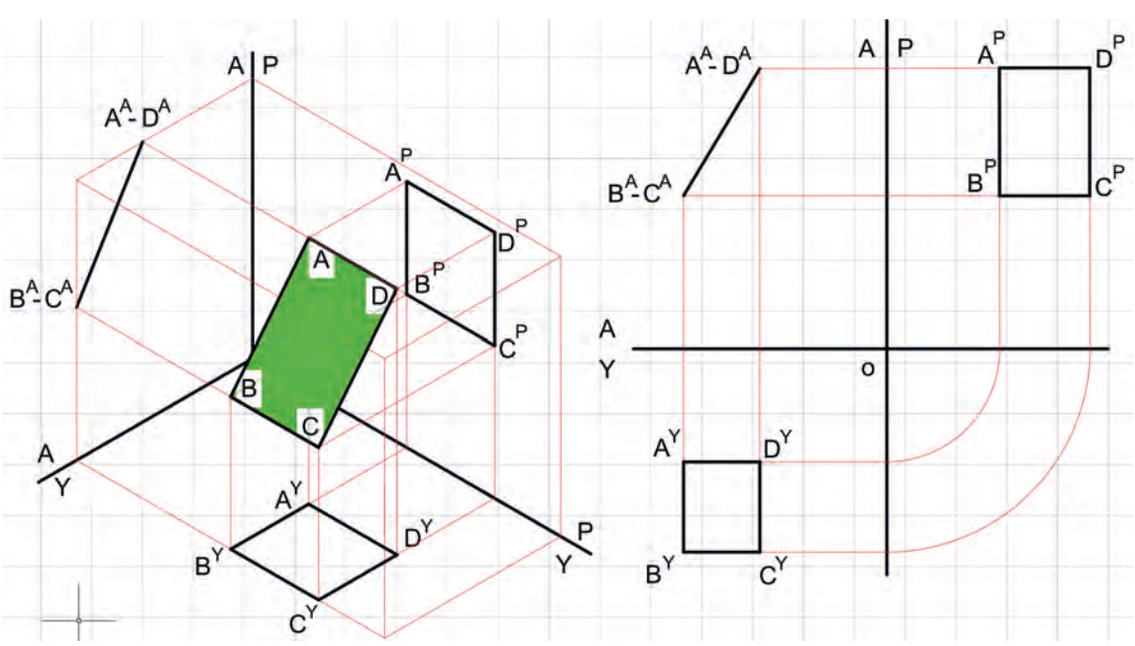
3.1.3.3. Düzlemlerin İzdüşümleri

Bir düzlemin izdüşümlerinin elde edilmesinde temel yaklaşım, düzlemi tanımlayan köşe noktalarının her birinin ilgili izdüşüm düzlemleri üzerindeki görünümlerinin belirlenmesine dayanır. Daha sonra bu noktalar uygun bağlanma sırasına göre birleştirilerek düzlemin farklı görünüşleri oluşturulur. Dolayısıyla düzlemlerin izdüşümünü çıkarma işlemi, esas olarak nokta izdüşümlerinin doğru ve düzenli biçimde saptanması ile gerçekleştirilir.

Düzlemler, uzaydaki konumlarına bağlı olarak **izdüşüm düzlemlerine dik**, **izdüşüm düzlemlerine paralel** ve **gelişigüzel konumlu şeklinde sınıflandırılır.**

a) İzdüşüm Düzlemlerine Dik Düzlemler

İzdüşüm düzlemlerine dik konumda bulunan düzlemler; **alın düzlemine dik**, **profil düzlemine dik** ve **yatay düzleme dik** şeklinde incelenir. Bir düzlem, hangi izdüşüm düzlemine dikse o düzlem üzerindeki izdüşümü doğru görünüşü yansıtır. Buna karşılık düzlemin diğer izdüşüm düzlemlerindeki görünüşlerinde kenarlarından biri ilgili düzleme paralel olacak biçimde izlenir. Ancak bu görünüşler, düzlemin gerçek biçim ve büyüklüğünü tam olarak yansıtmaz. Bu nedenle düzlemin uzaydaki konumunun doğru değerlendirilmesinde tüm izdüşümlerin birlikte incelenmesi gerekir (Görsel 3.16).



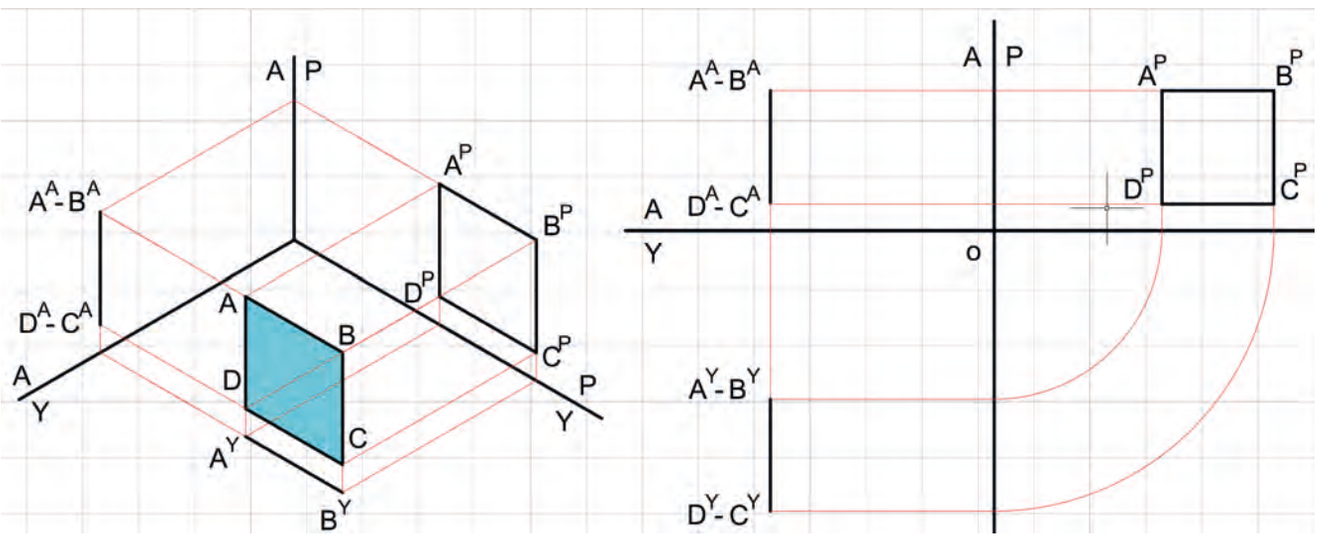
Görsel 3.16: İzdüşüm düzlemine dik düzlem

b) İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Düzlemler

İzdüşüm düzlemlerine paralel konumda bulunan düzlemler, paralel oldukları düzlem üzerinde gerçek şekil ve gerçek büyüklükte görülür. Diğer iki temel izdüşüm düzlemindeki görünüşleri ise doğru parçası biçiminde ortaya çıkar. Bu özellik, düzlemin uzaydaki konumuna bağlı olarak oluşan temel izdüşüm kurallarından biridir.

Bir düzlem alın düzlemine paralelse **alın düzlemine paralel düzlem**, profil düzlemine paralelse **profil düzlemine paralel düzlem**, yatay düzleme paralelse **yatay düzleme paralel düzlem** olarak adlandırılır. Adlandırmada esas ölçüt, düzlemin hangi temel izdüşüm düzlemine paralel durumda bulunduğudur.

Görsel 3.17'de verilen örnekte düzlem, profil düzlemine paralel konumda gösterilmiştir. Bu nedenle söz konusu düzlemin profil görünüşü, gerçek biçim ve gerçek büyüklüğünü yansıtmaktadır. Buna karşılık yatay ve alın görünüşleri çizgisel görünüş hâlinde oluşmakta, dolayısıyla düzlemin şekli bu düzlemlerde tam olarak seçilememektedir. Bu tür düzlemlerin değerlendirilmesinde gerçek biçimin yalnızca paralel olduğu izdüşüm düzleminde görülebileceği dikkate alınmalıdır.



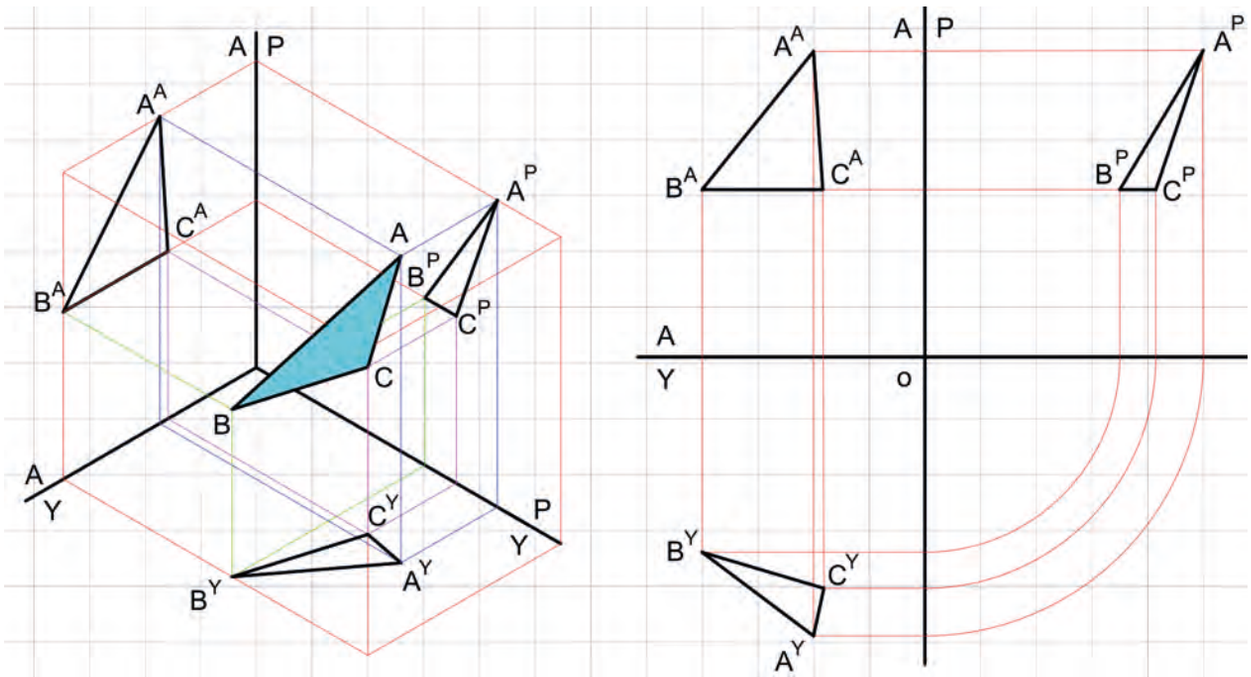
Görsel 3.17: İzdüşüm düzlemine paralel düzlem

c) Gelişigüzel Düzlemler

Gelişigüzel düzlemler, temel izdüşüm düzlemlerinin hiçbirine dik ya da paralel konumda değildir. Bu nedenle gelişigüzel düzlemlerin herhangi bir izdüşüm düzlemi üzerindeki görünüşü, gerçek şekil ve gerçek büyüklüğü vermez. Düzlemin uzaydaki konumu alın, profil ve yatay düzlemlerin tümüne göre eğik olduğundan her bir düzlem üzerindeki izdüşümü farklı biçimde oluşur.

GGelişigüzel düzlemlerin görünüşleri incelendiğinde hiçbir izdüşüm düzleminde düzlemin gerçek boyutlarının tam olarak elde edilemediği görülür. Başka bir ifadeyle gelişigüzel konumlu bir düzlemin bütün görünüşleri, gerçek ölçülerine göre küçülmüş ve biçimsel olarak değişmiş durumdadır. Bu nedenle düzlemin gerçek şeklinin ve gerçek büyüklüğünün belirlenebilmesi için yardımcı görünüşlere veya özel çözüm yöntemlerine ihtiyaç duyulur.

Görsel 3.18'de verilen örnekte görüldüğü üzere gelişigüzel düzlemin alın, profil ve yatay düzlemler üzerindeki izdüşümleri düzlemin gerçek biçimini doğrudan yansıtmamaktadır. Bu durum, gelişigüzel düzlemlerin teknik resimde değerlendirilmesini diğer düzlem türlerine göre daha karmaşık hâle getirir. Dolayısıyla bu tür düzlemlerin doğru yorumlanabilmesi için tüm görünüşlerin birlikte ele alınması ve düzlemin uzaydaki konumunun dikkatle incelenmesi gerekir.



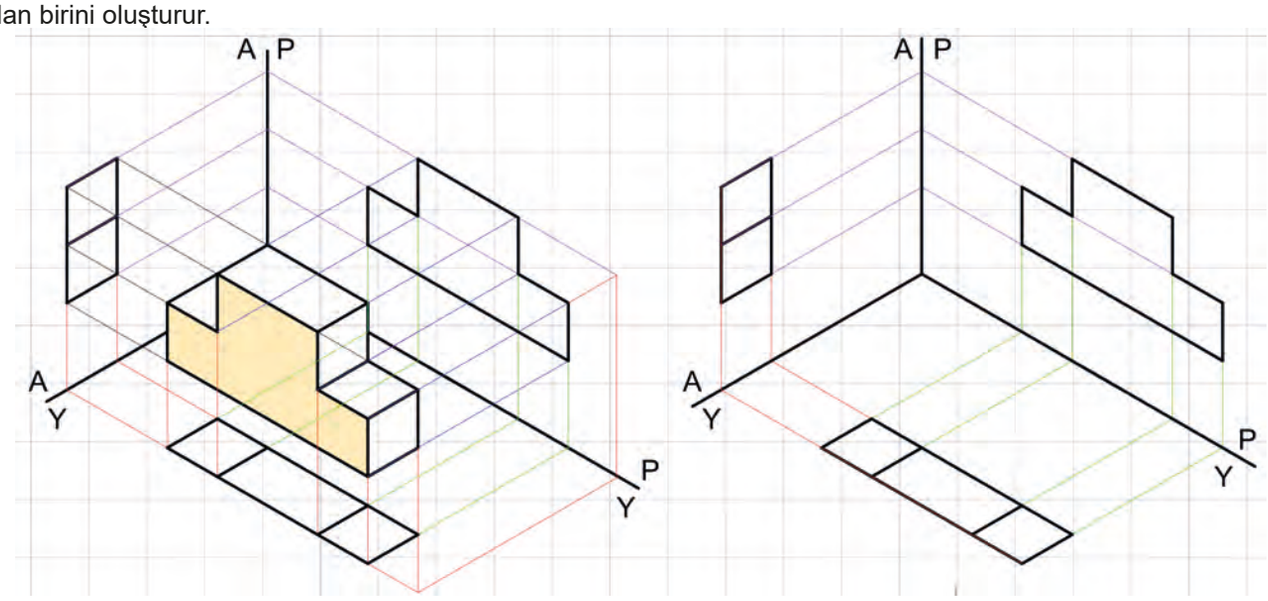
Görsel 3.18: Gelişigüzel düzlem

3.1.3.4. Geometrik Cisimlerin İzdüşümleri

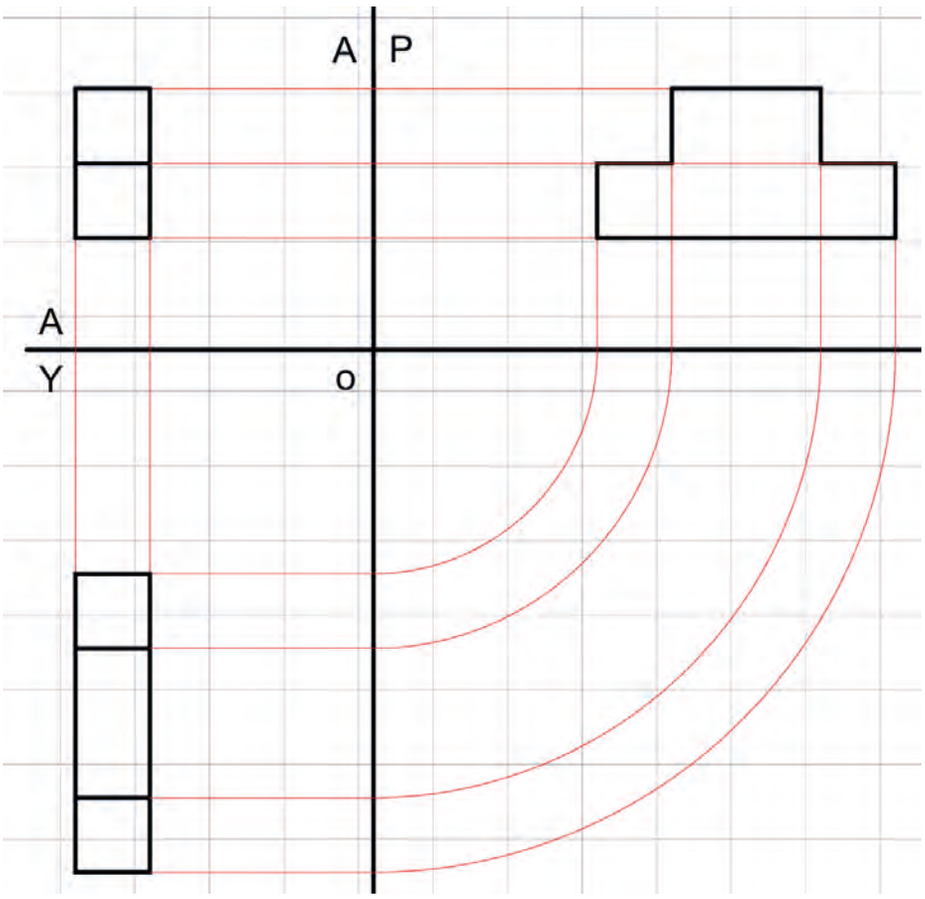
Geometrik cisimlerin izdüşümlerinin elde edilmesi; temelde bu cisimleri oluşturan köşe, kenar ve yüzeylere ait karakteristik noktaların izdüşümlerinin belirlenmesine dayanır. Bu bakımdan bir cismin izdüşümünü çizme işlemi, nokta ve düzlem izdüşümlerinin birlikte değerlendirilerek sistemli biçimde uygulanmasından oluşur. Öncelikle cismi tanımlayan noktaların ilgili izdüşüm düzlemleri üzerindeki yerleri belirlenir; ardından bu noktalar uygun sıraya göre birleştirilerek kenarlar, yüzeyler ve buna bağlı olarak cismin farklı görünüşleri elde edilir.

Geometrik cisimlerin izdüşümünde temel ilke, cismi oluşturan elemanların ayrı ayrı doğru biçimde çözümlenmesi ve daha sonra bütüncül bir düzen içinde bir araya getirilmesidir. Bu nedenle bir cismin ön, üst ve yan görünüşlerinin doğru olarak çizilebilmesi; onu meydana getiren nokta, doğru ve düzlem elemanlarının izdüşüm özelliklerinin iyi bilinmesini gerektirir. Böylece cisimlerin biçimi, yüzey ilişkileri ve uzaydaki konumları teknik resim kurallarına uygun olarak açık ve anlaşılır biçimde gösterilebilir.

Görsel 3.19 ve 3.20'de görüldüğü gibi geometrik cisimlerin izdüşümlerinin bulunması, birden fazla noktanın ve bu noktalar arasında kurulan geometrik ilişkilerin birlikte değerlendirilmesine dayanır. Bu yöntem sayesinde cisim; iki boyutlu çizim düzlemi üzerinde sistemli, düzenli ve teknik açıdan doğru bir görünüşe kavuşturulur. Bu yönüyle geometrik cisimlerin izdüşümü, teknik resimde karmaşık biçimlerin ifade edilmesinde temel uygulama alanlarından birini oluşturur.



Görsel 3.19: Geometrik cisimlerin izdüşümü



Görsel 3.20: Üç boyutlu cismin izdüşümünün epür düzlemde gösterimi

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....
2. .....
3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

NOTLARIM

1. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Koordinatları Verilen Nokta, Doğru ve Düzlemlerin İzdüşümlerini Diedr ve Epür Düzlemlerinde Gösterme
Amaç	Koordinatları verilen nokta, doğru ve düzlemlerin kot, aralık ve uzaklık değerlerini kullanarak izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde teknik resim kurallarına uygun biçimde çizmek
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Koordinatları verilen nokta, doğru ve düzlemlere ait bilgileri inceleyiniz ve verilen adımları takip ederek sizden istenen çizim uygulamasını gerçekleştiriniz (Resim/Ödev 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).

Uygulama Adımları

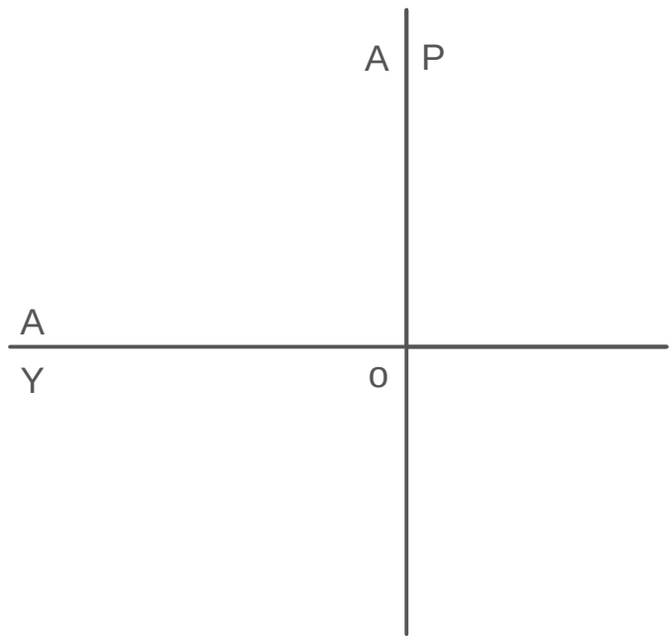
1. Kot, aralık ve uzaklık değerlerini dikkate alarak izdüşüm noktalarını önce diedr düzlemi üzerinde belirleyiniz.
2. Taşıma çizgileri ve 45° yardımcı doğrultusundan yararlanarak izdüşümleri epür düzlemine aktarınız.
3. Çizimlerinizi oluştururken alın, profil ve yatay düzlemler arasındaki ilişkiyi görsel olarak yorumlayınız.
4. Nokta, doğru ve düzlemlerin farklı düzlemlerde nasıl göründüğünü karşılaştırarak çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun, düzenli ve okunabilir biçimde tamamlayınız. Bu süreçte verilen koordinat tablosu, düzlem adları, eksenler ve izdüşüm konumları arasındaki ilişkiyi doğru okuyup yorumlamaya dikkat ediniz

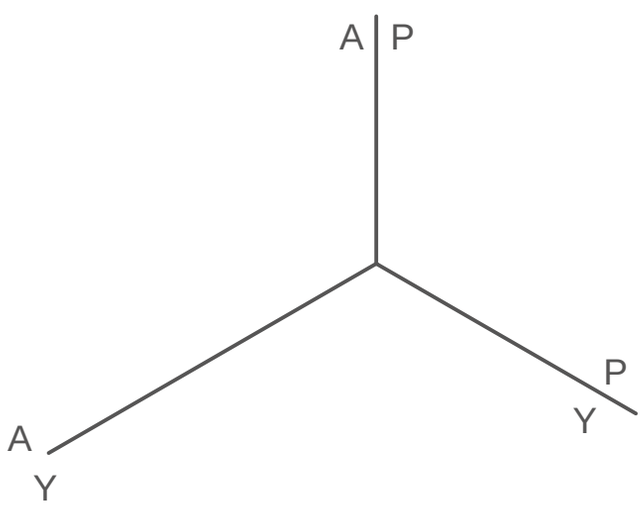
Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıda koordinatları verilen B noktasının izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

B noktası		
25	45	30
K	A	U

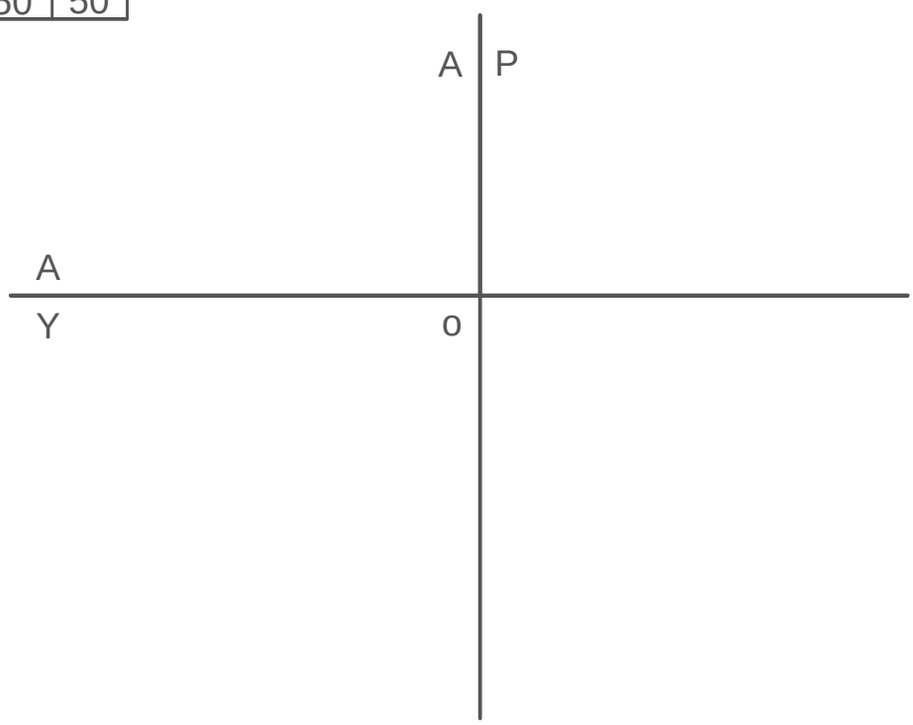


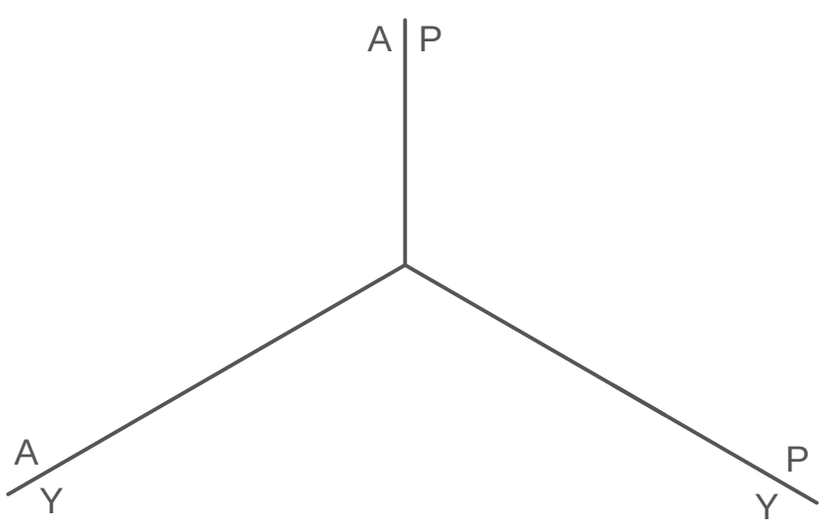


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.1

Aşağıda koordinatları verilen A-B doğrusunun izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

	K	A	U
A	25	50	30
B	25	50	50

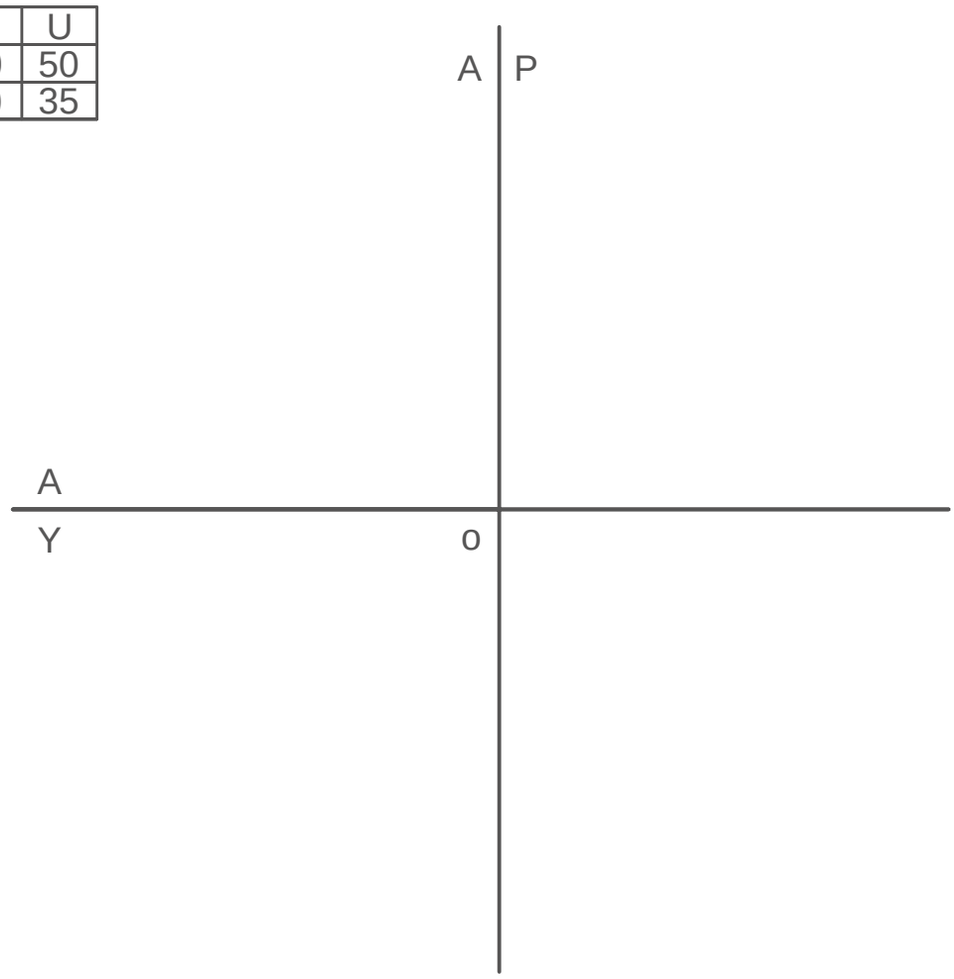


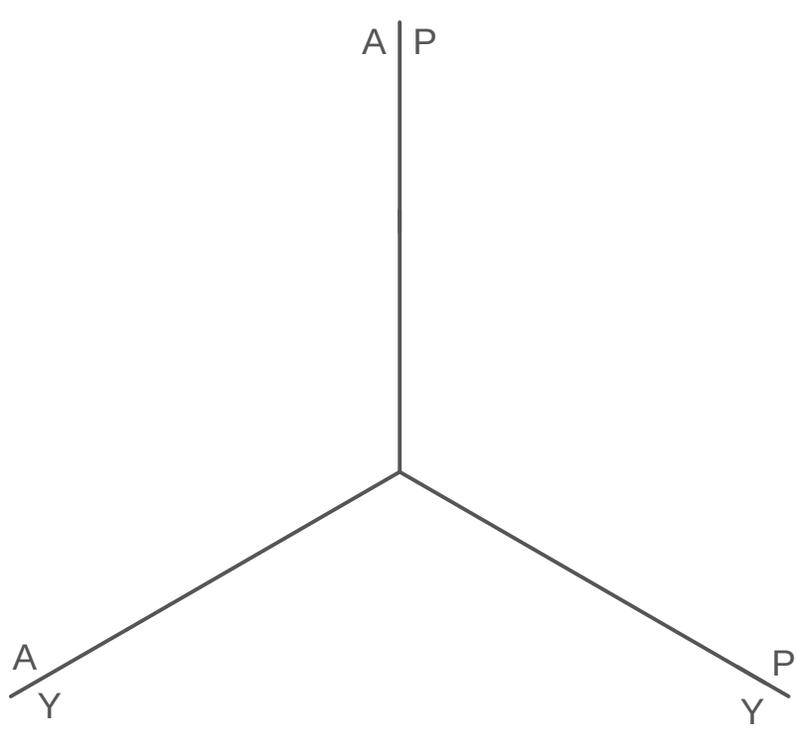


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.2

Aşağıda koordinatları verilen AB doğrusunun izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

	K	A	U
A	55	20	50
B	30	50	35

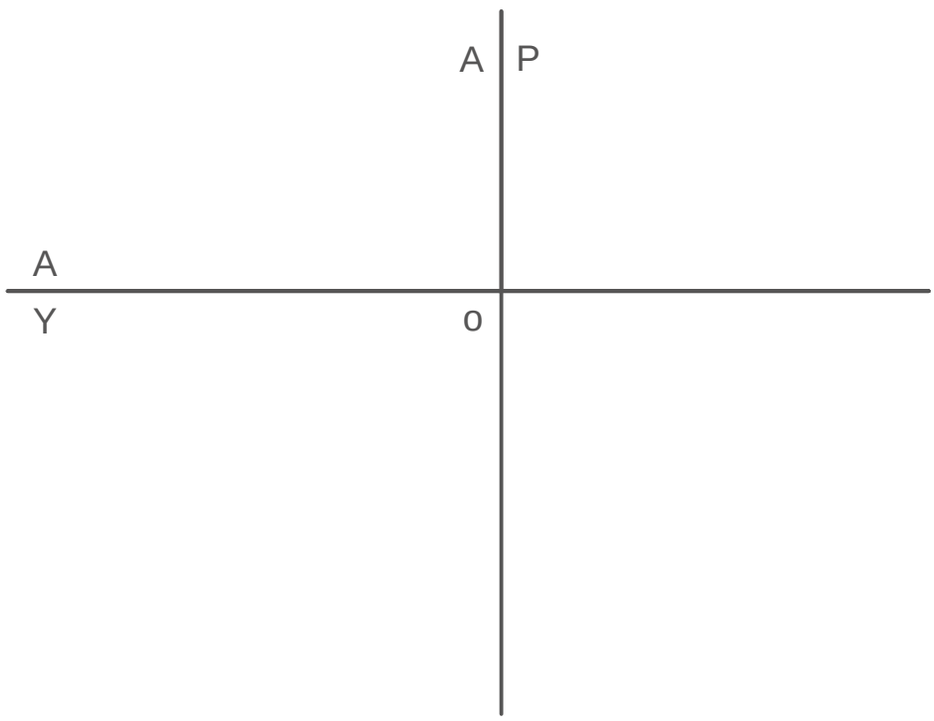


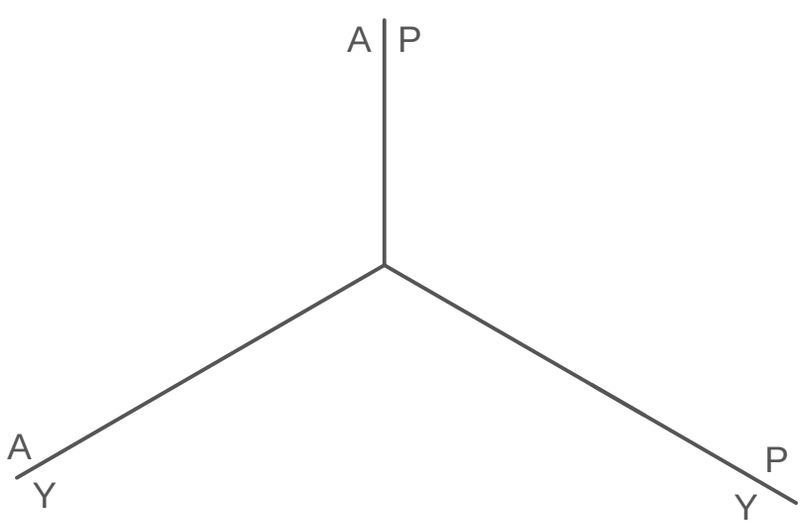


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.3

Aşağıda koordinatları verilen ABCD düzleminin izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

	K	A	U
A	25	40	30
B	25	40	50
C	5	40	50
D	5	40	30

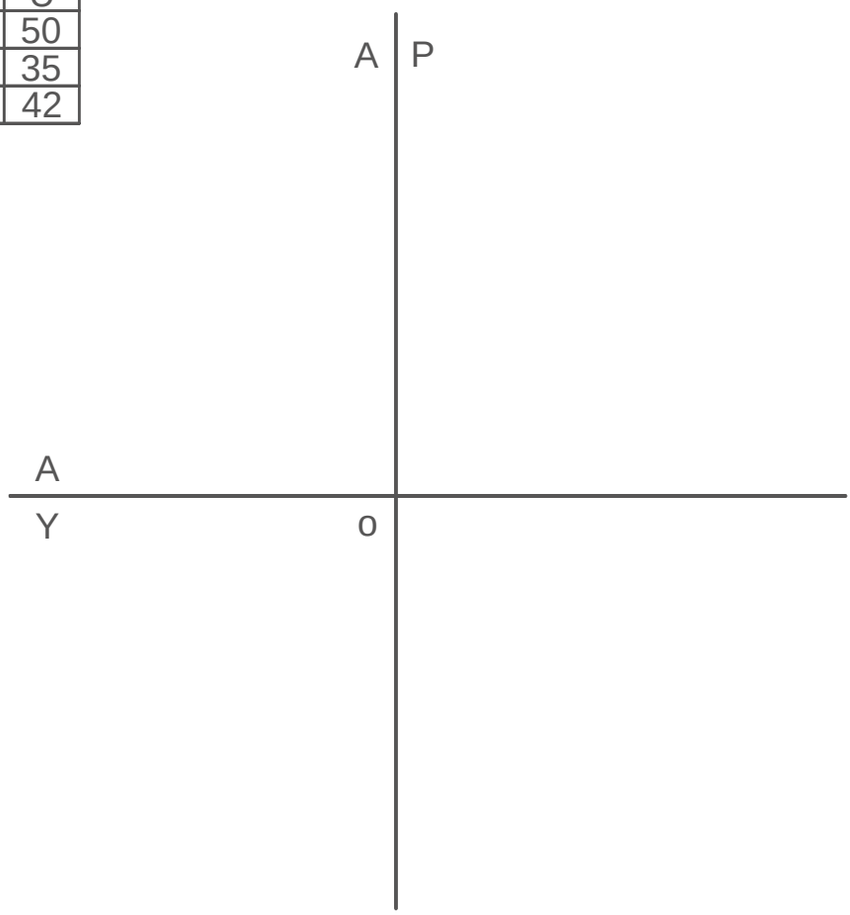


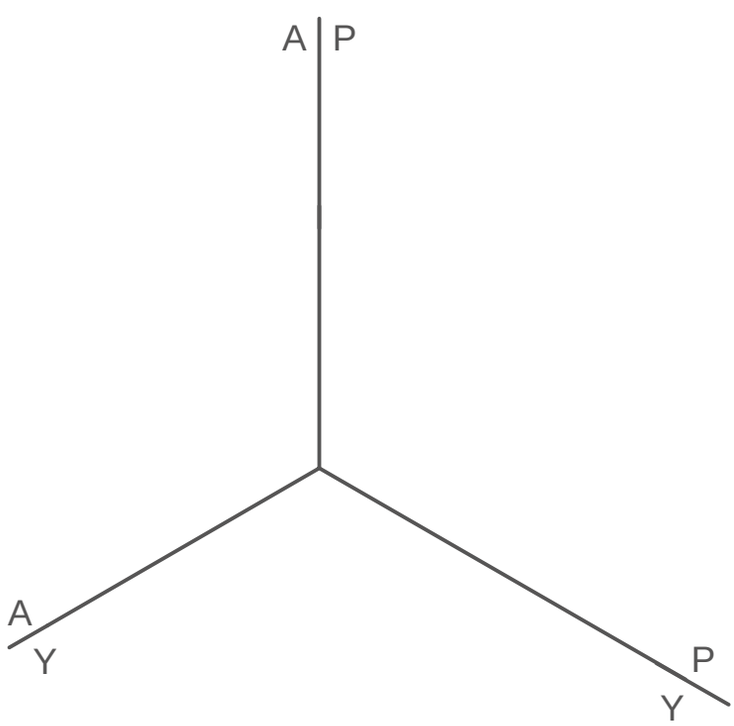


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.4

Aşağıda koordinatları verilen ABC düzleminin izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

	K	A	U
A	55	20	50
B	30	40	35
C	30	18	42

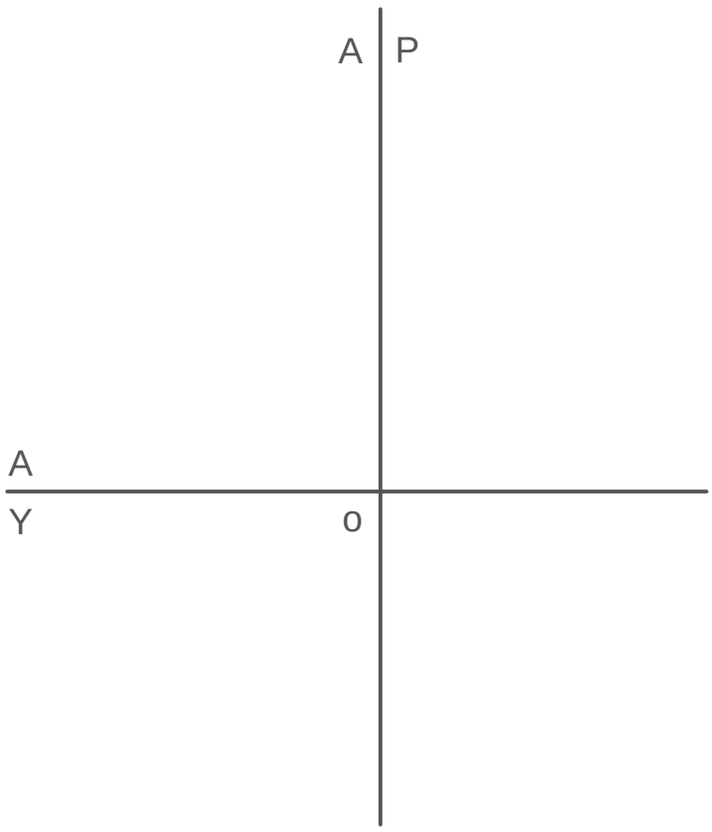


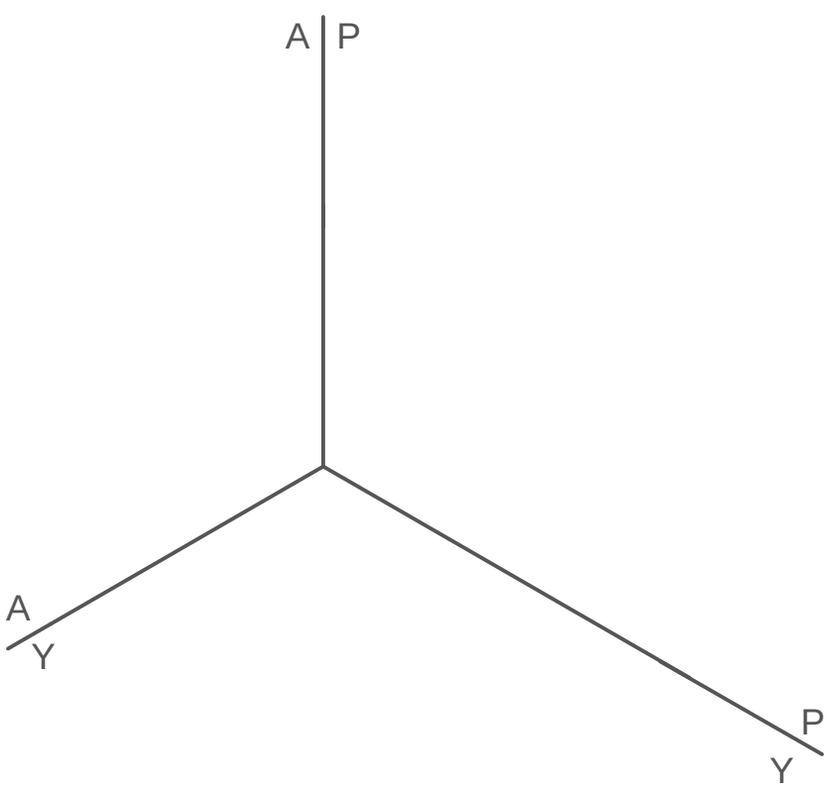


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.5

Aşağıda koordinatları verilen ABCD düzleminin izdüşümlerini diedr ve epür düzlemlerinde gösteriniz.

	K	A	U
A	55	25	22
B	30	40	22
C	30	40	40
D	55	25	40



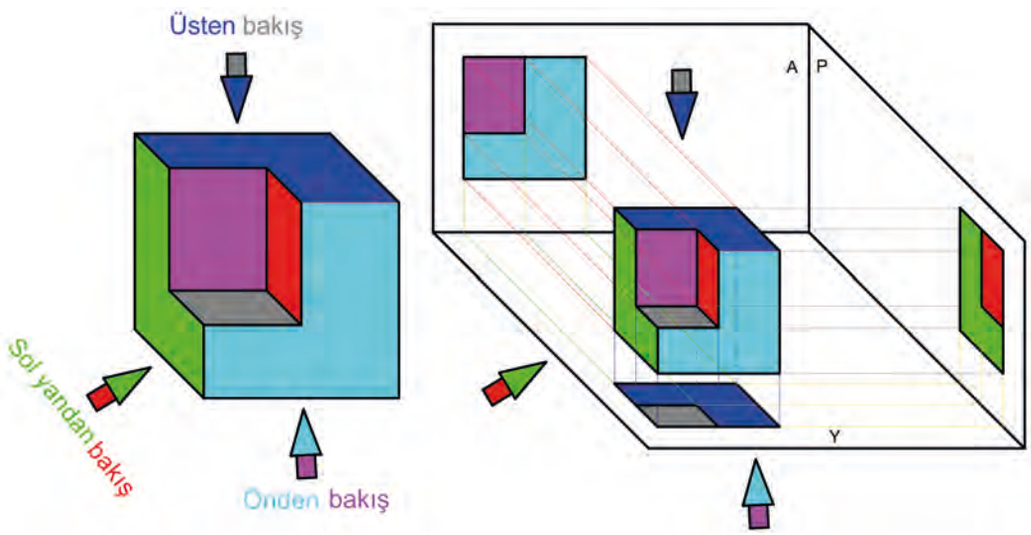


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.6

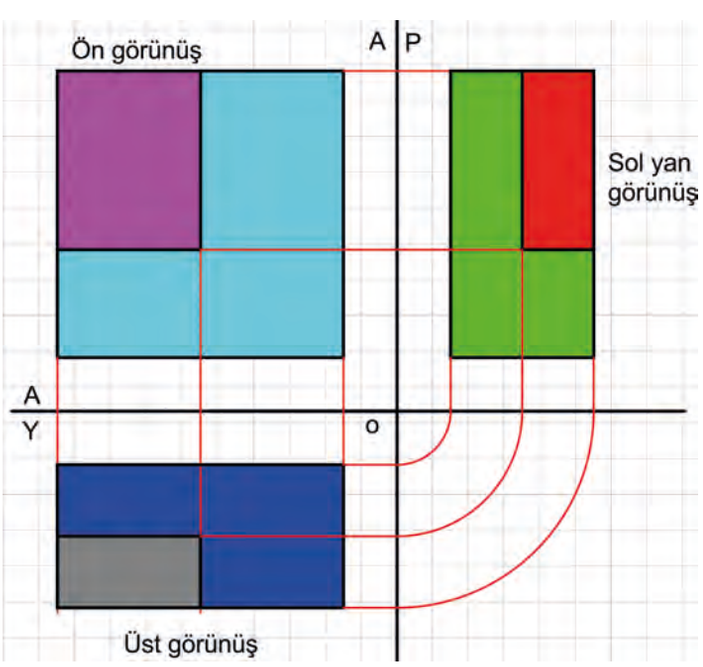
3.1.4. Görünüş Çıkarma

Görünüşler, bir parçanın yalnızca dış sınırlarını göstermekle kalmaz; aynı zamanda biçimini, boyut ilişkilerini, yüzey düzenini ve geometrik özelliklerini anlaşılır biçimde ortaya koyar. Bu nedenle görünüş çıkarma, teknik resimde parçanın doğru tanıtılmasını sağlayan temel uygulamalardan biridir.

Görünüş çıkarma işleminde öncelikle parçayı en iyi tanıtan ve en fazla karakteristik özelliği yansıtan yüzey **ön görünüş** için seçilir. Ön görünüşün doğru belirlenmesi, diğer görünüşlerin yerleşimini ve çizimin anlaşılabilirliğini doğrudan etkiler. Ön görünüş esas alındıktan sonra parçaya farklı doğrultulardan bakılarak diğer görünüşler elde edilir. Genel olarak parçanın sol yan tarafından bakılarak **yan görünüş**, üst tarafından bakılarak **üst görünüş** çizilir. Böylece cisme ait genişlik, yükseklik ve derinlik ölçüleri farklı görünüşler aracılığıyla değerlendirilir (Görsel 3.21, 3.22).



Görsel 3.21: Parça görünüşlerinin düzleme aktarılması



Görsel 3.22: Parçaya ait üç görünüşün oluşturulması

Görünüş çıkarma sırasında cismin yüzeyleri gözlemciye dik gelecek şekilde düşünülür. Başka bir ifadeyle her görünüşte cismin yalnızca ilgili bakış doğrultusuna göre görülen yüzey ve kenarları esas alınır. Bu yaklaşım; üç boyutlu bir cismin iki boyutlu düzlem üzerinde açık, düzenli ve standartlara uygun biçimde ifade edilmesini sağlar. Teknik resimde parça; üretim, kontrol ve montaj aşamalarında herhangi bir karışıklığa yol açmayacak şekilde tanıtılmalıdır. Bu nedenle görünüşler rastgele değil belirli bir sistematik içinde seçilir ve yerleştirilir.

Bir cismin tüm yüzeyleri dikkate alındığında teorik olarak çok sayıda görünüş elde etmek mümkündür. Örneğin prizmatik bir parçanın altı yüzeyi bulunduğundan altı farklı görünüş çizilebilir. Ancak teknik resimde parça, gerek-

siz tekrarlar önlenerek en az sayıda görünüşle ve en açık biçimde ifade edilir. Karşılıklı yüzeyler birbirine benziyor veya bazı görünüşler ek bilgi sağlamıyorsa bu görünüşlerin çizilmesine gerek duyulmaz. Bu nedenle uygulamada parçanın biçimini yeterli ölçüde açıklayan görünüş sayısı tercih edilir.

Standart teknik resim uygulamalarında bir parçayı tanımlamak için çoğu zaman **ön**, **yan** ve **üst görünüş** olmak üzere üç temel görünüş yeterli kabul edilir. Bu görünüşler, parçanın üç ana boyutunu ve yüzey ilişkilerini ortaya koyduğu için **temel standart görünüşler** olarak adlandırılır. Gerektiğinde parçanın iç yapısını, eğik yüzeylerini veya özel biçim özelliklerini göstermek amacıyla ek görünüşler, kesitler ya da yardımcı görünüşler de kullanılabilir. Ancak temel yaklaşım, parçayı en az sayıda ve en açıklayıcı görünüşle ifade etmektir.

Birinci açı izdüşüm sisteminde görünüşler şu yerleşim kurallarına göre çizilir:

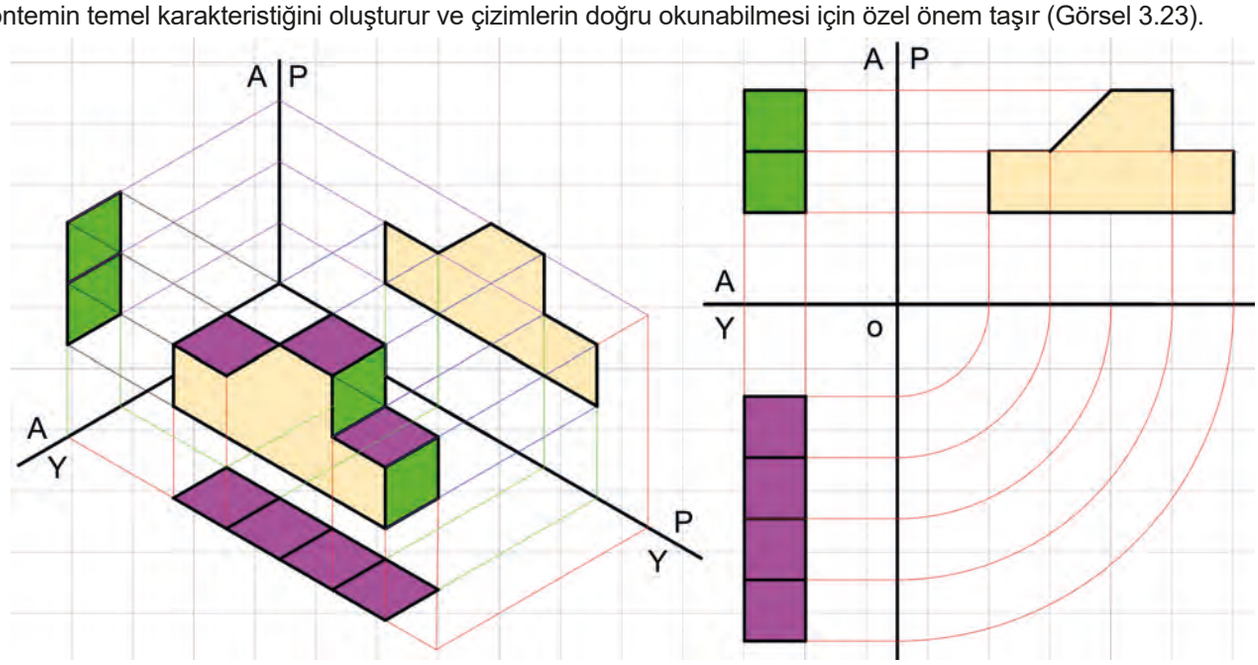
- Parçaya önden bakılarak elde edilen görünüş **alın düzlemi** üzerine yerleştirilir ve ön görünüş oluşturur.
- Parçaya yandan bakılarak elde edilen görünüş **profil düzlemi** üzerinde gösterilir ve yan görünüşü oluşturur.
- Parçaya üstten bakılarak elde edilen görünüş **yatay düzlem** üzerinde gösterilerek üst görünüşü oluşturur.

Bu yerleşim düzeni sayesinde görünüşler arasındaki ilişki açık biçimde kurulur ve parçanın geometrik yapısı daha kolay anlaşılır.

3.1.4.1. İzdüşüm Düzlemleri ve Bölgeler

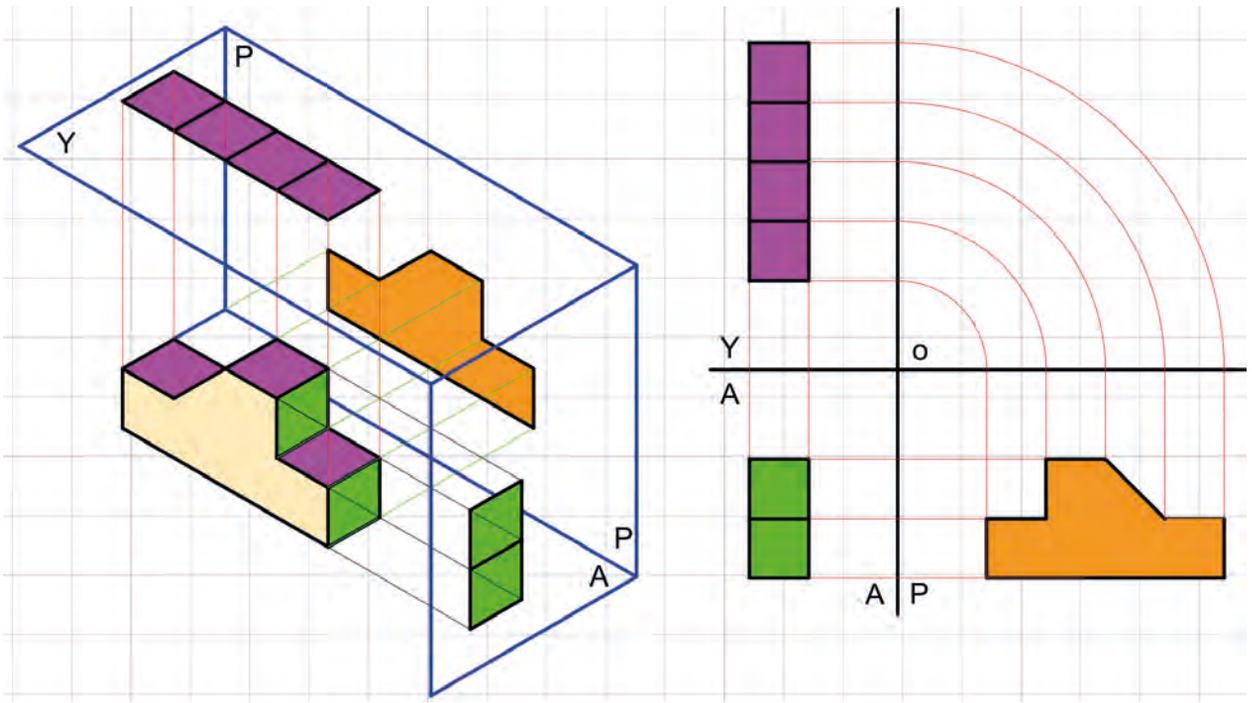
İzdüşüm düzlemleri, uzaydaki bir cismin farklı yönlerden görünüşlerinin sistemli ve anlaşılır biçimde elde edilmesini sağlayan temel geometrik referans yüzeyleridir. Bu düzlemler, birbirine dik konumlandırılmış düşey ve yatay izdüşüm düzlemlerinin uzayda oluşturduğu bölgelendirme esasına dayanır. Bu iki ana düzlemin uzayda birbirini kesmesiyle dört ayrı bölge meydana gelir. Ancak teknik resimde bu bölgelerin tamamı eşit düzeyde kullanılmaz. Bunun temel nedeni, diedr düzlemlerin düzleme açıldığında bazı bölgelerde oluşan görünüşlerin çakışması ve çizimlerin okunabilirliğinin azalmasıdır. Özellikle ikinci ve dördüncü bölgelerde elde edilen izdüşümlerin aynı düzlem üzerine üst üste gelmesi, bu bölgelerin uygulamada işlevsiz hâle gelmesine yol açar. Bu nedenle teknik resim uygulamalarında esas olarak birinci ve üçüncü bölgelerden yararlanılır.

Birinci bölge izdüşüm sistemi, Türkiye'de ve Avrupa ülkelerinin büyük bölümünde yaygın olarak kabul edilen standart yöntemdir. Bu yöntem, uluslararası standartlarda **birinci izdüşüm metodu** olarak tanımlanır ve **ISO-E** sistemi kapsamında değerlendirilir. Birinci bölge yönteminde cisim, gözlemci ile izdüşüm düzlemi arasında yer alır. Başka bir ifadeyle bakış doğrultusundan düzleme doğru ilerlerken önce cisim, ardından izdüşüm düzlemi ile karşılaşılır. Bu yerleşim düzeni sonucunda elde edilen görünüşler, düzlemler açıldığında belirli bir mantıksal yerleşim düzenine göre aktarılır. Örneğin üst görünüş ön görünüşün altında, sağ yan görünüş ise ön görünüşün solunda yer alır. Bu durum, yöntemin temel karakteristiğini oluşturur ve çizimlerin doğru okunabilmesi için özel önem taşır (Görsel 3.23).



Görsel 3.23: Birinci izdüşüm bölgesi

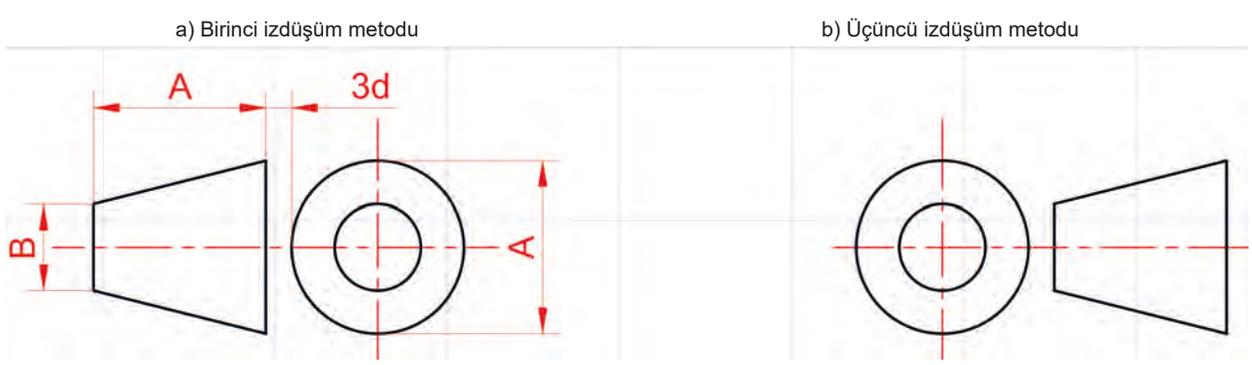
Üçüncü bölge izdüşüm sistemi ise başta Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve bazı Anglosakson ülkelerde yaygın olarak kullanılır. Bu sistem, **üçüncü izdüşüm metodu** ya da **ISO-A** olarak adlandırılır. Üçüncü bölge yönteminde izdüşüm düzlemi gözlemci ile cisim arasındadır dolayısıyla bakış doğrultusunda önce düzlem, sonra cisim bulunur. Bu yaklaşımda görünüşlerin yerleşimi, birinci bölge yöntemine göre ters bir düzen gösterir. Örneğin üst görünüş ön görünüşün üstünde, sağ yan görünüş ise ön görünüşün sağında yer alır. Bu nedenle bir teknik resmin hangi izdüşüm yöntemine göre çizildiğinin bilinmesi, görünüşlerin doğru yorumlanması açısından zorunludur (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Üçüncü izdüşüm bölgesi

İzdüşüm bölgeleri ve kullanılan yöntemler geometrik bir tercihtir; üretim, montaj, kalite kontrol ve mühendislik iletişimi açısından da büyük önem taşır. Çünkü bir parçanın görünüşlerinin yanlış bölge mantığıyla okunması ölçülendirme hatalarına, imalat yanlışlıklarına ve tasarımın hatalı yorumlanmasına neden olabilir. Bu bakımdan teknik resimde yalnızca görünüş çıkarmayı bilmek yeterli değildir, görünüşlerin hangi izdüşüm sistemine göre düzenlendiğini kavramak da gerekir. Böylece çizimin ait olduğu standardın anlaşılması, uluslararası teknik dokümanların doğru okunması ve farklı ülkelerde kullanılan resimleme sistemleri arasında karşılaştırma yapılabilmesi sağlanır.

Birinci ve üçüncü izdüşüm yöntemleri arasındaki temel fark, görünüşlerin yerleşim düzenidir. Bu farkın teknik resimde açıkça belirtilmesi için standart bir sembol kullanılır. Standart sembol, kesik koni biçimindeki parçanın iki görünüşü esas alınarak oluşturulur ve genellikle antetin uygun bir bölümüne yerleştirilir. Böylece çizimi inceleyen kişi, kullanılan izdüşüm yöntemini kolayca ayırt edebilir. Görsel 3.25'te birinci ve üçüncü izdüşüm yöntemlerine ait sembollerin yerleşim farkı ve bu sembollerin çiziminde kullanılan temel ölçü oranları gösterilmiştir.

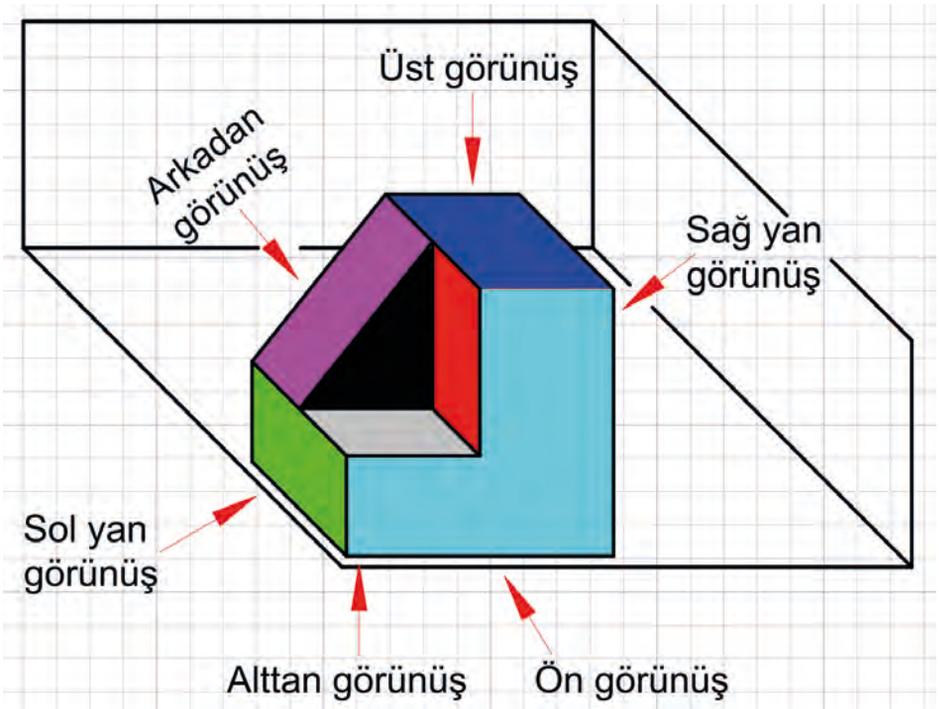


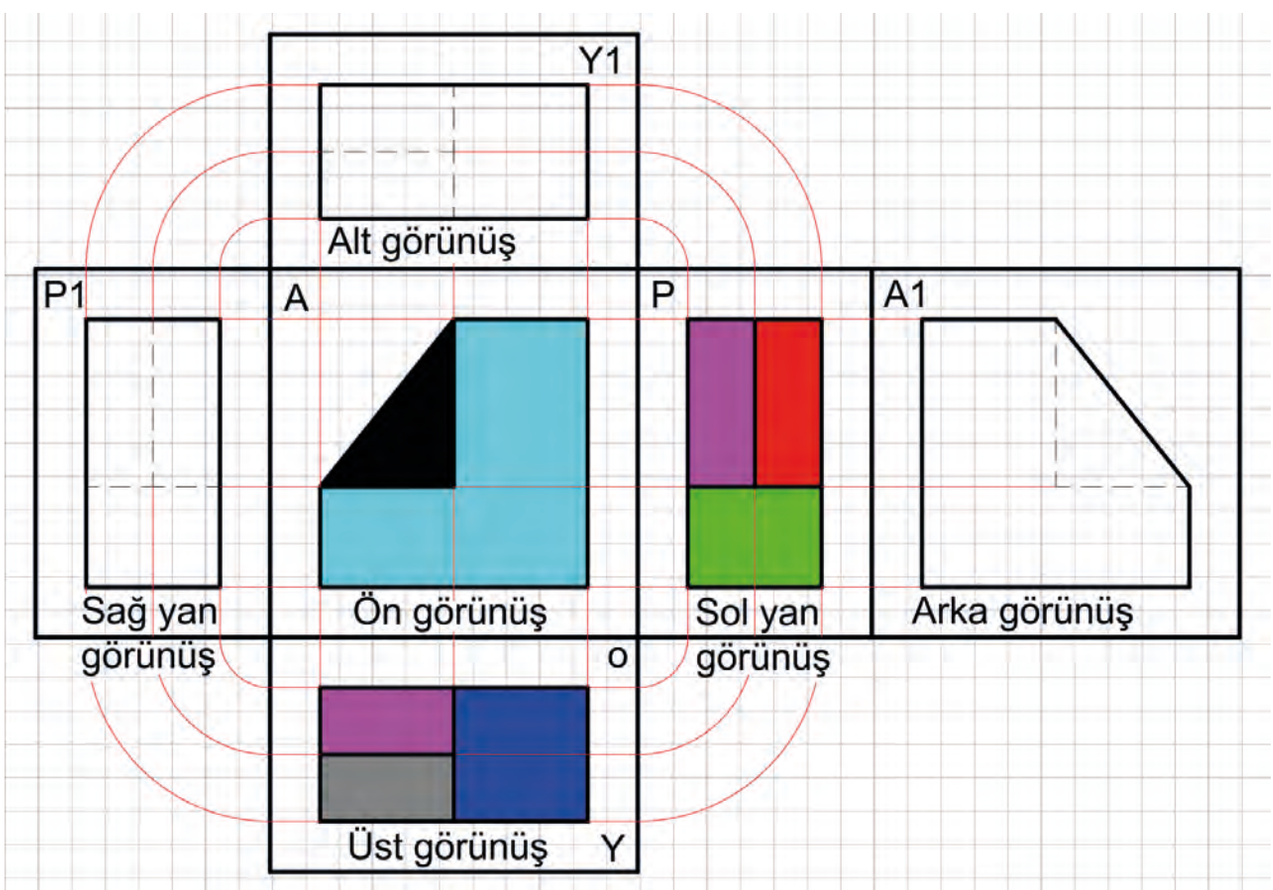
d: Çizgi kalınlığı (d: 0,1.h) **h:** Yazı yüksekliği **A:** 2h **B:** 0,5.A

Görsel 3.25: Birinci ve üçüncü izdüşüm metodu

3.1.5. Görünüşler

Görünüş çıkarma işleminde cismin yüzeyleri gözlem doğrultusuna dik olacak biçimde değerlendirilir ve her yüzey ilgili izdüşüm düzlemine aktarılır. Bir cismin teknik resimde ifade edilmesinde çoğu zaman ön, üst ve yan görünüşler yeterlidir fakat parçanın geometrik özelliklerine bağlı olarak daha fazla görünüşe ihtiyaç duyulabilir. Özellikle prizmatik biçimli cisimlerde her yüzey ayrı bir görünüş olarak değerlendirilebildiğinden toplam altı temel görünüş elde edilebilir. Bu görünüşlerin aynı düzen içinde bir araya getirildiği düzleme ise **esas izdüşüm düzlemi** denir (Görsel 3.26).



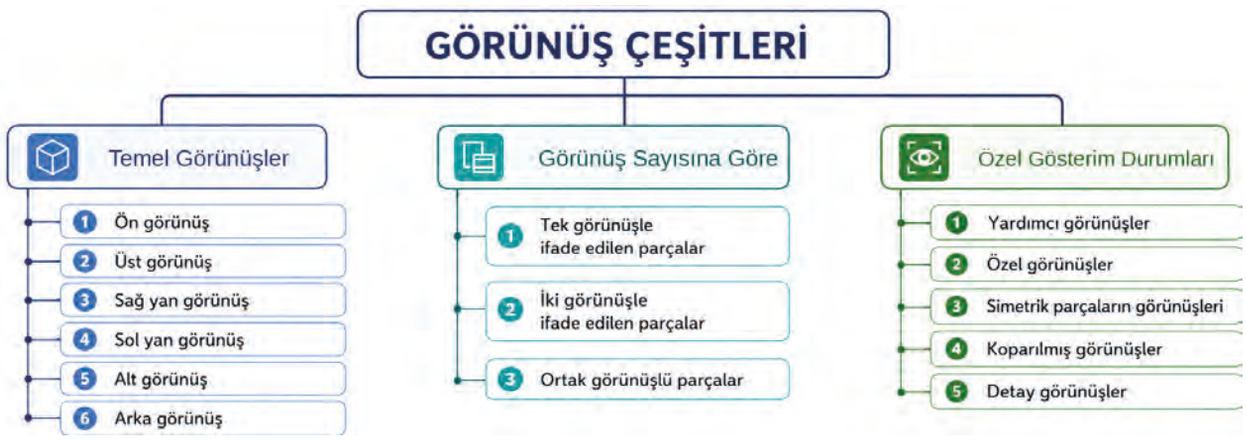


Görsel 3.26: Esas izdüşüm düzlemi

Esas izdüşüm düzlemi üzerinde yer alan görünüşler incelendiğinde üst-alt, sağ-sol ve ön-arka görünüşlerin karşılıklı olarak benzer bilgi taşıdığı görülür. Bu nedenle teknik resimde parçayı en açık biçimde tanıtan ve görünmeyen kenar sayısı en az olan görünüşler öncelikli olarak seçilir. Genellikle **ön görünüş**, **üst görünüş** ve **sol yan görünüş** parçayı tanımlamada yeterli olan temel görünüşler olarak kabul edilir. Ancak parçanın geometrik yapısı karmaşıklaştıkça gerekli durumlarda ek görünüşlere de başvurulabilir.

3.1.5.1. Görünüş Çeşitleri

Teknik resimde bir parçanın biçimini doğru, anlaşılır ve üretime uygun biçimde ifade edebilmek için görünüşlerden yararlanılır. Görünüşler; parçanın dış sınırlarını, yüzey düzenini, boyut ilişkilerini, delik, kanal, çıkıntı, boşluk, eğik yüzey gibi biçim özelliklerini ortaya koyar. Bir parçanın tüm yüzeylerinden görünüş almak mümkün olsa da teknik resimde temel amaç, parçayı gereksiz tekrar yapmadan en az sayıda ve en açıklayıcı görünüşle tanıtmaktır. Bu nedenle görünüşler parçanın geometrik yapısına, simetri durumuna, yüzey özelliklerine ve anlatılmak istenen teknik bilgiye göre seçilir (Şema 3.1).



Şema 3.1: Görünüş çeşitleri

a) Temel Görünüşler

Teknik resimde bir parçanın şeklinin ve ölçülerinin doğru anlaşılabilmesi için temel görünüşlerden yararlanılır. Bunlar; **ön**, **üst** ve **sol yan görünüş**tür.

Ön görünüş parçaya önden bakıldığında elde edilir. Parçayı en iyi tanıtan ve çoğu durumda en az görünmeyen ayrıntı içeren görünüş olduğu için temel görünüş olarak kabul edilir. Parçanın yükseklik ve genişlik ölçüleri bu görünüşten okunabilir.

Üst görünüş parçaya üstten bakıldığında elde edilir. Bu görünüş, parçanın genişliği ile derinliği hakkında bilgi verir.

Sol yan görünüş ise parçaya sol taraftan bakıldığında elde edilir. Bu görünüş sayesinde parçanın yükseklik ve derinlik ölçüleri daha açık biçimde anlaşılır.

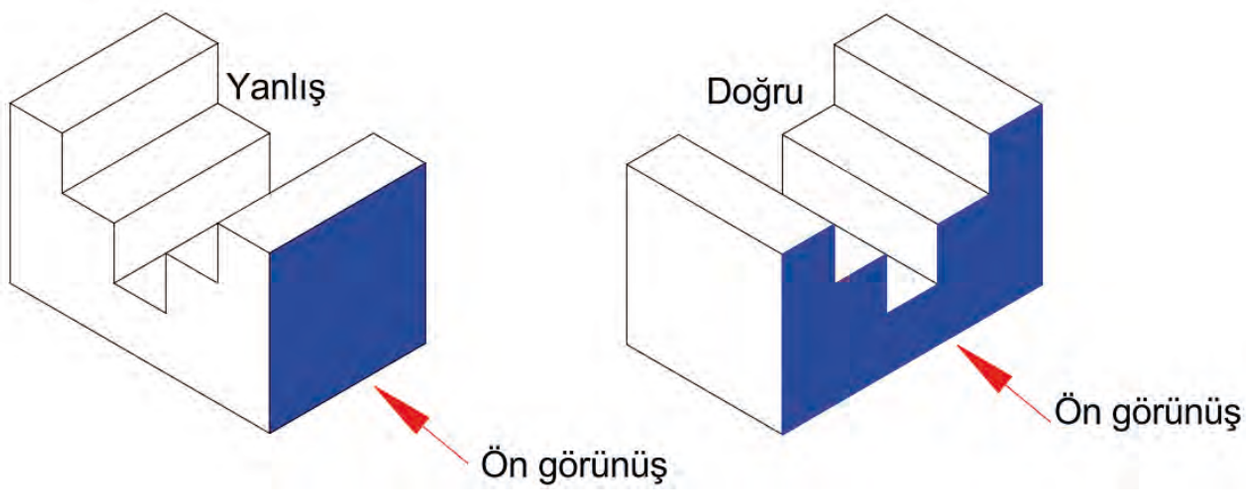
Bu üç temel görünüş birlikte kullanıldığında parçanın biçimi büyük ölçüde tanımlanabilir.

Görünüş Çıkarmada Dikkat Edilecek Noktalar

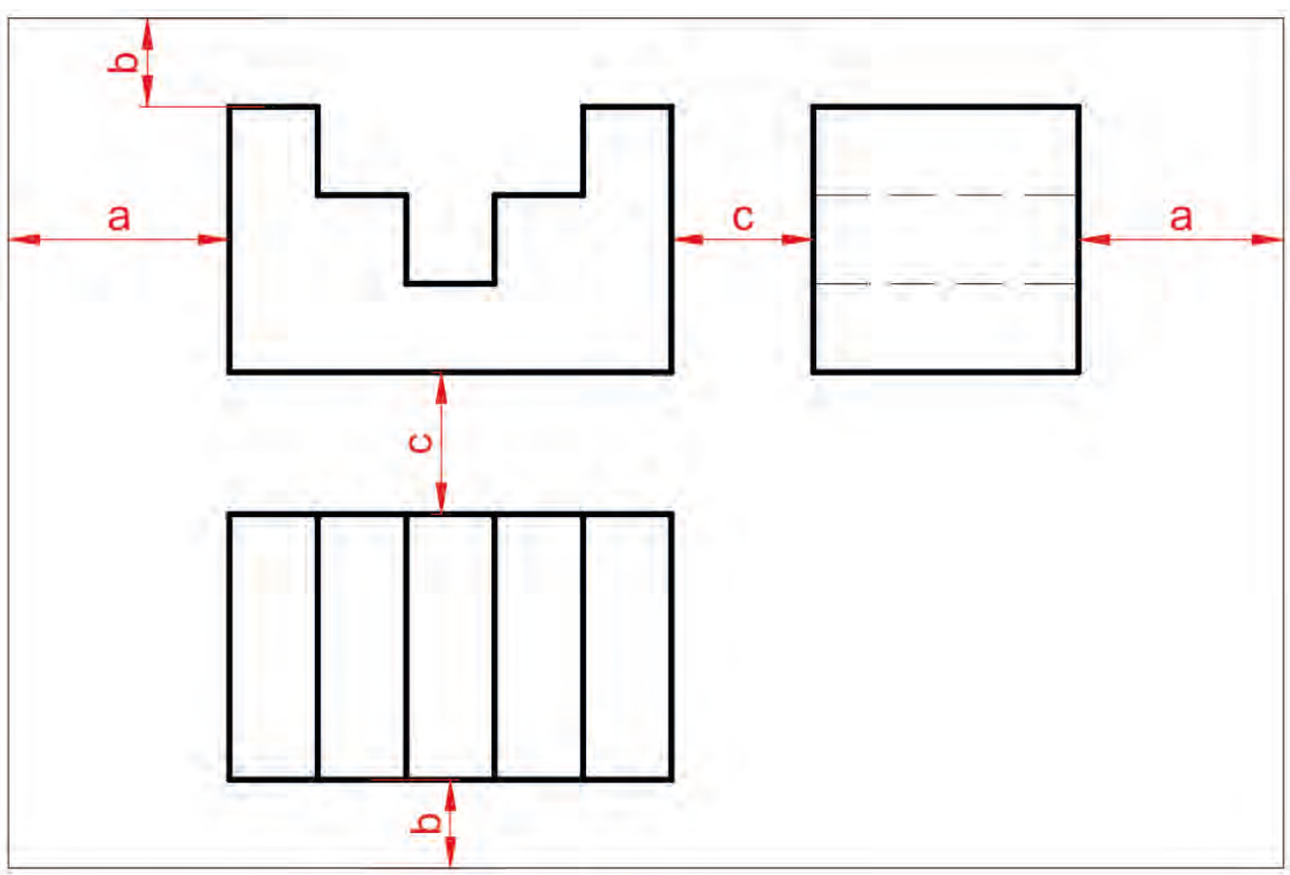
Parça, görünüş çıkarılırken izdüşüm düzlemleri arasında uygun bir konumda düşünülmelidir. Bakış yönü seçilirken parçayı en iyi anlatan ve görünmeyen kenarları en az olan yön tercih edilmelidir. Bu nedenle ön görünüşün doğru seçilmesi önemlidir (Görsel 3.27).

Parçanın kullanım amacı, geometrik yapısı ve imalat durumu da görünüş seçiminde dikkate alınmalıdır. Görünüşler çizim kâğıdına yerleştirilirken sayfa düzenine dikkat edilmeli, görünüşlerin arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır (Görsel 3.28).

Çizime başlanmadan önce görünüşler hafif çizgilerle taslak olarak yerleştirilebilir. Çizim sırasında önce eksen çizgileriyle daire ve yaylar çizilir, sonra esas kenarlar tamamlanır. Son aşamada gerekli çizgiler belirginleştirilerek resim düzenli hâle getirilir.



Görsel 3.27: Uygun bakış yönünün seçilmesi



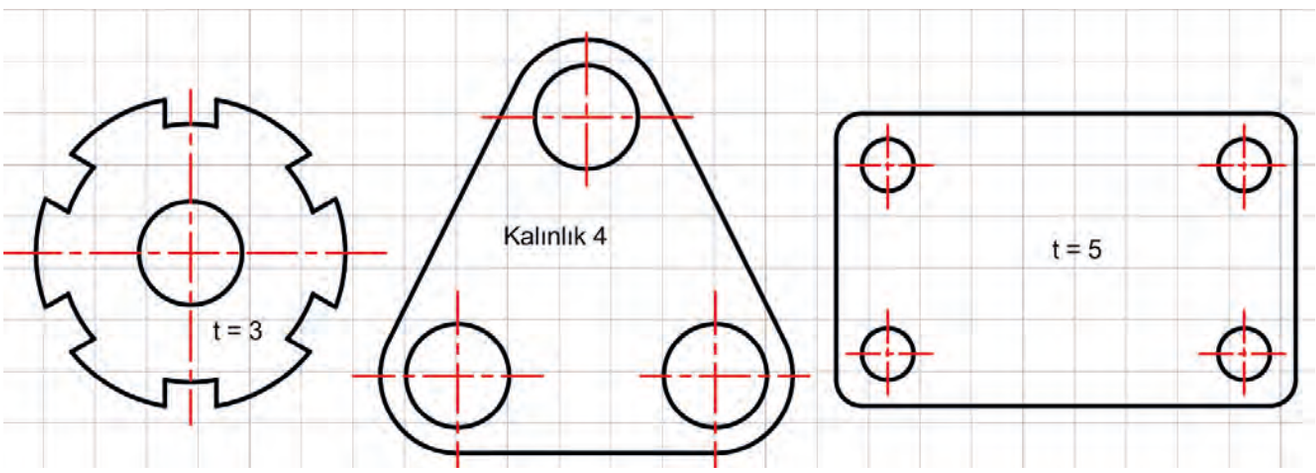
Görsel 3.28: Görünüşlerin çizim kâğıdına yerleştirilmesi

b) Tek Görünüşle İfade Edilen Parçalar

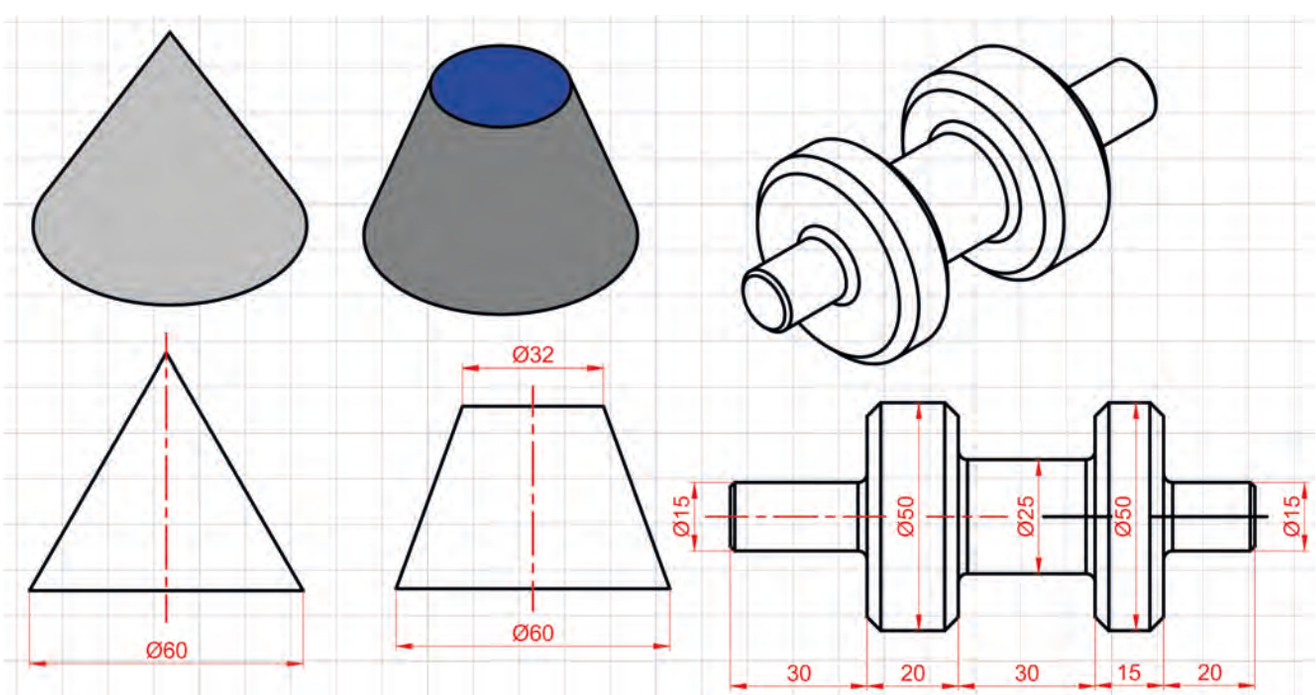
Teknik resimde bazı parçalar, biçim özellikleri ve ölçü bilgileri açıkça gösterilebildiğinde yalnızca **tek görünüşle** ifade edilebilir. Bu yöntem; çizimde gereksiz tekrarları önlemek, resmi sadeleştirmek ve anlatımı kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Özellikle kalınlığı sabit olan sac parçalar, dönel cisimler, küresel yüzeyler, kare kesitli elemanlar ve bazı standart profiller tek görünüşle gösterilmeye elverişlidir.

Kalınlığı değişmeyen **sac parçalarda** parçanın dış şekli bir görünüşte verilip kalınlık değeri uygun bir yere yazılarak tanımlama yapılabilir. Böylece aynı parçanın başka görünüşlerde yeniden çizilmesine çoğu zaman gerek kalmaz. Bu uygulama, parça geometrisinin açık ve simetrik olduğu durumlarda önemli bir kolaylık sağlar (Görsel 3.29).

Silindirik ve konik parçalarda ise ölçünün önüne **çap işareti (Ø)** yazılarak parçanın dairesel kesite sahip olduğu belirtilir. Böylece tek görünüş üzerinden hem biçim hem de temel ölçü bilgileri verilebilir. **Küresel parçalarda** küresel çapı belirtmek için **SØ**, küresel yarıçapı belirtmek için ise **SR** işaretleri kullanılır. **Vidalı elemanlar**da vida türünü göstermek amacıyla ölçünün önünde **M, W, Tr, Ts, Yv** gibi standart gösterimler yer alır. Bu simgeler, parçanın geometrik özelliğini ve teknik niteliğini kısa ve anlaşılır biçimde ifade eder (Görsel 3.30).



Görsel 3.29: Tek görünüşle ifade edilen sac parçalar



Görsel 3.30: Tek görünüşle ifade edilen silindirik ve konik parçalar

Kare tabanlı veya **kare kesitli parçalar**ın tek görünüşle anlatımında ölçü değerinin önüne **kare işareti (□)** konur. Ayrıca yüzeyin kare biçimli olduğunu göstermek amacıyla karşılıklı köşeler ince çizgilerle birleştirilerek çapraz çizgiler kullanılır. Böylece tek bir görünüşte parçanın kare kesitli ya da kare yüzeyli olduğu açıkça anlaşılır.

L, I, U, T profilleri gibi standart profiller de tek görünüşle ifade edilebilir. Bu tür parçalarda profilin ön görünüşü çizilir, üzerine profil ölçüleri yazılır veya gerektiğinde profil kesiti görünüş üzerinde belirtilir. Böylece parçanın kesit biçimi ve boyutları, ek görünüşe ihtiyaç duyulmadan tanımlanır.

Tek görünüşle ifade yöntemi, parçanın şekli yeterince açık olduğu sürece teknik resimde **anlaşılabilirlik, çizim ekonomisi** ve **düzen** sağlar. Ancak parçanın yapısı tek görünüşle tam olarak açıklanamıyorsa yanlış anlamaları önlemek amacıyla ek görünüşler veya gerekli açıklayıcı gösterimler kullanılmalıdır.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....
2. .....
3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

2. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Perspektifi ve Tek Görünüşü Verilen İş Parçalarını Yeniden Çizme
Amaç	Perspektifi ve tek görünüşü verilen iş parçalarının biçim özelliklerini, ölçülerini, deliklerini, yaylarını, kanal ve boşluklarını inceleyerek parçayı belirtilen alana teknik resim kurallarına uygun biçimde yeniden çizmek
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Perspektifi ve tek görünüşü verilen iş parçalarını dikkatlice inceleyiniz. Parçaların dış sınırlarını, delik merkezlerini, yay ve çap ölçülerini, kanal boşluklarını, simetri eksenlerini, yükseklik ve genişlik değerlerini değerlendiriniz. Verilen görünüş ile perspektif resmi birlikte yorumlayarak parçanın biçimini zihninizde canlandırınız ve çizime nasıl başlayacağınıza karar veriniz (Resim/Ödev 3.7, 3.8, 3.9, 3.10).

Uygulama Adımları

1. Verilen perspektif resmi ve tek görünüşü bir arada inceleyiniz.
2. Parçanın dış sınırları, delikleri, yayları, kanalları, boşlukları, simetri eksenleri ve ölçü ilişkilerini belirleyiniz.
3. Hangi çizgilerin görünür çizgi, eksen çizgisi veya yardımcı çizgi olarak kullanılacağını belirleyiniz.
4. Çizime başlamadan önce serbest elle kısa bir kroki hazırlayınız.
5. Çizim takımlarını kullanarak parçayı belirtilen alana ölçekli, hizalı, temiz ve standart çizgi türlerine uygun şekilde yeniden çiziniz.
6. Çizim sırasında ölçüleri doğru aktarmaya, eksen çizgilerini yerinde kullanmaya, delik ve yay merkezlerini doğru belirlemeye dikkat ediniz.
7. Ölçü, hizalama, eksik çizgi, yanlış eğri / yay çizimi ve görünüş uyumsuzluklarını kontrol ederek gerekli düzeltmeleri yapınız.
8. Çalışmanızı tamamladıktan sonra çizdiğiniz parça ile verilen perspektif ve tek görünüşü karşılaştırınız.
9. Ölçüler, delik konumları, yaylar, boşluklar, simetri eksenleri ve genel biçimin verilen görsellerle uyumlu olup olmadığını değerlendiriniz.
10. Çizim kuralları, verilen ölçüler, görünüş yerleşimi, eksen çizgileri ve standart çizgi türlerine dikkat ederek çalışmanızı düzenli, okunabilir ve eksiksiz biçimde tamamlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

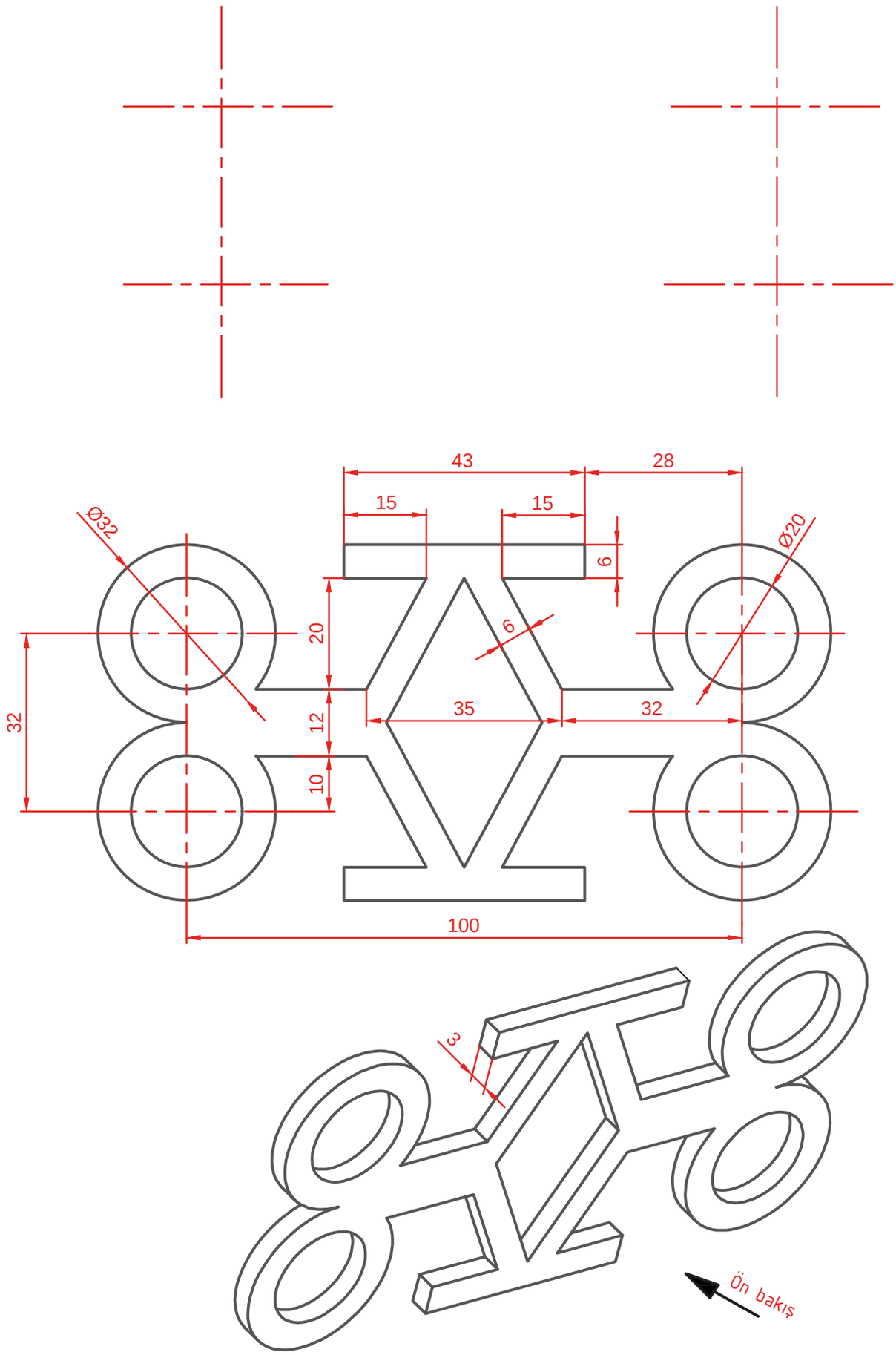
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

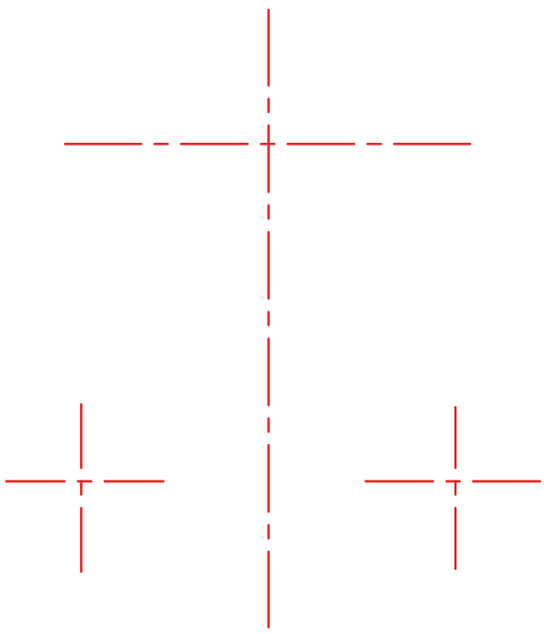
NOTLARIM

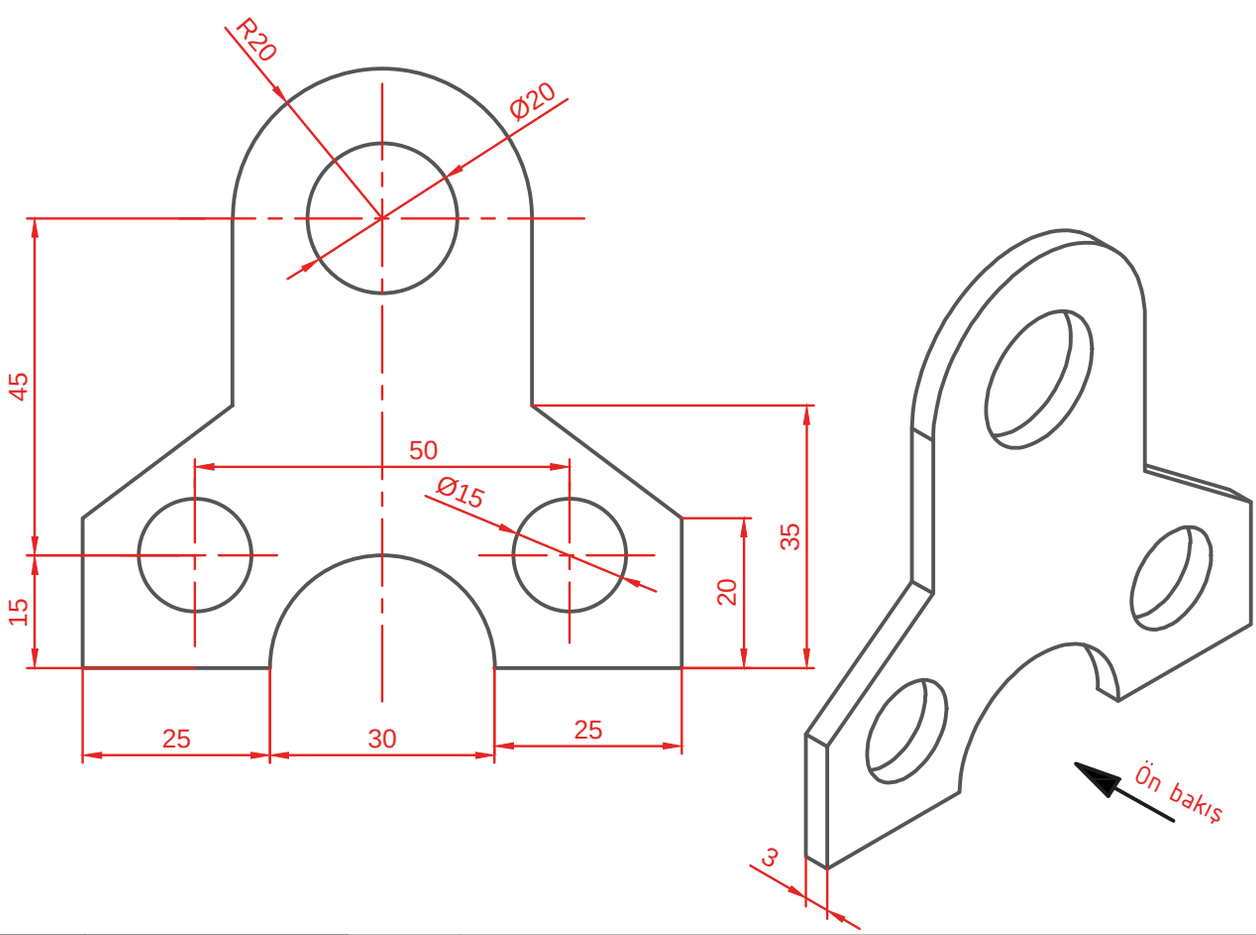
Perspektifi ve tek görünüşü verilen parçayı belirtilen alana yeniden çiziniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.7

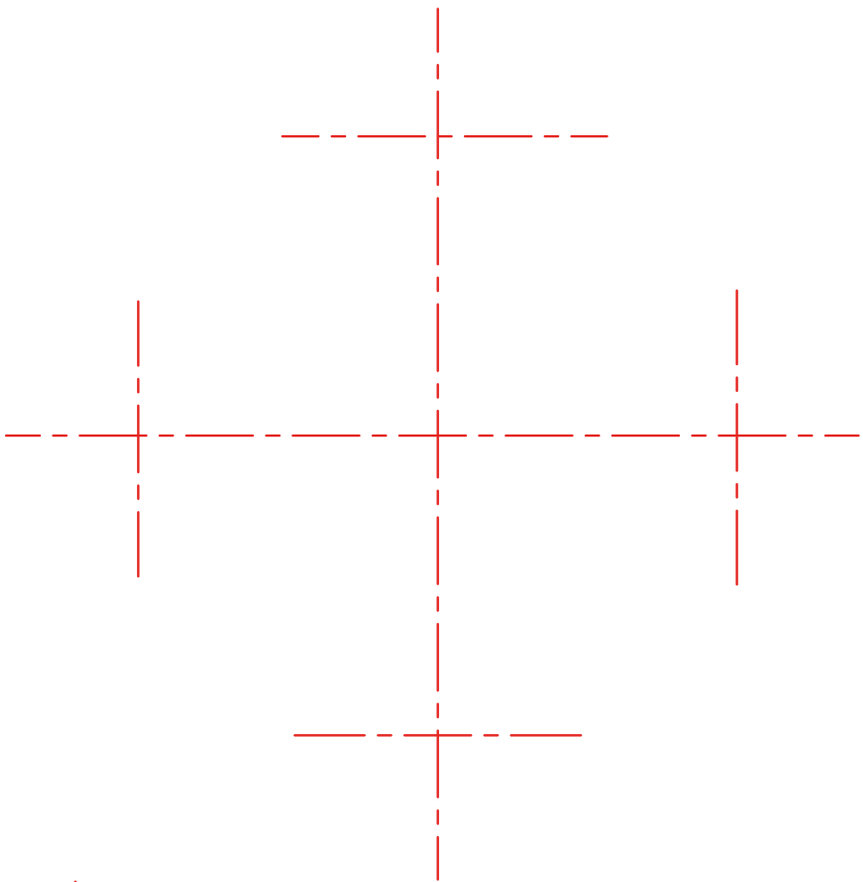
Perspektifi ve tek görünüşü verilen parçayı belirtilen alana yeniden çiziniz.

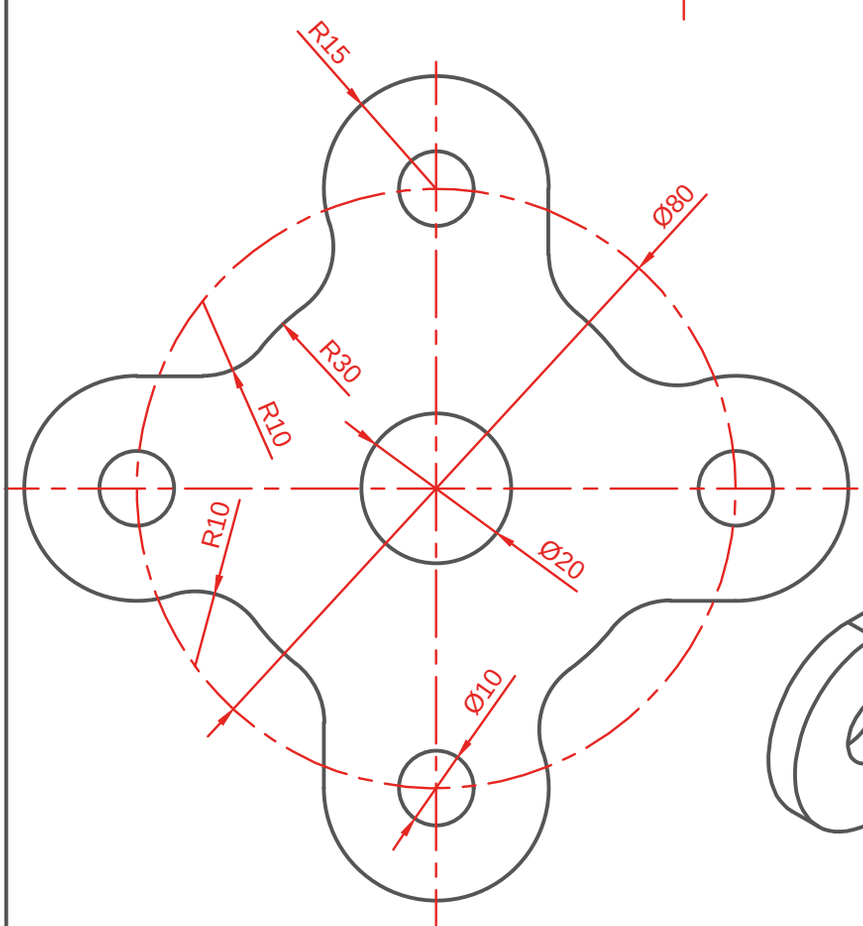


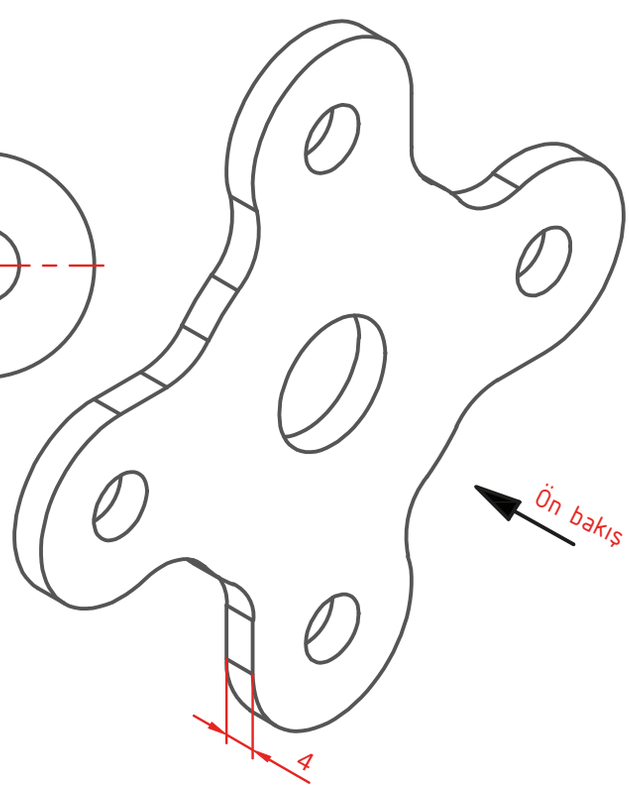


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.8

Perspektifi ve tek görünüşü verilen parçayı belirtilen alana yeniden çiziniz.

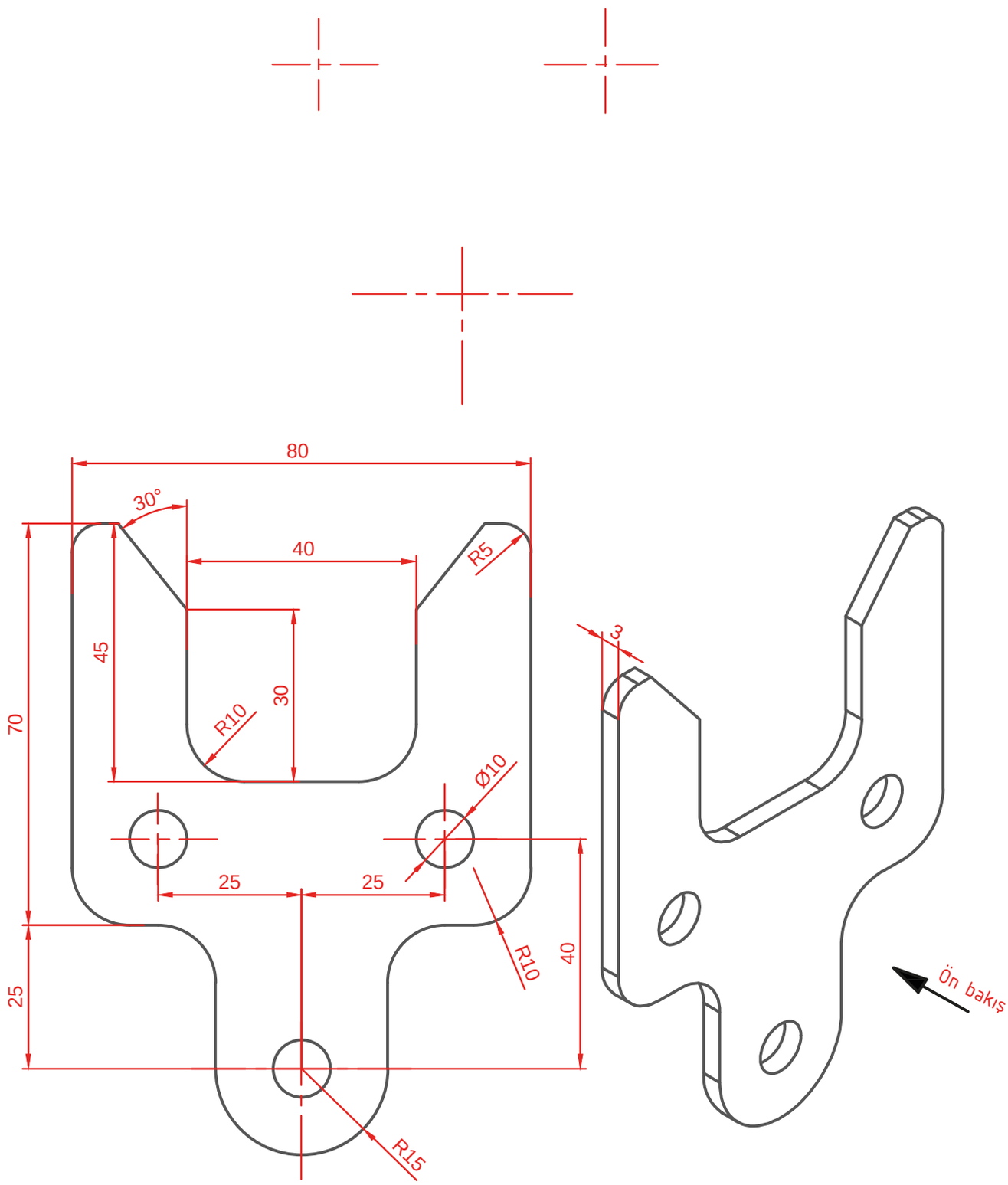






Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.9

Perspektifi ve tek görünüşü verilen parçayı belirtilen alana yeniden çiziniz.

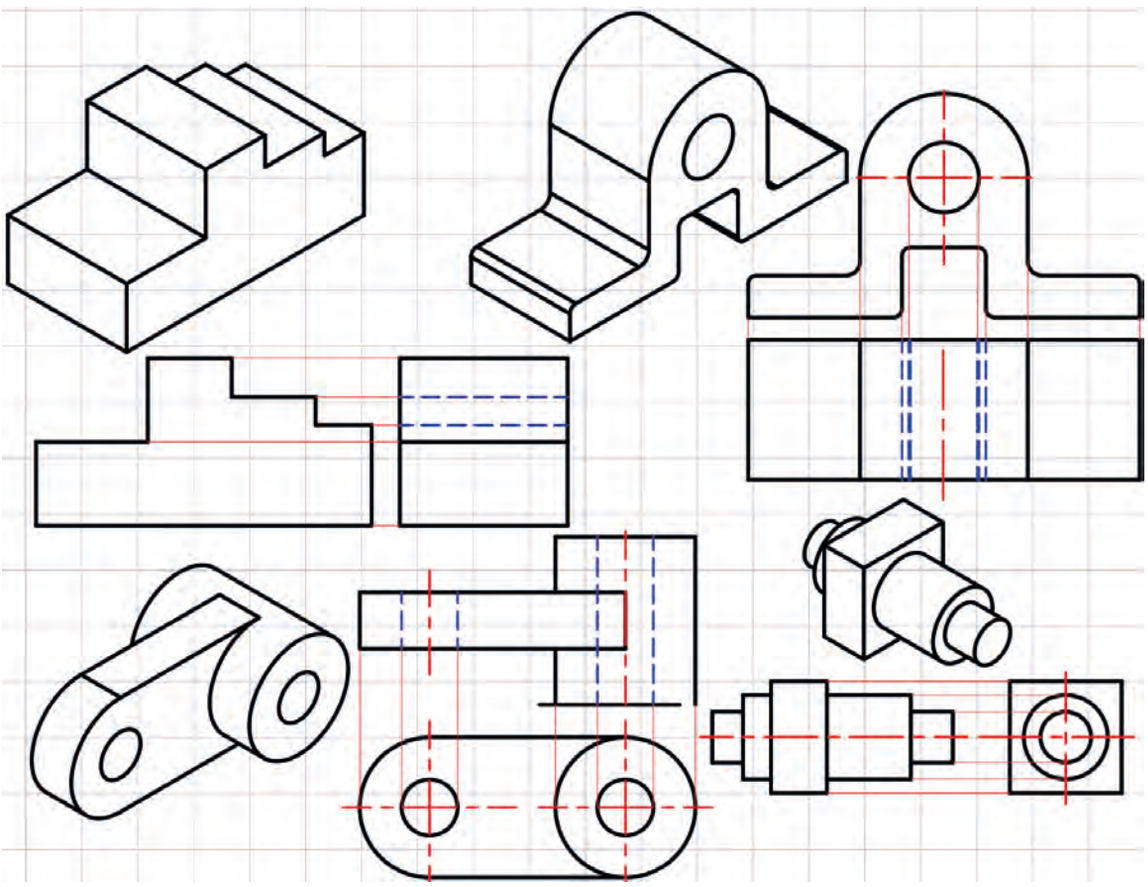


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.10

b) İki Görünüşle İfade Edilen Parçalar

Bazı parçalar, üçüncü bir görünüşe gerek duyulmadan **iki görünüşle** yeterli biçimde ifade edilebilir. Bu tür parçalarda önemli olan, seçilen iki görünüşün parçanın biçimini açık ve eksiksiz biçimde tanıtmasıdır. Eksik bırakılan görünüş, parçanın anlaşılmasını güçleştirmemeli ve yanlış yorumlara yol açmamalıdır.

İki görünüşle anlatımda parçanın geometrik yapısına göre en uygun görünüşler seçilir. Çoğu durumda **ön ve üst görünüş** yeterli olurken bazı parçalarda **ön ve sol yan görünüş** birlikte kullanılarak daha doğru bir anlatım sağlanabilir. Bu seçim yapılırken görünmeyen kenarların en aza indirilmesine ve parçanın karakteristik şeklinin açıkça gösterilmesine dikkat edilmelidir (Görsel 3.31).



Görsel 3.31: İki görünüşle ifade edilen parçalar

Şekil özellikleri simetrik olan, kalınlık veya derinlik bilgisi seçilen iki görünüşten anlaşılabilen parçalar bu gruba girer. Ayrıca cıvata, somun ve benzeri **silindirik elemanlar** çoğu zaman yatay konumda iki görünüşle gösterilebilir. Böylece parça daha sade ve teknik olarak yeterli bir biçimde ifade edilir.

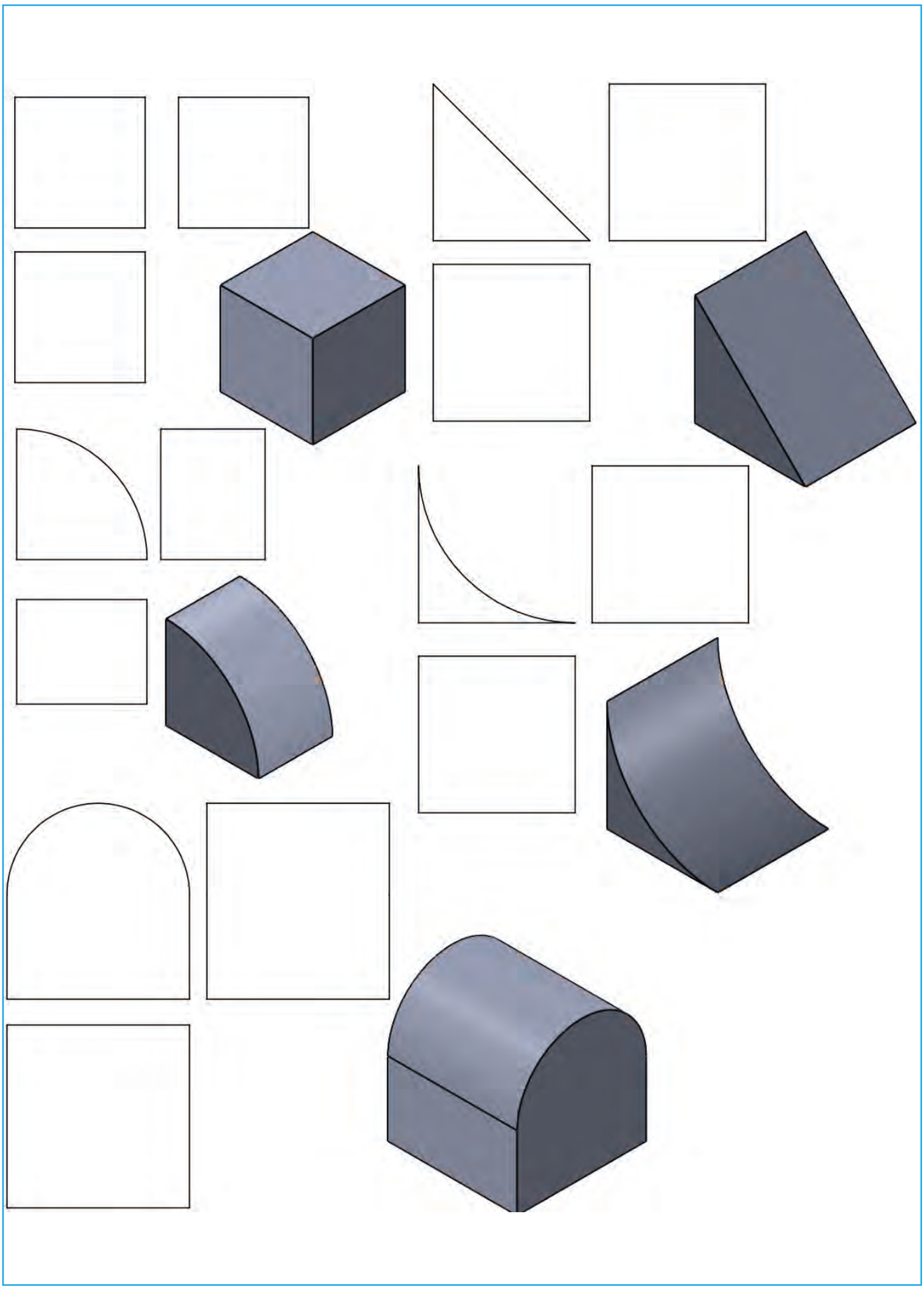
İki görünüşle ifade yöntemi, çizimde gereksiz ayrıntıları azaltırken parçanın tanıtımını açık biçimde sürdürmeyi amaçlar. Ancak iki görünüş parçayı tanımlamak için yeterli değilse ek görünüşlere başvurulmalıdır.

c) Ortak Görünüşlü Parçalar

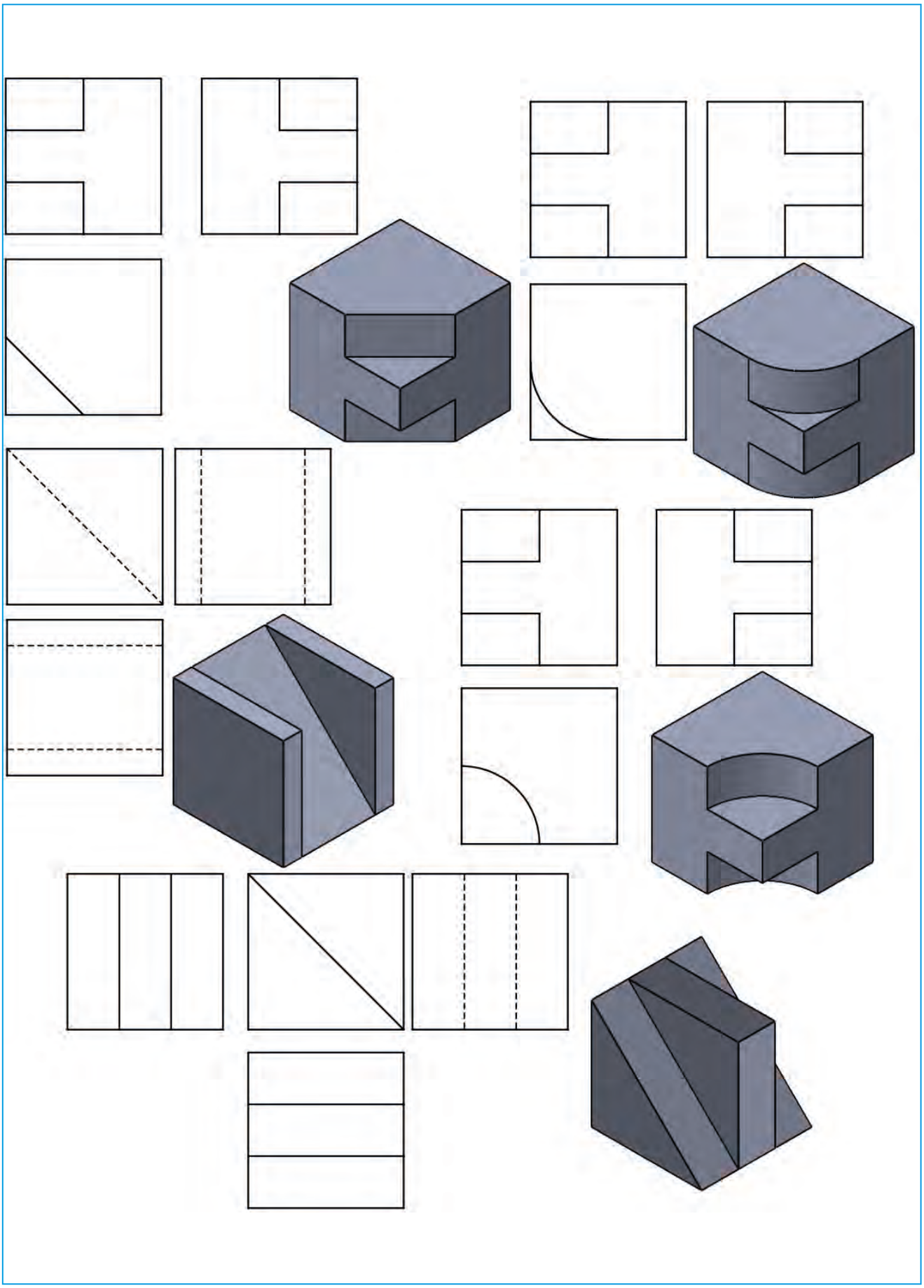
Görünüşlerinden en az biri diğer görünüşlerle aynı biçim özelliği gösteren parçalar **ortak görünüşlü** olarak adlandırılır. Bu tür parçalarda ön, üst ve yan görünüşlerden biri ya da birkaçı aynı şekli verebilir. Parçanın bazı görünüşleri tekrar eden bilgi içerdiğinden teknik resimde değerlendirme ve çizim işlemi böylelikle daha kolay hâle gelir.

Ortak görünüşlü parçalar belirlenirken farklı doğrultulardan bakıldığında parçanın benzer sınır çizgileri vermesi esas alınır. Özellikle prizmatik ve simetrik geometrilere sahip parçalarda bu durum daha sık görülür. Bu nedenle görünüşler incelenirken hangi yüzeylerin aynı biçimde algılandığı dikkatle değerlendirilmelidir.

Görsel 3.32 ve 3.33'de verilen örneklerde parçalara ait bazı görünüşlerin birbiriyle örtüştüğü, bazılarının ise farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, görünüşler arasındaki ilişkiyi anlamada ve uygun görünüşlerin seçilmesinde önemli bir değerlendirme olanağı sağlar. Ortak görünüşlü parçaların doğru yorumlanması, teknik resimde gereksiz tekrarların belirlenmesine ve görünüşlerin daha bilinçli okunmasına yardımcı olur.



Görsel 3.32: İki görünüşü ortak parçalar



Görsel 3.33: İki görünüşü ortak parçalar

ç) Yardımcı Görünüşler

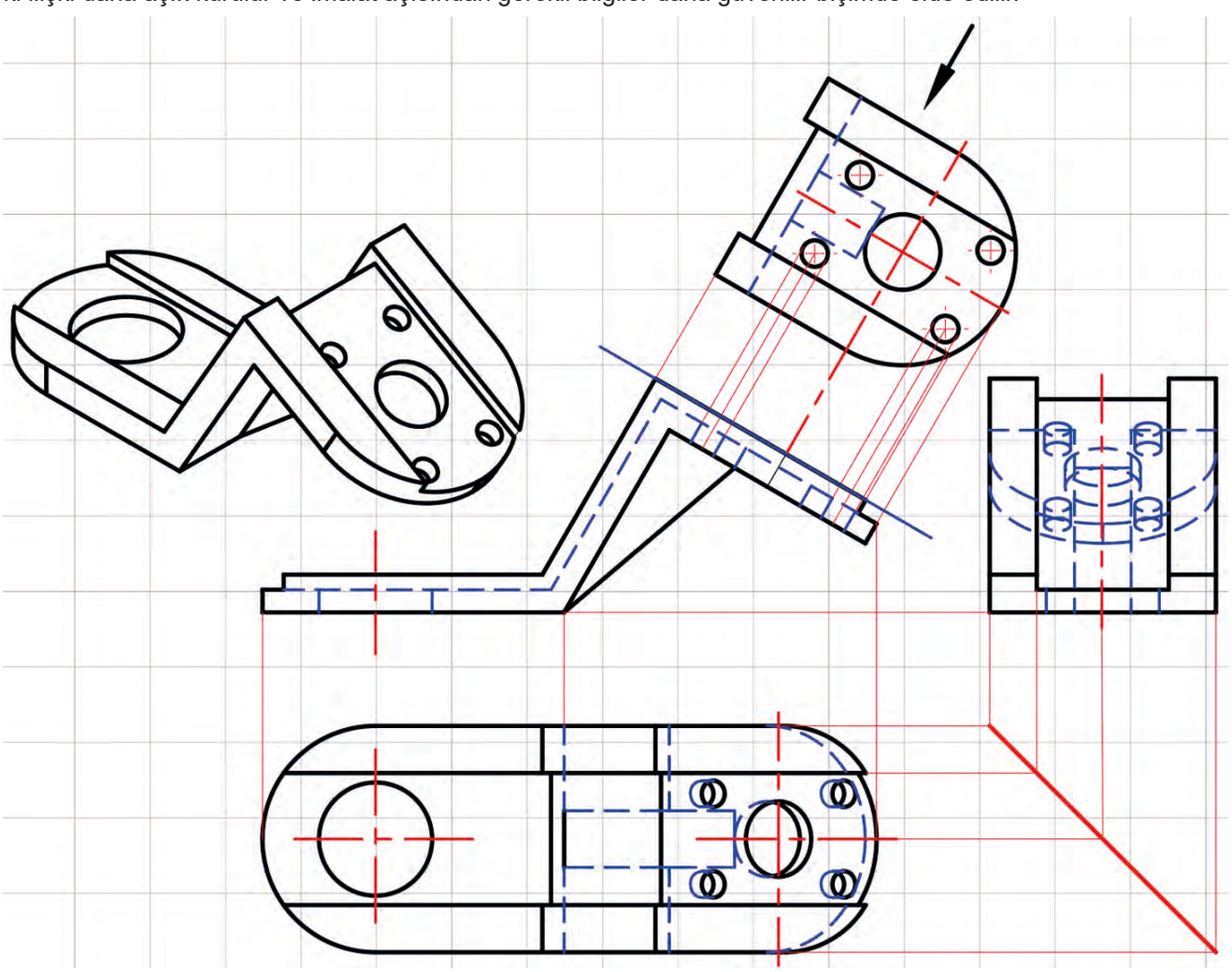
Teknik resimde parçaların bütün yüzeyleri her zaman ana izdüşüm düzlemlerine dik ya da paralel konumda bulunmaz. Bu nedenle bazı eğik yüzeyler, temel görünüşlerde gerçek biçimleri ve gerçek ölçüleriyle görülmeyebilir. Böyle durumlarda parçanın ilgili yüzeyini doğru biçimde tanıtabilmek için **yardımcı görünüşlerden** yararlanılır. Yardımcı görünüşler özellikle eğik yüzeylerin gerçek şeklinin, gerçek büyüklüğünün ve üzerindeki ayrıntıların açık biçimde gösterilmesinde önemli bir işleve sahiptir.

Yardımcı görünüşlerin elde edilmesinde temel amaç ana görünüşlerde bozulmuş veya kısalmış olarak görülen bir yüzeyi, kendi düzlemine paralel bir bakış doğrultusuyla ifade etmektir. Bu sayede yüzey, teknik olarak doğru ve ölçülendirilebilir biçimde çizilebilir. Teknik resimde yardımcı görünüşler farklı yöntemlerle oluşturulabilir. Uygulamada en yaygın kullanılan yaklaşımlar arasında **yardımcı izdüşüm metodu, yatırma metodu, döndürme metodu** yer alır.

Yardımcı İzdüşüm Metodu

Yardımcı izdüşüm metodunda yardımcı görünüşü elde edilecek yüzeye paralel bir yardımcı izdüşüm düzlemi düşünülür. Eğik yüzey üzerinde bulunan kenar, delik ve benzeri ayrıntılar; yardımcı düzleme dik doğrultular boyunca taşınarak yeni görünüş oluşturulur. Böylece ana görünüşte gerçek şekliyle görülemeyen yüzey, yardımcı görünüşte gerçek ölçüsüyle ortaya çıkar. Çizim üzerinde bakış yönü genellikle oklarla gösterilir ve yardımcı görünüşün hangi yüzeye göre elde edildiği açıkça belirtilir (Görsel 3.34).

Yardımcı izdüşüm yöntemi özellikle eğik düzlem içeren makine parçalarının okunmasında ve ölçülendirilmesinde büyük kolaylık sağlar. Bu yöntem sayesinde parçanın geometrik yapısı daha doğru anlaşılır, görünüşler arasındaki ilişki daha açık kurulur ve imalat açısından gerekli bilgiler daha güvenilir biçimde elde edilir.



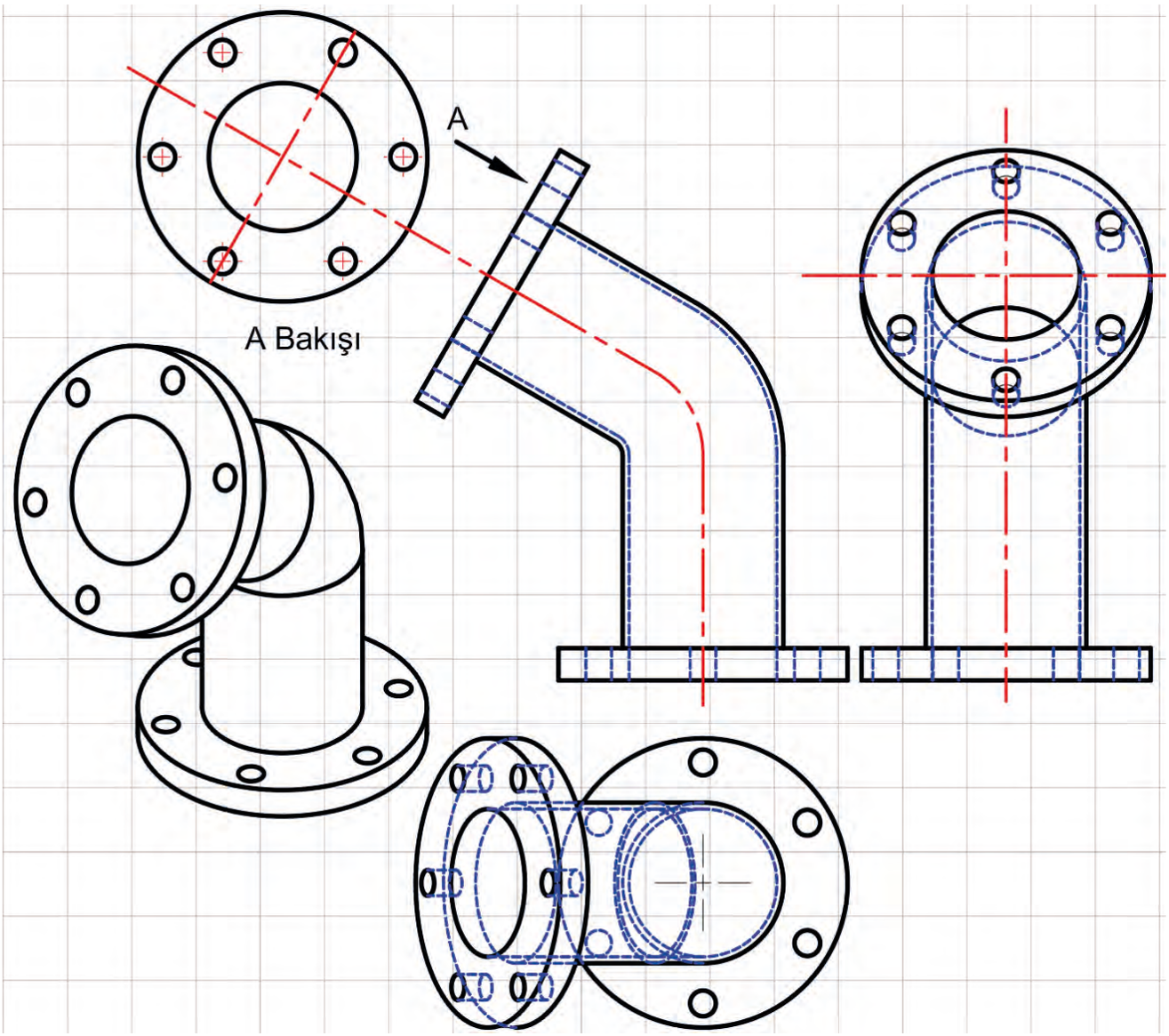
Görsel 3.34: Yardımcı izdüşüm metodu

Yatırma Metodu

Y**atırma metodunda** eğik yüzeye dik bir bakış doğrultusu seçilerek ilgili yüzeyin **gerçek şekli** ve **gerçek büyüklüğü** ile görünmesi sağlanır. Böylece ana görünüşlerde eğiklik nedeniyle tam olarak algılanamayan yüzeyler, yardımcı görünüşte açık ve doğru biçimde ifade edilir.

Yatırma metodunda yardımcı görünüş genellikle seçilen bakış yönünün hizasında ve eğik yüzeyin uygun tarafında yerleştirilir. Ancak çizim alanının yetersiz olduğu durumlarda görünüş sayfa üzerinde başka bir uygun konuma da çizilebilir. Bu durumda yardımcı görünüş ile ait olduğu yüzey arasındaki ilişkinin açık biçimde kurulması gerekir. Karışıklığı önlemek amacıyla görünüşün yanında ya da üzerinde bakış doğrultusunu belirten harf veya ad gösterilir (Görsel 3.35).

Karışıklığı önleyen bu yöntem özellikle eğik yüzey üzerinde delik, kanal, çıkıntı ya da benzeri ayrıntılar bulunan parçaların çiziminde büyük kolaylık sağlar. Yatırma metodu sayesinde yüzeyin geometrik özellikleri daha doğru değerlendirilir, ölçülendirme işlemleri daha sağlıklı yapılır ve parçanın teknik olarak anlaşılması kolaylaşır.



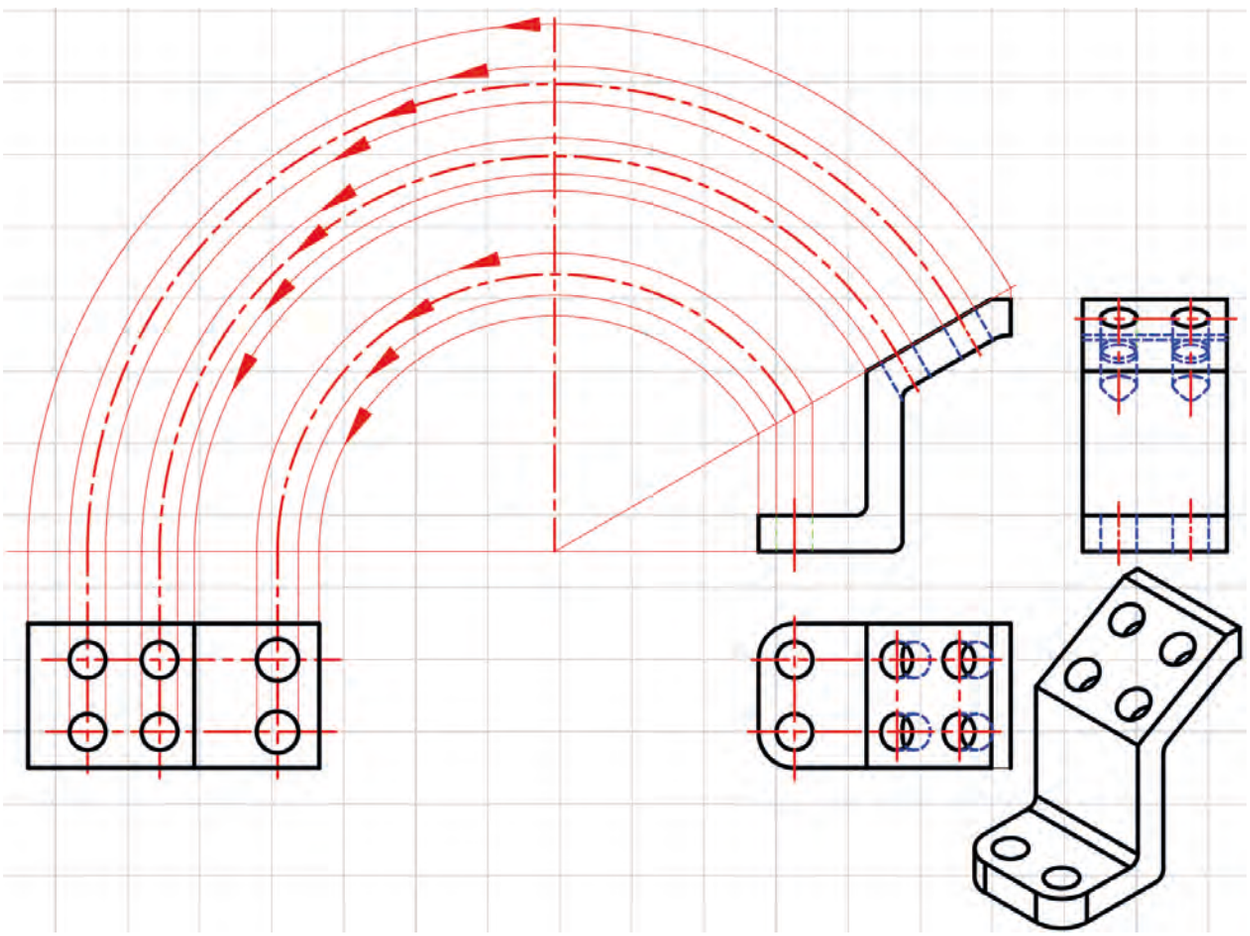
Görsel 3.35: Yatırma metodu

Döndürme Metodu

D**öndürme metodunda** gerçek şekli görülmek istenen eğik yüzey, uygun bir dönme merkezi esas alınarak yatay eksen çizgisine paralel konuma getirilir. Yüzey bu yeni konuma taşındığında ana görünüşlerde tam olarak görülemeyen biçim ve ölçü özellikleri gerçek değerleriyle ortaya çıkar.

Döndürme işlemi genellikle pergel yardımıyla gerçekleştirilir. Eğik yüzey üzerindeki karakteristik noktalar, belirli bir merkez etrafında yaylar çizilerek yeni konumlarına aktarılır ve böylece yardımcı görünüş oluşturulur. Bu uygulama sırasında yüzeyin geometrik ilişkilerinin korunması büyük önem taşır. Çünkü doğru döndürme işlemi, yüzeyin gerçek büyüklüğünün ve üzerindeki ayrıntıların doğru biçimde elde edilmesini sağlar (Görsel 3.36).

Döndürme metodu özellikle eğik düzlem üzerinde delik, kanal veya kenar ayrıntıları bulunan parçalarda yararlı bir yöntemdir. Bu sayede yüzeyin gerçek şekli açık biçimde görülebilir, ölçülendirme daha güvenilir yapılabilir ve parçanın teknik olarak anlaşılması kolaylaşır. Bu yönüyle döndürme metodu, yardımcı görünüş çizimine kolay ve işlevsel bir çözüm sunar.



Görsel 3.36: Döndürme metodu

a) Özel Görünüşler

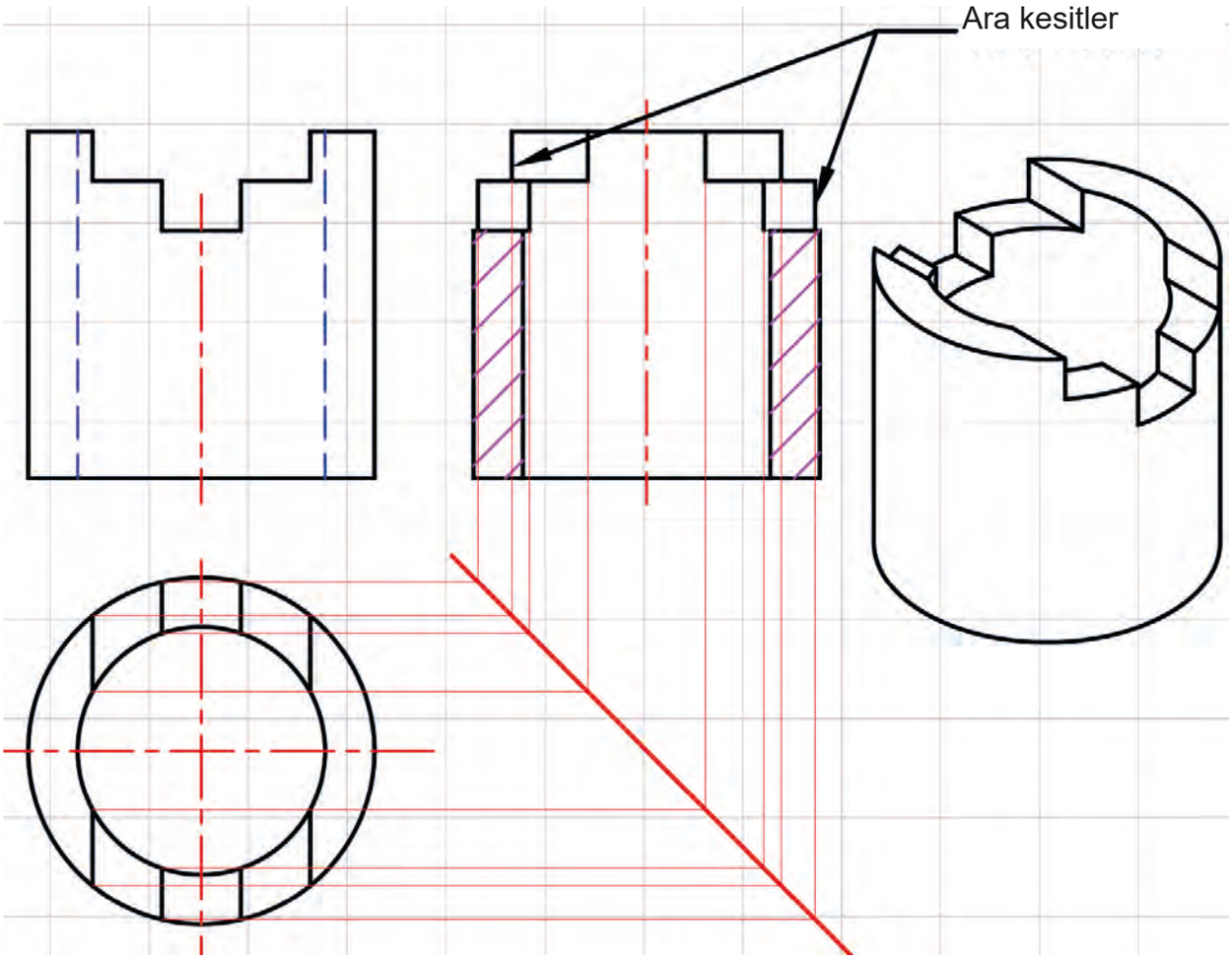
Teknik resimde görünüşler genellikle standart izdüşüm kurallarına göre çizilir. Ancak bazı parçalarda biçim özelliklerinin açıkça gösterilebilmesi, çizim alanının verimli kullanılması ya da anlatımın kolaylaştırılması amacıyla standart görünüş düzeninin dışına çıkılması gerekebilir. Bu tür durumlarda başvurulan çizimlere **özel görünüşler** denir. Özel görünüşler; parçanın belirli bir bölümünü daha açık göstermek, karmaşık geometrileri sadeleştirmek ve teknik bilgiyi daha anlaşılır hâle getirmek için kullanılır. Koparılmış görünüşler, detay görünüşleri, yardımcı görünüşler, ara kesitler ve simetrik parça görünüşleri bu grupta değerlendirilir.

Ara Kesitler

İki ya da daha fazla geometrik yüzeyin kesişmesiyle oluşan doğru veya eğrisel sınırlar, teknik resimde **ara kesit** olarak adlandırılır. Ara kesitler, parçanın biçimini oluşturan yüzeyler arasındaki geçişin ve kesişme çizgilerinin doğru anlaşılmasını sağlar. Bu nedenle özellikle birleşik geometrili parçalarda önemli bir anlatım aracıdır. Ara kesitler **gerçek** ve **zahirî** şeklinde sınıflandırılır.

Gerçek ara kesit; daha çok silindirik yüzeyler üzerinde yapılan delme, kanal açma veya kesme işlemleri sonucunda meydana gelen gerçek kesişme çizgileridir. Bu çizgiler, parçanın yüzeyi üzerinde fiilen oluşan geometrik sınırları gösterir. Teknik resimde gerçek ara kesitlerin doğru çizilebilmesi için ilgili görünüşlerde elde edilen noktalar

ve geometrik ilişkiler kılavuz çizgiler yardımıyla diğer görünüşlere aktarılır. Böylece kesişme doğrusu ya da eğrisi, parçanın gerçek biçimine uygun şekilde belirlenir. Özellikle kanal açılan silindirik parçalarda bu işlem sonucunda yüzeyde yeni bir sınır oluşur ve parçanın etkin çapında değişim meydana gelir (Görsel 3.37).

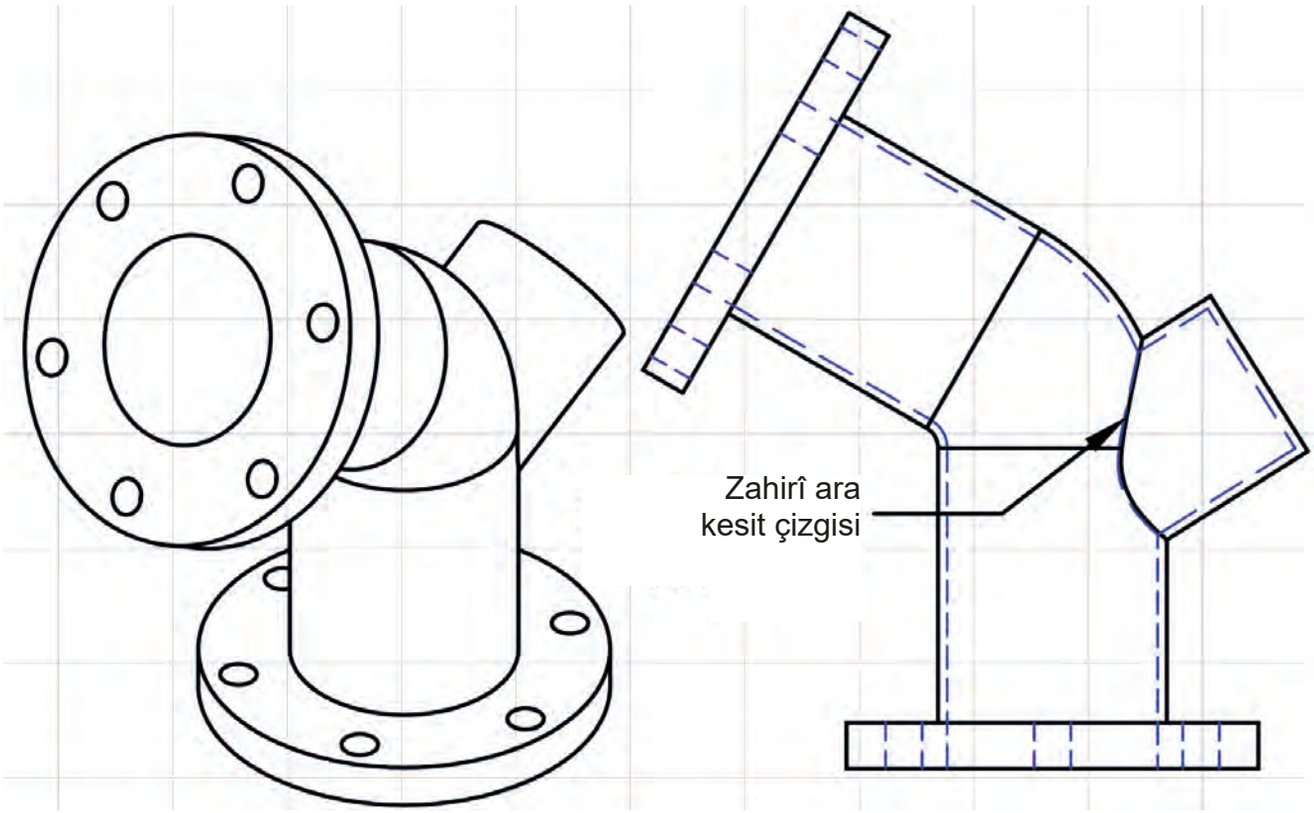


Görsel 3.37: Gerçek ara kesit çizimi

Makine parçalarının iç ve dış yüzeylerinde yer alan bazı keskin köşeler, kullanım, dayanıklılık ve imalat gerekliliklerinden nedeniyle yuvarlatılmış olarak düzenlenebilir. Bu tür geçişlerde yüzeyler arasında gerçek bir geometrik kesişme çizgisi oluşmadığından teknik resimde **gerçek ara kesit** yerine **zahirî ara kesit** gösterimi kullanılır. Zahirî ara kesit, parçanın yüzey geçişini ve biçim değişimini anlatan yardımcı bir çizim unsurudur.

Zahirî ara kesiti ifade eden çizgiler, teknik resimde **kalın sürekli çizgi** ile gösterilir. Buna karşılık yuvarlatılmış köşelerin sınırlarını belirten eğriler ve yardımcı geçiş çizgileri daha ince çizgilerle çizilebilir. Bu çizgi ayrımı, parçanın gerçek kenarları ile görünüşü açıklamak amacıyla kullanılan ara kesit çizgilerinin birbirinden ayırt edilmesini sağlar. Böylece çizim daha düzenli, okunabilir ve anlaşılır hâle gelir (Görsel 3.38).

Özellikle yuvarlatılmış geçişlere sahip parçalarda zahirî ara kesitlerin doğru gösterilmesi, yüzey sürekliliğinin ve biçimsel geçişlerin doğru yorumlanması açısından önem taşır. Bu nedenle teknik resimde gerçek kesişme bulunmayan ancak yüzey değişimini açıklamak için gereken durumlarda zahirî ara kesitlerden yararlanılır.

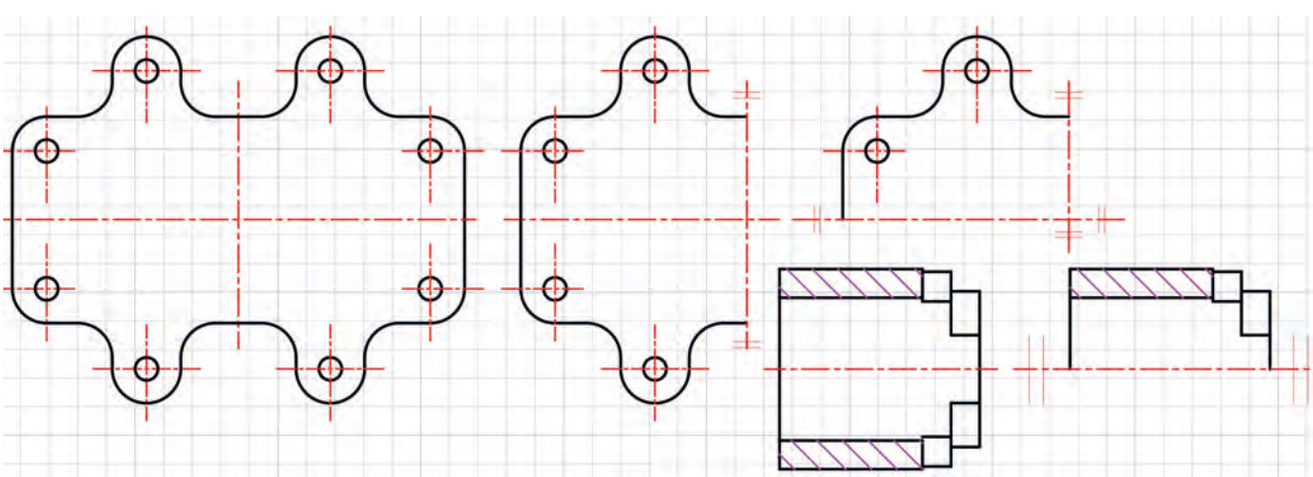


Görsel 3.38: Zahirî ara kesit çizimi

b. Simetrik Parçaların Görünüşleri

Simetrik parçalar, bir eksene göre iki yanında aynı biçim özelliklerine sahiptir. Bu tür parçalarda görünüşlerin tamamını çizmek yerine simetri özelliğinden yararlanılarak parçanın yarısı ya da gerekli durumlarda dörtte biri çizilebilir. Bu uygulama teknik resimde çizim süresini azaltır ve sayfa düzeninin daha ekonomik kullanılmasını sağlar.

Simetrik görünüşlerin çiziminde simetri ekseni merkez çizgisiyle belirtilir ve görünüşün eksene göre dengeli olduğu açıkça gösterilir. Parçanın yalnızca bir bölümü çizildiğinde görünüşün simetrik olduğu eksen çizgileri ve uygun işaretlerle anlaşılır hâle getirilmelidir. Ayrıca eksen çizgilerinin uçlarına paralel kısa çizgiler eklenerek görünüşün simetriye dayalı olarak kısaltıldığı belirtilir (Görsel 3.39). Bu yöntem özellikle eksene göre düzenli deliklere, kanallara veya iç boşluklara sahip parçalarda büyük kolaylık sağlar. Simetrik parçaların bu şekilde gösterilmesi, çizimi gereksiz tekrarlarından arındırır; parçanın biçimini açık, düzenli ve anlaşılır biçimde sunar. Ancak simetri özelliğini bozacak ayrıntılar bulunuyorsa parçanın tamamının çizilmesi daha uygun olur.



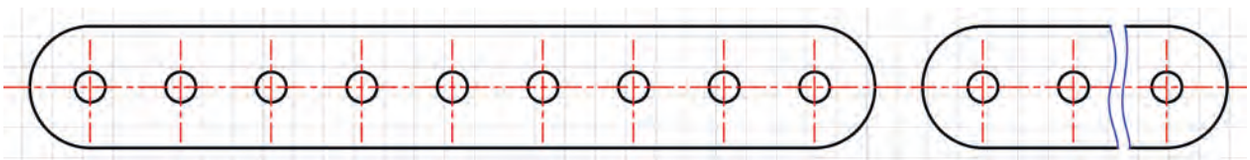
Görsel 3.39: Simetrik parçaların görünüşleri

c) Koparılmış Görünüşler

Bazı makine parçaları; mil, çubuk, profil ve benzeri elemanlarda olduğu gibi oldukça uzun olabilir. Bu tür parçaların tamamının gerçek uzunluğa yakın ölçekte çizilmesi resim kâğıdında fazla yer kaplar ve çizimin düzenini zorlaştırır. Böyle durumlarda parçanın biçimini ve teknik özelliklerini anlatmak için yalnızca gerekli bölümler çizilir, arada kalan ve biçim bakımından değişiklik göstermeyen kısımlar ise çizimden çıkarılmış kabul edilir. Bu şekilde oluşturulan görünüşlere **koparılmış görünüşler** denir.

Koparılmış görünüşlerde amaç; parçanın tamamını çizmeden onun temel geometrik yapısını, uç kısımlarını ve gerekli ölçü bilgilerini açık biçimde gösterebilmektir. Özellikle uzunluğu boyunca kesiti değişmeyen veya tekrarlı ayrıntılar içeren parçalarda bu yöntem önemli bir kolaylık sağlar. Böylece teknik resimde hem yerden tasarruf edilir hem de gereksiz çizim tekrarları önlenir (Görsel 3.40).

Koparılmış görünüşlerde parçanın işlevi açısından önemli olan uç bölgeler, delikler, kanallar veya özel biçimli kısımlar çizimde korunur. Arada kalan bölüm ise parçadan bir kısmı alınmış gibi düşünülerek kısaltılmış biçimde gösterilir. Ancak bu uygulama yapılırken parçanın gerçek şekli hakkında yanlış anlamaya neden olmayacak bir anlatım düzeni kurulmalıdır.

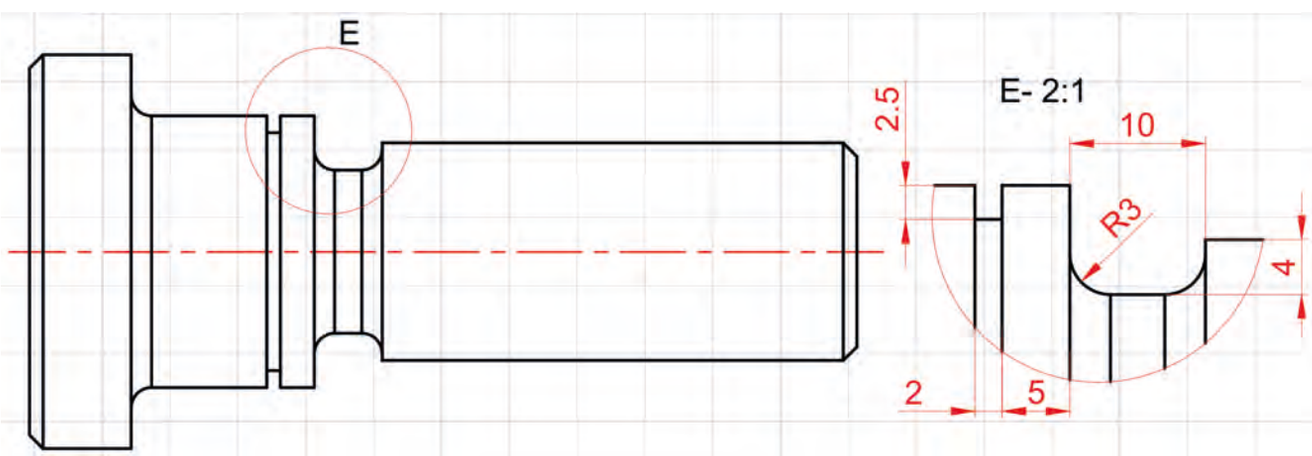


Görsel 3.40: Koparılmış görünüş

ç) Detay Görünüşler

Teknik resimde bazı küçük yüzeyler, geçişler, kanallar, yuvarlatmalar veya ölçü elemanları ana görünüşler üzerinde yeterince açık biçimde gösterilemeyebilir. Özellikle ölçülendirilmesi güç olan dar ve karmaşık bölgelerin daha anlaşılır hâle getirilmesi için **detay görünüşlerden** yararlanılır. **Detay görünüş,** parçanın belirli bir bölümünün uygun bir ölçekte büyütülerek ayrı bir alanda gösterilmesidir. Detay görünüşler, çizimin okunabilirliğini artırır ve özellikle hassas ölçü gerektiren bölgelerin doğru yorumlanmasına yardımcı olur.

Açıklanması istenen kısım ana görünüş üzerinde genellikle bir çember ya da benzeri bir sınırla işaretlenir ve harfle adlandırılır. Ardından bu bölge, daha büyük bir ölçek kullanılarak ayrı bir yerde yeniden çizilir. Böylece normal görünüşte seçilemeyen küçük geometrik özellikler, ölçüler ve geçiş ayrıntıları açıkça gösterilebilir. Detay görünüş üzerinde kullanılan ölçek ayrıca belirtilerek büyütme oranının anlaşılması sağlanır (Görsel 3.41).



Görsel 3.41: Detay görünüş

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

3. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Perspektifi Verilen İş Parçalarının Üç Görünüşünü Çizme
Amaç	Perspektifi verilen iş parçalarının ön bakış yönünü, ölçülerini ve geometrik özelliklerini dikkate alarak ön, üst ve yan görünüşlerini teknik resim kurallarına uygun, ölçekli, hizalı ve standart çizgi türleriyle çizmek
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Perspektifleri verilen iş parçalarını dikkatlice inceleyiniz ve verilen adımları takip ederek sizden istenen çizim uygulamasını gerçekleştiriniz (Resim/Ödev 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19).

Parçaların perspektif görünüşünü değerlendirerek hangi yüzeylerin ön, üst ve yan görünüşte yer alacağını belirleyiniz. Parçanın geometrik yapısını, bakış yönünü, basamaklarını, eğik yüzeylerini, yükseklik farklarını ve kenar ilişkilerini dikkate alarak çizim planınızı oluşturunuz.

Uygulama Adımları

1. Verilen perspektif iş parçalarını dikkatlice inceleyiniz.
2. Parçanın ön bakış yönünü belirleyiniz.

3. UYGULAMA

4. Hangi yüzeylerin ön, üst ve yan görünüşte yer alacağını değerlendiriniz.

5. Parçanın geometrik yapısı, basamakları, eğik yüzeyleri, yükseklik farkları ve kenar ilişkilerini analiz ederek çizim planınızı oluşturunuz.

6. Çizime başlamadan önce serbest elle kısa bir kroki hazırlayınız.

7. Çizim takımlarını kullanarak parçaların ön, üst ve yan görünüşlerini ölçekli, hizalı, temiz ve teknik resim kurallarına uygun biçimde çiziniz.

8. Çizim sırasında görünüşler arasındaki ölçü, konum ve hizalama ilişkilerine dikkat ediniz.

9. Karşılaştığınız hizalama, ölçü, eksik çizgi, yanlış izdüşüm ve çizgi türü hatalarını kontrol ederek gerekli düzeltmeleri yapınız.

10. Çalışmanızı tamamladıktan sonra perspektif görünüş ile oluşturduğunuz ön, üst ve yan görünüşleri karşılaştırınız.

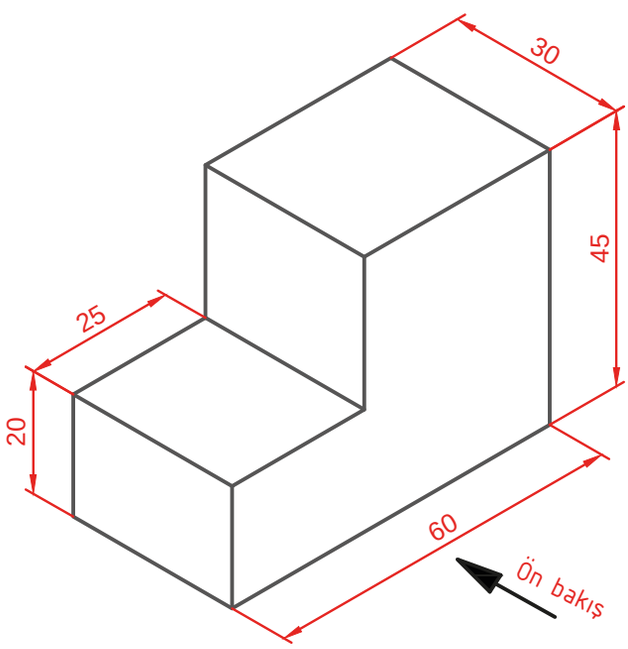
11. Görünüşler arasında ölçü, konum, hizalama ve biçim uyumu olup olmadığını kontrol ederek çiziminizin doğruluğunu değerlendiriniz.

12. Çizim kurallarına, verilen ölçülere, görünüş yerleşimine ve standart çizgi türlerine uygun kararlar alarak çalışmanızı düzenli, okunabilir ve eksiksiz biçimde tamamlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

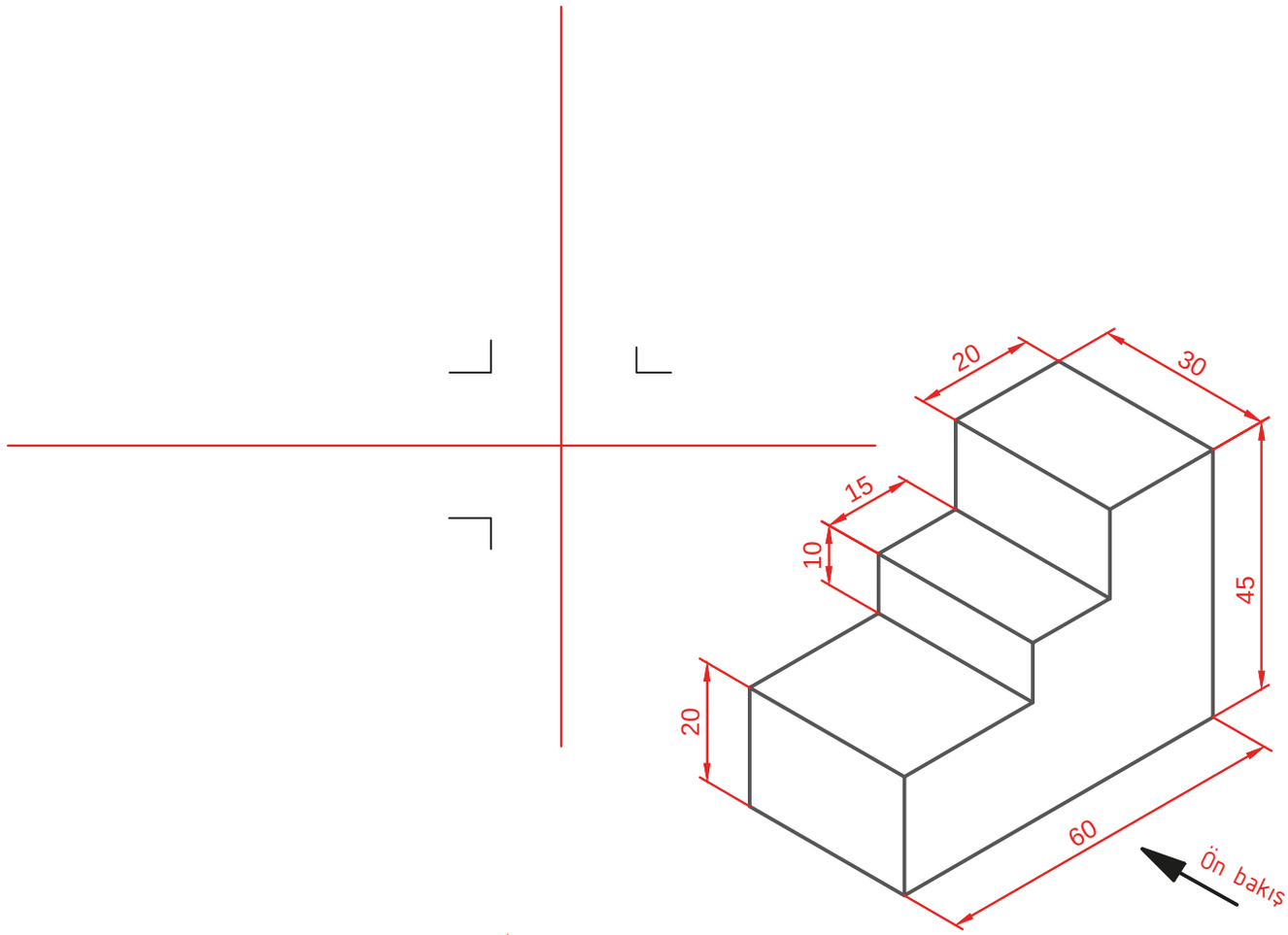
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

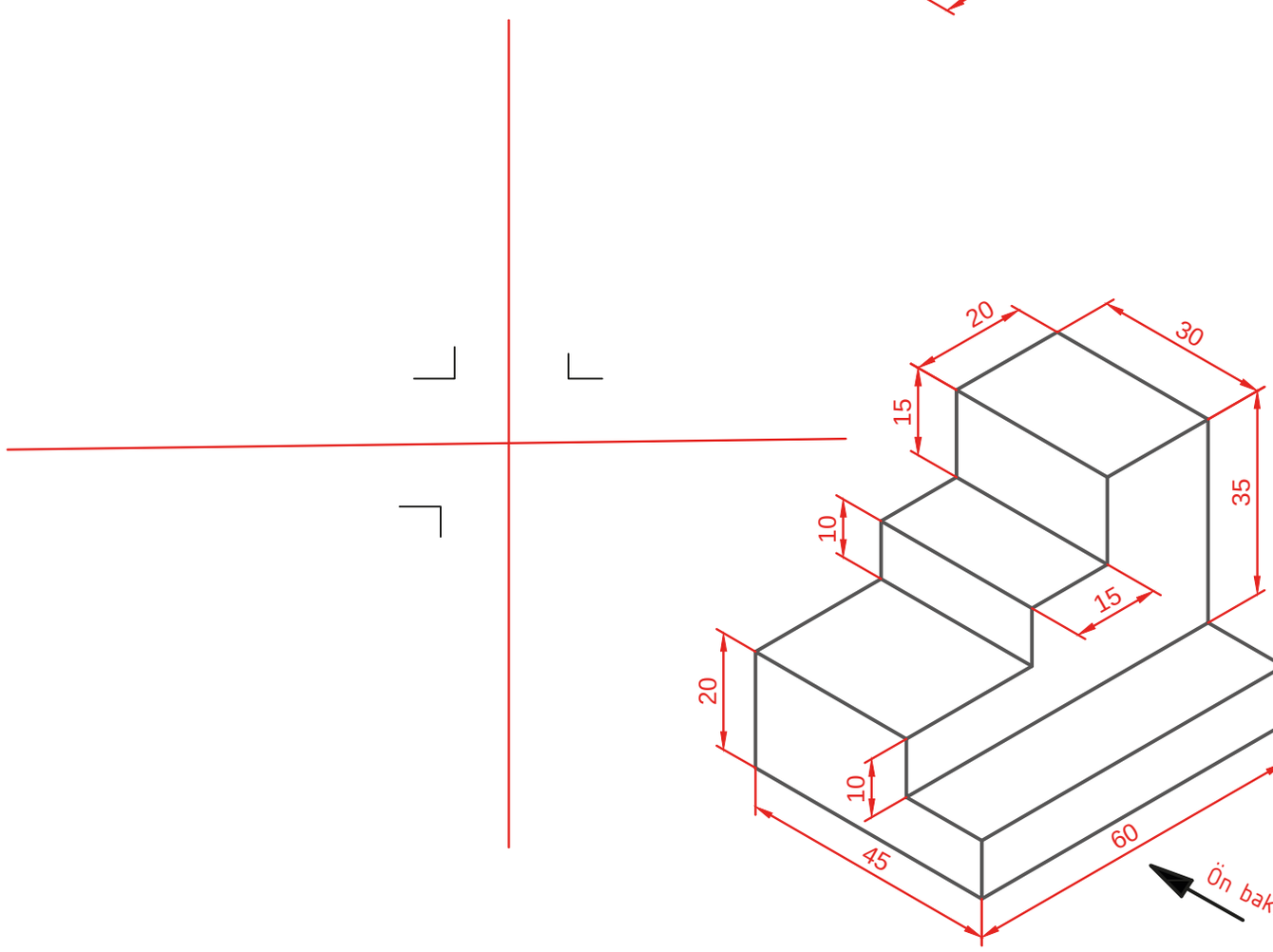
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.11

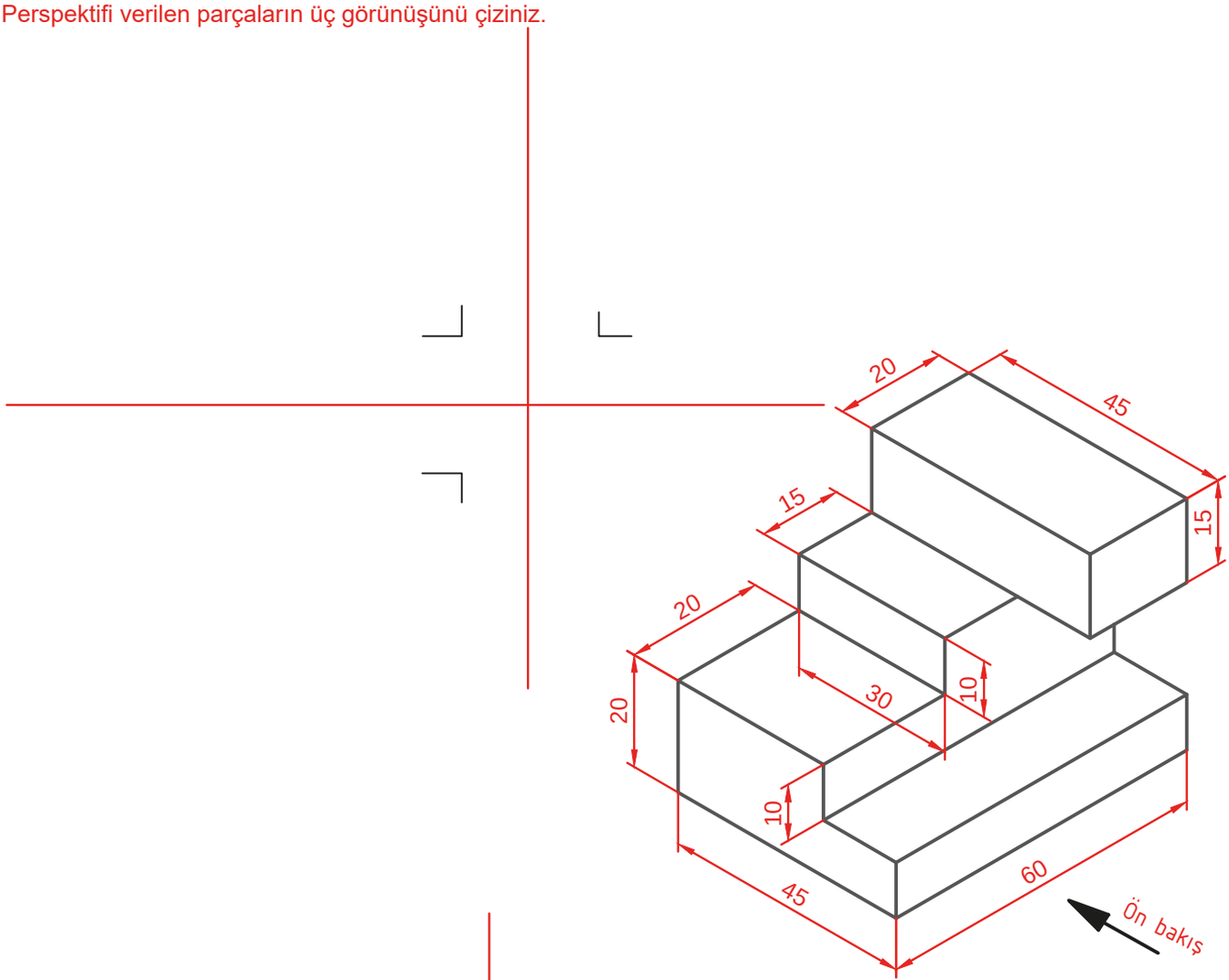
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

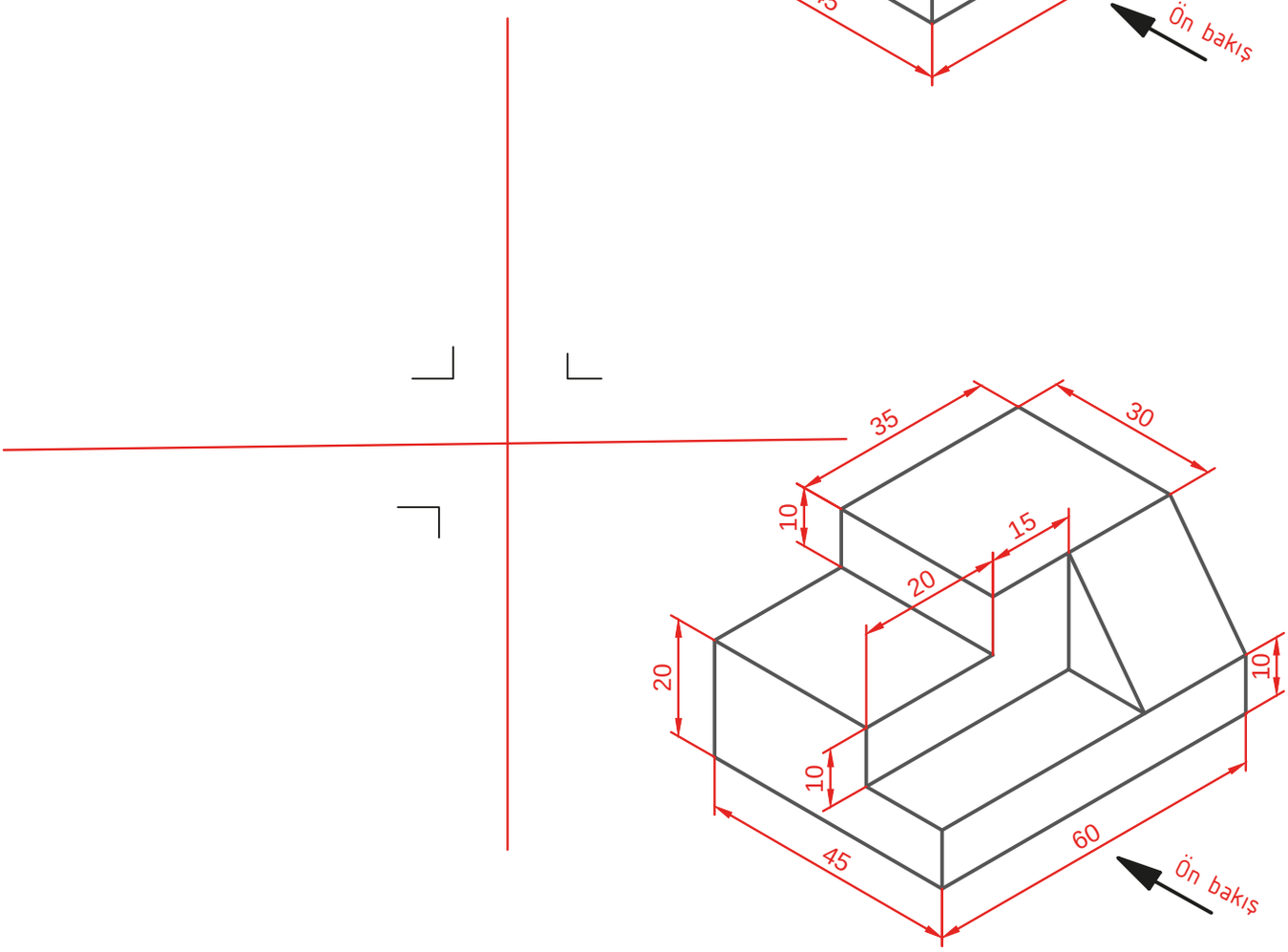




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.12

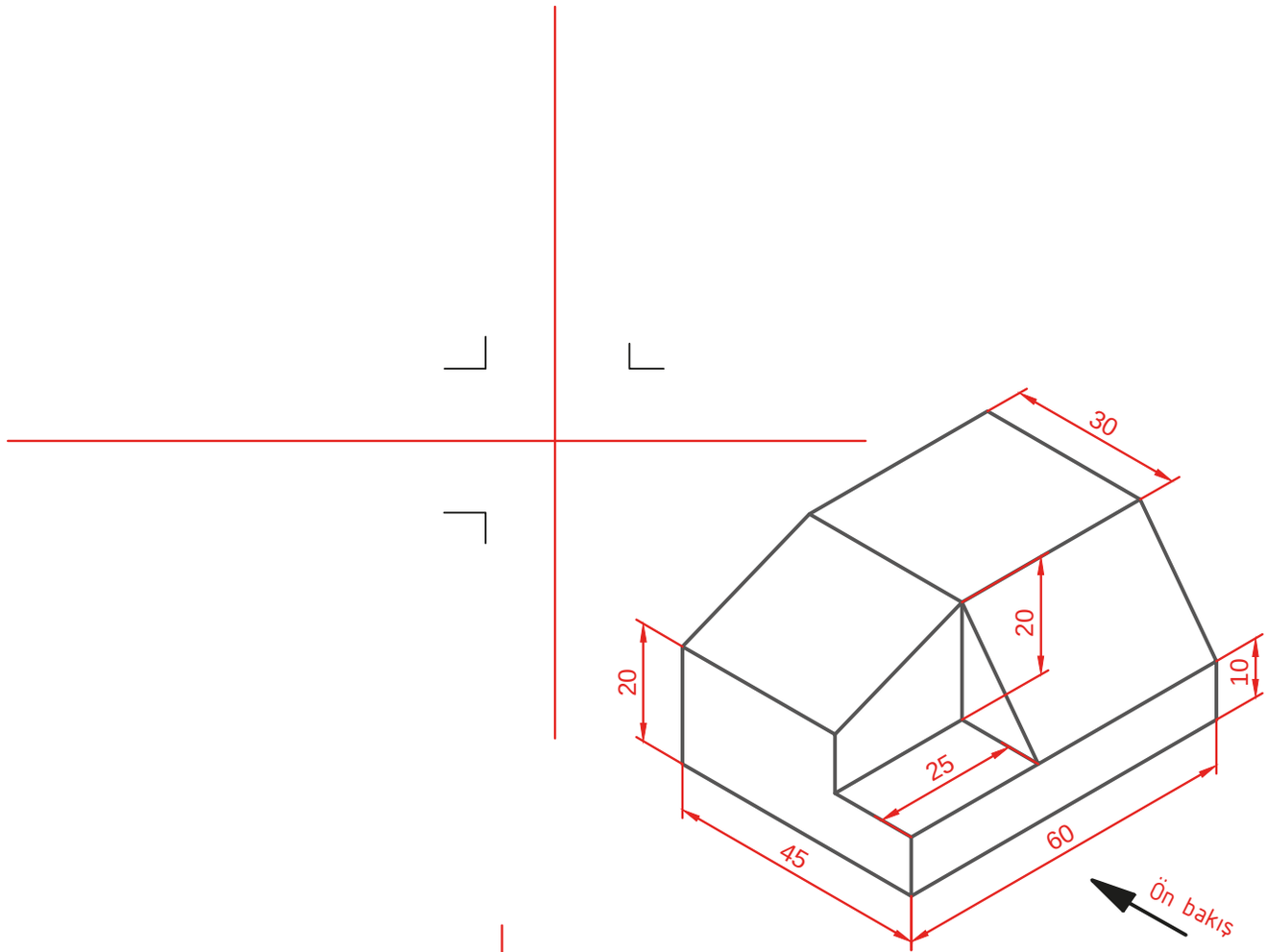
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

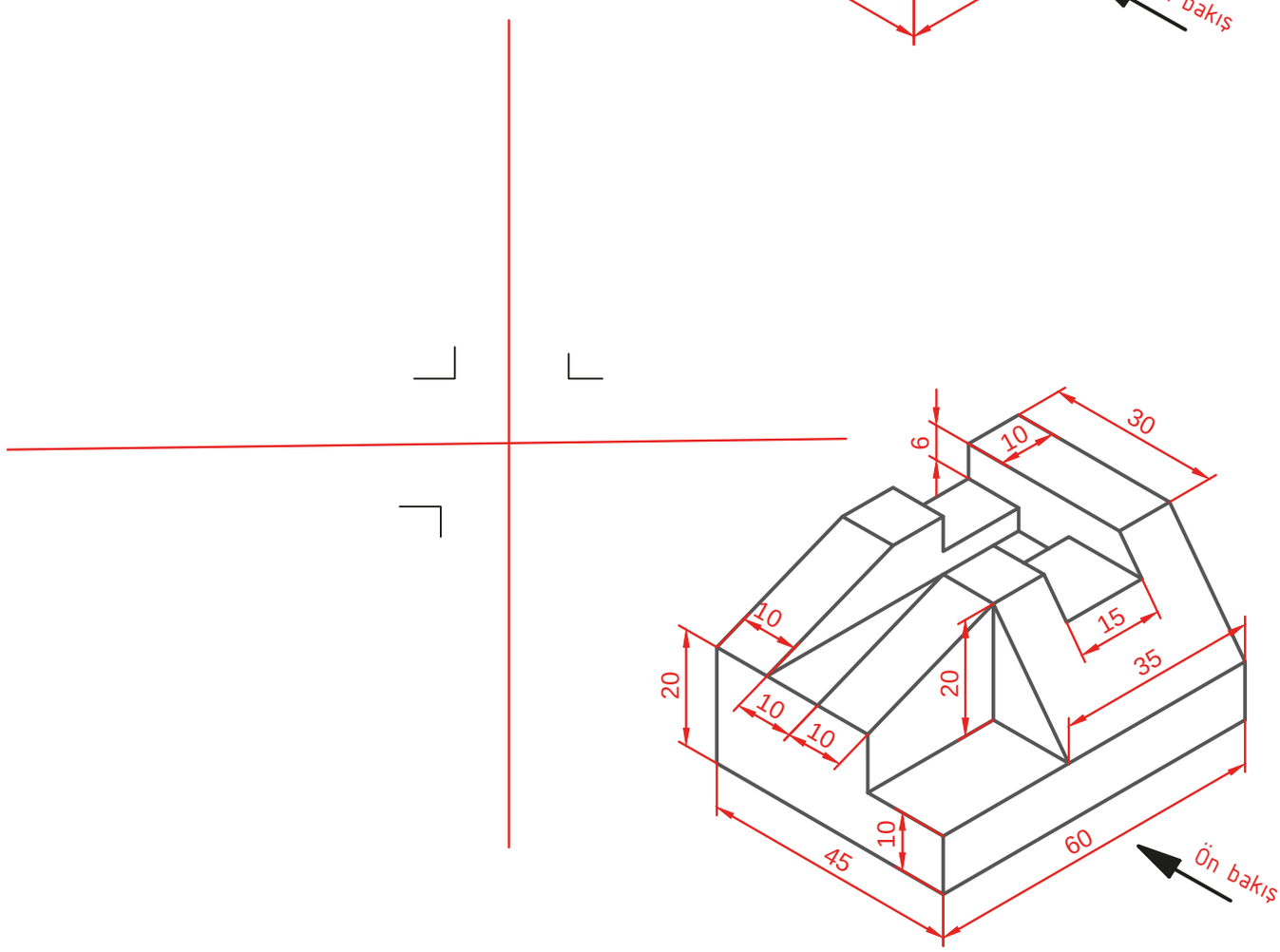




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.13

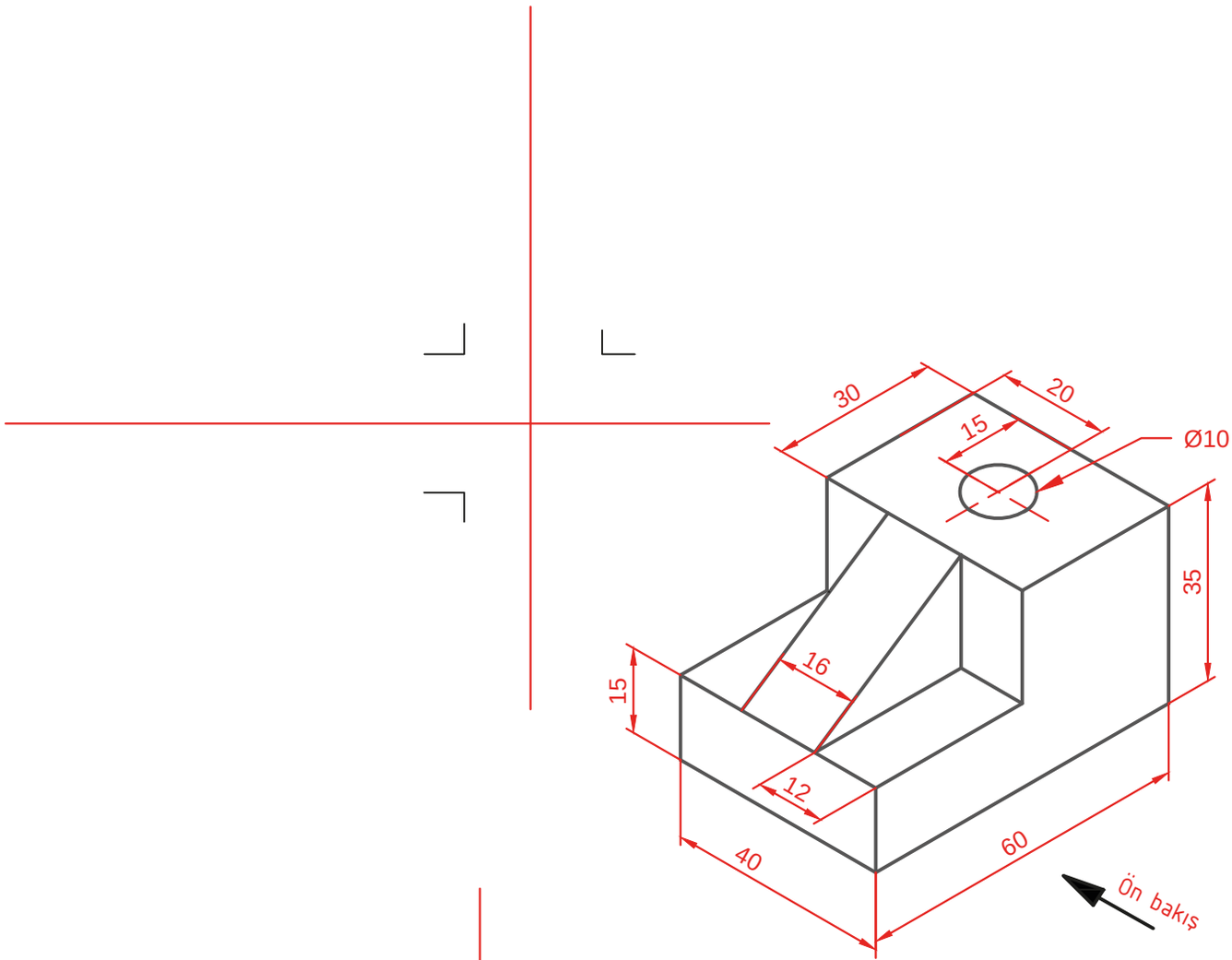
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

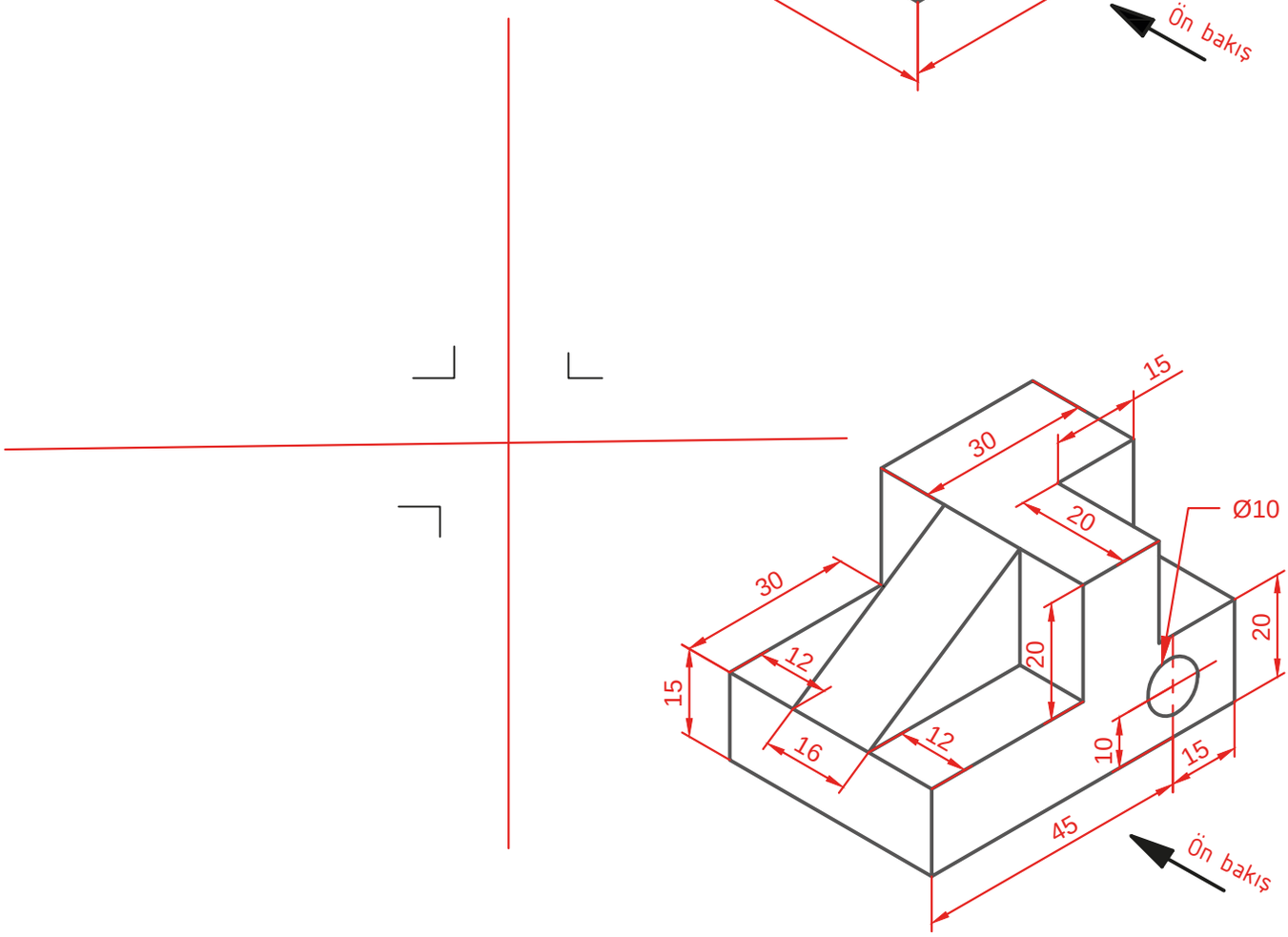




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.14

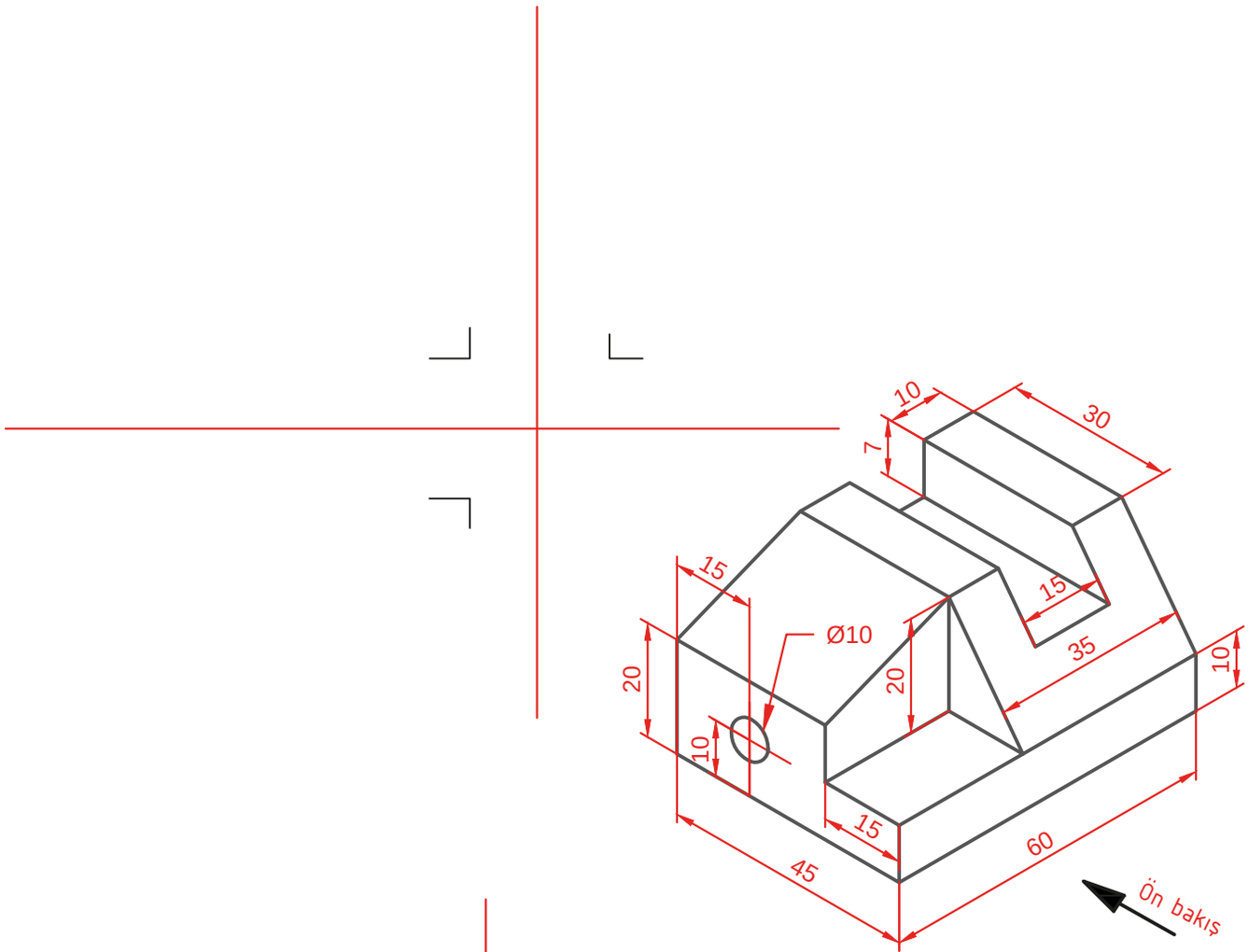
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

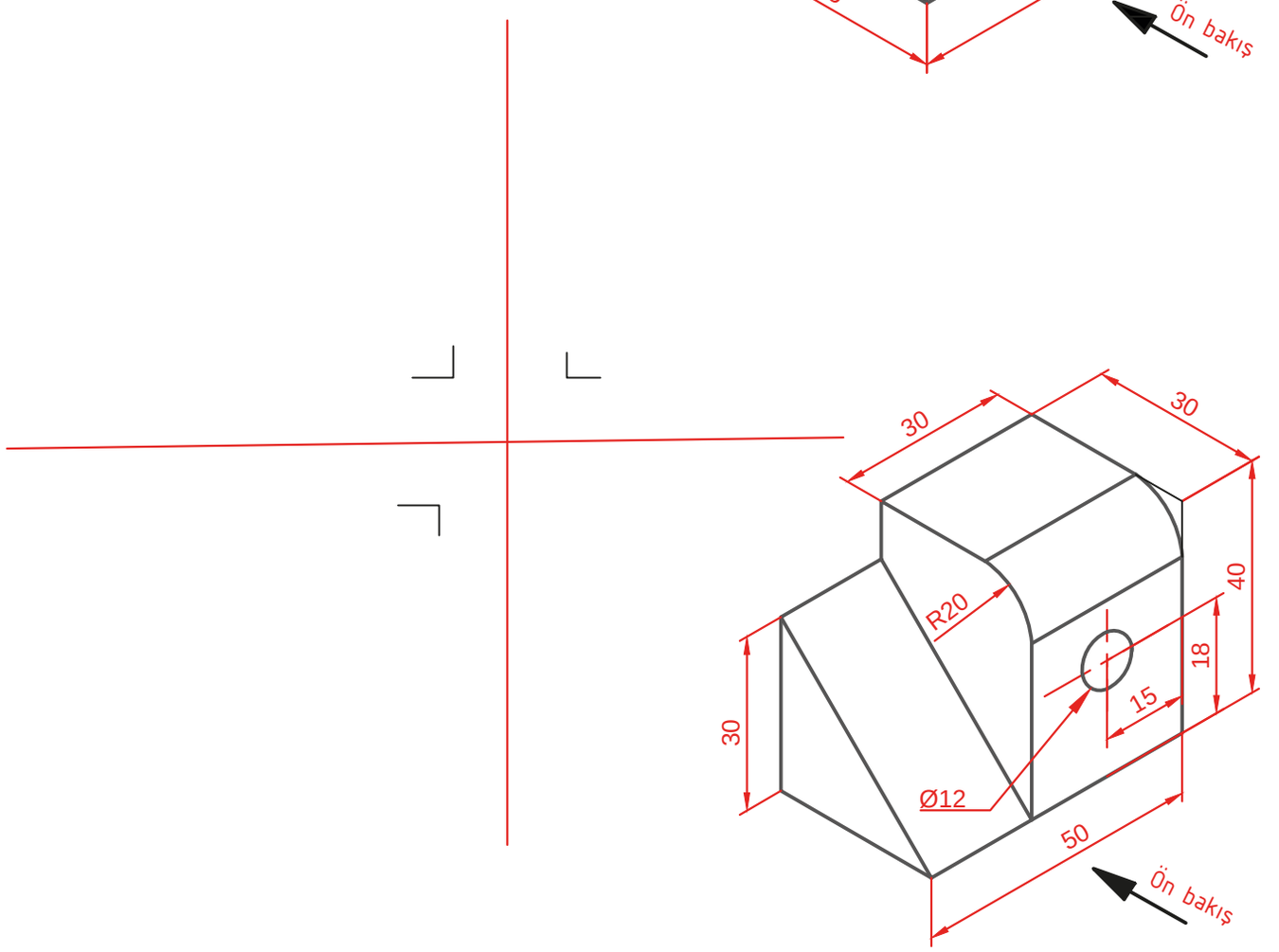




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.15

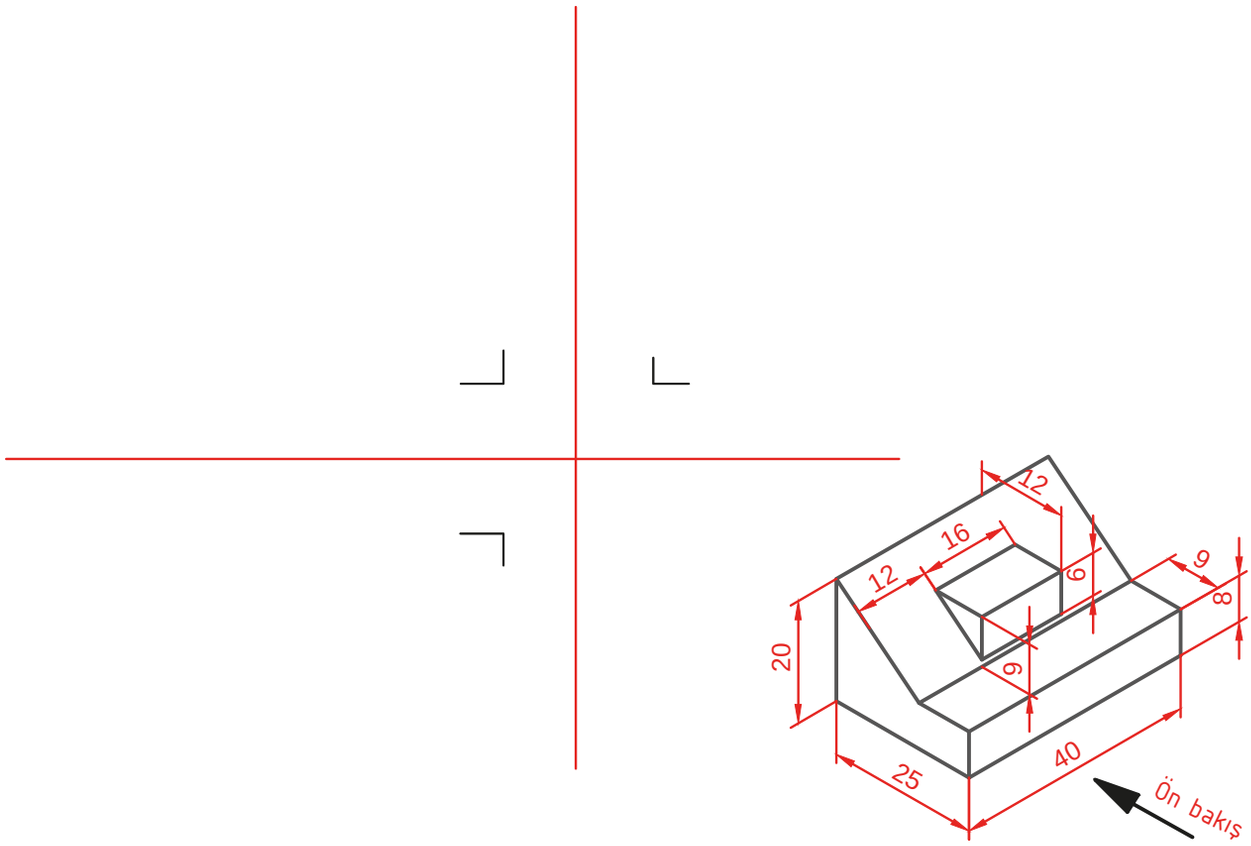
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

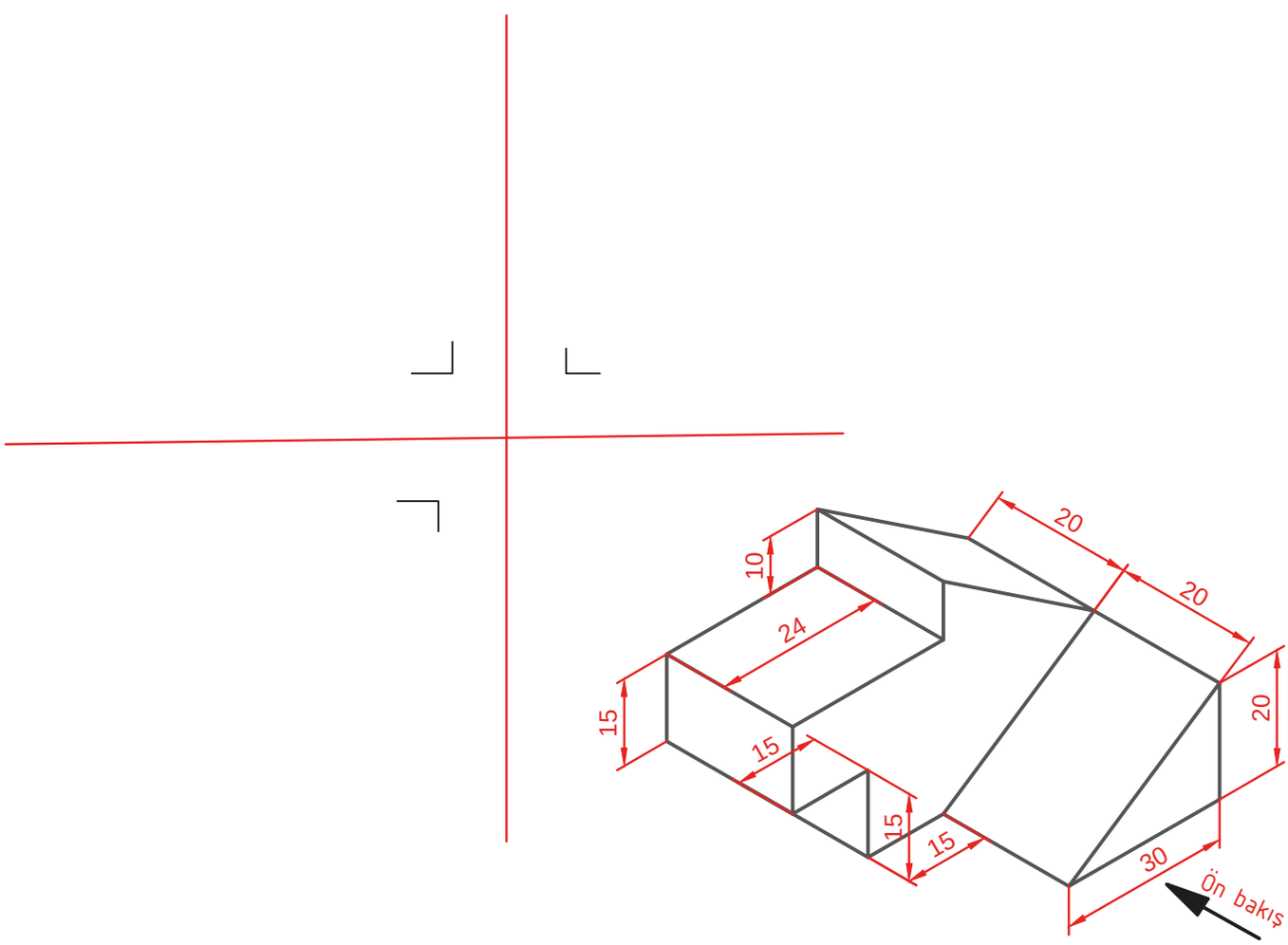




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.16

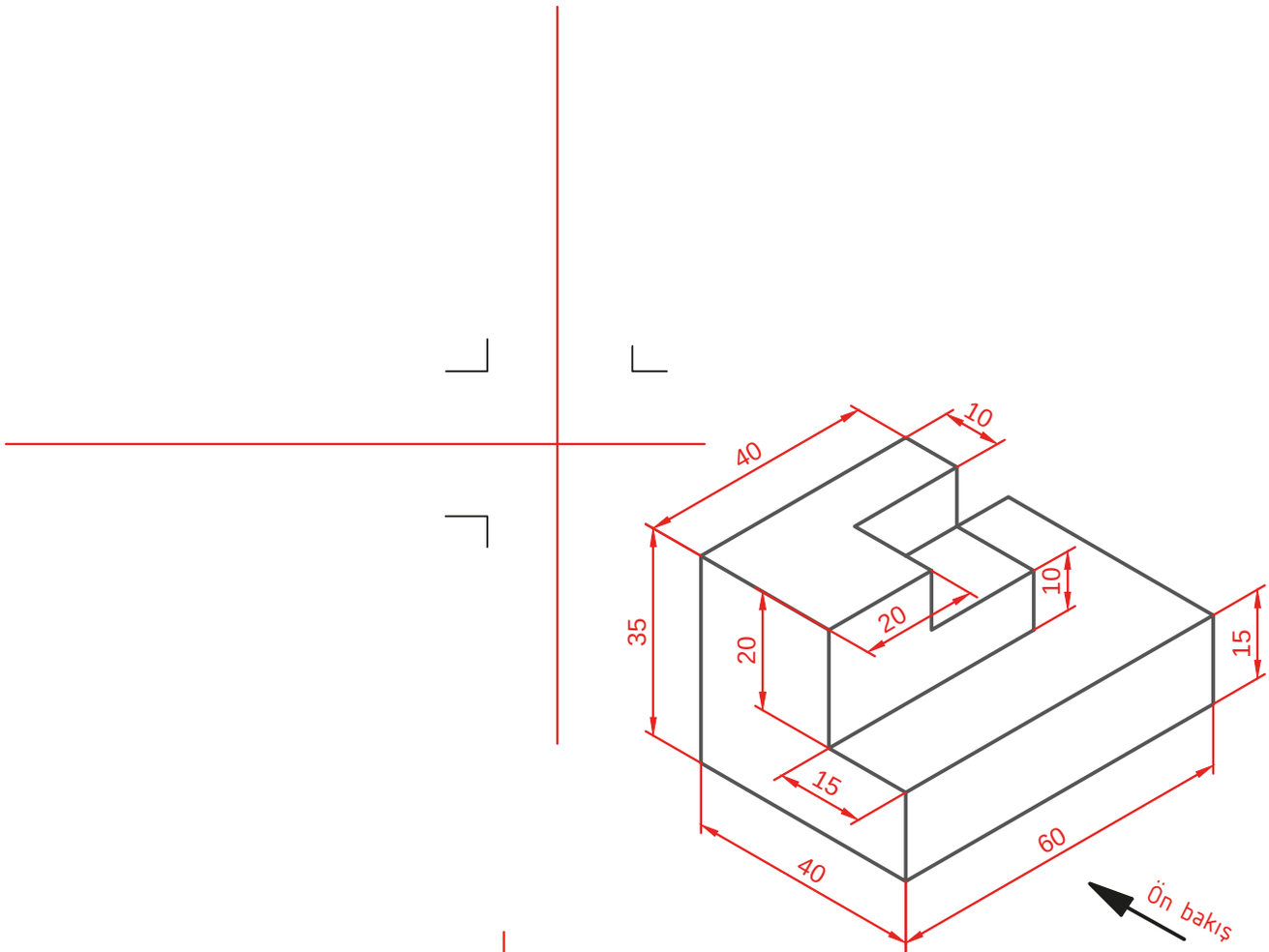
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

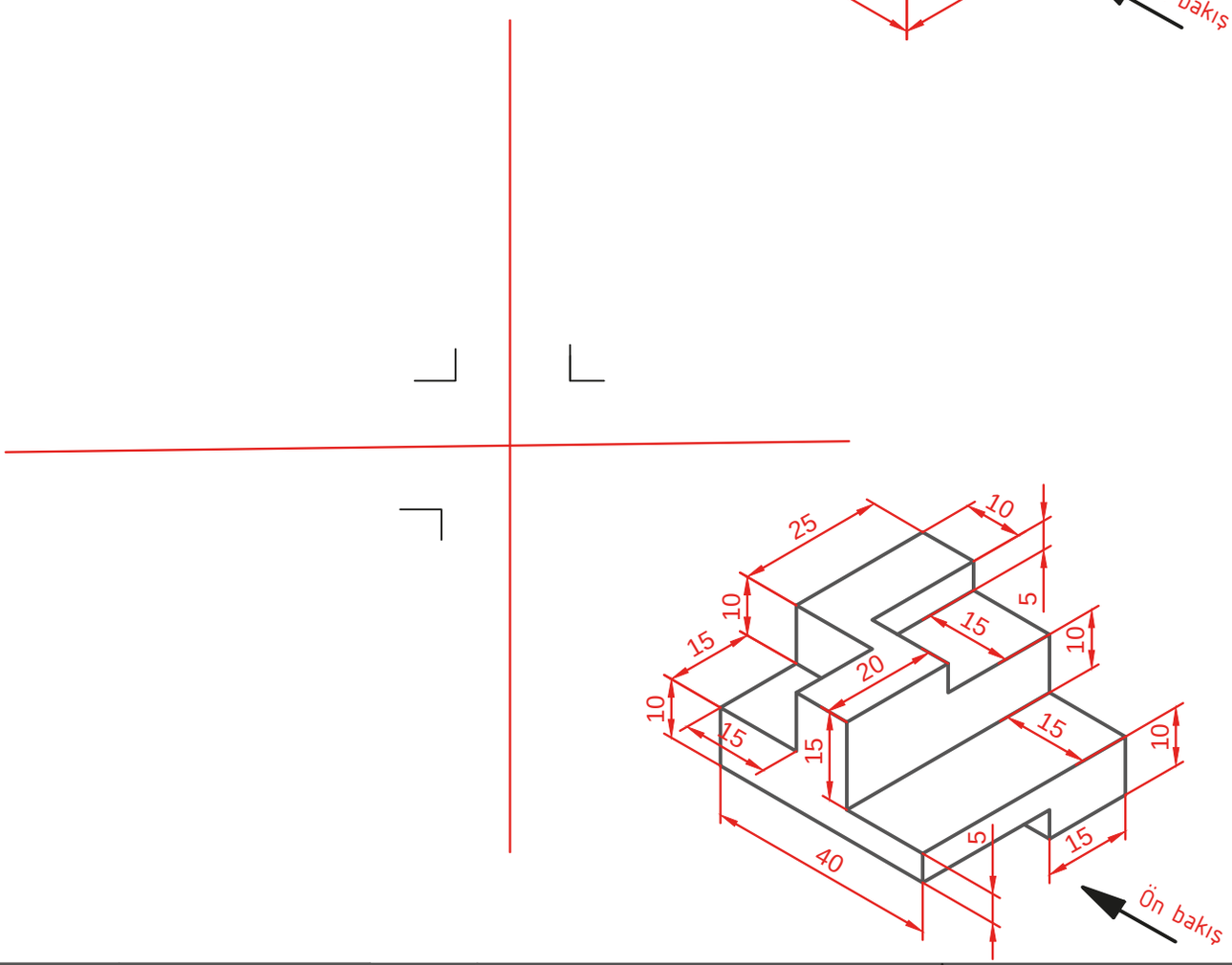




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.17

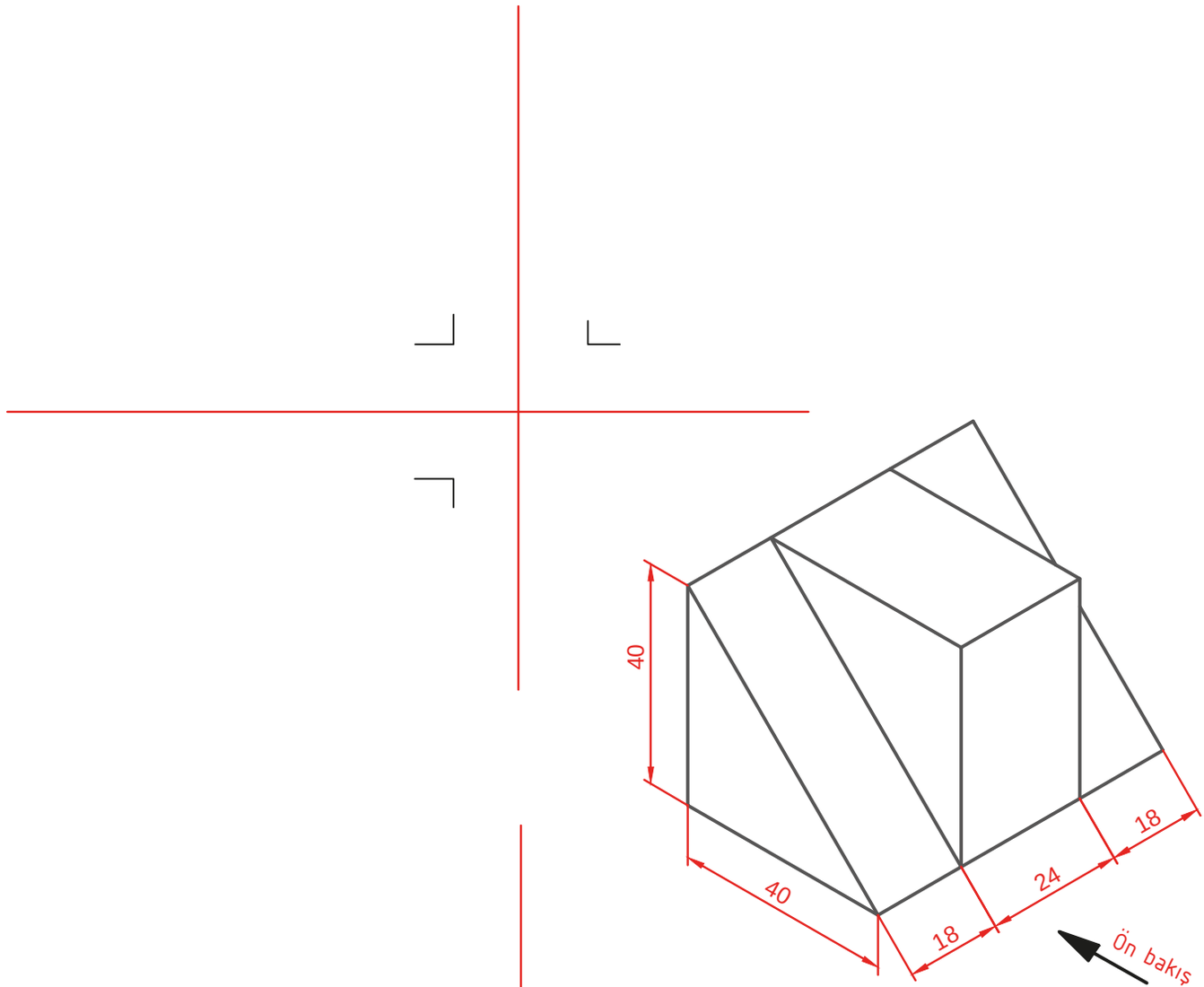
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

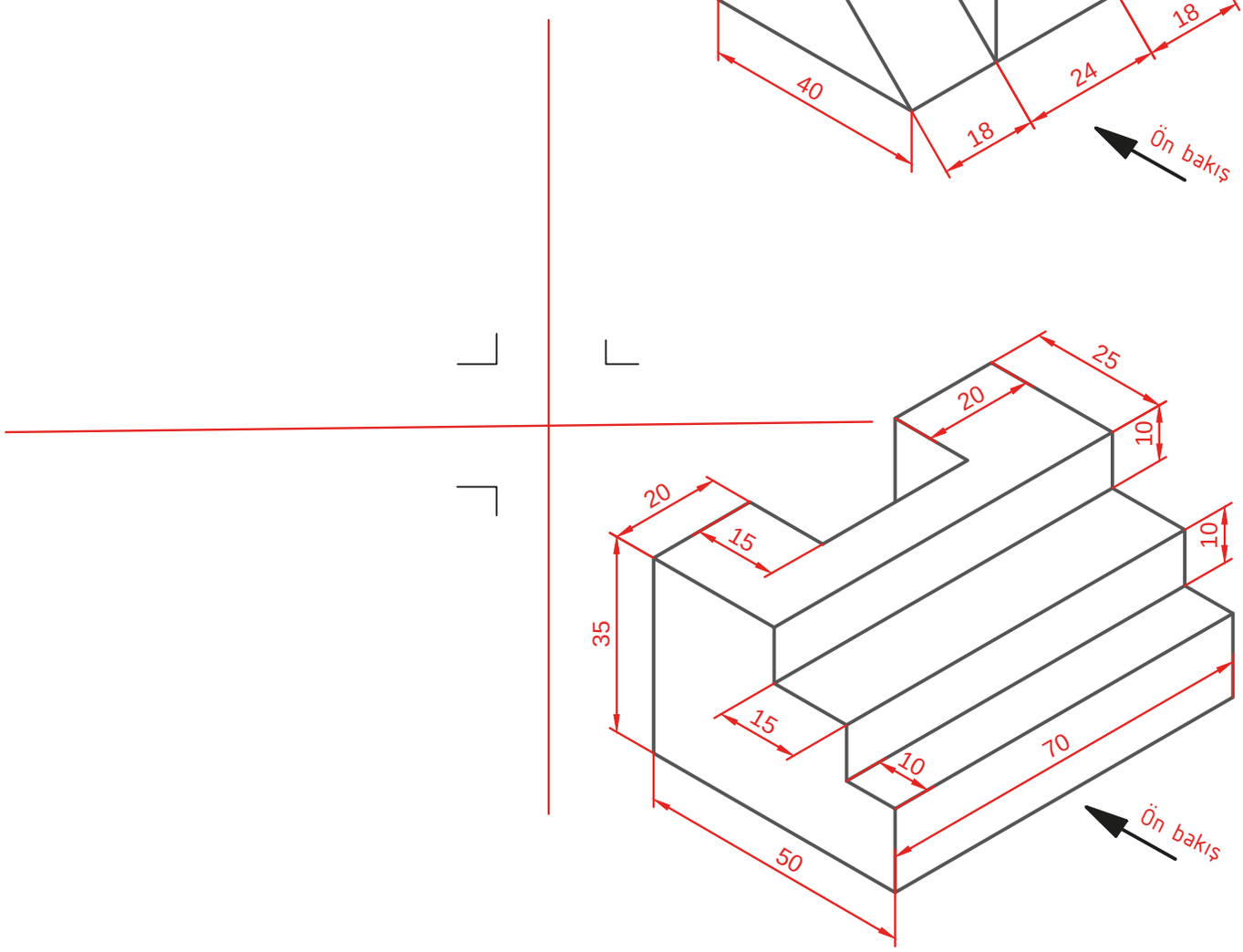




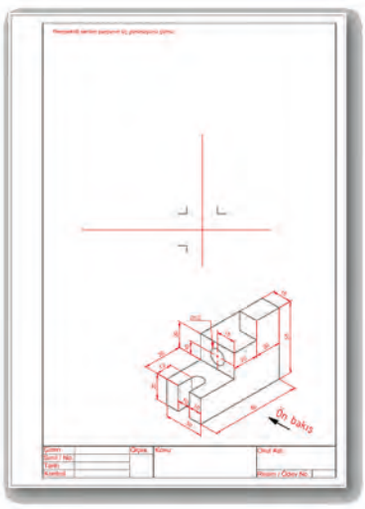
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.18

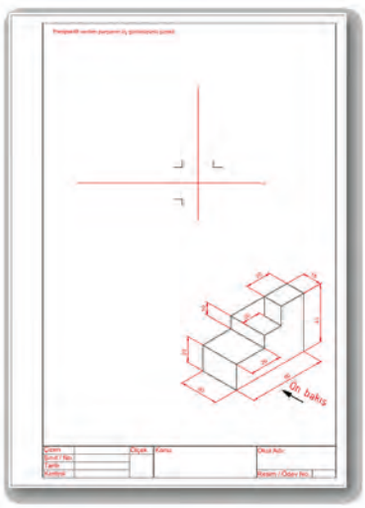
Perspektifi verilen parçaların üç görünüşünü çiziniz.

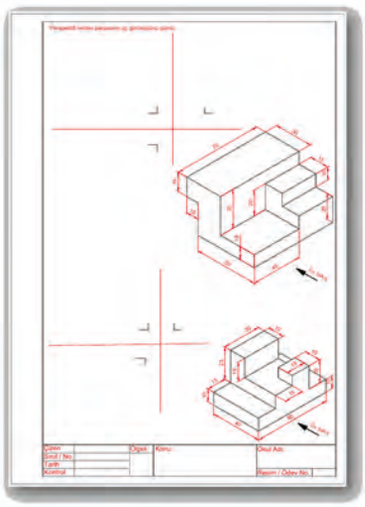


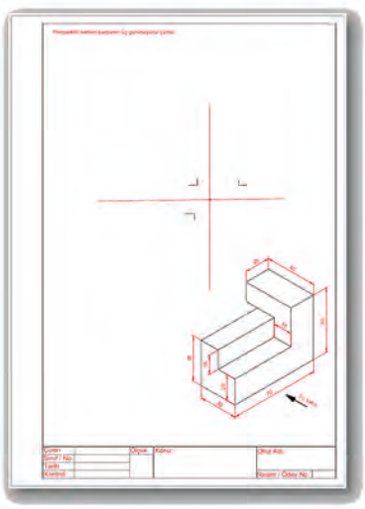


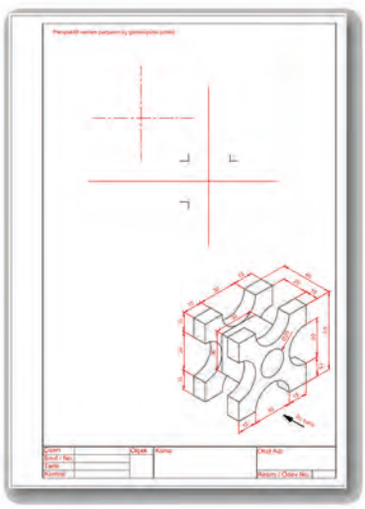
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.19

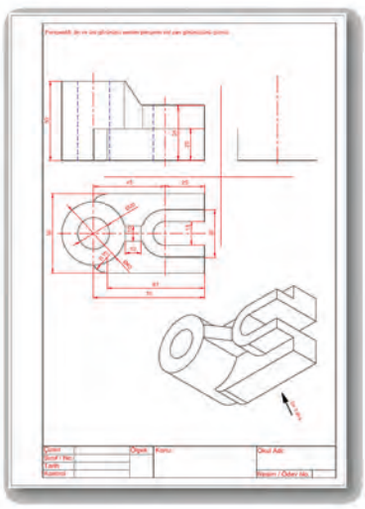


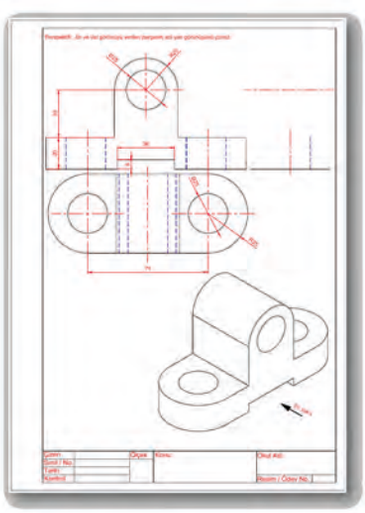


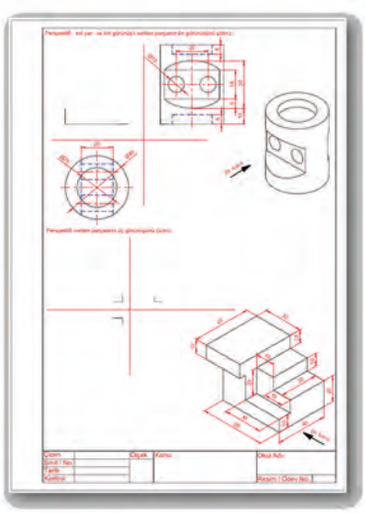


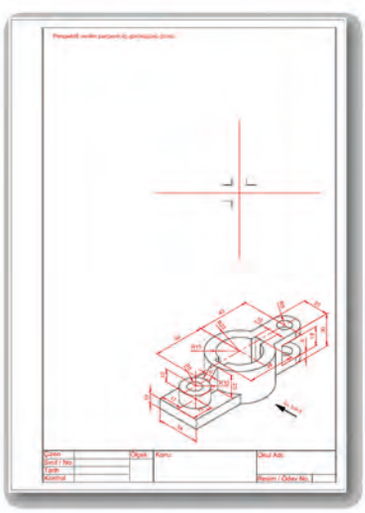


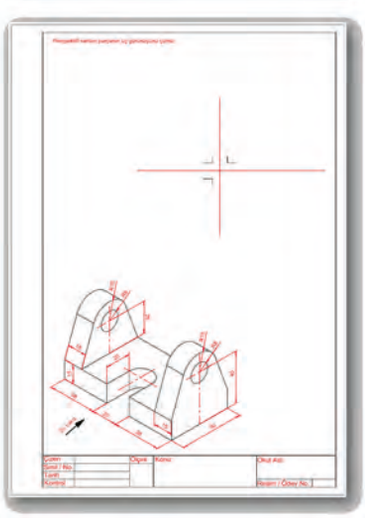


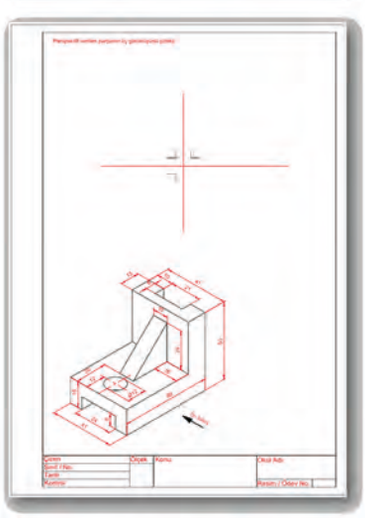












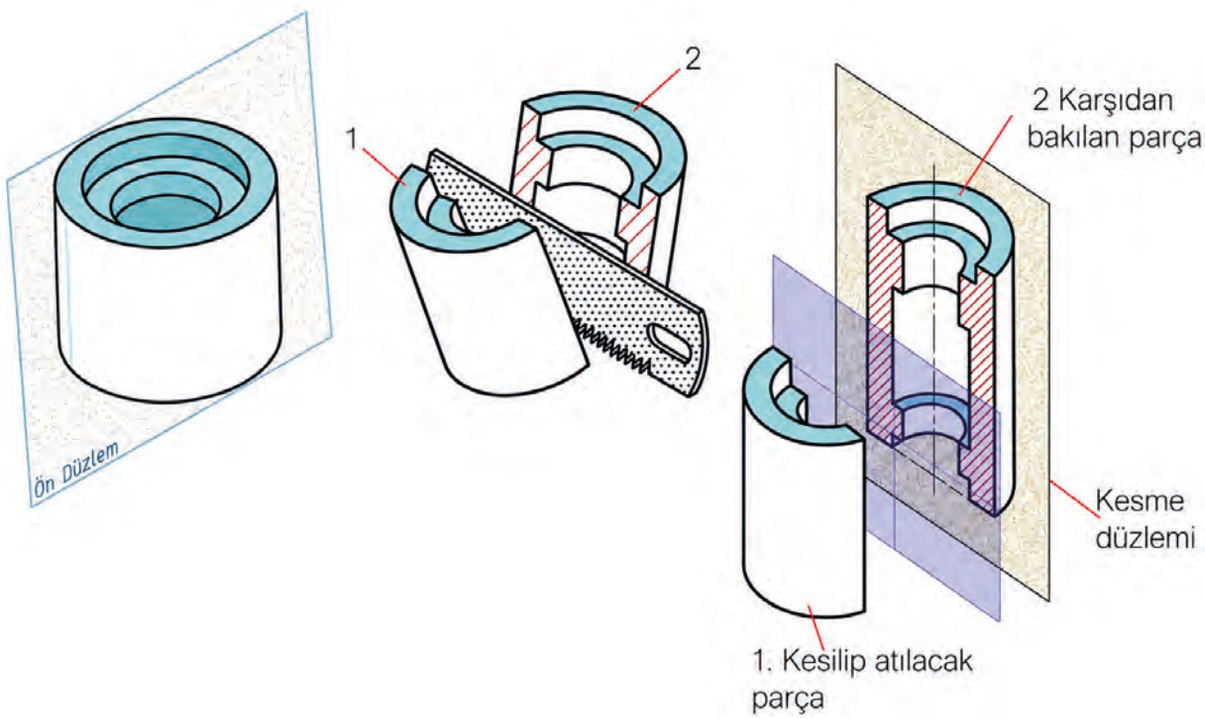
Ek uygulamalara ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

3.2. KESİT GÖRÜNÜŞLER

Teknik resimde bir parçayı yalnızca dış yüzeyleriyle göstermek çoğu zaman iç geometrinin tam olarak anlaşılmasına yetmez. Parçanın içinde bulunan ve dışarıdan doğrudan görülmeyen şekil özelliklerinin açıklanabilmesi için parçanın uygun bir düzlemle kesildiği varsayılır. Bu varsayımsal işlem sonunda gözlemciye yakın tarafta kalan bölüm kaldırılmış kabul edilir ve geride kalan kısmın görünüşü çizilir. Böylece parçanın iç yapısı, karışık gizli çizgiler kullanılmadan daha açık ve öğretici biçimde ifade edilir. Bu şekilde elde edilen görünüşlere **kesit görünüş** adı verilir.

Kesit alma; parçanın bir bıçak, testere ya da düz kesici yüzey ile bölünmesi esasına benzetilebilir ancak burada söz konusu olan gerçek bir imalat işlemi değil çizim amaçlı hayalî bir kesme işlemidir. Amaç, parçanın iç yapısını görünür kılmak ve görünüşü daha okunabilir hâle getirmektir (Görsel 3.42).



Görsel 3.42: Kesit düzlemi gösterimi

3.2.1. Kesit Düzlemi

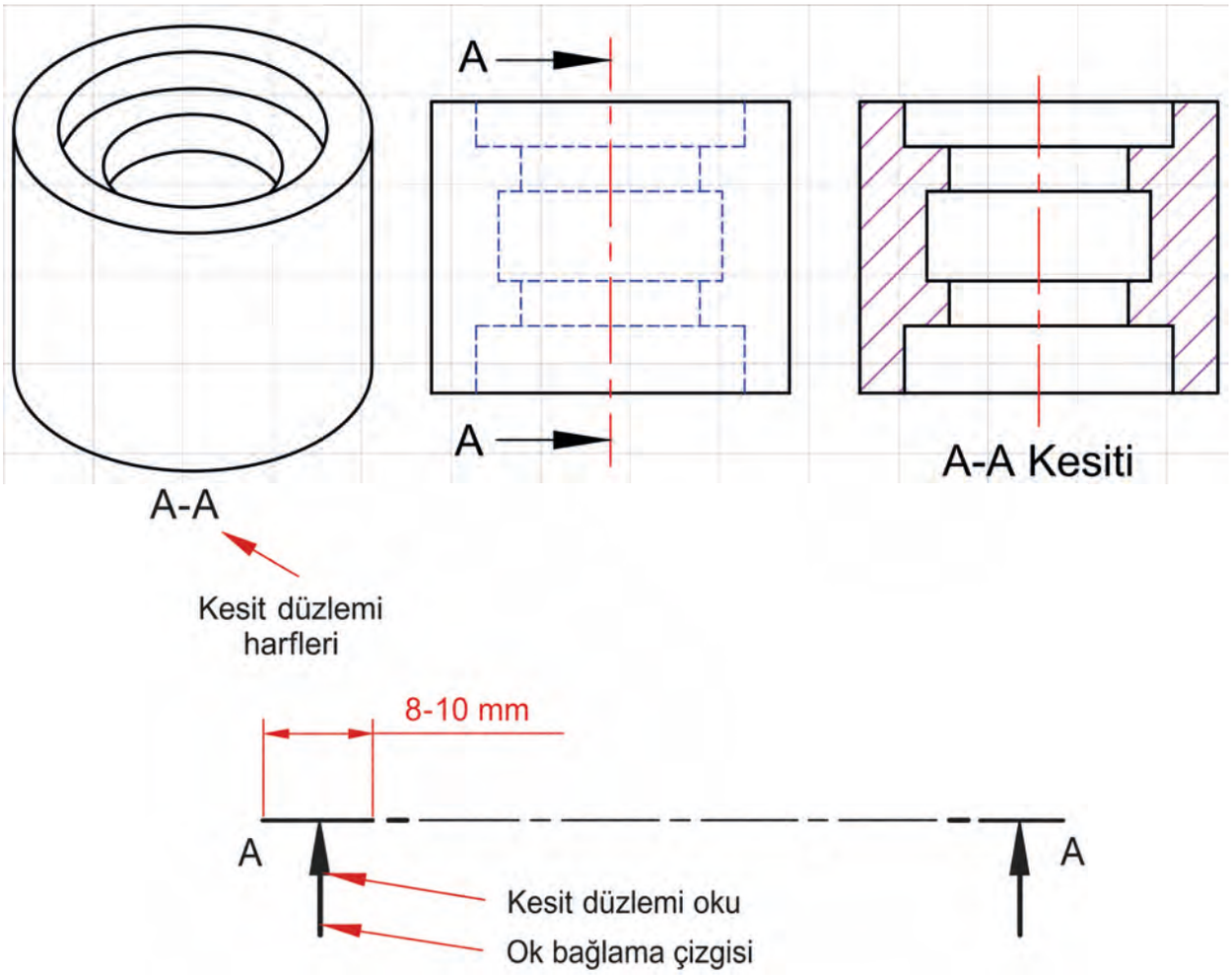
Bir parçanın iç kısmını göstermek için gerçekte var olmayan ancak varmış gibi düşünülen düzleme **kesit düzlemi** denir. Bu düzlem sayesinde parçanın içinde bulunan delik, kanal, boşluk ve benzeri kısımlar görünür hâle getirilir. Böylece parçanın iç yapısı daha açık ve anlaşılır biçimde çizilebilir.

Kesit düzlemi, kesit alınan görünüş üzerinde gösterilir. Bu düzlemin hangi yönden görüldüğünü belirtmek için oklar kullanılır. Oklar, parçaya hangi taraftan bakılarak kesit görünüşün çizileceğini gösterir. Kesit görünüşün uygun bir yerine **A-A, B-B, C-C** gibi harfler yazılarak kesit düzlemi adlandırılır. Böylece kesit düzlemi ile çizilen görünüş arasında bağlantı kurulur.

Kesit alma sırasında düzlemin temas ettiği dolu yüzeyler taranır. Bu taramalar, parçanın kesilen kısımlarını belirtmek için kullanılır. Boşluklar ve delikler ise taranmaz. Böylece parçanın dolu ve boş bölgeleri kolayca ayırt edilir.

Kesit düzleminin geçtiği yer, kesit görünüş çizilirken özel bir çizgiyle gösterilir. Bu çizgiye **kesit düzlem çizgisi** denir. Kesit düzlem çizgisi ve oklar teknik resim kurallarına uygun çizilmelidir. Oklar belirgin olmalı, harfler büyük yazılmalı ve bakış yönünü açıkça göstermelidir (Görsel 3.43).

Kesit düzleminin doğru gösterilmesi, kesit görünüşün doğru anlaşılmasını sağlar. Bu nedenle çizimde kullanılan ok, harf ve çizgi türlerine dikkat edilmelidir.

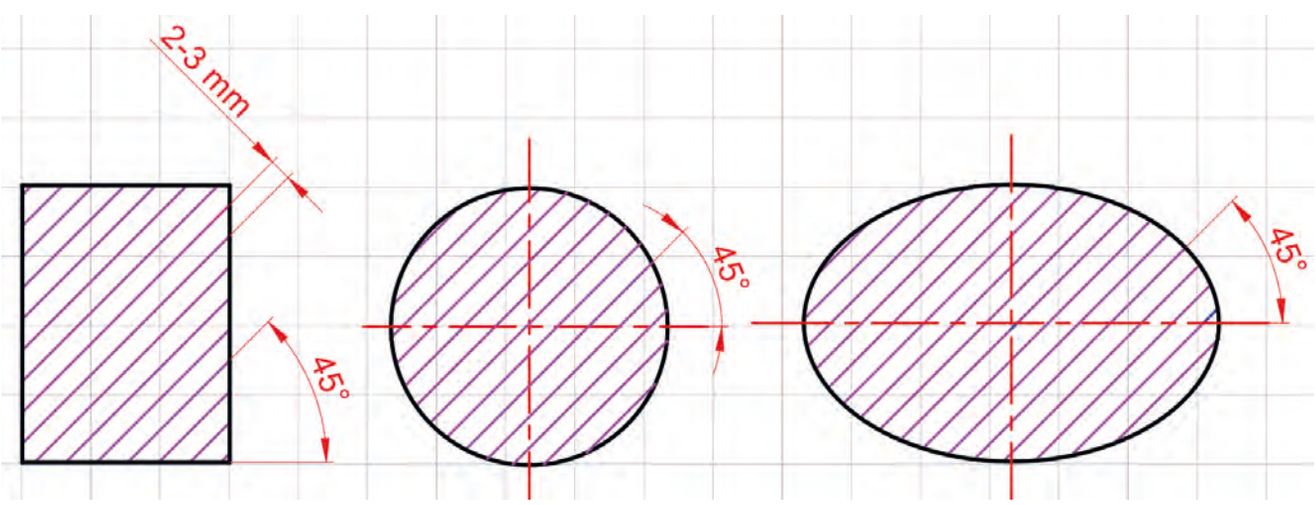


Görsel 3.43: Kesit düzlemi

3.2.2. Kesit Alma Kuralları

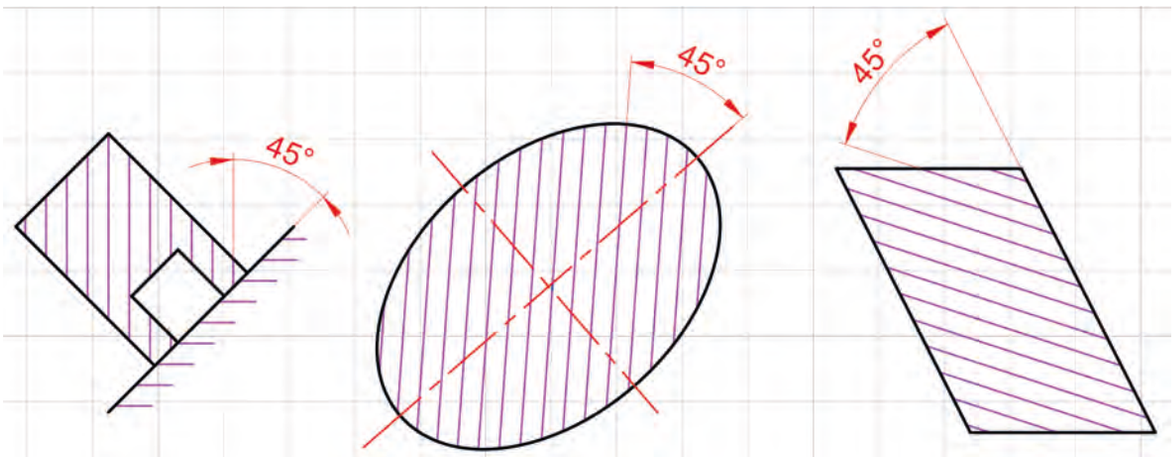
Kesit alma kuralları şunlardır:

- Kesit görünüşlerde kesit düzleminin parçayla temas ettiği yüzeyler ince ve paralel tarama çizgileriyle gösterilir. Bu çizgiler genellikle **45° eğimde** çizilir ve çizgi aralarında 2-3 mm eşit boşluk bırakılır. Parçanın görünen dış kenarları ise sürekli kalın çizgiyle belirtilir. Böylece kesilen yüzeyler ile dış sınırlar açık biçimde ayırt edilir (Görsel 3.44).



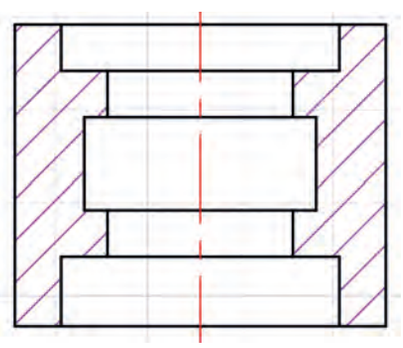
Görsel 3.44: Tarama çizgisi aralık ve açıları

- Tarama çizgilerinin doğrultusu özel durumlarda parçanın kenarları ve eksenleri dikkate alınarak belirlenmelidir. Tarama çizgileri, parçanın kenarlarına veya eksenine **45° açı** yapacak biçimde çizilmelidir. Bu uygulama, tarama çizgilerinin parça kenarlarıyla karışmasını önler ve kesit yüzeyinin daha açık algılanmasını sağlar. Özellikle eğik kenarlı, döndürülmüş ya da eksenel simetriye sahip parçalarda bu kurala dikkat edilmesi, kesit görünüşün anlaşılabilirliğini ve teknik doğruluğunu artırır (Görsel 3.45).



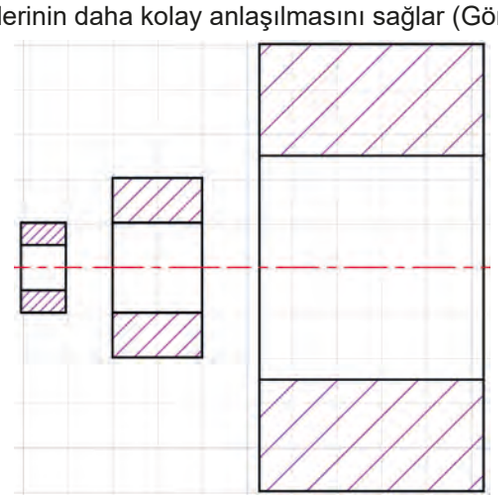
Görsel 3.45: Parça konumuna göre tarama

- Kesit görünüşlerde yalnızca kesit düzleminin geçtiği ve parça malzemesiyle temas ettiği yüzeyler taranır. Kesit düzleminin değmediği yüzeyler ile parça içindeki boşluklar, delikler ve oyuklar taranmaz. Çünkü bu kısımlar dolu malzemeyi değil boş hacmi ifade eder. Bu kurala uyulması, parçanın iç yapısının doğru anlaşılmasını sağlar ve kesit görünüşte dolu bölgeler ile boşlukların birbirinden açık biçimde ayırt edilmesine yardımcı olur (Görsel 3.46).



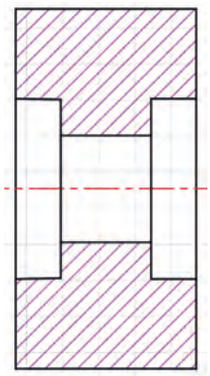
Görsel 3.46: Kesit yüzeyinin temas etmediği boşlukların gösterimi

- Kesit görünüşlerde tarama çizgileri arasındaki mesafe, kesit alınan yüzeyin büyüklüğüne göre değiştirilebilir. Küçük yüzeylerde çizgiler daha sık çizilir ve aralıklar yaklaşık 1 mm'ye kadar indirilebilir. Büyük yüzeylerde ise tarama çizgileri arasındaki mesafe 3 mm'den daha büyük seçilebilir. Bu uygulama, taramanın hem daha düzenli görünmesini hem de kesit yüzeylerinin daha kolay anlaşılmasını sağlar (Görsel 3.47).



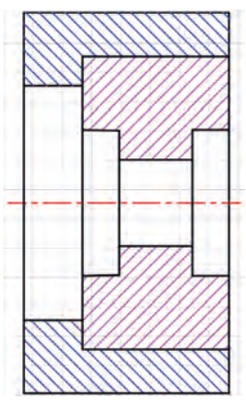
Görsel 3.47: Farklı ebatlardaki parçaların taranması

- Tarama sonucunda bir parçanın kesit görünüşü iki ayrı yüzeymiş gibi algılanıyorsa bu yüzeyler aynı büyüklükte aralıklarla ve aynı eğimde taranmalıdır. Böylece yüzeyler arasında gereksiz bir farklılık oluşturulmaz ve parçanın tek bir bütün olduğu açık biçimde gösterilir. Bu kural, kesit görünüşün doğru yorumlanmasını sağlar ve çizimde anlatım birliğini korur (Görsel 3.48).



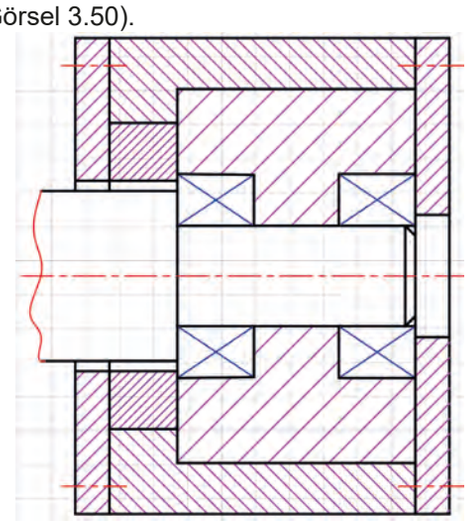
Görsel 3.48: Boşluklu bir parçanın taranması

- İki komşu parçanın kesit görünüşü çizilirken parçaların birbirinden kolayca ayırt edilebilmesi için tarama çizgileri farklı yönlerde uygulanmalıdır. Böylece bir parçadaki tarama diğerinden ayrılır ve parçalar arasındaki sınır daha açık biçimde ortaya çıkar. Gerekli durumlarda aynı açı korunarak tarama aralıkları farklılaştırılabilir. Bu kural, özellikle montaj resimlerinde parçaların karışmasını önler ve kesit görünüşün daha anlaşılır olmasını sağlar (Görsel 3.49).



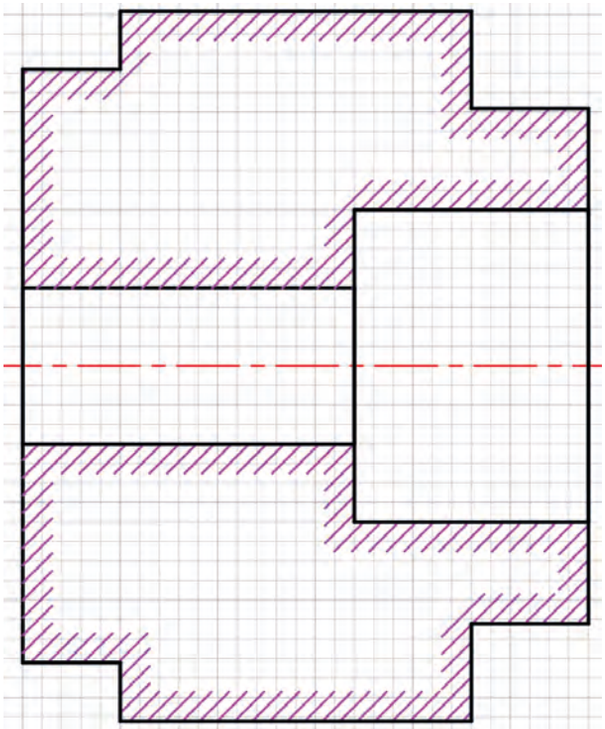
Görsel 3.49: İki komşu parçanın kesit görünüşü

- Birbirine monte edilmiş birden fazla parçanın kesit görünüşü çizilirken parçaların birbirinden kolayca ayırt edilebilmesi için tarama açıları ve tarama çizgileri arasındaki mesafeler farklı seçilmelidir. Böylece her parçanın ayrı bir eleman olduğu açıkça anlaşılır ve kesit görünüş daha düzenli hâle gelir. Tarama yönü ve aralığı belirlenirken parçaların büyüklüğü de dikkate alınmalıdır. Bu kural özellikle montaj resimlerinde parçaların karışmasını önler ve çizimin okunabilirliğini artırır (Görsel 3.50).



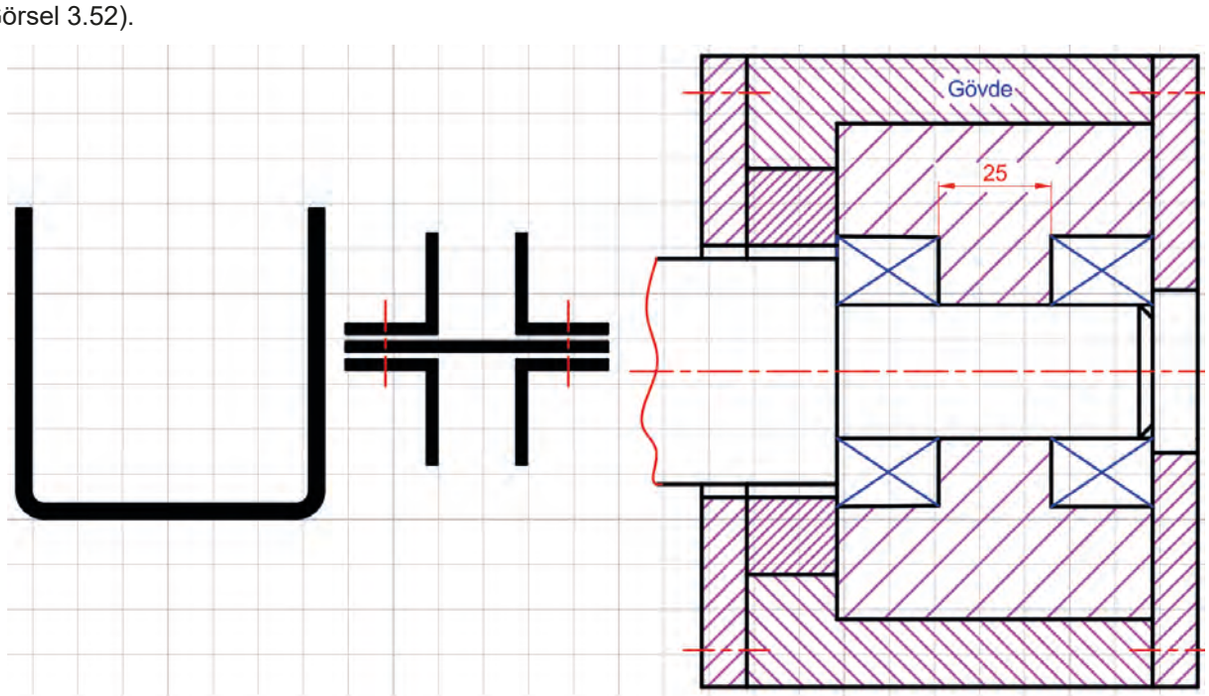
Görsel 3.50: Birbirine monte edilmiş birden fazla parçanın kesit görünüşü

- Çok büyük kesit yüzeylerinin taranmasında çizimin gereğinden fazla zaman almaması ve görünüşün daha düzenli olması için bütün alanın taranması yerine yalnızca yüzeyi sınırlayan kenarlara yakın bölümler taranabilir. Bu uygulamada tarama, kesit alanının sadece çevresinde yer alır ve orta kısım boş bırakılır. Böylece kesit alınan yüzeyin varlığı açıkça gösterilir, çizim daha sade ve anlaşılır hâle gelir. Bu yöntem özellikle geniş yüzeyli parçalarda tercih edilir (Görsel 3.51).



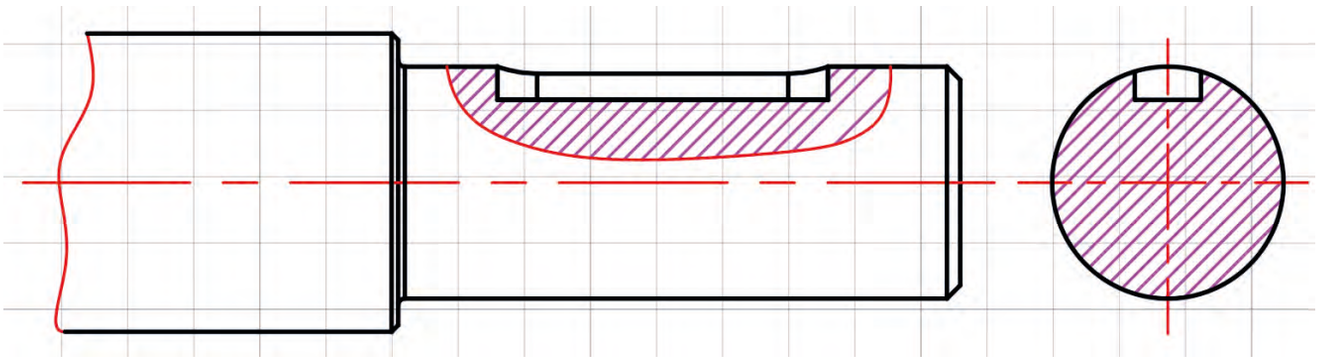
Görsel 3.51: Çok büyük kesit yüzeylerinin taranması

- Kesit görünüşlerde çok ince parçaların kesilen yüzeyleri oldukça dar olduğundan bu alanlarda tarama çizgileri yeterince belirgin olmayabilir. Bu gibi durumlarda yüzeyler, kesit yüzeyini daha açık gösterebilmek için tarama çizgileri yerine tamamen karalanarak belirtilir. Çok ince parçaların montaj resimleri çiziliyorsa komşu parçaların birbirinden ayırt edilebilmesi için aralarında en az 0,5 mm boşluk bırakılmalıdır. Ayrıca taranacak yüzeyler üzerinde yazı, ölçü oku ya da ölçü yazısı bulunuyorsa bu işaretlerin okunabilirliğini korumak amacıyla üzerleri taranmamalıdır. Böylece kesit görünüşün anlaşılması kolaylaşır, ölçü ve açıklama bilgilerinin belirginliği korunur (Görsel 3.52).



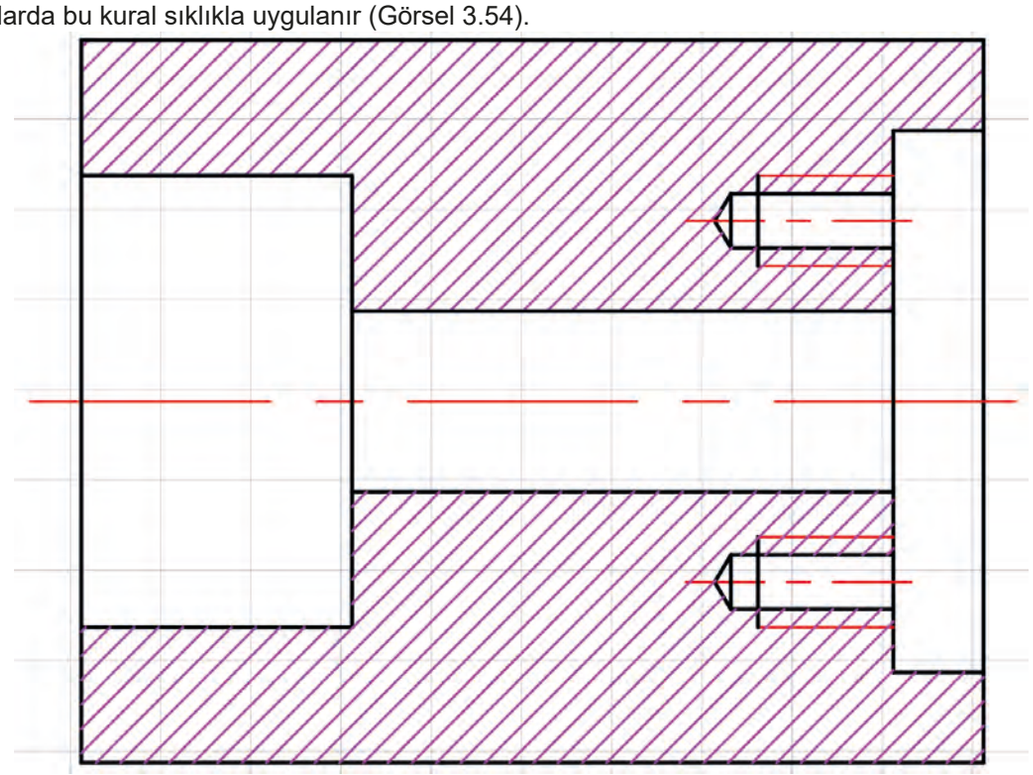
Görsel 3.52: Farklı özellikteki parçaların taranması

- Kesit düzleminin yeri, parçanın görünüşleri üzerinden açıkça anlaşılabiliyorsa kesit düzlemi çizgisi ile gösterilmesine gerek yoktur. Bu durumda çizimde gereksiz ayrıntıdan kaçınılarak görünüş daha sade ve anlaşılır hâle getirilir. Özellikle simetrik ya da kesit alınma biçimi kolayca kavranabilen parçalarda bu uygulama tercih edilir. Böylece teknik resimde çizim ekonomisi sağlanır ve görünüşün okunması kolaylaşır (Görsel 3.53).



Görsel 3.53: Kesit alma

- Tek görünüşle ifade edilen parçalarda parçanın bütünüyle kesit alındığında kesit düzlemi ayrıca gösterilmez. Çünkü bu tür parçalarda görünüşün tamamı doğrudan kesit olarak verildiğinden kesit düzleminin yeri ve bakış yönü çizimden açıkça anlaşılır. Bu uygulama, teknik resimde gereksiz çizgilerin kullanılmasını önler; görünüşü daha sade, düzenli ve kolay okunur hâle getirir. Özellikle eksenel simetriye sahip ve tek görünüşle tanımlanabilen parçalarda bu kural sıklıkla uygulanır (Görsel 3.54).



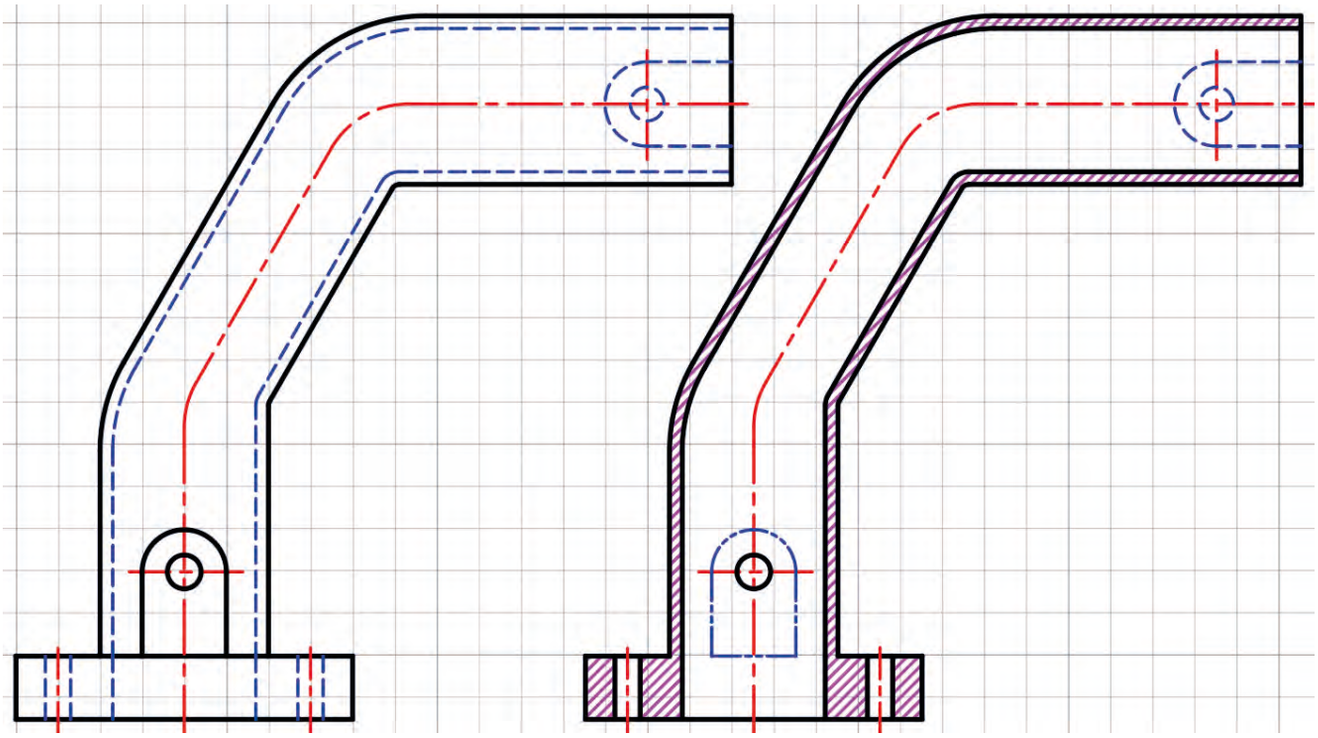
Görsel 3.54: Kesit görünüş

- Kesit görünüşlerde parçanın arka kısmında kalan ve doğrudan görülemeyen ayrıntılar kural olarak çizilmez. Bunun nedeni, kesit görünüşün amacının parçanın iç yapısını gereksiz çizgi kalabalığı oluşturmadan açık biçimde göstermesidir. Ancak bazı durumlarda arka tarafta kalan bir ayrıntının teknik açıdan belirtilmesi gerekebilir. Bu gibi durumlarda ayrıntı, ek bir görünüşle ya da kesik çizgiler yardımıyla gösterilebilir.

  Kesilip atılan ön kısımda açıklanması gereken bir detay bulunuyorsa her zaman ayrı bir görünüş çizmeye gerek yoktur. Gerekli durumlarda bu ayrıntı, kesit görünüş üzerinde **iki noktalı ince çizgi** ile belirtilerek gösterilebilir. Böylece çizim sade tutulur ve parçanın anlaşılması için gerekli bilgiler korunur.

  Aynı parçaya ait birden fazla kesit yüzeyi bulunduğunda ise tarama çizgilerinin çiziminde birlik sağlanmalıdır.

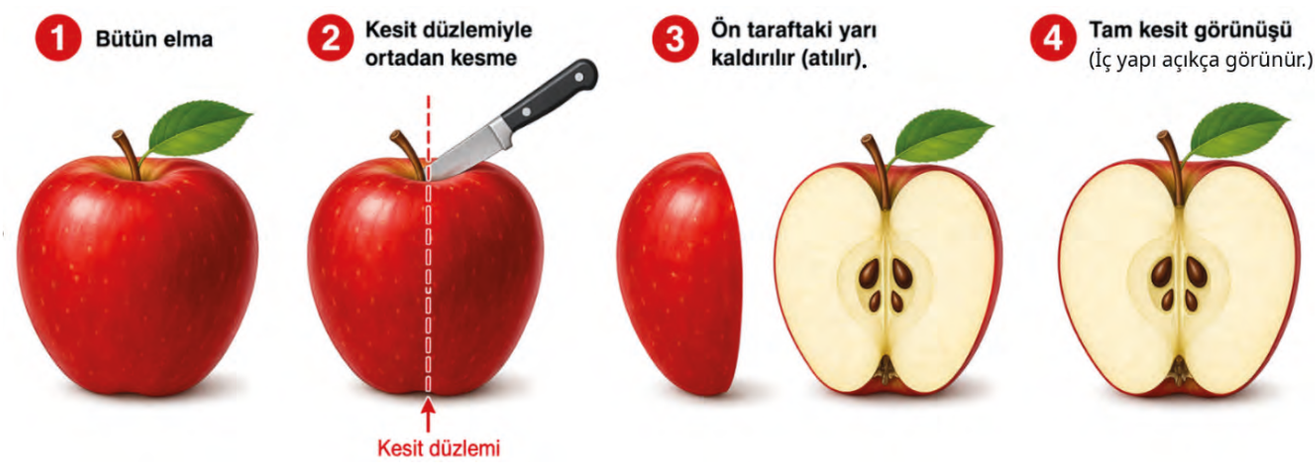
Bu yüzeylerde tarama çizgileri **aynı yönde**, **aynı açıda** ve **eşit aralıklarla** çizilmelidir.
Bu uygulama, parçanın tek bir bütün olduğunu açık biçimde gösterir; kesit görünüşün daha düzenli, anlaşılır ve teknik kurallara uygun olmasını sağlar (Görsel 3.55).



Görsel 3.55: Kesit görünüşlerde görünmez çizgilerin gösterimi

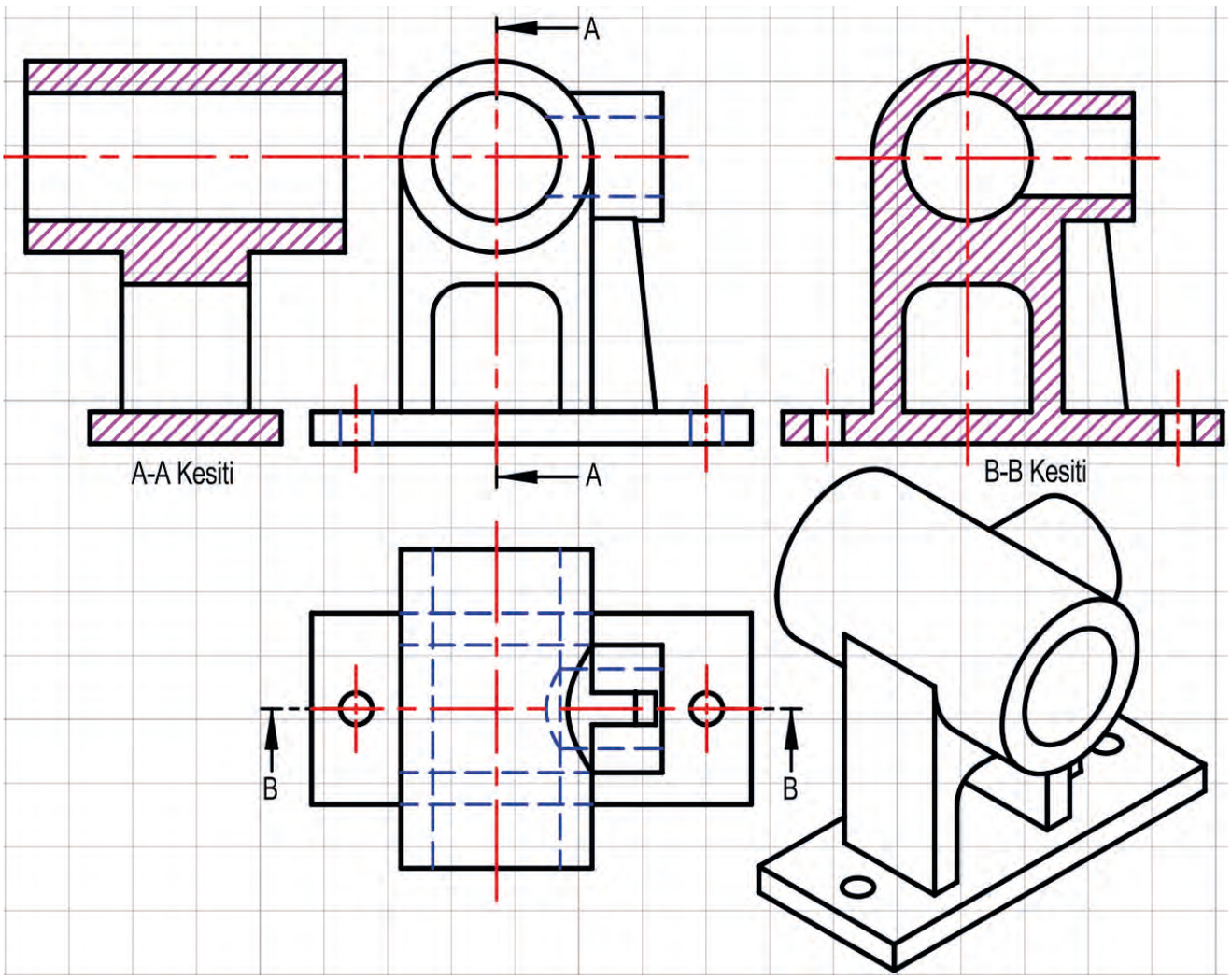
3.2.2.1. Tam Kesit

Bir parçanın tek bir kesit düzlemiyle baştan sona kesildiği varsayılarak elde edilen kesitlere **tam kesit** denir. Bu yöntemde parça, kesit düzlemi boyunca ikiye ayrılmış gibi düşünülür; gözlemciye yakın tarafta kalan bölüm atılır ve geride kalan kısmın görünüşü çizilir. Böylece parçanın iç yapısı, gizli çizgilere gerek kalmadan açık ve anlaşılır biçimde gösterilir (Şekil 3.56).



Görsel 3.56: Tam kesit görünüm

Tam kesitte parçanın kesit düzlemiyle temas eden bütün yüzeyleri taranır. İç kısımda daha önce görünmeyen boşluklar, delikler, oyuklar ve benzeri ayrıntılar görünür hâle gelir ve görünüşte sürekli kalın çizgilerle belirtilir. Bu durum, özellikle iç yapısı karmaşık olan parçaların teknik olarak doğru ve kolay anlaşılır biçimde anlatılmasını sağlar (Görsel 3.57).



Görsel 3.57: Tam kesit görünüm

Tam kesit yöntemini açıklamak için bir elmanın ortasından bıçakla ikiye bölünmesi örnek verilebilir. Elma kesildiğinde iç kısmı ve çekirdek yatağı açıkça görülebilir. Teknik resimde de benzer biçimde parçanın iç yapısı hayalî bir kesme işlemi sonucunda ortaya çıkarılarak gösterilir.

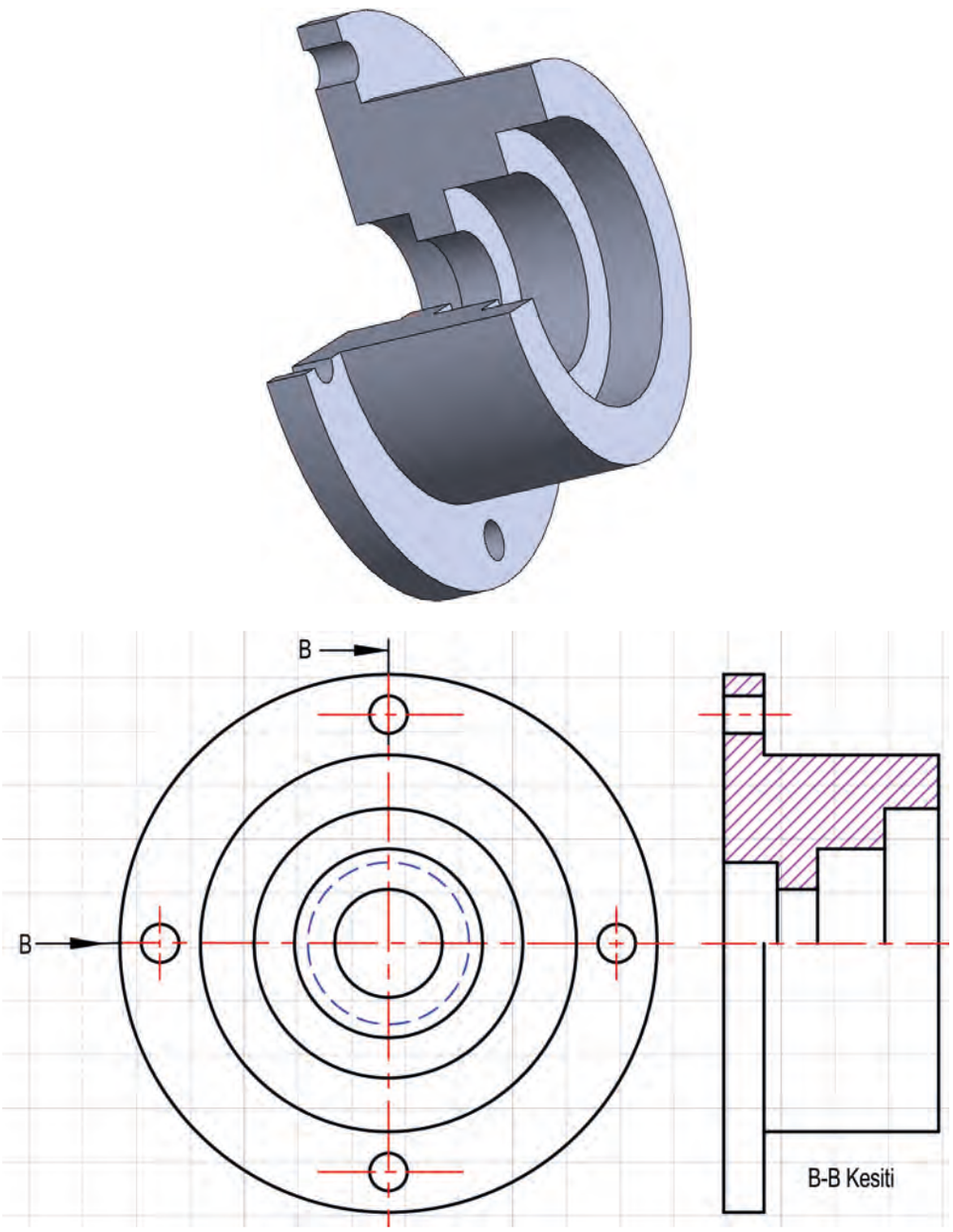
Simetrik parçalarda kesit düzlemi çoğunlukla parçanın tam ortasından geçirilir. Bu durumda görünüş simetrik olduğu için **kesit düzlemi çizgisinin ayrıca gösterilmesine gerek yoktur.** Ancak simetrik olmayan parçalarda kesitin hangi yerden alındığını belirtmek amacıyla kesit düzlemi çizgileri ve bakış yönünü gösteren işaretler çizilmelidir.

Tam kesit, parçanın iç yapısını tek görünüşte açık ve düzenli biçimde ifade etmeye imkân verdiği için teknik resimde sıkça kullanılan temel kesit çeşitlerinden biridir.

3.2.2.2. Yarım Kesit

Birbirine dik iki kesit düzlemi ile cismin dörtte birinin kesilip atıldığı varsayılarak elde edilen kesitlere **yarım kesit** denir. Bu yöntemde parçanın dış görünüşü ve iç yapısı aynı görünüş üzerinde birlikte gösterilerek çizilir. Genellikle görünüşün bir yarısı dış görünüş olarak bırakılır, diğer yarısı ise kesit alınmış hâlde gösterilir. Böylece parçanın dış biçimi ve iç ayrıntıları tek görünüşte açıkça anlaşılabilir.

Yarım kesit özellikle **simetrik parçaların** çiziminde kullanılır. Parça simetrik olduğunda kesit düzlemi çoğunlukla merkez eksenlerinden geçtiği için kesit düzlemi çizgilerinin ayrıca gösterilmesine gerek olmayabilir. Bu durum, çizimde sadelik sağlar ve gereksiz çizgi kalabalığını önler. Genellikle parçanın **sol yarısı dış görünüş**, **sağ yarısı kesit görünüş** olarak çizilir ancak gerektiğinde bunun tersi de uygulanabilir (Görsel 3.58).



Görsel 3.58: Yarım kesit görünüm

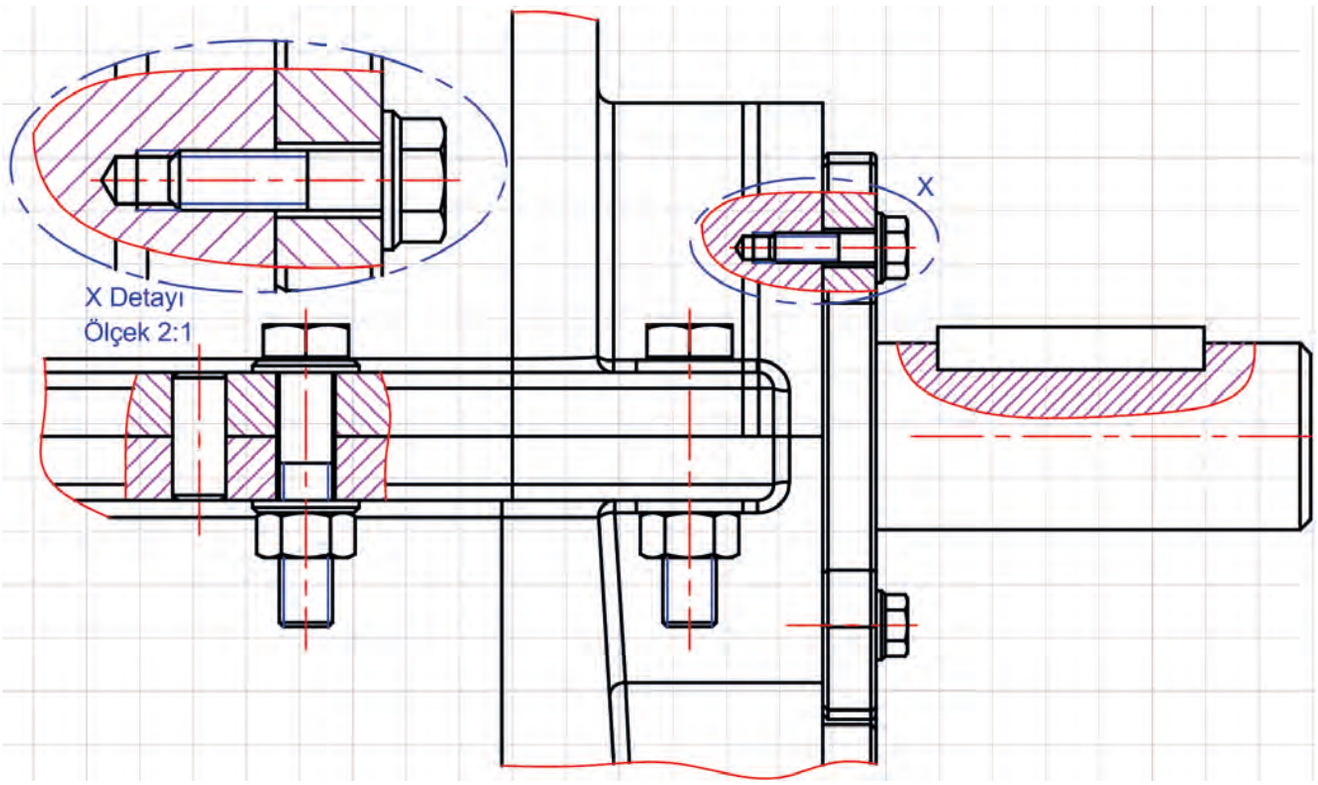
Kesit alınan yarımda kesit düzleminin temas ettiği yüzeyler taranır. Kesit alınmayan yarımda ise parçanın dış görünüşü verilir. Yarım kesitte **görünmeyen ayrıntılar kesik çizgilerle gösterilmez**. Kesit alma işlemi iç yapının doğrudan görülmesini sağladığından bu tür çizgilere gerek kalmaz. Böylece görünüş daha düzenli, açık ve kolay okunur hâle gelir.

Yarım kesit özellikle delikli, oyuklu veya iç yapısı simetrik olan parçaların teknik resimlerinde büyük kolaylık sağlar. Hem iç hem de dış özellikleri bir arada gösterebilmesi nedeniyle tam kesite göre daha ekonomik ve anlatımı daha güçlü bir yöntemdir. Bu nedenle makine parçalarının teknik resimlerinde sıkça başvurulan kesit türlerinden biridir.

3.2.2.3. Kısmi Kesit

Parçanın yalnızca belirli bir bölgesinin iç yapısını göstermek amacıyla uygulanan kesitlere **kısmi kesit** denir.

Bu kesit türü, parçanın tamamının kesit alınmasına gerek duyulmayan durumlarda kullanılır ve yalnızca incelenmek istenen bölümün görünür hâle getirilmesini sağlar (Görsel 3.59). Kısmi kesitler, kullanım şekline göre **koparılmış kesit** ve **bölgesel kesit** olmak üzere ikiye ayrılır.



Görsel 3.59: Kısmi kesit görünüm

Koparılmış kesit tam veya yarım kesitin yetersiz kaldığı durumlarda parçanın yalnızca bir kısmının koparılıp atıldığı varsayılarak çizilir. Bu yöntemde koparılan bölgenin sınırı, serbest elle çizilmiş düzensiz bir koparma çizgisiyle belirtilir. Koparılan bölümün iç kısmı taranır ve böylece yalnızca gerekli ayrıntılar görünür hâle getirilir. Bu uygulama, parçanın iç yapısının sadece belli bir kısmını göstermek için pratik ve anlaşılır bir yöntem sunar.

Bölgesel kesitte ise parçanın bütününün değil yalnızca belirli bir alanının kesiti alınarak gösterilir. Bu yöntemde de kesit alınan bölüm taranır ancak yalnızca gerekli bölge üzerinde işlem yapıldığı için görünüşte sadelik korunur. Bölgesel kesitler, özellikle küçük bir ayrıntının açıklanmak istendiği durumlarda tercih edilir.

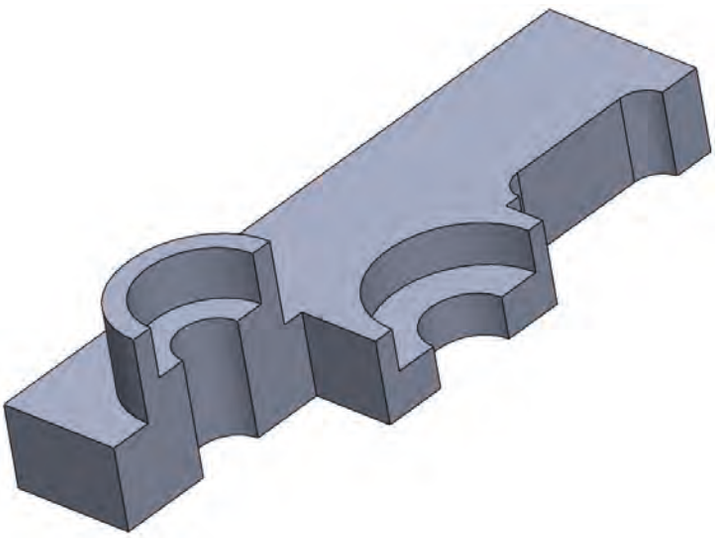
Kısmi kesitlerde kesit alınan bölge doğrudan görünüş üzerinde gösterildiğinden **kesit düzlemi çizgisi çizilmez**. Böylece çizimde gereksiz işaretlerden kaçınılır ve yalnızca anlatılmak istenen bölüm vurgulanır. Kısmi kesitler, teknik resimde çizim ekonomisi sağlar ve parçanın önemli ayrıntılarının açık ve anlaşılır biçimde gösterilmesine yardımcı olur.

3.2.2.4. Kademeli Kesit

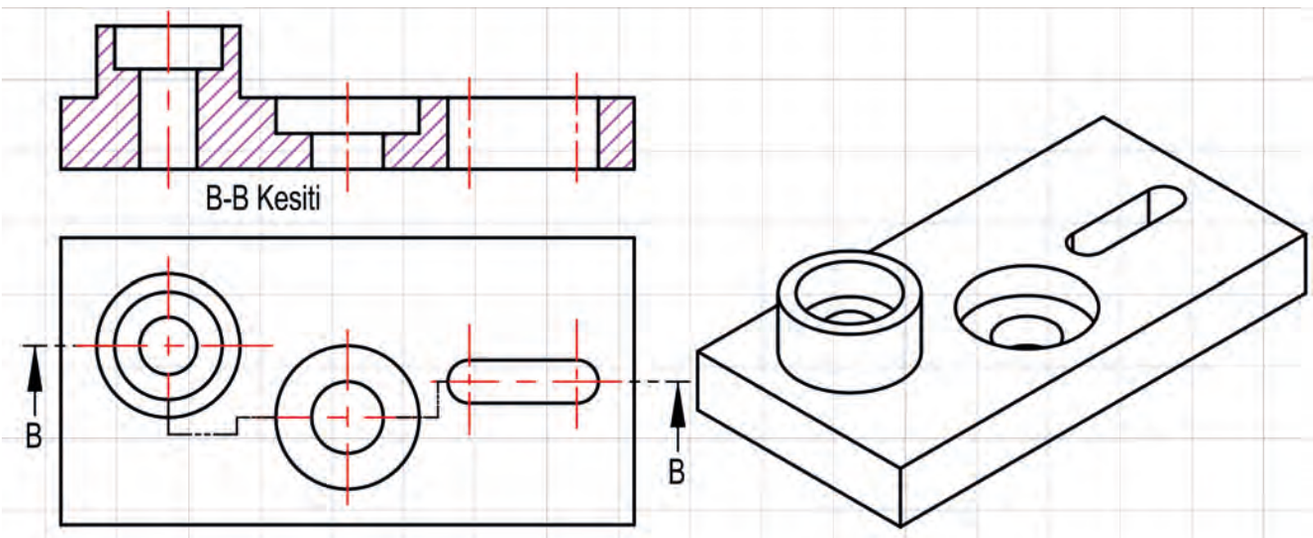
Bazı parçalarda delik, kanal ve benzeri iç boşluklar aynı eksen üzerinde yer almaz. Bu durumda tek bir düz kesit, parçanın bütün önemli ayrıntılarını göstermede yetersiz kalabilir. Böyle durumlarda kesit düzlemine yön değiştirecek biçimde kademe verilerek **kademeli kesit** uygulanır. Böylece farklı konumlarda bulunan iç ayrıntılar tek bir kesit görünüş içinde birlikte gösterilebilir.

Kademeli kesitte, kesit düzleminin izleri görünüş üzerinde **kesit düzlemi çizgisi** ile belirtilir ve bakış yönünü gösteren oklarla tanımlanır. Kesit düzlemini ifade eden harfler uygun yerlere yazılır.

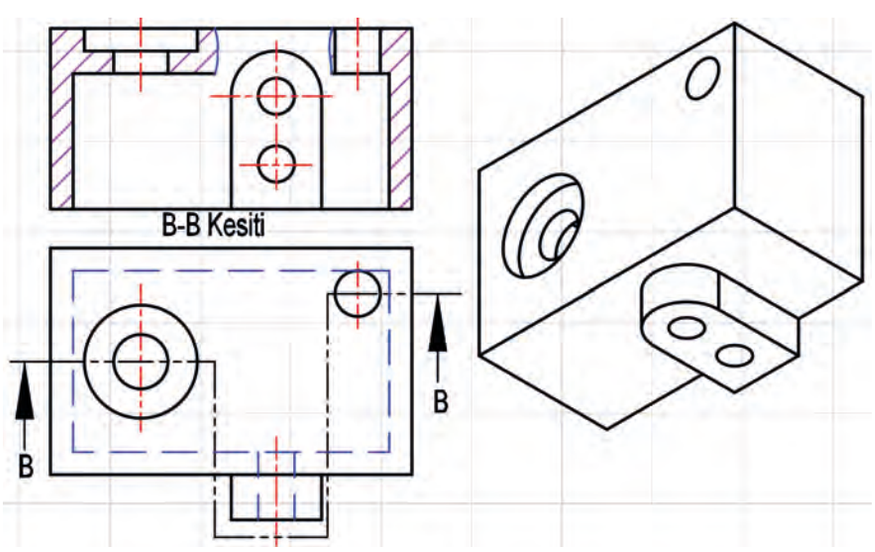
Düzlemin doğrultu değiştirdiği köşe noktaları da görünüş üzerinde açıkça gösterilir. Ancak elde edilen kesit görünüş çizilirken bu kademeler aynı düzlemdeymiş gibi düşünülerek tek bir görünüş hâlinde düzenlenir (Görsel 3.60, 3.61).



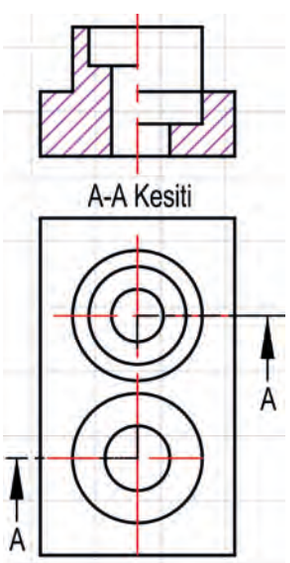
Bazı uygulamalarda kesit düzlemi parçanın dışına çıkarak yeniden parça üzerine dönebilir. Bu yöntem, özellikle dış yüzeyde veya farklı bölgelerde bulunan ayrıntıların aynı kesitte gösterilmek istendiği durumlarda yararlıdır (Görsel 3.62). Kademeli kesit, parçanın farklı bölgelerinde yer alan önemli iç ayrıntıları tek görünüşte topladığı için teknik resimde açıklık ve çizim ekonomisi sağlar.



Görsel 3.60: Kademeli kesit



Görsel 3.61: Kademeli kesit

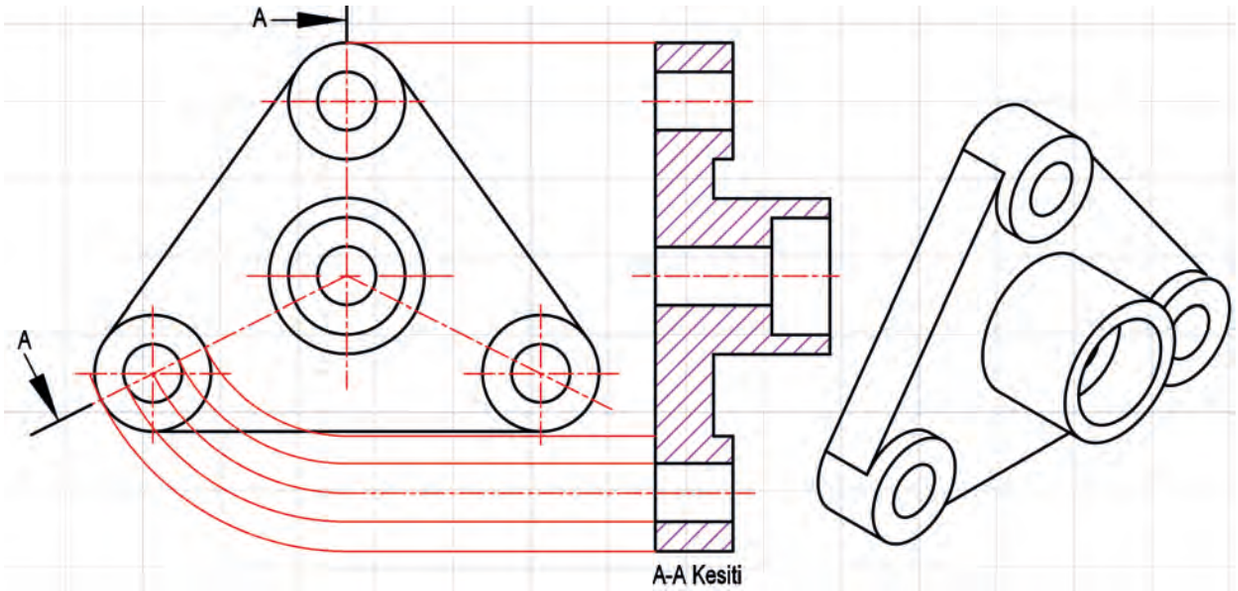


Görsel 3.62: Kademeli kesit

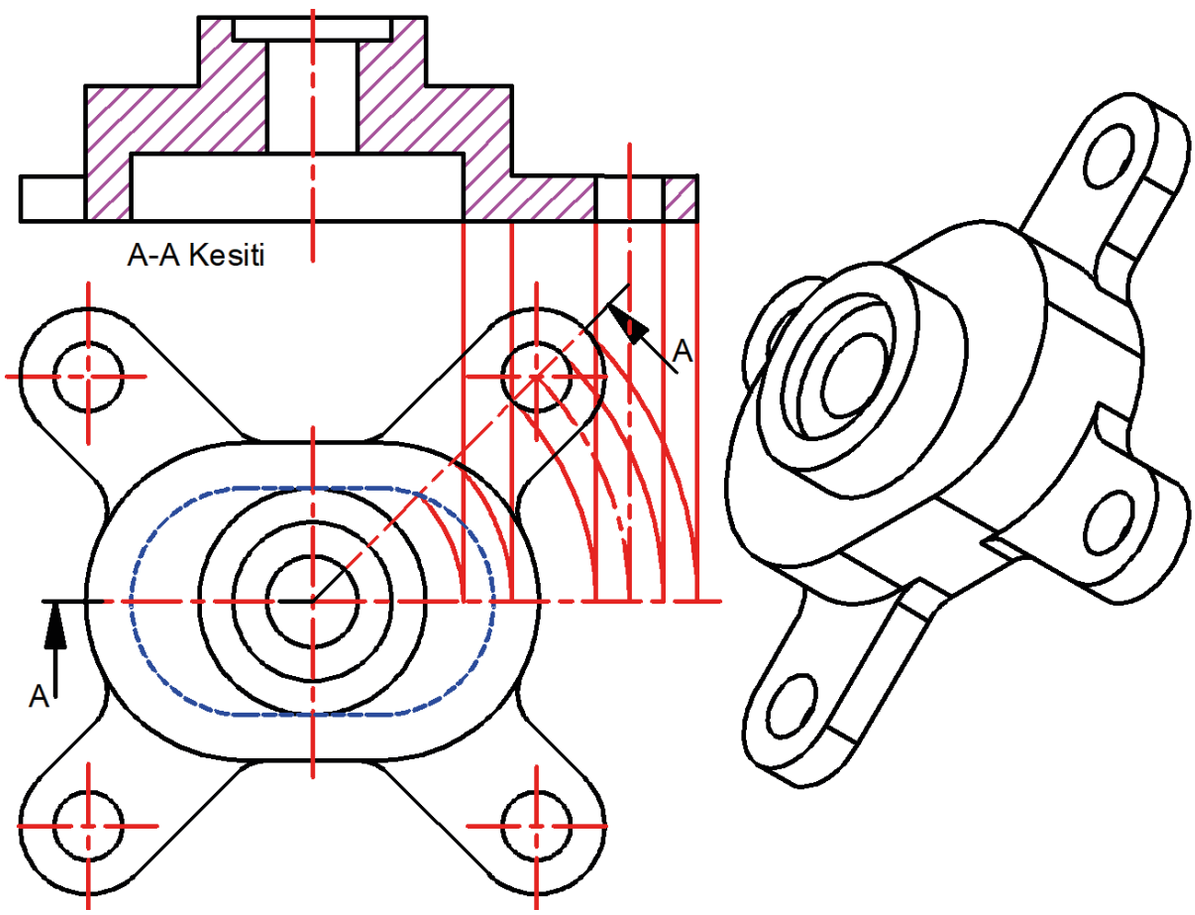
3.2.2.5. Döndürülmüş Kesit

Bazı makine parçalarında delik, kanal, girinti ve çıkıntılar ana eksen üzerinde bulunmayabilir ya da eksene göre eğik konumda yer alabilir. Bu durumda tam, yarım, kademeli veya kısmi kesitler parçanın biçimini açıklamak için yeterli olmayabilir. Böyle durumlarda **döndürülmüş kesit** yöntemi kullanılır.

Döndürülmüş kesit yönteminde kesiti alınmak istenen bölüm kendi bulunduğu konumdan alınarak ana eksene ya da uygun bir düzleme taşınmış gibi düşünülür. Kesit, gerekli döndürme işlemi yapıldıktan sonra **gerçek şekli ve gerçek ölçüsü** ile çizilir. Böylece normal görünüşlerde açıkça görülemeyen ayrıntılar daha anlaşılır hâle gelir (Görsel 3.63, 3.64).



Görsel 3.63: Döndürülmüş kesit



Görsel 3.64: Döndürülmüş kesit

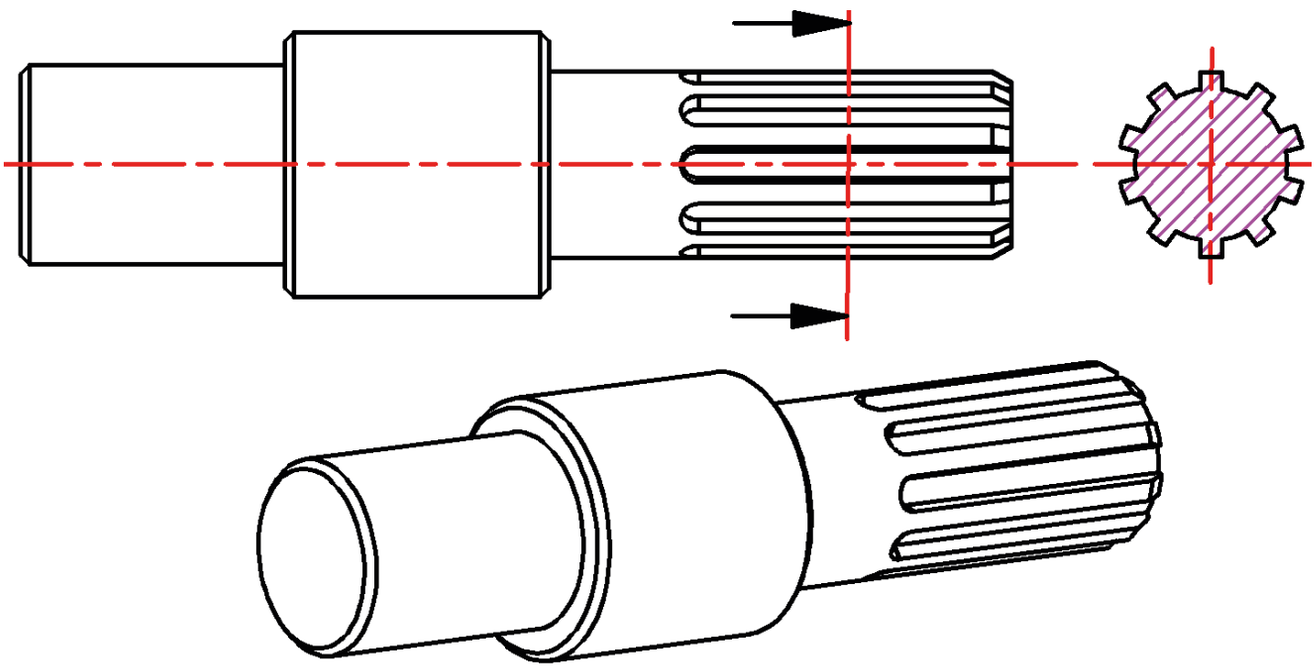
Döndürülmüş kesit özellikle eksene göre eğik yerleşmiş iç boşlukların ve karmaşık kesit biçimlerinin gösterilmesinde yararlı bir yöntemdir. Bu sayede parçanın geometrik yapısı daha açık biçimde ifade edilir ve görünüşün okunabilirliği artar.

3.2.2.6. Profil Kesit

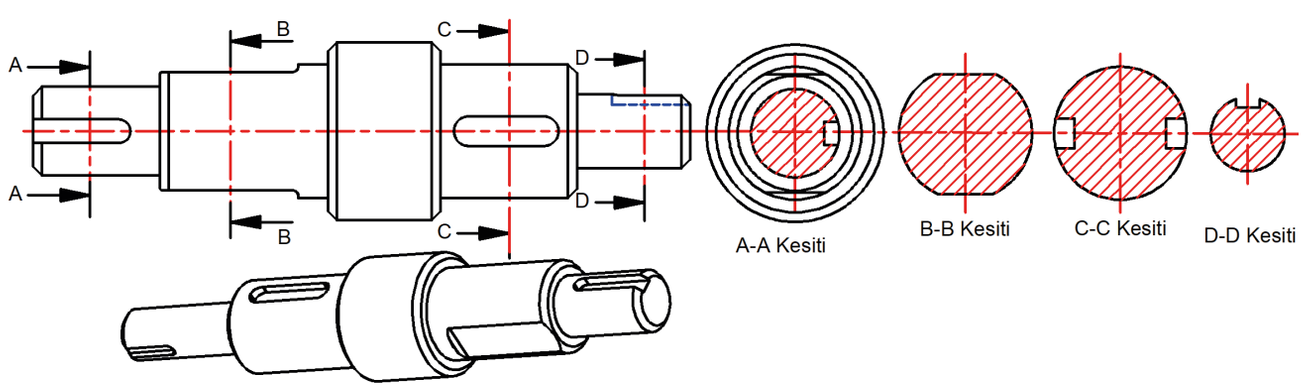
Mil, profilli parçalar, takviye kanatları, köşebentler ve benzeri ince-uzun elemanların eksene dik olarak kesilmesiyle elde edilen kesitlere **profil kesit** denir. Bu kesit türü, parçanın enine kesit biçimini açıkça göstermek amacıyla kullanılır. Özellikle dış görünüşten tam olarak anlaşılamayan profil şekillerinin tanıtılmasında önemli bir yöntemdir.

Profil kesitte kesit düzlemi parça üzerinde oklarla gösterilir ve bakış yönüne göre değerlendirilir. Gerektiğinde kesitler harflerle adlandırılarak ilgili görünüşlerle ilişkilendirilir. Ancak parça üzerinde yalnızca tek bir profil kesit bulunuyorsa çoğu zaman ayrıca harflendirme yapmaya gerek kalmaz. Birden fazla profil kesit varsa ve bunlar farklı yerlerde gösteriliyorsa karışıklığı önlemek için her biri ayrı ayrı adlandırılmalıdır (Görsel 3.65).

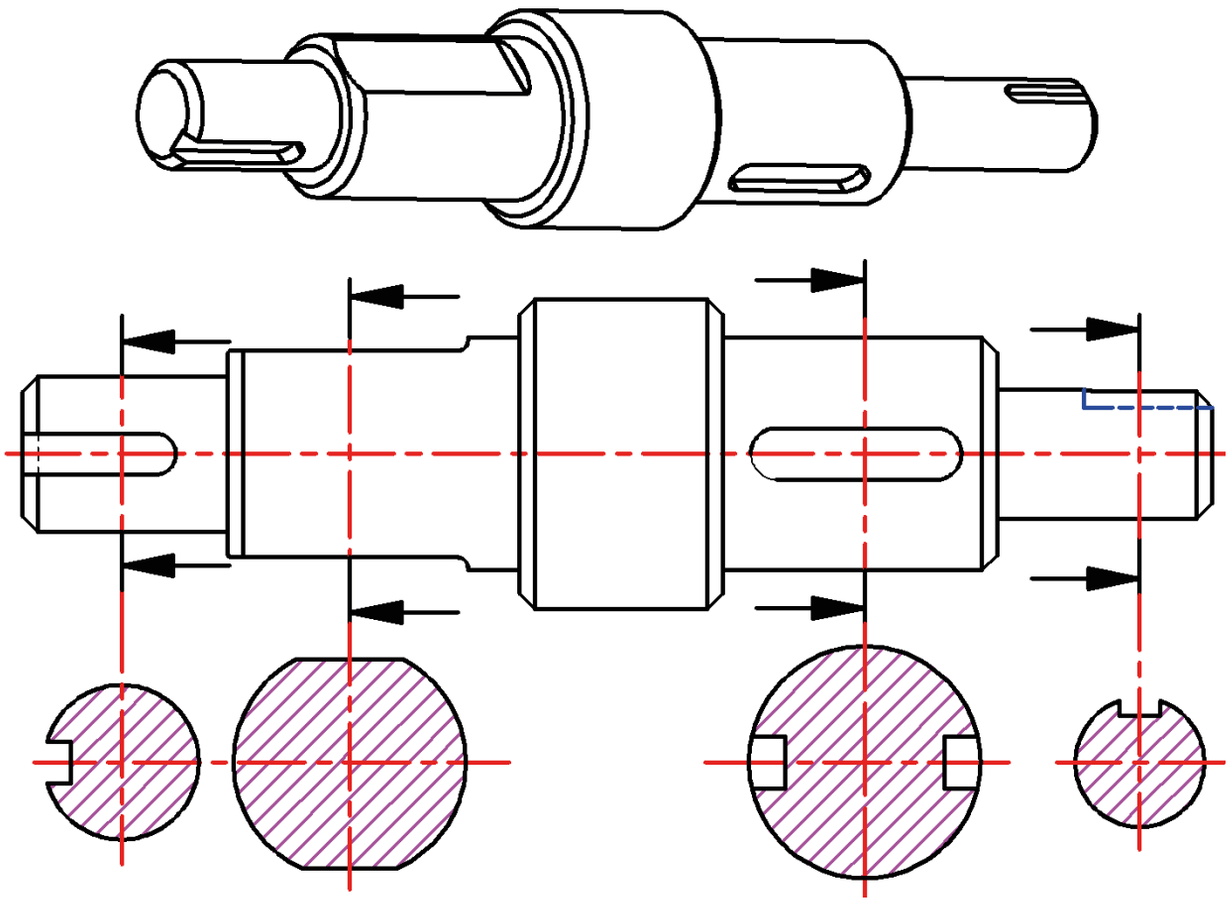
Kesit görünüşler, kesit alınan bölgelerin hemen yanında veya altında veriliyorsa ayrıca harf yazılmasına çoğu durumda ihtiyaç duyulmaz (Görsel 3.66, 3.67). Bu yönüyle profil kesit; parçanın farklı bölgelerindeki kesit biçimlerini sade, düzenli ve anlaşılır biçimde göstermeye elverişli bir anlatım yöntemidir.



Görsel 3.65: Profil kesit



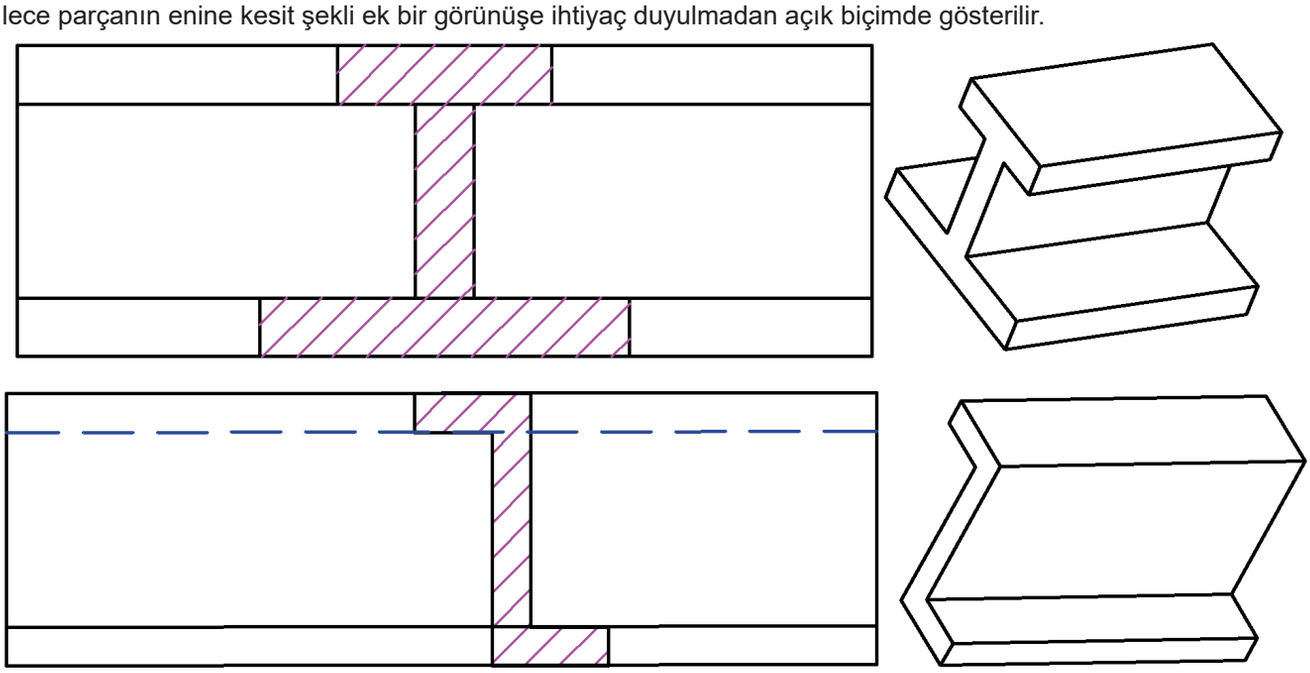
Görsel 3.66: Profil kesit



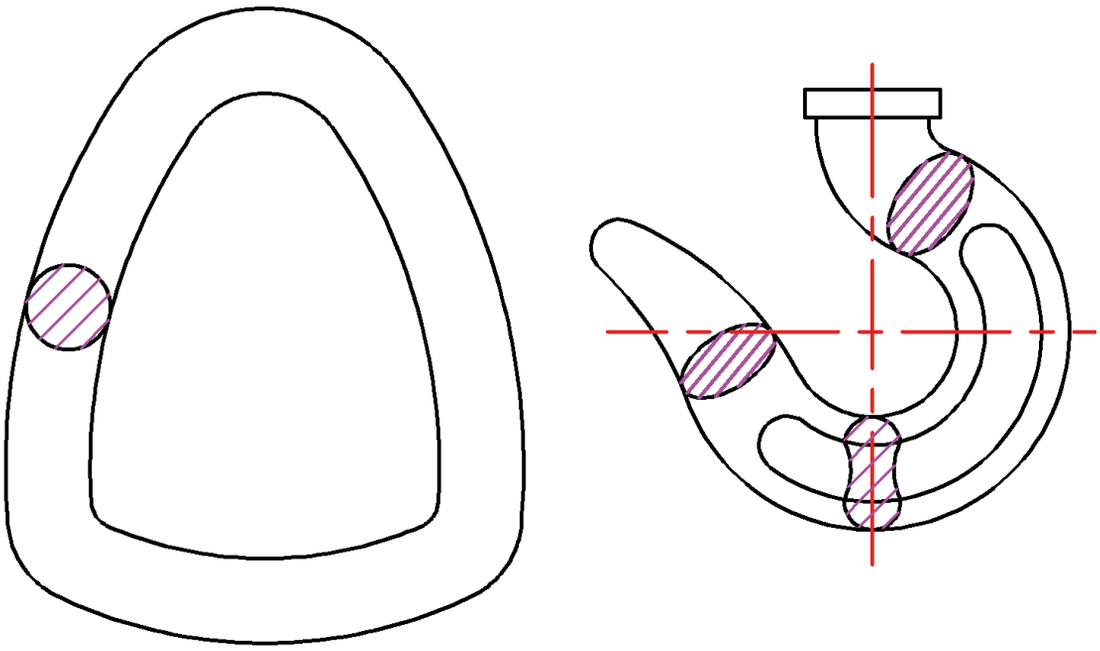
Görsel 3.67: Profil kesit

3.2.2.7. Yerinde Döndürülmüş Kesit

Destek elemanları, çeşitli profiller, takviye kanatları kasnak kolları gibi uzun parçalarda kesit biçiminin görünüş üzerinde doğrudan gösterilmesi için **yerinde döndürülmüş kesit** yöntemi kullanılır. Bu yöntemde parçanın belirli bir noktasından alınan kesit, bulunduğu yerde **90° döndürülerek** görünüş üzerine çizilir (Görsel 3.68, 3.69). Böylece parçanın enine kesit şekli ek bir görünüşe ihtiyaç duyulmadan açık biçimde gösterilir.

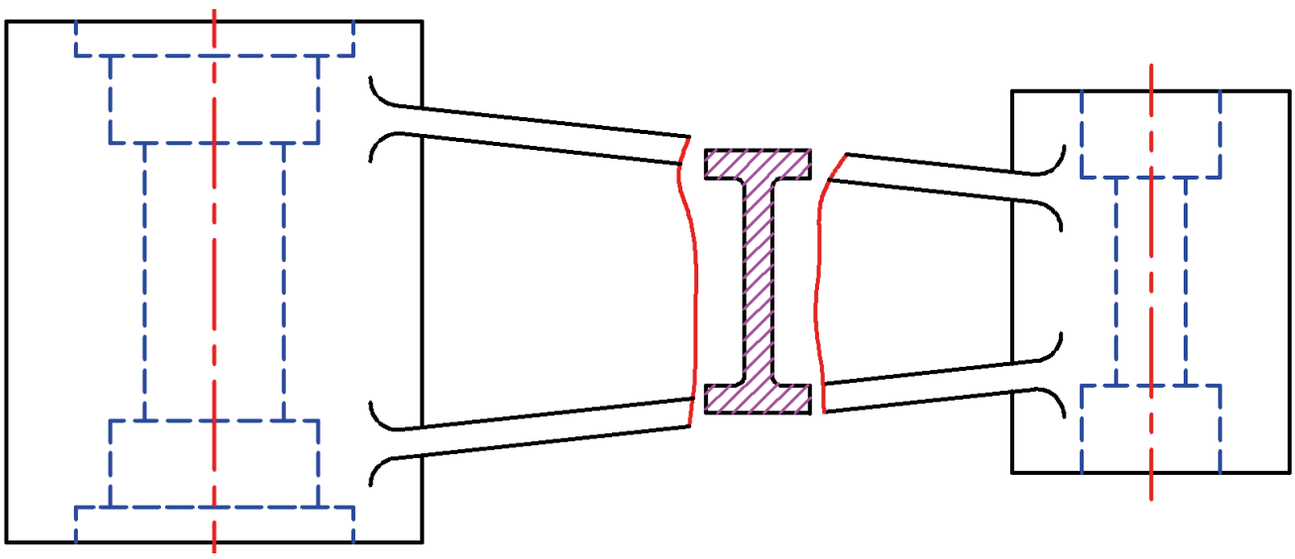


Görsel 3.68: Yerinde döndürülmüş kesit (1)



Görsel 3.69: Yerinde döndürülmüş kesit (2)

Yerinde döndürülmüş kesitte, döndürülen profilin sınırları parça üzerinde genellikle **sürekli ince çizgi** ile belirtilir; kesit iç yüzeyi ise tarama çizgileriyle gösterilir. Bu yöntem, özellikle uzun ve ince parçalarda çizim ekonomisi sağlar ve profil biçiminin anlaşılmasını kolaylaştırır. Gerekli durumlarda uzun parçaların ara kısımları koparılmış olarak gösterilebilir, yerinde döndürülmüş kesit ise ilgili bölgede açık ve düzenli biçimde verilir (Görsel 3.70). Bu yönüyle yerinde döndürülmüş kesit, teknik resimde anlatım gücünü artıran kullanışlı ve işlevsel bir kesit türüdür.



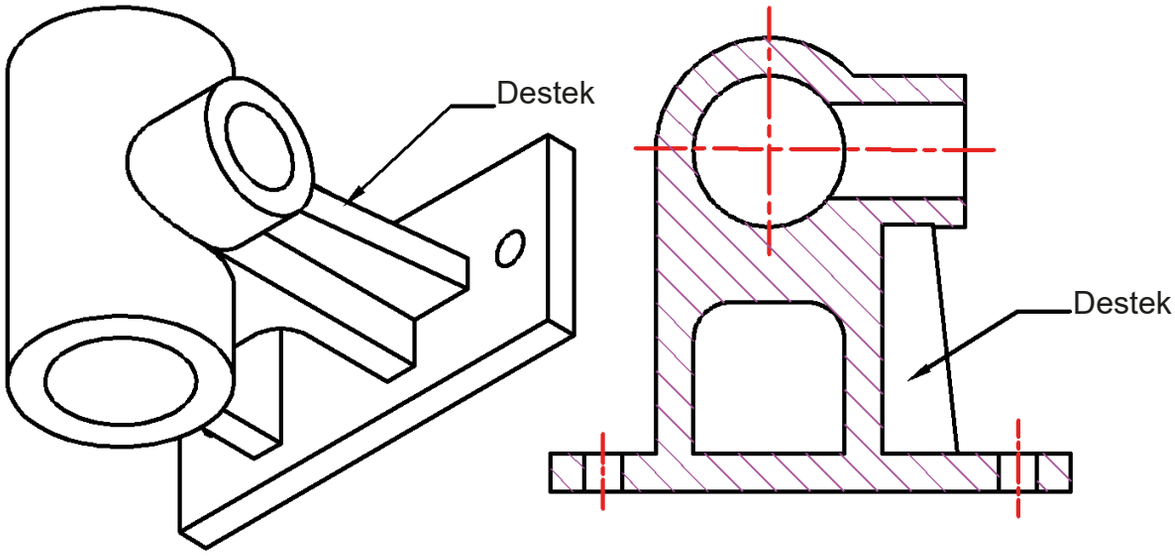
Görsel 3.70: Yerinde döndürülmüş kesit (3)

3.2.3. Kesit Alındığı Hâlde Taranmayan Parçalar

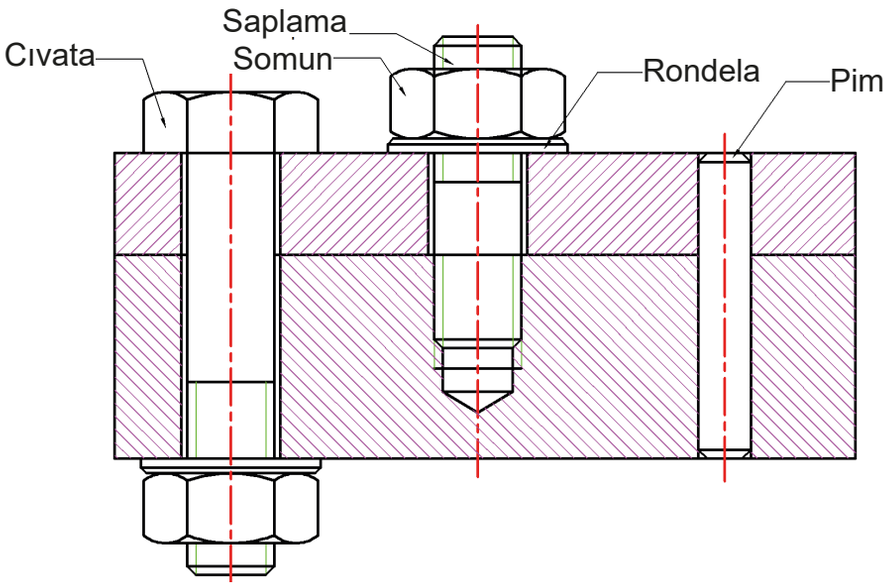
Teknik resimde bazı makine elemanları boyuna kesit alınmış olsalar bile **taranmaz**. Bunun temel amacı, çizimi sadeleştirmek ve parçaların biçimini daha kolay anlaşılır hâle getirmektir. Bu elemanlar boyuna kesitte taranmadıkları için ana şekilleri görünüş üzerinde daha açık seçilebilir. Ancak aynı parçalar **enine kesit** ile gösterildiklerinde taranır.

Enine kesit kuralına giren elemanlar arasında **miller, cıvatalar, somunlar, rondelalar, pimler, perçinler, kamalar, kasnak kolları, takviye kanatları, rulman bilyaları, rulman makaraları, zincir baklaları, dişliler, pernolar, saplamalar ve destekler** yer alır (Görsel 3.71, 3.72, 3.73, 3.74, 3.75). Bu parçaların boyuna kesitte taranmaması,

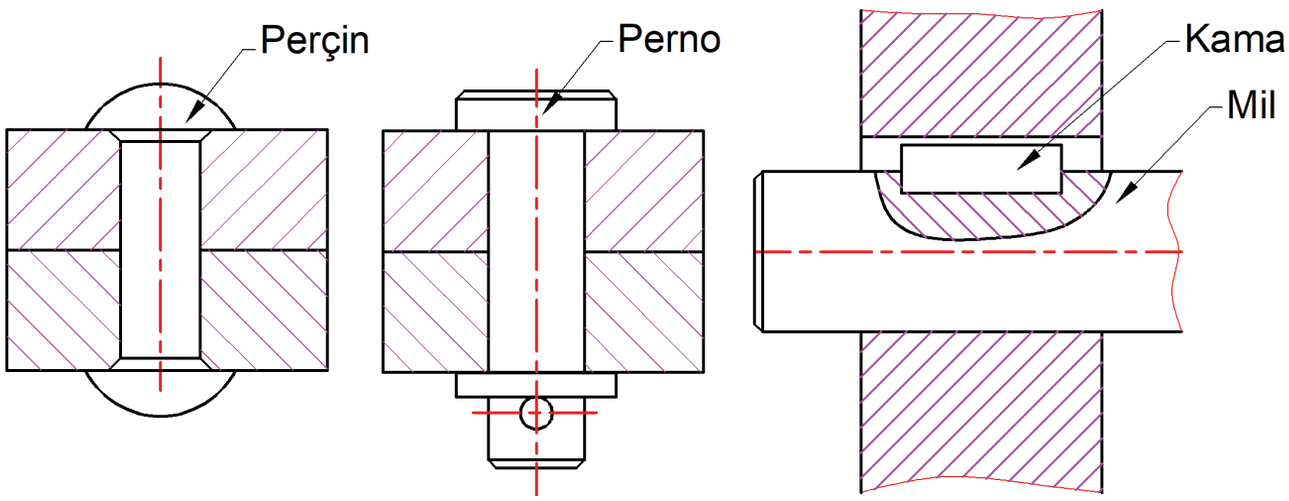
teknik resimde yerleşmiş bir gösterim kuralıdır ve özellikle montaj resimlerinde karışıklığı önlemeye yardımcı olur. Böylece kesit görünüş hem daha düzenli olur hem de standart gösterim kurallarına uygun biçimde hazırlanır.



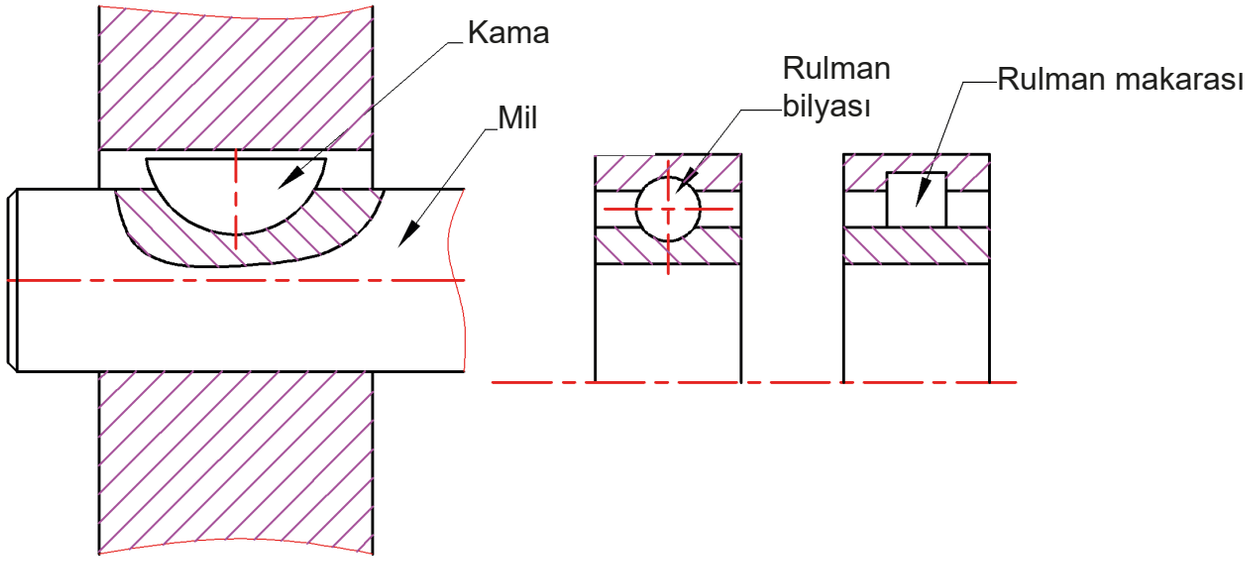
Görsel 3.71: Kesit alındığı hâlde taranmayan parçalar (1)



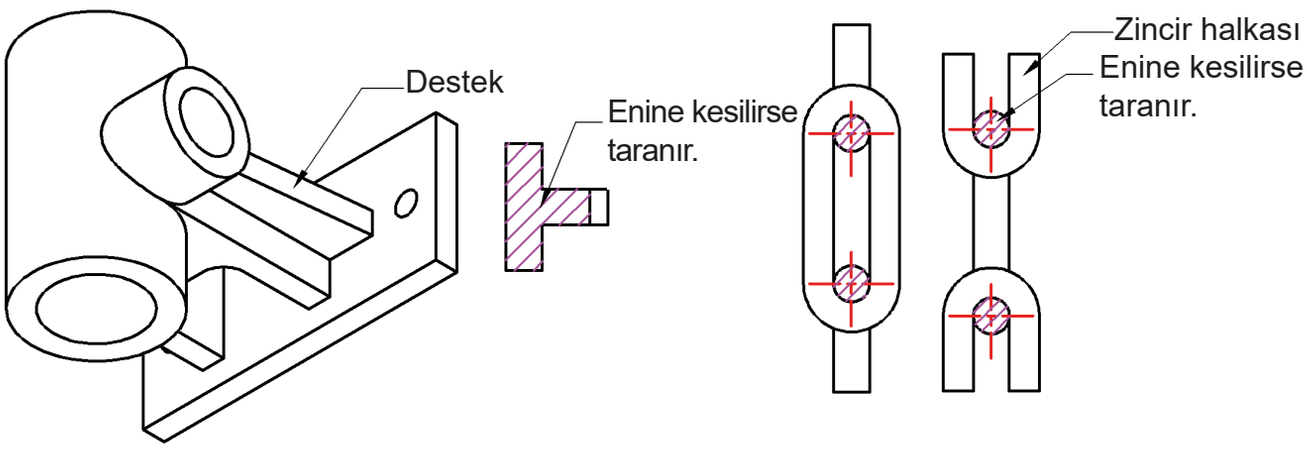
Görsel 3.72: Kesit alındığı hâlde taranmayan parçalar (2)



Görsel 3.73: Kesit alındığı hâlde taranmayan parçalar (3)



Görsel 3.74: Kesit alındığı hâlde taranmayan parçalar (4)



Görsel 3.75: Kesit alındığı hâlde taranmayan parçalar (5)

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

4. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Görünüş Çıkarma ve Kesit Alma
Amaç	Verilen iş parçalarının dış biçimini görünüşlerle, iç yapısını ise uygun kesit görünüşlerle teknik resim kurallarına uygun biçimde göstermek; tarama, çizgi türü, ölçü ve görünüş yerleşimi kurallarını doğru uygulamak
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Aşağıda verilen iş parçalarına ait perspektif, ön görünüş, üst görünüş, yan görünüş ve kesit düzlemlerini dikkatlice inceleyiniz; verilen adımları takip ederek sizden istenen çizim uygulamasını gerçekleştiriniz (Resim/Ödev 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28).

Parçaların dış formunu, deliklerini, kanal ve boşluklarını, kademeli yapılarını, simetri eksenlerini, kesit düzlemlerinin geçtiği yerleri ve verilen ölçüleri görsel olarak yorumlayınız. Görünüşler ile kesit düzlemleri arasındaki ilişkiyi kurarak hangi yüzeylerin kesileceğini, hangi iç kısımların görünür hâle geleceğini ve hangi bölgelerin taranması gerektiğini belirleyiniz.

Uygulama Adımları

1. Verilen iş parçasına ait perspektif, ön görünüş, üst görünüş, yan görünüş ve kesit düzlemlerini dikkatlice inceleyiniz.

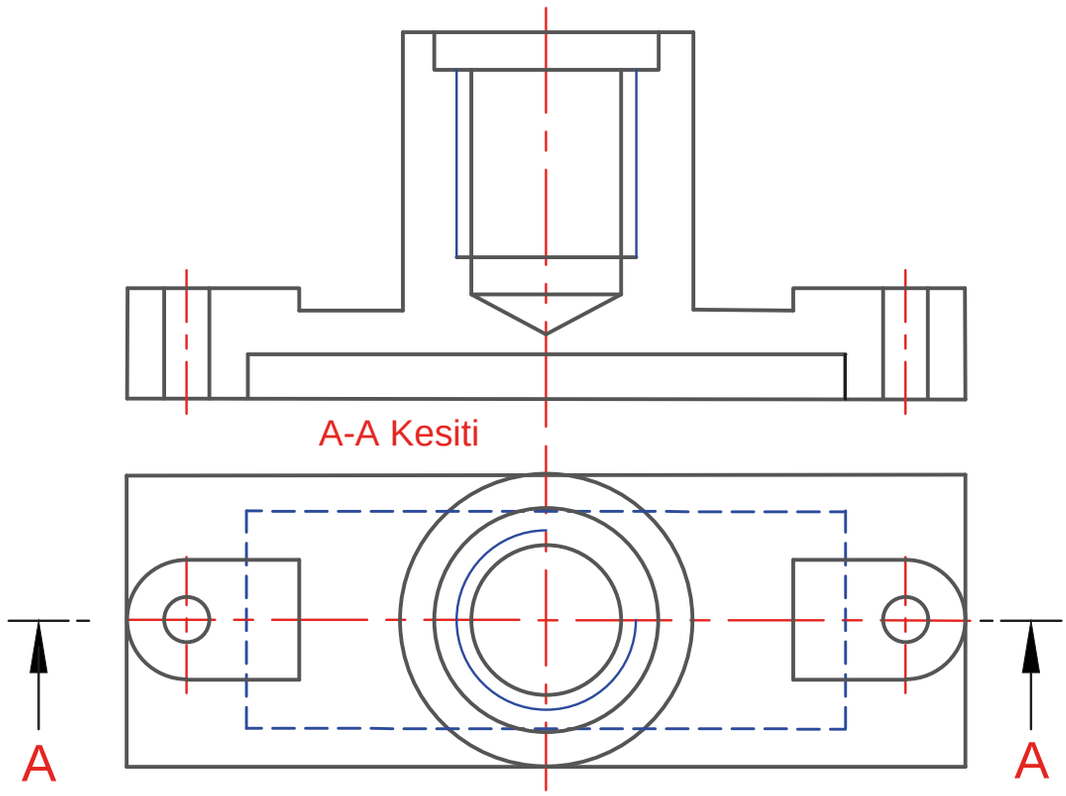
4. UYGULAMA

2. Parçanın dış formu, delikleri, kanal ve boşlukları, kademeli yapıları, simetri eksenleri ve verilen ölçülerini belirleyiniz.
3. Kesit düzleminin geçtiği yerleri inceleyerek hangi yüzeylerin kesileceğini ve hangi iç kısımların görünür hâle geleceğini belirleyiniz.
4. Kesilen yüzeylerde hangi bölgelerin taranması gerektiğini görsel okuma ile yorumlayınız.
5. Çizime başlamadan önce verilen görünüşleri ve perspektif resmi karşılaştırarak parçanın üç boyutlu yapısını zihninizde canlandırınız.
6. Eksik görünüşü tamamlamak, uygun kesit türünü seçmek, kesit düzleminin geçtiği bölümleri doğru yorumlamak ve görünüşler arasında ölçü-konum ilişkisi kurmak için çizim planınızı oluşturunuz.
7. Belirlenen alana parçanın gerekli görünüşlerini ve istenen kesit görünüşünü teknik resim kurallarına uygun biçimde çiziniz.
8. Kesilen yüzeyleri uygun tarama çizgileriyle gösteriniz.
9. Eksen çizgilerini, görünür kenarları, görünmeyen kenarları, yardımcı çizgileri ve ölçü çizgilerini standartlara uygun kullanınız.
10. Çizim sırasında hatalı hizalama, eksik çizgi, yanlış kesit alma, uygun olmayan tarama yönü, ölçü uyumsuzluğu ve görünüşler arası tutarsızlıkları kontrol ederek gerekli düzeltmeleri yapınız.
11. Çalışmanızı tamamladıktan sonra çizdiğiniz görünüş ve kesitleri verilen parça görselleriyle yeniden karşılaştırınız.
12. Kesit düzleminin doğru yerden geçirilip geçirilmediğini, taranması gereken yüzeylerin doğru seçilip seçilmediğini, görünüşlerin hizalı ve ölçülere uygun olup olmadığını değerlendiriniz.
13. Teknik resim kurallarına, ölçülere, çizgi türlerine, kesit ve tarama kurallarına uygun kararlar alarak çalışmanızı düzenli, okunabilir ve eksiksiz biçimde tamamlayınız.

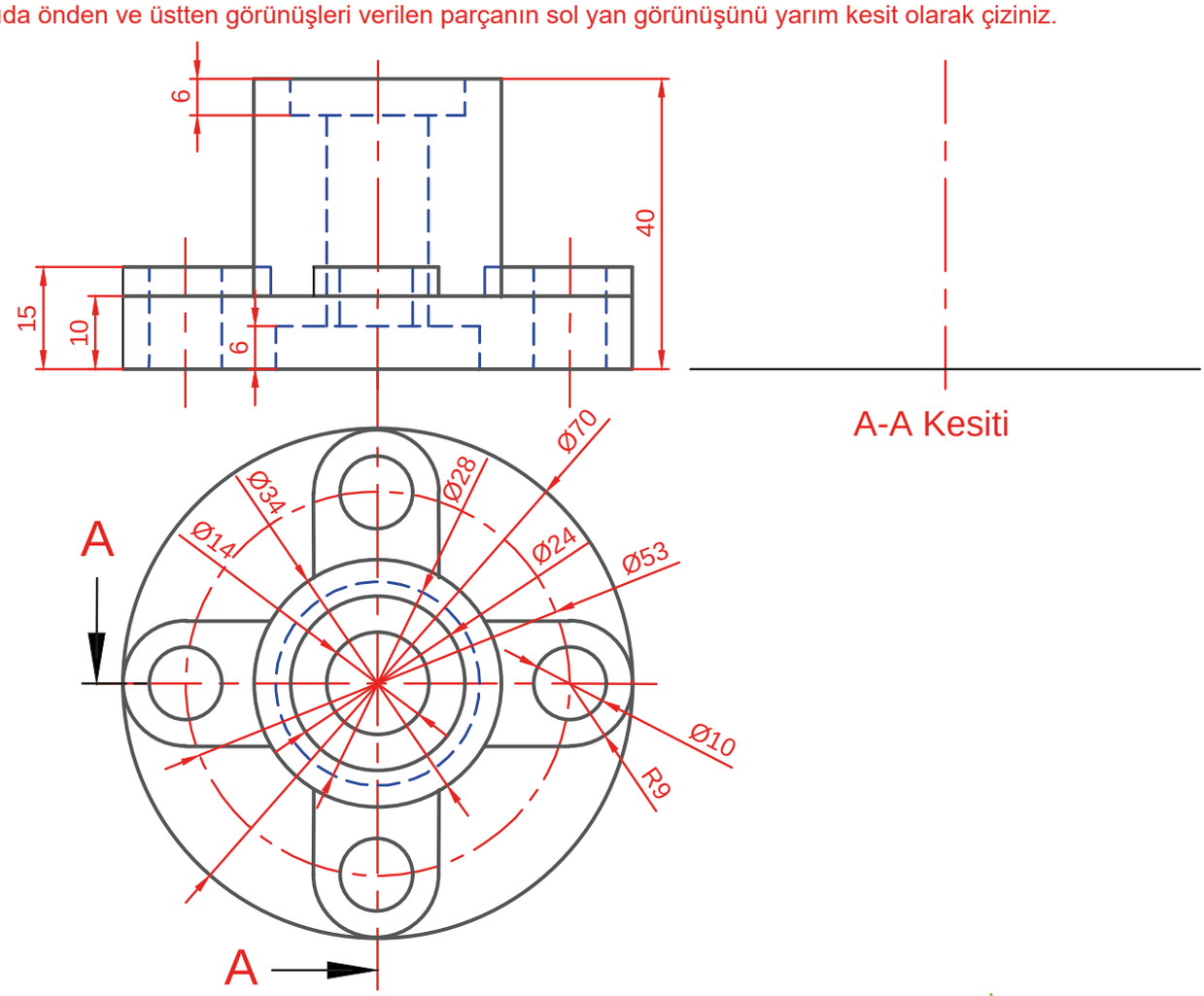
Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıdaki parçanın ön görünüşü tam kesit olarak çizilmiş ancak taranmamıştır. Taranması gereken yüzeyleri belirleyerek tarama çizgilerini çiziniz.

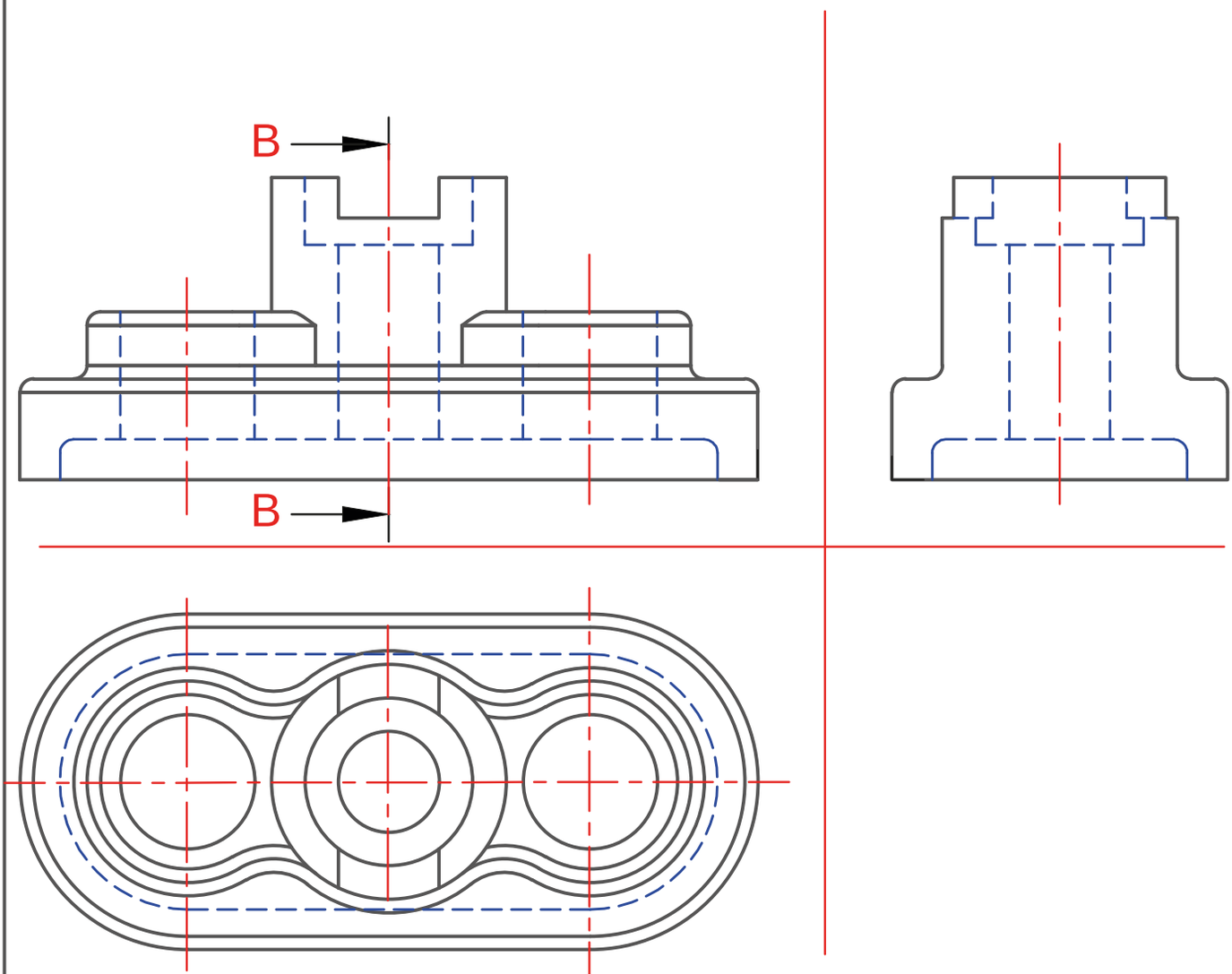


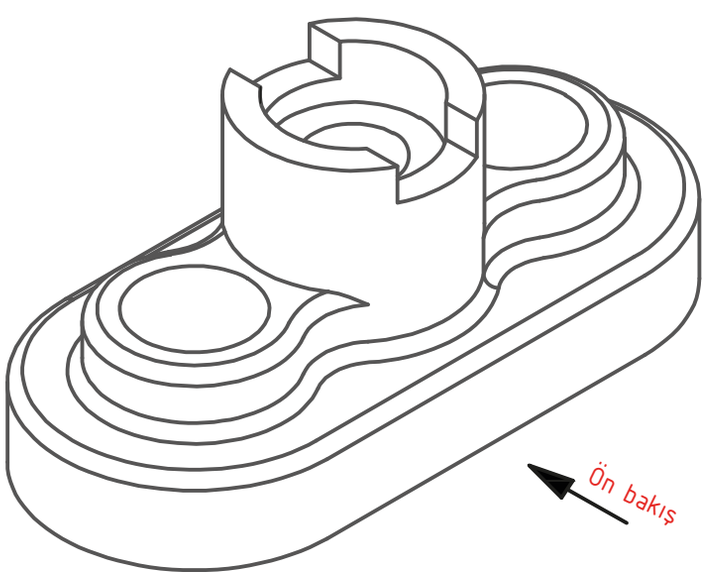
Aşağıda önden ve üstten görünüşleri verilen parçanın sol yan görünüşünü yarım kesit olarak çiziniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.20

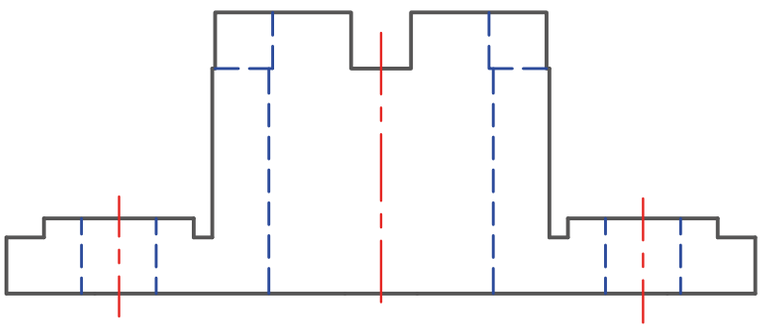
Aşağıdaki parçanın, verilen kesit düzlemlerine uygun olarak sol yan görünüşü tam kesit olarak çizilmiş fakat taranmamıştır.Taranması gereken yüzeyleri belirleyerek ilgili çizgileri belirginleştirerek tarama çizgilerini çiziniz.



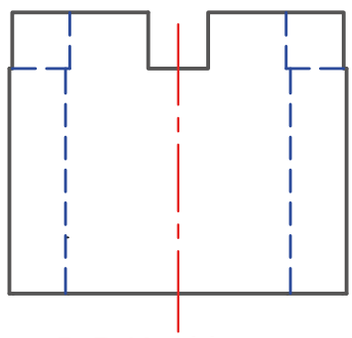


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.21

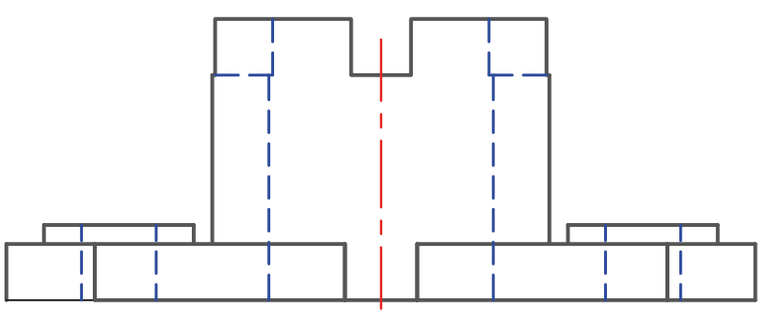
Aşağıdaki parçanın, verilen kesit düzlemlerine uygun olarak ön ve sol yan görünüşü tam kesit olarak çizilmiş fakat taranmamıştır.Taranması gereken yüzeyleri belirleyerek ilgili çizgileri belirginleştirerek tarama çizgilerini çiziniz.

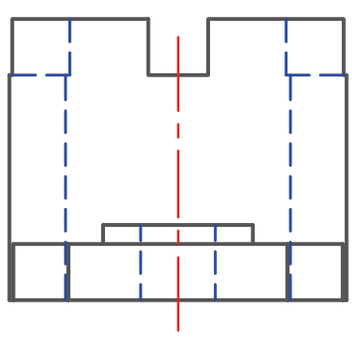


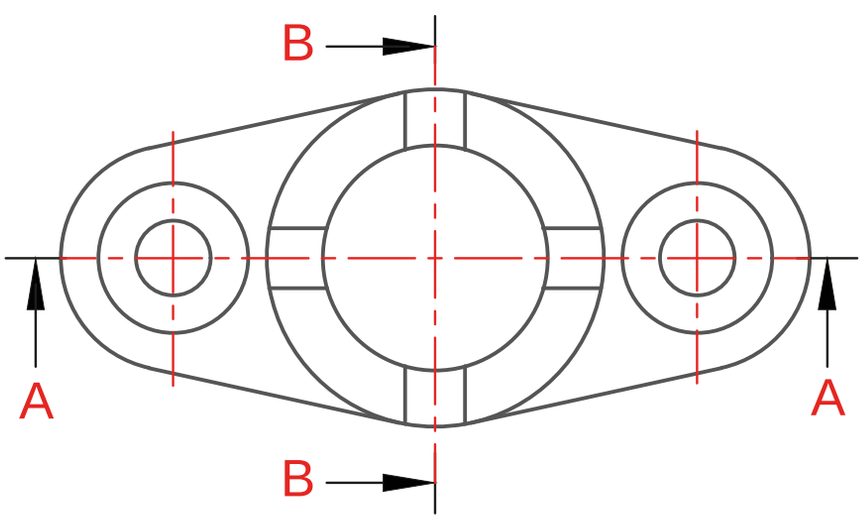
A-A Kesiti

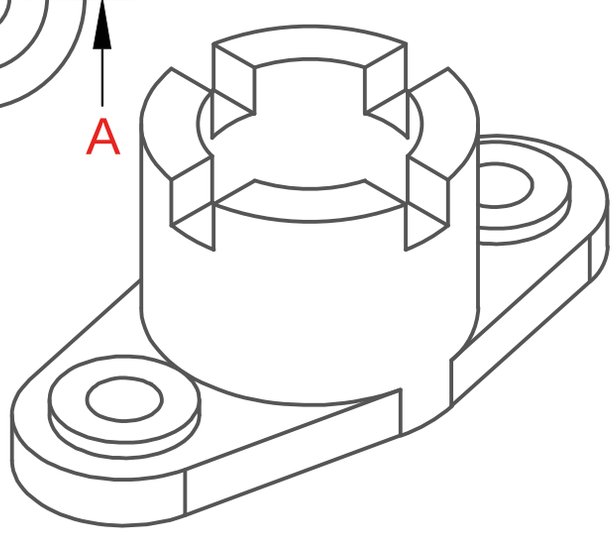


B-B Kesiti



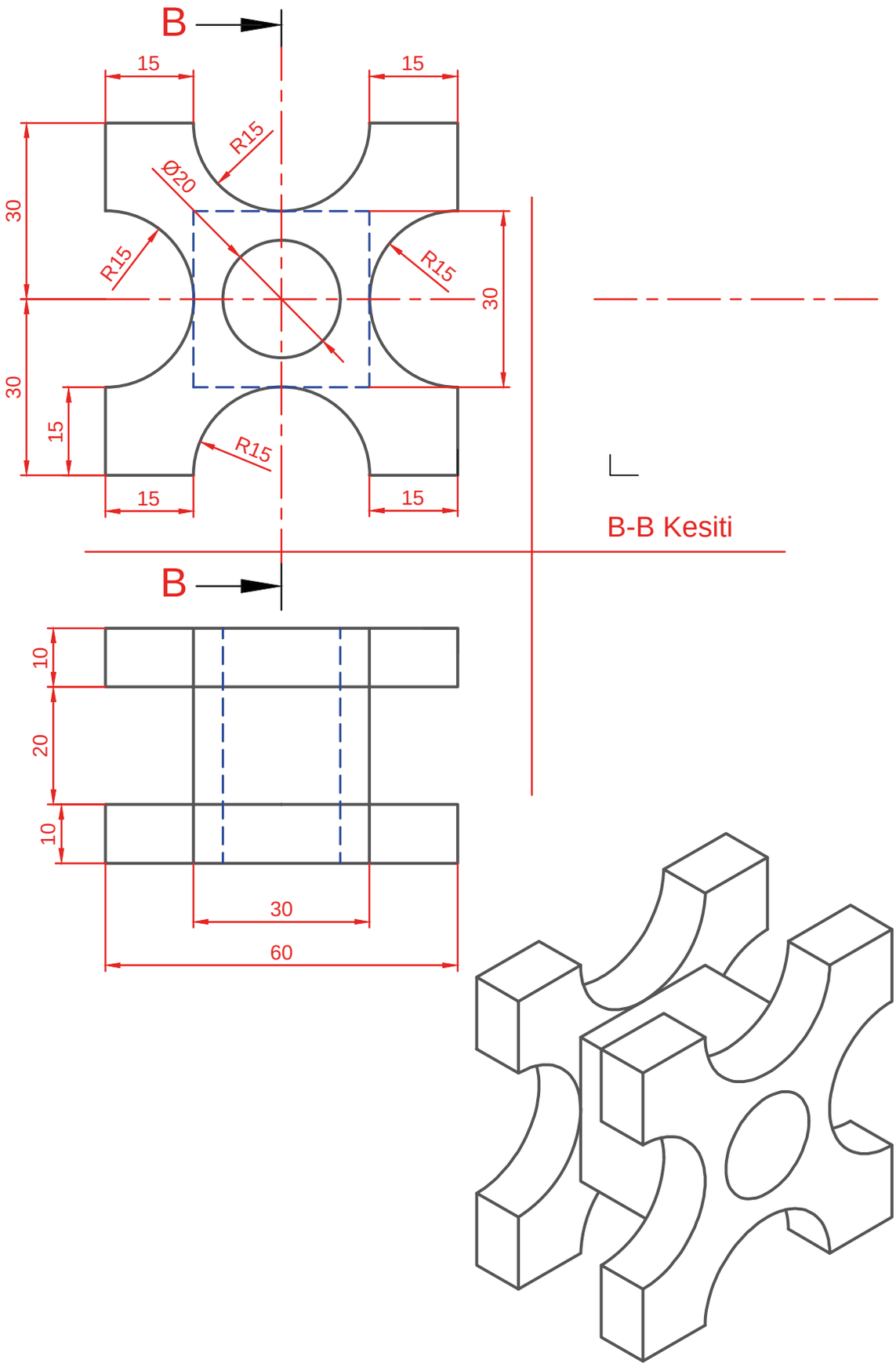






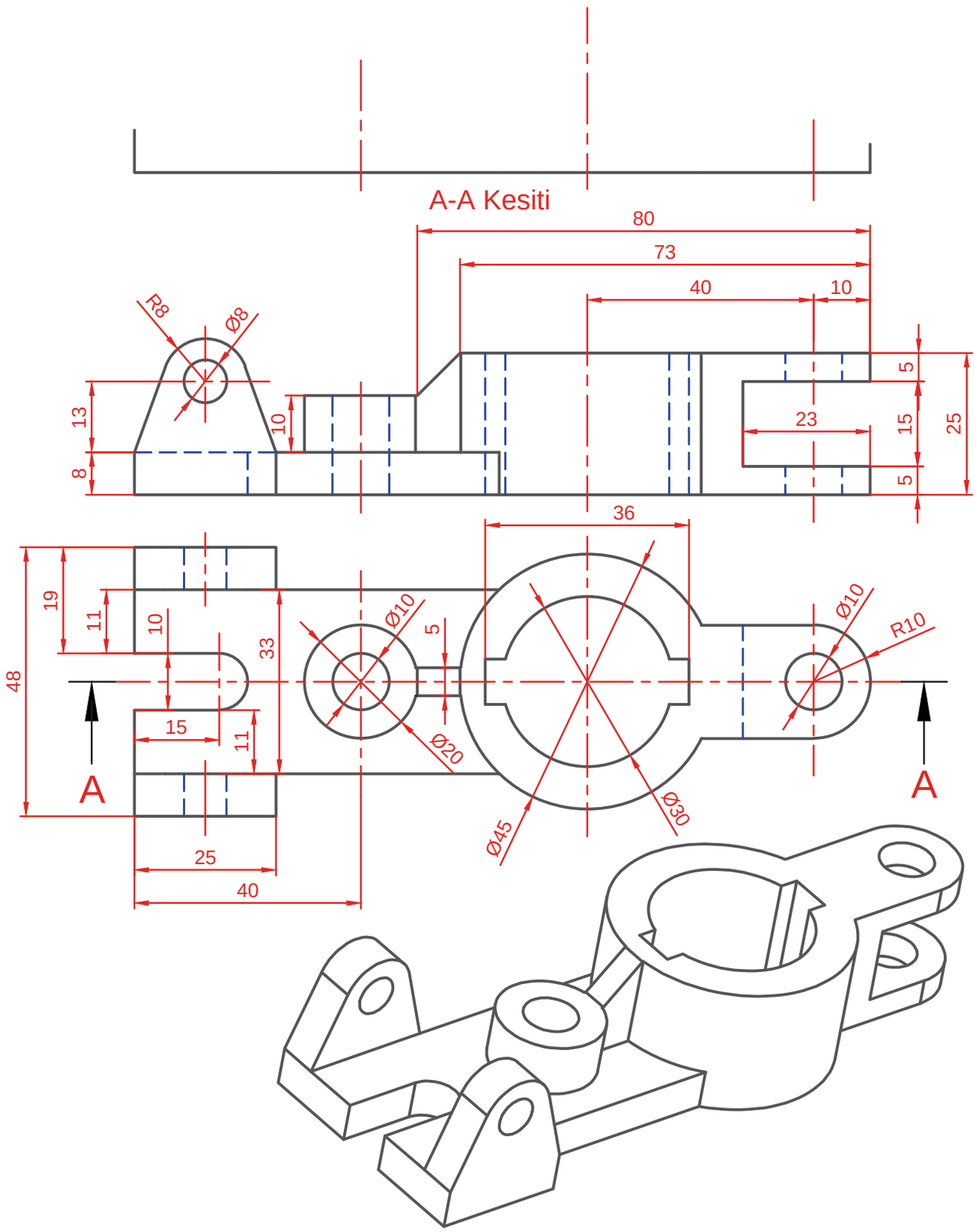
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.22

Aşağıda perspektifi, ön ve üst görünüşü verilen parçanın sol yan görünüşünü görünüşünü,tam kesit olarak çiziniz.



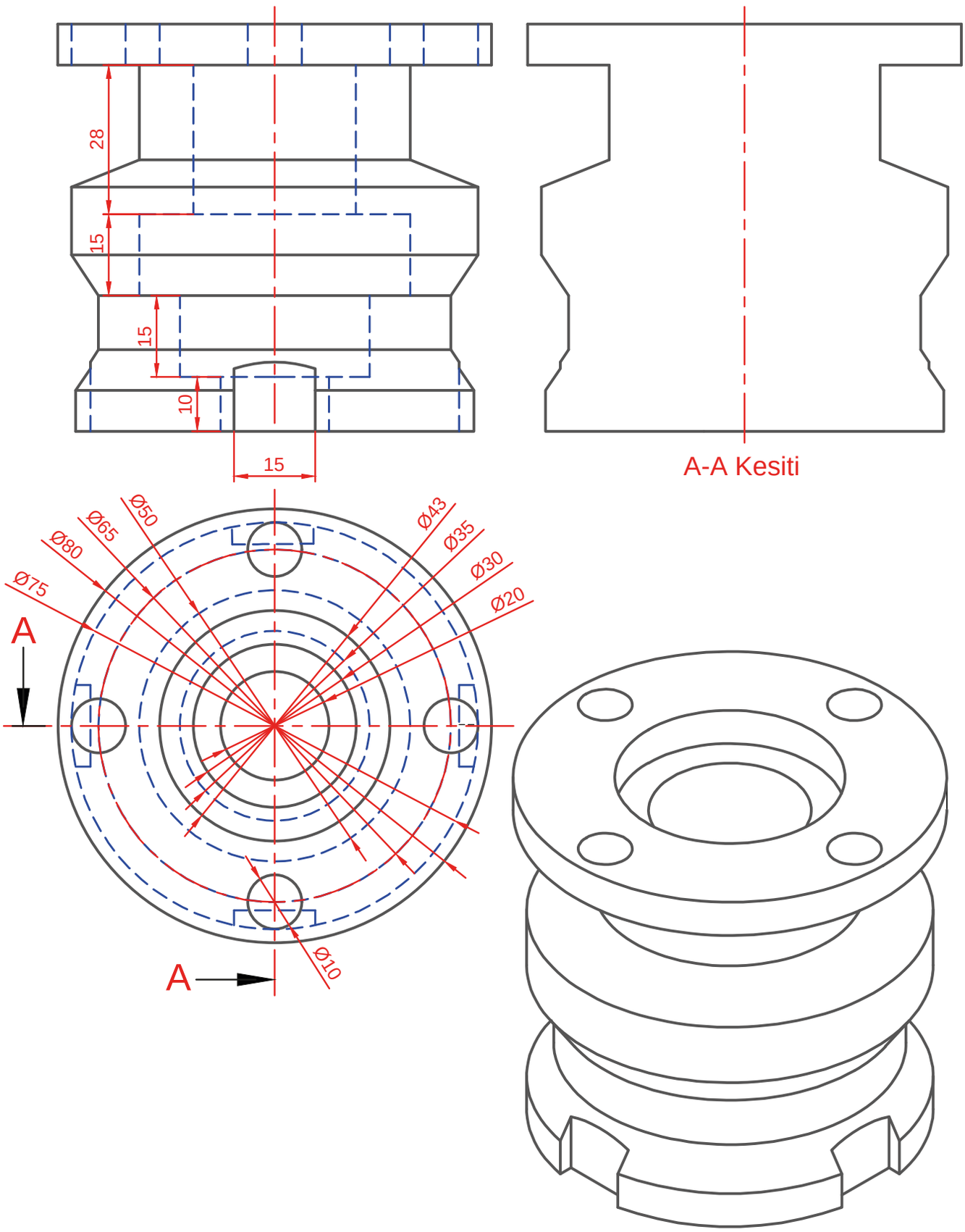
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.23

Aşağıda önden ve üstten görünüşleri verilen iş parçasının belirtilen yerden kesilmesiyle elde edilen tam kesit görünüşünü çiziniz.



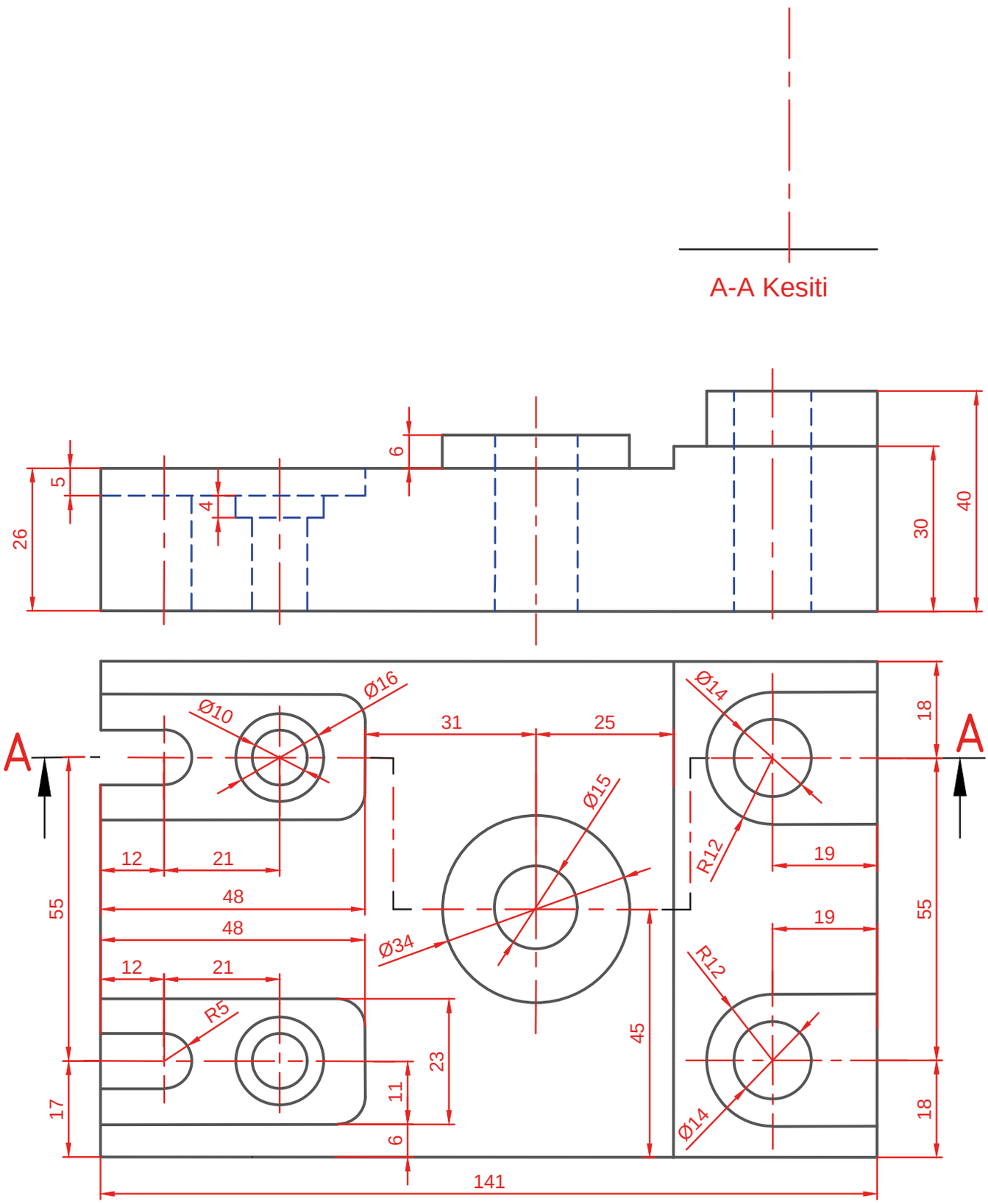
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.24

Aşağıda perspektifi, ön ve üst görünüşü verilen parçanın sol yan görünüşünü yarım kesit olarak çiziniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.25

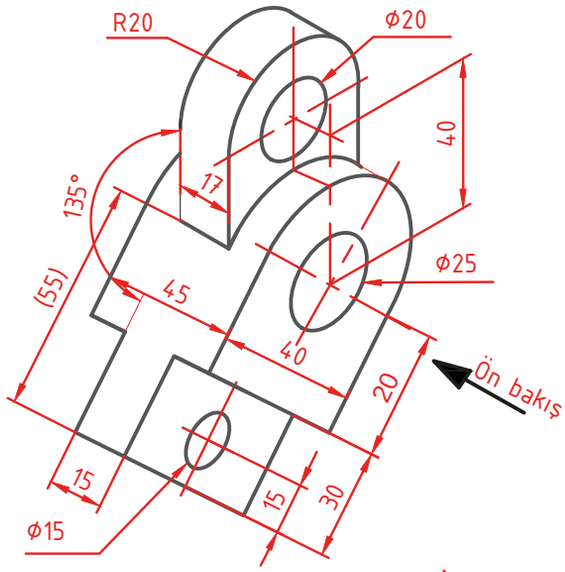
Aşağıda önden ve üstten görünüşleri verilen iş parçasının belirtilen yerden kesilmesiyle elde edilen kademeli kesit görünüşü çiziniz.

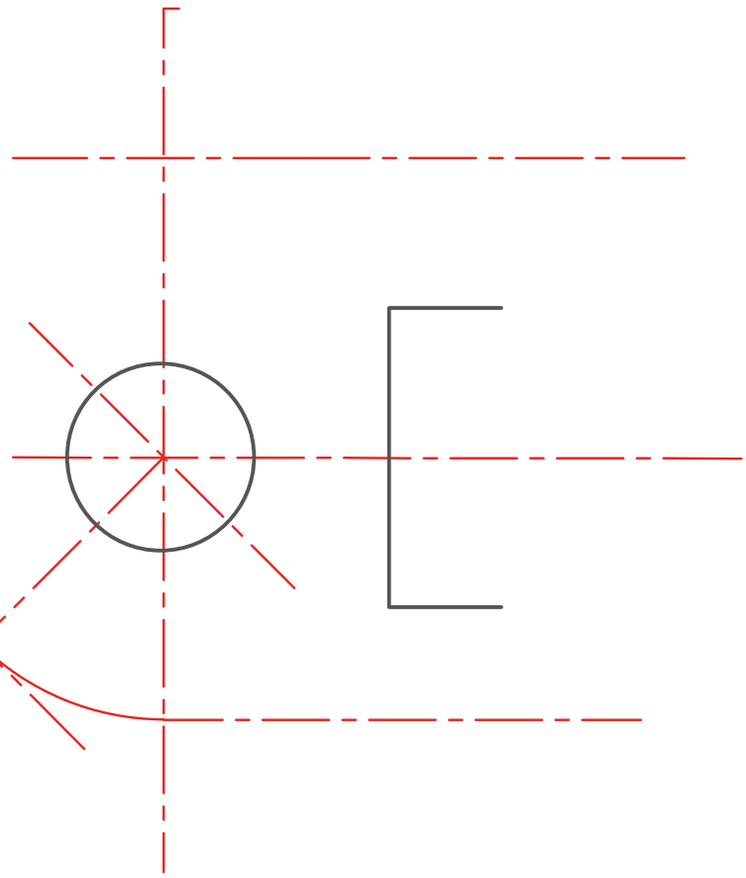


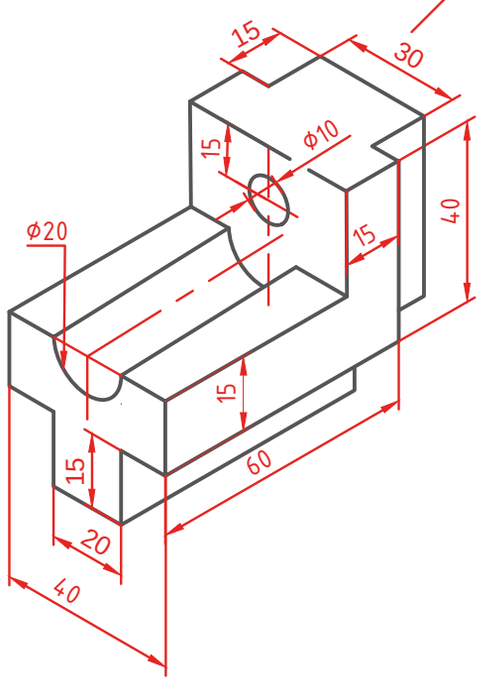
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.26

Aşağıda perspektifi verilen parçanın iki görünüşünü çiziniz.

Not: Sol yan görünüş döndürülmüş tam kesit olarak çizilecektir.

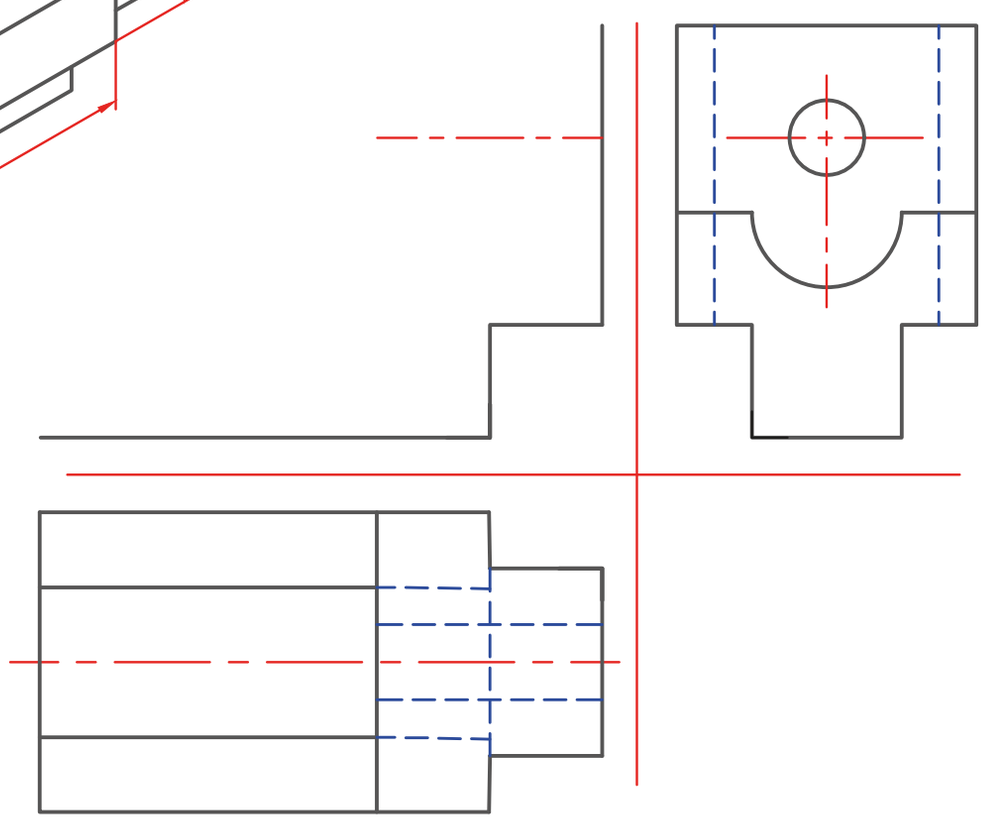






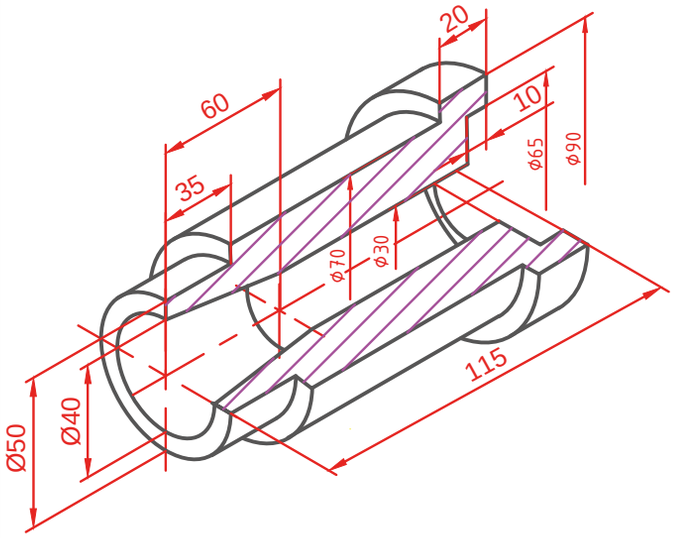
Yanda perspektifi verilen parçanın üç görünüşünü çiziniz.

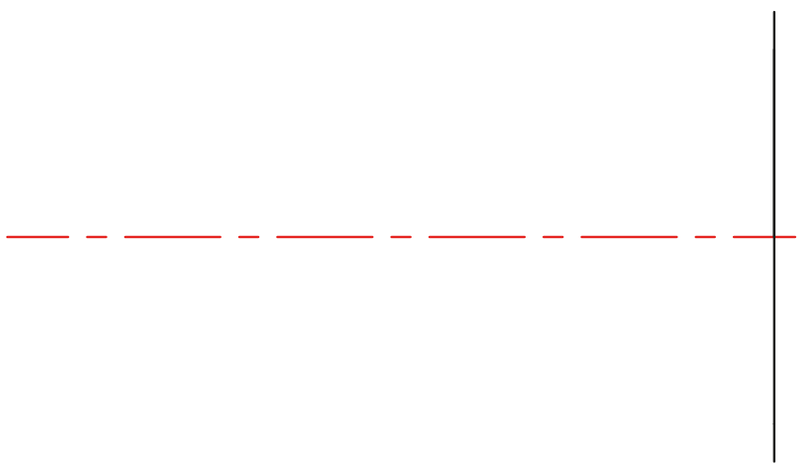
Not: Önden görünüş tam kesit olarak çizilecektir.



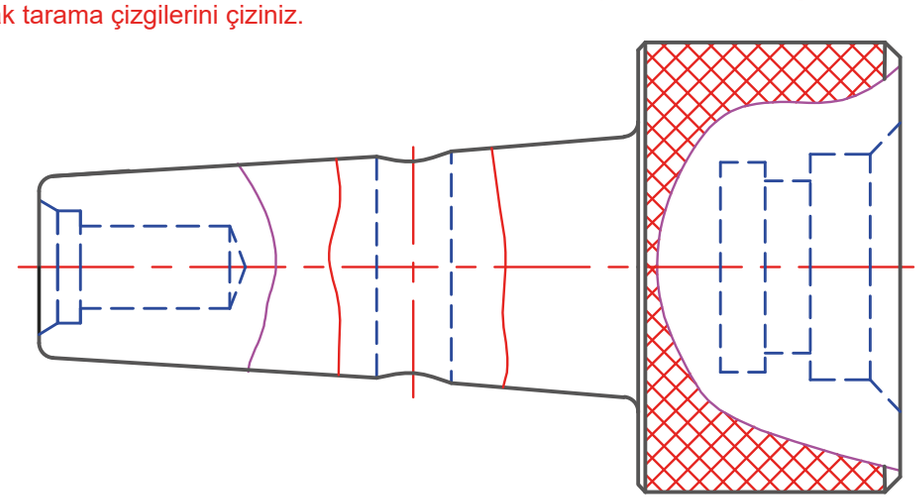
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.27

Aşağıda perspektifi verilen iç ve dış kademeli kovanın önden görünüşünü,yarım kesit olarak çiziniz.





Aşağıda görünüşleri verilen milin iki ucunda kısmi kesit ve orta kısmında profil kesit alınmıştır.Kesik çizgileri koyulaştırarak tarama çizgilerini çiziniz.

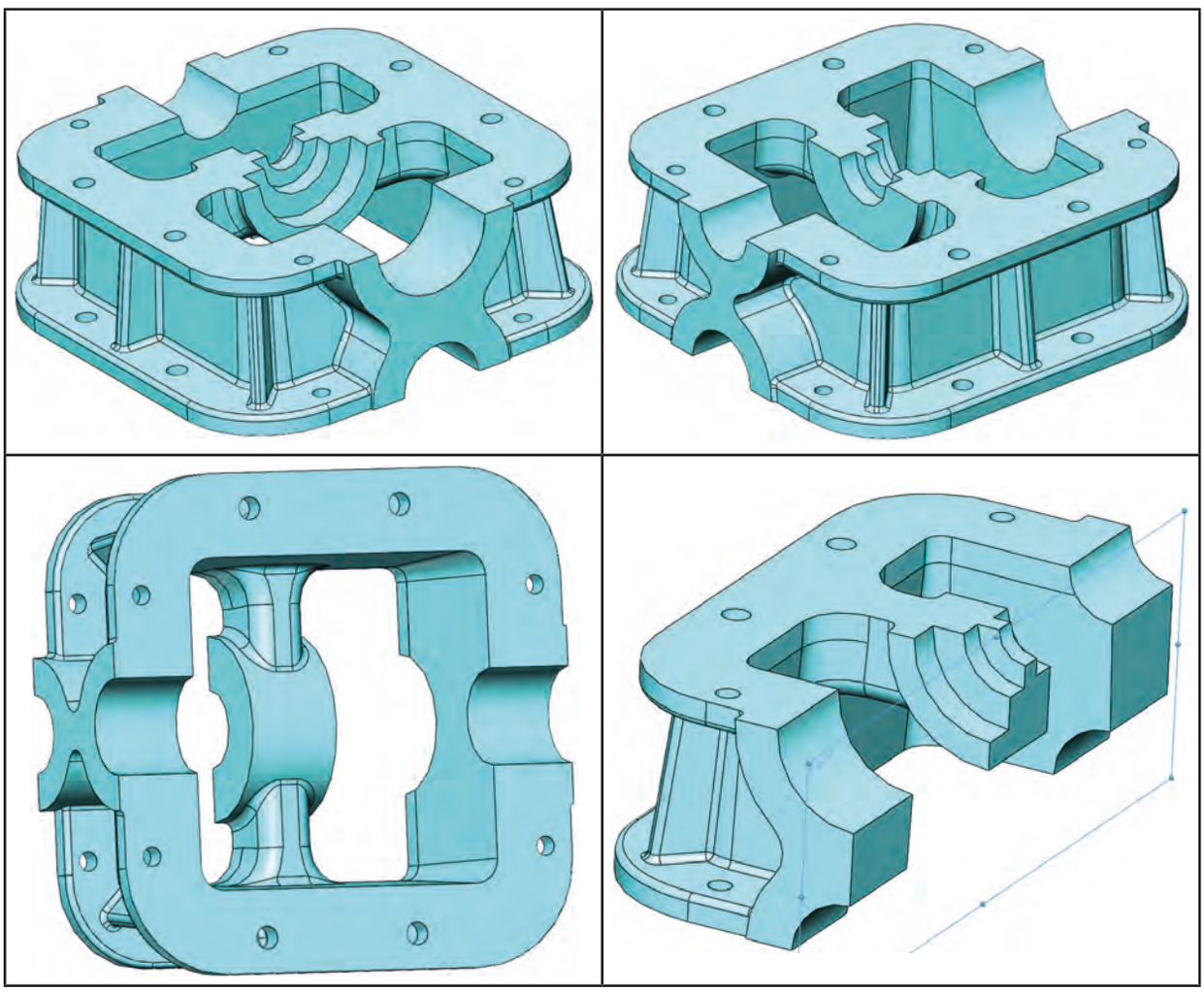


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	3.28

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Görsel 3.76'da verilen iş parçası görsellerini dikkatlice inceleyiniz. Parçanın dış biçimini, deliklerini, yatak yuvalarını, iç boşluklarını, kanal ve kademeli yapılarını belirleyiniz.

ÖĞRENCİ / UYGULAMA BİLGİLERİ			
Ad Soyad:		**Sınıf/No.:**	
Tarih:		**Değerlendirilen Çalışma:**	İş Parçası



Görsel 3.76: İş parçası

Tabloda verilen ifadeleri okuyunuz. Her ifadeyi balık kılçığı diyagramındaki uygun başlığın altına yerleştiriniz. Çizimin doğruluğunu artıran ifadeleri **artı (+)**, çizimde hata veya eksikliğe neden olan ifadeleri **eksi (-)** olarak işaretleyiniz.

Bu etkinlikte amaç, görünüş çıkarma ve kesit alma sürecinde doğru teknik resme ulaşmayı sağlayan veya çizimde hataya neden olan durumları fark etmenizdir.

Diyagram Yerleştirme Yönergesi

Aşağıdaki numaralandırılmış ifadeleri okuyunuz. Her ifadeyi uygun balık kılçığı başlığının altına yazınız. Daha sonra ifadenin çalışmaya etkisini **(+)** veya **(-)** olarak belirtiniz.

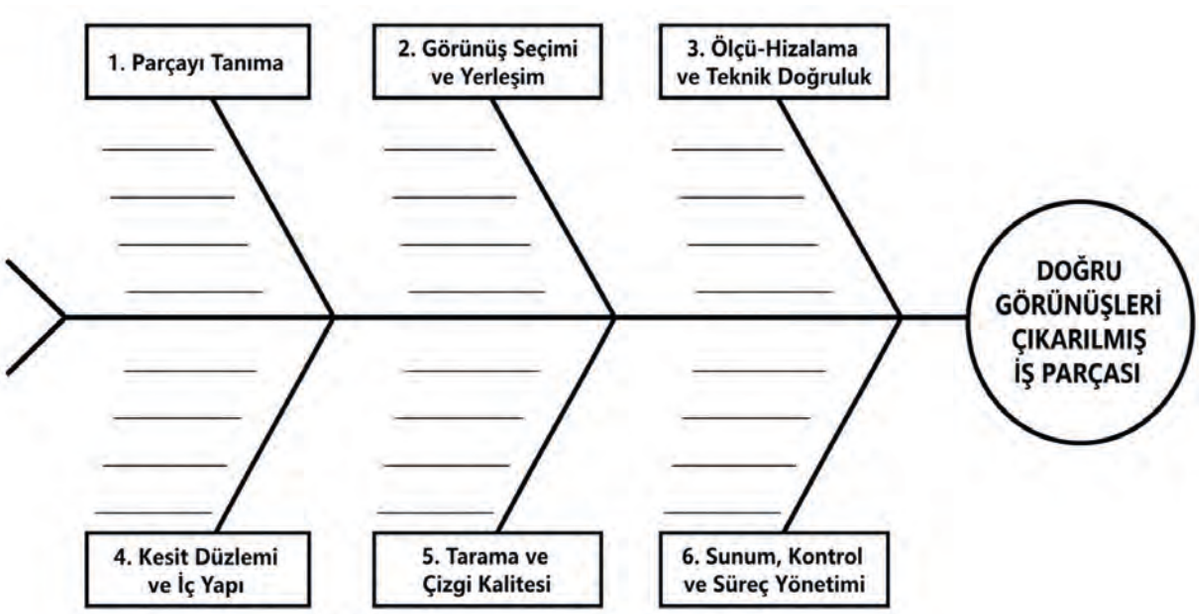
Yerleştirme yaparken şu soruya dikkat ediniz:

"Bu ifade, teknik resmin doğru, okunabilir ve üretime uygun hazırlanmasını nasıl etkiler?"

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

İfadeler / Numaralandırılmış Kartlar

No.	İfade	Kılçık Başlığı	Etki (+/-)
1.	İş parçasının ana bölümlerini; gövde, bağlantı delikleri, yatak yuvaları, destek nervürleri ve iç boşluklar olarak ayırdım.		
2.	Parçanın dış sınırlarını, deliklerini, kanallarını, boşluklarını ve kademeli yapılarını çizime başlamadan önce inceledim.		
3.	Parçayı incelemeden doğrudan çizime başladım.		
4.	Ön görünüşü, parçanın biçimini en iyi tanıtan yüzeye göre seçtim.		
5.	Ön, üst ve yan görünüşleri çizim kâğıdına düzenli ve hizalı biçimde yerleştirdim.		
6.	Gereksiz görünüşler çizerek sayfa düzenini karmaşık hâle getirdim.		
7.	Görünüşler arasında genişlik, yükseklik ve derinlik ilişkisini korudum.		
8.	Görünüşler arasında hizalama hatası yaptığım için parça doğru okunmadı.		
9.	Yatak yuvası, iç boşluk ve kanal yapısını gösterecek uygun kesit düzlemini seçtim.		
10.	Kesit düzlemi çizgisini, bakış yönü oklarını ve A-A adlandırmasını doğru gösterdim.		
11.	Kesit görünüşte iç boşlukları, yatak yuvasını ve kanal yapısını yeterince açıklayamadım.		
12.	Kesilen dolu yüzeyleri düzenli, eş aralıklı ve paralel tarama çizgileriyle gösterdim.		
13.	Delik, kanal ve boşlukları taramadan bırakarak kesit kuralına uygun davrandım.		
14.	Dolu ve boş kısımları karıştırdığım için kesit görünüş anlaşılır olmadı.		
15.	Görünür çizgileri belirgin, yardımcı çizgileri hafif olacak şekilde kullandım.		
16.	Silme izleri, koyu yardımcı çizgiler ve karışık konturlar çizimin okunmasını zorlaştırdı.		
17.	Ölçüleri, görünüş hizalarını, kesit çizgisini, tarama yönlerini ve eksik çizgileri çizimi tamamladıktan sonra kontrol ettim.		
18.	Hatalı veya eksik çizgileri fark ederek çizimimi teknik resim kurallarına göre düzelttim.		



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Doğru Görünüşleri Çıkarılmış İş Parçası

Bu diyagramda, iş parçasının dış biçimini doğru okuyarak gerekli görünüşleri belirlemeniz beklenmektedir. Doğru görünüş çıkarma için parçayı tanıma, ön görünüşü seçme, gerekli görünüş sayısını belirleme, görünüşleri hizalı yerleştirme, ölçü-konum ilişkisini koruma ve çizimi kontrol etme önemlidir.

Bu diyagrama yerleştirilecek ifadeler:1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17 ve 18

Açıklama:

Bu bölümde parçanın çizime başlamadan önce tanınması, ön görünüşün doğru seçilmesi, gerekli görünüş sayısının belirlenmesi ve görünüşlerin kâğıt üzerinde düzenli yerleştirilmesi beklenir. Görünüşler arasında genişlik, yükseklik ve derinlik ilişkisi korunmalı; çizgi türleri doğru kullanılmalı ve çizim tamamlandıktan sonra ölçü, hizalama, eksik çizgi ve çizgi kalitesi kontrol edilmelidir.

İç Yapısı Anlaşılır İş Parçası Kesit Resmi

Bu diyagramda, iş parçasının iç yapısını açıklamak için kesit görünüşün nasıl kullanılacağını değerlendirmeniz beklenmektedir. Doğru kesit görünüş için parçanın iç yapısını tanıma, uygun kesit düzlemini seçme, bakış yönünü ve adlandırmayı gösterme, boşluk ve yatak yuvalarını ayırt etme, tarama kurallarını uygulama ve kesiti kontrol etme önemlidir.

Bu diyagrama yerleştirilecek ifadeler: 1, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ve 18

Açıklama:

Bu bölümde parçanın iç boşluklarını, yatak yuvalarını, deliklerini ve kanal yapılarını kesit görünüşle açıklamanız beklenir. Uygun kesit düzlemi seçilmeli, bakış yönü ve kesit adlandırması doğru gösterilmeli, kesilen dolu yüzeyler taranmalı; delik, kanal ve boşluk gibi kesilmeyen bölgeler taranmadan bırakılmalıdır. Çizim sonunda kesit görünüş, tarama yönleri, çizgi kalitesi ve görünüşlerle uyumu kontrol edilmelidir.

Bu ifade teknik resmin doğruluğunu nasıl artırır?

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Gerekçelendirme

Aşağıdaki bölümü doldurunuz. Seçtiğiniz bir olumlu (+) ve bir olumsuz (-) ifadeyi teknik resim açısından açıklayınız.

Olumlu ifade numarası: .....

Bu ifade teknik resmin doğruluğunu nasıl artırır?

.....

.....

Olumsuz ifade numarası: .....

Bu ifade çizimde nasıl bir hataya veya eksikliğe neden olur?

.....

.....

B) Aşağıdaki soruları birkaç cümleyle yanıtlayınız. Yanıtlarınızda verilen iş parçasının dış biçimini, iç yapısını, görünüş ilişkilerini, kesit alma sürecini ve teknik resim kurallarını birlikte düşününüz.

1. **Verilen iş parçasının izdüşüm mantığına göre ön, üst ve yan görünüşleri çıkarılırken hangi yüzeyler dikkate alınmalıdır?**

.....

.....

2. **Bu iş parçasının yalnızca tek görünüşü verilseydi hangi ayrıntılar eksik veya belirsiz kalabilirdi? Delik, kanal, yatak yuvası veya iç boşluklardan örnek vererek açıklayınız.**

.....

.....

3. **Verilen iş parçasında ön görünüşü seçerken nelere dikkat edilmelidir? Parçanın biçimini en iyi tanıtan yüzeyi seçmenin teknik resmi nasıl etkilediğini açıklayınız.**

.....

.....

4. **Ön, üst ve yan görünüşlerin hizalı yerleştirilmesi neden önemlidir? Genişlik, yükseklik ve derinlik ilişkisi açısından açıklayınız.**

.....

.....

5. **Bu iş parçasında kesit görünüşe neden ihtiyaç duyulur? İç boşluk, yatak yuvası ve kanal yapısının anlaşılması açısından açıklayınız.**

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

6. **Kesit düzlemi yanlış seçildiğinde, iş parçasının yatak yuvası ve iç boşlukları gerçekte olduğundan farklı görünebilir. Bu durum, parçanın iç yapısının yanlış anlaşılmasına nasıl yol açar? Görseldeki yatak yuvası veya boşluklardan yararlanarak açıklayınız.**

.....

.....

7. **Kesit görünüşte hangi yüzeyler taranmalı, hangi bölümler taranmadan bırakılmalıdır? Bu parçadaki delik, kanal ve boşlukları dikkate alarak açıklayınız.**

.....

.....

8. **Çiziminizi tamamladıktan sonra doğru ve okunabilir bir teknik resim elde etmek için hangi kontrolleri yapmanız gerekir? En az üç kontrol adımı yazınız.**

.....

.....

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

NOTLARIM

4. ÖĞRENME BİRİMİ

ÖLÇÜLENDİRME, YÜZEY İŞLEMLERİ VE TOLERANS

KONULAR

4.1. ÖLÇÜLENDİRME

4.2. YÜZEY İŞLEMLERİ

4.3.TOLERANS

ANAHTAR KAVRAMLAR

- hata payı
- pürüzlülük
- ölçü bağlama çizgisi
- yüzey kalitesi
- ölçü çizgisi

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

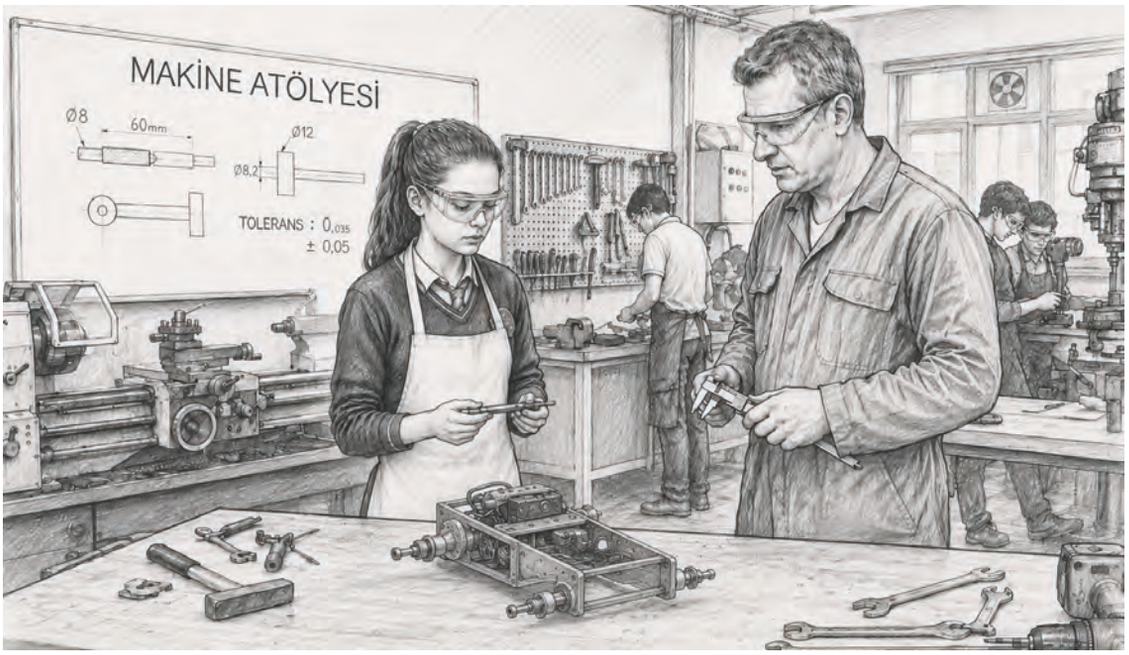
- teknik resmi çizilen parçaların üzerinde ölçülendirme yapmanız,
- yüzey işleme işaretlerinin anlamları ve kullanıldığı yerleri belirtmeniz,
- üretilecek bir parçanın üzerinde toleransları belirtmeniz,
- uluslararası standartlara (TSE/ISO) uygun ölçülendirme kurallarını kavramanız,
- ölçü çizgisi, ölçü sınır çizgisi, oklar ve ölçü rakamlarını teknik resim kurallarına göre doğru yerleştirmeniz,
- farklı geometrik şekilleri (silindirler, delikler, açılar, yaylar ve pahlar) kurallarına uygun şekilde ölçülendirmeniz,
- parçaların çalışma şartlarına göre yüzey pürüzlülük değerlerini okumanız ve çizim üzerinde doğru sembollerle göstermeniz,
- seri üretimde parçaların birbirine takılabilmesi (montaj) için toleransın neden çok önemli olduğunu anlamanız,
- teknik resimler üzerindeki boyut toleranslarını okumanız, yorumlamanız ve hesaplamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Aşağıdaki senaryoyu okuyunuz ve senaryonun sonunda yer alan soruları yanıtlayınız.

Bir 9. sınıf öğrencisi, TÜBİTAK Bilim Fuarı için tasarladığı uzaktan kumandalı robotunun tekerleklerini gövdeye bağlamak üzere metal bir mile (çubuğa) ihtiyaç duymaktadır (Görsel 4.1). Okulun makine atölyesindeki teknisyene giderek şunları söyler: "Ustam, bana kurşun kalem kalınlığında ve çok uzun olmayan bir demir çubuk keser misin? Tekerlekler bu çubuğun üzerinde dönecek, o yüzden güzel olsun. Bir de tekerleğe tam otursun."



Görsel 4.1: Hazırlık sorusu karikatürü

Teknisyen, öğrencinin "kurşun kalem kalınlığında" ve "çok uzun olmayan" betimlemesini kendi göz kararıyla yorumlar. Ayrıca "güzel olsun" sözünden tekerleğin döneceği kısmı değil sadece parçanın uçlarını parlatmayı anlar. Mil üretilip öğrenciye teslim edildiğinde montaj, sürtünme, aşınma ve sıkışma sorunları ortaya çıkar.

Montaj: Mil, robotun gövdesinden çok daha uzundur. Tekerlekler takıldığında dışarıya doğru aşırı sarkmış ve robotun dengesini bozmuştur.

Sürtünme ve Aşınma: Tekerleklerin mil üzerinde dönmesi gereken orta kısımlar, testereyle kesildiği gibi pürüzlü bırakılmıştır. Robot hareket ettikçe pürüzlü metal yüzey plastik tekerleği çizer, aşındırır ve robotun hızını yavaşlatır.

Sıkışma: Tekerleğin ortasındaki delik tam 8 mm genişliğindedir. Teknisyen, mili "kurşun kalem kalınlığında" ifadesine göre göz kararı 8,2 mm kalınlığında yapmıştır. Gözle fark edilmeyen bu çok küçük kalınlık farkı yüzünden mil, tekerleğin deliğine girmemiştir.

Sorular

1. **Öğrenci, milin uzunluğunu ve kalınlığını sadece sözcükler yerine sayısal değerlerle bir kâğıda çizseydi montaj ve sıkışma sorunları nasıl önlenirdi?**
2. **Öğrenci, tekerleğin mil üzerinde takılmadan sürtünmesiz ve rahatça dönebilmesi için milin yüzeyinin nasıl olması gerektiğini teknik bir çizimde nasıl ifade etmeliydi?**
3. **Tekerleğin deliği tam 8 mm'yse milin bu deliğe rahatça girebilmesi ve aynı zamanda içinde boşluk yapıp sallanmaması için kalınlığı tam olarak 8 mm mi olmalıdır, çok küçük bir pay mı bırakılmalıdır? Nedenini açıklayınız.**

4.1. ÖLÇÜLENDİRME

Dünya üzerinde binlerce farklı dil konuşulur ancak Japonya'daki bir imalat mühendisi ile Almanya'daki bir tasarımcı, birbirlerinin dillerini hiç bilmeseler bile aynı masaya oturduklarında tek bir teknik resim üzerinden kusursuzca anlaşabilir. Bunun temel nedeni, teknik resmin uluslararası standartlara (ISO, DIN, TSE vb.) dayanan evrensel bir kurallar bütününe sahip olmasıdır. Kullanılan çizgi tipleri (kalın, ince, kesik çizgiler), ölçülendirme şekilleri, yüzey işleme işaretleri, geometrik semboller ve izdüşüm kuralları dünyanın her yerinde aynı anlama gelir. Bu evrensellik, küreselleşen dünyada farklı kıtalardaki ekiplerin tek bir ürün üzerinde hatasız bir şekilde birlikte çalışabilmesini sağlar.

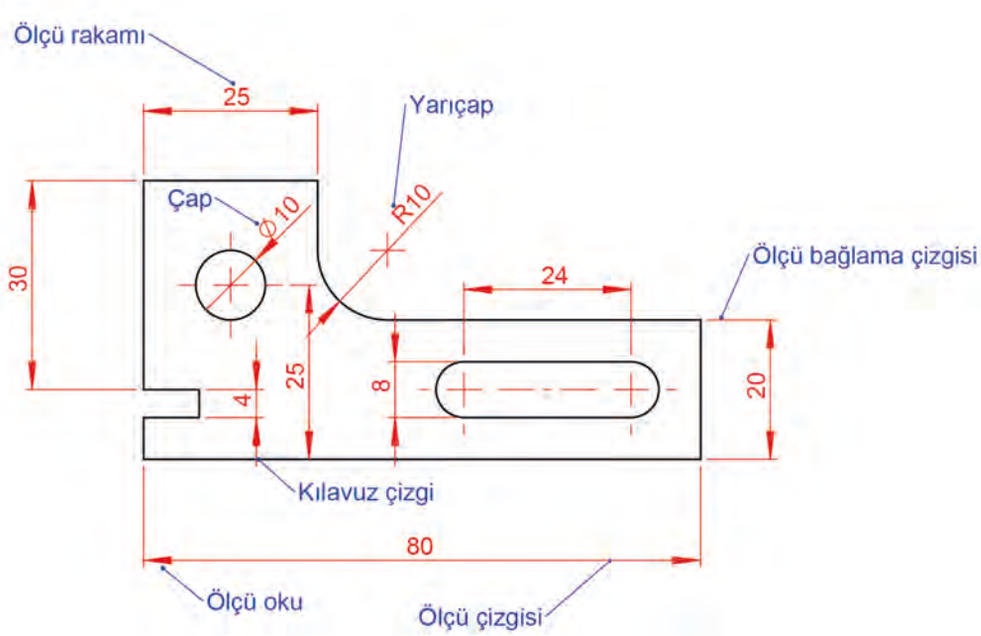
4.1.1. Teknik Resim Kurallarına Uygun Ölçülendirme

Teknik resimde çizilen bir parçanın genişlik, yükseklik, derinlik, çap, açı gibi fiziksel büyüklüklerinin uluslararası kurallara uygun olarak rakam ve çizgilerle ifade edilmesine **ölçülendirme** adı verilir. Ölçülendirme, tasarımcının "Bu parça tam olarak bu boyutta üretilmeli." deme şeklidir.

4.1.1.1. İş Parçalarını Ölçülendirme ve Önemi

Teknik resim kurallarına uygun olarak resmi çizilen iş parçalarının ölçülendirme işlemi yapılırken ölçülendirme elemanlarının doğru kullanılması büyük önem taşır. Ölçülendirme elemanları şunlardır:

- Ölçü çizgisi
- Ölçü bağlama çizgisi
- Ölçü rakamı
- Ölçü sınır çizgisi
- Yarıçap ölçülendirme
- Ölçü oku
- Ölçü çap işareti
- Kılavuz çizgisi (Görsel 4.2)

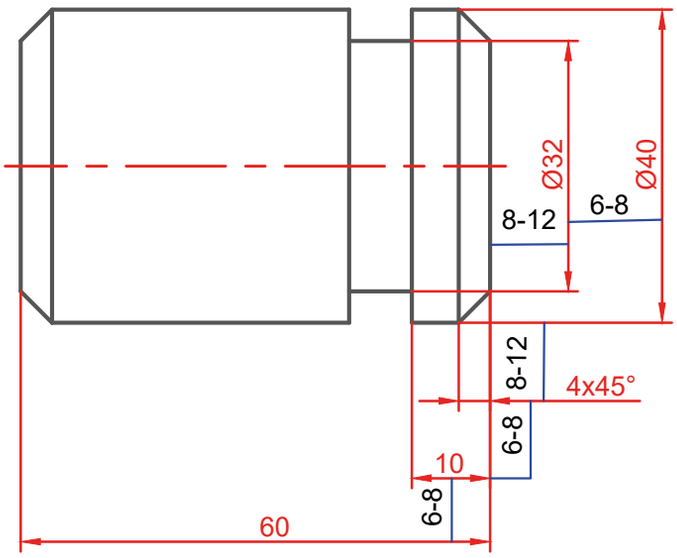


Görsel 4.2: Ölçülendirme elemanları

Ölçü Çizgisi: Ölçü verilecek kısmın uzunluğunu belirtir. Ölçü verilecek çizgi veya kenara paralel olarak verilir. Ölçü çizgisi **sürekli ince çizgi** olarak çizilir. Ölçü rakamı ölçü çizgisinin tam ortasına gelecek şekilde yazılır.

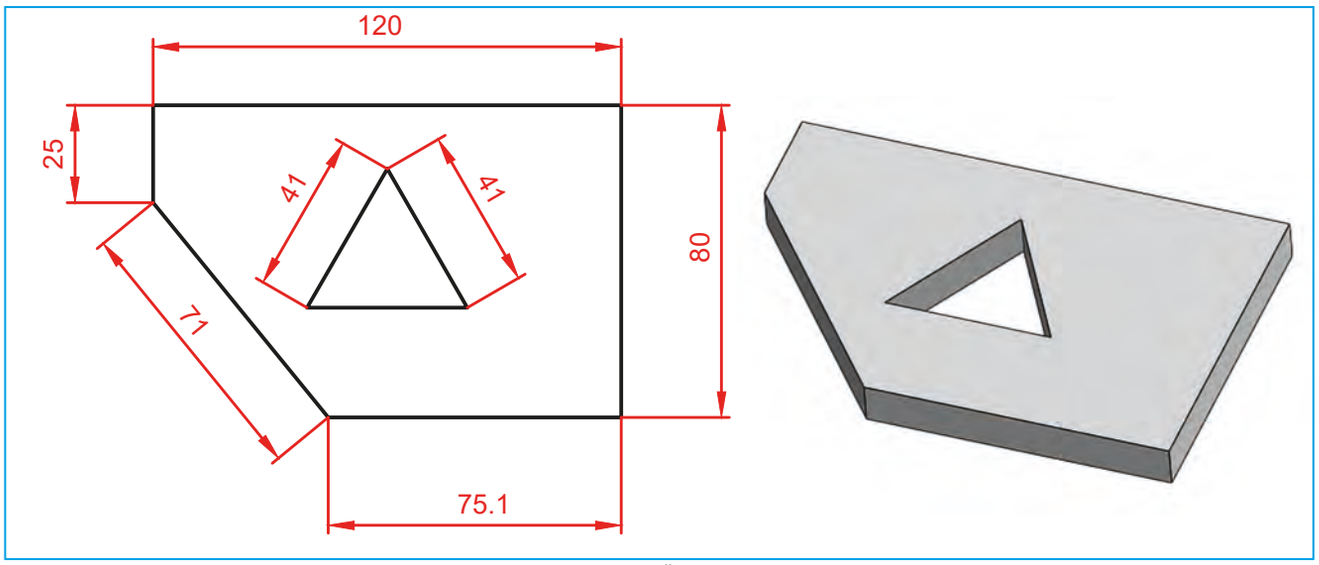
Ölçülendirme yapılırken şu noktalara dikkat edilir:

- Birinci ölçü çizgisi yaklaşık 8-12 mm uzakta, ikinci ölçü çizgisi yaklaşık 6-10 mm uzakta olacak şekilde çizilir (Görsel 4.3).



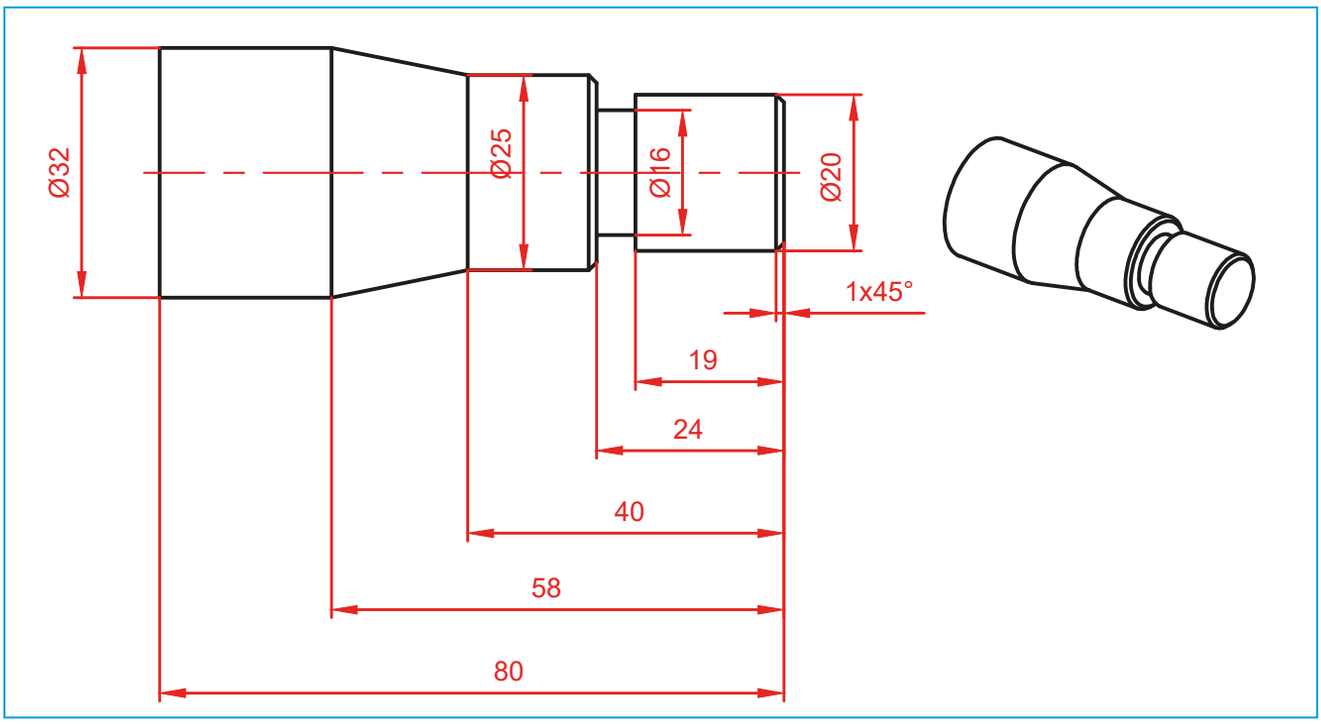
Görsel 4.3: Ölçülendirme elemanları

- Ölçü çizgisi bulunduğu kenara paralel çizilir (Görsel 4.4).



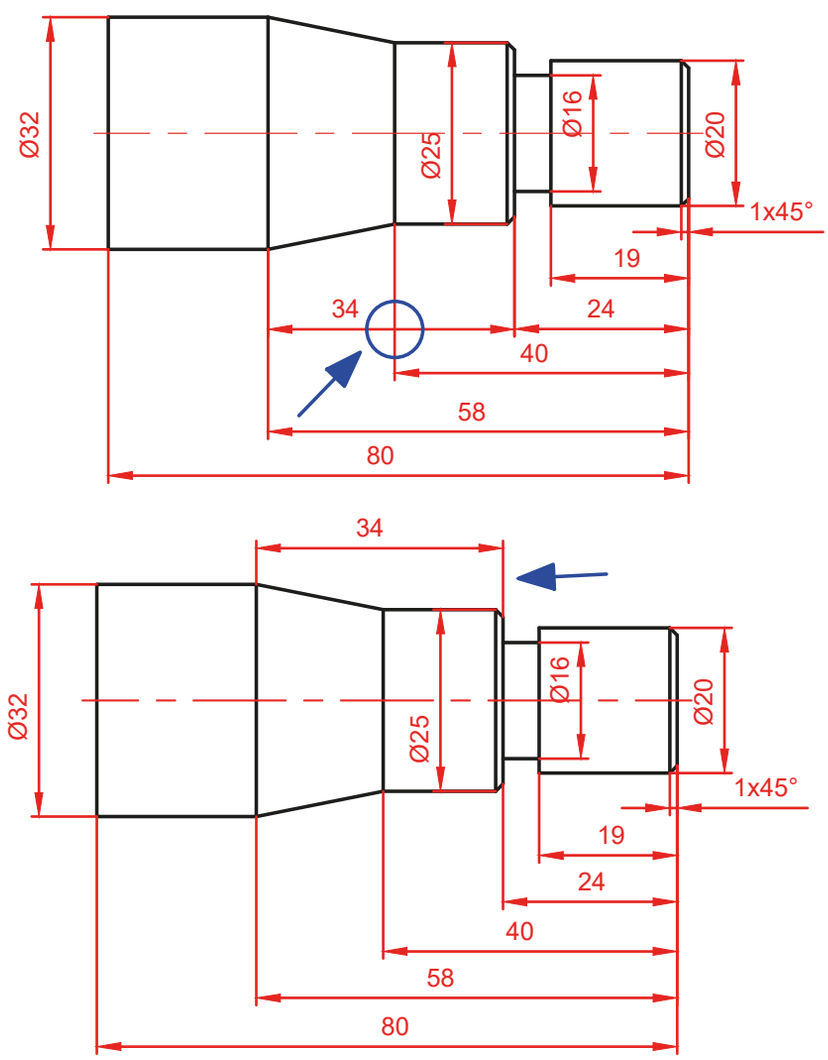
Görsel 4.4: Ölçü çizgisi

- Ölçülendirme yapılırken ölçü çizgileri birbirini kesmeyecek şekilde düzenlenir. Ölçü çizgilerinin birbirini kesmemesi için en küçük ölçüden büyüğe doğru kademeli olarak ölçülendirme yapılır. Görsel 4.5'teki mil parçası ölçülendirilirken bu kural dikkate alınarak ölçülendirilmiştir.



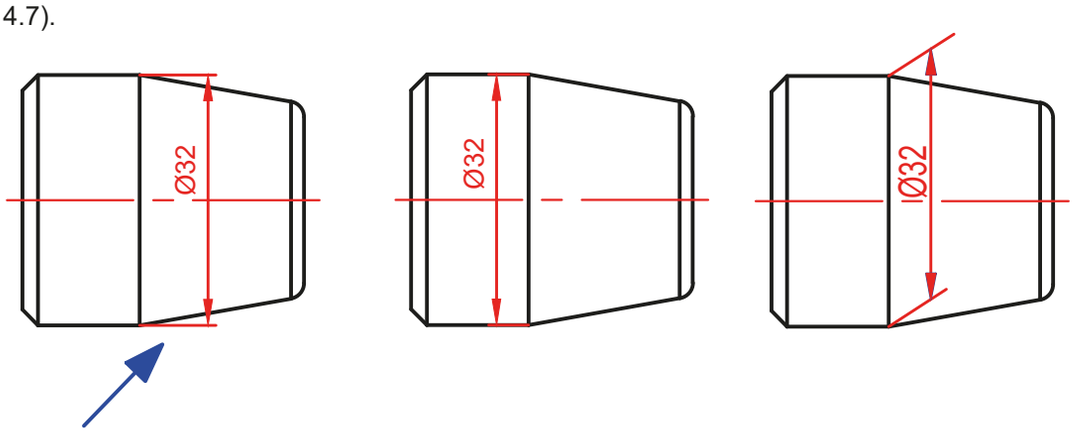
Görsel 4.5: Mil ölçülendirme

- Ölçüler kesiştiği durumlarda ölçülerin yeri değiştirilebilir, aynı ölçü farklı bir kenardan verilir (Görsel 4.6).



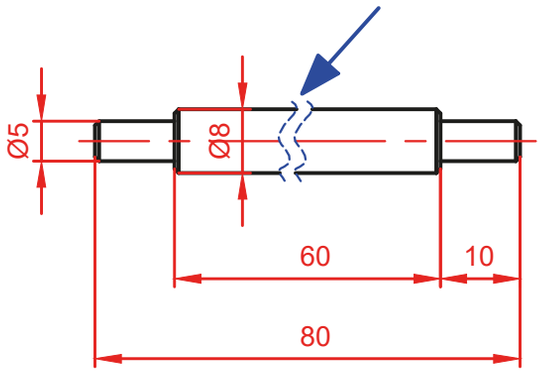
Görsel 4.6: Kesişen ölçü çizgisini uygun yere taşıma

- Ölçü çizgileri parça sınır çizgileriyle kesiştiği durumlarda ölçülendirme uygun bir yere alınır veya eğik yapılabilir (Görsel 4.7).



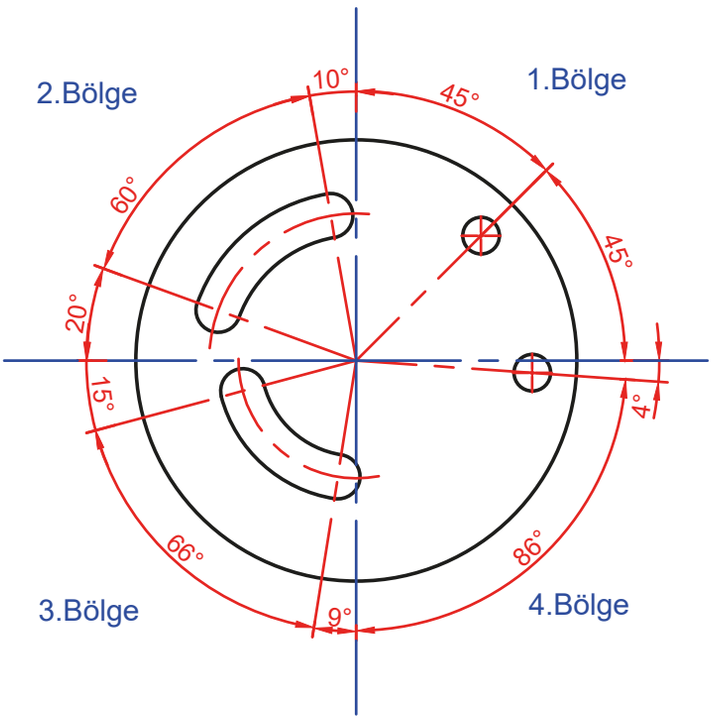
Görsel 4.7: Sınır çizgisi ile kesişim durumu

- İnce-uzun parçalar resim içerisine koparılmış olarak çizilir ve ölçü çizgisi bütün olarak verilir.
- Silindir ve yuvarlak parçaların ölçülendirilmesinde ölçü yanına Ø (çap) işareti eklenir (Görsel 4.8).



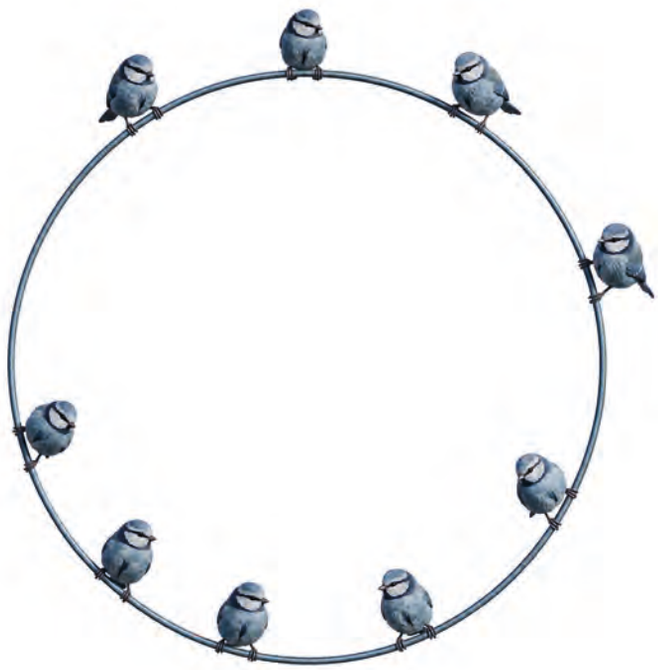
Görsel 4.8: Koparılmış parçaların ölçülendirilmesi

- Açı ölçülendirmede birinci ve ikinci bölgede kalan ölçüler yayın üstünde, üçüncü ve dördüncü bölgede kalan ölçüler yayın içinde kalacak şekilde yazılır. Rakamlar soldan sağa doğru okunacak şekilde konumlandırılır (Görsel 4.9).



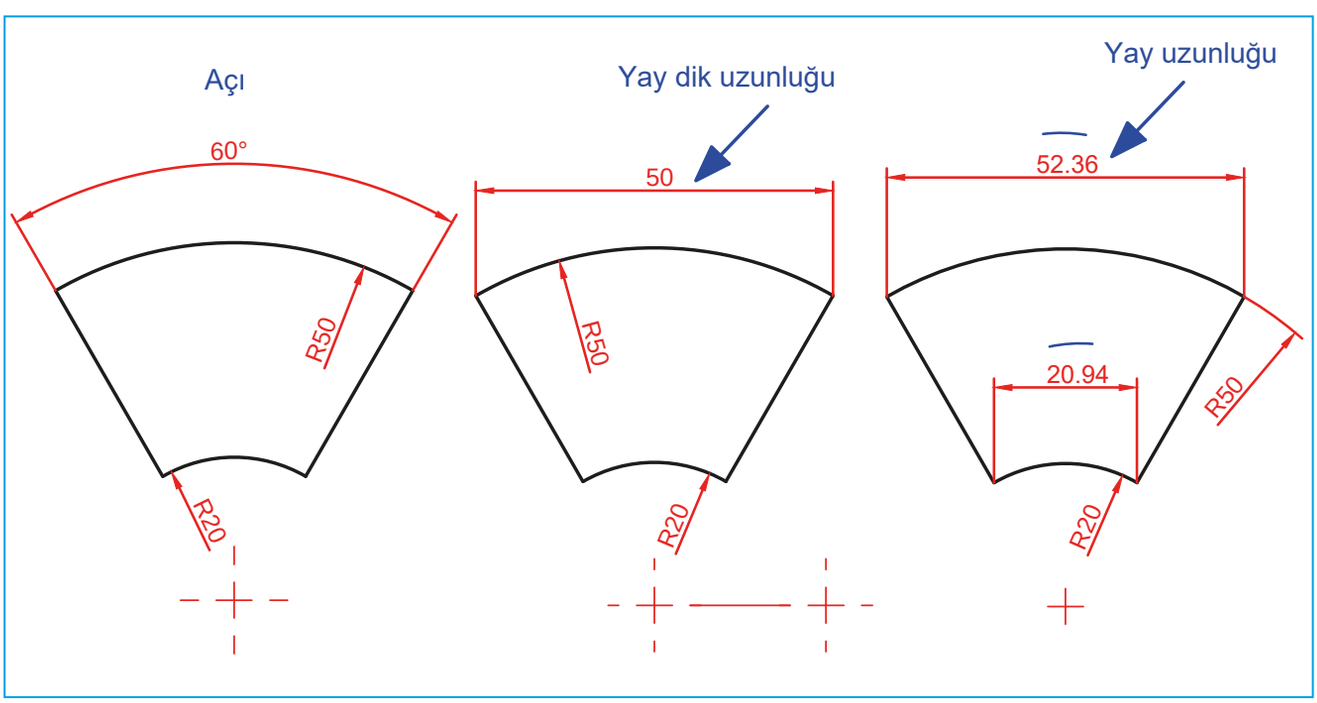
Görsel 4.9: Açı ölçülendirme

- Çember etrafında ölçülendirme, kuşların çember şeklinde bir tel üzerine tünemelerine benzetilebilir. Bu koşullarda kuşlar aşağı düşmeyecek şekilde tüner. Ölçü rakamlarının dizilişi kuşlara benzetilirse ölçü, aşağı düşmeyecek şekilde konumlandırılır (Görsel 4.10).



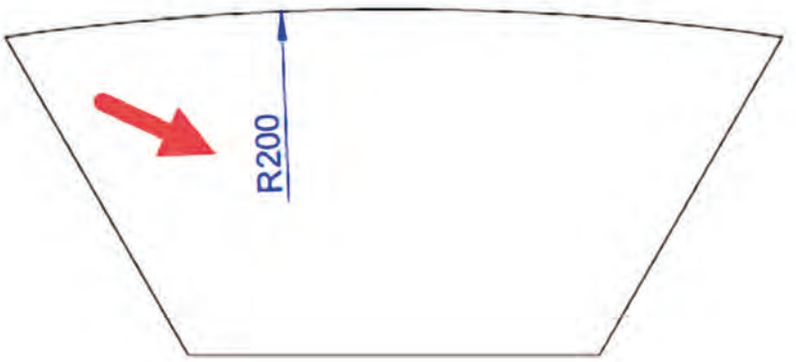
Görsel 4.10: Dairesel ölçülendirme mantığı

- Ters bakıldığında yanlış anlaşılmaya sebep olmamak için 6,9,66,68,86,99 gibi açılar yazılırken yanına nokta eklenir.
- Yay ölçülendirmesi yapılırken ölçü rakamları soldan sağa doğru okunacak şekilde ve siyah okla gösterilen yönde konumlandırılır (Görsel 4.11).
- Yay açısı, yay dik uzunluğu ve yay uzunluğu Görsel 4.11 ‘deki gibi çizilir. Yay yarıçapı ölçülendirilirken ölçünün baş tarafına R harfi eklenir.



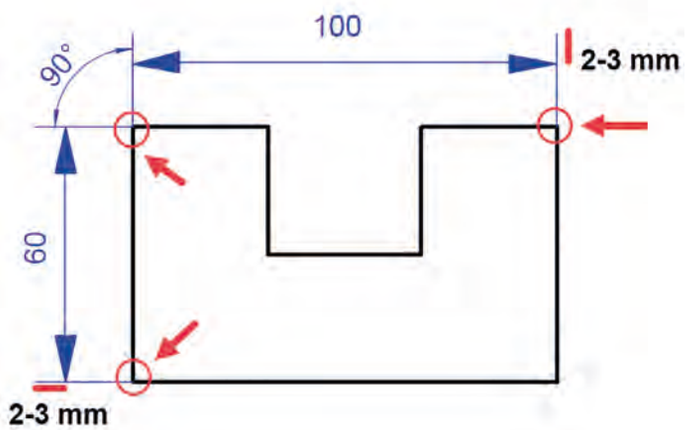
Görsel 4.11: Yay ölçülendirme

- Büyük yarıçaplı yay ölçülendirmelerde yarıçap ölçü çizgisi yay merkezine kadar uzatılmadan kısaltılarak verilir (Görsel 4.12).



Görsel 4.12: Büyük yarıçaplı yay ölçülendirme

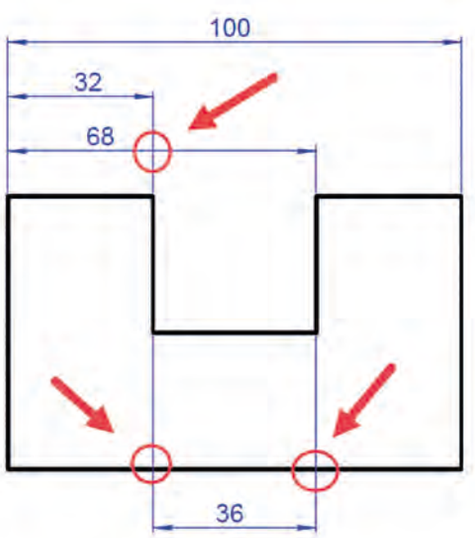
Ölçü Bağlama Çizgisi: Ölçülendirilecek nesnenin kenarlarından sınırı belirtmek amacı ile kullanılır. Sürekli ince çizgi olarak ve ölçü çizgisinden 2-3 mm dışarı çıkacak şekilde çizilir. Parça sınırlarından sonra arada boşluk bırakılmaz (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Ölçü bağlama çizgisi taşma miktarı

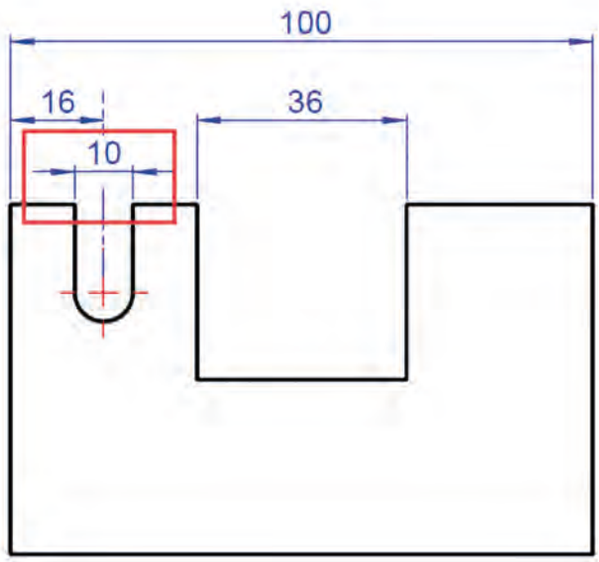
Ölçü bağlama çizgisinde şu noktalara dikkat edilir:

- Parça sınır çizgileri mümkünse ölçü çizgileriyle ve birbirleriyle kesiştirilmemelidir (Görsel 4.14).



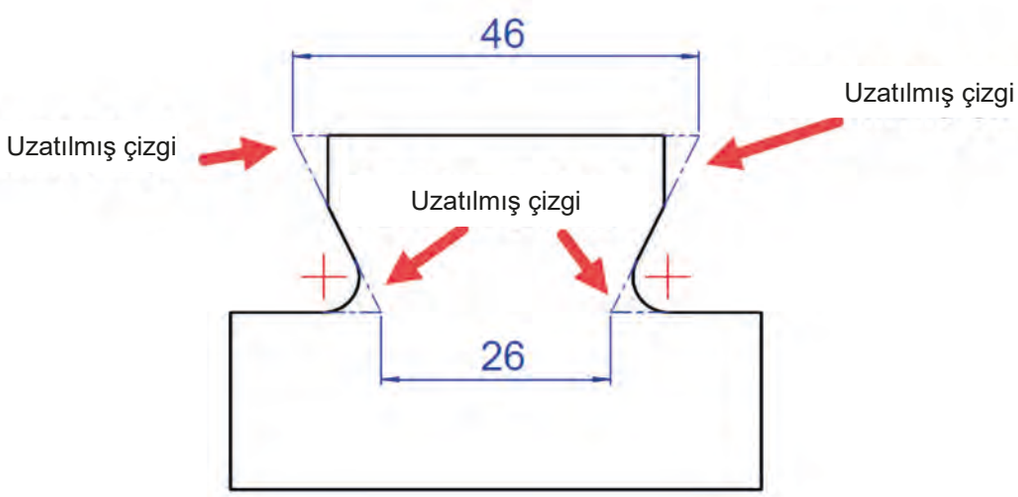
Görsel 4.14: Ölçü çizgisi ve sınır çizgisi

- Ölçü çizgisi bağlama çizgisi ile kesiştiği durumlarda ölçü çizgisi koparılmış olarak çizilir. 16 eksen ölçüsü 10 ölçüsünü ortadan keser. Bu durumda 10 rakamına denk gelen kısım koparılmış olarak çizilir (Görsel 4.15).



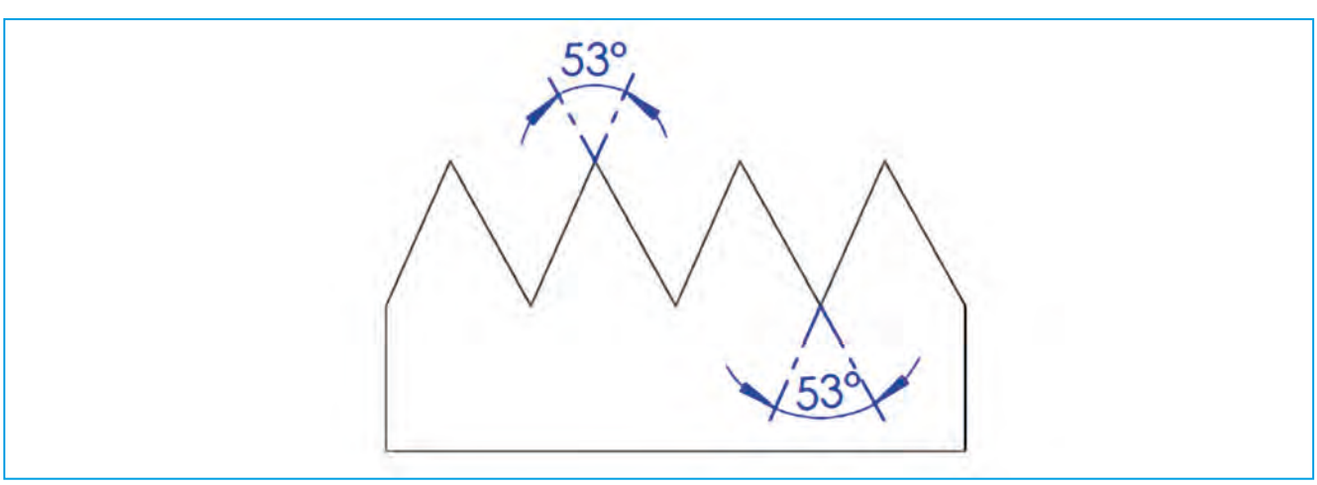
Görsel 4.15: Olçü ve bağlama çizgisinin kesişmesi

- Köşe kavislerinde ölçü bağlama çizgisi, çevre çizgileri uzantılarının kesiştiği noktadan başlatılır (Görsel 4.16).



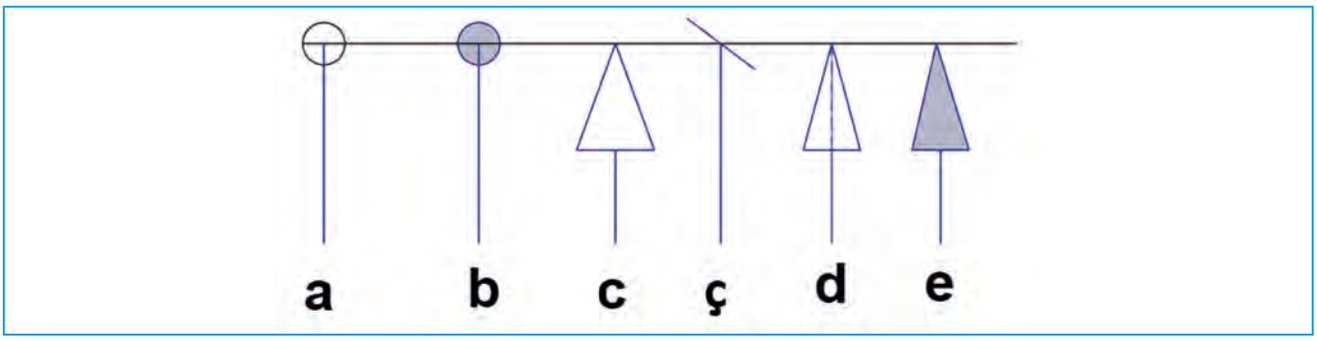
Görsel 4.16: Uzatılmış çizgi

- Açı ölçülendirmede ölçü açının içerisine sığmadığı durumlarda açının ucu uzatılarak ölçülendirilir (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Ölçü çizgisinin açı içene sığmadığı durum

Ölçü Sınır Çizgisi ve Ölçü Oku: Ölçü sınır çizgisi, ölçü bağlama çizgisi ile birleşme noktasıdır. Ölçü sınır çizgisi teknik resimde kullanılan ok çeşitleridir. Bu oklar makine, inşaat ve mimari, elektrik mühendisliği alanlarına göre değişir (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Ölçü bağlama okları

İçi boş daire (a), başlangıç noktasını belirtmek için kullanılır.

İçi dolu nokta (b), ölçü oklarının sığmadığı durumlarda kullanılır.

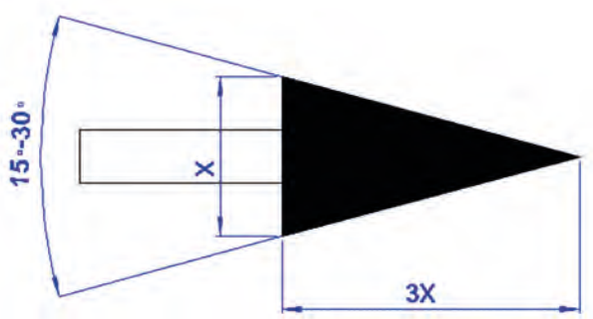
90° uç açılı içi boş sivri ok (c), inşaat ve mimari çizimlerde kullanılır.

45° eğik çizgi (ç), inşaat ve mimari çizimlerde kullanılır.

15° uç açılı içi boş sivri ok (d), makinecilikte kullanılır.

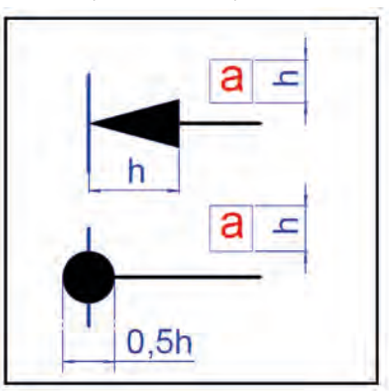
15° uç açılı içi dolu sivri ok (e), makinecilikte kullanılır.

- Ölçü oklarının uç kısmı 2,5-3,5 mm aralığında, genişliği 1-1,5 mm ve uç açısı 15°-30° aralığında alınabilir. Ok ölçüleri, çizilecek resmin büyüklüğüne göre belirlenir. Resmin boyutu küçükse alt sınır, büyükse üst sınır tercih edilir. Okların iç kısmı üçgenin dışına taşmayacak şekilde karalanır. Normal büyüklükte bir resimde ok kalınlığı ve boyu 1' e 3 oranında kullanılır. Kalınlık 1 mm ise uzunluk 3 mm olarak alınır (Görsel 4.19).



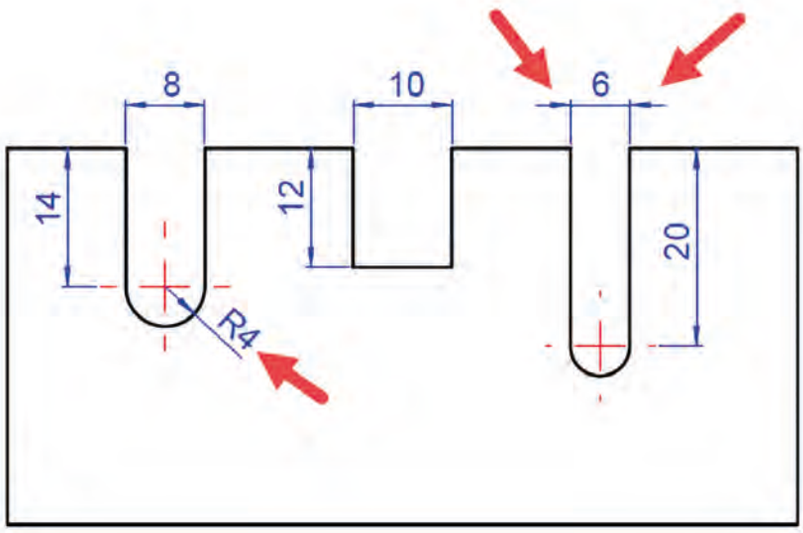
Görsel 4.19: Ok ölçüleri

- Ok ve ölçü yazısı arasındaki ölçü TS EN ISO 129-1'de belirtilen ölçü ok uzunluğu yazı uzunluğuna eşit, yuvarlak oklarda yazı ölçüsünün yarısı kadar olmalıdır (Görsel 4.20).



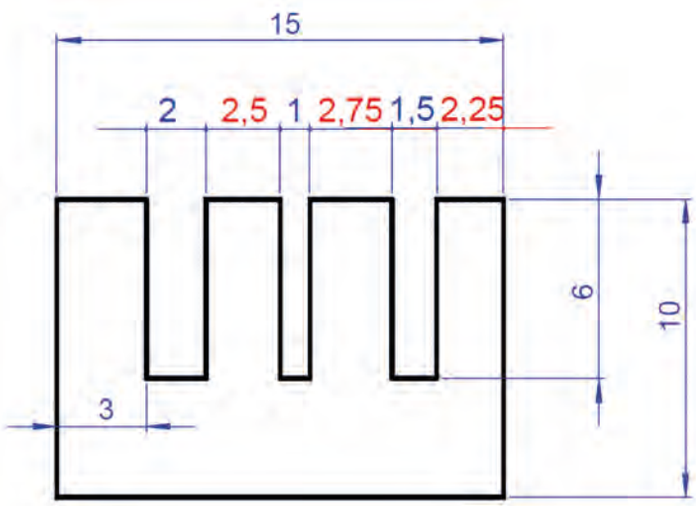
Görsel 4.20: Ok ve ölçü yazısı oranı

- Ölçü 8 mm'den büyük ve eşitse ok ölçü çizgisinin içerisinde bırakılır. 8 mm'den küçük ise ölçü çizgisinin dışında bırakılır (Görsel 4.21).



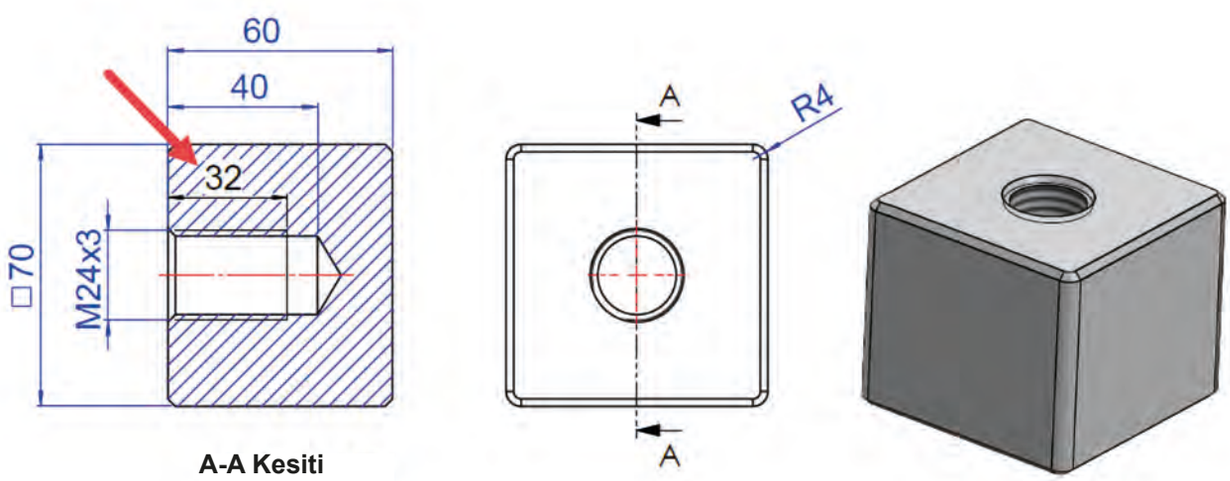
Görsel 4.21: Okların ölçüye göre konumu

- Ölçü okları sığmadığı durumlarda bağlama çizgisi olarak nokta kullanılır (Görsel 4.22).



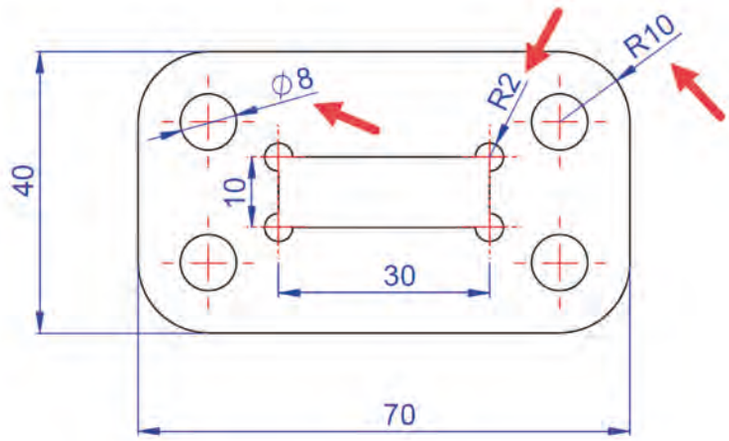
Görsel 4.22: Küçük ölçülerde oklar

- Ölçü ve ölçü çizgisi taralı alana denk gelirse tarama çizgileri ölçü çizgisi ve ölçü yazısını kesmeyecek şekilde taranır (Görsel 4.23).



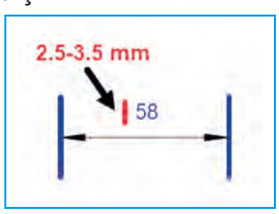
Görsel 4.23: Taralı yüzeylerde ölçülendirme

Kılavuz Çizgi ve Ölçü Rakamı: Ölçü rakamının sığmadığı durumlarda ölçü çizgisi uzatılır. Uzatılan bu çizgi kılavuz çizgiyi oluşturur (Görsel 4.24).



Görsel 4.24: Kılavuz çizgi

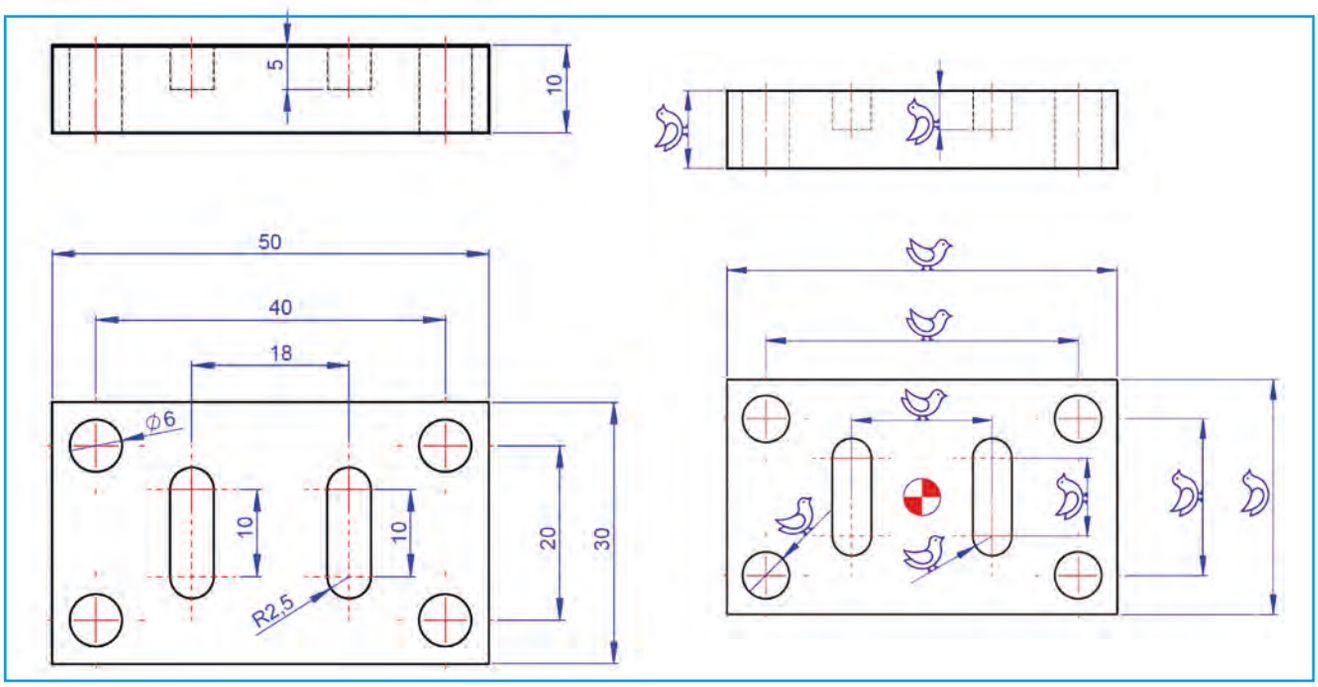
- Teknik resimde ölçü rakamları bir parçanın boyutlarını açık, anlaşılır ve standartlara uygun biçimde ifade etmek için kullanılan sayısal değerlerdir. Bu rakamlar, çizimin doğru yorumlanmasını sağladığı için oldukça büyük bir öneme sahiptir. Ölçü rakamları genellikle milimetre (mm) cinsinden verilir ve birim belirtilmese bile varsayılan olarak milimetre kabul edilir.
- Ölçülendirmede kullanılan yazıtipi **TS EN ISO 3098/1-2'**ye göre B tipi dik yazı olmalıdır.



Görsel 4.25: Yazı yüksekliği

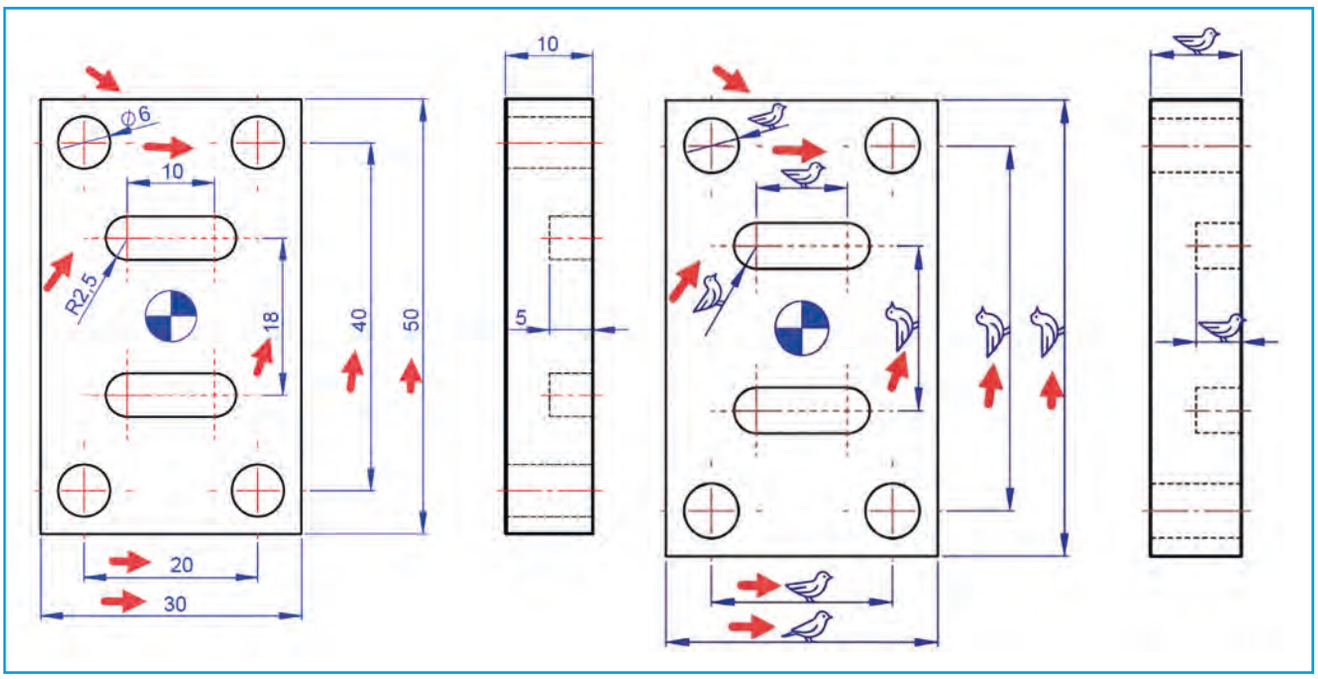
- Ölçü rakamları, ölçü çizgisi üzerine ve mümkün olduğunca ortalanmış şekilde yazılır. Rakamlar çizgilerle çakışmayacak şekilde yerleştirilmeli, gerekiyorsa ölçü çizgisi kesilerek rakamın daha net görünmesi sağlanmalıdır. Rakamların okunabilir olması esastır. Bu nedenle yazı yüksekliği, çizim ölçeğine uygun seçilmeli; genellikle 2,5 mm, 3,5 mm, 5 mm gibi standart yazı boyutları tercih edilmelidir (Görsel 4.25).

Yazım yönü açısından ölçü rakamları, çizimin altından veya sağından bakıldığında okunabilecek şekilde konumlandırılır. Bu yöntem, teknik resimde karmaşıklığı azaltır ve tüm kullanıcılar için ortak bir okuma standardı oluşturur. Ayrıca ölçü rakamlarının çizim içerisinde tekrarlanmasından kaçınılmalı, her ölçü yalnızca bir kez verilmelidir. Ölçü rakamları kuşların tünemesine benzetilirse Görsel 4.26'daki gibi olur. Kuşlar aşağı düşmeyecek şekilde konumlandırılır.



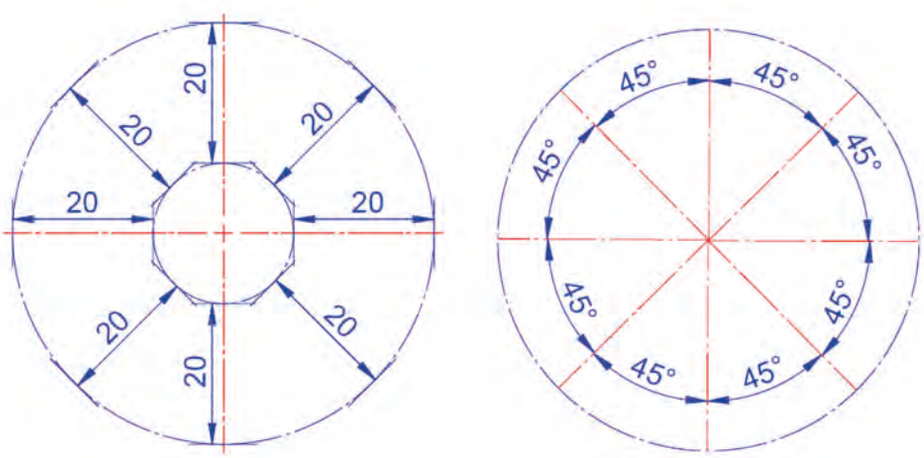
Görsel 4.26: Ölçü çizgilerinin konumu

2. Aynı resim 90 ° döndürüldüğünde rakamlar ölçü çizgisinin üzerinde kalacak ve soldan sağa doğru okunacak şekilde konumlandırılır (Görsel 4.27).



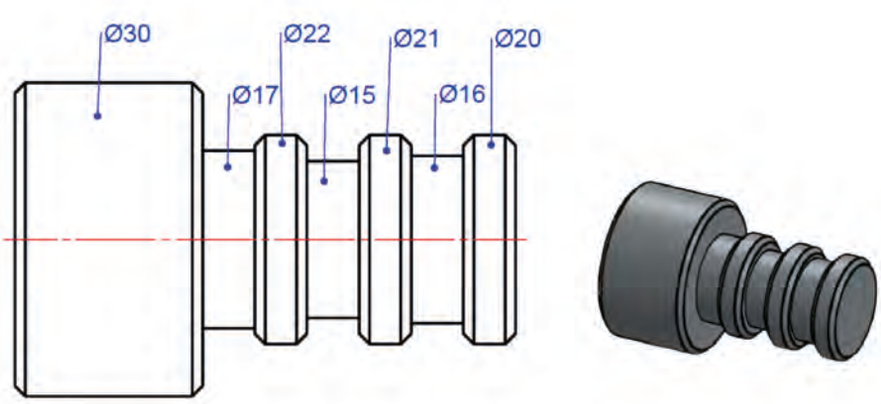
Görsel 4.27: Plakanın döndürülmüş hâli

Ölçü rakamlarının konumu soldan sağa doğru okunacak şekilde ayarlanır (Görsel 4.28).



Görsel 4.28: Açıya göre ölçü rakamlarının konumu

Çap ölçülerinin sığmadığı durumlarda ölçü rakamlarının konumu dikey olarak verilebilir (Görsel 4.29)



Görsel 4.29: Çap ölçülerinin sığmadığı durumlar

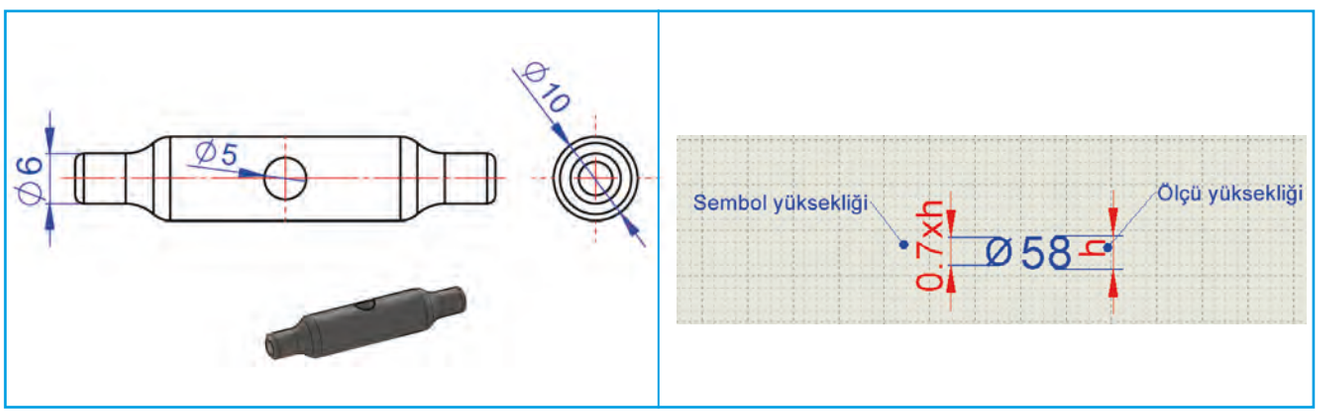
- **Ölçü İşareti:** Ölçülendirmelerde ölçü rakamı ile birlikte görülen işaret ve sembollerdir. Bunlar parça geometrisinin daha kolay anlaşılmasını sağlar. TS 11398'e göre standartlaştırılan semboller Tablo 4.1'de yer almaktadır.

Tablo 4.1: TS 11398 'e Göre Ölçülendirmede Kullanılan Semboller

Silindirik Parçalar Çap Ölüsü	Ø58	Ölçeğe Uymayan Ölçüler	54
Yarıçap Ölçüsü	R20	Açınım Uzunluğu Ölçüleri (Katlanmış Sac Parçaların Açılınca Boy Uzunluğu)	58
Küre Çap Ölçülendirme	SØ60	Teorik Tamlıktaki Ölçüler	25
Anahtar Ağzı Ölçüleri	AA 17	Yardımcı Ölçüler	(26)
Yay Uzunlukları	⌒ 45	Kontrol Ölçüleri	32±0,1
Yay Uzunlukları	⌒ 45	Ham Ölçüler	[45]
Parça Kalınlık Ölçüsü	t = 5	Eğim Miktarı	1:2
Derinlik ve Yükseklik Ölçüleri	h = 5	Koniklik ve Sivrilik Miktarı	1:2
Prizma ve Kare Ölçülendirme	□ 34	Vida Diş Sembolleri (Metrik, Trapez,Yuvarlak,Testere)	M,Tr,Y-v,Ts

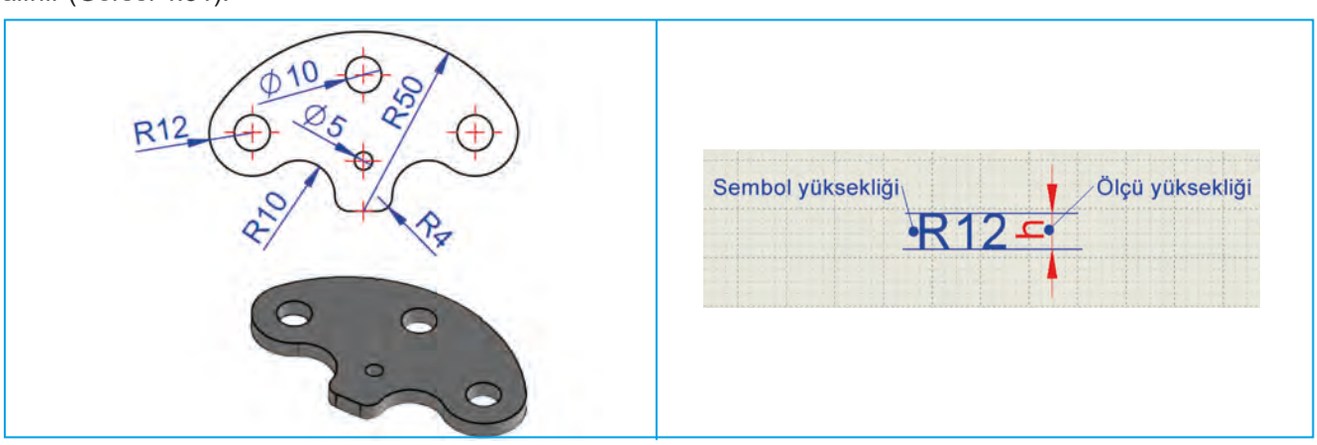
Sembollerin kullanıldığı çeşitli makine parçaları şunlardır:

a) Çaplar: Çapları ifade eden sembol (Ø), ölçü rakamının önüne konur. Ölçü rakamının yaklaşık 0,7 mm katı büyüklüğünde çizilir (Görsel 4.30).



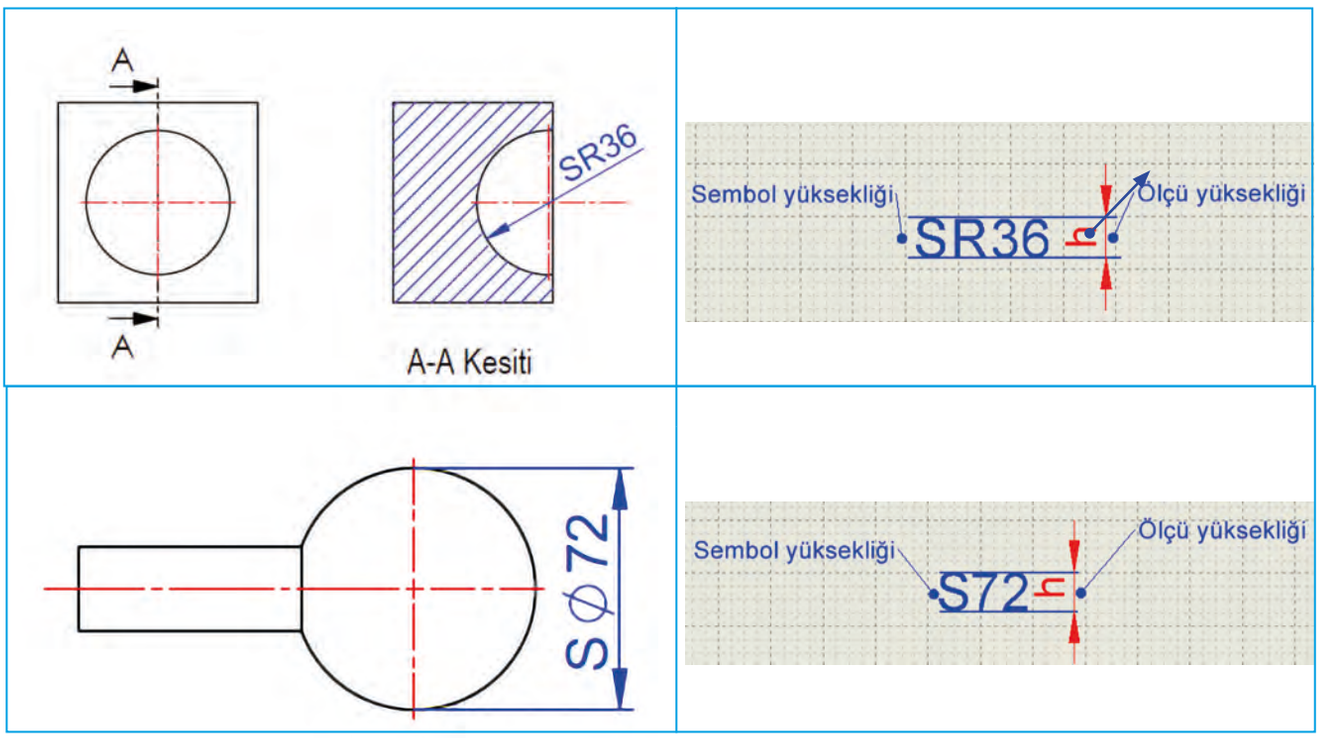
Görsel 4.30: Çap ölçülendirme

b) Yarıçaplar: Büyük R harfi ile gösterilir ve ölçü rakamının önüne konur. Boyutu ölçü rakamının büyüklüğü kadar alınır (Görsel 4.31).



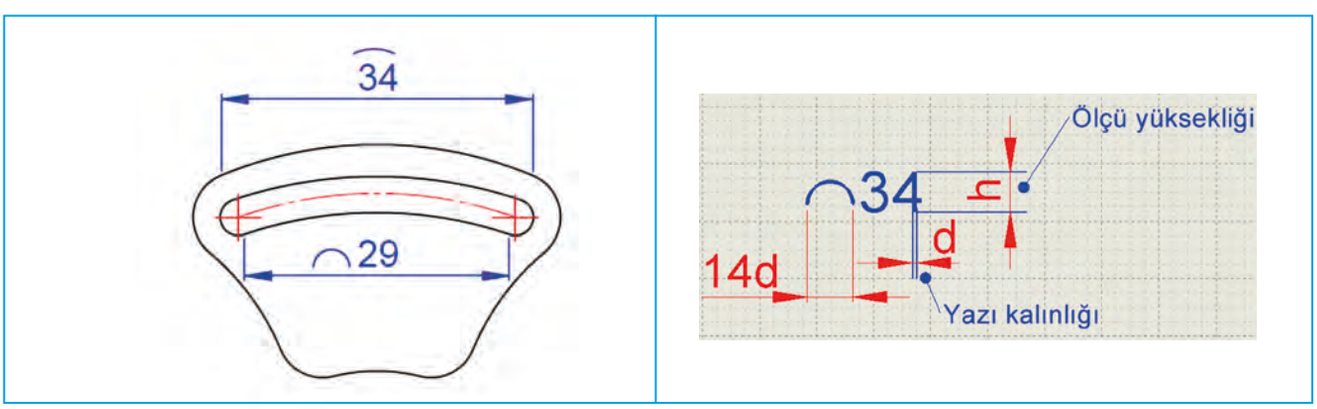
Görsel 4.31: Yarıçap ölçülendirme

c) Küreler: Küre ölçü önüne büyük S harfi, küre yarıçap önüne büyük SR harfi eklenir. Sembol ölçüleri ölçü rakamına eşit olur (Görsel 4.32).



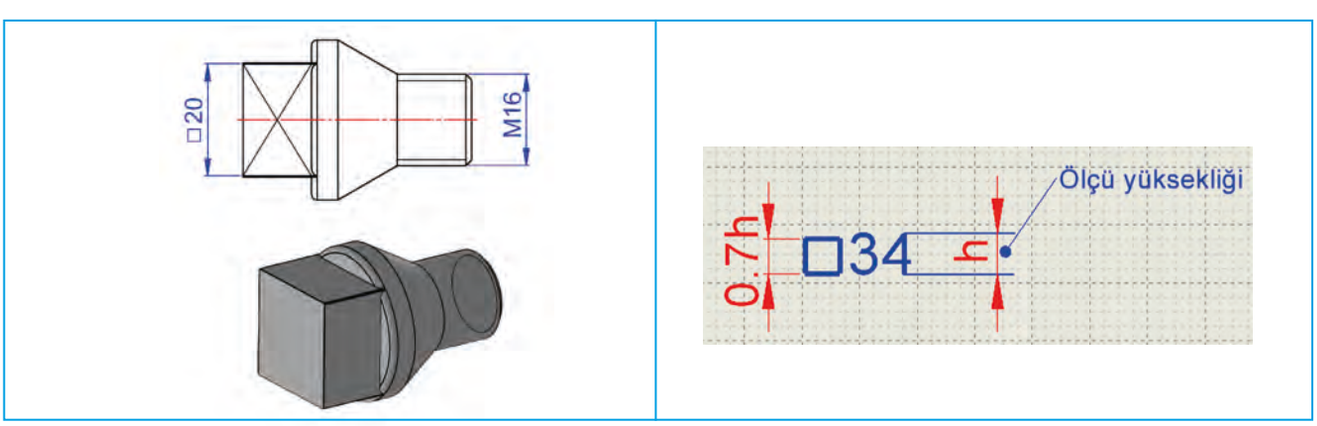
Görsel 4.32: Küre ölçülendirme

ç) Yaylar: Yay sembolü, ölçü rakamının önüne veya üzerine çizilebilir. Yay uzunluğunu ifade eder. Ölçü çizgisi kalınlığının yaklaşık 14 katı olarak alınır (Görsel 4.33).



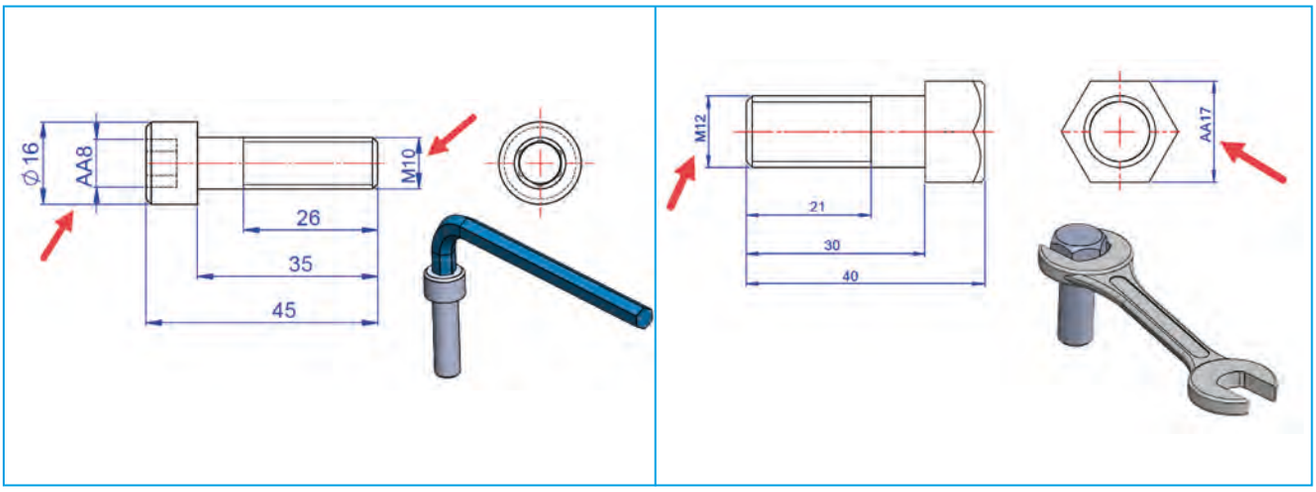
Görsel 4.33: Yay ölçülendirme

d) Kareler: Kare ölçülendirmede ölçü rakamının yanına (□) sembolü eklenir. Sembol yüksekliği, ölçü rakamı yüksekliğinin yaklaşık 0,7 katı kadar alınır (Görsel 4.34).



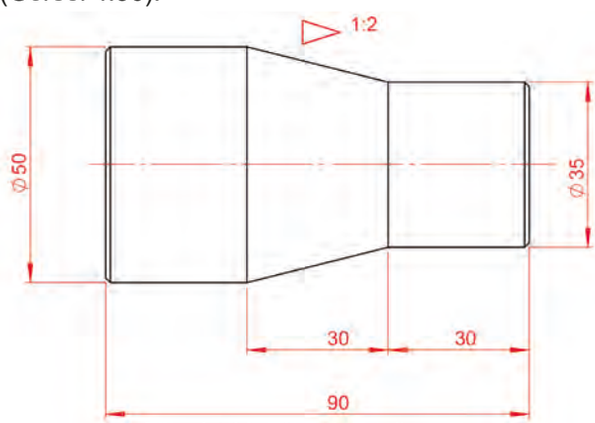
Görsel 4.34: Kare başlı cıvata

e) Anahtar Ağzı ve Vida Sembolü: Cıvatanın kaçlık anahtarla açılacağını belirtmek için ise ölçü yanına AA harfi ve vida tipini belirtmek içim M harfi eklenir (Görsel 4.35).



Görsel 4.35: Anahtar ağzı

f) Eğimler: Eğimli parçalar ölçülendirilirken koni çizim üzerine eğim sembolü ve rakamsal oranla belirtilir. Eğim oranı, sembolün önüne yazılır (Görsel 4.36).



Görsel 4.36: Eğim ölçülendirme

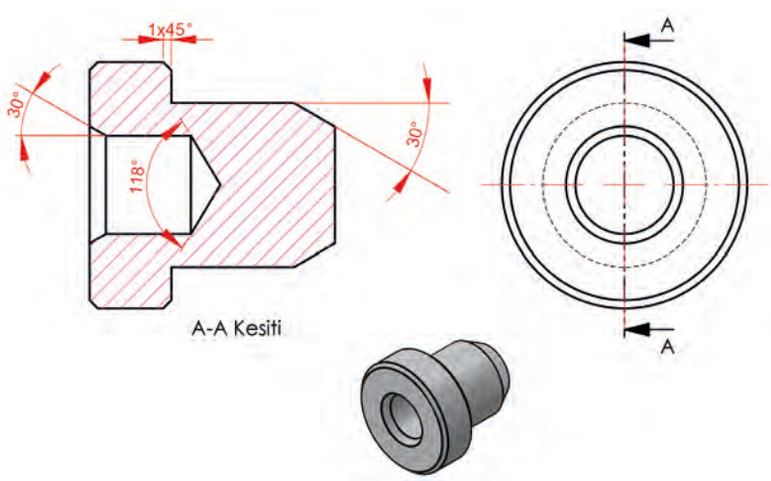
Eğim miktarı hesaplanırken büyük çaptan küçük çap çıkarılır ve konik uzunluğuna bölünür.

Eğim= (ØD-Ø d) /L formülü ile hesaplanır. Görsel 4.36'daki eğim hesaplandığında,

ØD= 50, **Ø d**= 35, **L**=30 formülde yerine yazıldığında

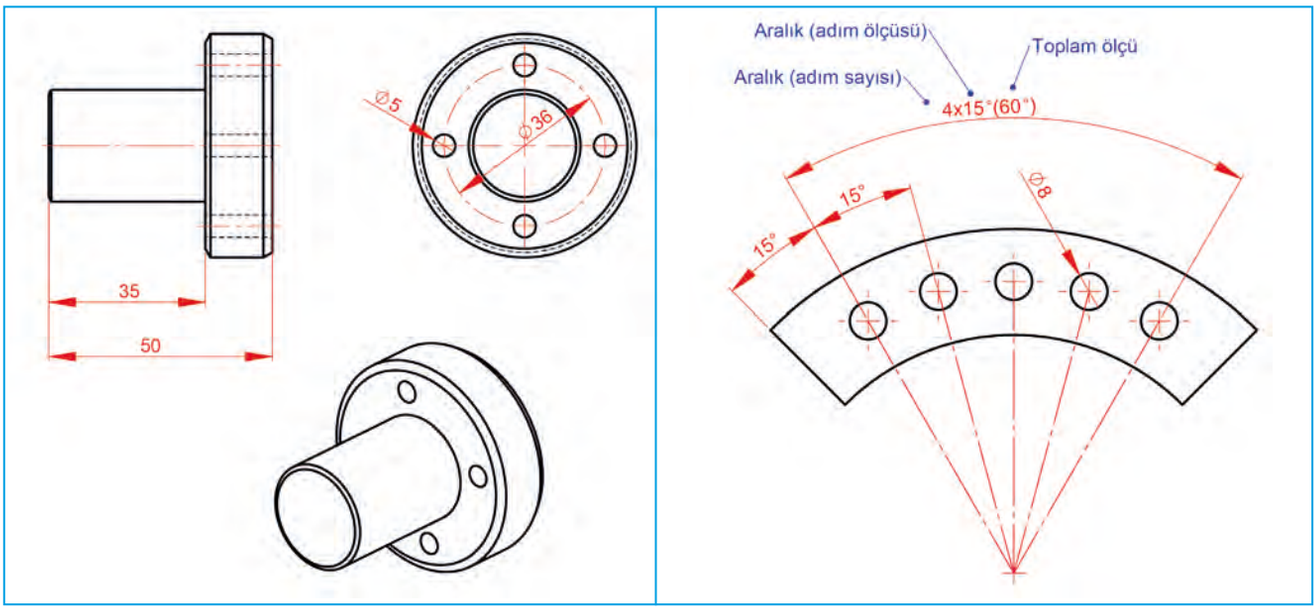
Eğim= (50-35) / 30= 15/ 30= 1/ 2 olarak bulunur.

g) Pahlar: Pah ölçülendirmede pah uzunluğu ve derece işareti verilir. Bağlama çizgileri kenarlardan uzatılabilir (Görsel 4.37).



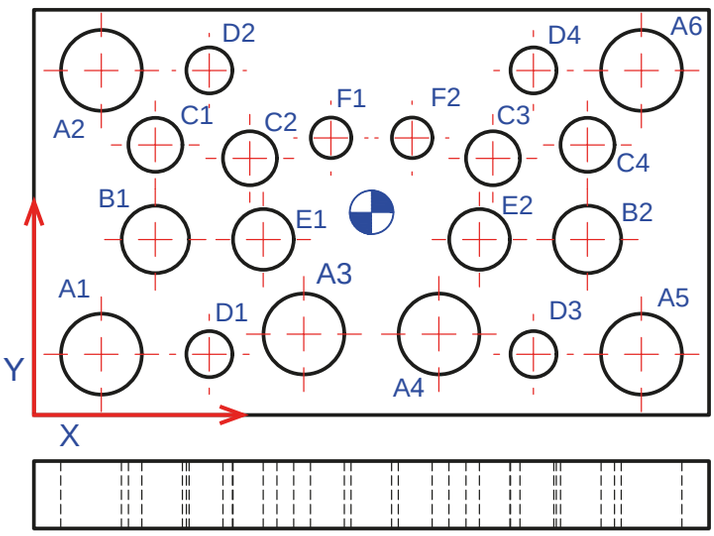
Görsel 4.37: Pah ölçülendirme

ğ) Çevresel Eşit Aralıklı Delikler: İki daire arasındaki açı adımı oluşturulur. Adım ve toplam açı değeri verilerek ölçülendirilir. Bir flanş üzerindeki delikler ölçülendirilirken delik merkezlerinden geçen daire ölçüsü ve delik çapı yazılır (Görsel 4.38).



Görsel 4.38: Çevresel delik ölçülendirme

h) Koordinatla Ölçülendirme: Üzerinde çok sayıda delik bulunan parçalarda bütün delikler ayrı ayrı ölçülendirilirse resim çok karmaşık hâle gelir. Bu gibi durumlarda delikler adlandırılır, her deliğin koordinatı ve derinlik bilgisi tabloya yazılır. Aynı çapta olan delikler aynı harfle adlandırılır (Görsel 4.39).

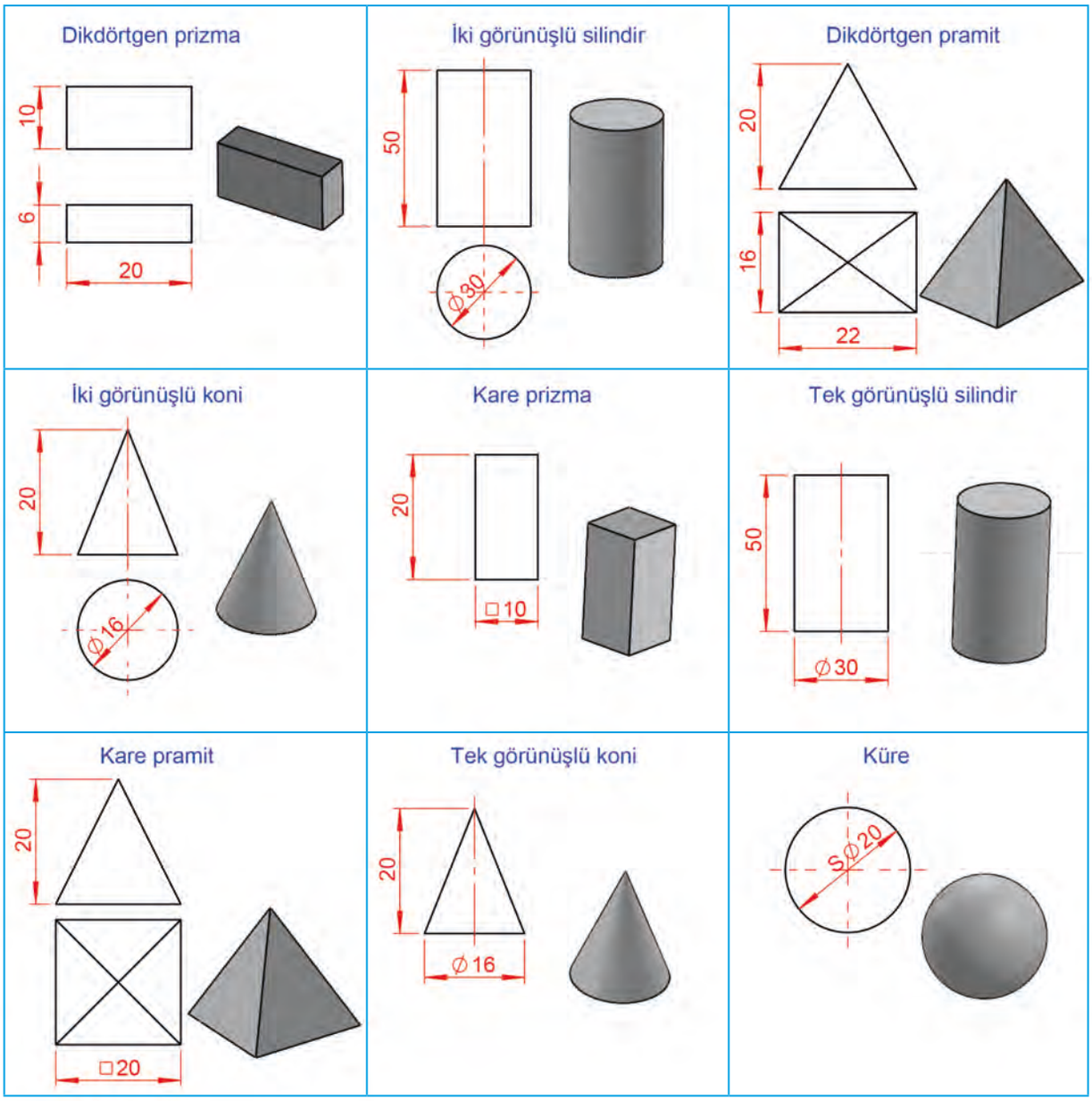


Etiket	X Konumu	Y Konumu	Boyut
A1	-40	-21	∅ 12 Boydan boya
A2	-40	21	∅ 12 Boydan boya
A3	-10	-18	∅ 12 Boydan boya
A4	10	-18	∅ 12 Boydan boya
A5	40	-21	∅ 12 Boydan boya
A6	40	21	∅ 12 Boydan boya
B1	-32	-4	∅ 10 Boydan boya
B2	32	-4	∅ 10 İ Boydan boya
C1	-32	10	∅ 8 ↧ 5
C2	-18	8	∅ 8 ↧ 5
C3	18	8	∅ 8 ↧ 5
C4	32	10	∅ 8 ↧ 5
D1	-24	-21	∅ 6,8 Boydan boya
D2	-24	21	∅ 6,8 Boydan boya
D3	24	-21	∅ 6,8 Boydan boya
D4	24	21	∅ 6,8 Boydan boya
E1	-16	-4	∅ 9 ↧ 10
E2	16	-4	∅ 9 ↧ 10
F1	-6	11	∅ 6 ↧ 10
F2	6	11	∅ 6 ↧ 10

Görsel 4.39: Koordinat ölçülendirme

Geometrik Parçaların Boyut Ölçüleri

Çeşitli geometrik cisimler dikdörtgen prizma, silindir, pramit, kare pramit, koni, tek görüşlü silidir gibi parçalar Görsel 4.40'daki gibi ölçülendirilir.



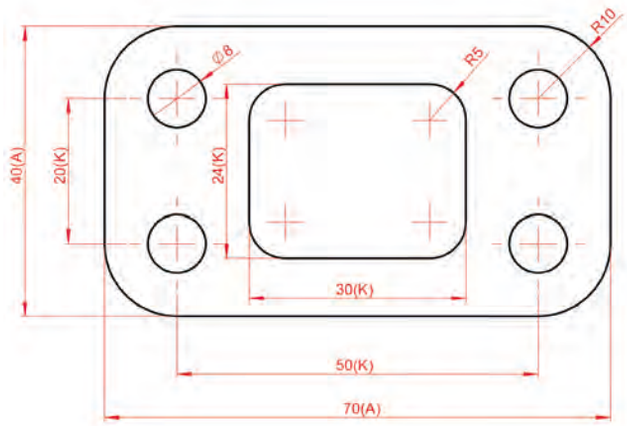
Görsel 4.40: Geometrik cisimlerin ana ölçüleri

4.1.1.2. Ölçülendirme Sistemleri

Makine parçalarının veya yapı elemanlarının teknik resimleri çizilirken parçanın üzerindeki ölçülerin hangi düzene göre yerleştirileceği büyük önem taşır. Ölçülerin dizilişi; parçanın makine içindeki görevine (fonksiyon), imalat yöntemine (talaşlı imalat, kalıplama, sac işleme vb.) ve kalite kontrol süreçlerine göre belirlenir. TS 11398'e göre üç çeşit ölçülendirme sistemi vardır. Bunlar tek başına veya birlikte kullanılabilir.

Fonksiyonel Ölçülendirme

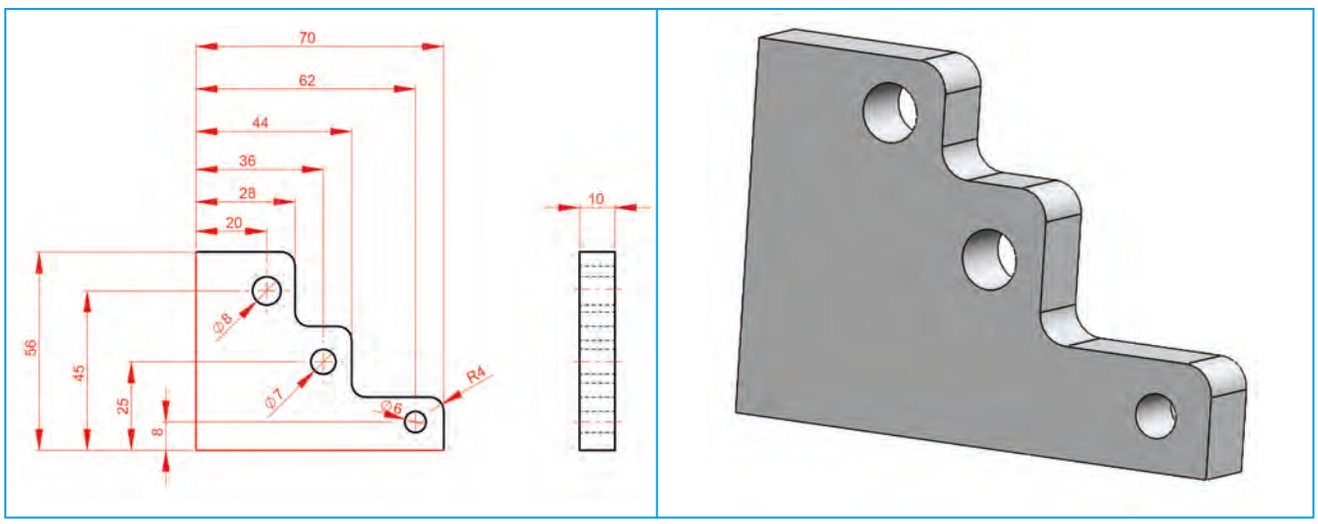
Parçanın işleviyle ilgili ölçülerdir. Örneğin bir kapı menteşesinde esas işlev görecek yer mil ve mil yuvasıdır. Fonksiyonel elemanlar (bir parçanın yüzeyleri, kanal, set, çevre, vida vb.) ilgili oldukları parçanın kullanılmasında esas rolü oynar. Parçalar, bu özellikleri dikkate alınarak ölçülendirilir. Görsel 4.41'de ana ölçüler **A**, konum ölçüleri **K** ile gösterilmiştir.



Görsel 4.41: Fonksiyonel ölçülendirme

İmalatla İlgili Ölçülendirme

İmalat için doğrudan gerekli ölçülerin görevle ilgili ölçüler üzerinden hesaplanması gerekir. İmalata yönelik ölçülendirme, imal usulüne (markalama, çeşitli talaş kaldırma yöntemleri, tornalama, frezeleme, dövme, dökme vb.) göre yapılır. İki adet kenar referans alınır ve ölçülendirme bu kenarlara göre yapılır (Görsel 4.42).

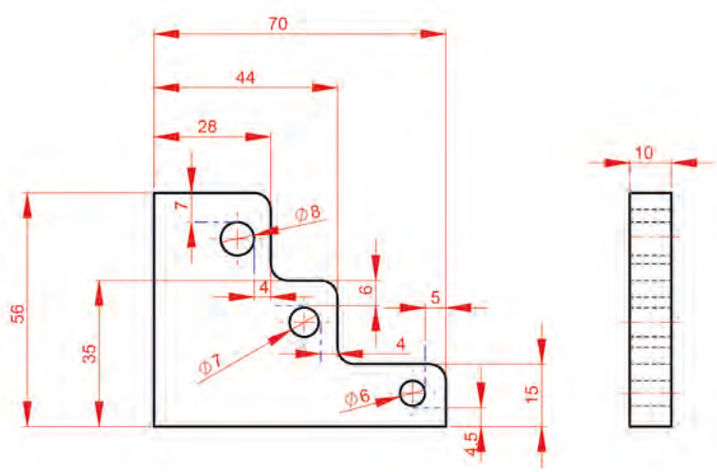


Görsel 4.42: İmalatla ilgili ölçülendirme

Kontrollerle İlgili Ölçülendirme

Bir makine parçası tezgâhta üretildikten sonra parçanın teknik resimdeki ölçülere ve toleranslara uygun yapılıp yapılmadığının kontrol edilmesi gerekir. Bu işleme muayene veya kalite kontrol denir.

Teknik resim çizilirken ölçüler; atölyedeki ustanın veya kalite kontrol personelinin elindeki ölçü aletleriyle (kumpas, mikrometre, mastar, komparatör vb.) doğrudan, hızlı ve hatasız bir şekilde ölçebileceği düzende verilmelidir (Görsel 4.43).



Görsel 4.43: Kontrole yönelik ölçülendirme

Kontrol ve ölçme süreçlerinin güvenilir, hızlı ve hatasız bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için ölçülendirme aşamasında belirli ilkelere uyulması gerekmektedir.

Doğrudan Okunabilirlik (Hesaplama Gerektirmeme): Teknik resimde yer alan her ölçü, kontrol edilecek unsur için doğrudan okunabilir nitelikte olmalıdır. Ölçümü gerçekleştiren kişinin gerekli değere ulaşmak için farklı ölçüler arasında toplama, çıkarma gibi matematiksel işlemler yapmasına gerek kalmamalıdır. Bu tür işlemler, özellikle üretim ortamlarında hata olasılığını artırmaktadır.

Ölçü Aletlerine Uygunluk: Belirtilen ölçüler, kullanılacak ölçme araçlarının fiziksel özellikleri ve çalışma prensipleri ile uyumlu olmalıdır. Örneğin tam silindirik bir mil, deliğin ölçüsü çap (Ø) olarak verilmelidir. Çünkü kumpas, mikrometre gibi ölçü aletleri, ölçümü doğrudan çap üzerinden gerçekleştirir. Yarıçap ölçülendirmesi ise yalnızca tam daire oluşturmayan kavisli yüzeyler için tercih edilmelidir.

Referans (Dayama) Yüzeylerinin Doğru Seçimi: Ölçüm işlemlerinde kullanılan aletler genellikle düz ve işlenmiş bir yüzeye dayandırılarak ölçüm yapar. Bu nedenle ölçülendirme; erişilebilir, düzgün ve ölçüm aletinin temas edebileceği yüzeyler esas alınarak yapılmalıdır. Ölçülerin erişimi zor, kapalı bölgelerden veya fiziksel olarak temas edilemeyen varsayımsal eksenlerden verilmesinden kaçınılmalıdır.

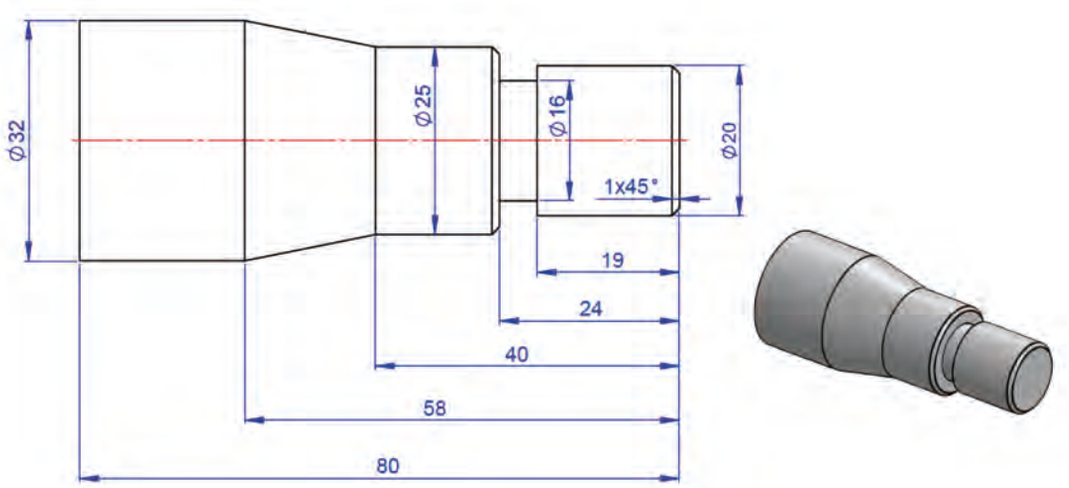
Mastar Kullanımına Uygunluk: Seri üretim uygulamalarında ölçüm işlemleri çoğunlukla klasik ölçü aletleri yerine mastarlar aracılığıyla gerçekleştirilir. Özellikle mil ve delik gibi eşleşen elemanlarda kontrolün etkin şekilde yapılabilmesi için maksimum ve minimum sınır değerleri ile toleranslar teknik resimde açık ve net biçimde belirtilmelidir. Bu sayede "geçer / geçmez" esasına dayalı hızlı ve güvenilir kontrol sağlanır.

4.1.1.3. Ölçülendirme Metotları

Teknik resimde istenen parçanın üretilmesi için yapılan ölçülendirmede sade, anlaşılır ve karışıklıkları önleme amaçlı çeşitli metotlar kullanılır.

Paralel (Kademeli) Ölçülendirme

Çizgiler Arası Mesafe: Paralel uzanan ölçü çizgileri arasındaki boşluklar, ölçü rakamlarının araya rahatça yazılabilmesi ve okunabilmesi için eşit tutulmalıdır (TS EN ISO standartlarına göre bu mesafe genellikle 7-10mm'dir). Yatay ve dikey ölçüler birbirine paralel olarak ölçülendirilir (Görsel 4.44).



Görsel 4.44: Paralel ölçülendirme

Paralel ölçülendirmenin imalattaki en büyük avantajı **tolerans yığılmasını (hata birikimi)** kesinlikle önlemesidir. Her bir kademenin veya deliğin ölçüsü diğerinden tamamen bağımsızdır. Tezgâhta bir delik işlenirken yapılabilecek küçük bir kayma hatası sadece o deliği etkiler, bir sonraki deliğin veya kademenin konumunu bozmaz.

Paralel ölçülendirme, CNC (bilgisayarlı sayısal kontrol) imalatı ve hassas imalatta kullanılır. CNC, tezgâhlarda işlenecek parçalar için en ideal ve en doğru sistemdir. CNC tezgâhları parçanın köşesinde veya merkezinde bir **sıfır noktası** belirleyerek çalışır. Paralel ölçülendirme, tezgâhın bu çalışma mantığıyla birebir örtüşür.

Çoklu deliklerin bulunduğu sac metal kalıp plakalarında, matrislerde ve montaj hassasiyeti yüksek olan makine

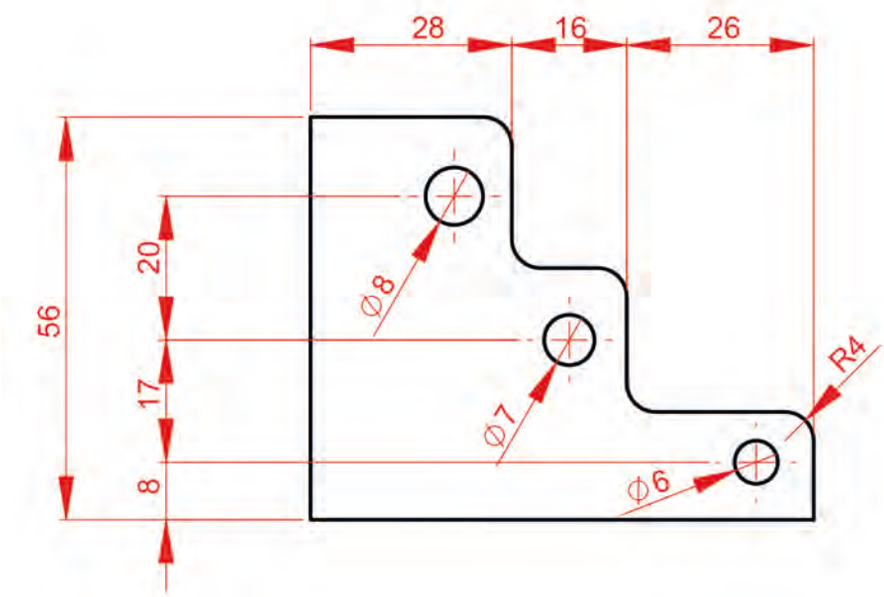
parçalarında mutlaka bu sistem tercih edilmelidir.

Yüzey İşleme İşaretleri: Üretilen parçaların yüzeyleri her zaman ayna gibi pürüzsüz olmaz, üretim yöntemine göre üzerinde takım izleri kalabilir. Parçaların birbiriyle uyumlu çalışabilmesi (örneğin bir milin yatak içinde rahatça dönmesi veya sızdırmazlık sağlaması) için yüzey kalitesinin ne olması gerektiğini belirten sembollerdir.

Tolerans: İmalat sürecinde hiçbir tezgâh veya insan, bir parçayı kesinlikle kusursuz ve sıfır hata ile üretemez. Mutlaka mikronluk da olsa milimetrik sapmalar olur. Tolerans, bir parçanın görevini yapabilmesi ve diğer parçalarla montajlanabilmesi için ölçüsünde kabul edilebilecek **izin verilen hata payı** demektir.

Zincirleme Ölçülendirme

Kolay Okunabilirlik: Çizilmesi pratiktir ve parça üzerindeki her bir kademenin kendi uzunluğu doğrudan görülebildiği için şekil üzerinde takip edilmesi oldukça kolaydır (Görsel 4.45).



Görsel 4.45: Zincirleme ölçülendirme

Açık Zincir Kuralı: Zincirleme ölçülendirmede parçanın baştan sona tüm basamaklarına ölçü verilir fakat en üste toplam boy ölçüsü kesinlikle verilmez.

İçteki tüm kademeler yazılacaksa toplam boy mutlaka parantez içinde **(Yardımcı Ölçü)** şeklinde gösterilmelidir.

Parçanın toplam boyu montaj için çok kritikse ve kesin olarak verilmesi gerekiyorsa ara kademelerden en önemsiz (fonksiyonel olmayan) olanı ölçülendirilmeden boş bırakılmalıdır. Buna **zinciri açık bırakmak** denir.

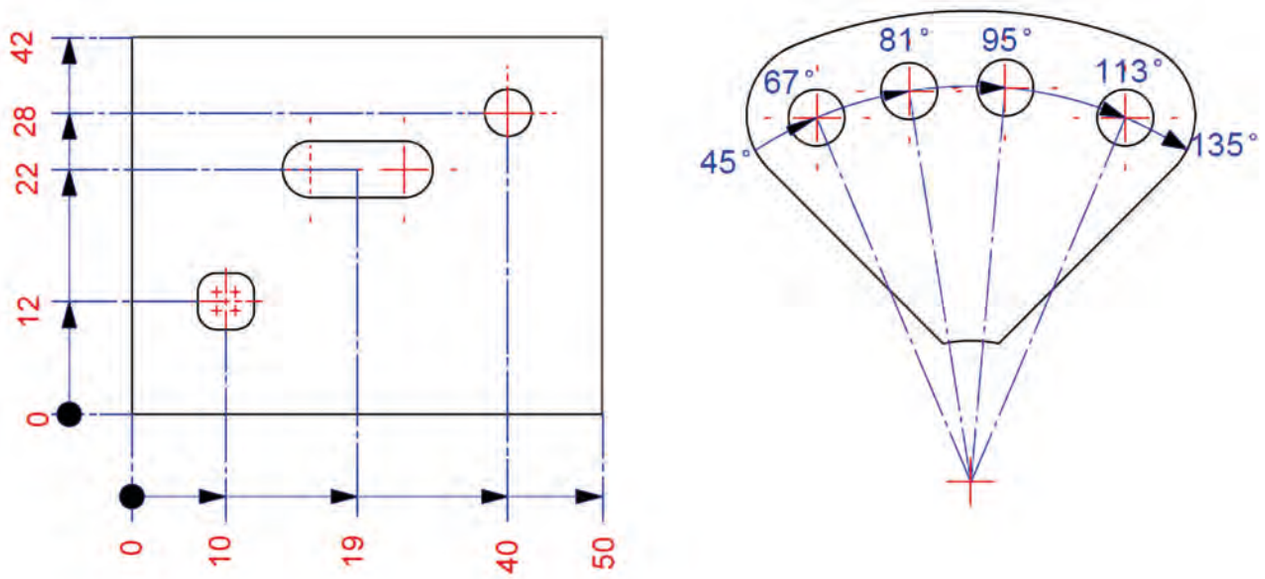
Tolerans Yığılması: Bu sistemin imalattaki en büyük zayıflığı hata biriktirmesidir. Tezgâhta her bir kademe işlenirken ustanın veya makinenin yaptığı milimetrik sapmalar (toleranslar) sürekli şekilde bir sonrakinin üzerine eklenir. Zincirin en sonuna gelindiğinde küçük hatalar toplanarak büyür ve parçanın son kısmında veya toplam boyunda kabul edilemez bir tolerans yığılması meydana gelir. Hassas parça imalatında bu yöntem tercih edilmez.

Hata yığılmasına Görsel 4.45'te verilen parça üzerinde yer verilmiştir. Bu iş parçası için hata payı ± 0,1 olduğunda ve 28,16,26 ölçüleri 0,1 mm küçük üretildiğinde ölçüler sırasıyla 27,90/15,90/ 25,90 olacaktır. Her ölçü 0,1 mm küçük olursa toplamda 0,1+0,1+0.1 = 0,3 mm hata oluşur ve tolerans ölçüsünün dışına çıkar.

Zincir ölçülendirme yöntemi; imalatında yüksek hassasiyet gerekmeyen, boyutsal hataların toplanarak artmasının parçanın makine üzerindeki çalışmasını ve görevini bozmayacağı nispeten basit iş parçalarında tercih edilir.Makine imalatından çok ahşap mobilya üretimi, basit çelik konstrüksiyon yapıları ve mimari çizimlerde daha sık karşılaşılan bir yöntemdir.

Artan Kademeli Ölçülendirme: Paralel ölçülendirmenin kâğıt üzerinde çok fazla yer kapladığı ve resmin okunmasını zorlaştırdığı durumlarda kullanılan, daha sade, yer kazandıran ve pratik bir ölçülendirme sistemidir.

Bu sistemin mantığı paralel ölçülendirme ile tamamen aynıdır, bütün ölçüler ortak bir referans (sıfır) noktasından başlar. Aralarındaki tek fark, artan kademeli ölçülendirmede alt alta onlarca çizgi çizmek yerine **tüm ölçülerin tek bir sürekli çizgi üzerinde gösterilmesi**dir (Görsel 4.46).



Görsel 4.46: Artan kademeli ölçülendirme

Sıfır Noktası: Ölçülendirmenin başladığı referans yüzeyine veya eksenine bir **0** (sıfır) rakamı yazılır veya küçük bir daire (○) sembolü konulur.

Tek Çizgi Üzerinde İlerleme: Sıfır noktasından itibaren parça boyunca tek bir kesintisiz ölçü çizgisi uzatılır.

Tek Yönlü Oklar: Ölçü çizgisi üzerinde yer alan oklar, sadece ölçülendirilen unsuru (kademeyi veya delik merkezini) gösterecek şekilde tek yönlü olarak çizilir.

Rakamların Yazılışı: Ölçü değerleri, ilgili okun hemen yakınına (okun üstüne veya çizgi doğrultusuna dik olacak şekilde) yazılır. Yazılan her bir rakam, o noktanın sıfır noktasına olan toplam uzaklığını ifade eder.

Artan kademeli ölçülendirmede paralel ölçülendirmede olduğu gibi imalat sırasında tolerans yığılması yoktur. Her kademe kendi içinde sıfır noktasına göre bağımsızdır. Üzerinde onlarca farklı kademe veya delik bulunan bir mil veya levha çiziminde, sayfada çok büyük bir **alan tasarrufu** sağlar. Resmi sadeleştirerek göz yormayan, temiz bir görünüm sunar.

CNC dik işlem merkezleri ve tornalar, parçayı bir **X=0, Y=0** koordinatından başlayarak işler. Artan kademeli sistem, tezgâh operatörünün ekrandaki değerler ile kâğıttaki değerleri bire bir aynı mantıkla okumasını sağlar.

NOTLARIM

1. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Ölçülendirme ve Ok Çalışması Yapma
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun ölçülendirme yapmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz.

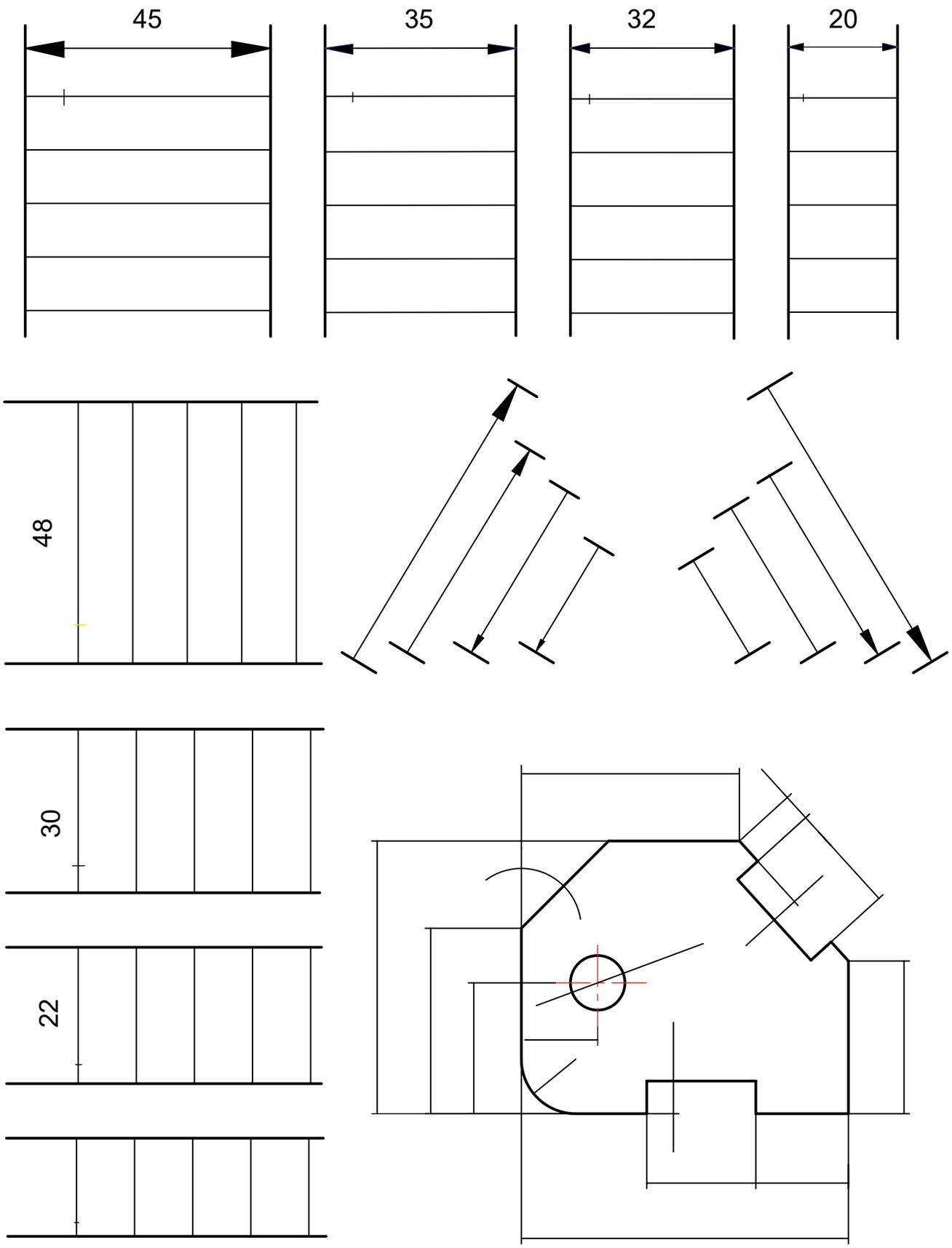
Yönerge: Resim/Ödev 4.1'de verilen ölçü oklarını ve ölçü yazılarını tamamlayınız.

Uygulama Adımları

1. Ok şekillerini standarda uygun çizip, dışarı taşırmadan içini karalayınız.
2. Ölçü rakamlarını standarda uygun boyutta yazınız.
3. Ölçü rakamlarını ölçü çizgisine göre konumlandırınız.
4. Çap, yarıçap ve açı ölçülendirirken uygun sembolleri kullanınız.
5. Küçük alanları ölçülendirirken ölçü oklarını ölçülendirme kurallarına uygun çiziniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.1

NOTLARIM

2. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Ölçülendirme Uygulaması
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun ölçülendirme yapmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

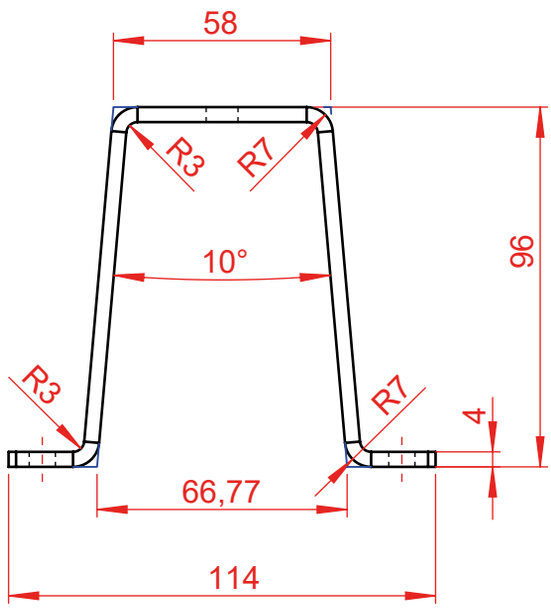
Yönerge: Resim/Ödev 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilen elektrik motoru ayak bağlantı parçası, açık ağızlı düz anahtar, kademeli mil ve çim biçme makinesi bıçağı parçasını verilen örneğe göre ölçülendiriniz.

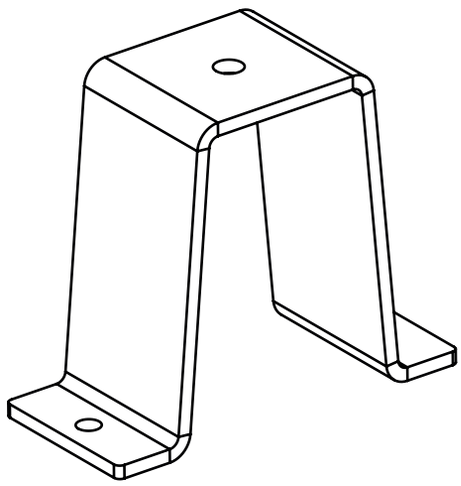
Uygulama Adımları

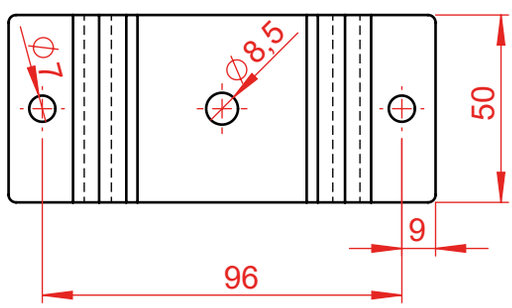
1. Ok şekillerini standarda uygun çizip, dışarı taşırmadan içini karalayınız.
2. Yatay ölçüleri uygun boyutlarda yapınız.
3. Dikey ölçüleri uygun boyutlarda yapınız.
4. Çap, yarıçap ve açı ölçülendirirken uygun sembolleri kullanınız.
5. Küçük alanları ölçülendirirken ölçü oklarını ölçülendirme kurallarına uygun çiziniz.

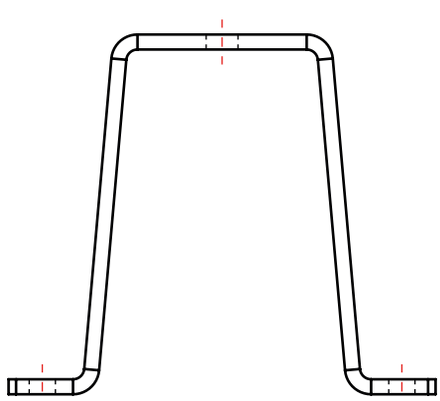
Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

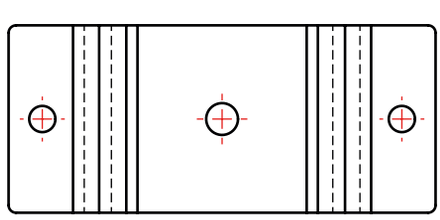
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



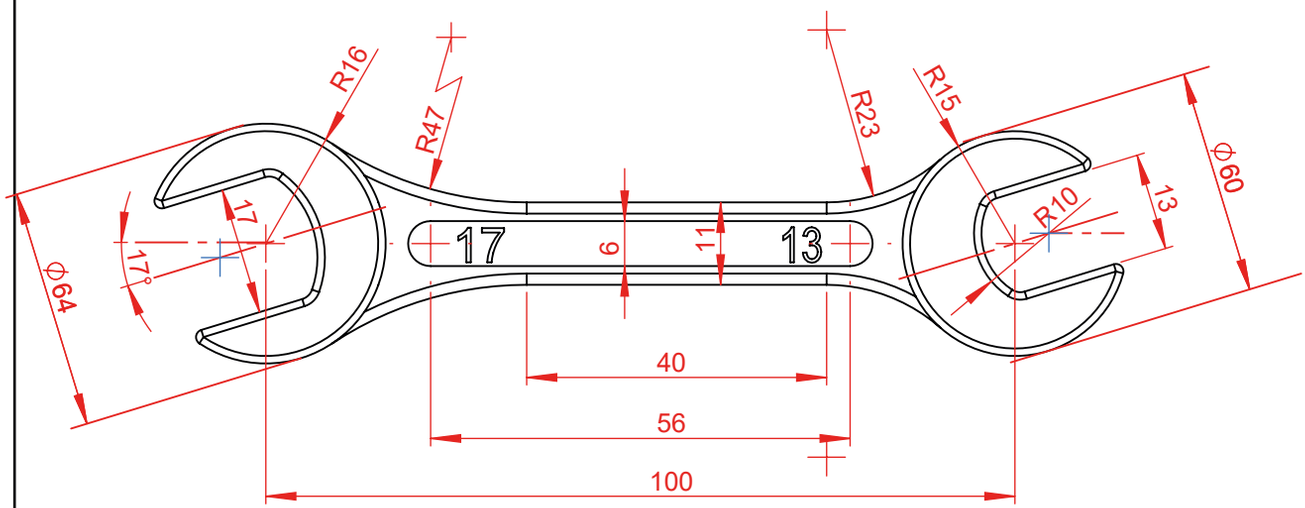


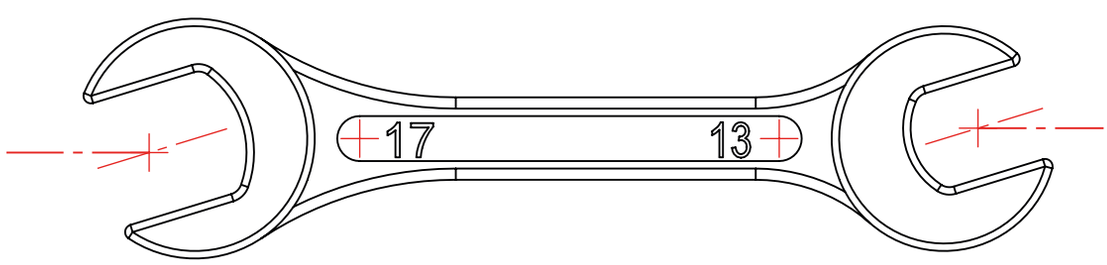




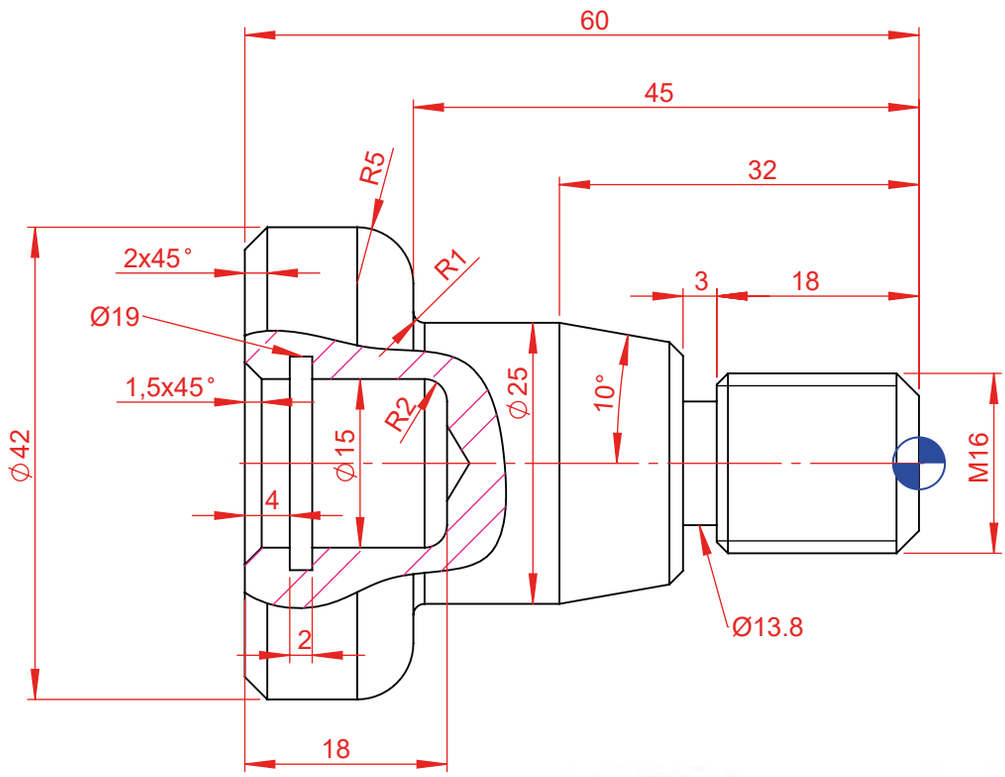


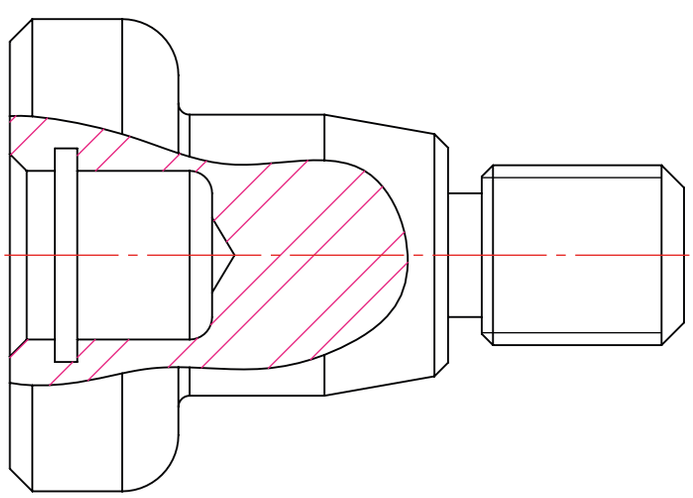
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.2



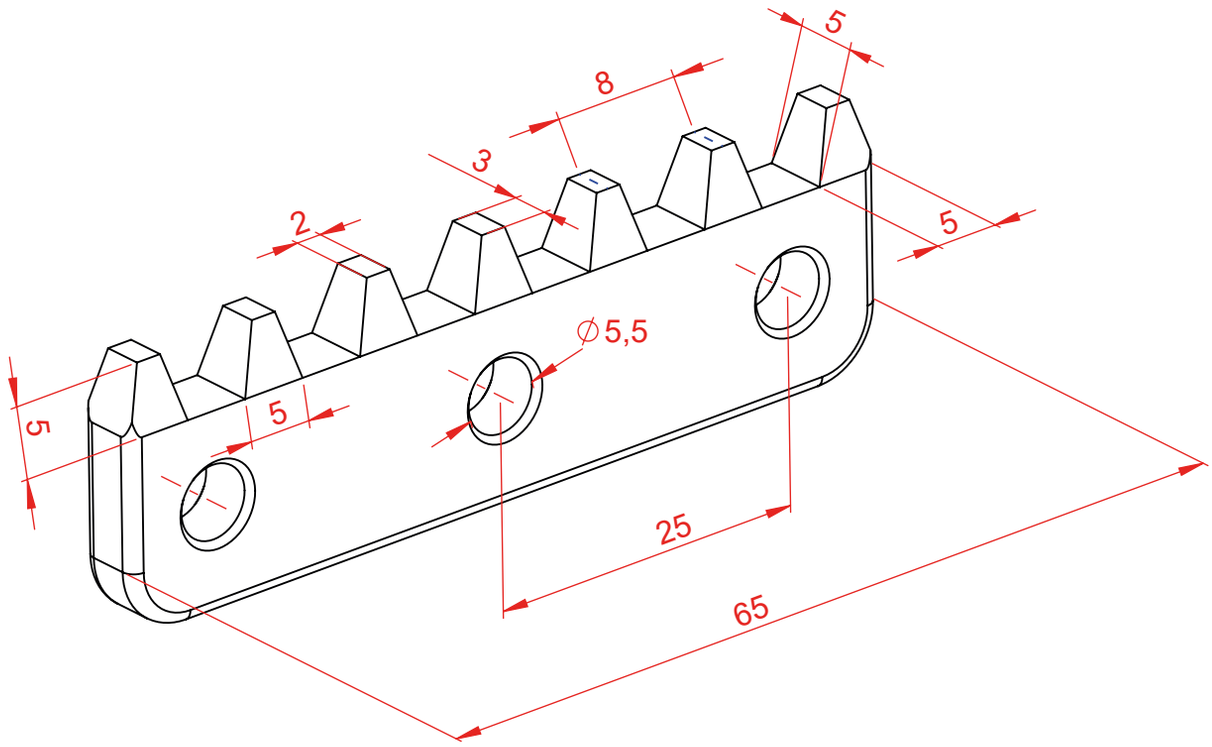


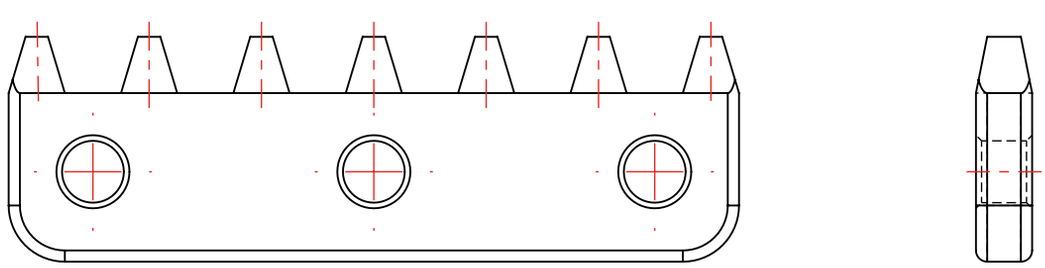
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıf/No.				
Tarih				
Kontrol				Resim/ Ödev No. 4.3





Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.4





Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.5

NOTLARIM

3. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Ölçülendirme Uygulaması
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun ölçülendirme yapmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz
Yönerge	Resim/Ödev 4.6 ve 4.7'de verilen robot parçalarını Görsel 4.47'deki üç boyutlu (3D) modeli referans alarak ölçülendiriniz.

Uygulama Adımları

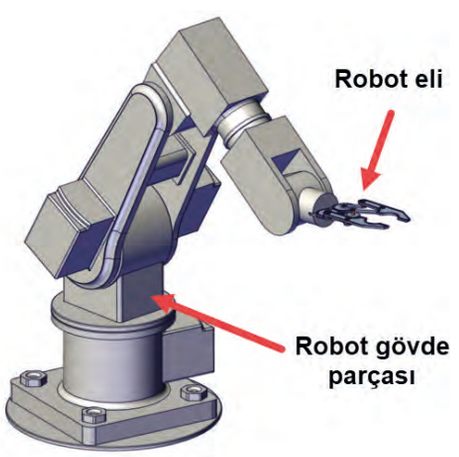
1. Ok şekillerini standarda uygun çizip, dışarı taşırmadan içini karalayınız.

2. Ölçü rakamlarını standarda uygun boyutta yazınız.

3. Ölçü rakamlarını ölçü çizgisine göre konumlandırınız.

4. Çap, yarıçap ve açı ölçülendirirken uygun sembolleri kullanınız.

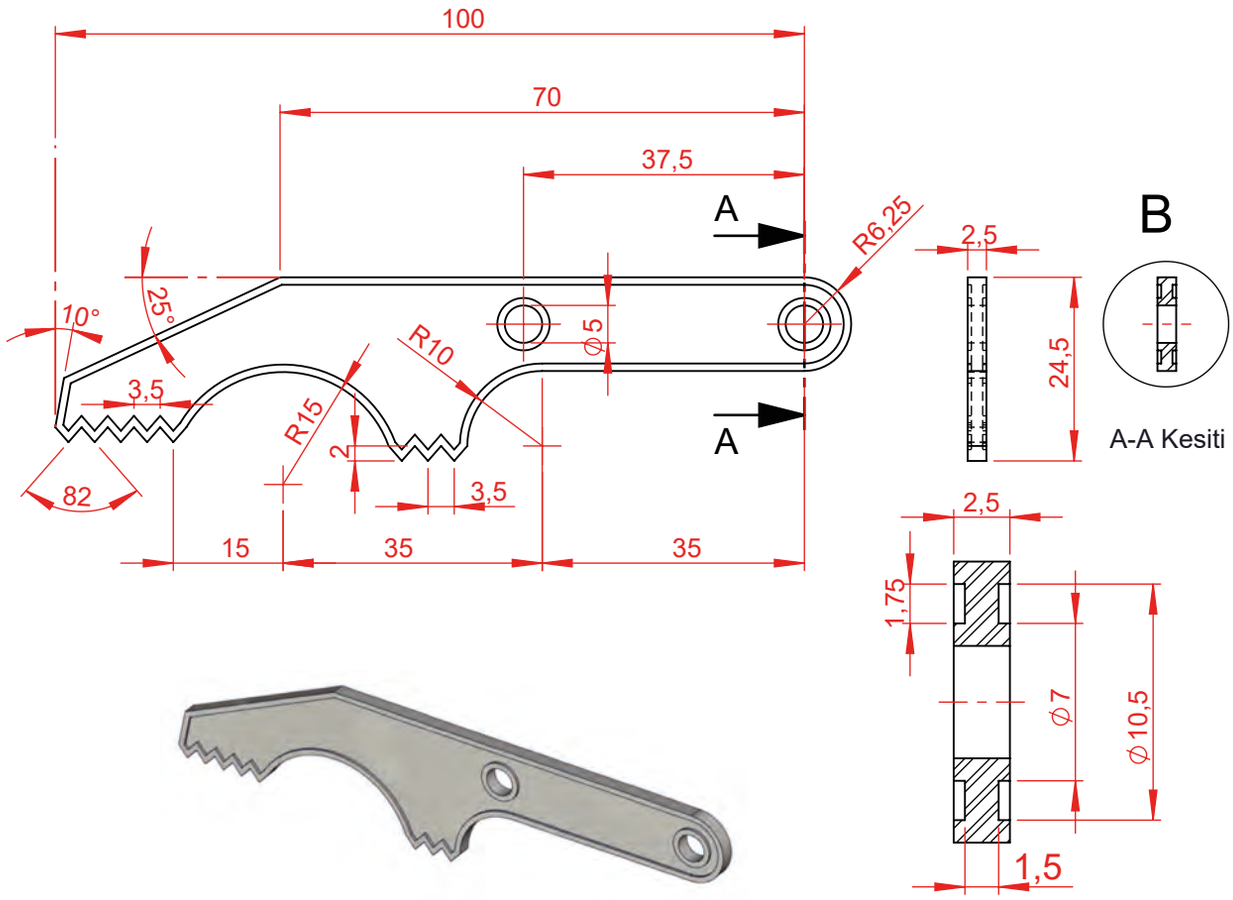
5.Küçük alanları ölçülendirirken ölçü oklarını ölçülendirme kurallarına uygun çiziniz.



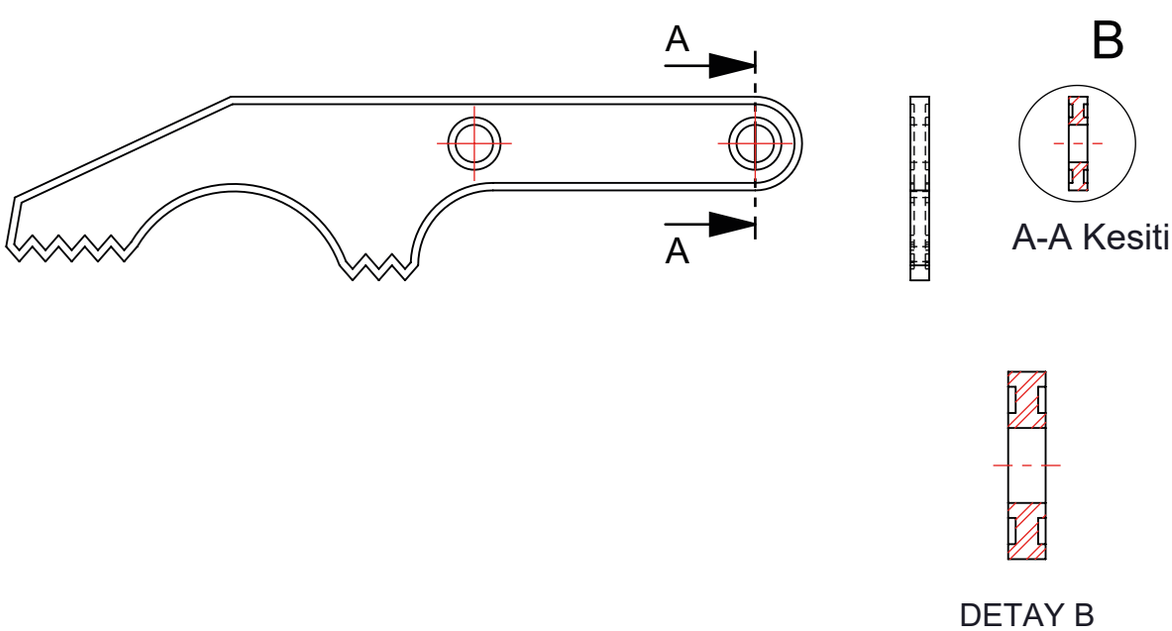
Görsel 4.47: Robot parçaları

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

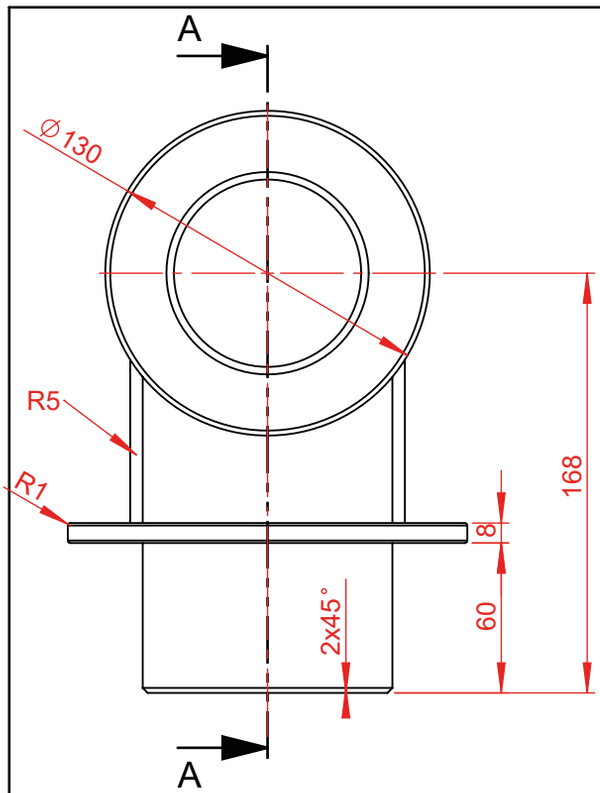
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

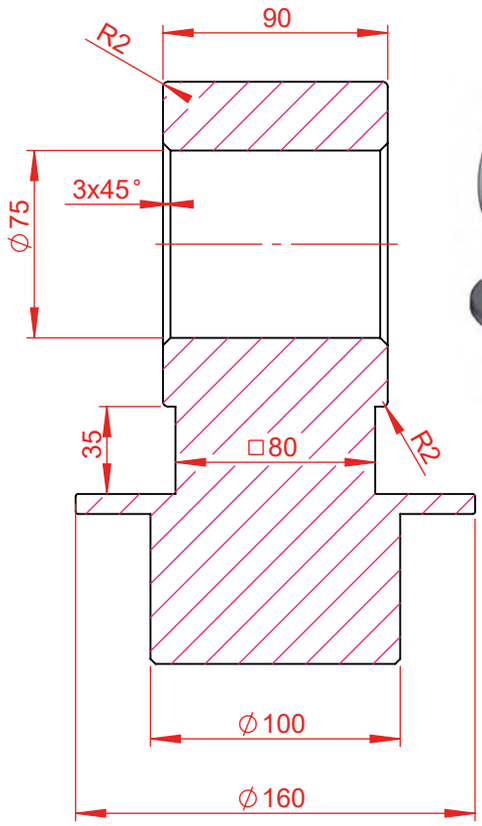


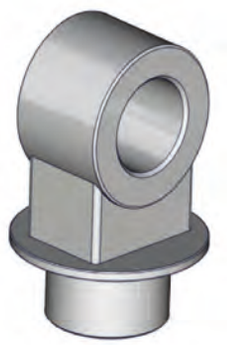
2Adet



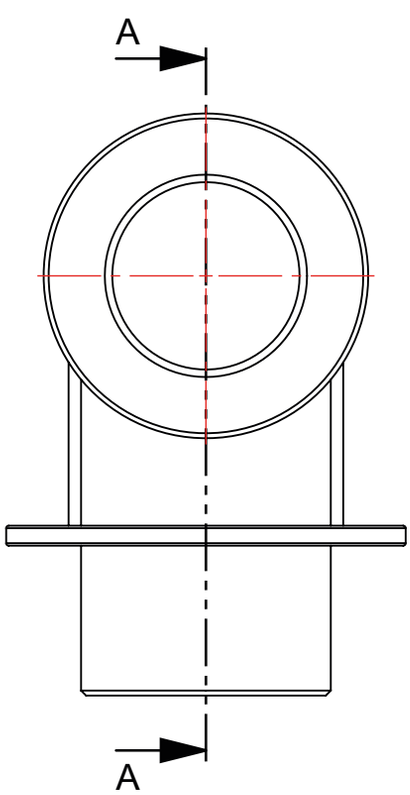
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.6

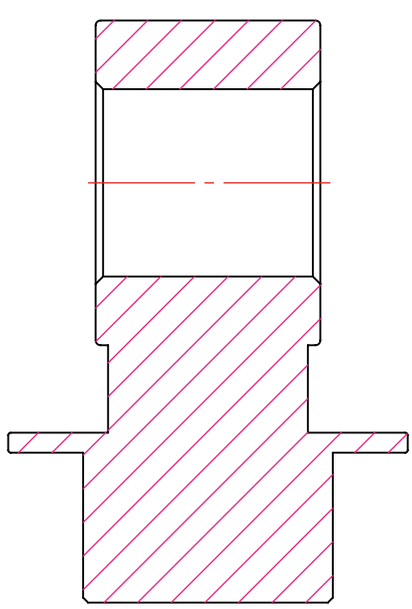






A-A Kesiti





A-A Kesiti

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.7

4. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Mutfak Robotu Bıçağı Ölçülendirme
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun ölçülendirme yapmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Resim/Ödev 4.8'deki mutfak robotu bıçağını, Resim/Ödev 4.9'daki kancayı verilen örneğe uygun olarak ölçülendiriniz.

Uygulama Adımları

1. Ok şekillerini standarda uygun çizip, dışarı taşırmadan içini karalayınız.

2. Ölçü rakamlarını standarda uygun boyutta yazınız.

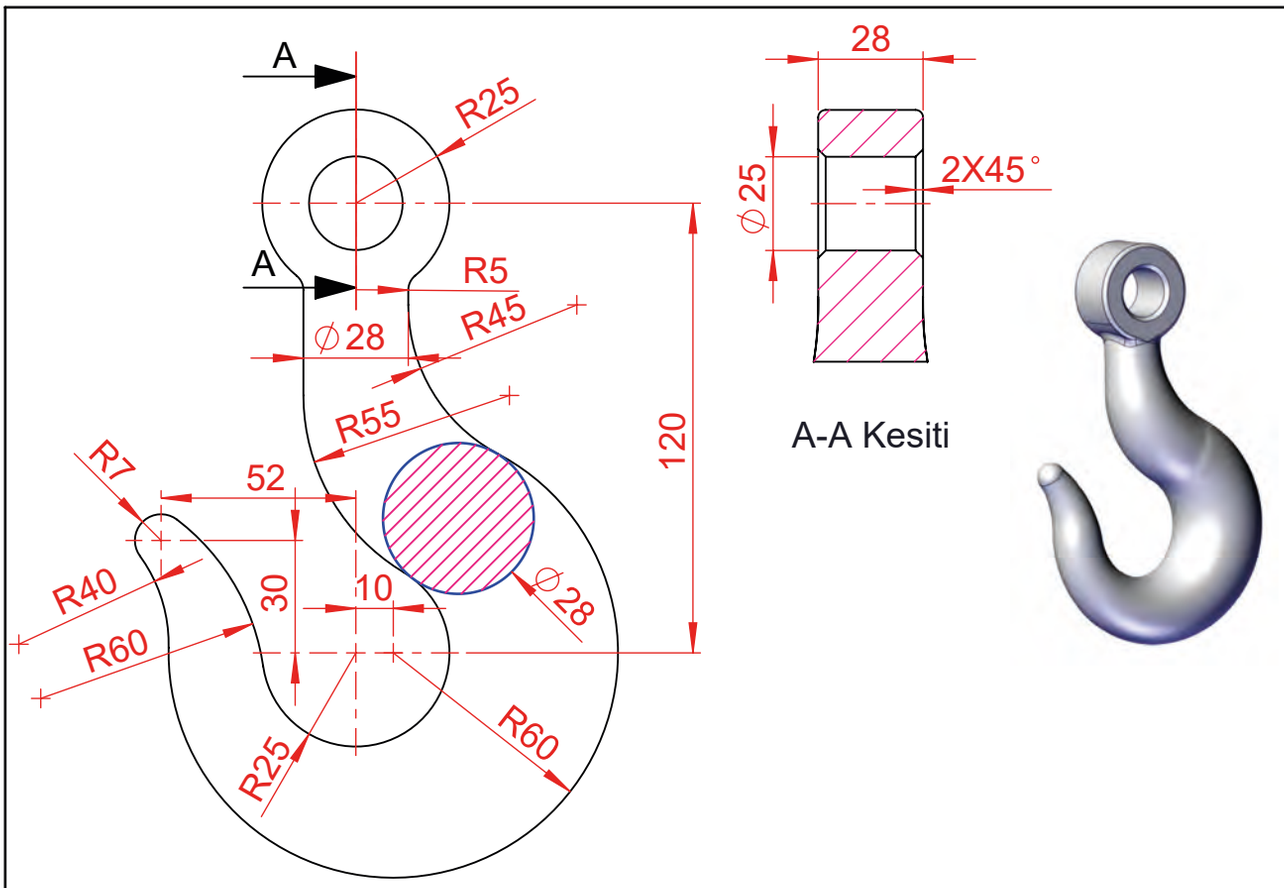
3. Ölçü rakamlarını ölçü çizgisine göre konumlandırınız.

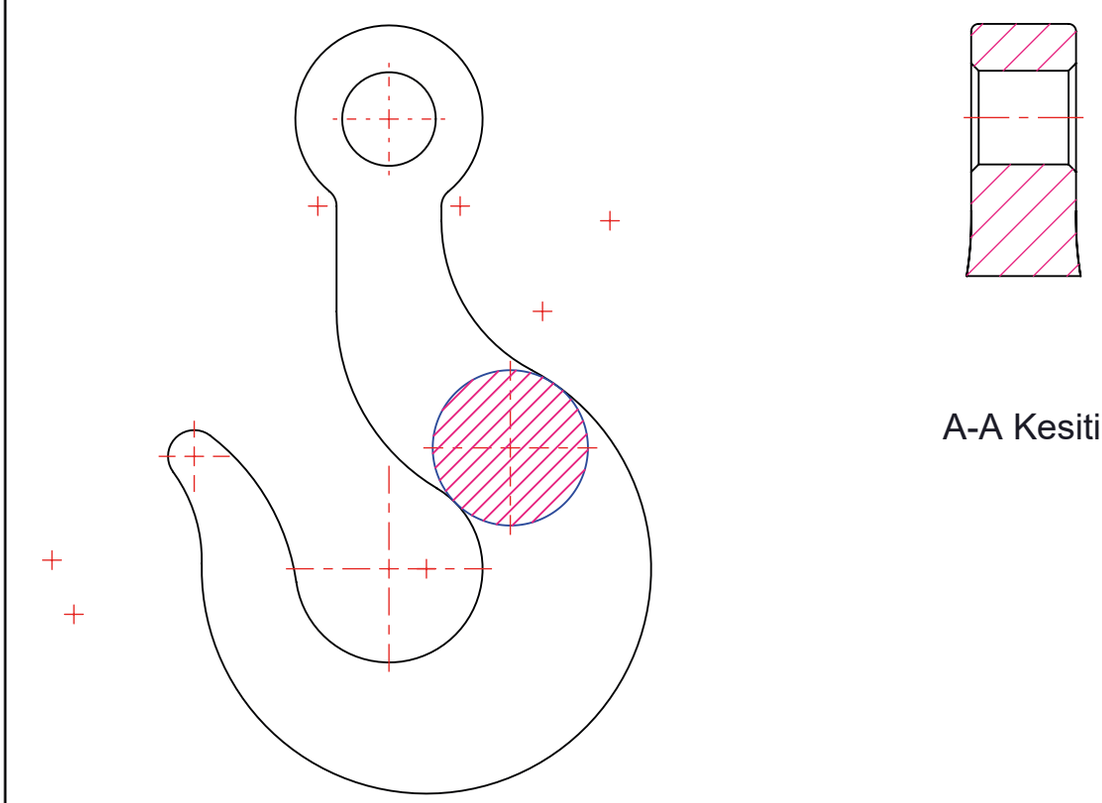
4. Çap, yarıçap ve açı ölçülendirirken uygun sembolleri kullanınız.

5.Küçük alanları ölçülendirirken ölçü oklarını ölçülendirme kurallarına uygun çiziniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

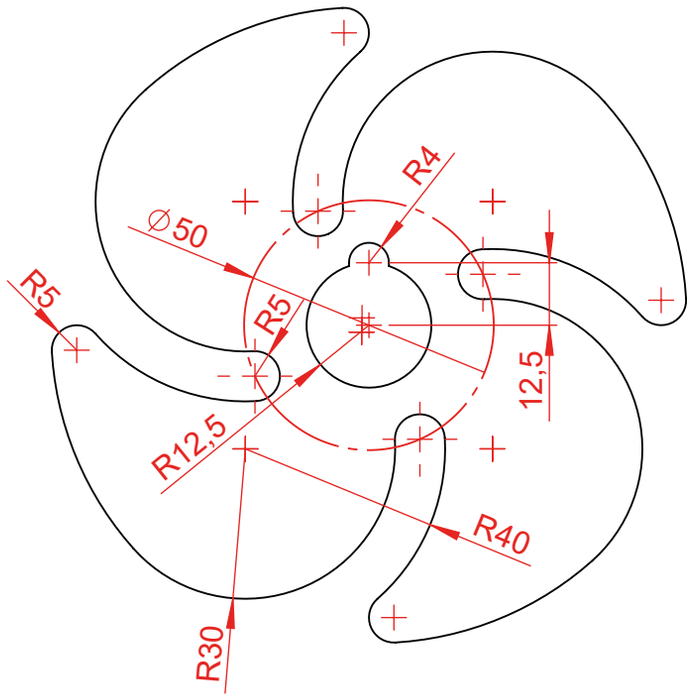
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



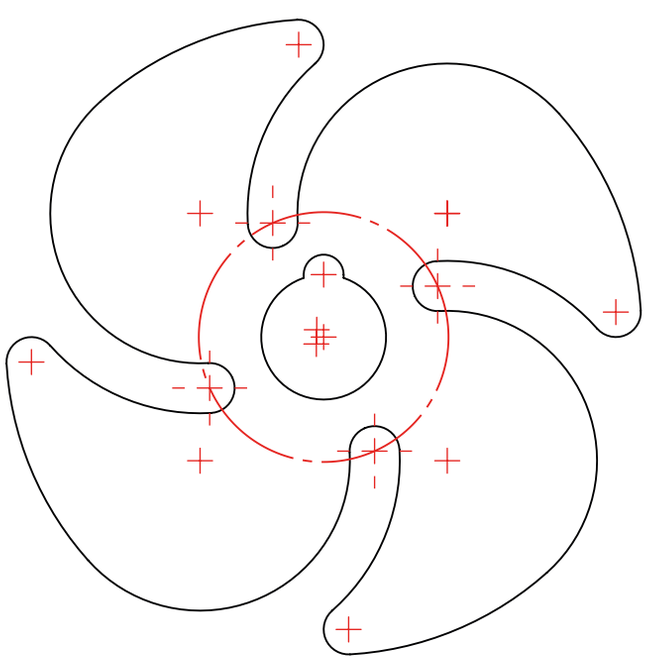


Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.8

Kalınlık 3 mm

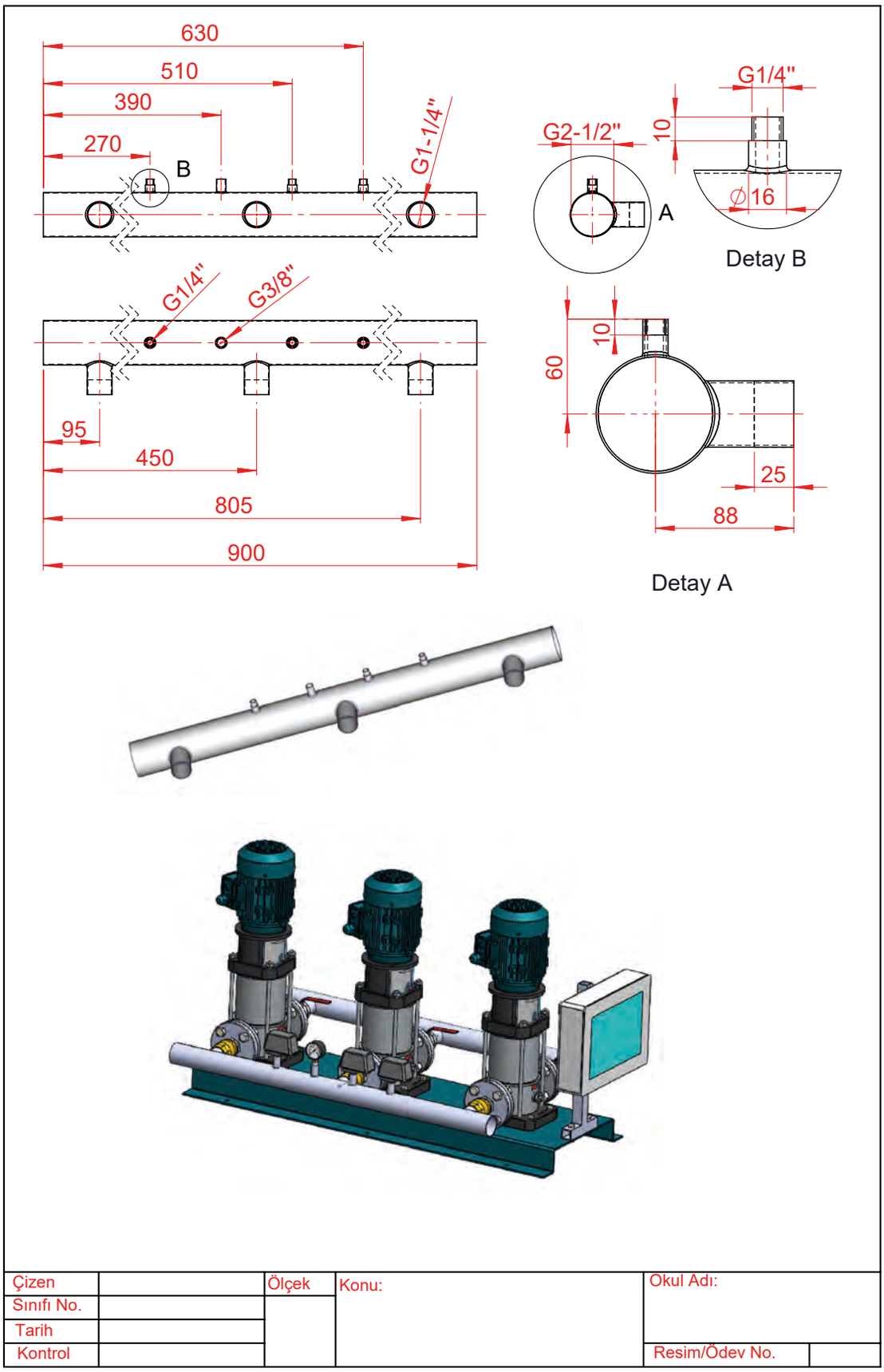


Kalınlık 3 mm



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.9

ÖRNEK: Görsel 4.48'de verilen yüksek katlı apartmanlara su pompalayan hidrofor kolektörünün ölçülendirmesini inceleyiniz (koparılmış parçalar, inç ölçü sistemi ve imalata göre ölçülendirme sistemi).



Görsel 4.48: Kolektör resmi

Çözüm: Ölçüler bir referansa göre yapılır. Zincirleme ölçülendirmeden kaçınılır. Uzun parçalarda gerekirse birkaç yerden koparılmış gibi çizilir. Vida ölçülerinde boru diş sistemi uygulanır. Resme göre çok küçük kalan yerlerde kısmi kesit alma işlemi uygulanır. Kolektörler yüksek katlı binalarda üst katlara suyun pompalanmasını sağlar. Ayrıca binaların yangın söndürme sistemlerinde kullanılır.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

4.1.1.4. Ölçek Türleri ve Ölçülendirme Oranları

Teknik resimde temel prensip, parçaların kâğıt üzerine gerçek boyutlarıyla çizilmesidir. Ancak her parça gerçek boyutta çizilirse standart kağıtlara sığmaz. Bir harita, binanın mimari projesi, otobüs montaj resmi gibi büyük boyutlu nesneler çizilirken bunları belirli ölçekte küçültmek gerekir. Aynı şekilde saat dişlisi, vidası gibi mikro parçaların çiziminde belirli oranda büyültme söz konusudur. Bu küçük parçalar gerçek boyutta çizilirse ölçüler iç içe geçer ve resimden hiçbir şey anlaşılmaz. Bu tür durumlarda büyük parçalar orantılı olarak küçültülerek, çok küçük parçalar ise orantılı olarak büyütülerek çizilir. Teknik resimde çizim üzerindeki uzunluğun parçanın gerçek uzunluğuna oranına **ölçek** denir.

Ölçek, şu formüle göre hesaplanır:

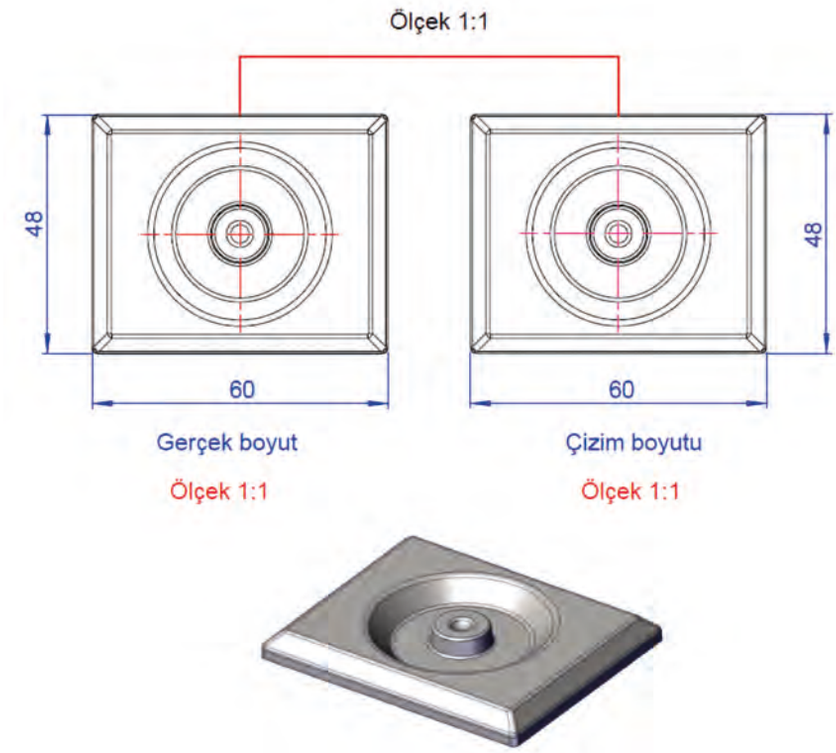
Ölçek= (Çizim boyutu/Gerçek resim boyutu)

Ölçeği mutlaka resim antet sayfasında ilgili yere yazmak gerekir. TS 3532'ye göre ölçekler Tablo 4.2'deki gibi standartlaştırılmıştır.

Tablo 4.2: Ölçekler

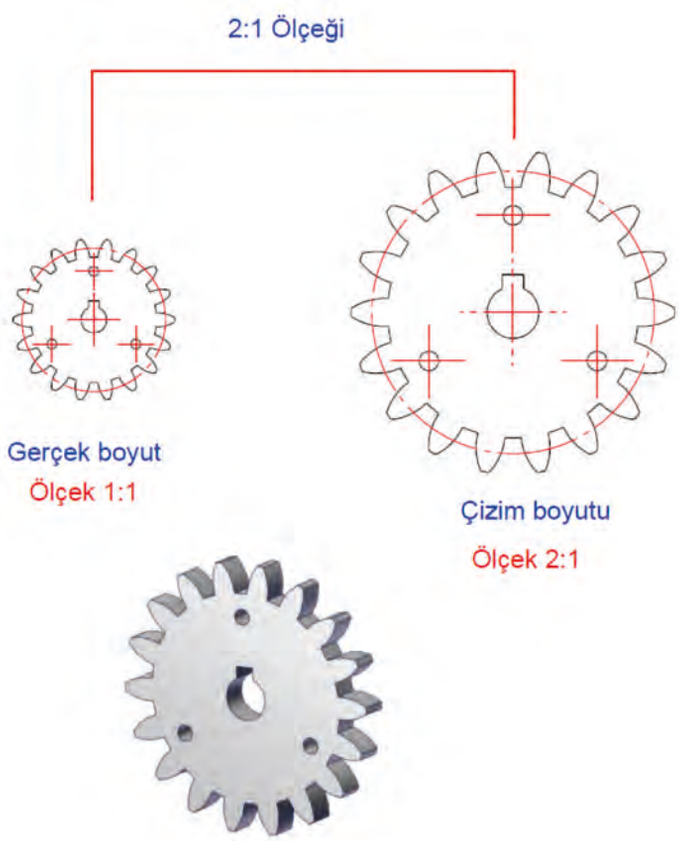
Gerçek ölçek	1:1				
Büyültme ölçeği	2:1	5:1	10:1	20:1	50:1
Küçültme ölçeği	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50
	1:100	1:200	1:500	1:1000	1:5000

Gerçek Ölçek: Parçanın gerçek boyutlarla bire bir çizilmesidir. Resim kâğıtlarına sığan parçaların çizimi 1:1 ölçüde çizilir (Görsel 4.49).



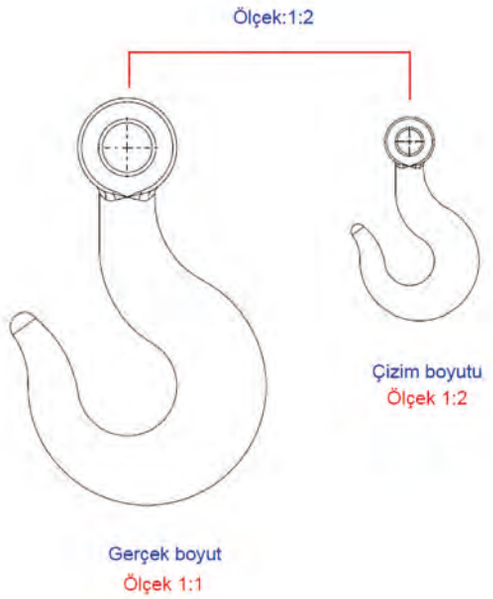
Görsel 4.49: 1:1 ölçeğinde çizim

Büyültme Ölçeği: Çok küçük parçaların daha iyi anlaşılması için istenen ölçekte büyütülerek çizilmesidir (Görsel 4.50). Resim istenen oranda büyütülür ancak üzerine gerçek ölçü yazılır.



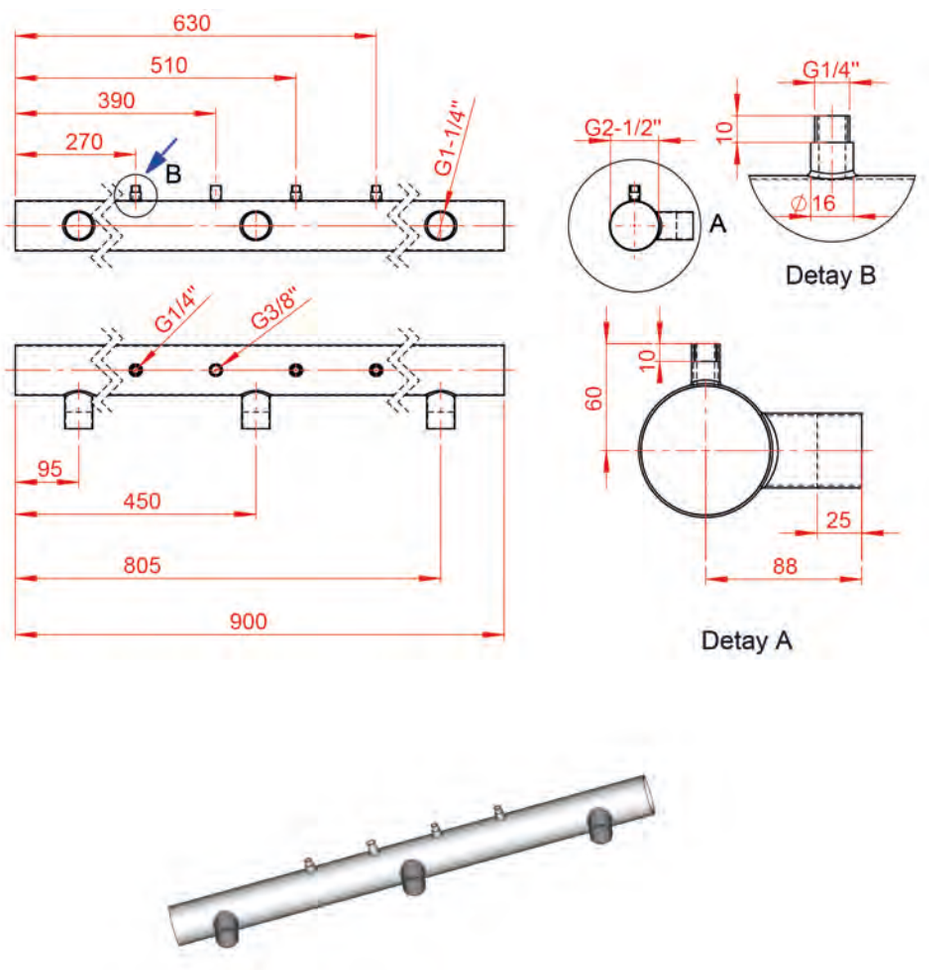
Görsel 4.50: Saat dişlisi

Küçültme Ölçeği: Boyutu büyük olan parçalar belirli oranda küçülterek çizilir. Resim istenilen oranda küçültülür ancak üzerine gerçek ölçü yazılır (Görsel 4.51).



Görsel 4.51: Küçültme ölçeği

Kısmi Büyültme: Boyutu büyük olan parçalarda küçük ölçülü kısımların ifadesi zorlaşır. Küçük ölçülü kısımlar resme göre çok küçük kalır ve yeterince anlaşılmaz. Bu gibi durumlarda bölgesel büyültme yapılır (Görsel 4.52).



Görsel 4.52: Kısmi büyütme

Ölçeklerle İlgili Genel Kurallar

Teknik resimde parçaların çizim kağıdına aktarılırken anlaşılırlığı sağlamak ve standart bir dil oluşturmak amacıyla ölçek kullanımında uyulması gereken temel kurallar vardır.

Gerçek Ölçülerin Yazılması: Çizim hangi ölçekte (büyültme veya küçültme) yapılırsa yapılsın, ölçülendirme çizgileri üzerine daima parçanın **gerçek ölçüleri** yazılır. Ölçek, sadece resmin kâğıt üzerindeki fiziksel büyüklüğünü değiştirir; parçanın imalat ölçülerini değiştirmez. Bu, en önemli kuraldır.

Ölçek Seçimi: Ölçek; çizilecek parçanın karmaşıklığına, içerdiği detaylara ve çizimin amacına uygun olarak seçilir. Görünüşler ve detaylar, yanlış anlaşılmaya sebep vermeyecek kadar net ve büyük olmalıdır.

Standart Ölçeklerin Kullanımı: Çizimlerde TS EN ISO 5455 standardında belirtilen standart büyültme, küçültme veya gerçek büyüklük (1:1) ölçeklerinden biri tercih edilmelidir. Zorunlu kalınmadıkça ara veya standart dışı ölçekler kullanılmaz.

Ölçeğin Antette Belirtilmesi: Kullanılan ölçek, teknik resim kağıdının yazı alanındaki (antet) ilgili bölüme **Ölçek 1:1**, **Ölçek 1:2** veya **Ölçek 5:1** şeklinde mutlaka yazılmalıdır. Kelime olarak yazılmayacaksa sadece **1:1, 1:2** şeklinde de ifade edilebilir.

Aynı Kâğıtta Farklı Ölçek Kullanımı: Bir teknik resim kağıdında resmin geneli için kullanılan bir ana ölçek varsa bu antette yazılır. Ancak resim üzerinde belirli bir detayı daha net göstermek için farklı bir ölçek (örneğin büyültme ölçeği) kullanılmışsa bu özel ölçek ilgili detay görünüşünün hemen altına veya yanına belirgin bir şekilde yazılmalıdır.

Açıların Durumu: Ölçekli çizimlerde uzunluk ölçüleri ölçek oranında değişse de **açı değerleri kesinlikle değişmez**. 30 derecelik bir açı, resim ne kadar büyütülürse veya küçültülürse küçültülsün yine 30 derece olarak çizilir ve ölçülendirilir.

Çizgi Kalınlıkları: Çizim ölçeği değişse bile teknik resimde kullanılan standart çizgi kalınlıkları (sürekli kalın çizgi, sürekli ince çizgi vb.) özelliklerini korur. Sadece çok küçük ölçekli çizimlerde detayların birbirine girmemesi için çizgi kalınlıklarında oransal ve standartlara uygun bir sadeleştirmeye gidilebilir.

4.2. YÜZEY İŞLEMLERİ

İmalat atölyelerinde üretilen hiçbir parçanın yüzeyi mikroskobik düzeyde tamamen pürüzsüz değildir. Torna, freze, taşlama gibi talaşlı imalat tezgahlarında işlenen yüzeylerde kesici takımın hareketinden ve malzemenin yapısından kaynaklanan izler, girintiler ve çıkıntılar oluşur.

Birbirine temas ederek çalışan parçaların uyumlu olması, sürtünmenin azaltılması, sızdırmazlığın sağlanması veya parçanın estetik bir görünüme kavuşması için yüzey kalitesinin teknik resim üzerinde standart bir dille belirtilmesi gerekir. Bu kaliteyi ifade etmek, imalatçıya yüzeyin nasıl işleneceğini tarif etmek için kullanılan sembollere **yüzey işleme işaretleri** (yüzey pürüzlülük sembolleri) denir.

4.2.1. Yüzey İşleme Sembollerinin Yapısı ve Çeşitleri

TS EN ISO 1302 standardına göre yüzey işleme işaretleri, 60 derecelik açı yapan farklı uzunluktaki iki çizginin birleşmesiyle oluşur (görünüm olarak bir onay işaretine benzer). Bu temel işaret, eklentiler alarak farklı anlamlar kazanır:

Temel Yüzey İşareti (Açık V Şekli): Tek başına kullanıldığında yüzeyin üretim yöntemi veya pürüzlülük değeri hakkında net bir bilgi vermez. Diğer sembollerin temelini oluşturmak için çizilir.

Talaş Kaldırma Zorunlu (Üzeri Kapalı Üçgen): İlgili yüzeyden mutlaka talaş kaldırılarak (torna, freze, matkap, taşlama vb. işlemlerle) istenen yüzey kalitesine ulaşılması gerektiğini belirtir. Makine parçalarının işlenen yüzeylerinde en sık karşılaşılan semboldür.

Talaş Kaldırılması Yasak (İçinde Yuvarlak Olan İşaret): Yüzeyin mevcut hâlinin korunacağını, hiçbir talaşlı işlem yapılmayacağını ifade eder. Örneğin bir sac levhanın orijinal yüzeyi, dökümden, dövmeden veya plastik enjeksiyon kalıbından çıkmış ham bir yüzey bu işaretle gösterilir.

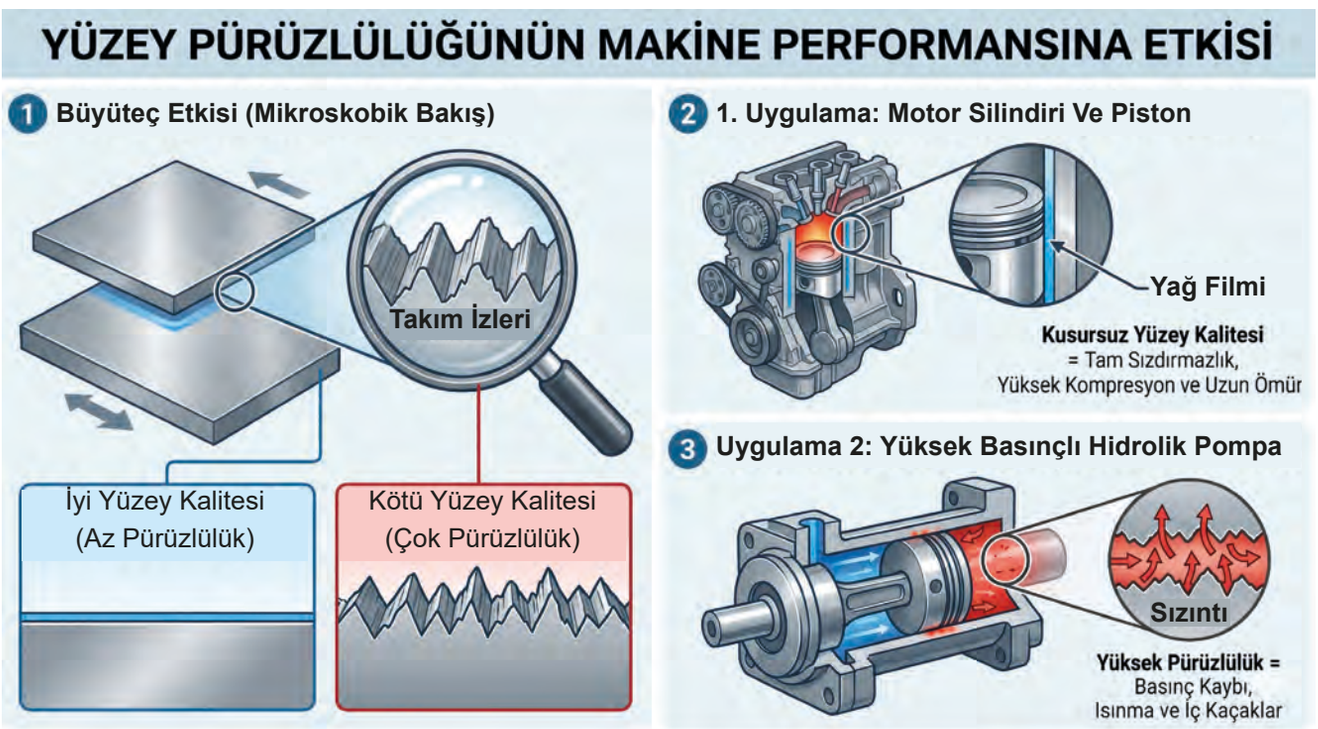
4.2.1.1. Yüzey Pürüzlülüğü

İmalat süreçlerinde, kesici takımların veya üretim yöntemlerinin malzeme yüzeyinde bıraktığı mikro boyutlu girinti ve çıkıntılara **yüzey pürüzlülüğü** denir. Üretim esnasında parça üzerinde oluşan takım izlerinin derinliği yüzey kalitesini oluşturur. Bir tezgâhın hassasiyeti, kesme hızı ve takımın ilerleme miktarı bu izlerin karakterini doğrudan belirler. Kural olarak parça üzerinde oluşan izlerin derinliği ne kadar az olursa parça yüzey kalitesi o kadar iyi olur.

Yüzey Pürüzlülüğünün Makine Performansına Etkisi

Birbiriyle temas hâlinde ve hareketli çalışan makine elemanlarında (dişliler, yataklar, miller vb.) yüzey kalitesi büyük bir öneme sahiptir. Yüzey kalitesi düşük olan parçalarda sürtünme fazla olur. Bundan dolayı ısınma meydana gelir. Parçalar sağlıklı çalışamaz. Aşırı sürtünme ve ısınma sadece enerji kaybına yol açmakla kalmaz; aynı zamanda parçaların çabuk aşınmasına, titreşim yapmasına ve makinenin ömrünün kısalmasına da neden olur.

İyi bir yüzey kalitesi ise yağlama sıvısının yüzeye tutunmasını kolaylaştırır ve sistemin sessiz, verimli çalışmasını sağlar. Bu duruma endüstriden verilebilecek en çarpıcı örneklerden biri, otomobil motorlarındaki silindir ve piston yüzeyleridir. Motorun verimli çalışabilmesi, yanma odasındaki kompresyonu kaçırmaması ve parçaların yüksek devirlerde aşınmadan hareket edebilmesi tamamen bu iki elemanın yüzey kalitesine bağlıdır. Benzer şekilde yüksek basınç altında çalışan hidrolik pompa silindirleri ve pistonlarında da kusursuz bir yüzey kalitesi aranır. Bu parçalarda yüzey pürüzlülüğünün fazla olması, birbirine çalışan yüzeyler arasındaki mikroskobik boşluklardan yüksek basınçlı sıvının sızmasına, kaçaklara ve dolayısıyla pompanın basınç üretememesine neden olur (Görsel 4.53).

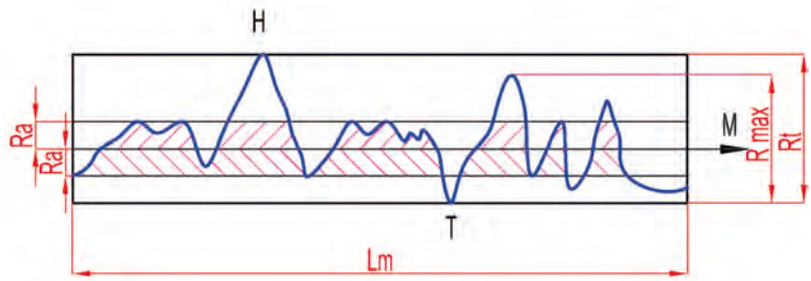


Görsel 4.53: Yüzey pürüzlülüğünün makine performansına etkisi

Günlük hayatta yüzey pürüzlülüğünü somutlaştırmak için dokunma duyusundan faydalanılabilir. Apartman dış duvarı, odaların iç duvarı, sıra yüzeyi ve cam yüzeyine dokunulduğunda anlaşılan his; o parçanın yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi verir.

Apartman dış duvarındaki kaba doku, dökümden çıkmış bir parça yüzeyini, oda içerisindeki duvar yüzeyi ise freze tezgâhında kabaca işlenmiş bir metali andırır. Sıranın yüzeyi taşlanmış bir parçayı, cam yüzeyindeki kusursuz kayganlık ise hassas polisaj (parlatma) işlemi görmüş yüksek kaliteli bir makine parçasını temsil eder.

Teknik resimde bu farklı yüzey kalitelerini imalatçıya doğru aktarabilmek için özel yüzey pürüzlülük sembolleri kullanılır. İşlenmiş bir metalin yüzeyi büyütülerek incelendiğinde zikzaklı çizgilerin olduğu görülür (Görsel 4.54).



Görsel 4.54: Parça yüzey pürüzlülüğü

Ra: Ortalama pürüzlülük değeri

Rt: Pürüzlülük yüksekliği (µm). Pürüzlülüğün en üst noktası ile en alt noktası arasındaki mesafe

R max: En büyük pürüzlülük yüksekliği (µm)

M: Profil ortalama çizgisi

H: Profil üst sınır çizgisi

T: Profil alt sınır çizgisi

Lm: Pürüzlülük birim örnek uzunluğu (µm)

Yüzey pürüzlülüğü Tablo 4.3'te verilen harf ve rakamlarla adlandırılır.

Tablo 4.3 : Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Pürüzlülük Sınıf Numarası	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Pürüzlülük Değeri (µm)	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
Yüzey Kalitesi	Kaba			Orta			İnce			Hassas		

Üretim yöntemlerine göre yüzey pürüzlülüğü Tablo 4.4'teki gibi göre sınıflandırılır.

Tablo 4.4 de verilen aralıklar Ra pürüzlülük değerleri aşağıdaki görsel Görsel 4.55'teki gibi ifade edilir.

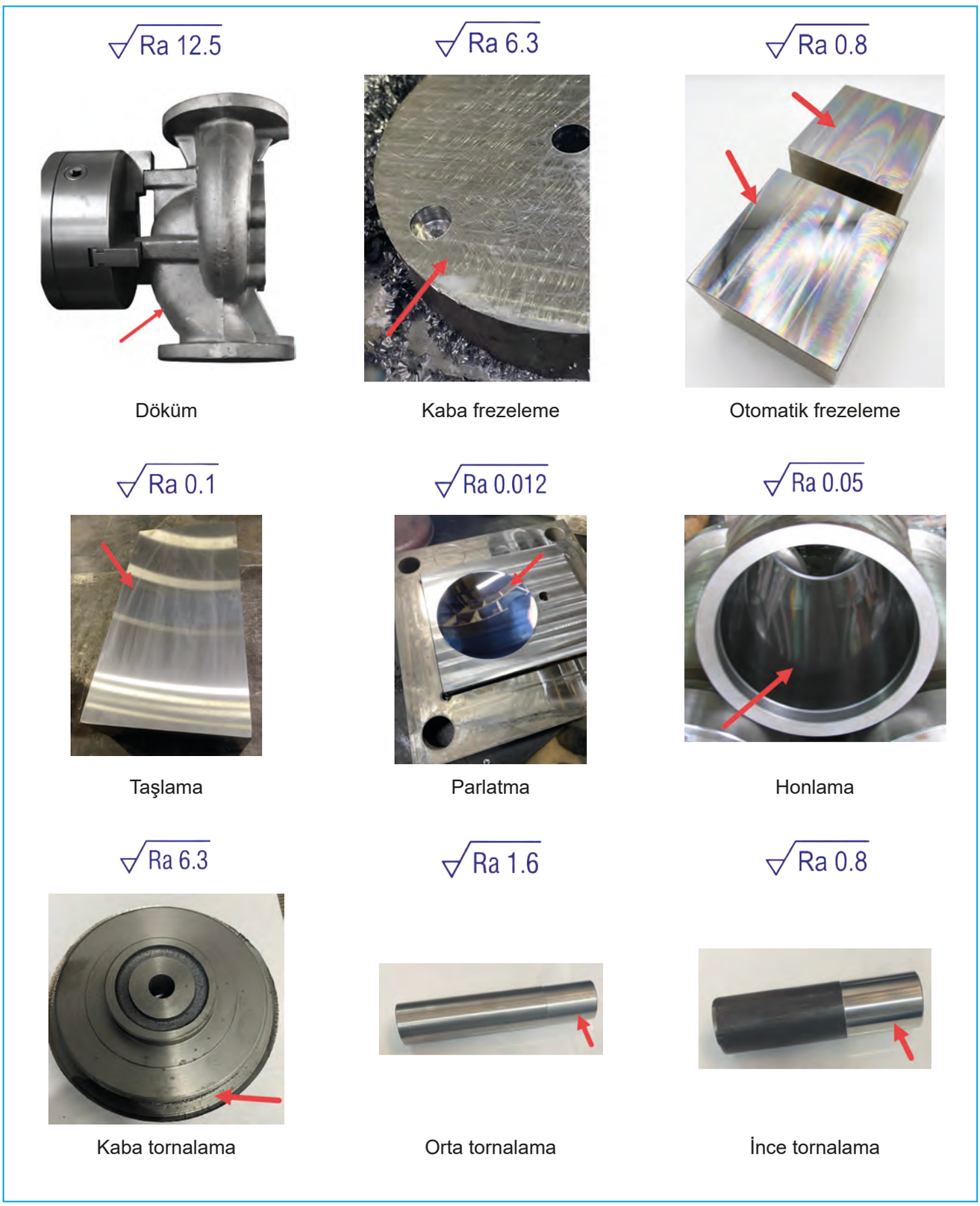
İŞLEM YÖNTEMİ	Ra DEĞER ARALIĞI (µm)	ISO 1302 YÜZEY İŞLEME İŞARETİ	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ GÖRSELİ
Döküm	Ra 12.5 - 50 µm	Ra 12.5	
Kaba frezeleme	Ra 6.3 - 25 µm	Ra 6.3	
Otomatik frezeleme	Ra 0.8 - 6.3 µm	Ra 0.8	
Taşlama	Ra 0.1 - 1.6 µm	Ra 0.1	
Parlatma	Ra < 0.2 µm	Ra 0.012	
Honlama	Ra 0.05 - 0.4 µm	Ra 0.05	
Kaba tornalama	Ra 6.3 - 25 µm	Ra 6.3	
Orta tornalama	Ra 1.6 - 6.3 µm	Ra 1.6	
İnce tornalama	Ra 0.4 - 1.6 µm	Ra 0.4	

Görsel 4.55: Parça yüzey pürüzlülüğü

Tablo 4.4: Ra Pürüzlülük Değeri

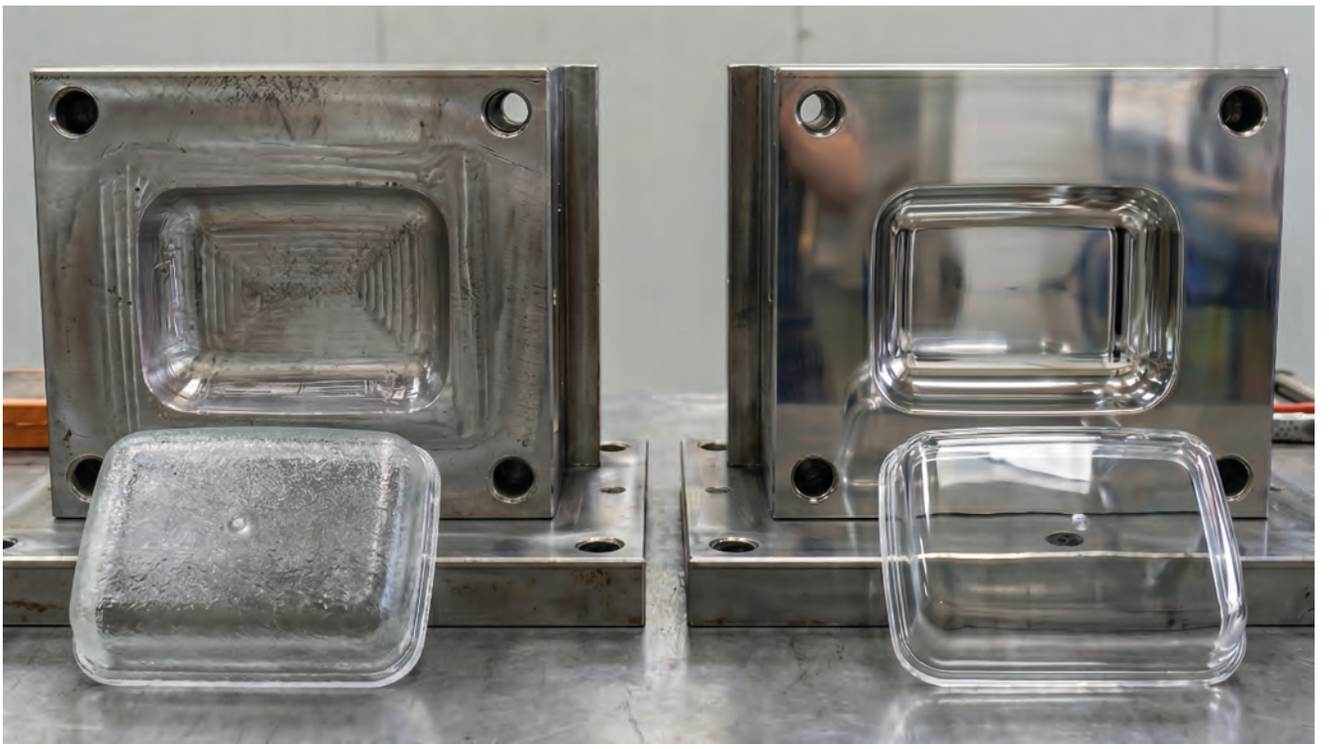
ÜRETİM YÖNTEMİ	Ra Prüzlülük Değeri ve Yüzey Sınıf no. (µm) 1 µm=0.001mm																
Ana Grup	İşlemin Adı			N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12		
		0.006	0.012	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1,60	3,20	6,30	12,50	25	50	100	200
Dökerek Şekil Verme	Kum döküm																
	Kokil döküm																
	Pres döküm																
Plastik Şekil Verme	Dövme																
	Haddeleme																
	Ekstrüzyon																
Talaş Kaldırarak Şekil Verme	Kesme																
	Eğeleme																
	Vargelleme																
	Matkapla delme																
	Tornalama (kaba)																
	Tornalama (orta)																
	Tornalama (ince)																
	Freze (kaba)																
	Freze (orta)																
	Freze (ince)																
	Tığ çekme																
	Raybalama (kaba)																
	Raybalama (orta)																
	Raybalama(ince)																
	Taşlama (kaba)																
	Taşlama (orta)																
	Taşlama (ince)																
	Honlama																
	Lebleme																
	Zımparalama																
	Parlatma																

Görsel 4.56'da çeşitli yöntemlerle üretilmiş parçaların yüzey pürüzlülük görüntülerine yer verilmiştir.



Görsel 4.56: Yüzey kalitesi

Yüzey pürüzlülüğü olan parçalarda çalışma sırasında sürtünmeden dolayı aşırı ısınma oluşur. Böylece parça kısa sürede aşınır ve bozulur. Plastik enjeksiyon kalıplarında ise yüzey parlatılmazsa takım izleri baskı yapılacak ürün üzerinde çıkar. Özellikle şeffaf parçaların üretiminde takım izleri çok belirgin bir şekilde çıkar. Böylece yüzeyleri çizilmiş gibi kötü bir ürün görüntüsü oluşur (Görsel 4.57).



Görsel 4.57: Yüzey parlatmanın önemi

Yüzey Pürüzlüğünü Ölçme

İmalat süreçlerinde (örneğin CNC frezeleme, tornalama veya kalıpçılıkta) elde edilen yüzey kalitesini doğrulamak için temelde üç ana yöntem kullanılır. Tolerans gereksinimlerine ve parçanın kullanım yerine göre bu yöntemlerden biri seçilir.

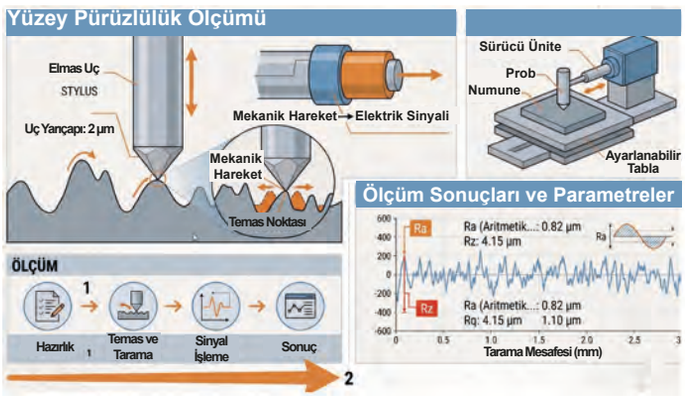
Karşılaştırma Yöntemi (Pürüzlülük Mastarları): Atölye ortamında doğrudan tezgâh başında kullanılan en kolay ve kullanışlı yöntemdir. Farklı imalat yöntemleriyle (taşlama, frezeleme, vb.) üretilmiş ve pürüzlülük değerleri (Ra, Rz) bilinen standart referans plakaları kullanılır.

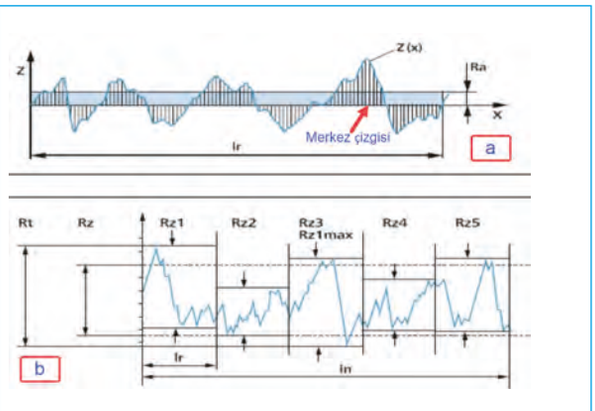
Parçanın yüzeyi; mastardaki referans yüzeylerle önce gözle (bazen büyüteçle), ardından tırnakla dokunularak kıyaslanır. Kesin bir sayısal değer vermez ancak işlenen parçanın istenen kalite sınıfında olup olmadığını operatöre hızlıca gösterir (Görsel 4.58).

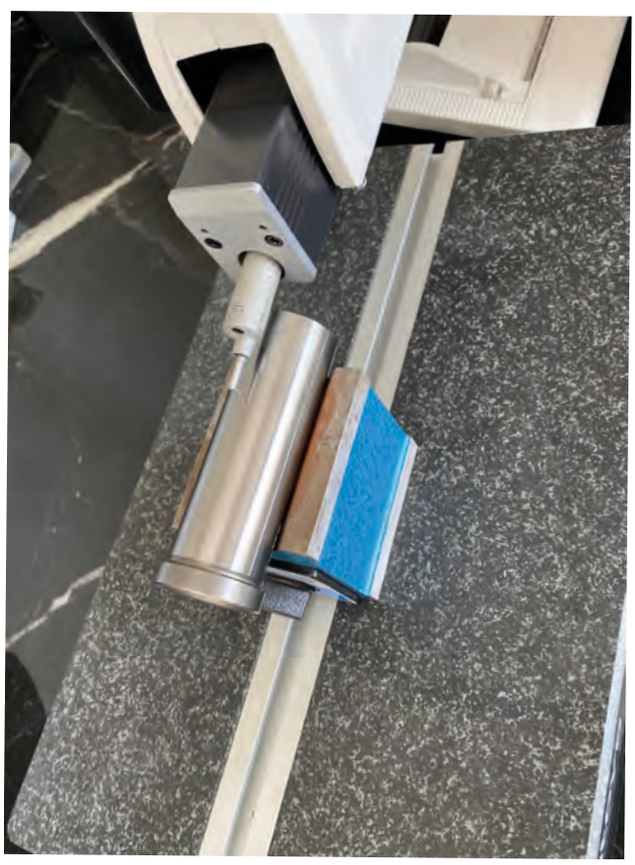
Görsel 4.58: Karşılaştırmalı yüzey pürüzlüğü kontrolü

Dokunmalı (Mekanik) Ölçüm Yöntemi (Profilometre): Endüstride kesin ve sayısal sonuç almak (örneğin kalite kontrol ve ölçüm raporları) için en yaygın kullanılan cihazlardır.

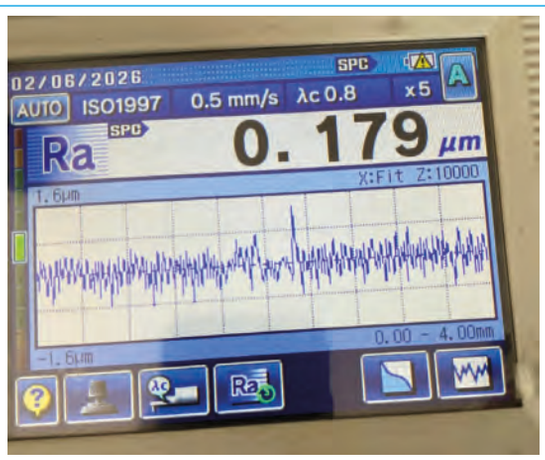
Cihazın ucunda çok hassas elmas bir iğne (prob) bulunur. Bu iğne yüzeyde belirli bir hat boyunca (örnekleme uzunluğu) hareket eder. Yüzeydeki mikroskobik tepe ve vadiler iğneyi aşağı yukarı hareket ettirir. Bu mekanik hareket, elektrik sinyallerine dönüştürülerek ekran üzerinde profil grafiği ve net ölçüm değerleri (Ra, Rz, Rt vb.) elde edilir (Görsel 4.67).







Taşlanmış burç



Ra pürüzlülük değeri

Rz pürüzlülük değeri

Görsel 4.59a: Dokunmalı yüzey pürüzlülük değerleri

Testere ile kesilmiş parça yüzey pürüzlülüğü

Ra pürüzlülük değeri

Parlatılmış parça yüzey pürüzlülüğü

Ra pürüzlülük değeri

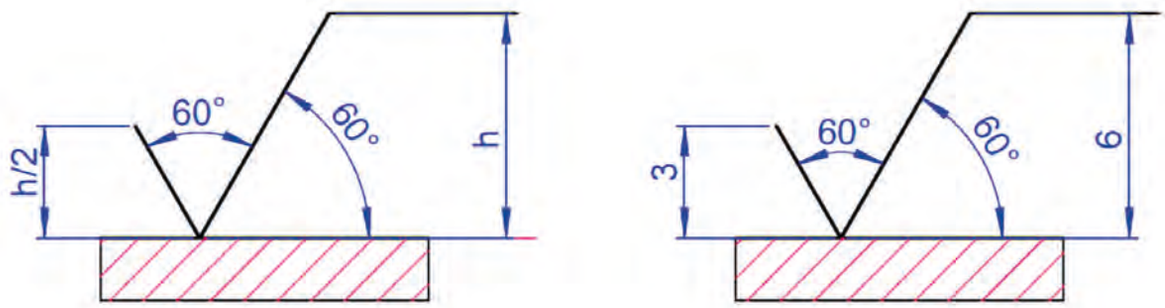
Görsel 4.59b: Dokunmalı yüzey pürüzlülük değerleri

Optik (Temassız) Ölçüm Yöntemi: Plastik enjeksiyon ürünleri gibi çizilebilecek yumuşak malzemeler veya iğnenin giremeyeceği kadar hassas ve karmaşık geometriler için tercih edilir (Görsel 4.60).

Görsel 4.60: Temassız yüzey kalitesi ölçümü

4.2.1.2. Yüzey İşleme Sembolleri

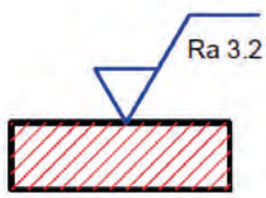
İş parçası üzerinde yapılacak işlemleri ve geometrik şekilleri belirtmek için birtakım sembollerden yararlanılır. Bu amaçla karekök sembolüne benzer bir sembol kullanılır. Bunun üzerine çeşitli rakamlar yazarak yapılacak işlemler belirtilir. Kısa kenar uzun kenarın yarısı kadar olacak şekilde 60° açılı karekök şeklinde sembol üzerinde belirtilir (Görsel 4.61).



Görsel 4.61: Yüzey işleme sembolü

Talaş Kaldırılacak Yüzey Sembolü

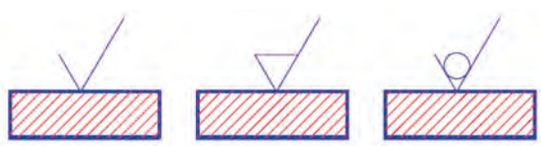
Esas sembol üzerine bir çizgi eklendiğinde talaş kaldırılacak yüzeyler anlaşılır. Tornalama, frezeleme, eğeleme gibi işlemleri kapsar. Yüzey kalitesi hakkında herhangi bilgi vermez (Görsel 4.62).



Görsel 4.62: Talaş kaldırılacak yüzey işareti

Talaş Kaldırılmayacak Yüzey Sembolü

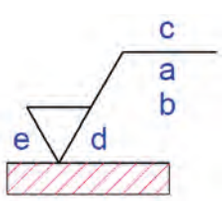
Parça dökümden çıktığı gibi veya ilk ham hâliyle kalacak anlamına gelir. Herhangi bir talaş kaldırma işlemi yapılmaz (Görsel 4.63).



Görsel 4.63: Talaş kaldırılmayacak yüzey işareti

Yüzey Durumlarının Gösterilmesi

Parçanın yüzey durumu, şekil üzerine konulan harflerle belirtilir (Görsel 4.64).



Görsel 4.64: Yüzey durumunu gösteren harfler

a: Ra pürüzlülük değeri mikron olarak veya N1-N12 arasındaki değerler uygulanır. Buraya yazılan rakam Ra = 1,6 bine bölünür (0,0016) olarak anlaşılır.

b: İki veya daha fazla yüzey durum özelliği

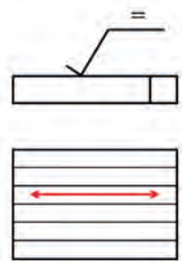
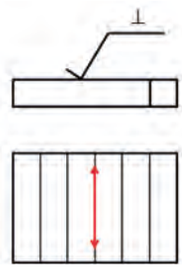
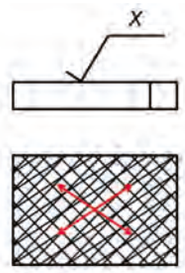
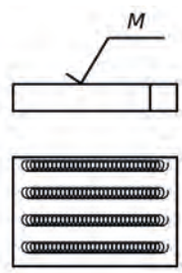
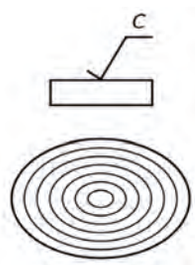
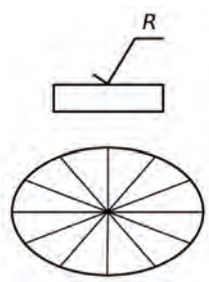
c: Üretim metodu (frezeleme, tornalama, eğeleme gibi)

d: İşleme izlerinin yönü

e: İşleme talaş payı (mm)

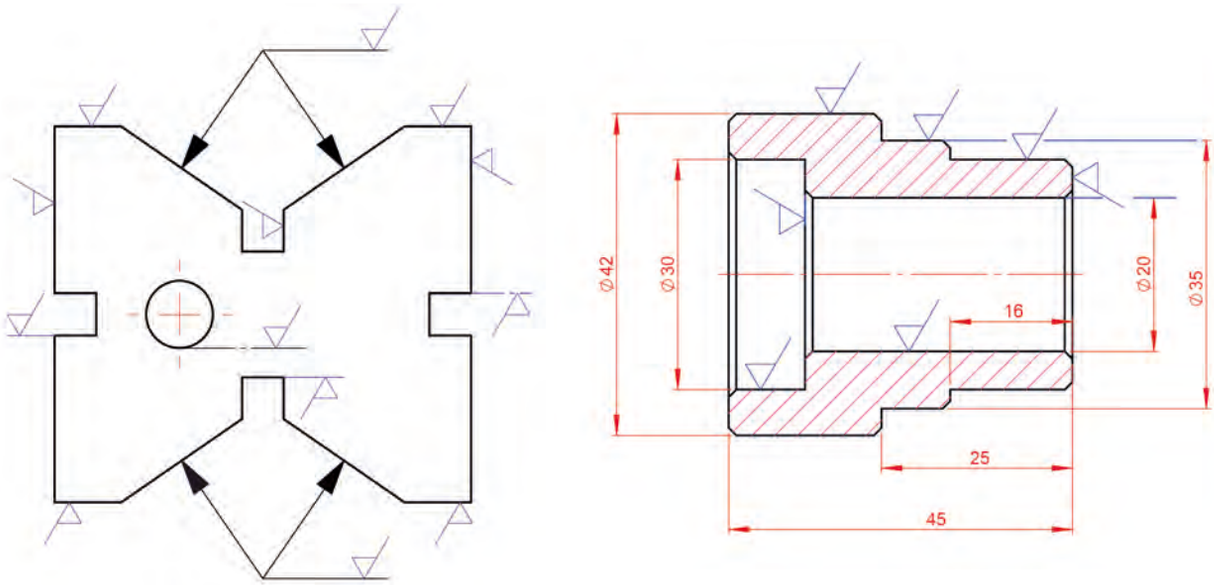
Yüzeyde oluşan izlerin durumu Tablo 4.5'teki gibi ifade edilir.

Tablo 4.5: Yüzey Durumunu Gösteren Semboller

SEMBOL	AÇIKLAMA	ŞEKİL
=	Sembolün uygulandığı görünüşün izdüşüm düzlemine paralel izler.	
⊥	Sembolün uygulandığı görünüşün izdüşüm düzlemine dik izler.	
X	Sembolün uygulandığı görünüşün izdüşüm düzlemine her iki yönde eğik çapraz izler.	
M	Çok yönlü izler.	
C	Sembolün üzerine konduğu yüzeyin merkezine göre yaklaşık olarak dairesel izler.	
R	Sembolün üzerine konduğu yüzeyin merkezine göre yaklaşık olarak radial izler.	

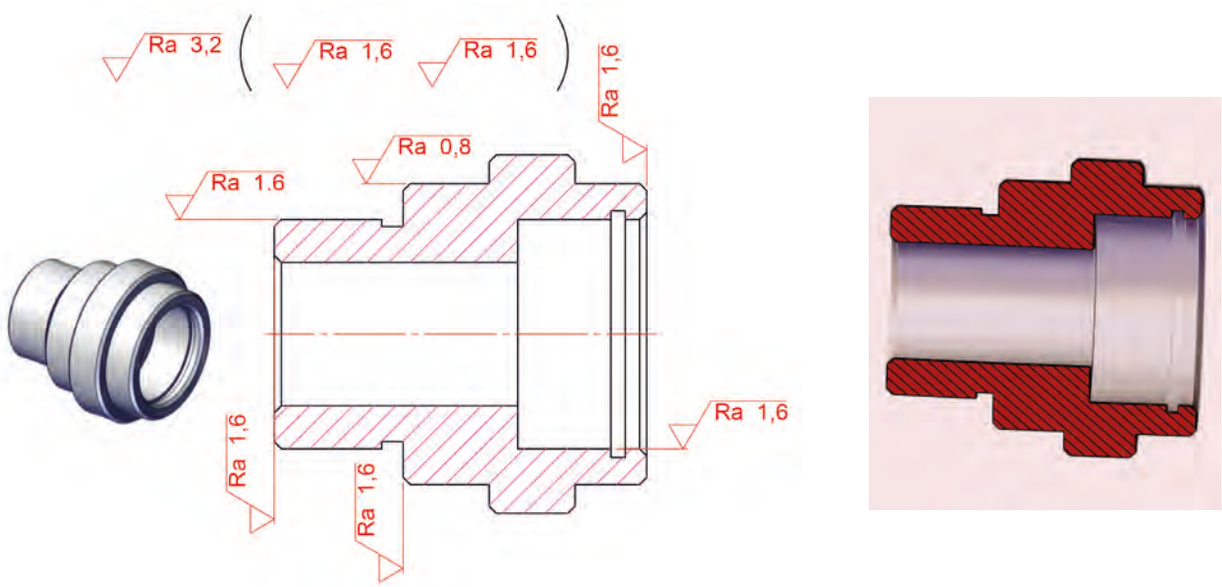
Yüzey İşleme İşaretlerinin Resim Üzerinde Gösterilmesi

Semboller ve yazılar resmin alt tarafından ve sağından okunacak şekilde yazılır. Semboller yüzey üzerine veya kılavuz çizgilerin üzerine yazılabilir (Görsel 4.65).



Görsel 4.65: Yüzey işleme işaretinin gösterilmesi

Parçanın her tarafında uygulanacak işaret model üzerine yazılmaz. Resmin üst kısmında yazılır, farklı olan yelerde ise parantez içine yazılır. Parçanın her yerindeki yüzey kalitesini ifade eder, parantez içinde verilen yerler hariç tutulur (Görsel 4.66).



Görsel 4.66: Yüzey işleme işaretlerinin yazılışı

5. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Özel Cıvata ve Lineer Kızak Parçası Üzerinde Yüzey İşleme İşaretleri
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun yüzey işleme işaretlerini resim üzerinde belirtmek
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

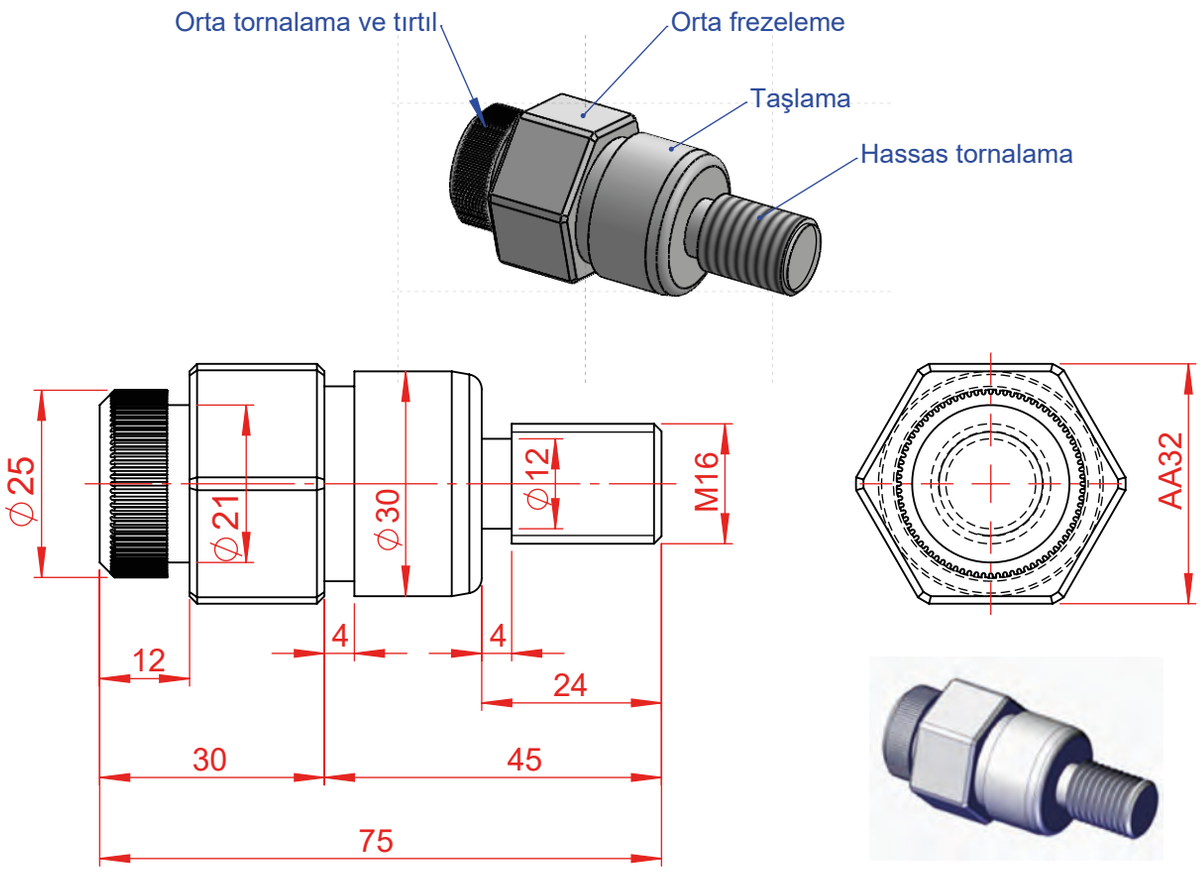
Yönerge: Resim/Ödev 4.10, 4.11'deki parçaların üzerine belirtilen yüzey işleme işaretlerini ekleyiniz..

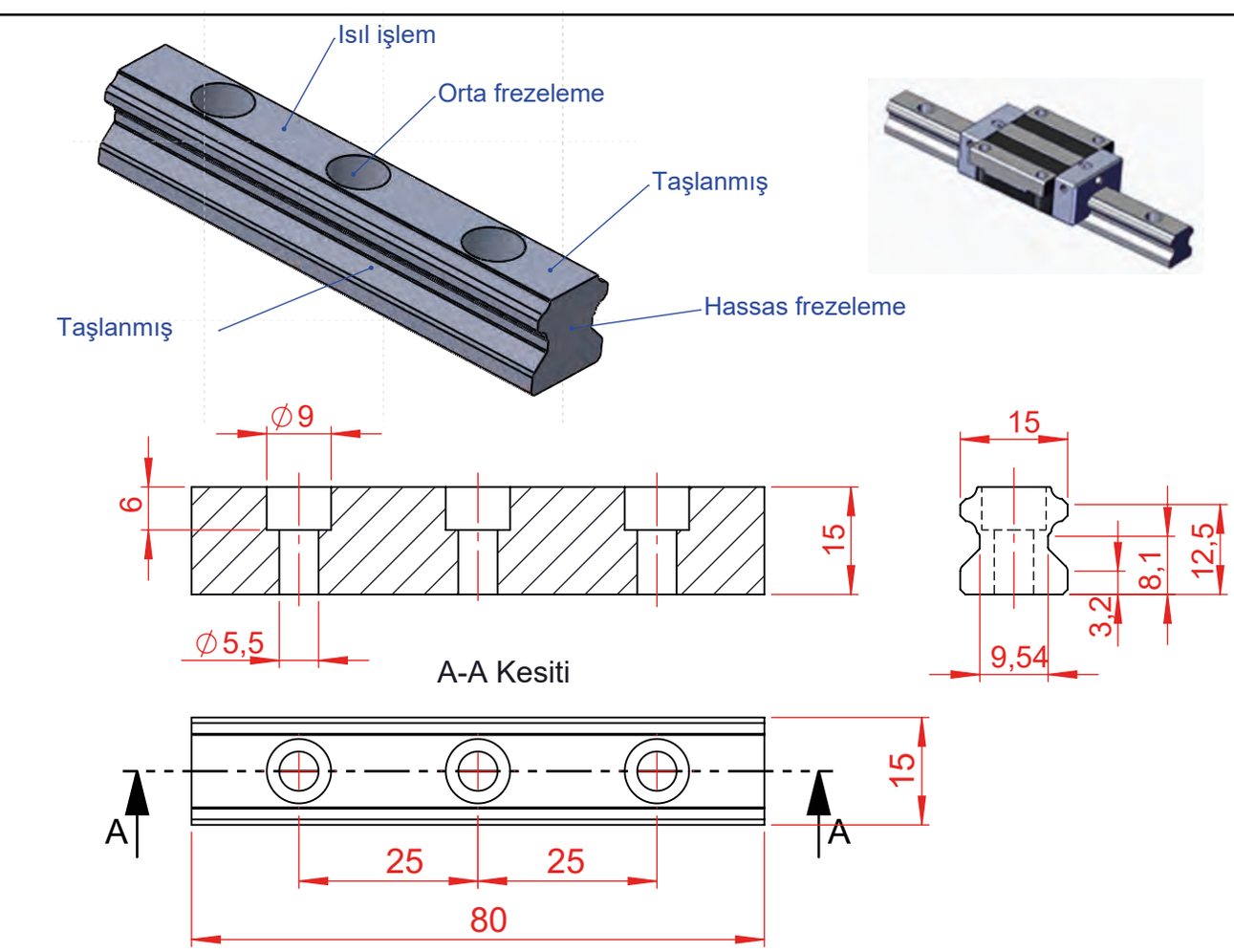
Uygulama Adımları

1. Orta tornalama ve tırtıl çekilen yüzeye uygun işareti yazınız.
2. Orta frezeleme yapılan yüzeye uygun işareti yazınız.
3. Taşlanmış yüzeye uygun işareti yazınız.
4. Hassas tornalanan yüzeye uygun işareti yazınız.
5. Hassas frezelenecek yüzeye uygun işareti yazınız.

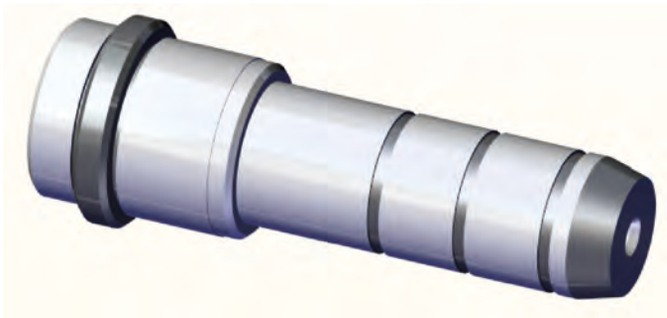
Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

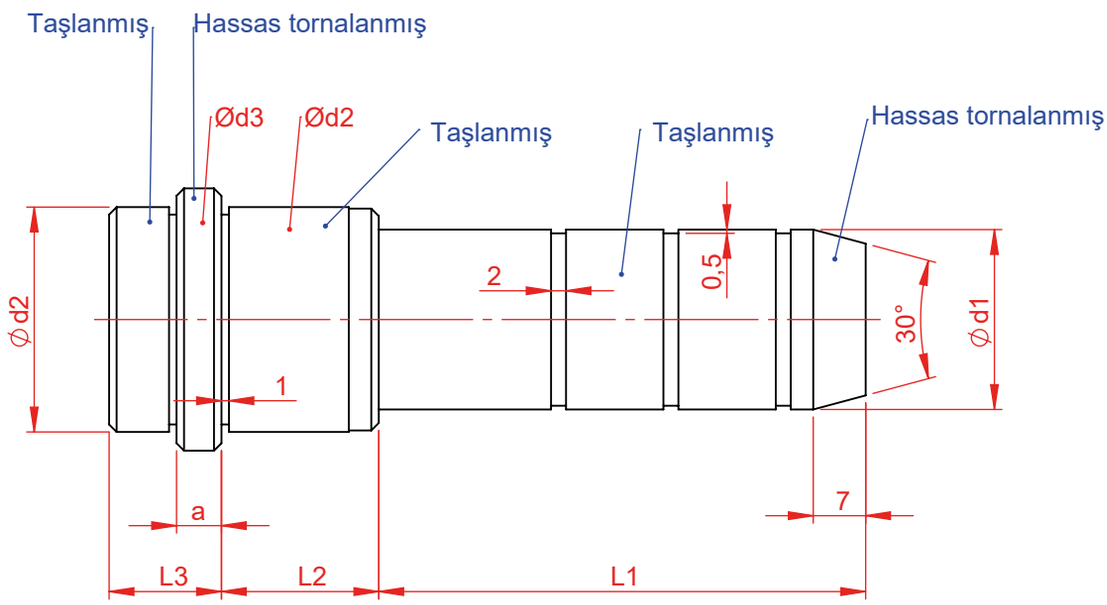
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

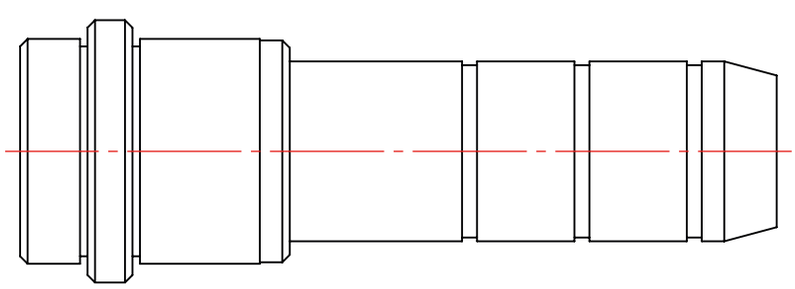




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıf/No.				
Tarih				
Kontrol				Resim/ Ödev No. 4.10







Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf/No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/ Ödev No.	4.11

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

4.3. TOLERANSLAR

Tolerans, imalat sektöründe "kabul edilebilir hata payı" olarak tanımlanır. Üretimde bir parçayı sıfır hatayla tam ölçüsünde üretmek hem teknik açıdan çok zordur hem de gereksiz derecede yüksek maliyetlere yol açar. Üstelik bir ölçünün kusursuzluğu, kullanılan ölçüm aletinin hassasiyetine göre bile değişiklik gösterir.

Atölye ortamında kalite kontrolcülerin ve operatörlerin kullandığı standart dijital mikrometre veya komparatörlerin genellikle 0,001 mm (1 mikron) gibi oldukça hassas ölçümler yaptığını düşünüldüğünde kusursuzluk arayışının zorluğu daha iyi anlaşılır. Örneğin 10 mm çapında bir parçadan 100 adet seri üretildiğinde birinci parça ile yüzüncü parçanın ölçüsü birebir aynı olmaz. Üretim esnasında kesici takımların aşınması veya parçanın tezgâha bağlanması sırasında oluşan ufak salgılar bu farklılıkların temel nedenidir. Bu kaçınılmaz sapmalardan dolayı ölçülerin her zaman aynı çıkmayacağı kabul edilir ve parçanın işlevini sorunsuz yerine getirebileceği bir ölçü aralığı belirlenir. Hedef tek bir kesin değer değil **alt** ve **üst sınırları** olan bir tolerans aralığıdır.

Birbiriyle montajlanacak iki parça, yuvasına çok sıkı geçerse sistem zorlanır veya sıkışır; çok gevşek kalırsa boşluktan dolayı aşırı ses yapar ve zamanla yerinden çıkabilir. Tolerans, bu iki olumsuz senaryoyu da engelleyerek sistemin kusursuz çalışmasını sağlayan en ideal ölçü aralığını belirleme işlemidir.

Aynı şekilde bir yoğurt kabı ile kapağının montajını düşünüldüğünde aradaki boşluk istenen aralıkta olmazsa kapak ya takılmaz ya da aradaki boşluktan yoğurt sızar. İstenen aralık, kapağın takılabileceği ve yoğurdun sızmayacağı kadar boşluğun olmasıdır (Görsel 4.67).

Görsel 4.67: Yoğurt kabı ve kapağı

Bir yazıcıda kullanılan kâğıt kalınlığı olması gerekenden daha kalın veya ince olursa kâğıt ya yırtılır ya da yazıcı içinde kalır. Bundan dolayı toleranslar üretimde çok önemlidir.

4.3.1. Boyut Toleransları

Boyut toleransları parça üzerine yazılan toleranslar olup parça ölçüsünün alt ve üst sınırını belirler. Bir parçanın ölçüsü 58 mm ve toleransı ±0,05 olduğunda parçanın alt sınırı 58-0,05=57,95 ve parçanın üst sınırı 58+0,05=58,05 olur.

4.3.1.1. Boyut Toleransında Kullanılan Genel Kavramlar

Boyut: Ölçü anlamında kullanılır. Bir uzunluğun, seçilen birim cinsinden değerini gösteren sayıdır.

Anma Ölçüsü: Sınır boyutlarının tanıtılmasında referans alınan ölçüdür.

Mil: Bir parçanın dış boyutlarının belirtilmesi için kullanılan terimdir.

Delik: Bir parçanın iç boyutlarının belirtilmesi için kullanılan terimdir.

Gerçek Ölçü: İmalat sonucunda elde edilen iki sınır arasındaki ölçüdür.

Sınır Ölçüsü: Bir parçanın kabul edilebilen alt ve üst sınır ölçüsüdür.

En Büyük Ölçü (E.B.Ö): İki sınır boyutunun en büyüğüdür (EBÖ: Anma Ölçüsü + Üst Sapma).

En Küçük Ölçü (E.K.Ö): İki sınır boyutunun en küçüğüdür (EBÖ: Anma Ölçüsü - Alt Sapma).

Sapma: Bir sınır boyutu ile anma ölçüsü arasındaki farktır.

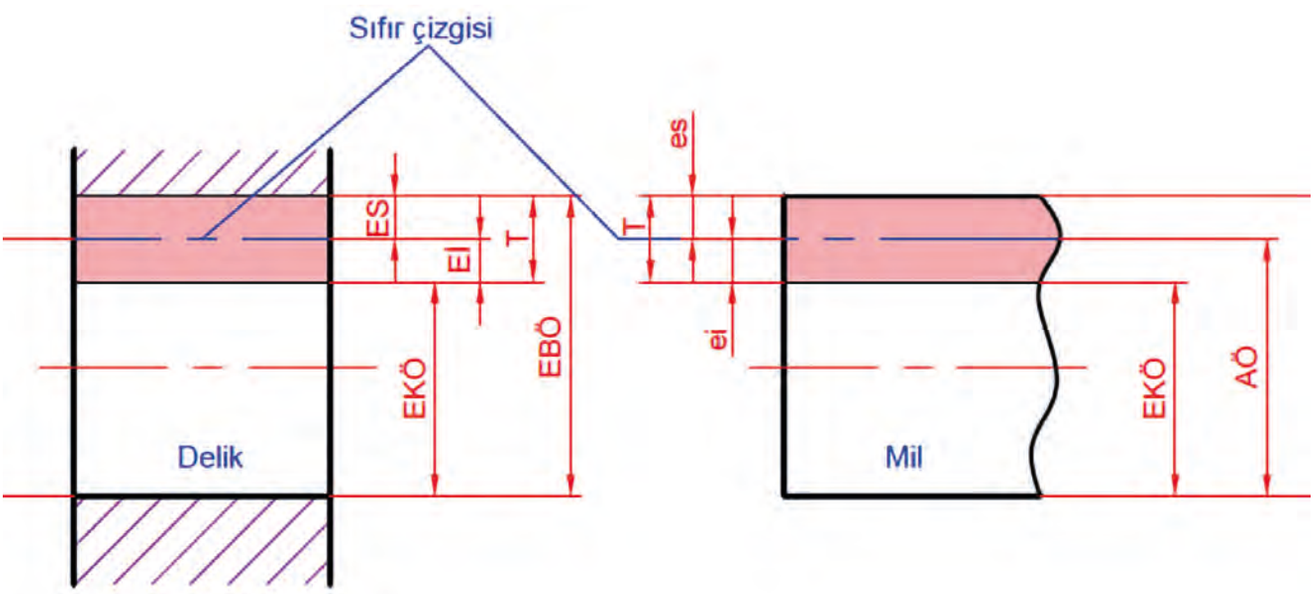
Gerçek Sapma (Gs): Gerçek ölçü ile anma boyutu arasındaki farktır.

Üst Sapma (ES,es): En büyük ölçü ile anma ölçüsü arasındaki farktır (Es: EBÖ - AÖ).

Alt Sapma (Eİ,ei): En küçük ölçü ile anma ölçüsü arasındaki farktır (Esi: EKÖ - AÖ).

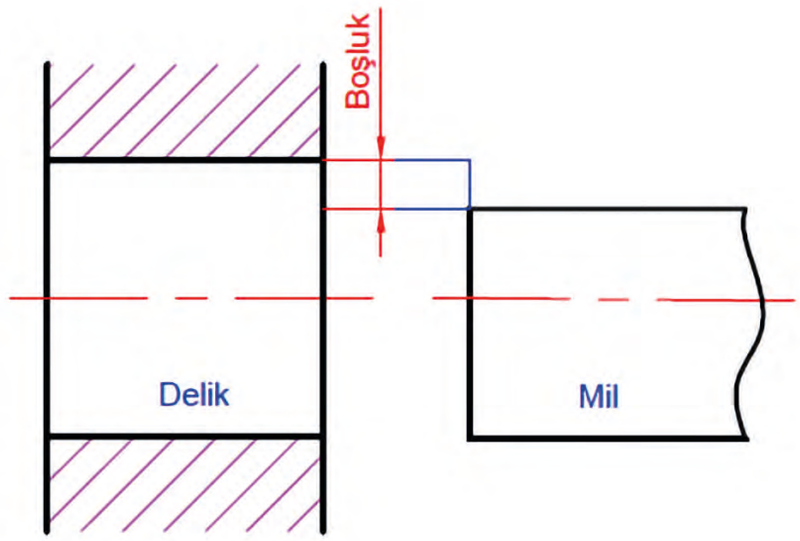
Temel Sapma (T): Sıfır çizgisine göre tolerans bölgesini tanımlamak için seçilen sapmadır.

Sıfır Çizgisi: Tolerans ve alıştırmaların grafik olarak gösterilmesinde sapmalar için referans alınan çizgidir (Görsel 4.68).



Görsel 4.68: Sıfır çizgisi

Boşluk: Birleştirmeden önce mil ile deliğin boyutları arasındaki farktır. Hareketli sistemlerde delik mil çapından büyük olursa boşluk oluşur (Görsel 4.69).

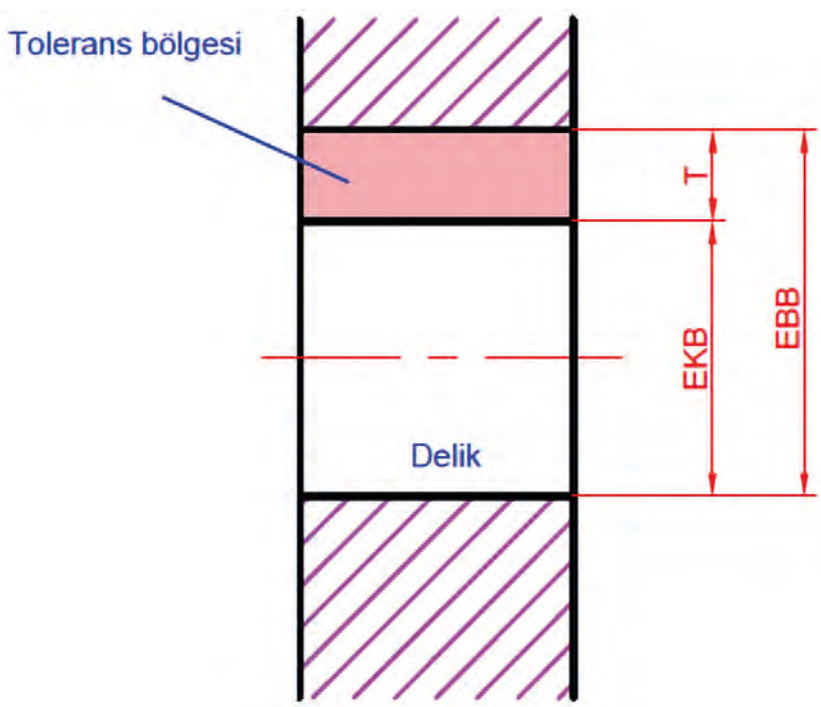


Görsel 4.69: Boşluk

Tolerans Bölgesi (Alanı): Tolerans sınırlarını gösteren iki çizgi arasında kalan ve konumu sıfır çizgisine göre tanımlanan bölgedir. Ölçüler tolerans alanı içerisinde kalmak zorundadır. Ölçüler tolerans alanında büyükse henüz ölçüye gelmemiştir. Tolerans alanından daha küçükse parça bozulmuş demektir. İş parçasının sağlıklı çalışması için ölçülerin tolerans alanı içeresinde olmalıdır (Görsel 4.70).

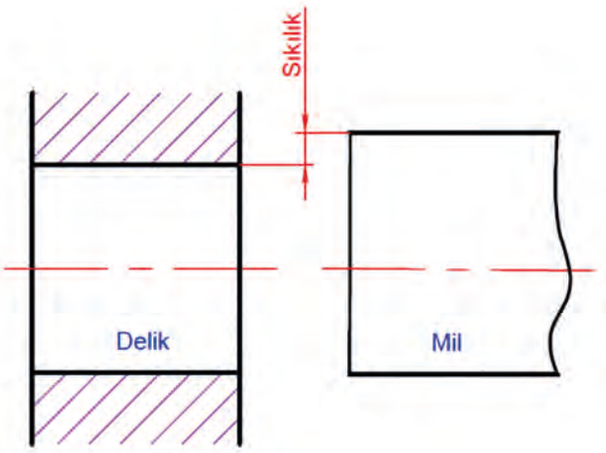
En Büyük Boşluk (EBB): Deliğin en büyük boyutu ile milin en küçük boyutu arasındaki pozitif farktır [(EBB: Delik EBÖ - Mil EBÖ), (Görsel 4.70)].

En Küçük Boşluk (EKB): Deliğin en küçük ölçüsü ile milin en büyük boyutu arasındaki pozitif farktır [(EKÖ: Delik EKÖ - Mil EBÖ), (Görsel 4.70)].



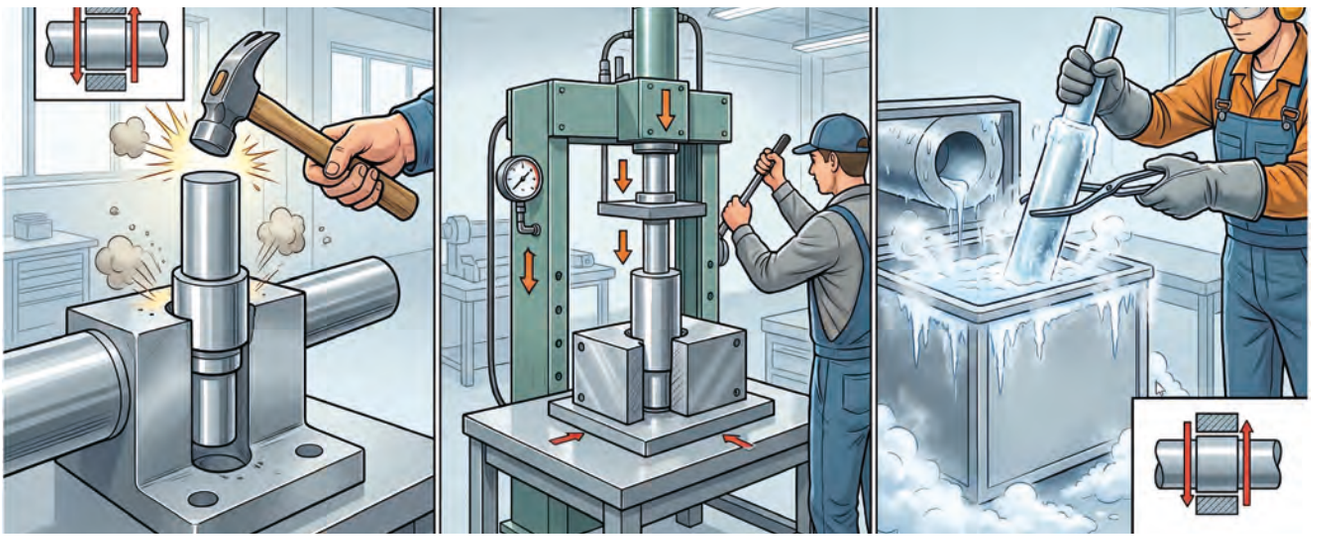
Görsel 4.70: Tolerans bölgesi

Sıkılık (s): Birleştirme işlemi öncesinde delik ve mil boyutları arasındaki ölçü farkıdır. Hareketsiz sistemlerde mil çapının delik çapından daha büyük olmasıyla **sıkı geçme** durumu meydana gelir (**Görsel 4.71**).



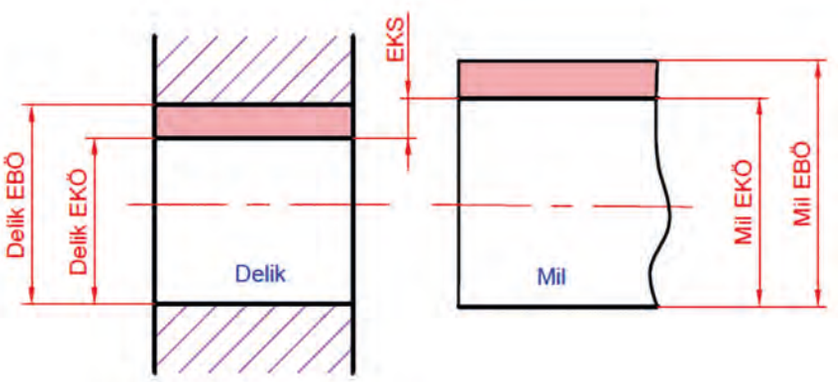
Görsel 4.71: Sıkılık

Bu tür birleştirmelerde parçaların elle montajı mümkün olmadığından, montaj işlemi genellikle çekiçle darbe uygulanarak, pres kullanılarak veya parça sıvı azot ortamında soğutulup büzülme sağlanarak gerçekleştirilir (**Görsel 4.72**). Bu yöntemle gerçekleştirilen sıkı geçme montajlarında parça, kendi kendine kolay kolay sökülmez; sökülmesi durumunda ise genellikle parçaya zarar verilir. Bu nedenle, yüksek mukavemet ve hassasiyet gerektiren kritik parçaların üretiminde sıkı geçme yöntemi tercih edilir.



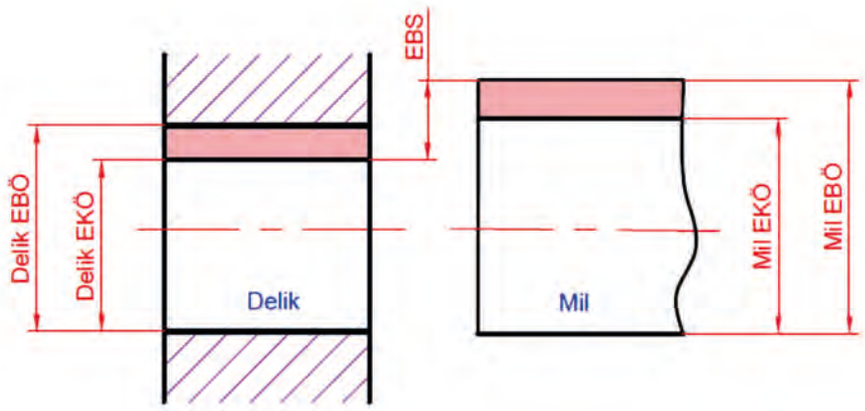
Görsel 4.72: Sıkı alıştırma

En Küçük Sıkılık (EKS): Birleştirilmeden önce deliğin **en büyük** boyutuyla milin **en küçük** boyutu arasındaki negatif farktır [(EBS: Delik EKÖ - Mil EBÖ, (Görsel 4.73)].



Görsel 4.73: Talaş kaldırılmayacak yüzey işareti

En Büyük Sıkılık (EBS): Birleştirilmeden önce deliğin **en küçük** boyutuyla milin **en büyük** boyutu arasındaki negatif farktır [(EBS: Delik EKÖ - Mil EBÖ), (Görsel 4.74)].



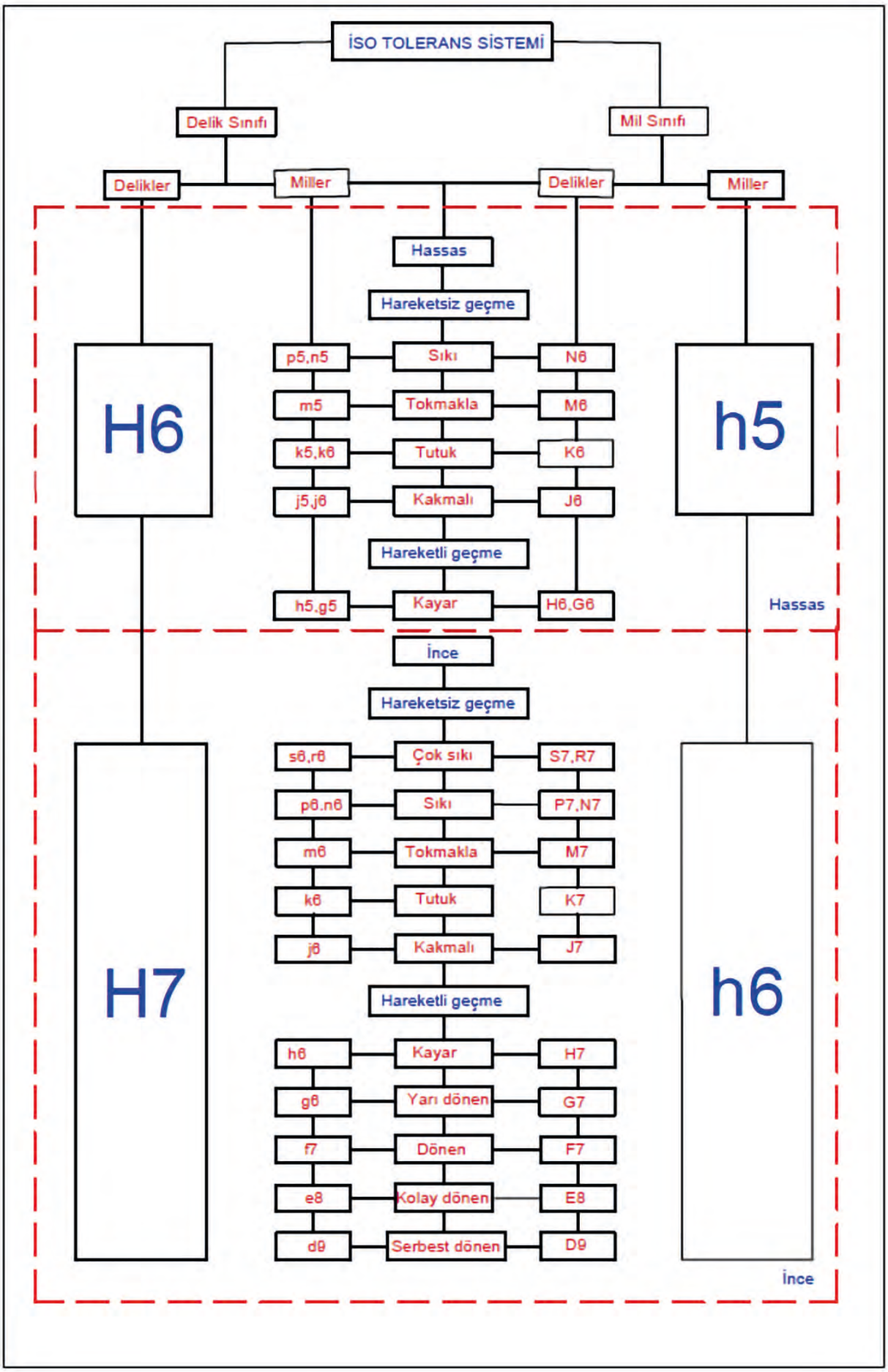
Görsel 4.74: En büyük sıkılık

4.3.2. İSO Alıştırmaları

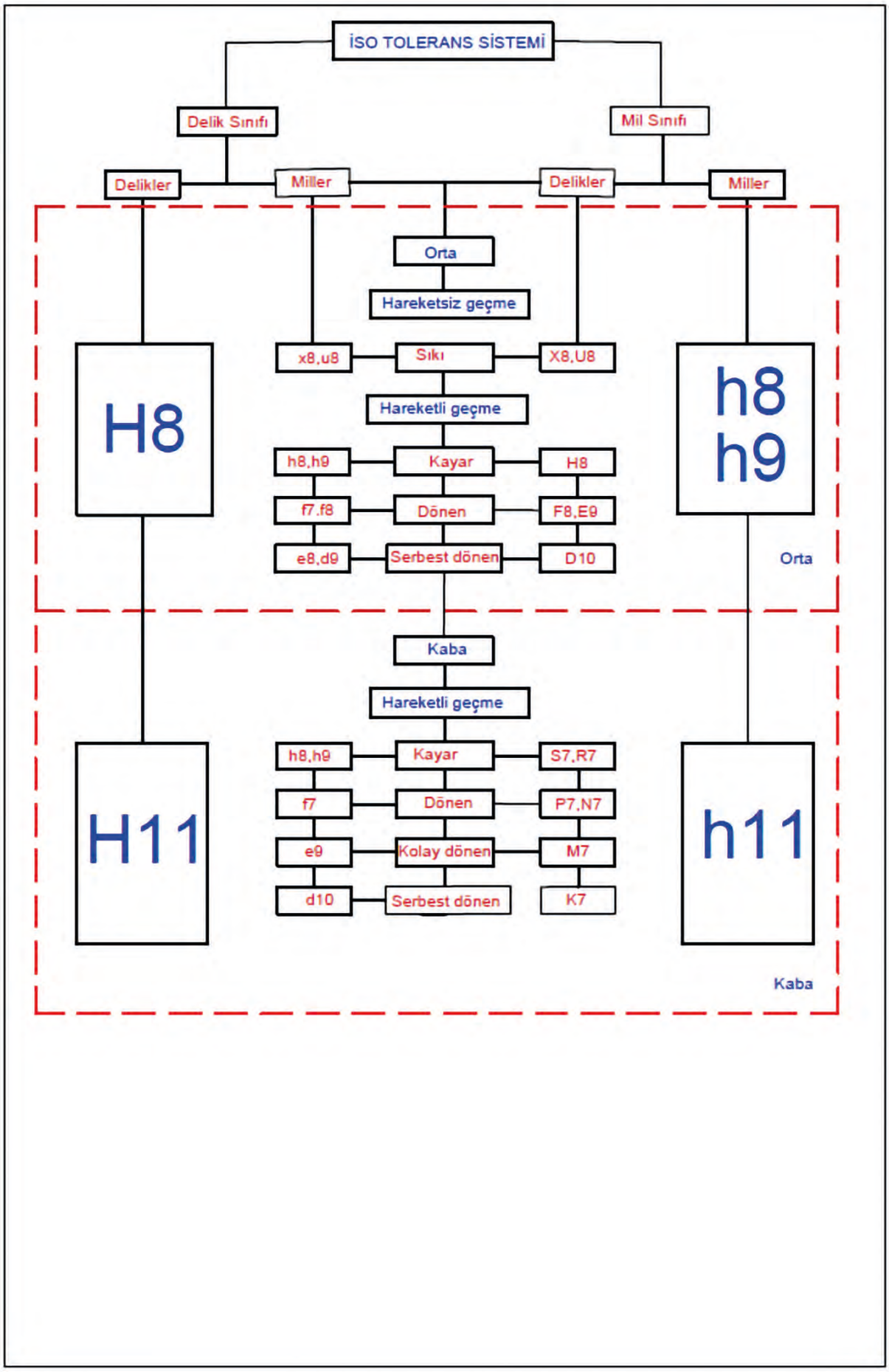
Üretim süreçlerinde hiçbir parça tam olarak istenilen anma boyutunda (nominal ölçüde) üretilemez. Parçaların birlikte çalışabilmesi ve birbirine geçebilmesi için belirli ölçü sınırları içinde üretilmeleri gerekir. **ISO Tolerans ve Alıştırma Sistemi**, birbirine geçecek veya birlikte çalışacak olan **delik** ve **mil** niteliğindeki iki parçanın ölçü olarak ilişkisini uluslararası standartlara göre düzenler.

Teknik resimde bu kuralların doğru ifade edilmesi, tasarımın imalatta kabul edilebilir ölçü sınırları içerisinde üretilebilmesi için kritik bir öneme sahiptir. İSO tolerans sistemi Tablo 4.6'ya göre seçilir.

Tablo 4.6: İSO Tolerans Tablosu



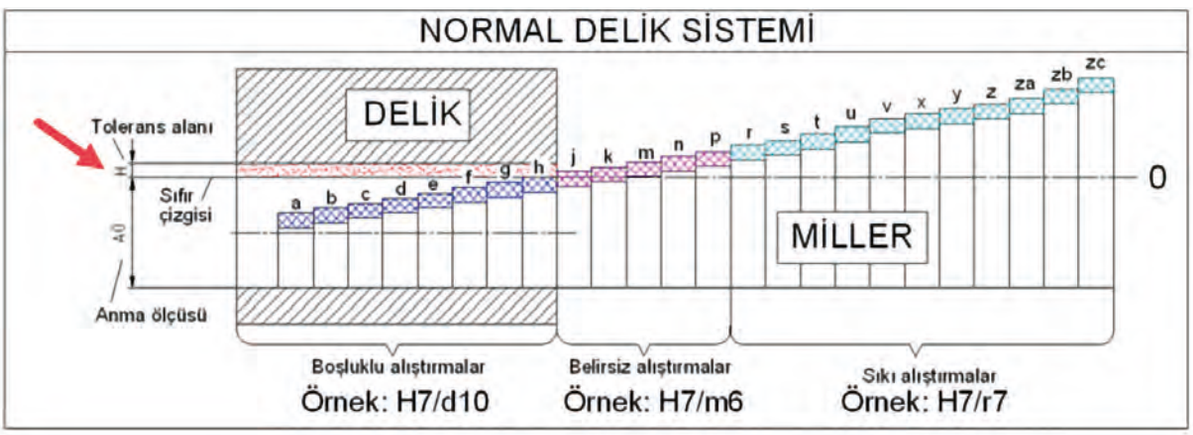
Tablo 4.6: İSO Tolerans Tablosu (devamı)



4.3.2.1. Alıştırma Sistemleri

Normal Delik Sistemi: Farklı alıştırma türleri (boşluklu veya sıkı) elde etmek için delik ölçüsünün sabit kabul edilip tüm toleransların mile verildiği sistemdir. Örneğin bir rulman ve mil montajında rulman, fabrikasyon olarak standart ölçülerde üretilip hazır alındığı için iç çapı (delik) sabit kabul edilir. İstenen alıştırmayı elde etmek için milin ölçüleri rulmana göre işlenir. Mil çapı rulmanın iç çapından büyük işlenirse **sıkı geçme**, küçük işlenirse **boşluklu geçme** meydana gelir. Bu sistemin temel mantığı; standart üretilmiş deliğe dokunmayıp, tüm ölçüsel değişiklikleri mil üzerinde yaparak imalatı kolaylaştırmaktır. Normal delik sisteminde delik sembolleri büyük harfle ifade edilir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Normal Delik Sistemi



Normal Mil Sistemi: Milin ölçüsü sabit kabul edilir ve üst sapması her zaman sıfırdır. ISO tolerans sisteminde bu durum **h** harfi ile gösterilir (örneğin h6, h7, h9 vb.). Bu sistemde istenen alıştırma türünü (boşluklu, sıkı veya geçiş) elde etmek için mil sabit tutulur ve deliğin ölçüleri (toleransları) değiştirilir.

Endüstride normal delik sistemi kadar yaygın olmasa da özellikle dışarıdan hazır ve hassas toleranslarda alınan standart millerin (örneğin soğuk çekilmiş transmisyon milleri) kullanıldığı durumlarda büyük avantaj sağlar ve imalat maliyetlerini düşürür.

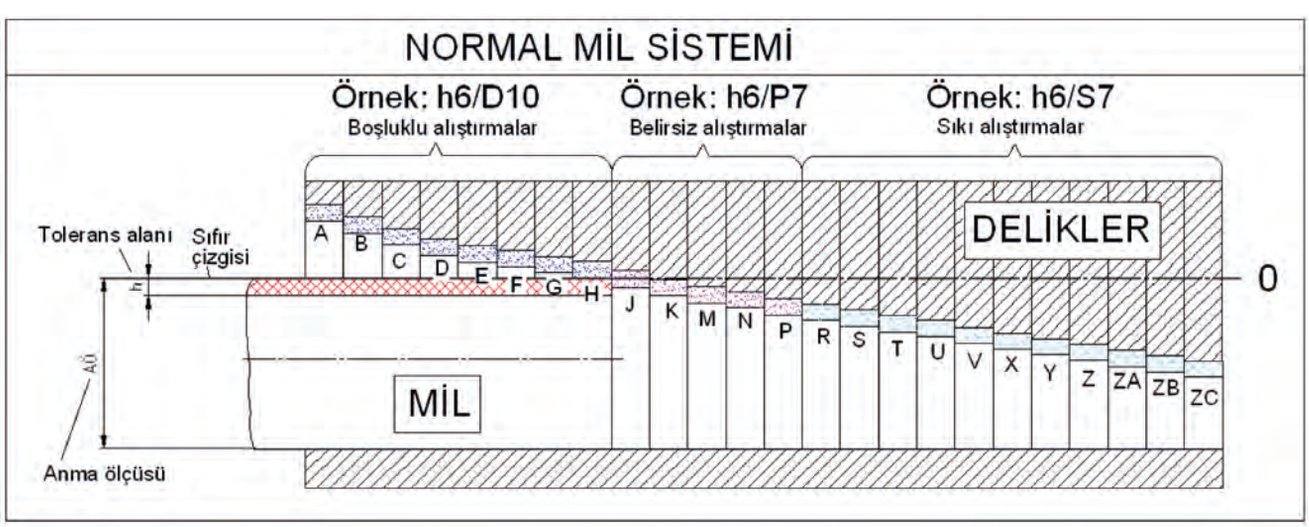
Bir rulmanın makine gövdesindeki yuvasına monte edileceği zaman parçaların birbiriyle olan ilişkisi şu şekildedir:

Rulmanın Dış Bileziği = Mil (Çünkü yuvaya takılır.)

Makine Gövdesindeki Yuva = Delik (Çünkü rulmanı dışından saran parça budur.)

Rulmanlar fabrikasyon olarak çok yüksek hassasiyetle üretilmiş hazır makine elemanlarıdır. Bir rulmanın dış çapı taşlanarak küçültülemez veya üzerine malzeme eklenerek büyütülemez. Rulmanın dış ölçüsü **sabit ve standart bir mil** olarak kabul edilir. Bu durumda tüm tolerans ve ölçü değişiklikleri **yuva (delik)** üzerinde yapılır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Normal Mil Sistemi



Alıştırma Sisteminin Seçimi: Makine parçaları birbirine monte edilirken iki parça arasında oluşacak boşluk alıştırma türünü belirler. Aradaki fark büyük olursa **boşluklu alıştırma**, küçük olursa **sıkı alıştırma** olarak adlandırılır. Bu aradaki ölçü farkları mikron olarak ölçülür.

Makine imalatında kullanılan İSO alıştırmaları normal delik sistemi (Tablo 4.9) ve alıştırmalarına göre (Tablo 4.10) göre belirlenir. Normaal delik ve normal mil sistemi toleransları mikron cinsinden Tablo 4.11 ve 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo 4.9: Normal Delik Sistemine Göre Alıştırma

GEÇME	H7	H8	GEÇME KARAKTERİ	KULLANILDIĞI YER
	Mil			
Boşluklu	d9		Kaba boşluk	İkiden fazla yataklanmış miller, kaygan yataklar
	e8		Hissedilen boşluk	
	h9		Hafif kaymalı	Kaymalı kavramalar, bilezikler
	f7	f6	Çok az boşluk	Kılavuz, piston ve krank kolları mafsalı, düz yatak
		g6	Hissedilen boşluk	Hassas kaygan yatak
	h7	h6	Yağlayınca kayan	Ayar bileziği, vites dişlileri, merkezleme, torna kızağı
Ara		js6	Hafif bastırmada kayan	Tam hassas merkezleme
		k6	Normal kuvvette kayan	Kavramalar, kayış kasnağı, el çarkı, sıkı geçme
		m6,n6	Kuvvetle geçirme	Ek emniyetle torsiyon momenti aktarma elemanlarında, boyuna sıkı geçme
Sıkı		p6	Isıtarak veya presleyerek geçirme	Torsiyon momenti aktarma elemanlarında, boyuna ve enine sıkı geçmeler
		r6		
		s6		

Tablo 4.10: Normal Mil Sistemine Göre Alıştırma

GEÇME	H9	H6	GEÇME KARAKTERİ	KULLANILDIĞI YER İÇİN ÖRNEK
	Göbek (Delik)			
Boşluklu	H11		Kaba boşluk	Kolay monte edilmek istenen parçalarda
	D10		Oldukça büyük boşluk	Serbest kamalar
	E9		Büyük boşluk	Boşluklu saplamalar ve manevelalar
	F8		Hissedilen boşluk	Kılavuz, piston ve krank kolları mafsalı, düz yatak
		G7	Hissedilmeyen boşluk	Kaygan yataklar
	H9	H7	El kuvvetiyle kayan	Mil / göbek kamaları, oynak kavramalar
Ara	JS9		Hafif bastırmada kayan	Ara geçmeli mil / göbek kamaları
		JS7		Sık sık demonte edilen parçalar
		K7	Normal kuvvette kayan	El çarkları, kavramalar ve kayış kasnakları
		N7	Kuvvetle geçirilen	Silindirik saplamalar
	P9		Sıkıya yakın geçme	Sıkı geçmeli mil / göbek kamaları
Sıkı		P7	Isıtılarak veya preslenerek geçirilen	Ek emniyetsiz küçük moment iletmeleri

Tablo 4.11: Normal Delik Sistemi Tablosu

ANMA ÖLÇÜLERİ	Delik	Geçen Miller						Delik	Geçen Miller											Delik	Geçen Miller				Delik	Geçen Miller			
	Hassas Delik	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Kaygın	İnce Delik	Pres	Pres	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Zor Döner	Döner	Zor Döner	Serbest	Orta Delik	Kaygın	Döner	Döner	Serbest	Kaba Delik	Kaba g1	Kaba g2	Kaba g3	Kaba g4
	H6	n5	m5	k5	j5	h5	g5	H7	s6	p6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f7	e8	d9	H8	h8	f8	e9	d10	H11	h11	d11	c11	a11
< 1 -3	+7 0	+11 +6	+7 +2	+4 -1	+4 -1	0 -5	-3 -8	+9 0	+22 +15	+16 +9	+13 +6	+9 +2	+6 -1	+6 -1	+0 -7	-3 -10	-7 -16	-14 -28	-20 -45	+14 0	0 -14	-7 -21	-14 -39	-20 -60	+60 0	0 -60	-20 -80	-60 -120	-270 -330
< 3 -6	+8 0	+13 +8	+9 +4	+4 -1	+4 -1	0 -5	-4 -9	+12 0	+27 +19	+20 +12	+16 +8	+12 +4	+7 -1	+7 -1	0 -8	-4 -12	-10 -22	-20 -38	-30 -60	+18 0	0 -18	-10 -28	-20 -50	-30 -78	+75 0	0 -75	-30 -105	-10 -145	-270 -345
< 6-10	+9 0	+16 +10	+12 +6	+7 +1	+4 -2	0 -6	-5 -11	+15 0	+32 +23	+24 +15	+19 +10	+16 +6	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28	-25 -47	-40 -76	+22 0	0 -22	-13 -35	-25 -61	-40 -98	+90 0	0 -90	-40 -130	-80 -170	-280 -370
< 10-18	+11 0	+20 +12	+15 +7	+9 +1	+5 -3	0 -8	-6 -14	+18 0	+39 +28	+29 +18	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 -3	0 -11	-6 -17	-16 -34	-32 -59	-50 -93	+27 0	0 -27	-16 -43	-32 -75	-50 -120	+110 0	0 -110	-50 -160	-95 -205	-290 -400
< 18-30	+13 0	+24 +15	+17 +8	+11 +2	+5 -4	0 -9	-7 -16	+21 0	+48 +35	+35 +22	+28 +15	+21 +8	+15 +2	+9 -4	0 -13	-7 -20	-20 -41	-40 -73	+-65 -117	+33 0	0 -33	-20 -53	-40 -92	-65 -149	+130 0	0 -130	-65 -195	-110 -240	-300 -430
< 30-40	+16 0	+28 +17	+20 +9	+13 +2	+6 -5	0 -11	-9 -20	+25 0	+59 +43	+42 +26	+33 +17	+28 +9	+18 +2	+11 -5	0 -16	-9 -25	-25 -50	-50 -89	-80 -142	+39 0	0 -39	-25 -64	-50 -112	-80 -180	+160 0	0 -160	-80 -240	-120 -280	-310 -470
< 40-50																												-130 -290	-320 -480
< 50-65	+19 0	+33 +20	+24 +11	+15 +2	+6 -7	0 -13	-10 -23	+30 0	+72 +53	+51 +32	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 -7	0 -19	-10 -29	-30 -60	-60 -106	-100 -174	+46 0	0 -46	-30 -76	-60 -134	-100 -220	+190 0	0 -190	-100 -290	-140 -330	-340 -530
< 65-80									+78 +59																			-150 -340	-360 -550
<80-100	+22 0	+38 +23	+28 +13	+18 +3	+6 -9	0 -15	-12 -27	+35 0	+93 +71	+59 +37	+45 +23	+35 +12	+25 +3	+13 -9	0 -22	-12 -34	-36 -71	-72 -126	-120 -207	+54 0	0 -54	-36 -90	-72 -159	-120 -260	+220 0	0 -220	-120 -340	-170 -390	-380 -600
<100-120									+101 +79																			-180 -400	-410 -630
<120-140	+25 0	+45 +27	+33 +15	+21 +3	+7 -11	0 -18	-14 -32	+40 0	+117 +92	+68 +43	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 -11	0 -25	-14 -39	-43 -83	-85 -148	-145 -245	+63 0	0 -63	-43 -106	-85 -185	-145 -305	+250 0	0 -250	-145 -395	-200 -450	-460 -710
<140-160									+125 +100																			-210 -480	-520 -770
<160-180									+133 +108																			-230 -480	-580 -830
<180-200	+29 0	+51 +31	+37 +17	+24 +4	+7 -13	0 -20	-15 -35	+46 0	+151 +122	+79 +50	+60 +31	+46 +17	+33 +4	+16 -13	0 -29	-15 -44	-50 -96	-100 -172	-170 -285	+72 0	0 -72	-50 -122	-100 -215	-170 -355	+290 0	0 -290	-170 -460	-240 -530	-660 -950
<200-225									+159 +130																			-260 -530	-740 -1030
<225-250									+169 +140																			-280 -570	-820 -1110
<250-260	+32 0	+57 +34	+43 +20	+27 +4	+7 -16	0 -23	-17 -40	+52 0	+190 +158	+88 +56	+66 +34	+52 +20	+36 +4	+16 -16	0 -32	-17 -49	-56 -108	-110 -191	-190 -320	+81 0	0 -81	-56 -137	-110 -240	-190 -400	+320 0	0 -320	-190 -510	-300 -620	-920 -1240
<260-315									+202 +170																			-330 -650	-1050 -1370
<315-355	+36 0	+62 +37			+7 -18	0 -25		+57 0	+226 +190		+73 +37	+57 +21	+40 +4	+18 -18	0 -36	-18 -54	-62 -119	-125 -214	-210 -350	+89 0	0 -89				+360 0	0 -360	-210 -570	-360 -720	-1200 -1560
<355-400									+244 +208																			-400 -760	-1350 -1710
<400-450	+40 0	+67 +40			+7 -20	0 -27		+63 0	+272 +232		+80 +40	+63 +23	+45 +5	+20 -20	0 -40	-20 -60	-68 -131	-135 -232	-230 -385	+97 0	0 -97				+400 0	0 -400	-230 -630	-440 -840	-1500 -1900

Tablo 4.12: Normal Mil Sistemi Tablosu

ANMA ÖLÇÜLERİ	Mil							Mil	Geçen Delikler											Mil	Geçen Delikler				Mil	Geçen Delikler			
	Hassas Mil	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Kaygın	İnce Mil	Pres	Pres	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Zor Döner	Döner	Zor Döner	Serbest	Orta Mil	Kaygın	Döner	Döner	Serbest	Kaba Mil	Kaba g1	Kaba g2	Kaba g3	Kaba g4
	h5	N6	M6	K6	J6	H6	G6	h6	S7	P7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7	E8	D9	h8	H8	F8	E9	D10	h11	H11	D11	C11	A11
< 1 -3	0 -5	-4 -10	0 -7	+3 -4	+3 -4	+7 0	+10 +3	0 -7	-13 -22	-7 -16	-4 -13	0 -9	+3 -6	+3 -6	+9 0	+12 +3	+16 +7	+28 +14	+45 +20	0 -14	+14 0	+21 +7	+39 +14	+60 +20	0 -60	+60 0	+80 +20	+120 +60	+330 +270
< 3 -6	0 -5	-5 -13	-1 -9	+4 -4	+4 -4	+8 0	+12 +4	0 -8	-15 -27	-8 -20	-4 -16	0 -12	+5 -7	+5 -7	+12 0	+16 +4	+22 +10	+38 +20	+60 +30	0 -18	+18 0	+28 +10	+50 +20	+78 +30	0 -75	+75 0	+105 +30	+145 +70	+345 +270
< 6-10	0 -6	-7 -16	-3 -12	+2 -7	+5 -4	+9 0	+14 +5	0 -9	-17 -32	-9 -24	-4 -19	0 -15	+5 -10	+8 -7	+15 0	+20 +5	+28 +13	+47 +25	+76 +40	0 -22	+22 0	+35 +13	+61 +25	+98 +40	0 -90	+90 0	+130 +40	+170 +80	+370 +280
< 10-18	0 -8	-9 -20	-4 -15	+2 -9	+6 -5	+11 0	+17 +5	0 -11	-21 -39	-11 -29	-5 -23	0 -18	+6 -12	+10 -8	+18 0	+24 +6	+34 +16	+59 +32	+93 +50	0 -27	+27 0	+43 +16	+75 +32	+120 +50	0 -110	+110 0	+150 +50	+205 +95	+400 +290
< 18-30	0 -9	-11 -24	-4 -17	+2 -11	+8 -5	+13 0	+20 +7	0 -13	-27 -48	-14 -35	-7 -28	0 -21	+6 -15	+12 -9	+21 0	+28 +7	+41 +20	+73 +40	+117 +65	0 -33	+33 0	+53 +20	+92 +40	+149 +65	0 -130	+130 0	+195 +65	+240 +110	+430 +300
< 30-40	0 -11	-12 -28	-4 -20	+3 -13	+10 -6	+16 0	+25 +9	0 -16	-34 -59	-17 -42	-8 -33	0 -25	+7 -18	+14 -11	+25 0	+34 +9	+50 +25	+89 +50	+142 +80	0 -39	+39 0	+64 +25	+112 +50	+180 +80	0 -160	+160 0	+240 +80	+280 +120	+470 +310
< 40-50																												+290 +130	+480 +320
< 50-65	0 -13	-14 -33	-5 -24	+4 -15	+16 -6	+19 0	+29 +10	0 -19	-72 -42	-21 -51	-9 -39	0 -30	+9 -21	+18 +12	+30 0	+40 +10	+50 +30	+106 +60	+174 +100	0 -46	+46 0	+76 +30	+134 +60	+220 +100	0 -190	+190 0	+290 +100	+330 +140	+530 +340
< 65-80									-48 -78																			+340 +150	+550 +160
<80-100	0 -15	-16 -38	-6 -28	+4 -18	+16 -6	+22 0	+34 +12	0 -22	-58 -93	-24 -59	-10 -45	0 -35	+10 -25	+22 -13	+35 0	+47 +12	+71 +36	+126 +72	+207 +120	0 -54	+54 0	+90 +36	+159 +72	+260 +120	0 -220	+220 0	+340 +120	+390 +170	+600 +380
<100-120									-66 -101																			+400 +180	+630 +410
<120-140	0 -18	-20 -45	-8 -33	+4 -21	+18 -7	+25 0	+39 +14	0 -25	-77 -117	-28 -68	-12 -52	0 -40	+12 -28	+26 -14	+40 0	+54 +14	+83 +43	+146 +85	+245 +145	0 -63	+63 0	+106 +43	+185 +85	+305 +145	0 -250	+250 0	+395 +145	+450 +200	+710 +460
<140-160									-85 -125																			+460 +210	+770 +520
<160-180									-93 -133																			+480 +230	+830 +580
<180-200	0 -20	-22 -51	-8 -37	+5 -24	+22 -7	+29 0	+44 +15	0 -29	-105 -151	-33 -79	-14 -60	0 -46	+13 -33	+30 -16	+46 0	+61 +15	+96 +50	+172 +100	+285 +170	0 -72	+72 0	+122 +50	+215 +100	+355 +170	0 -290	+290 0	+460 +170	+530 +240	+950 +660
<200-225									-113 -159																			+550 +260	+1030 +740
<225-250									-123 -169																			+570 +280	+1110 +820
<250-260	0 -23	-25 -57	-9 -41	+5 -27	+25 -7	+32 0	+49 +17	0 -32	-138 -190	-36 -88	-14 -66	0 -52	+16 -36	+36 -16	+52 0	+69 +17	+108 +56	+191 +110	+320 +190	0 -81	+81 0	+137 +56	+240 +110	+400 +190	0 -320	+320 0	+510 +190	+620 +300	+1240 +920
<260-315									-150 -202																			+650 +330	+1370 +1050
<315-355	0 -25	-26 -62	-10 -46		+29 -7	+36 0		0 -36	-169 -226		-16 -73	0 -57	+17 -40	+39 -18	+57 0	+75 +18				0 -89	+89 0	+151 +62	+265 +125	+440 +210	0 -360	+360 0		+720 +360	+1560 +1200
<355-400									-187 -244																			+760 +400	+1710 +1350
<400-450	0 -27	-27 -67	-10 -50		+33 -7	+40 0		0 -40	-209 -272		-17 -80	0 -63	+18 -45	+43 -20	+63 0	+83 +20				0 -97	+97 0	+165 +68	+290 +135	+480 +230	0 -400	+400 0		+840 +440	+1900 +1500

4.3.2.2. Tolerans Tablosunun Okunması

Tolerans tablolarında verilen değerler genellikle milimetrenin binde biri (mikrometre, µm) cinsindendir. Bu değerleri doğrudan 0, 019 mm gibi ondalıklı yazmak karmaşıklığa yol açabileceği için tablolar genellikle ±19 gibi tam sayılar şeklinde ifade edilir. Bu nedenle tabloda okunan rakamların bine bölünerek (milimetre cinsinden) anlaşılması gerekir.

Örneğin Ø32H7 toleransına tablodan bakıldığında görülen 25 rakamı, milimetre cinsinden 0,025 mm olarak değerlendirilmelidir. Tablo 4.13'te bu ölçünün nasıl hesaplandığını görülmektedir. Bu tabloda oluşan ölçüleri kontrol etmek için mikrometre kullanılır.

Tablo 4.13: Tolerans Tablosunun Okunması

Ø32	+25	32+0,025=32.025	En Büyük Ölçü	32.025
	0	32+0=32	En Küçük Ölçü	32.000

Normal delik sisteminde **(**H ile gösterilen delik toleranslarında) deliğin alt sapması her zaman sıfırdır (0) ve üst sapması artı (+) yöndedir. Dolayısıyla H sınıfı bir delik işlenirken çıkacak ölçü her zaman anma ölçüsüne eşit veya ondan büyük (artı değerde) olacaktır. Ancak bu kural diğer delik tolerans sınıfları (örneğin P, R, S) için geçerli değildir, o sınıflarda eksi değerler de bulunabilir. Tolerans tablosunda verilen ölçüler 50-65 şekline derilir. Bu ölçülerden 50'den 64'e kadar olan ölçüleri kapsar, "65" bu ölçüye dâhil değildir. Semboller, ölçü yazısının yüksekliği dikkate alınarak yazılır.

ÖRNEK

Aşağıda verilen toleranslı ölçülerin alt ve üst sapma değerlerini ilgili tablolardan okuyunuz. Parçaların alabileceği en büyük ve en küçük sınır ölçülerini bularak yanlarına yazınız.

- Ø32H7
- Ø46h5
- Ø30H8
- Ø16h6
- Ø12H7
- Ø186h11

ÇÖZÜM: Büyük harfle başlayan semboller normal delik sistemi tablosundan seçilir. Satırlardan Ø32 ölçüsünün bulunduğu aralık bulunur ve sütunlardan H7'nin bulunduğu yer tespit edilir. Bu satır ve sütünün kesiştiği yer istenen tolerans aralığını belirtir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Tablonun Okunuşu

NORMAL DELİK SİSTEMİ

	Delik	Geçen Miller						Delik				Geçen Miller								Delik	Geçen Miller				Delik	Geçen Miller			
Anma ölçüleri	Hassas delik H6	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Kaygın	İnce delik H7	Pres	Pres	Sıkı	Çakma	Tutuk	Kakma	Kaygın	Zor döner	Döner	Zor döner	Serbest	Orta delik H8	Kaygın	Döner	Döner	Serbest	Kaba delik H11	Kaba g1	Kaba g2	Kaba g3	Kaba g4
<1-3	+7 0	n5	m5	k5	j5	h5	g5	+9 0	s6	p6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f7	e8	d9	+14 0	h8	f8	e8	d9		h11	d11	c11	a11
<3-6	+8 0	+1 1						+12 0												+18 0									
<6-10	+9 0							+15 0												+22 0									
<10-18	+11 0							+18 0												+27 0									
<18-30	+13 0							+21 0												+33 0									
<30-40	+16 0							+25 0												+39 0									
<40-50																													

Her ölçü tolerans değerleri sırasıyla tabloya yazılır (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Toleransların Yazılışı

ÖLÇÜ	ANMA ÖLÇÜSÜ	TOLERANS	EN KÜÇÜK ÖLÇÜ	EN BÜYÜK ÖLÇÜ
Ø32H7	32	+0.025 0	32.000	32.025
Ø46 h5	46	0 -0.011	45.989	46.000
Ø30 H8	30	+0,039 0	30.000	30.039
Ø16 h6	16	0 -0.011	15.989	16.000
Ø12 H7	12	+0.018 0	12.000	12.018
Ø35 h8	35	0 -0.039	34.961	35.000
Ø186 h11	186	0 -0.290	185.71	186.000

Makinelerde birlikte çalışacak iki parçanın nasıl çalışması isteniyorsa (örneğin bir mil rulman içine sıkıca mı çakılacak, yoksa bir yatak içinde rahatça dönecek mi) teknik resim üzerine yazılacak harf ve sembollerin seçilmesini kolaylaştıran standart bir kılavuzdur (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Alıştırma Türlerinin Seçilmesi

ALIŞTIRMA DERECESİ	NORMAL DELİK İşaretler		Geçmeler	NORMAL MİL İşaretler	
Adı	Delik	Mil		Delik	Mil
Hassas Alıştırma	H6		**Hareketsiz Geçmeler**		h5
		p5	Sıkı Geçme	N6	
		n5	Çakma Geçme (Tokmakla)	M6	
		k5-k6	Tutuk Geçme	K6	
		J5-j6	Kakma Geçme	J6	
			Hareketli Geçmeler		
		h5-g5	Kayar geçme	H6,G6	
İnce Alıştırma	H7		**Hareketsiz Geçmeler**		h6
		s6,r6	Çok Sıkı (Preste Geçme)	S7, R7	
		p6,n6	Sıkı Geçme (Tokmakla)	P7, N7	
		m6	Çakma Geçme (Tokmakla)	M7	
		k6	Tutuk Geçme	K7	
		j6	Kakmalı Geçme	J7	
			Hareketli Geçmeler		
		h6	Kayar Geçme	H7	
		g6	Yarım Döner Geçme	G7	
		f7	Dönen Geçme	F7	
		e8	Kolay Dönen Geçme	E8	
		d9	Serbest Dönen Geçme	D9	

Tablo 4.16: Alıştırma Türlerinin Seçilmesi (devamı)

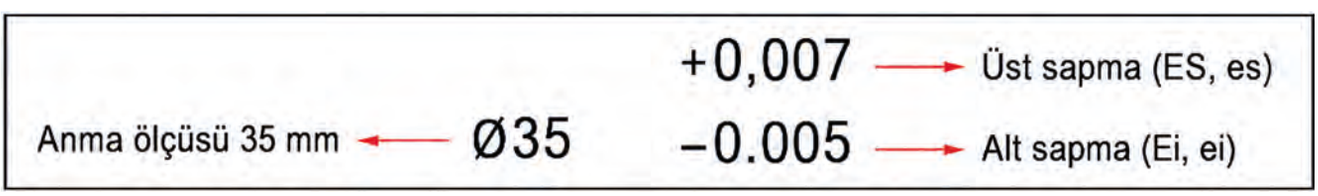
ALIŞTIRMA DERECESİ	NORMAL DELİK İşaretler		Geçmeler	NORMAL MİL İşaretler	
Adı	Delik	Mil		Delik	Mil
Orta Alıştırma	H8		**Hareketsiz Geçmeler**		
		x8,u8	Sıkı geçme	X8, U8	
			Hareketli Geçmeler		
		h9	Kayar Geçme	H8	h8
		f8	Döner Geçme	F8	
		d10	Serbest Geçme	D10	h9
Kaba Alıştırma	H11		**Hareketli Geçmeler**		
		h8,h9	Kayar Geçme	S7,R7	
		f7	Dönen Geçme	P7,N7	h11
		e9	Kolay Dönen Geçme	M7	
		d10	Serbest Dönen Geçme	K7	

4.3.2.3. Sapmaların Gösterilmesi

Teknik resimde bir parçaya ait ölçüler her zaman tek bir değerle sınırlı olmayabilir. Üretim sırasında parçanın işlevini bozmayacak küçük ölçü farklılıklarına izin verilir. İzin verilen bu farklılıklar **sapma** olarak adlandırılır. Sapmalar; tolerans değerleri, tolerans alanları, kalite sembolleri veya ölçünün alt ve üst sınır değerleriyle gösterilebilir.

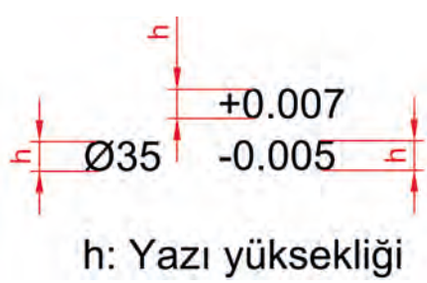
Sapmalar gösterilirken şu kurallara dikkat edilir:

- **Anma boyutundan büyük olan sapma değeri** üst tarafa, **anma boyutundan küçük olan sapma değeri** alt tarafa yazılır. Deliklerde üst sapma **ES**, alt sapma **Ei**; millerde ise üst sapma **es**, alt sapma **ei** ile ifade edilir (Görsel 4.74).



Görsel 4.74: Tolaransların yazılışı

- Sapma değerleri, ölçü rakamlarıyla aynı yazı karakterinde ve uygun yazı yüksekliğinde yazılmalıdır. Böylece ölçülendirme okunaklı ve teknik resim kurallarına uygun olur (Görsel 4.75).



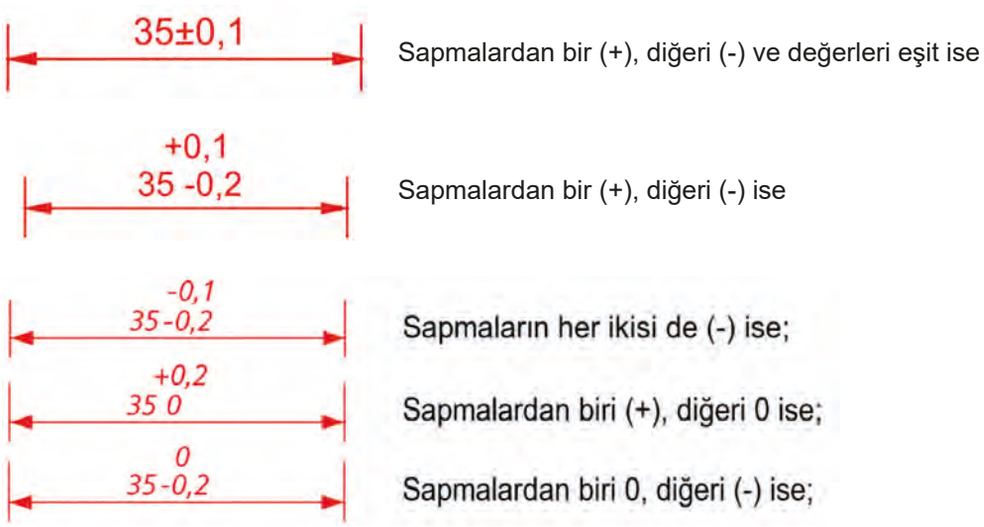
Görsel 4.75: Yazı yüksekliği

- Tolerans tablolarında sapma değerleri çoğunlukla **mikron** cinsinden verilir. Teknik resimde bu değerler **milimetreye çevrilerek** yazılır.
- Sapmalardan biri sıfır değilse her iki sapma değerinde de **ondalık basamak sayısı aynı** olmalıdır.
- Üretim kolaylığı sağlamak amacıyla bazı durumlarda ölçü, doğrudan **en büyük ölçü (EBÖ)** ve **en küçük ölçü (EKÖ)** sınırlarıyla gösterilebilir.

- Bir ölçünün yalnızca bir yönde sınırlandırılması yeterliyse ölçüden sonra min. veya max. İfadesi yazılır (Görsel 4.76).

Görsel 4.76: En büyük ve en küçük ölçü gösterilesi

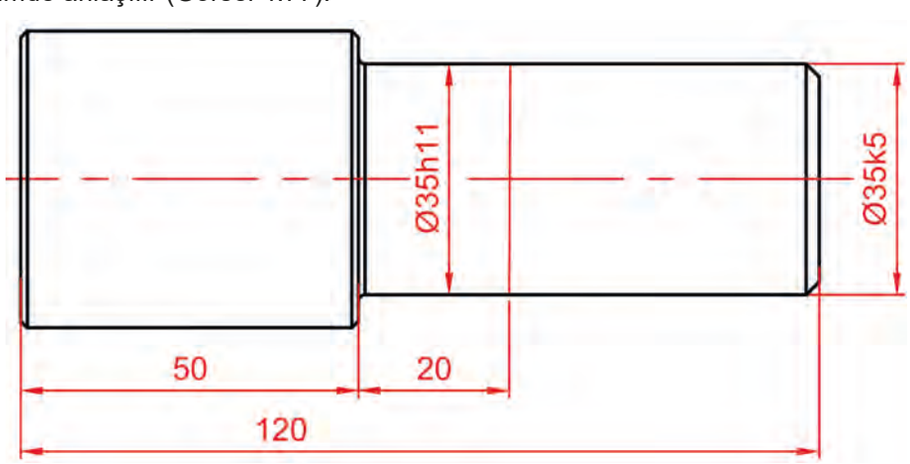
- Sapma değerleri **0**, **+** veya **−** işaretli olabilir. Sapmalar eşit büyüklükteyse ± işareti kullanılabilir. Sapmalar farklı büyüklükteyse üst ve alt sapmalar ayrı ayrı yazılır.



- Gerekli durumlarda tolerans sembolünden sonra sapma değerleri ya da sınır ölçüler yazılabilir. Bu tür gösterimlerde ilgili değerler **parantez içerisinde** verilerek ölçünün açıklığı artırılır.

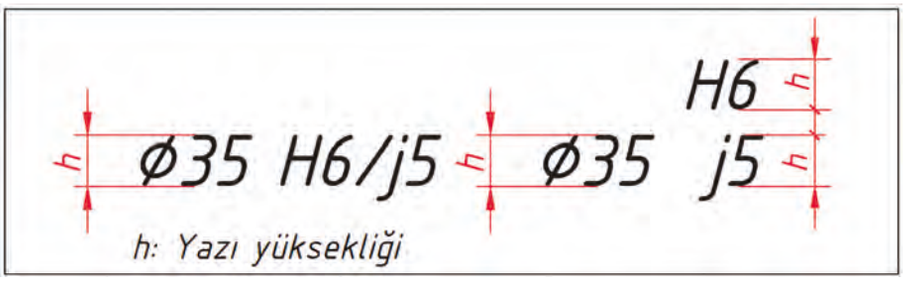
Sapmalar Sınır ölçüleri

- Aynı anma çapa sahip ancak farklı bölgelerinde farklı alıştırma veya tolerans istenen parçalarda, toleransın hangi yüzey veya hangi uzunluk için geçerli olduğu ayrıca belirtilmelidir. Böylece her toleransın ait olduğu bölüm açık biçimde anlaşılır (Görsel 4.77).



Görsel 4.77: Aynı çapta farklı toleransların gösterilmesi

- Yan yana yazılan ölçü değeri ile tolerans sembolleri aynı yazı yüksekliğinde olmalıdır. Gerekirse semboller ölçü değeriyle aynı satırda eğik çizgi ile ayrılarak yazılabilir ya da alt alta gösterilebilir. Her iki durumda da yazım düzeni okunaklı ve teknik resim kurallarına uygun olmalıdır (Görsel 4.78).



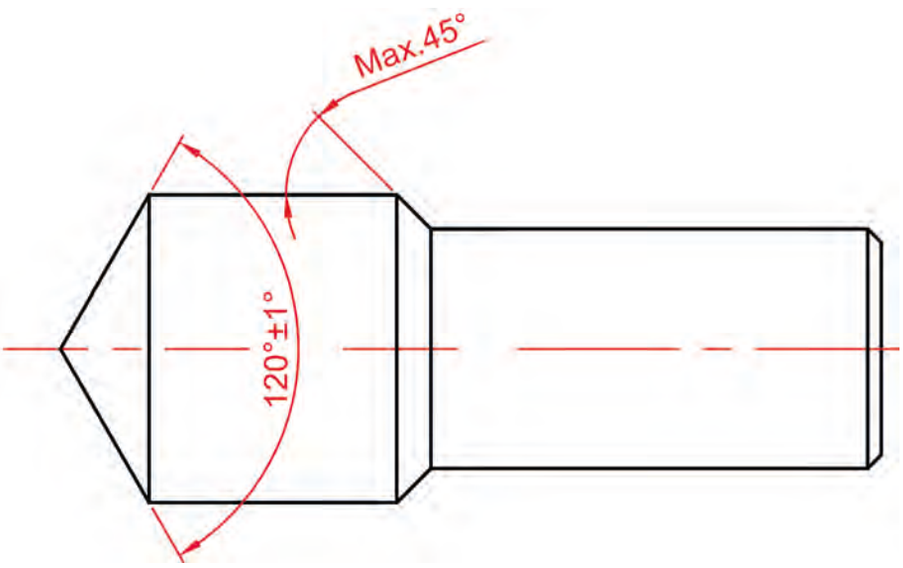
Görsel 4.78: Yan yana yazılan toleransların gösterilmesi

- Toleransı tek tek belirtilmemiş ölçüler için resim üzerinde bir genel tolerans notu bulunmalıdır. Bu açıklama, belirtilmeyen ölçülerde hangi tolerans sınıfının esas alınacağını gösterir. Genel toleranslar, ilgili standarda göre ince, orta veya kaba sınıflarda ifade edilebilir (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: Genel Tolerans Tablosu

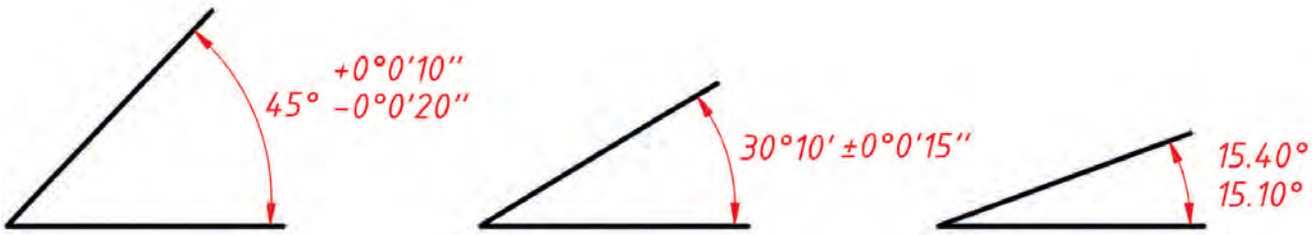
Tolerans Kalitesi	Boyutlar (mm)						
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-2000
f (ince)	+/-0,05	+/-0,05	+/-0,1	+/-0,15	+/-0,2	+/-0,3	+/-0,5
m (orta)	+/-0,1	+/-0,1	+/-0,2	+/-0,3	+/-0,5	+/-0,8	+/-1,2
c (kaba)	+/-0,2	+/-0,3	+/-0,5	+/-0,8	+/-1,2	+/-2	+/-3

- Açısal ölçülere tolerans verilirken doğrusal ölçülerde uygulanan genel kurallar esas alınır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, açının yalnızca sayısal değeriyle bırakılmaması; gerekirse biriminin ya da açısal gösterim biçiminin açıkça yazılmasıdır. Böylece ölçünün derece, dakika veya saniye cinsinden ifade edildiği net olarak anlaşılır (Görsel 4.79).



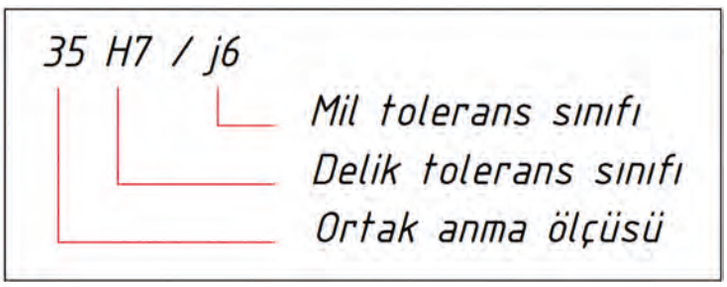
Görsel 4.79: Açısal tolerans

- Açısal sapmalar dereceye ek olarak dakika veya saniye cinsinden de gösterilebilir. Bu tür yazımlarda sapma değerleri, ana açı değerinden sonra açık ve düzenli bir biçimde belirtilmelidir. Açılar istenirse alt ve üst sınır ölçüler şeklinde ondalıklı gösterimle de verilebilir. Amaç, ölçünün izin verilen en küçük ve en büyük değerlerini açık biçimde ifade etmektir (Görsel 4.80).



Görsel 4.80: Açısal sapmalar

- Birbirine geçen iki elemanın alıştırması gösterilirken, ortak anma ölçüsünün yanında hem deliğe ait tolerans sınıfı hem de mile ait tolerans sınıfı yazılır. Bu yazım sayesinde parçaların nasıl birleşeceği, boşluklu mu yoksa sıkı mı geçeceği anlaşılır. Alıştırma gösteriminde ortak ölçü esas alınır (Görsel 4.81).



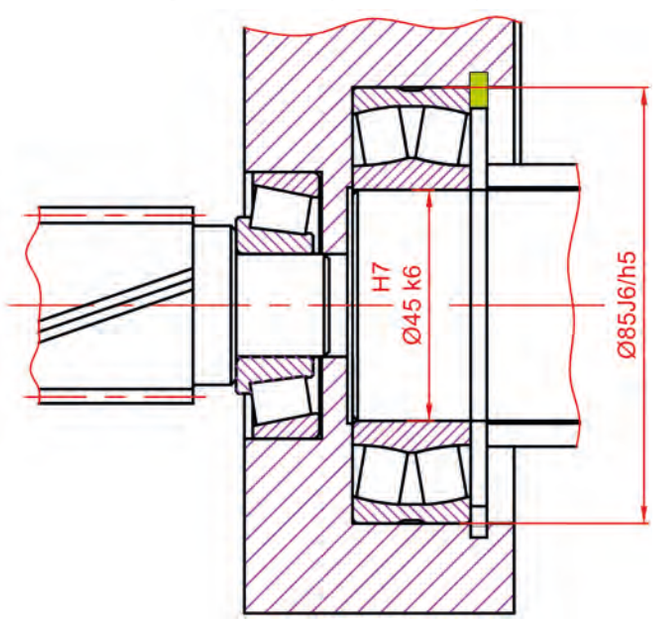
Görsel 4.81: Yan yana yazılan toleransların gösterilmesi

- Normal delik ve normal mil sistemlerinde kullanılan harfler, farklı geçme türlerini ifade eder. Bu harfler yardımıyla parçalar arasındaki ilişkinin gevşek, kaygan, döner, sıkı veya presle geçme gibi hangi karakterde olduğu belirlenir. Böylece teknik resim üzerinden montaj özelliği doğrudan okunabilir.

Örnek geçme türleri şunlardır:

- **C/c:** Kaba geçme
- **D/d:** Serbest geçme
- **E/e:** Zor döner geçme
- **F/f:** Döner geçme
- **H/h:** Kaygın geçme
- **J/j:** Kakma geçme
- **K/k:** Zor döner geçme
- **M/m:** Çakma geçme
- **N/n:** Sıkı geçme
- **S/s:** Presle geçme

- Montaj hâlinde toleransların yazılışında montaj resmi üzerinde hem deliğe hem de mile ait tolerans birlikte gösterilecekse yazım sırası önemlidir. Önce **delik sembolü**, ardından **mil sembolü** yazılmalıdır. Böylece gösterim standartlara uygun olur ve karışıklık önlenir (Görsel 4.82).



Görsel 4.82: Montaj resmi üzerinde toleransların yazılışı

4.3.2.4. Tolerans Antedi

Tolerans anteti; mil ve deliklere ait tolerans bilgilerinin düzenli biçimde gösterildiği özel bir açıklama alanıdır. Bu antette ölçü bölümüne parçanın **anma ölçüsü**, işaret bölümüne tolerans kalitesini belirten **harf ve rakam grubu**, sapma bölümüne ise ölçünün izin verilen **en büyük ve en küçük sınır değerleri** yazılır.

Bu düzenleme sayesinde tolerans bilgileri teknik resim üzerinde daha okunaklı, anlaşılır ve standartlara uygun şekilde sunulur. Antedin biçimi ve ölçüleri, ilgili teknik resim kurallarına göre hazırlanmalıdır (Görsel 4.83).

Görsel 4.83: Tolerans antedi

ÖRNEK

Ø25 H7/h6 Alıştırması: Bu alıştırmada yer alan H harfi, normal delik sistemine göre değerlendirme yapılacağını gösterir.

Sırasıyla şu adımlar gerçekleştirilir:

- Normal delik sistemi tablosundan anma ölçüsünün bulunduğu ölçü aralığı belirlenir. Anma ölçüsü Ø25 mm olduğundan bu değer 18-30 mm ölçü grubunda yer alır.
- Normal delik sistemi tablosunda H7 delik tolerans sınıfı seçilir ve 18-30 mm ölçü grubu ile çakıştırılır. Bu durumda delik için sapma değerleri +21, 0 olarak bulunur. Bu değerler mikron cinsinden verildiğinden milimetreye çevrilir:

+21 µm = +0,021 mm
0 µm = 0,000 mm

Buna göre delik için sapma değerleri,

Üst sapma = +0,021 mm
Alt sapma = 0,000 mm olur.

- h6 mil tolerans sınıfı seçilir ve yine 18-30 mm ölçü grubu ile çakıştırılır. Bu durumda mil için sapma değerleri 0, -13 olarak bulunur. Bu değerler milimetreye çevrildiğinde:

0 µm = 0,000 mm
-13 µm = -0,013 mm olur.

Buna göre mil için sapma değerleri,

Üst sapma = 0,000 mm
Alt sapma = -0,013 mm olur.

- Delik ve mil için en büyük ve en küçük ölçüler şu şekilde hesaplanır:

Delik İçin En Büyük Ölçü

EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma
EBÖ = 25,000 + 0,021 = 25,021 mm olur.

Delik İçin En Küçük Ölçü

EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma
EKÖ = 25,000 + 0,000 = 25,000 mm olur.

Mil İçin En Büyük Ölçü

EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma

EBÖ = 25,000 + 0,000 = 25,000 mm olur.

Mil İçin En Küçük Ölçü

EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma
EKÖ = 25,000 - 0,013 = 24,987 mm olur.

- **Ø25 H7/h6** alıştırmasında delik ölçüsü **25,000 mm** ile **25,021 mm** arasında, mil ölçüsü ise **24,987 mm** ile **25,000 mm** arasında olabilir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Tolerans Tablosu

Ölçü	İşaret	Sapmalar
Ø25	H7	EBÖ: 25,021 EKÖ: 25,000
Ø25	h6	EBÖ: 25,000 EKÖ: 24,987

ÖRNEK

Ø25 K7/h6 Alıştırmasının Sapma Değerlerini Belirleme: Bu gösterimde yer alan küçük **h** harfi, değerlendirmede **normal mil sistemi** tablosunun esas alınacağını gösterir.

Sırasıyla şu adımlar gerçekleştirilir:

1. Normal mil sistemi tablosundan Ø25 **K7** için sapma değerleri **+6, -15** olarak bulunur. Bu değerler milimetreye çevrildiğinde **+0,006 mm, -0,015 mm** olur.
2. Ø25 **h6** için sapma değerleri **0, -13** olarak alınır. Bu değerlerin milimetre karşılığı **0,000 mm, -0,013 mm** şeklindedir.

Delik İçin En Büyük Ölçü (EBÖ)

EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma
EBÖ = 25,000 + 0,006 = 25,006 mm olur.

Delik İçin En Küçük Ölçü (EKÖ)

EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma
EKÖ = 25,000 - 0,015 = 24,985 mm olur.

Mil İçin En Büyük Ölçü (EBÖ)

EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma
EBÖ = 25,000 + 0,000 = 25,000 mm olur.

Mil İçin En Küçük Ölçü (EKÖ)

EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma
EKÖ = 25,000 - 0,013 = 24,987 mm olur.

- Ø25 K7/h6 alıştırmasında delik ölçüsü **24,985 mm** ile **25,006 mm**, mil ölçüsü ise **24,987 mm** ile **25,000 mm** arasında olabilir (Tablo 4.19).

Tablo 4.19: Tolerans Tablosu

Ölçü	İşaret	Sapmalar
Ø25	K7	EBÖ: 25,006 EKÖ: 24,985
Ø25	h6	EBÖ: 25,000 EKÖ: 24,987

6. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Alıştırmalarda Sapma Değerlerini ve Sınır Ölçülerini Hesaplama
Amaç	Verilen mil ve delik alıştırmalarına ait sapma değerlerini normal delik veya normal mil sistemi tablolarından bularak en büyük ölçü (EBÖ) ve en küçük ölçü (EKÖ) değerlerini teknik resim kurallarına uygun biçimde hesaplamak
Süre	2 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Resim/Ödev 4.14'te verilen mil ve delik alıştırmalarını dikkatle inceleyiniz. Her bir alıştırma için önce anma ölçüsünün bulunduğu ölçü aralığını belirleyiniz. Daha sonra ilgili tolerans sınıfına ait üst ve alt sapma değerlerini tablodan bularak bu değerleri milimetreye çeviriniz. Bulduğunuz sapma değerlerini kullanarak en büyük ölçü (EBÖ) ve en küçük ölçü (EKÖ) değerlerini hesaplayınız.

Uygulama Adımları

1. Verilen alıştırmalarda yer alan anma ölçüsünü ve tolerans işaretini belirleyiniz.
2. Anma ölçüsünün hangi ölçü aralığında yer aldığını tolerans tablosundan bulunuz.
3. Tolerans işaretinin büyük harf veya küçük harf olmasına dikkat ederek normal delik ya da normal mil sistemi tablosunu kullanınız.
4. İlgili ölçü aralığı ve tolerans sınıfını çakıştırarak üst sapma ve alt sapma değerlerini belirleyiniz.
5. Tablodan mikron olarak alınan sapma değerlerini milimetreye çeviriniz.
6. En büyük ölçüyü hesaplamak için EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma bağıntısını kullanınız.
7. En küçük ölçüyü hesaplamak için EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma bağıntısını kullanınız.
8. Elde ettiğiniz sonuçları verilen çalışma alanına düzenli, okunaklı ve teknik resim kurallarına uygun şekilde yazınız.
9. Hesaplamalarda ölçü birimlerine, ondalık basamak düzenine ve işaretlerin doğru kullanılmasına dikkat ediniz.
10. Bulduğunuz değerleri kontrol ederek çalışmanızı tamamlayınız.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıda verilen alıştırmaların sapma değerlerini normal delik veya normal mil sistemi tablolarından bularak en büyük ölçü (EBÖ) ve en küçük ölçü (EKÖ) değerlerini hesaplayınız.

Ø 35 n6: .....

.....

Ø 50 S7: .....

.....

Ø 70 h5: .....

.....

Ø 25 P7: .....

.....

Ø 30 H7: .....

.....

Ø 30 H7: .....

.....

Ø 45 h6: .....

.....

Ø 20 k6: .....

.....

Ø 20 j6: .....

.....

Ø 30 M7: .....

.....

14 P9 : .....

.....

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	4.12

NOTLARIM

7. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Montaj Resminde Verilen Mil ve Delik Alıştırmalarını Tolerans Antedine Yazma
Amaç	Montaj resmi üzerinde verilen mil ve delik alıştırmalarına ait sapma değerlerini belirleyerek en büyük ölçü (EBÖ) ve en küçük ölçü (EKÖ) değerlerini hesaplamak ve bulunan sonuçları tolerans antetine doğru biçimde yerleştirmek
Süre	2 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Resim/Ödev 4.15'de montajı verilen mil ve delik alıştırmalarını inceleyiniz. Montaj resmi üzerindeki ölçü ve tolerans sembollerinden yararlanarak her bir parçaya ait tolerans sınıfını belirleyiniz. Normal delik veya normal mil sistemi tablolarından sapma değerlerini bulunuz. Daha sonra en büyük ölçü (EBÖ) ve en küçük ölçü (EKÖ) değerlerini hesaplayarak sonuçları alt kısımdaki tolerans antedine yazınız.

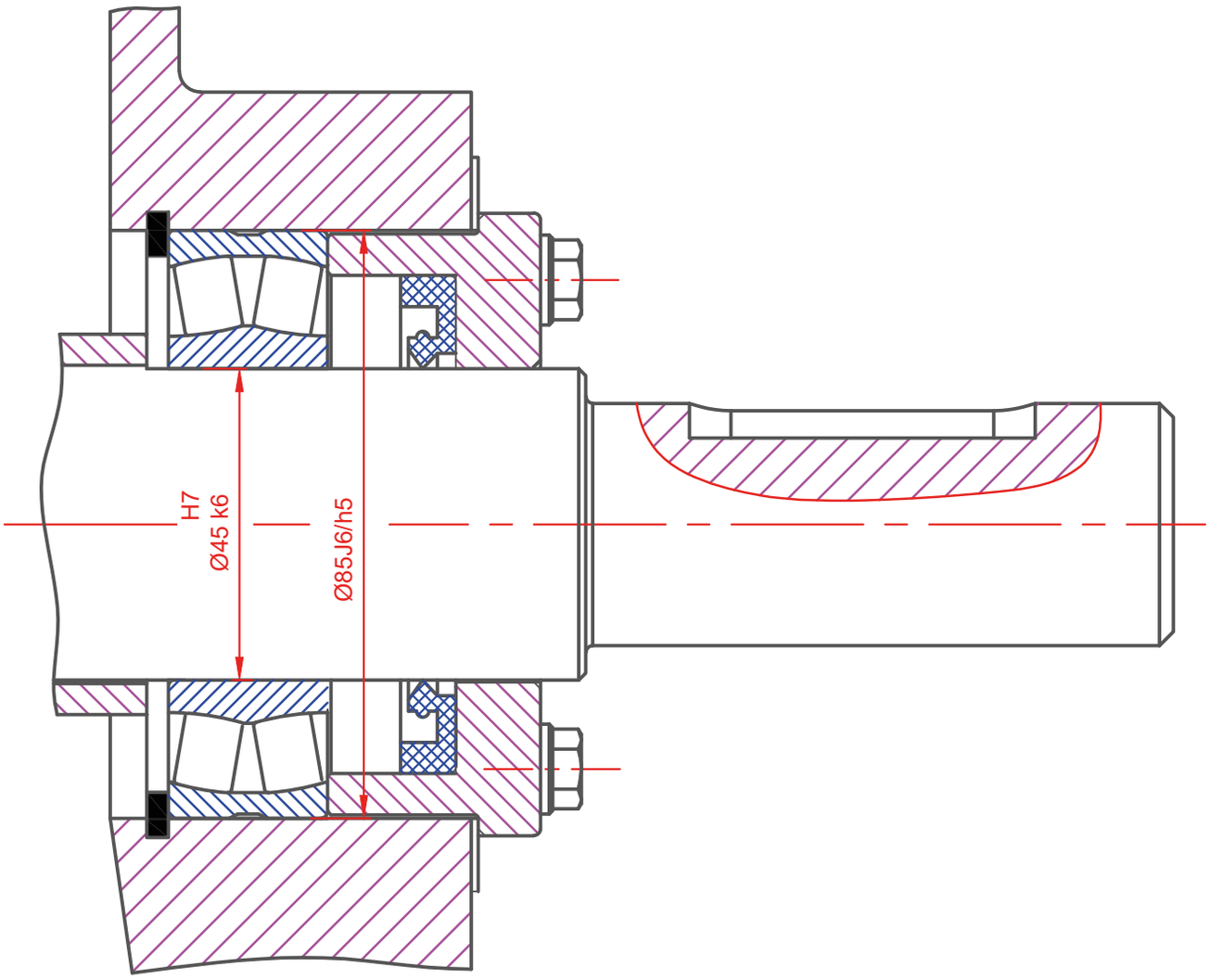
Uygulama Adımları

1. Montaj resmi üzerinde verilen ölçüleri, çap değerlerini ve tolerans sembollerini inceleyiniz.
2. Her ölçü için hangi değerin deliğe, hangi değerin mile ait olduğunu belirleyiniz.
3. Büyük harfli tolerans sembollerinin deliklere, küçük harfli tolerans sembollerinin millere ait olduğunu dikkate alınız.
4. Verilen anma ölçüsünün tolerans tablosunda hangi ölçü aralığında yer aldığını bulunuz.
5. İlgili tolerans sınıfına ait üst ve alt sapma değerlerini tablodan belirleyiniz.
6. Sapma değerleri mikron olarak verilmişse bu değerleri milimetreye çeviriniz.
7. Her bir delik ve mil için en büyük ölçüyü EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma bağıntısını kullanarak hesaplayınız.
8. Her bir delik ve mil için en küçük ölçüyü EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma bağıntısını kullanarak hesaplayınız.
9. Hesapladığınız sapma, EBÖ ve EKÖ değerlerini tolerans antetindeki ilgili bölümlere doğru sırayla yazınız.
10. Tolerans antetini doldururken ölçü, işaret, sapmalar, en büyük ölçü ve en küçük ölçü alanlarının birbirine karışmamasına dikkat ediniz.
11. Çalışmanızı tamamladıktan sonra tüm değerleri tekrar kontrol ederek teknik resim kurallarına uygun, düzenli ve okunabilir biçimde teslim ediniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Aşağıda montajı verilen mil ve delik alıştırmalarının sapma değerlerini hesaplayınız. Bulunan değerleri alt kısımdaki tolerans antetine yazınız.



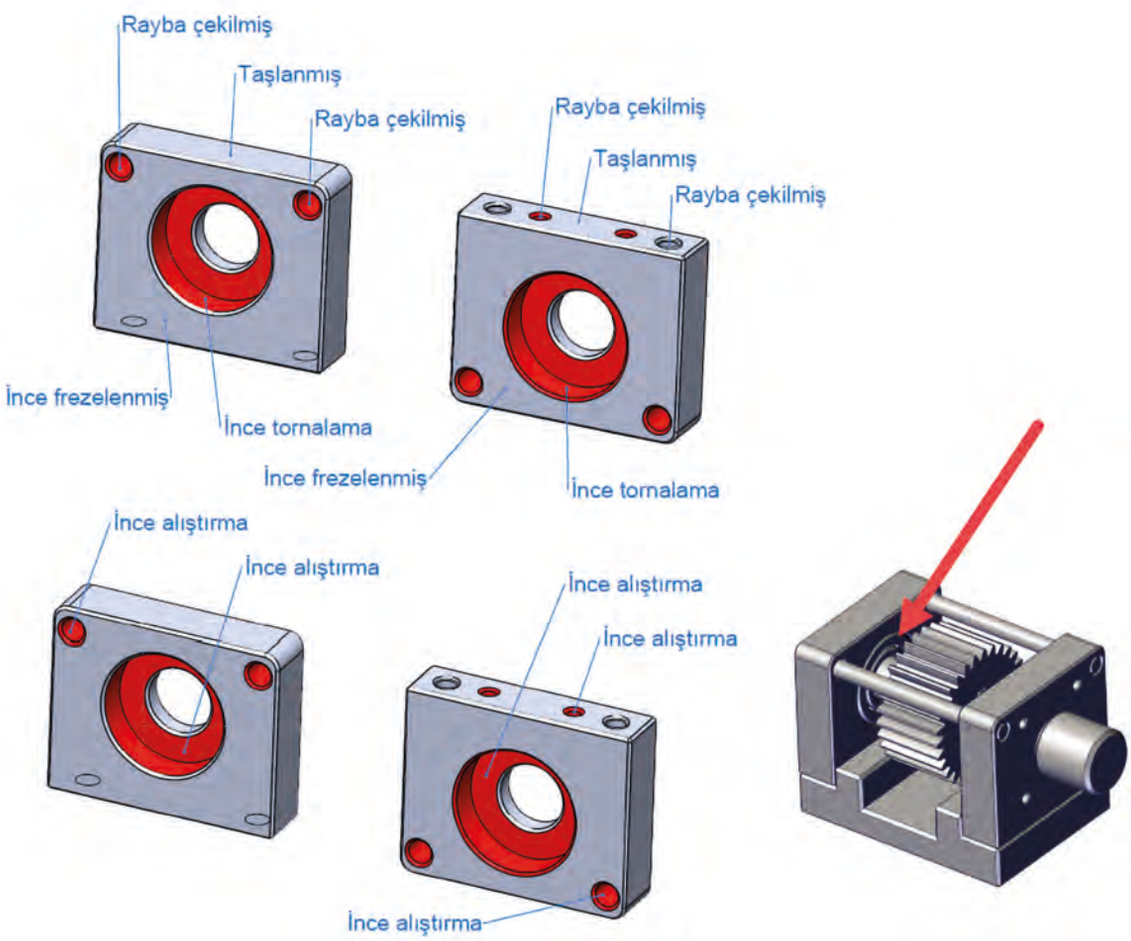
Tolerans tablosu				
Ø45	k6			
Ø45	H7			
Ø85	h5			
Ø85	J6			
Ölçü	İşaret	Sapmalar	E.B.Ö	E.K.Ö

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıfı No.				
Tarih				
Kontrol				Resim/Ödev No. 4.13

Uygulamalara geçmeden önce aşğıdaki bilgileri dikkatlice okuyunuz.

Resim/Ödev 16, 17, 18 ve 19, Görsel 4.84'deki montaj resminde belirtilen yüzey işleme işaretlerini dikkate alarak şu adımlara göre tamamlanacaktır:

- Mekanizmanın yan duvarları, taban parçası ve mil işlenecektir.
- Rulman, yuvaya ve mile kaygan geçme ile monte edilecektir.
- Parçalar üzerindeki yüzey işleme işaretlerini ve alıştırma toleranslarını, görseldeki verileri referans alarak teknik resme ekleyiniz.



Görsel 4.84: Mekanizma yan duvarı

NOTLARIM

8. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Mekanizma Parçaları Ölçü ve Yüzey İşleme İşaretleri
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun yüzey işleme işaretleri ve toleransları uygun yere yazmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

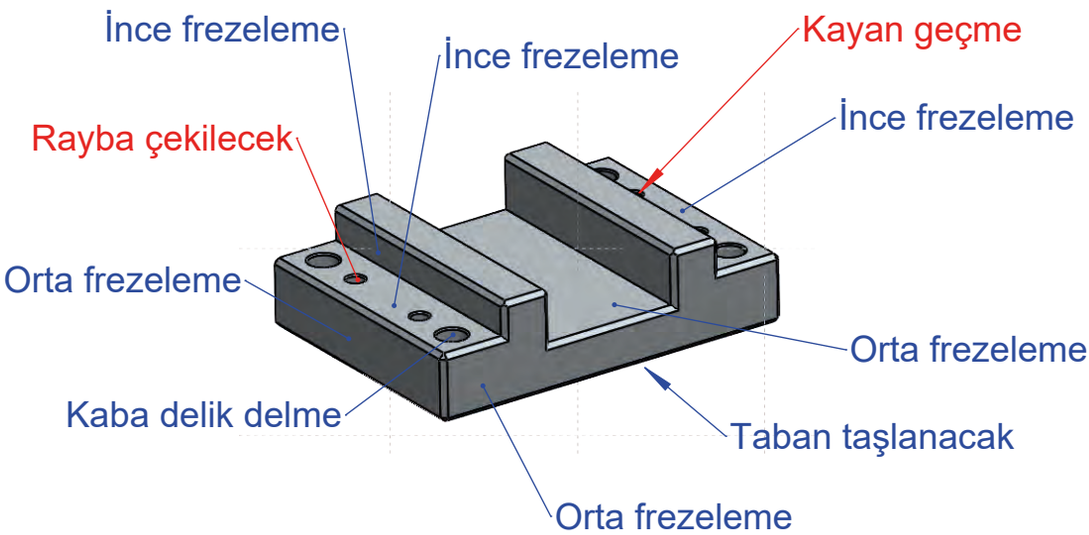
Yönerge: Görsel 4.84'deki üç boyutlu (3D) modelde belirtilen işleme yöntemlerini dikkate alarak yüzey işaret ve toleranslarını yazınız.

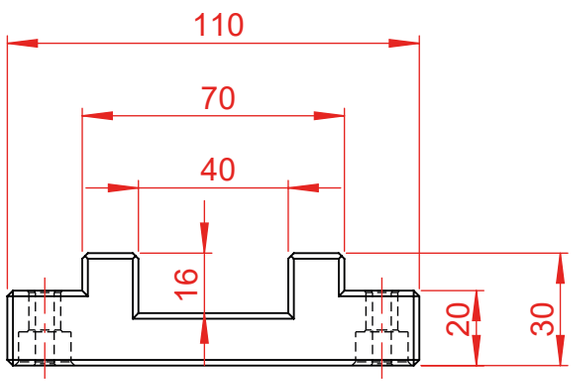
Uygulama Adımları

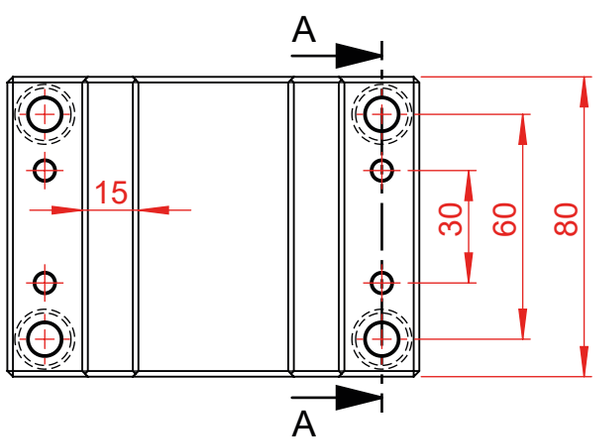
1. Resim üzerinde verilen işleme yöntemlerini ve alıştırmaları inceleyiniz.
2. Yüzey kalitesini belirten görselden uygun yüzey işleme işaretini belirleyiniz.
3. Resim üzerinde uygun yerlere istenilen yerlere yüzey işleme işaretlerini yazınız.
4. Resim üzerinde verilen ölçüleri, çap değerlerini ve tolerans sembollerini inceleyiniz.
5. Verilen anma ölçüsünün tolerans tablosunda hangi ölçü aralığında yer aldığını bulunuz.
6. İlgili tolerans sınıfına ait üst ve alt sapma değerlerini tablodan belirleyiniz.
7. Sapma değerleri mikron olarak verilmişse bu değerleri milimetreye çeviriniz.
8. Her bir delik ve mil için en büyük ölçüyü EBÖ = Anma ölçüsü + Üst sapma bağıntısını kullanarak hesaplayınız.
9. Her bir delik ve mil için en küçük ölçüyü EKÖ = Anma ölçüsü + Alt sapma bağıntısını kullanarak hesaplayınız.
10. Hesapladığınız sapma, EBÖ ve EKÖ değerlerini tolerans antetindeki ilgili bölümlere doğru sırayla yazınız.
11. Çalışmanızı tamamladıktan sonra tüm değerleri tekrar kontrol ederek teknik resim kurallarına uygun, düzenli ve okunabilir biçimde teslim ediniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

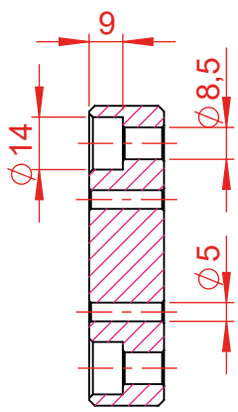
Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.





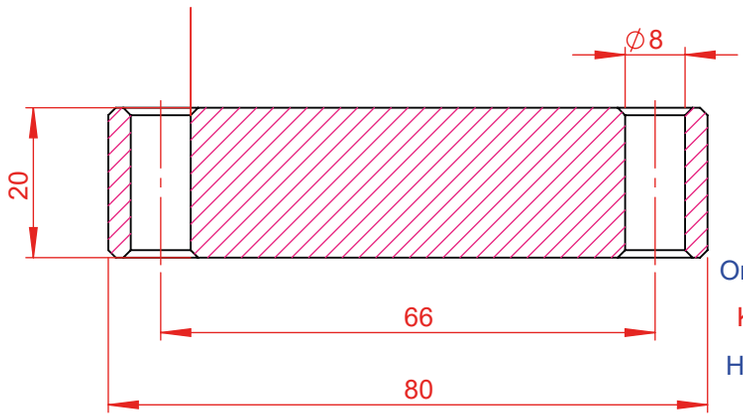


Pahlar 1x45°

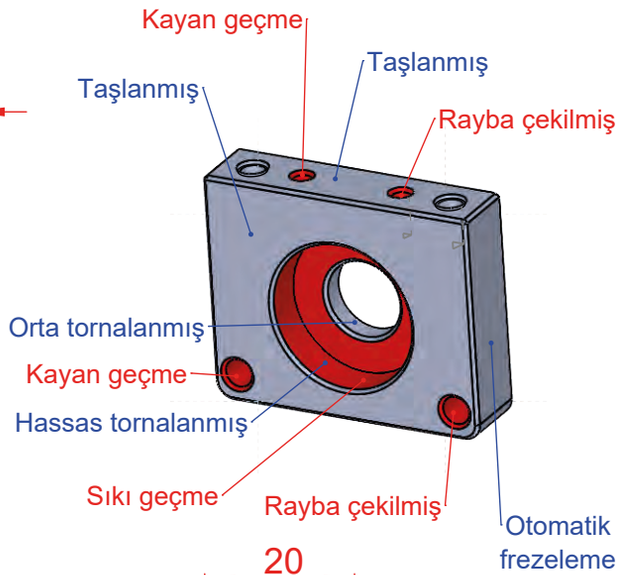


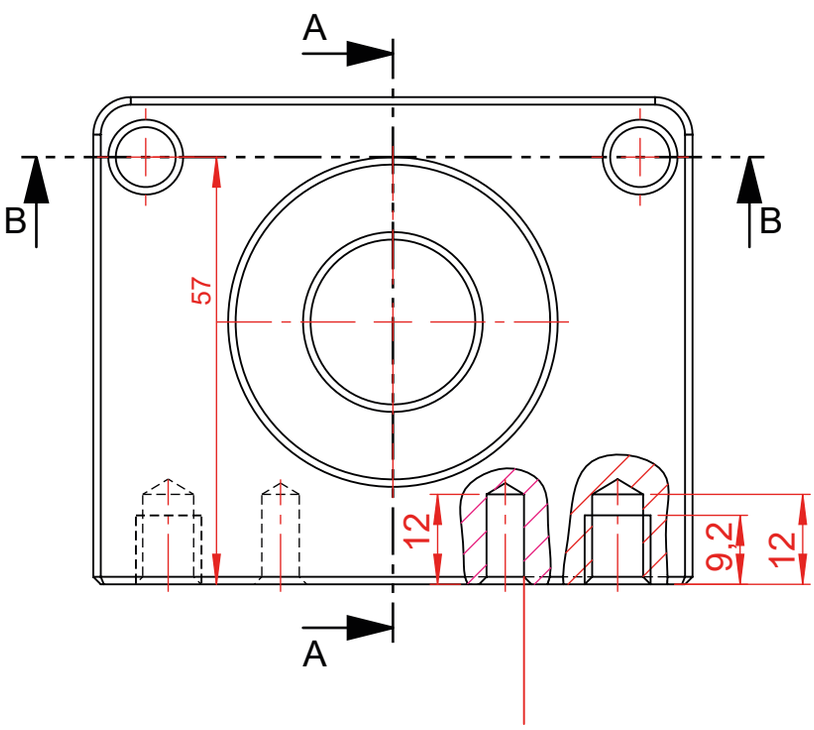
A-A Kesiti

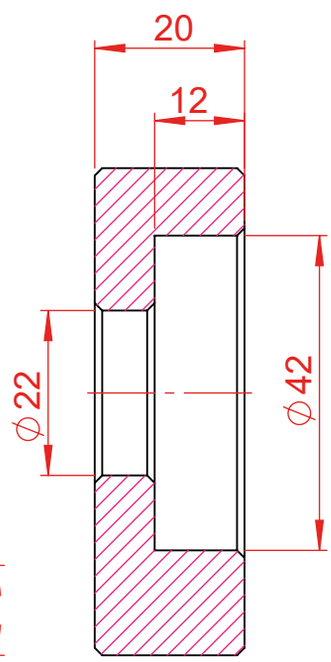
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.14



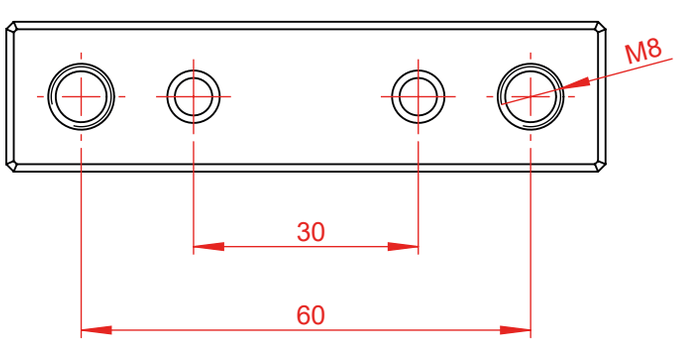
B-B Kesiti



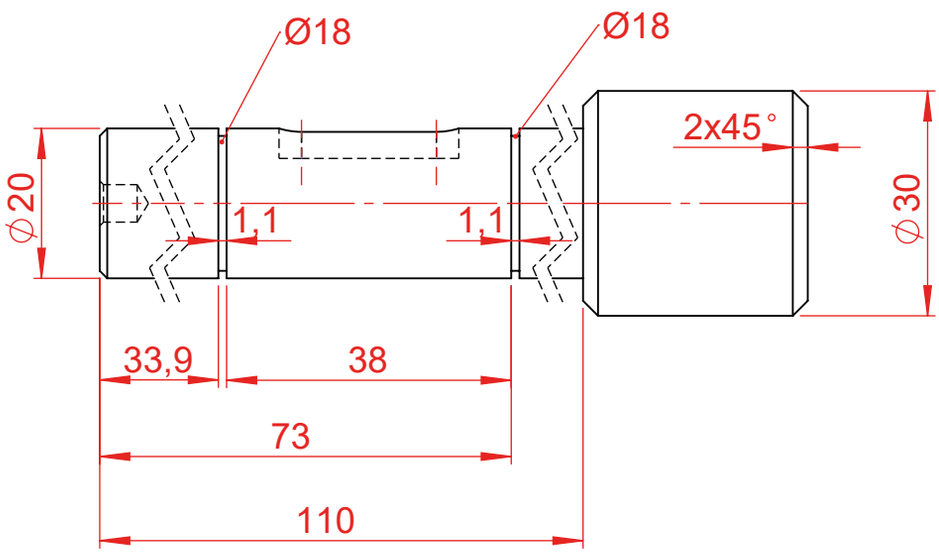


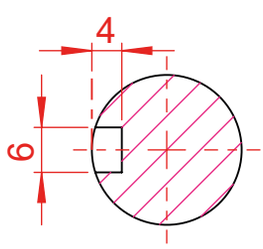


A-A Kesiti

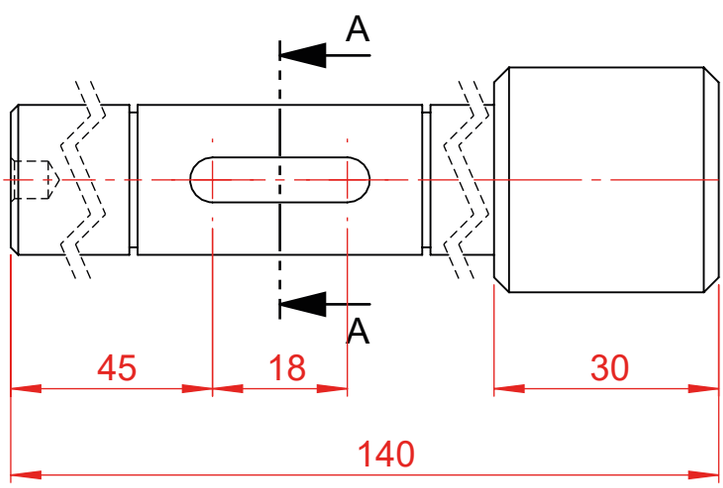


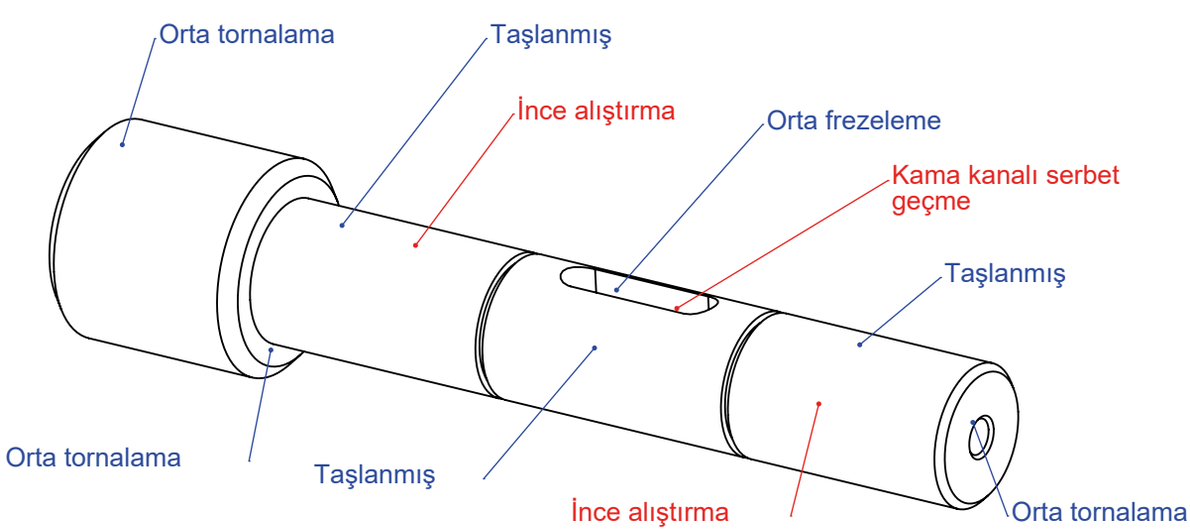
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	4.15



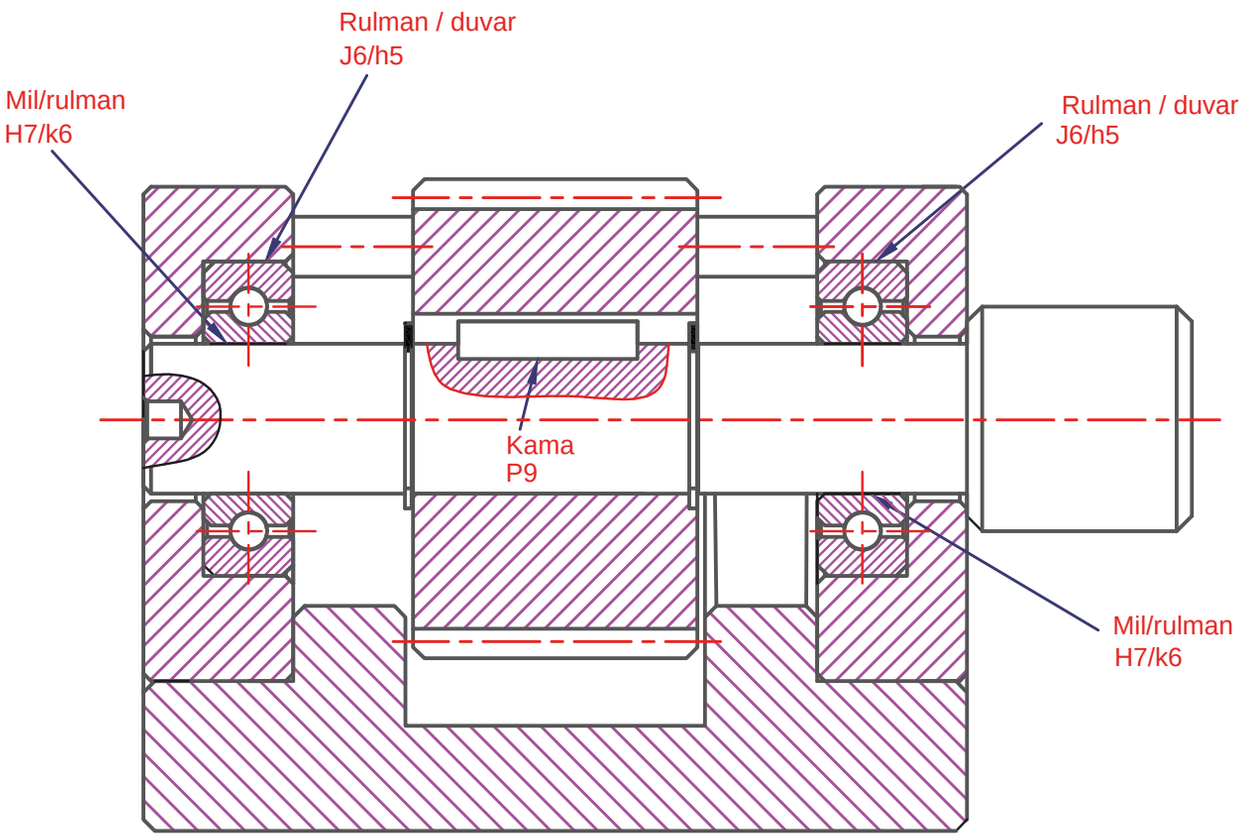


A-A Kesiti

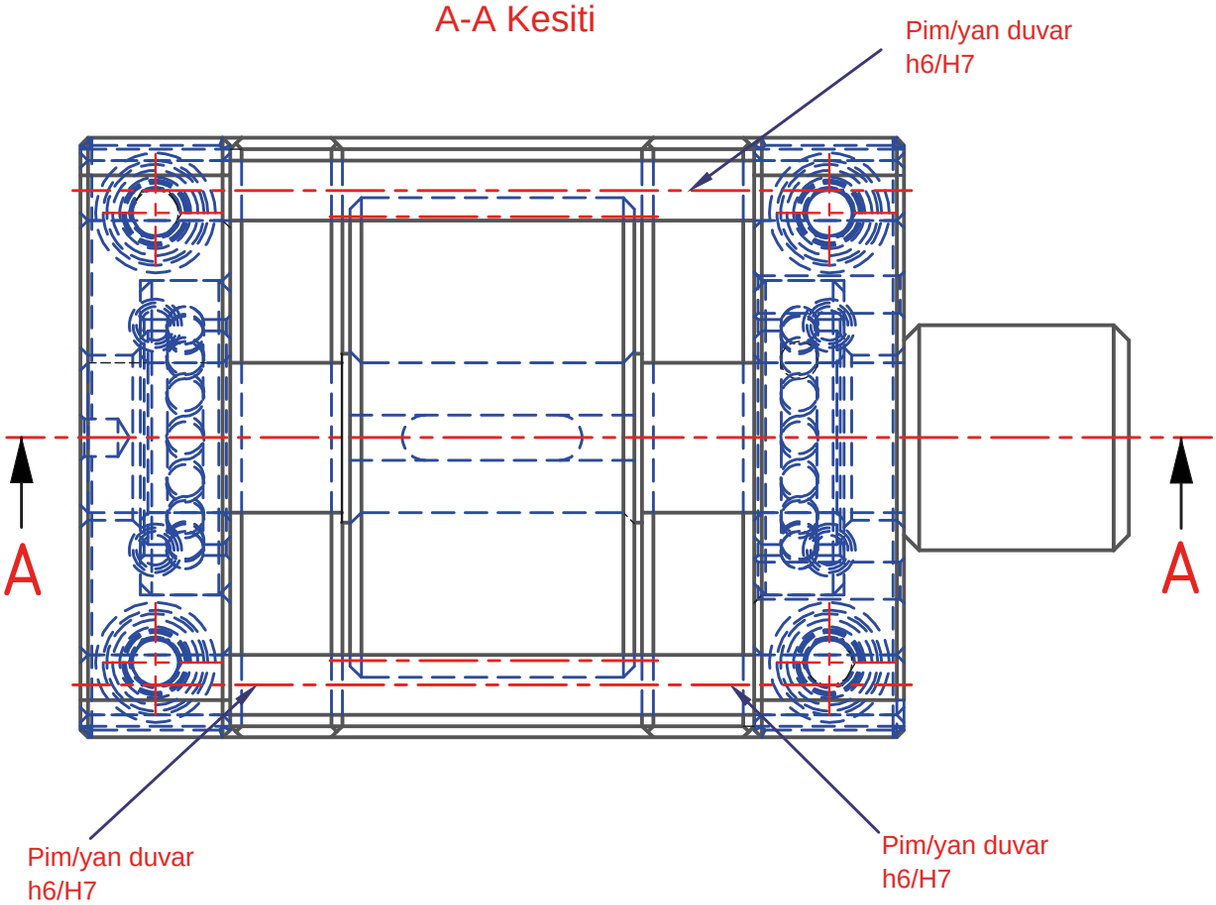




Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf/No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/ Ödev No.	4.16



A-A Kesiti



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	4.17

4.3.3. Şekil ve Konum Toleransları

Parçaların geometrik şekillerindeki ve birbirlerine göre konumlarındaki bu sapmaları sınırlandıran sisteme **şekil ve konum toleransları (geometrik toleranslar)** denir. Bu toleranslar, uluslararası standartlara (ISO) göre belirlenmiş sembollerle teknik resim üzerinde gösterilir.

Şekil ve konum toleransları örnek bir olayla şu şekilde ifade edilebilir:

Örnek Olay: Makine bölümü öğrencileri torna tezgâhında uzun bir mil işlemektedir. Teknik resimde milin çapı Ø20 h6 olarak verilmiştir. Öğrenciler işlemi bitirdiğinde kumpas ve mikrometre ile milin farklı yerlerinden ölçümler alır. Her ölçüm tam olarak tolerans sınırları içindedir. Milin çapında hiçbir hata yoktur. Öğrenciler işlenmiş mili alıp makine gövdesindeki uzun ve hassas yuvasına takmaya çalışır. Ancak mil yuvaya bir türlü girmez, yarısında sıkışıp kalır. Öğrenciler şaşırarak "Ama ölçüleri tam istediğimiz gibi işlemiştik!" der.

Mili pleyt masasına koyup çevirdiklerinde sorunun kaynağı ortaya çıkar. Milin çapı gerçekten doğrudur ancak mil torna tezgâhında işlenirken esnemiş ve muz gibi eğilmiştir. Yani milin *ölçüsü* doğru ancak *şekli* (doğrusallığı) bozuktur.

Problemin Kaynağı: İmalatta şekil ve konum toleranslarına dikkat edilmemiştir. Sadece ölçü vermek, parçanın geometrik olarak mükemmel olacağını garanti etmez. Yuvarlak olması gereken bir parça oval olabilir, düz olması gereken bir yüzey dalgalı olabilir veya birbirine dik olması gereken iki yüzey hafif açılı üretilmiş olabilir. Bu durumun sebebi iş parçası tezgâha bağlanırken salgı kontrolünün dikkate alınmamasıdır.

4.3.3.1. Geometrik Toleransların Sınıflandırılması

Bir makine parçasının ideal (teorik) geometrisi ile tezgâhtan çıkan gerçek geometrisi arasında her zaman farklar olur. Şekil ve konum toleransları, parçanın üzerindeki bir unsurun (nokta, çizgi, yüzey veya eksen) içinde kalması gereken hayalî sınırı tanımlar. **Görsel 4.102**'de bu hayalî alanlar (2D) ve hacimler (3D) harflendirilerek sınıflandırılmıştır.

İki Boyutlu (Yüzeysel) Tolerans Bölgeleri

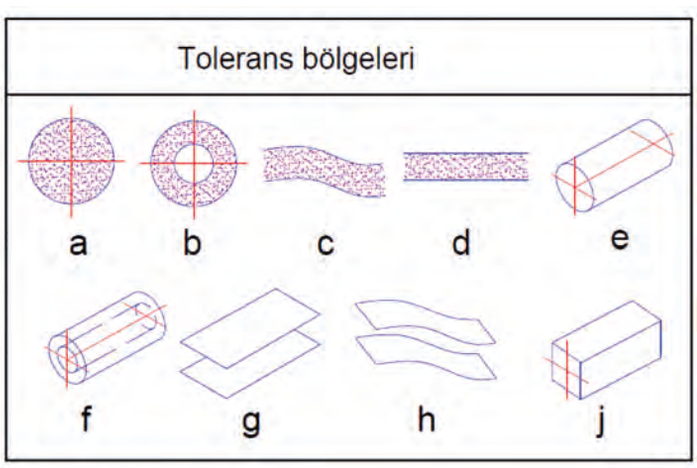
Genellikle bir düzlem üzerindeki çizgisel sapmaları veya kesitleri ifade etmek için kullanılır (Görsel 4.85).

Dairesel Alan: Belirtilen tolerans çapındaki bir dairenin içindeki alandır. Genellikle bir noktanın hedeflenen konumdan ne kadar sapabileceğini veya bir eksenin kesit alanındaki durumunu ifade eder.

İki Eş Merkezli Daire Arasındaki Alan: Aralarındaki mesafe tolerans değeri kadar olan iki dairenin arasındaki bölgedir. Makine parçalarındaki **dairesellik (yuvarlaklık)** tolerans alanını temsil eder.

İki Eşit Uzaklıklı Eğri Çizgi Arasındaki Alan: Aralarındaki mesafe tolerans değeri kadar olan iki paralel profil çizgisi arasıdır. Herhangi bir çizginin profil toleransını tanımlar.

İki Paralel Doğru Arasındaki Alan: Aralarındaki mesafe tolerans değeri kadar olan iki düz çizgi arasıdır. **Doğrusallık** veya bir düzlem üzerindeki **paralellik / diklik** tolerans bölgesidir.



Görsel 4.85: Mekanizma yan duvarı

TS 1304 İSO 1101'e göre şekil, yön, konum ve yalpalama olarak dört grupta sınıflandırılır (Görsel 4.86).

Şekil Ve Konum Toleransları (TS 1304 ISO 1101)			
Eleman cinsi	Özelliği	Adı	Sembol
Tek elemanlar	Şekil	Doğrusallık	—
		Düzlemsellik	▱
		Dairesellik	○
		Silindiriklik	⌭
		Bir çizginin şekli	⌒
		Bir yüzeyin şekli	⌓
Birbirleriyle ilgili elemanlar	Yön	Paralellik	//
		Diklik	⊥
		Eğiklik (Açısallık)	∠
	Konum	Bir elemanın konumu	⌖
		Ortak merkezlilik,eksenlilik	◎
		Simetriklik	⌯
	Yalpalama	Yalpalama	↗
		Toplam yalpalama	⌰

Görsel 4.86: Şekil konum toleransları

Şekil Toleransları: İmalat atölyelerinde parça üretimi aşamasında; kullanılan tezgâhın hassasiyeti, kesici takımın aşınması, malzemenin esnemesi, ısıl genleşmeler gibi nedenlerle parçaların geometrik şekillerinde kaçınılmaz olarak bazı bozulmalar meydana gelir.

Sadece ölçü (boyut) toleransı vermek, bir parçanın doğru çalışması için her zaman yeterli değildir. Örneğin tornalanan bir milin çapı kumpasla ölçüldüğünde istenen toleranslarda çıkabilir ancak mil, boydan boya eğik (çarpık) olabilir. Bunun yanı sıra tornalanan bir milin çapı tezgâh salgısından dolayı tam dairesel bir yuvarlaklıkta çıkmayıp elips şeklini almış olabilir. Bu tür şekil bozuklukları, parçanın montajını engeller veya mekanizmanın titreşimli ve gürültülü çalışmasına sebep olur. Makine parçalarının ideal geometrik şekillerinden ne kadar sapabileceğini sınırlandıran ve montajın sorunsuz yapılmasını garanti altına alan bu değerlere **şekil toleransları** denir. Şekil toleransları, herhangi bir referans yüzeye ihtiyaç duyulmadan doğrudan parçanın kendi yüzeyi veya ekseni için verilir.

Yön Toleransları: Bir yüzeyin veya eksenin, **başka bir yüzeye veya eksene göre** duruşunu (yönünü) kontrol eden toleranslardır. Şekil toleranslarından en büyük ve en önemli farkı, yön toleranslarında mutlaka bir **referans** elemanına ihtiyaç duyulmasıdır. Tolerans çerçevesi okunurken "Neye göre paralel?" veya "Neye göre dik?" sorularının cevabı, çizim üzerinde (örneğin A, B, C gibi büyük harflerle) belirtilen referans yüzeyi ile verilir.

Konum Toleransları: Şekil toleransları ile parçanın kendi biçimini, yön toleransları ile parçaların birbirine göre duruş açıları kontrol altına alınır. Ancak makine imalatının özellikle montaj aşamasında en önemli noktalardan biri; parçaların üzerindeki deliklerin, kanalların veya eksenlerin **tam olarak nerede** (hangi koordinatta) olduğudur.

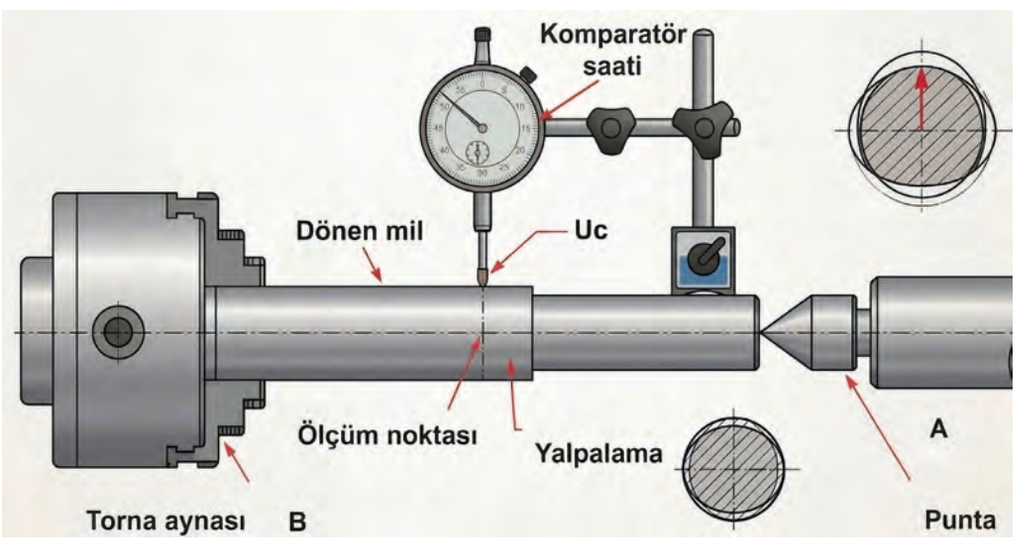
Bir makine elemanının veya onun üzerindeki bir unsurun (örneğin bir cıvata deliği merkezinin) belirlenen referans noktalarına göre tam nerede bulunması gerektiğini ve bu ideal konumdan ne kadar sapabileceğini sınırlandıran toleranslara **konum toleransları** denir.

Yön toleranslarında olduğu gibi konum toleranslarında da mutlaka bir veya birden fazla **referans (datum)** elemanına ihtiyaç duyulur. Çünkü bir deliğin veya eksenin "nerede" olduğunu doğru tarif edebilmek için her zaman "neye göre" sorusunu cevaplayan başlangıç yüzeylerine (A, B, C gibi) ihtiyaç vardır.

Yalpalama Toleransları: Makine teknolojisinde özellikle miller, dişli çarklar, kasnaklar, flanşlar gibi ekseni etrafında **dönerek çalışan** parçaların durumu çok daha hassas bir durumdur.

Dönme hareketi yapan silindirik bir parça kusursuz bir yuvarlaklığa veya eş eksenliliğe sahip değilse dönüş sırasında merkezkaç kuvvetinin etkisiyle vuruntu, titreşim ve gürültü yapar. Atölye ve sanayi dilinde bu istenmeyen duruma **salgı** veya **yalpalama** adı verilir.

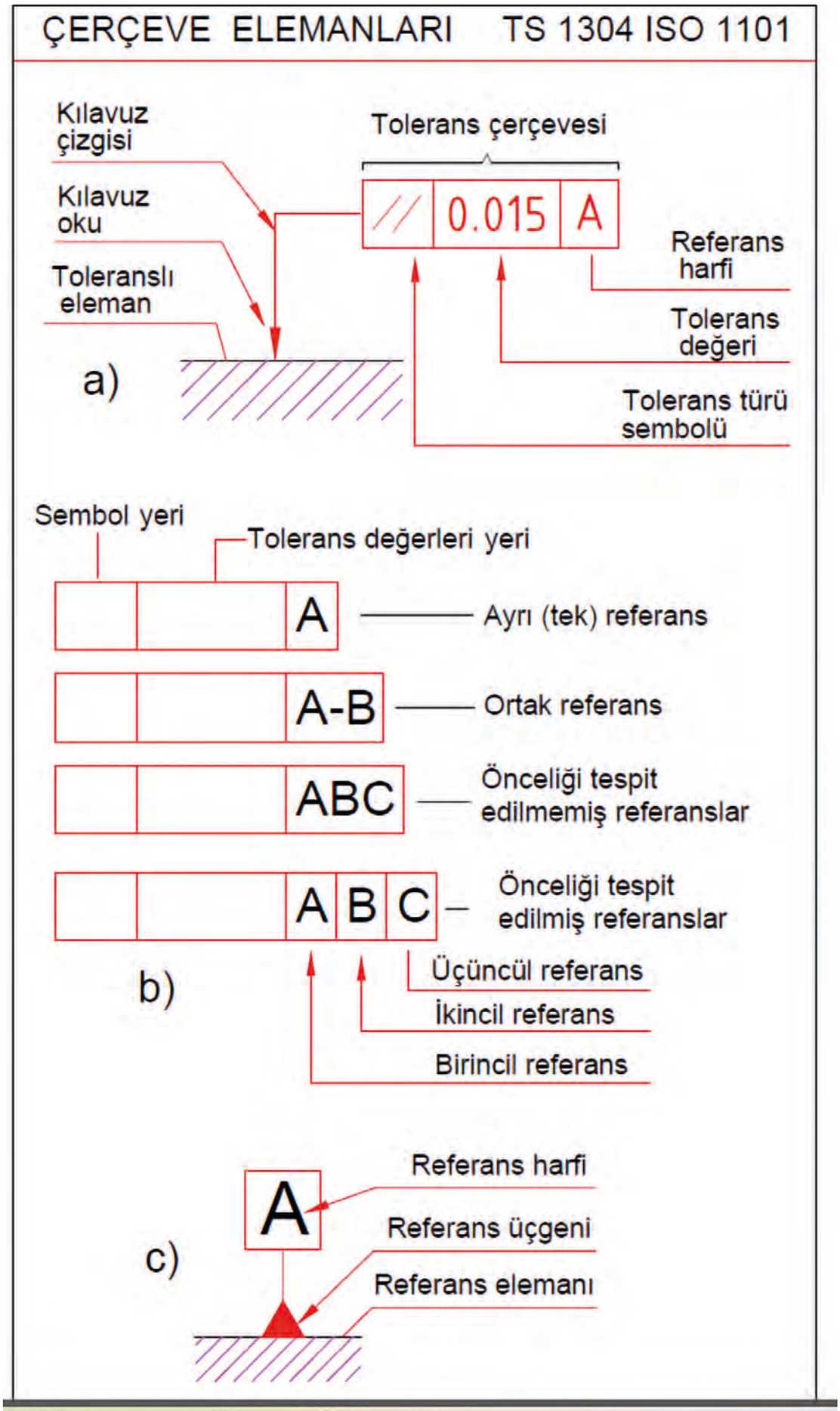
Dönen bir parçanın belirlenen bir referans ekseni etrafında tam bir tur (360 derece) döndürüldüğünde yüzeyindeki salgı miktarını (sapmayı) sınırlandıran toleranslara **yalpalama toleransları** denir. Yalpalama toleransları çok kapsamlıdır çünkü parçanın şeklini, yönünü ve konumunu aynı anda kontrol altında tutar. Ölçümü genellikle parça torna aynasına veya V-yataklara bağlanıp üzerine komparatör saati (hassas ölçü saati) dayandırılarak yapılır (Görsel 4.87).



Görsel 4.87: Yalpalamanın ölçülmesi

4.3.3.2. Tolerans Çerçeveleri

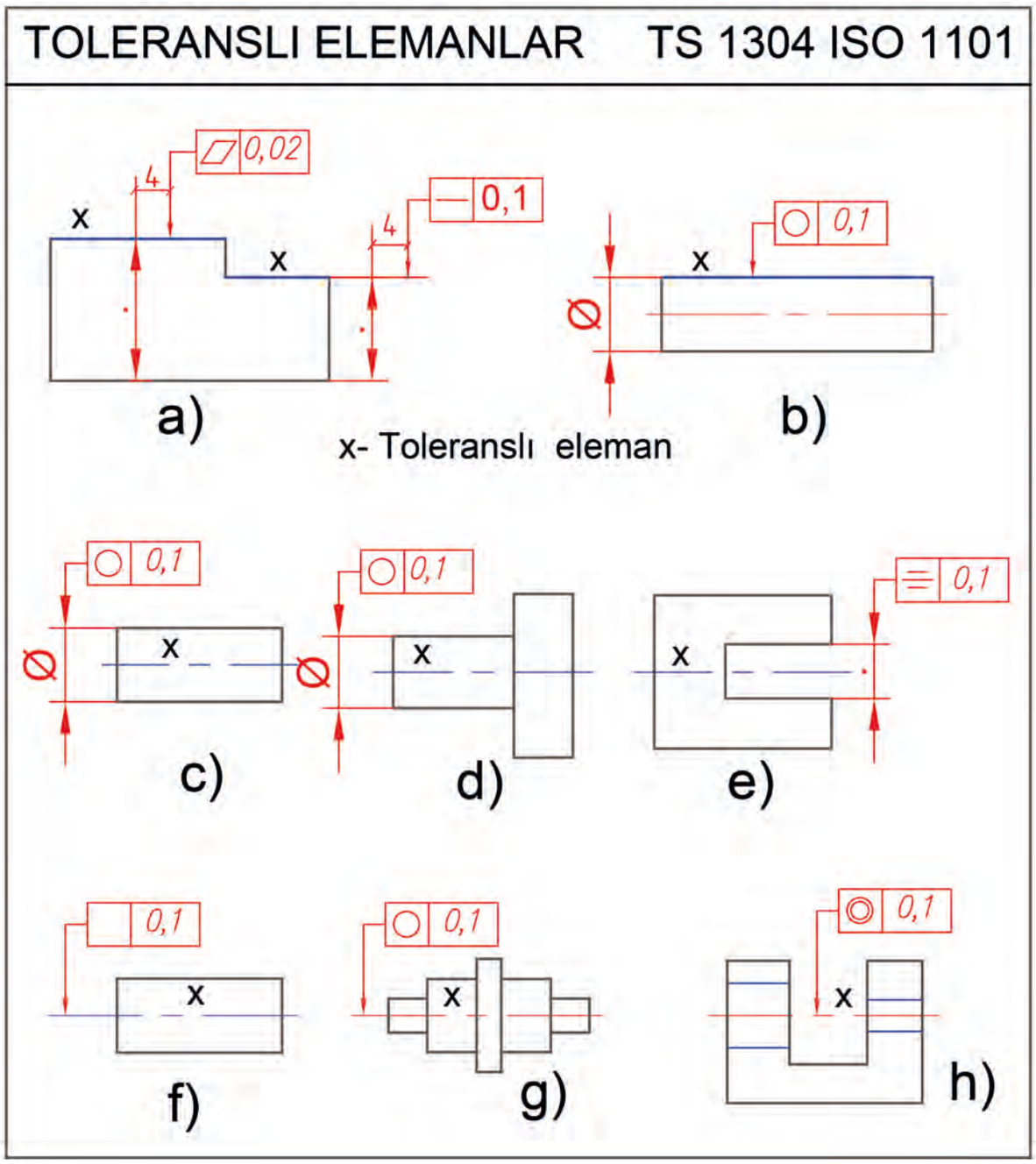
Makine parçalarına verilen geometrik toleranslar (şekil, yön, konum ve yalpalama) teknik resim üzerine rastgele yazılmaz. Dünyanın neresinde olursa olsun imalatçıların ve mühendislerin bu ölçüleri aynı şekilde okuyup anlayabilmesi için uluslararası standartlara uygun, ortak bir dil kullanılır. Geometrik toleransların teknik resim üzerinde gösterildiği bu özel dikdörtgen kutucuklara **tolerans çerçevesi** denir (Görsel 4.88).



Görsel 4.88: Tolerans çerçeveleri

Çerçeve elemanlarının resim üzerinde gösterilmesi şu noktaları içerir:

- Tolerans çerçevesi, ucunda ok olan bir kılavuz çizgisiyle toleranslı elemana bağlanır.
- Tolerans özellikle bir çizgiye veya bir yüzeye ait ise ok, elemanın dış çevre çizgisi veya bir bağlama çizgisi üzerine oturtulmalıdır. Bu durumda ok, hiçbir yanlış anlamaya meydan vermeyecek şekilde ölçü çizgisinin yan tarafına yerleştirilmelidir. TS 1304 ve ISO 1101 standartları göre parçaya uygulanan tolerans gösterimleri Görsel 4.89'da detaylandırılmıştır.

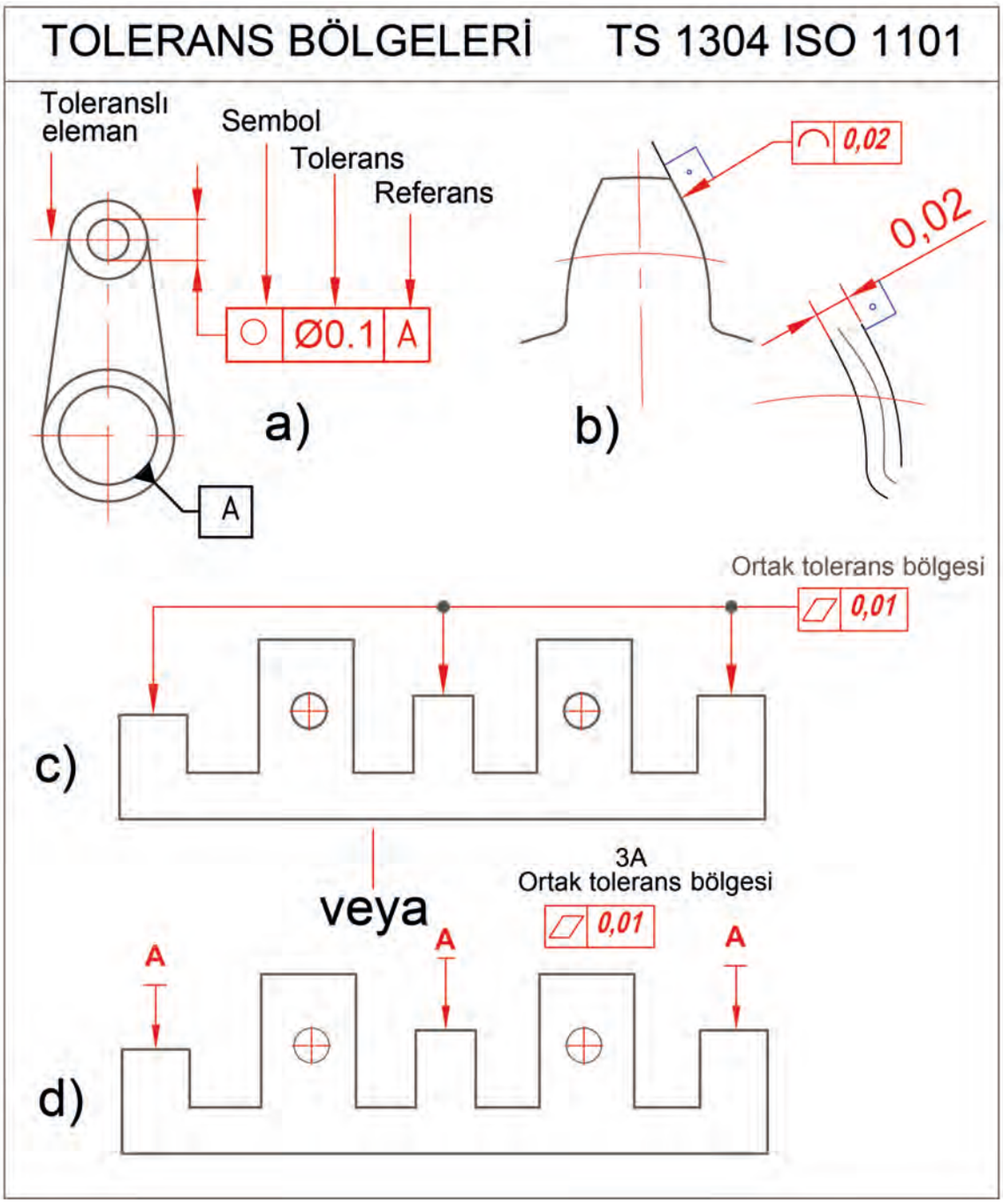


Görsel 4.89: Toleranslı elemanlar

- Tolerans özellikle bir çizgiye veya bir yüzeye aitse ok, elemanın dış çevre çizgisi veya bir bağlama çizgisi üzerine oturtulur. Bu durumda ok, hiçbir yanlış anlamaya meydan vermeyecek şekilde ölçü çizgisinin yan tarafına yerleştirilir (a, b).
- Tolerans, ölçülendirilmiş elemanın eksenine veya simetri düzlemine ait olduğunda ok ve kılavuz çizgisi ölçü çizgisinin uzantısına çizilir (c,d,e).
- Tolerans, simetri ekseni ile gösterilmiş eksenler veya simetri düzlemlerinin tümü için ortaksa kılavuz çizgisi ve oku simetri ekseni üzerine çizilir (f,g,h).

4.3.3.3. Tolerans Bölgelerinin Gösterilmesi

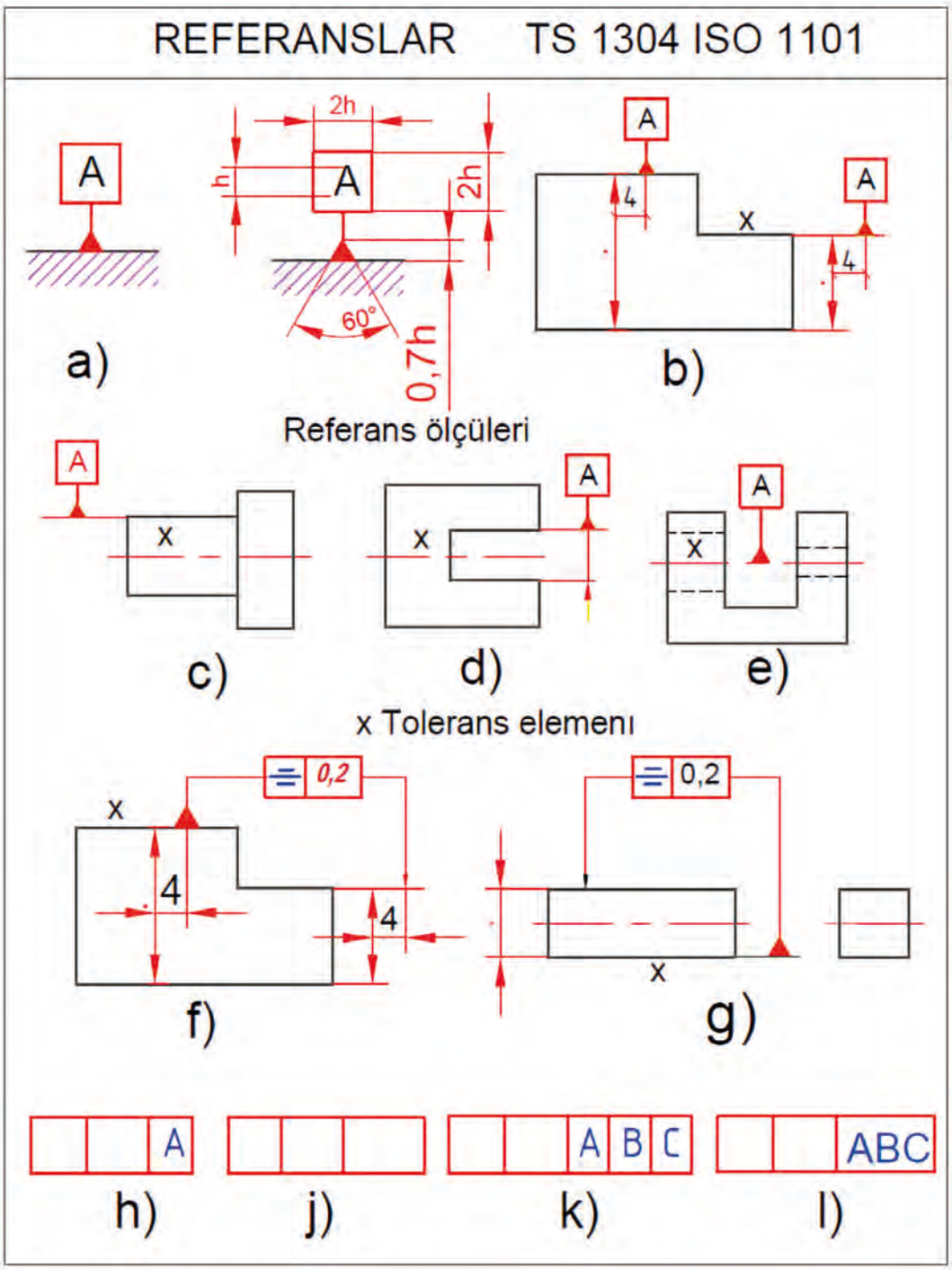
Tolerans bölgesinin genişliği ve toleranslı elemanı tolerans çerçevesini bağlayan kılavuz çizgisi, kılavuz okunun doğrultusu içindedir; tolerans değerinin önünde ∅ sembolü bulunur (a). Genel olarak tolerans bölgesinin genişlik doğrultusu parçanın geometrik şekline dik alınır (b).Ortak tolerans bölgesi birleşik verilebileceği gibi ayrı ayrı da verilebilir (c,d). TS1304 ve ISO 1101'e göre tolerans bölgeleri Görsel 4.90'da belirtilmiştir.



Görsel 4.90: Tolerans bölgeleri

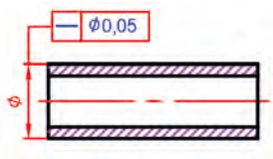
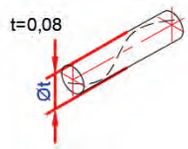
4.3.3.4. Referanslar

Referans, çizginin veya yüzeyin kendisi olduğunda çevre çizgisi veya ölçü bağlama çizgisi üzerinde, referans eksen veya simetri düzlemi ise ölçü çizgisinin uzantısında olmalıdır. TS1304 ve ISO 1101'e göre referans elemanları Görsel 4.91'de belirtilmiştir.



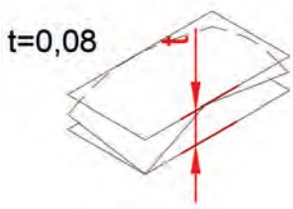
Görsel 4.91: Referanslar

Doğrusallık: Bir parça üzerindeki bir çizginin (veya mil/delik ekseninin) mükemmel bir doğrudan (düz çizgiden) en fazla ne kadar sapabileceğini belirtir. Uzun millerin bükülmesini önlemek veya bir yüzey boyunca kılavuzlanan parçaların takılmadan hareket etmesini sağlamak için kullanılır. Tolerans bölgesi, birbirine paralel iki doğru arasındaki alandır (Görsel 4.92).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Doğrusallık				Tolerans çerçevesiyle bağlantılı silindirin ekseni 0,05 mm çaplı silindirik tolerans bölgesinde bulunmak zorundadır.

Görsel 4.92: Doğrusallık sembolü

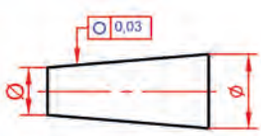
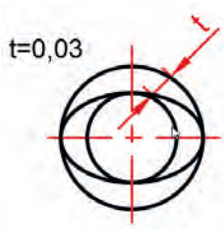
Düzlemsellik: Bir yüzeyin ideal ve kusursuz bir düzlemden ne kadar sapabileceğini sınırlar. Yüzeyin tüm noktalarının aralarında belirli bir mesafe (tolerans değeri) bulunan iki paralel sanal düzlem arasında kalması gerekir. Sızdırmazlık contalarının basacağı yüzeylerde veya iki parçanın birbirine boşluksuz oturması gereken montaj yüzeylerinde düzlemsellik büyük bir öneme sahiptir (Görsel 4.93).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Düzlemsellik				Düzlem 0,05 mm aralıklı iki paralel düzlem arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.93: Düzlemsellik sembolü

Dairesellik: Silindirik, konik veya küresel bir parçanın eksene dik tek bir 2 boyutlu kesitinin mükemmel bir daire formundan ne kadar sapabileceğini kontrol eder.

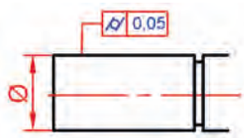
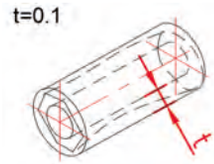
Tornalanmış bir milin veya matkapla delinmiş bir deliğin ovalleşme (yumurta şeklini alma) miktarını sınırlamak için kullanılır. Ölçüm sadece o an bakılan kesit için geçerlidir, parçanın tamamını kapsamaz (Görsel 4.94).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Dairesellik				Her enine kesitin çevre çizgisi aynı düzlemde bulunan 0,1 mm aralıklı ortak merkezli iki daire arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.95: Dairesellik sembolü

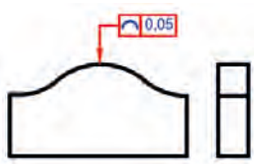
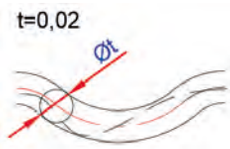
Silindiriklik: Daireselliğin 3 boyutlu ve daha kapsamlı şeklidir. Bir parçanın silindirik yüzeyinin **tamamının** mükemmel bir silindirden ne kadar sapabileceğini sınırlar. Tolerans bölgesi, eş eksenli iki sanal silindir arasındaki hacimdir. Bir yüzeye silindiriklik toleransı verildiğinde o yüzeyin daireselliği, doğrusallığı ve konikliği aynı anda ve

tek bir tolerans değeri ile kontrol edilmiş olur. Hassas yataklama yüzeylerinde sıkça tercih edilir (Görsel 4.96).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Silindiriklik				Göz önüne alınan silindir zarfı yüzeyi 0,5 mm aralıklı, ortak eksenli iki silindir arasında bulunmak zorundadır.

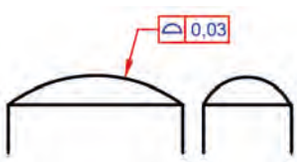
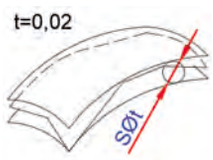
Görsel 4.96: Silindiriklik sembolü

Bir Çizginin Şekli: Düz bir doğru veya tam bir daire olmayan, karmaşık kavisli veya açılı **iki boyutlu bir kesitin** (çizginin) ideal teorik tasarımından ne kadar sapabileceğini sınırlar. Özel profilli ekstrüzyon parçalarında veya şablonlarla kontrol edilen karmaşık 2D eğrilerde formun korunmasını sağlar (Görsel 4.97).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Bir Çizginin Şekli				Resim düzlemine paralel toleranslı profilin her kesiti, ekseni geometrik ideal şekildeki bir çizgide bulunan 0,02 mm çaplı daireyi kapsayan iki çizgi arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.97: Bir çizginin şeklini belirten sembol

Bir Yüzeyin Şekli: Bir çizginin şekli toleransının üç boyutlu hâlidir. Eğrisel, kavisli veya serbest formdaki **üç boyutlu bir yüzeyin** tamamının CAD datası veya teorik tasarım üzerindeki ideal formundan ne kadar sapabileceğini kontrol eder (Görsel 4.98). Özellikle kalıpçılıkta plastik enjeksiyon kalıplarının yüzeyleri, otomotiv kaporta parçalarının dış kavisleri veya türbin kanatçıkları gibi karmaşık 3D geometrilerin imalat hassasiyetini belirlemek için kullanılır.

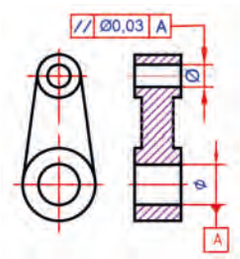
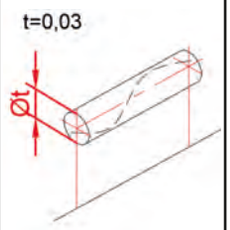
TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Bir Yüzeyin Şekli				Göz önüne alınan yüzey ekseni, geometrik ideal şekildeki bir yüzeyde olan 0,03 mm çaplı küre zarflı iki yüzey arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.98: Bir yüzeyin şeklini belirten sembol

a) Yön Toleransları

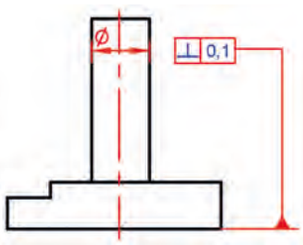
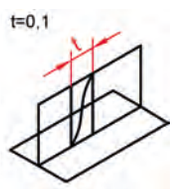
Bir elemanın referans alınan başka bir elemana göre duruş açısını kontrol eder.

Paralellik: Bir yüzeyin, eksenin veya orta düzlemin referans alınan bir düzleme veya eksene her noktasında eşit uzaklıkta (tamamen paralel) olmasını sağlar. Montaj yüzeylerinin birbirine tam oturması gereken durumlarda büyük bir öneme sahiptir (Görsel 4.99).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Paralellik	//			Toleranslı eksen, A referans eksenine paralel 0,03 mm çaplı bir silindir içinde bulunmak zorundadır.

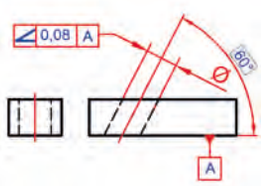
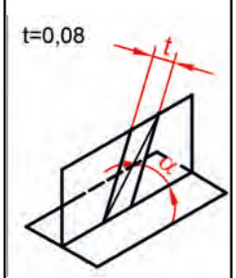
Görsel 4.99: Paralellik sembolü

Diklik: İki eleman arasındaki açının tam 90° (dik açı) olmasını garanti altına alır. Örneğin bir milin oturduğu flanş yüzeyine veya açılan bir deliğin parça yüzeyine tam 90°açıyla işlenmesini kontrol eder (Görsel 4.100).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Diklik	⊥			Silindirin toleranslı ekseni, referans düzlemine dik konumlu düzlem üzerinde 0,1 mm aralıklı iki paralel çizgi arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.100: Diklik sembolü

Eğiklik / Açısallık: Paralellik (0° veya 180°) ve diklik (90°) dışındaki özel açıların kontrolünde kullanılır. Teknik resimde çerçeve içine alınmış teorik kesin bir açıya (örneğin 30°, 45°) sahip olması gereken yüzey veya eksenlerin sapma miktarını sınırlar (Görsel 4.101).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Eğiklik	∠			Deliğin toleranslı ekseni, A referans düzlemine göre 60° eğimli 0,08 mm aralıklı iki paralel düzlem arasında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.101: Eğiklik sembolü

b) Konum Toleransları

Bir unsurun parçanın bütünü içindeki yerleşimini ve merkezini denetler.

Bir Elemanın Konumu: Bir deliğin, pimin veya profilin merkezinin / ekseninin teknik resimde verilen teorik kesin noktasından en fazla ne kadar uzaklaşabileceğini belirtir. Parçaların birbirine sorunsuz monte edilebilmesi (özellikle cıvata, delik bağlantıları) için imalatta en çok kullanılan ve en önemli toleranslardan biridir (Görsel 4.102).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Bir Elemanın Konumu			t=0,08	Deliğin ekseni, A ve B referans yüzeylerine göre teorik tamlıktaki yerinde olan 0,08 mm çaplı bir silindirin içinde bulunmak zorundadır.

Görsel 4.102: Bir elemanın konumunu belirten sembol

Ortak Merkezlilik / Eksenlilik: İki veya daha fazla silindirik formun eksenlerinin tam olarak aynı doğrultuda olmasını kontrol eder. Kademeli millerde, kasnaklarda ve rulman yataklarında yalpalamayı önlemek ve dengeli dönüş sağlamak için şarttır (Görsel 4.103).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Ortak Merkezlilik			t=0,08	Tolerans çerçevesiyle bağlantılı silindirin ekseni, A-B referans eksenli 0,08 mm çaplı bir silindirin içinde bulunmak zorundadır.

Görsel 4.103: Ortak merkezlilik sembolü

Simetriklik: Simetri toleransı bir parçanın geometrik merkezinin belirlenen referans çizgisi etrafında kusursuz bir dengeyle konumlanmasını sağlayarak imalat kalitesini artıran çok önemli bir unsurdur (Görsel 4.104).

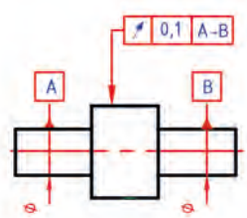
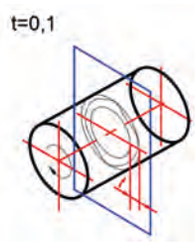
TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Simetriklik			t=0,1	Kanalın simetri düzlemi, A referans elemanının simetri düzlemine göre simetrik olan 0,08 mm aralığında iki paralel düzlem arsında bulunmak zorundadır.

Görsel 4.104: Simetriklik

c) Yalpalama Toleransları

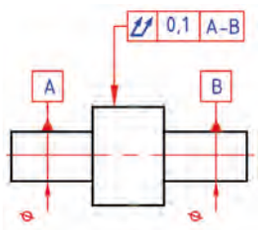
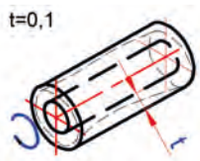
Hareketli (dönen) silindirik parçaların referans ekseni etrafında döndürüldüğünde oluşturduğu salgıyı (yüzeydeki iniş çıkışları) komparatör saatiyle kontrol etmek için kullanılır.

Yalpalama: Parça kendi ekseni etrafında döndürülürken komparatör saati parça yüzeyinde **sabit bir noktada** tutulur. Bu değer, silindirin sadece ölçüm yapılan o dairesel kesitindeki salgıyı ifade eder (dairesel yalpalama). Tornalama işlemi sırasında oluşabilir (Görsel 4.105).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	
Yalpalama				A-B referans ekseni etrafında bir dönmede her ölçme düzlemindeki salgı sapması 0,1 mm'yi aşmamalıdır.

Görsel 4.105: Yalpalama sembolü

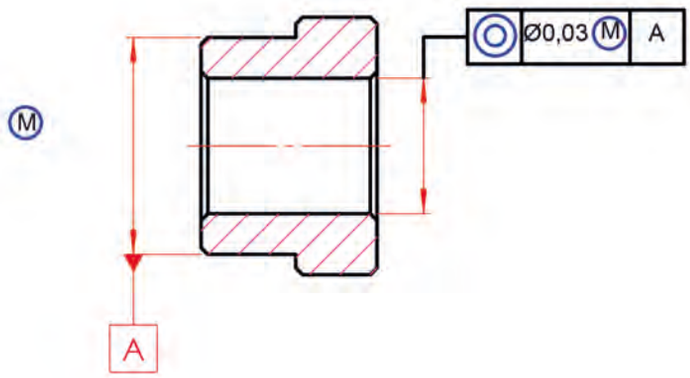
Toplam Yalpalama (Çift Ok Sembolü): Parça, ekseni etrafında dönerken komparatör saati silindirik yüzey boyunca baştan sona hareket ettirilir. Sadece tek bir kesiti değil silindirik yüzeyin tamamındaki salgıyı ve form bozukluklarını tek seferde kontrol eder. Yüksek devirde çalışan hassas motor milleri ve türbin şaftlarında titreşimi önlemek için uygulanır (Görsel 4.105).

TOLARANS TÜRÜ	SEMBOL	TEKNİK RESİMDE GÖSTERME	TOLERANS ALANI	AÇIKLAMA
Toplam Yalpalama				A-B referans ekseni etrafında birçok dönmede ve iş parçasının veya ölçme cihazının eksenel kaydırılmasında toleranslı elemanın yüzeyindeki bütün noktalar t=0,1 mm'lik toplam salgı toleransı içinde olmalıdır. Kaydırma; teorik tamlıktaki şekle sahip, referans eksenine göre doğru konumda ve teorik tamlıktaki şekle sahip bir çizgi boyunca yapılmalıdır.

Görsel 4.105: Toplam yalpalama sembolü

4.3.3.5. En Fazla Malzeme

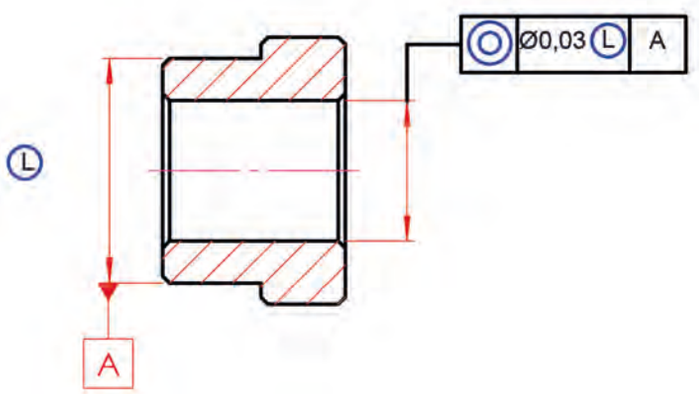
En fazla malzeme koşulu, tasarımcının parçanın fonksiyonelliğini korur; imalatçıya parça boyutları tolerans içinde sapma gösterdikçe geometrik toleransların da esnetilebilmesi kolaylığını sağlar. Bu yönüyle akıllı bir toleranslandırma yöntemidir (Görsel 4.106).



Görsel 4.106: En fazla malzeme

4.3.3.6. En Az Malzeme

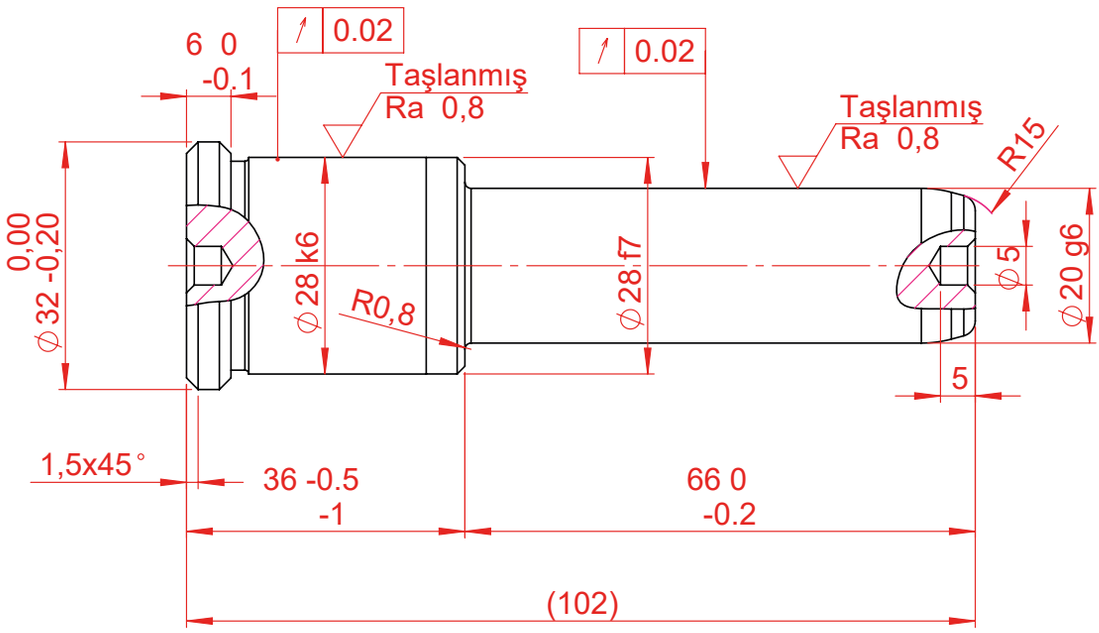
En az malzeme koşulu; parçanın yapısal zayıflığını ve et kalınlığını denetlemek için kullanılan, özellikle ağırlık ve dayanıklılığın ön planda olduğu mühendislik tasarımlarında vazgeçilmez bir kontrol aracıdır (Görsel 4.107).

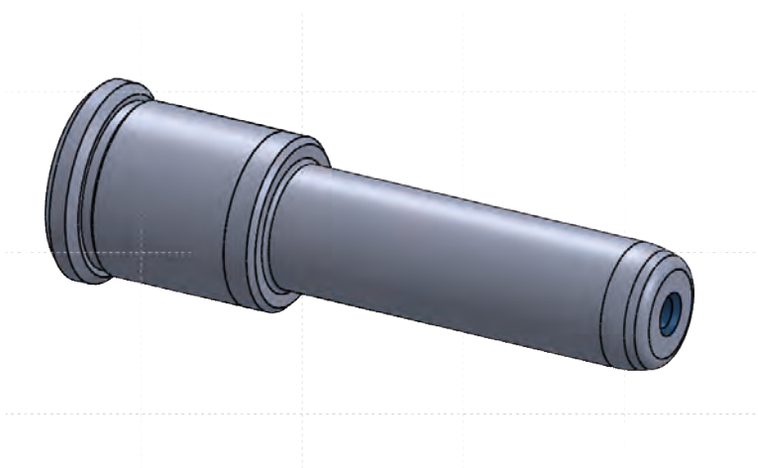


Görsel 4.107: En az malzeme

ÖRNEK

Görsel 4.108 ve 4.109'da verilen kolon ve burç birbirine alıştırılacaktır. İnce alıştırma yapılacaktır. Parçalar arası dairesellik 0,03, yalpalama 0,02, yüzey taşlaması, ısıl işlemin ve alıştırma toleranslarının resim üzerinde gösterilmesini inceleyiniz.

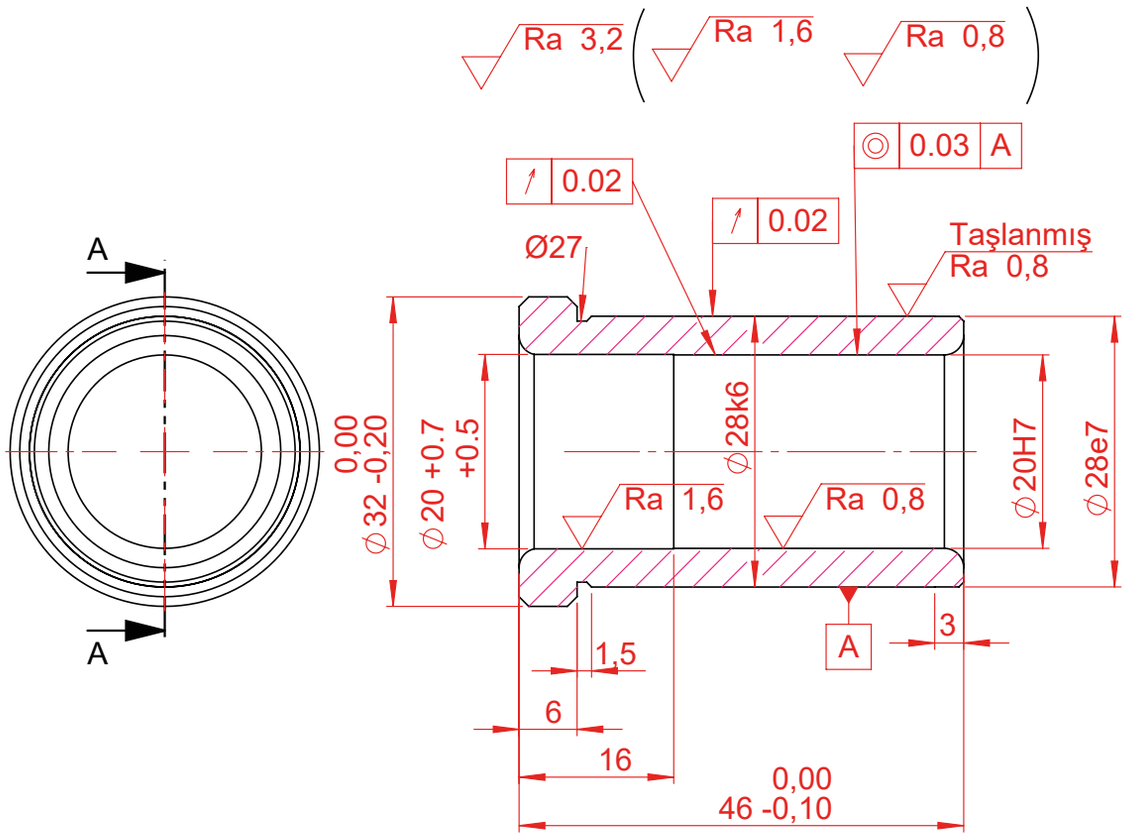




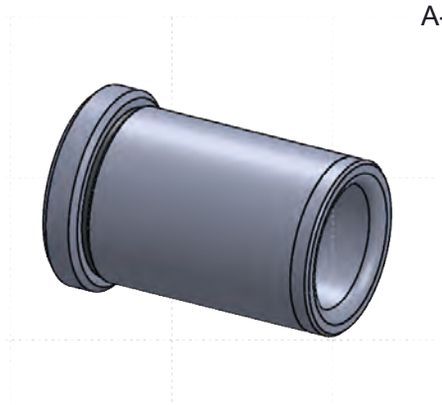
Tolerans tablosu				
Ölçü	Sembol	Tolarans	En küçük ölçü	En büyük ölçü
Ø20	g6	-0.007 -0.020	Ø19.98	Ø19.993
Ø28	f7	-0.025 -0.050	Ø27.95	Ø27.975
Ø28	k6	+0.018 +0.007	Ø27.982	Ø27.993

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	

Görsel 4.108: Kolon teknik resmi



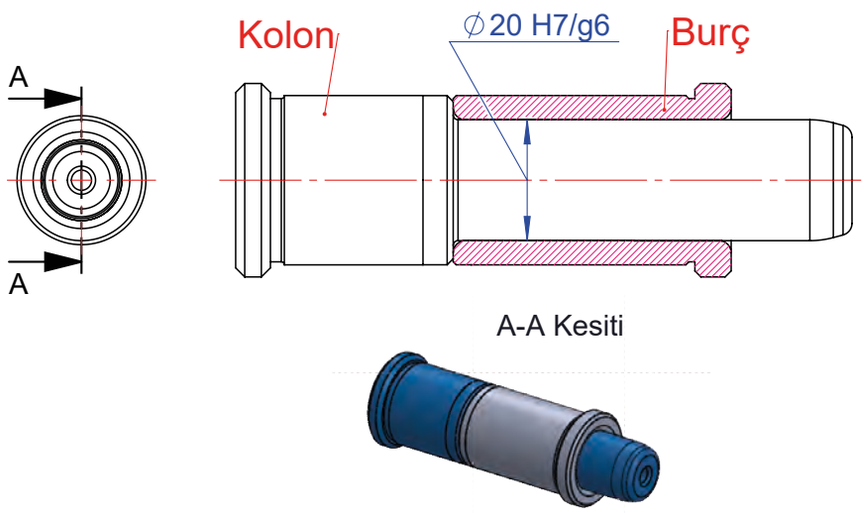
A-A Kesiti



Tolerans tablosu				
Ölçü	Sembol	Tolarans	En küçük ölçü	En büyük ölçü
Ø20	H7	+0.021 0	Ø20	Ø20.021
Ø28	f7	-0.020 -0.041	Ø27.959	Ø27.98
Ø28	k6	+0.015 +0.002	Ø28.002	Ø28.015

Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıfı No.					
Tarih					
Kontrol				Resim/Ödev No.	

Görsel 4.109: Burç teknik resmi



Tolerans Tablosu					
Ölçü		Sembol	Tolarans	En küçük ölçü	En büyük ölçü
Burç	Ø20	H7	+0.021 0	Ø19.979	Ø20
Kolon	Ø20	g6	-0.007 -0.020	Ø19.98	Ø19.993

Çizen		Ölçek			
Sınıfı No.					
Tarih				Resim No.	
Kontrol				.....	

Görsel 4.110: Kolon ve burç alıştırma toleransı

9. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Flanş Üzerinde Şekil Konum Toleranslarını Gösterme
Amaç	Teknik resim kurallarına uygun şekil konum toleranslarını uygun yere yazmak
Süre	1 ders saati
Kullanılacak Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Görsel 4.111'de verilen flanş parçasında şekil konum toleranslarını ilgili yere yazınız.

Uygulama Adımları

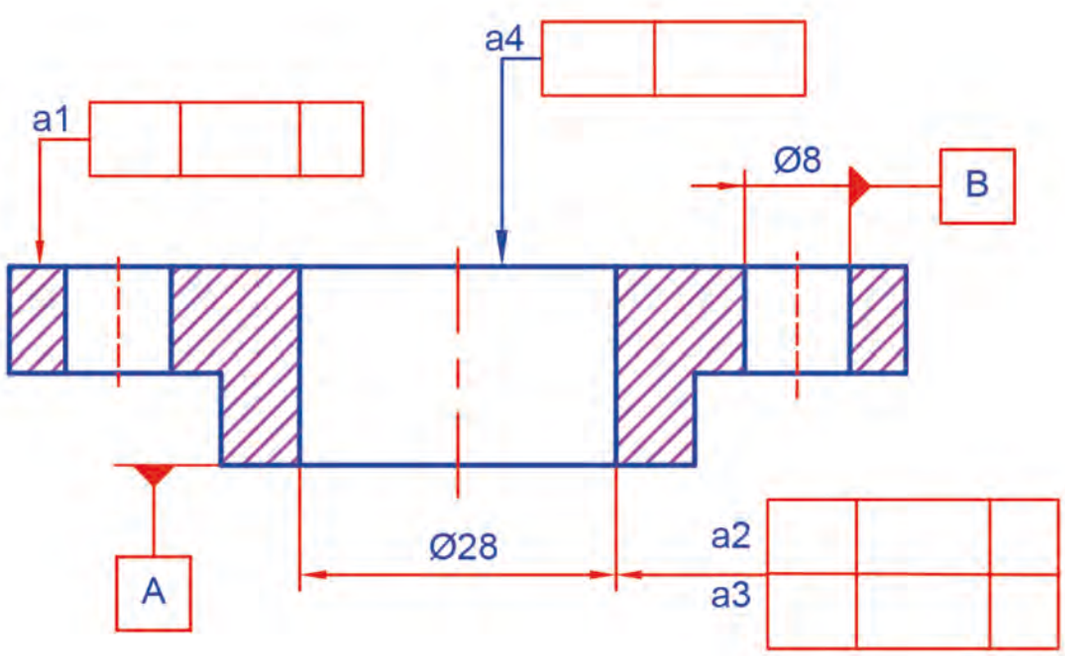
Flanş

a1. A referans yüzeyine göre üst yüzey 0,03 paralellik toleransına sahiptir.

a2. A referans yüzeyine göre delik ekseni 0,02 mm diklik toleransına sahiptir.

a3. B referans eksenine göre 30 mm delik ekseni 0,5 mm paralellik toleransına sahiptir.

a4. Üst yüzey 0,030 mm düzlemsellik toleransına sahiptir.



Görsel 4.111: Flanş

10. UYGULAMA

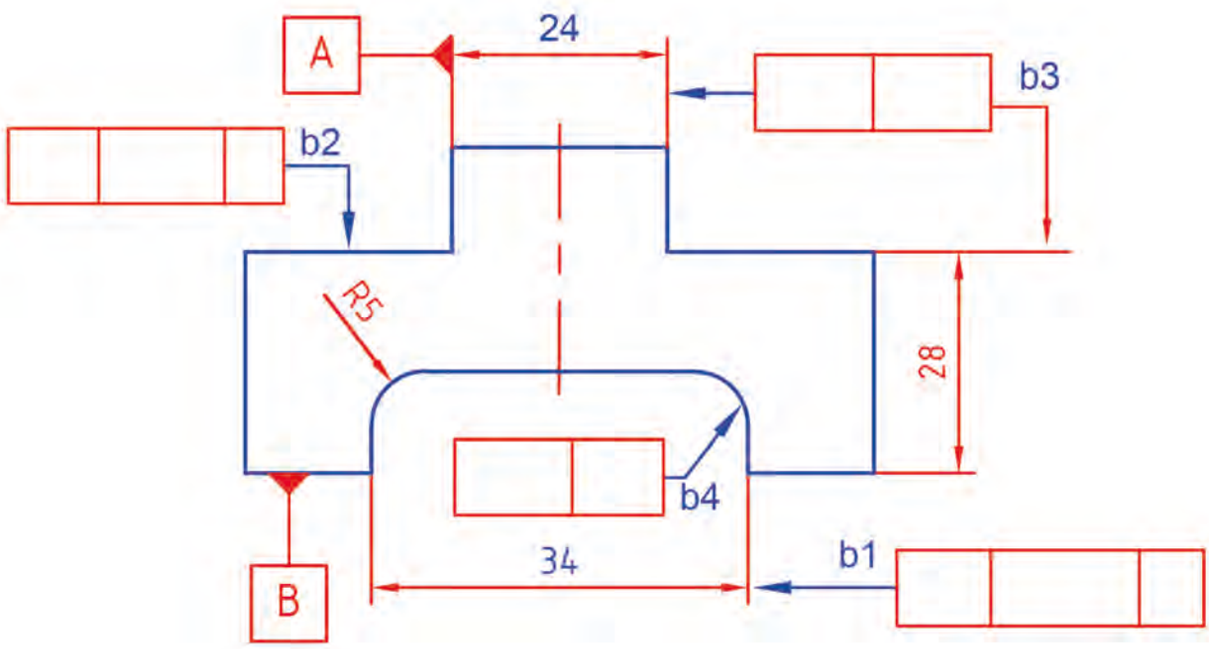
Kızak Parçası

b1. 24 ve 34 mm'lik ölçülerde 0,025 mm'lik simetriklik toleransı vardır.

b2. B'ye göre 28 mm'lik ölçüde 0,05 mm'lik paralellik toleransı vardır.

b3. 24 ve 28 mm'lik ölçülere ait yüzeylerde 0,06 mm'lik diklik toleransı vardır.

b4. R5 mm'lik yayda 0,2 mm'lik çizgi şekil toleransı vardır.



Görsel 4.112: Kızak parçası

11. UYGULAMA

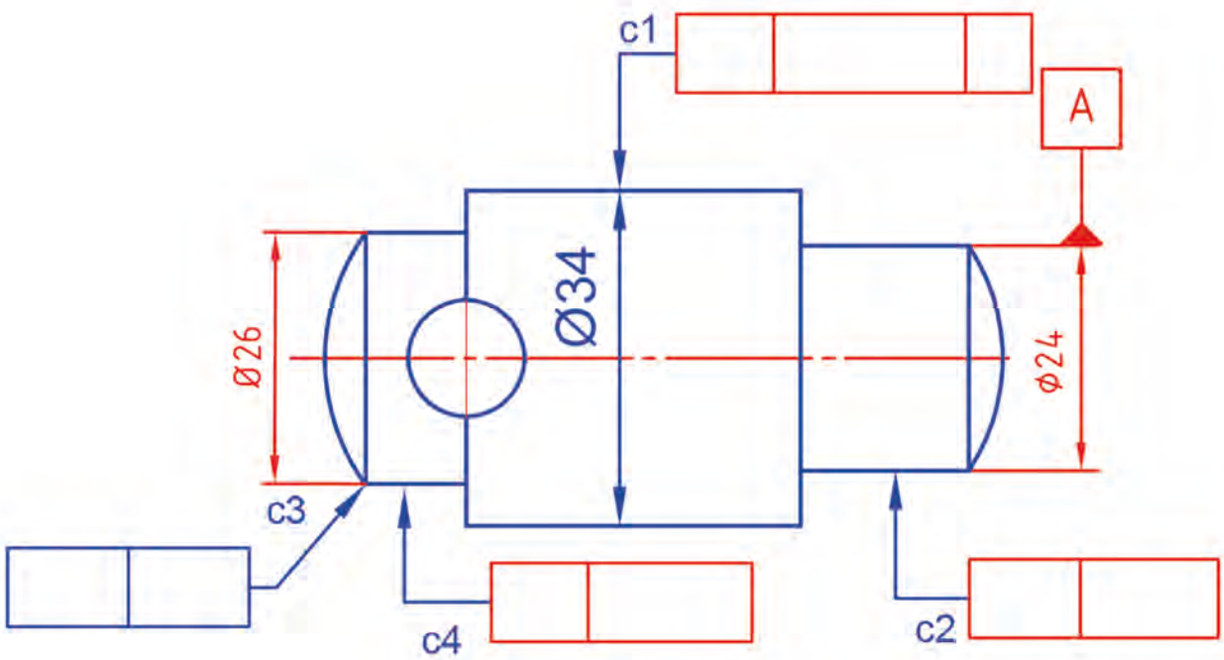
Kademeli Mil

c1. Mil eksenine göre ∅35 mm'lik silindir ekseninde ∅0,035 mm'lik ortak eksenlilik toleransı vardır.

c2. ∅25 mm'lik silindirde 0,04 mm'lik silindiriklik toleransı vardır.

c3. Bombeli yüzeyde 0,14 mm'lik yüzey şekil toleransı vardır.

c4. Sol uçtaki silindirik kısımda ∅0,05 mm'lik dairesellik verilecektir.



Görsel 4.113: Kademeli mil

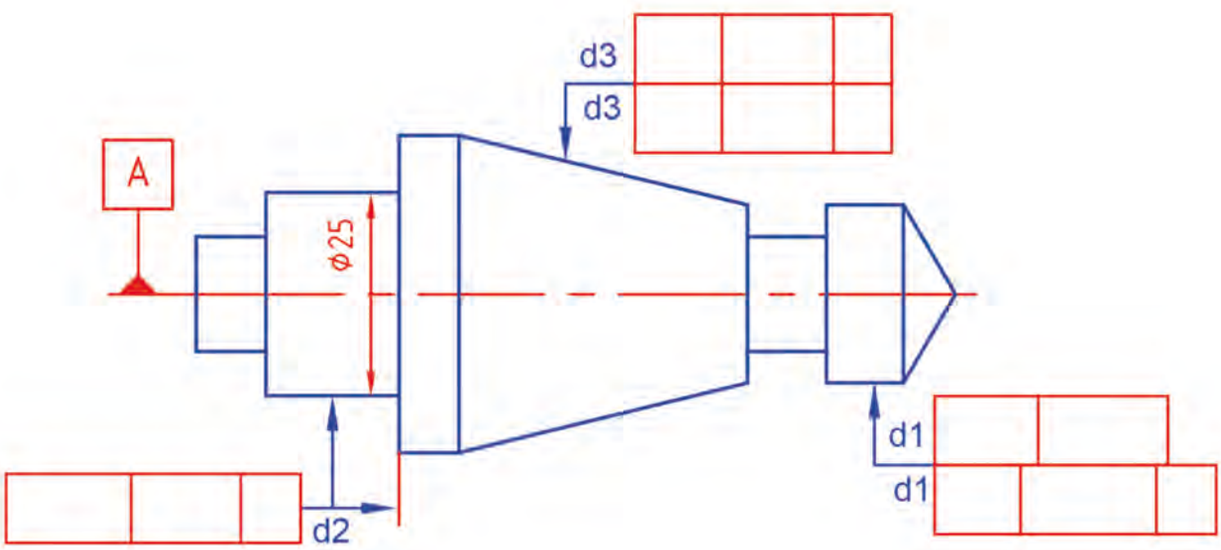
12. UYGULAMA

Merkezleme Mili

d1. Sol uçtaki muylu yüzeyine göre sağ uçtaki muylunun konum toleransı 0,020 ve çizgisel toleransı 0,012 mm'dir

d2. A'ya göre ∅25 mm'lik silindirde ve alın yüzeyinde toplam yalpalama 0,05 mm'dir.

d3. Konik yüzeyde açısallık toleransı A referansına göre 0,06 mm ve yalpalama 0,02 mm'dir.



Görsel 4.114: Merkezleme mili

13. UYGULAMA

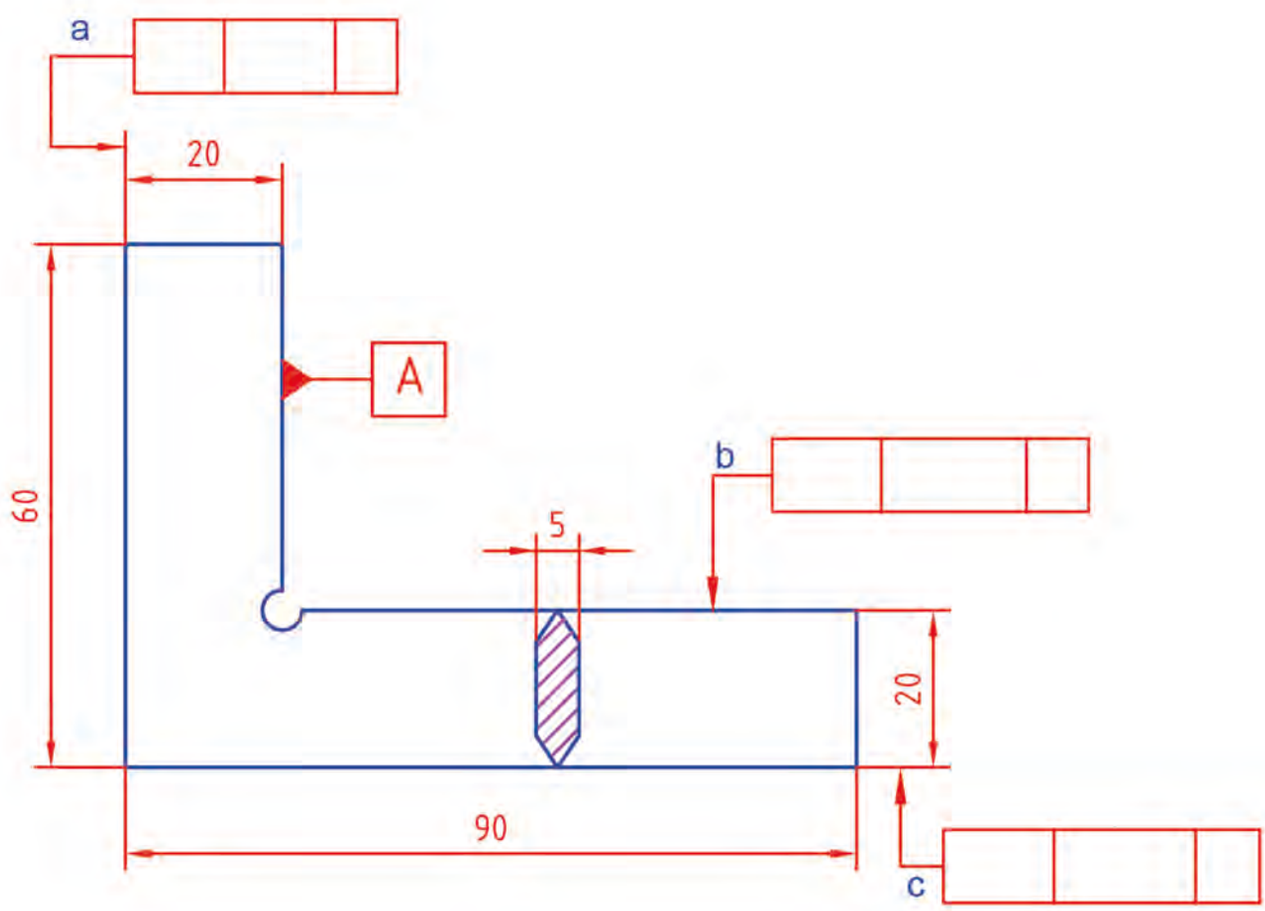
L Gönye

A referans yüzeyine göre

a. Paralellik toleransı: 0,007 mm

b. Diklik toleransı: 0,005 mm

c. Diklik tolaransı: 0,005 mm



Görsel 4.115: L Gönye

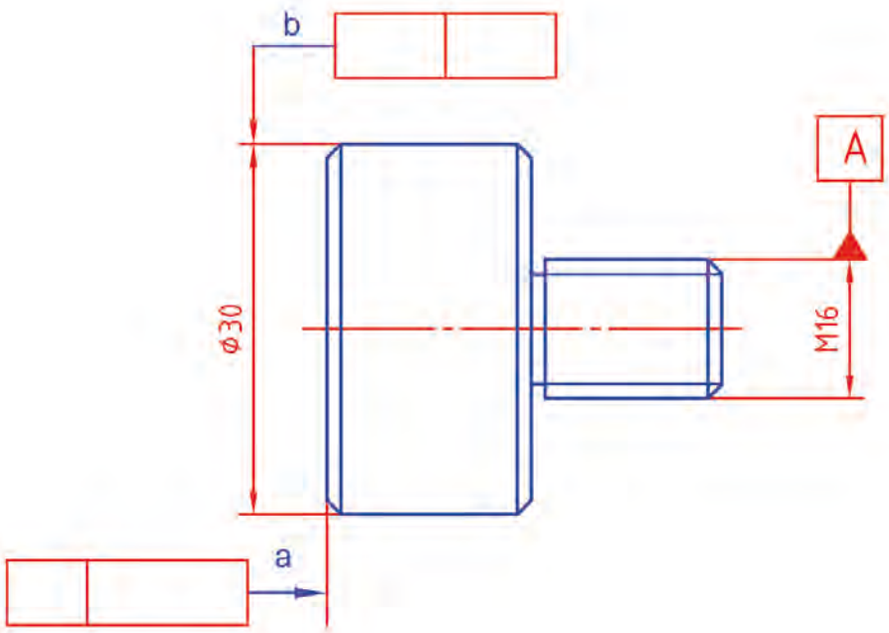
14. UYGULAMA

Vidalı Pim

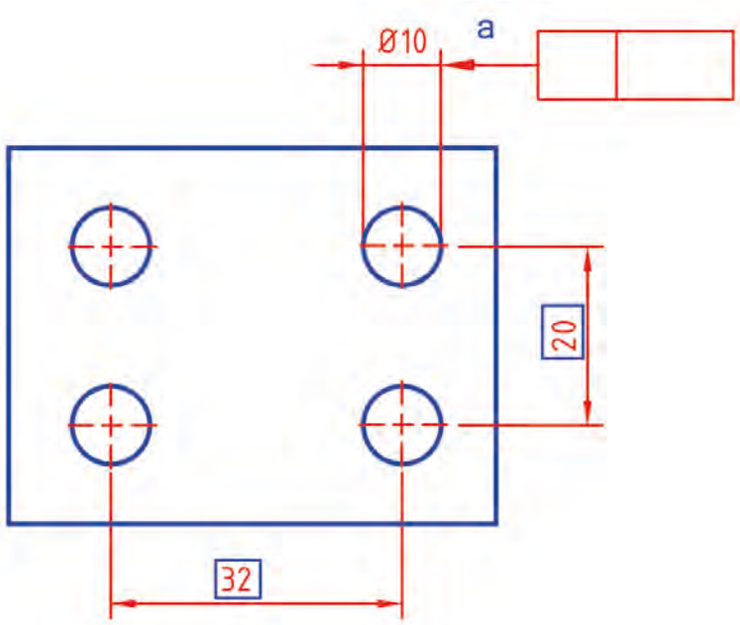
A referans eksenine göre

a. ∅30 mm ölçüsünün ekseninde, ortak eksenlilik toleransı: 0,01 mm

b. Toplam eksenel yalpalama: 0,03 mm



Görsel 4.116: Vidalı pim



Görsel 4.117: Plaka

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

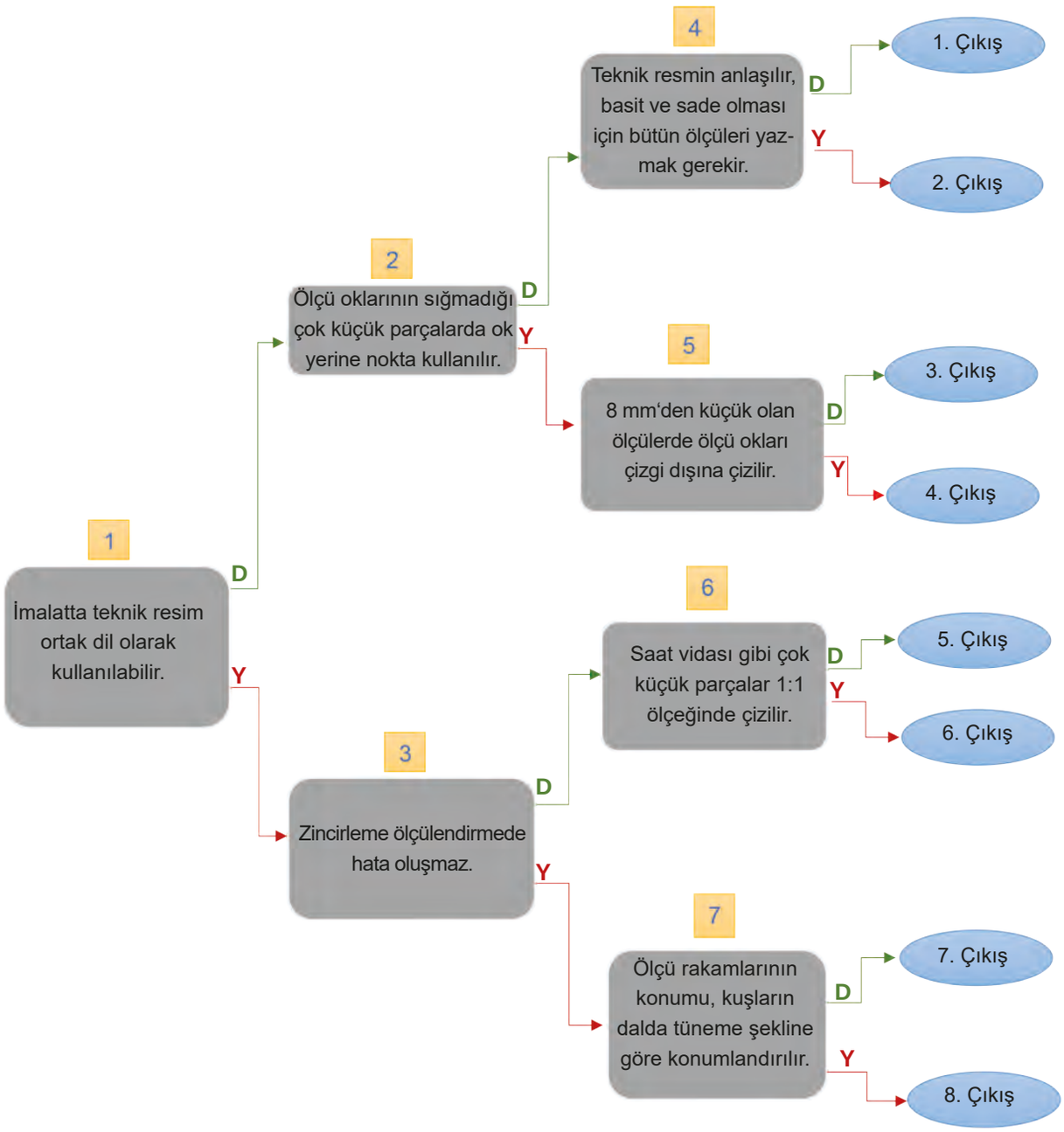
4. .....

Aklıma takılan 1 soru:

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki etkinlikte en baştaki ifadeden başlayarak okuduğunuz ifadenin doğru (D) veya yanlış (Y) olduğuna karar verip ilgili ok yönünde ilerleyerek doğru çıkışı bulunuz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki soruları birkaç cümleyle yanıtlayınız. Yanıtlarınızda verilen iş parçasının dış biçimini, iç yapısını, görünüş ilişkilerini, kesit alma sürecini ve teknik resim kurallarını birlikte düşününüz.

1. Zincirleme ölçülendirme kullanılarak üretilen parçalarda hangi sorunlar oluşabilir?

.....
.....
.....

2. Ölçülendirmelerde fazladan ölçü yazmanın ne gibi sakıncaları olur?

.....
.....
.....

3. Üzerinde çok sayıda delik bulunan bir plakayı ölçülendirirken hangi ölçülendirme yöntemi tercih edilir?

.....
.....
.....

4. Silindirik bir parça ile küre parça ölçülendirilirken birbirine karışmaması içi ne yapmak gerekir?

.....
.....
.....

5. Büyük çapı ØD=36, küçük çapı Ød=10 ve konik uzunlu L=16 olan bir parçanın eğimini hesaplayınız.

.....
.....
.....

6. Aşağıda verilen parçaların ölçülendirme sembollerini karşısına yazınız.

Kare prizma:…….

Silindir:…….

Pramit:……..

Koni:……..

Dikdörtgen prizma:……

Küre:……..

Yarım küre:……

7. Büyük çapı ØD=36, küçük çapı Ød=10 ve konik uzunlu L=16 olan bir parçanın eğimini hesaplayınız.

.....
.....
.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

8. Ölçeklendirme kullanmanın amacı nedir?

.....

.....

.....

9. Yüzey pürüzlülüğü neden çok önemlidir?

.....

.....

.....

10. Yüzey pürüzlülüğü hangi yöntemlerle ölçülür?

.....

.....

.....

11. Bir mil ile rulman elle kolayca sökülüp takılabilmesi için hangi alıştırma sistemi kullanılmadır?

.....

.....

.....

12. Yalpalama ne demektir? Hangi durumlarda oluşur?

.....

.....

.....

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5. ÖĞRENME BİRİMİ

KROKİ, PERSPEKTİF VE YAPIM RESMİ

KONULAR

5.1. KROKİ ÇİZİMİ

5.2. PERSPEKTİF ÇİZİMİ

5.3. İMALAT RESMİ ÇİZİMİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- eğik
- imalat
- izometrik
- kroki
- merkezî
- perspektif
- yapım

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- iş parçalarının kroki resmini çizmeniz
- kroki çiziminin önemini kavramanız ve ifade etmeniz
- iş parçalarını perspektif çizimle üç boyutlu göstermeniz
- perspektif türlerini ifade etmeniz
- iş parçalarının yapım veya imalat resimlerini çizmeniz
- imalat resminde ölçek, görünüş, kesit ve detay gösterimlerinin önemini ifade etmeniz
- İş parçasının biçim, ölçü, malzeme ve yüzey bilgilerinin imalat resmiyle ilişkisini açıklamanız

beklenmektedir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Görselde verilen kırık iş parçasını inceledikten sonra aşağıdaki soruları cevaplayınız. Cevaplarınızı sınıf ortamında paylaşınız (Görsel 5.1).

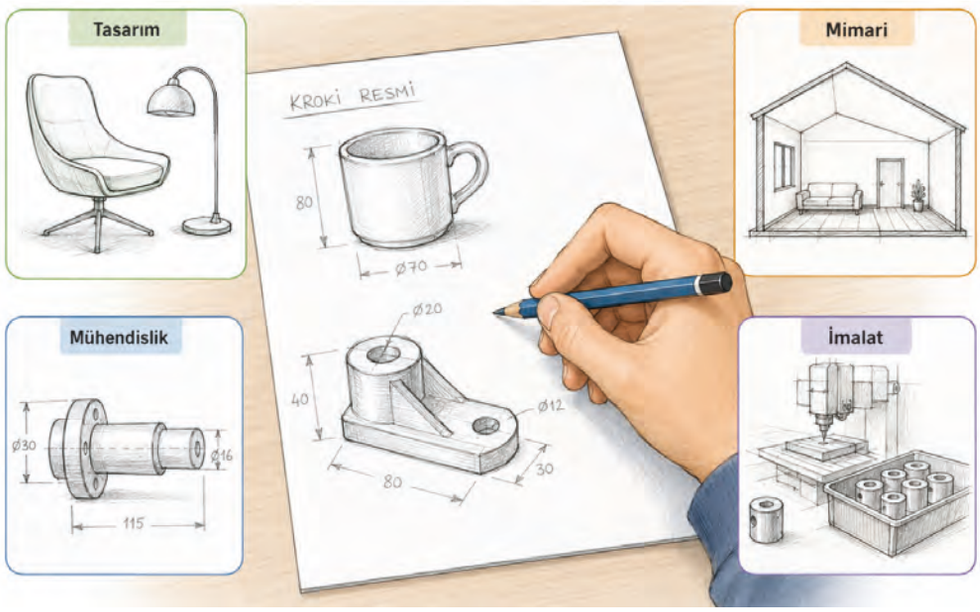
Görsel 5.1: Kırık iş parçası

Sorular

1. Görseldeki kırık iş parçası yeniden üretilmek istendiğinde üretimi yapacak kişiye parça nasıl anlatılabilir?
2. Parçanın yeniden üretilebilmesi için üreticinin hangi bilgilere ihtiyacı vardır?

5.1. KROKİ ÇİZİMİ

Bir yeri veya bir objeyi göstermek için çizim aletleri kullanılmadan yapılan basit el çizimine **kroki çizimi** denir. Bu resim; fikirlerin görselleştirilmesi, üretimden önce ürünün genel şeklinin belirlenmesi ya da teknik bilgilerin hızlı bir şekilde ifade edilmesi amacıyla çizilir (Görsel 5.2). Tasarım, mühendislik, mimari ve imalat alanlarında sıklıkla kullanılır.

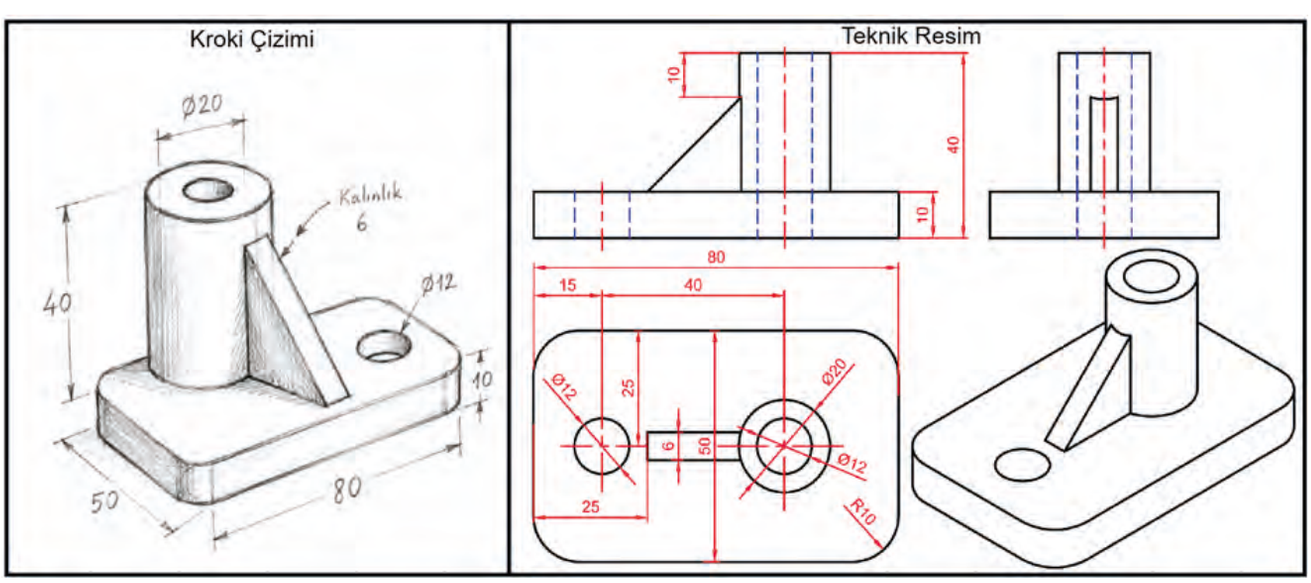


Görsel 5.2: Kroki çizimi örnekleri

Kroki çizimi genellikle temel özellikler gösterilecek şekilde hızlı ve işlevsel yollarla oluşturulur. Kroki çiziminde amaç, zihinde oluşan fikirleri doğru şekilde ifade etmektir. Bu nedenle çizgilerin tam ölçüsünde, kusursuz paralellikte ya da tam diklikte olması beklenmez. Kroki çizimi istenen sonuç net bir biçimde ifade edilene kadar çok kez çizilebilir.

Kroki çizimi birçok alanda kullanılır fakat imalat alanında oldukça önemli bir yere sahiptir. İmalat denince akla ilk teknik resim gelir ancak kroki çizimi; bir parçayı üretilmeden önce serbest elle kolay bir şekilde çizmek, teknik özelliklerini anlatmak, üretim sürecini planlamak ve tasarımcı ile üretimci arasında ortak bir dil oluşturmak için sıklıkla tercih edilir. Bakım ve onarımı yapılacak parçalar için bile kroki resmine ihtiyaç duyulabilir.

Teknik resim ölçülüdür, kesindir ve üretime yön verir. Kroki çizimi ise genellikle çizim araçları kullanmadan yapılır ve krokinin doğru ölçüde olması beklenmez (Görsel 5.3). Ancak kroki çiziminde de teknik resim kurallarına uyulması, görünüşlerin doğru seçilmesi ve ölçülerin anlaşılır yazılması gerekir.



Görsel 5.3: Aynı parçanın kroki çizimi ve teknik resmi

Teknik resim ve kroki resmi arasındaki temel farklar Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Teknik Resim ile Kroki Çizimi Farkları

TEKNİK RESİM	KROKİ ÇİZİMİ
Cetvel, pergel, gönye gibi çizim araçlarıyla ya da CAD programlarıyla çizilir.	Serbest elle çizilir.
Parça üretime uygun bir şekilde gösterilir.	Parça kolay ve işlevsel bir şekilde tanıtılır.
Tüm ölçüler ve teknik bilgiler standartlara uygun verilir.	Temel şekil ve özellikler verilir.
Zaman ve dikkat gerektirir.	Kısa sürede hazırlanır.
Üretim, montaj, kalite kontrol ve arşivlemede kullanılır.	Atölye çalışmalarında, tasarımın ilk aşamalarında, ölçü alma gibi işlemlerde tercih edilir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru::

.....

5.1.1. İmalatta Kroki Çiziminin Önemi

Başarılı bir tasarım ve üretim süreci bir fikirle başlar. Bu fikrin somut hâle getirilmesi için atılacak adımların ilki fikri bir kâğıt üzerinde görselleştirmektir. Günümüzde teknolojik birçok gelişme olmasına rağmen imalat süreci hâlâ çoğunlukla basit kroki çizimleriyle başlar. Kroki çizimi, eve yaptırılacak ufak bir dolaptan seri üretime girecek bir otomobil parçasına kadar süreci başlatan ilk adımdır.

İmalatta kroki çizimi kullanılmasının sürece katkıları şunlardır:

- Parçanın şeklinin kolay anlaşılmasını sağlamak
- Parçanın üretilmeden önce nasıl görüneceği hakkında bilgi sunmak
- Ölçülerin belirlenmesine yardımcı olmak
- Parça üzerinde delik, kavis, kanal gibi teknik özellikleri göstermek
- Üretim sürecinin planlanmasını kolaylaştırmak
- Hataların erken aşamalarda tespit edilmesini sağlamak
- Üretici-tüketici, öğrenci-öğretmen, usta-çırak gibi kişiler arasında iletişimi kolaylaştırmak
- Kırılan, aşınan ya da kaybolan bir parçayı tarif etmek
- Zamandan tasarruf sağlamak
- Neredeyse maliyetsiz bir yöntem sağlamak

Bu nedenle kroki çizimi basit bir çizim olarak görülmemelidir. İmalat dünyasında fikirleri aktarmanın en güçlü yollarından biridir.

5.1.2. Kroki Çiziminde İşlem Sırası

Kroki çizimleri parçanın genel şeklini, oranlarını ve yerleşimini göstermek için hızlı bir şekilde yapılır. Çizene özgü olan bu yöntemde kesin kurallar yoktur. Ancak yine de imalatta hatalardan kaçınmak, gereksiz maliyetler yaratmamak ve zamandan tasarruf etmek için izlenebilecek adımlar vardır. İzlenecek adımlar sırasıyla şu şekildedir:

1. Parçayı en iyi anlatacak görünüş ya da görünüşler seçilir. Gereksiz görünüş çizilmez.
2. Çizilecek parçanın kâğıda nasıl yerleştirileceği belirlenir. Birden fazla görünüş varsa çizimler birbirine çok yakın olmamalıdır.
3. Parçanın ana hatları basit geometrik çizgilerle hafifçe ve bastırılmadan çizilir.
4. İlk olarak parçanın dış şekli çizilir, detaylar çizime daha sonra eklenir.
5. Parçanın uzunluk, genişlik, yükseklik, delik çapı gibi gerekli ölçüleri uygun yere ve belli olacak şekilde yazılır.
6. Gerekli çizgiler belirginleştirilir, gerekirse yardımcı çizgiler silinir.
7. Görünüş ve ölçüler kontrol edilir.

Bu adımlar izlenerek yapılan bir kroki çizimi amacına uygun olur. Kroki tamamlandığında parçanın şekli, önemli detayları ve ölçüleri bakan kişiler tarafından kolayca anlaşılır.

Günümüzde kroki çizimi yapılırken yalnızca kâğıt ve kalem kullanılmaz. Tablet, akıllı telefon veya bilgisayarda kullanılan çizim uygulamalarıyla da hızlı kroki çizimleri hazırlanabilir. Bu yöntemler özellikle fikirleri kısa sürede görselleştirmek, bunlar üzerinde değişiklikler yapmak, paylaşmak ve kaydetmek için idealdir. Ancak kullanılan araç değişse de kroki çiziminin amacı her zaman bir fikri, parçayı veya tasarımı hızlı ve anlaşılır biçimde göstermektir.

1. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Makine Parçasının Krokisini Çizme
Amaç	Öğretmenin temin ettiği bir makine parçasının, parçayı daha önce görmemiş bir kişinin ablayabileceği şekilde krokisini çizmek
Süre	1 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmanız öğretmeniniz tarafından derecelendirme ölçeği ile değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Kendi öğrenmelerinizi karekodda yer alan Öz Değerlendirme Formu'yla değerlendirebilirsiniz

Yönerge: Verilen adımları takip ederek bir makine parçasının kroki resmini oluşturunuz.

Uygulama Adımları

1. Size verilen makine parçasını dikkatlice inceleyiniz.
2. Parçanın genel şeklini ve önemli özelliklerini belirleyiniz.
3. Parçayı en iyi anlatacak görünüşleri seçiniz.
4. Görünüşlerin kâğıt üzerindeki yerleşimini planlayınız.
5. Parçanın ana hatlarını serbest elle, bastırmadan ve nazikçe çiziniz.
6. Parçanın delik, kanal, kavis gibi detayları varsa bunları da çizime ekleyiniz.
7. Parçanın gerekli ölçülerini alınız.
8. Ölçüleri kroki üzerinde uygun yerlere yazınız.
9. Çizgi çeşitlerini teknik resim kurallarına uygun biçimde düzenleyiniz.
10. Kroki çiziminizi inceleyerek çiziminizde eksik ya da hatalı yerlerin olup olmadığını kontrol ediniz. Çizimin; parçanın biçimini, oranlarını, ölçülerini ve önemli detaylarını doğru yansıtıp yansıtmadığını değerlendiriniz. Eksik ya da anlaşılmayan bölümler varsa belirleyerek krokinizi uygun şekilde yeniden düzenleyiniz.
11. Sıra arkadaşınıza krokinizi göstererek değerlendirmesini isteyiniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.2. PERSPEKTİF ÇİZİMİ

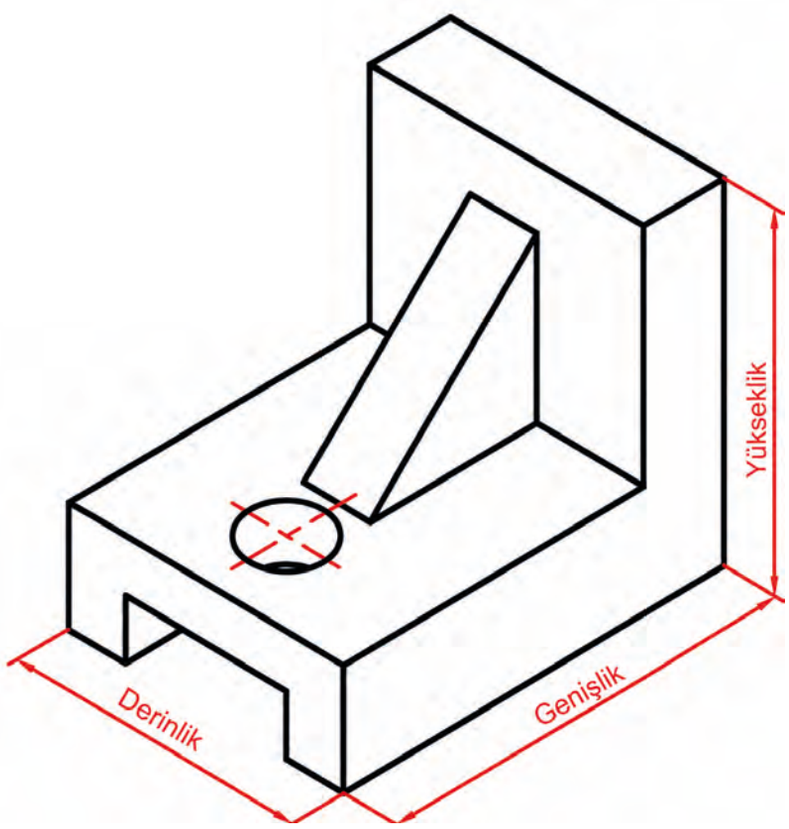
Günlük hayatta çevredeki cisimler üç boyutlu olarak görülür. Bir cismin yakın olan kısmı daha büyük, uzakta kalanlar ise daha küçük algılanır. Örneğin uzun bir yola bakıldığında yol daralıyormuş gibi görünür. Tren rayları da uzakta birleşiyormuş gibi algılanır (Görsel 5.4, 5.5 ve 5.6). Bu durum **perspektif etkisi** olarak açıklanır. Perspektif çizimde cisimler bu etkiden yararlanılarak kâğıt üzerinde üç boyutluymuş gibi gösterilir.

Görsel 5.4: Uzağa doğru daralıyormuş gibi görünen bir yol

Görsel 5.5: Uzakta birleşiyormuş gibi algılanan tren rayları

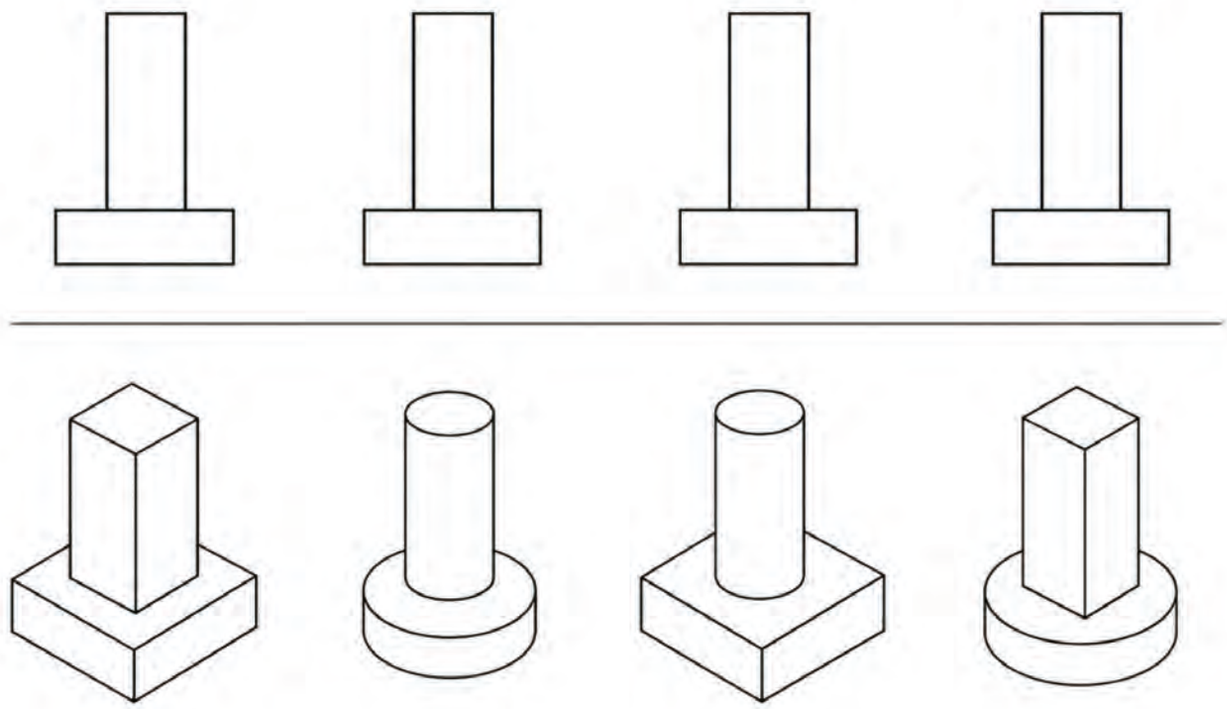
Görsel 5.6: Yukarı doğru birbirine yaklaşıyormuş gibi görünen binalar

Bir cismin genişlik, yükseklik ve derinliğini başka bir deyişle üç boyutlu hâlini tek görünüş üzerinde göstermeye yarayan çizim yöntemine **perspektif çizimi** denir. Bu yöntemle cismin üç boyutlu yapısı kâğıt üzerinde daha anlaşılır hâle getirilir (Görsel 5.7). Perspektif çizimler, özellikle cisimlerin dış görünüşünü ve genel şeklini anlatmada kolaylık sağlar.



Görsel 5.7: Perspektif çizim örneği

Teknik resimde görünüş çıkarılırken parçanın ön, üst ve yan görünüşleri gösterilir. Ancak farklı geometrik şekillere sahip cisimler bazı görünüşlerde aynı görünebilir (Görsel 5.8). Perspektif çizim ise parçayı üç boyutlu gösterdiği için parçanın genel yapısını anlamayı kolaylaştırır.



Görsel 5.8: Farklı şekillere sahip parçalar ve ön görünüşleri

Perspektif çizim günlük hayatta ve farklı sektörlerde sıkça kullanılır. Makine ve imalat alanında perspektif çizim, parçaların genel şeklini anlamak için çok uygundur. Mimarlık alanında ise bina, oda, merdiven, kapı, pencere ve iç mekân tasarımlarını göstermek için geçmişten günümüze kadar tercih edilmiştir. Endüstriyel tasarımda günlük hayatta kullanılan birçok ürünün tasarımında perspektif çizimden yararlanılır. Masa, sandalye, dolap, makine gövdesi, el aleti, elektronik cihaz gibi parçalar üretimden önce perspektif çizimlerle gösterilir.

Perspektif çizimin birçok alanda oldukça önemli olmasının başlıca nedenleri şunlardır:

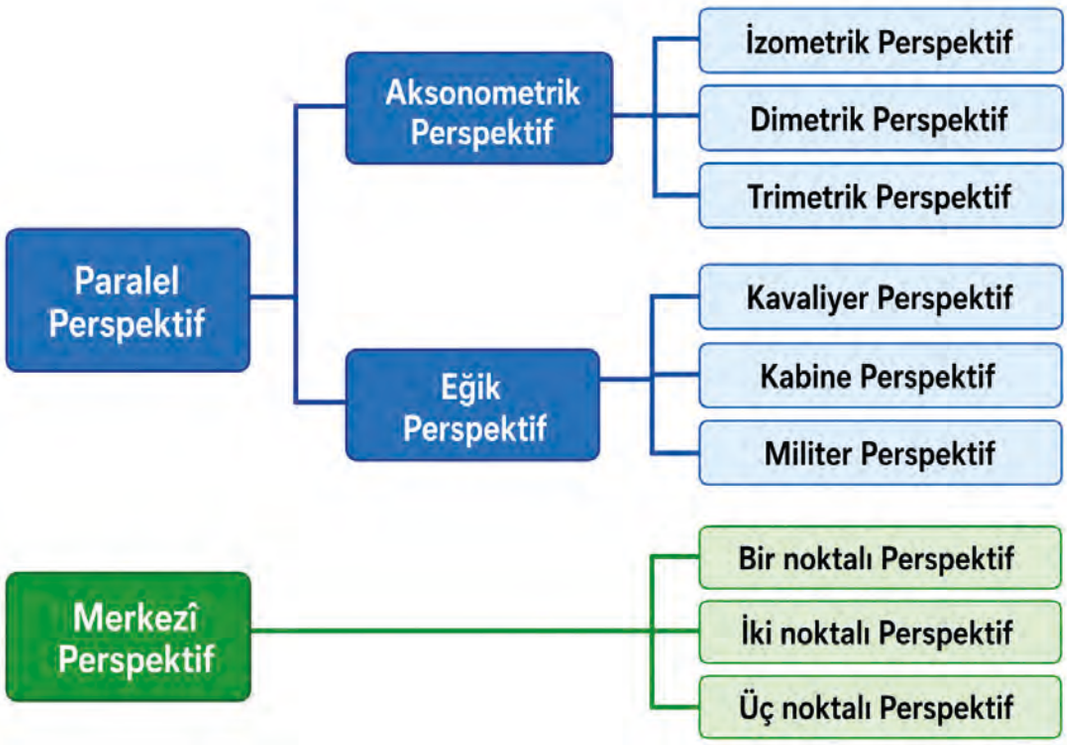
- Parçanın yüksekliği, genişliği ve derinliği aynı çizimde üç boyutlu olarak gösterilir.
- Parçanın genel şekli ve kanal, çıkıntı, eğimli yüzey gibi özellikleri perspektifle kolayca anlaşılır.
- Üç görünüşle tam anlatılamayan çizimlerin anlaşılmasına yardımcı olur.
- Tasarım fikirlerini somutlaştırmak için kullanılan en temel yöntemlerden biridir.
- Öğretmen-öğrenci, tasarımcı-üretimci, usta-kalfa gibi kişiler arasında daha sağlıklı bir iletişim olmasını sağlar.
- Üretimden önce parçanın tamamen anlaşılmasını sağlar böylece üretimde kullanılacak yöntemler ve ortaya çıkabilecek hatalar ön görülebilir.

5.2.1. Perspektif Çeşitleri

Perspektif çizimlerde cismin kâğıt üzerinde nasıl gösterileceği, seçilen çizim yöntemine göre değişir. Bazı çizimlerde cismin kenarları birbirine paralel gösterilirken bazı çizimlerde uzaklaşan çizgiler bir noktaya doğru yönelir. Bu nedenle perspektif resimler, çiziliş biçimlerine ve kullanım amaçlarına göre farklı türlere ayrılır.

Teknik resimde perspektif çizimler paralel ve merkezî perspektif olmak üzere iki temel gruba ayrılır. Bu iki grup kendi içinde farklı türlere sahiptir. Çizim teknikleri farklı olmak üzere toplamda dokuz çeşit perspektif vardır.

Şema 5.1'de perspektif çeşitleri verilmiştir.

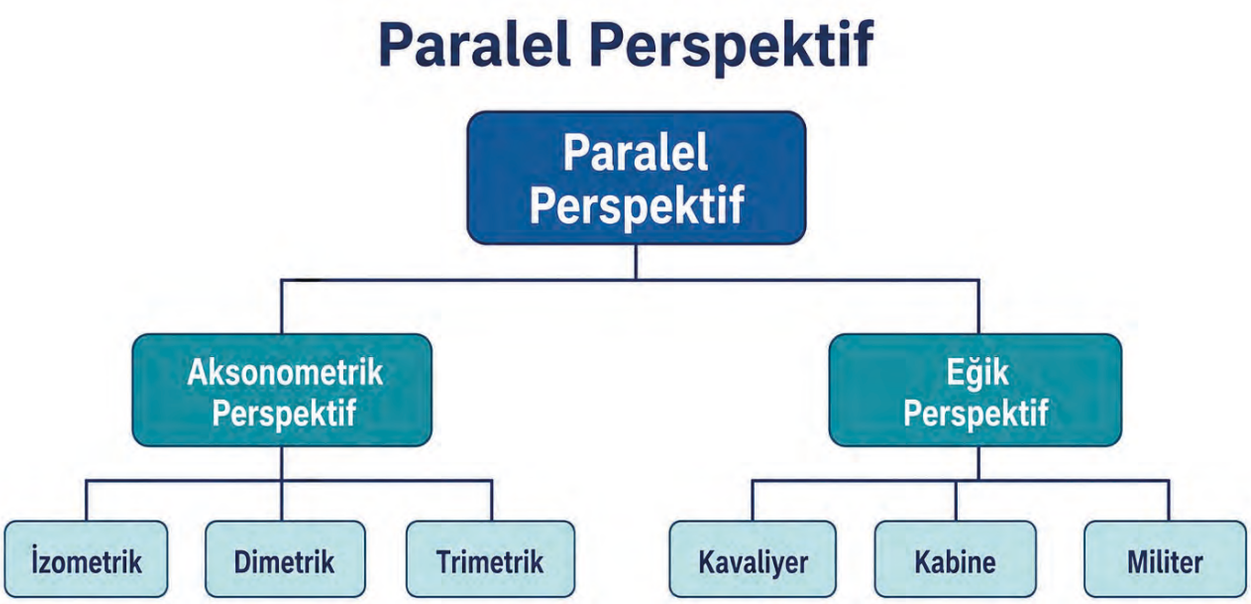


Şema 5.1: Teknik resimde perspektif çeşitleri

5.2.2. Paralel Perspektif

Cismin birbirine paralel olan kenarlarının çizimde de paralel olarak gösterildiği perspektif türüne **paralel perspektif** denir. Uzaklaşan çizgiler bu çizimlerde bir noktada birleşmez. Teknik resimde makine parçalarının üç boyutlu görünüşünü göstermek için sıkça tercih edilir.

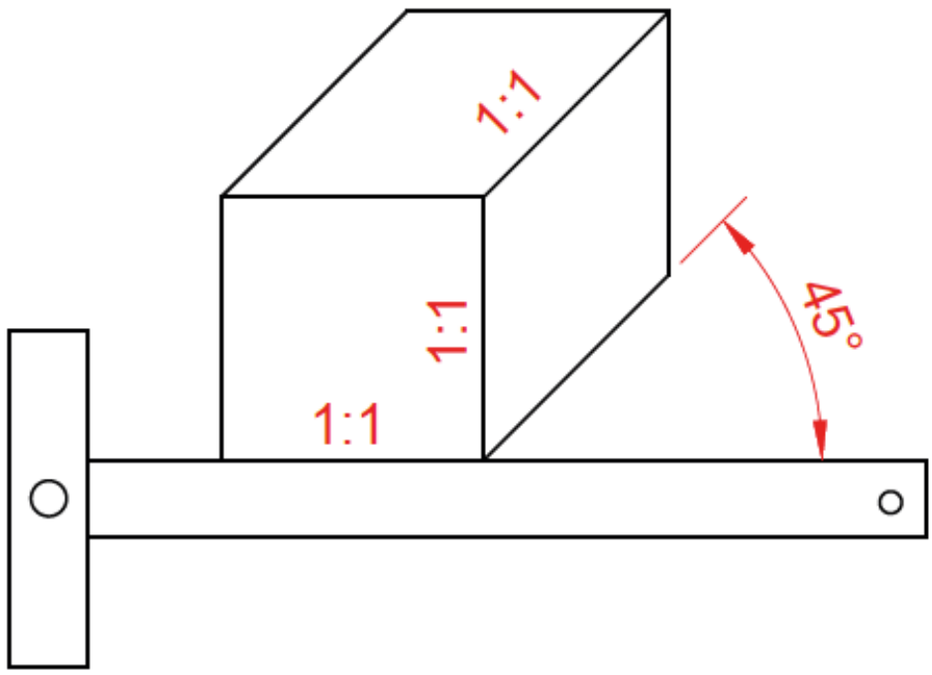
Paralel perspektif çeşitleri Görsel 5.10'da verilmiştir.



Şema 5.2: Paralel perspektif çeşitleri

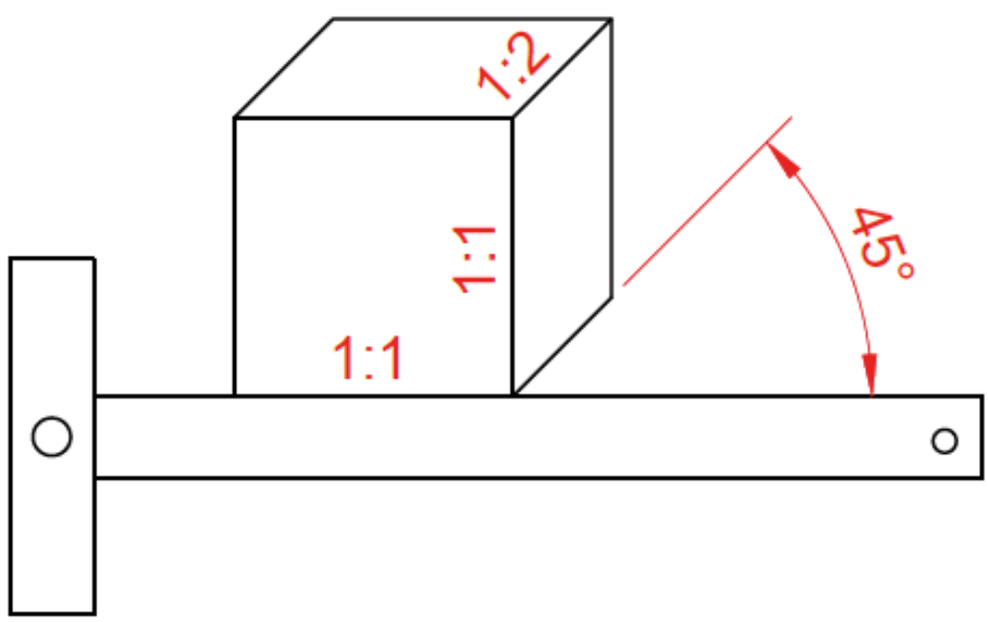
Cismin ön yüzünün gerçek şekline uygun olarak çizildiği, derinliğinin ise eğik çizgilerle gösterildiği perspektif çeşidine **eğik perspektif** denir. Eğik perspektifte ön yüz kolayca anlaşılır. Derinlik çizgileri genellikle 30°, 45° veya 60° açıyla çizilir. Eğik perspektif; kavaliyer, kabine ve militer şeklinde sınıflandırılır.

Kavaliyer perspektif, cismin ön yüzünün gerçek ölçülerinde, arkaya doğru uzanan yüzeylerininse 45°'lik açıyla çizildiği perspektif türüdür. Bu perspektifte 1:1 ölçek kullanılır (Görsel 5.9). Mühendislik, mimari alanlarında ve ürün tasarımında projenin başlangıç aşamalarında nesnenin hem ön yüzeyini net olarak görmek hem de nesneye hızlıca üç boyutlu bir derinlik kazandırmak için tercih edilir.



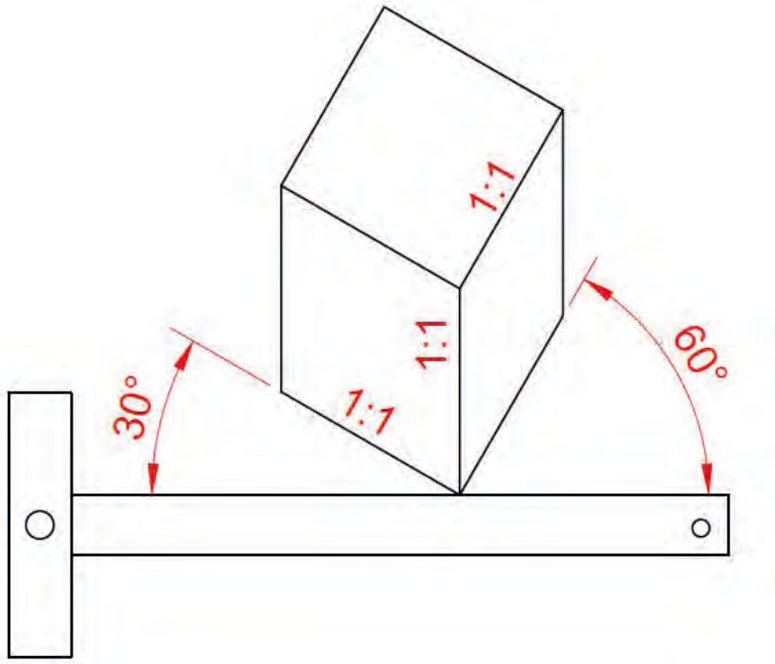
Görsel 5.9: Kavaliyer perspektif

Kabine perspektif ise ön yüzde 1:1 ölçekte ve dik açıyla çizilen bir perspektif türüdür. Yan yüzey 45°'lik açıyla çizilir. Ancak yan yüzey 1:2 oranında başka bir deyişle yarı yarıya azaltılarak çizilir (Görsel 5.10). Marangozlar tasarladıkları mobilyaları müşterilerine ölçüsel, doğru ve göze hoş gelecek şekilde sunmak için bu yöntemle çizerler.



Görsel 5.10: Kabine perspektif

Militer perspektif, cismin üst yüzeyinin görülebildiği ve cisme kuş bakışı bakılıyormuş izlenimi veren perspektif türüdür. Cismin üst yüzeyi kâğıda paraleldir, bu sebeple üst yüzeyde hiçbir değişiklik olmaz. Ölçek ve açılar bire bir aynıdır. Nesnenin alt kısımları çizilirken 30° ve 60° yanlardan alınır. Arada 90° kalır. Yükseklik ölçüleri de 1:1 ölçektedir (Görsel 5.11). Şehir planlamada sıklıkla tercih edilir. Tarihte askerî alanlarda savunma planları yapılırken ve harita çizilirken kullanılmıştır. Günümüzde birçok izometrik oyunda [örneğin SimCity (saymsiti)] çizimler yine bu yöntemle yapılır.

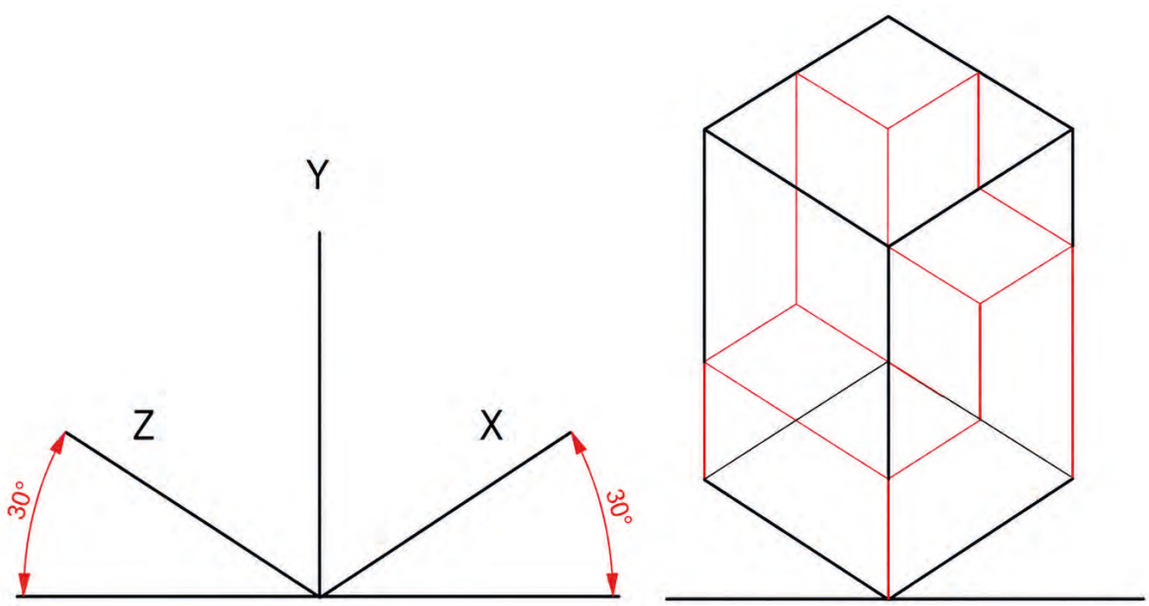


Görsel 5.11: Militer perspektif

Bir cismin üç boyutlu hâlini görebilmek için kenarlarının belli açılarla çizildiği perspektif türüne **aksonometrik perspektif** denir. Diğer bir ismi **dik perspektif**tir. Aksonometrik perspektifler; izometrik, dimetrik ve trimetrik şeklide sınıflandırılır.

5.2.2.1. İzometrik Perspektif

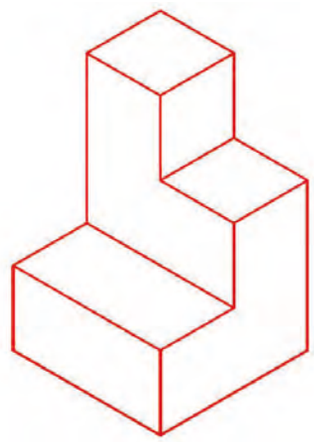
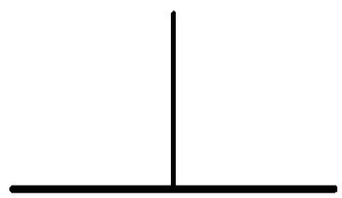
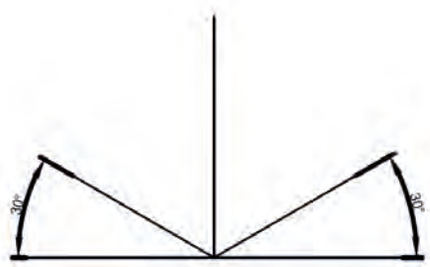
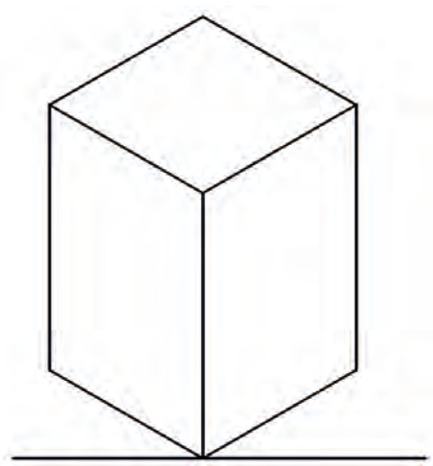
Teknik resimde en sık kullanılan izometrik perspektifte yatay çizgiler genellikle sağa ve sola doğru 30° açıyla çizilir. Dikey çizgiler ise dik olarak gösterilir. Bu yöntemle çizilen parçalarda üç boyut daha düzenli ve anlaşılır görünür (Görsel 5.12).



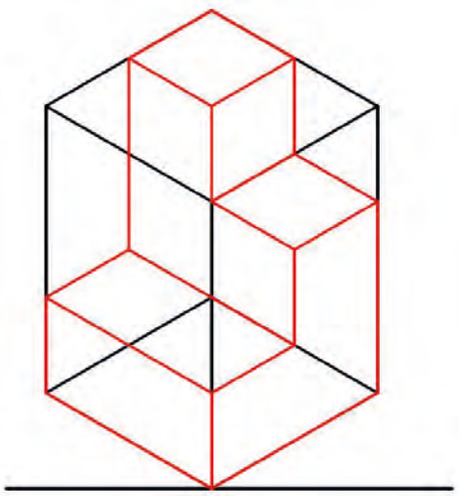
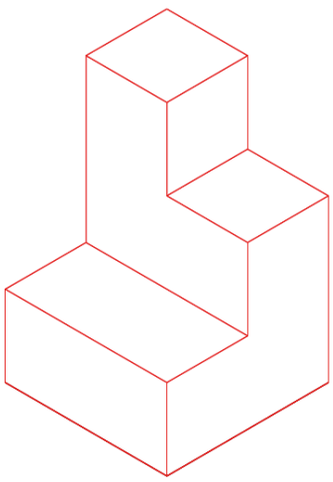
Görsel 5.12: İzometrik eksenler ve izometrik perspektifte çizilmiş parça

zometrik perspektif çizimi yapılırken çizimin düzenli ve anlaşılır olması için Tablo 5.2'deki işlem sırası takip edilir.

Tablo 5.2: İzometrik Perspektif Çizimi

İşlem Sırası	
1. Parçanın genişlik, yükseklik ve derinlik yönleri belirlenir. Delik, kanal, kademe, eğimli yüzey gibi özellikler varsa dikkatle incelenir.	
2. Dikey eksen çizilir.	
3. İzometrik eksenler çizilir. Daha sonra sağa ve sola doğru yatayla 30° açı yapan iki eksen çizilir.	
4. Parçanın dış sınırlarını gösteren yardımcı prizma çizilir. Cismin genişlik, yükseklik ve derinlik ölçüleri izometrik eksenler üzerinde nazikçe işaretlenerek bir dikdörtgen prizma oluşturulur.	

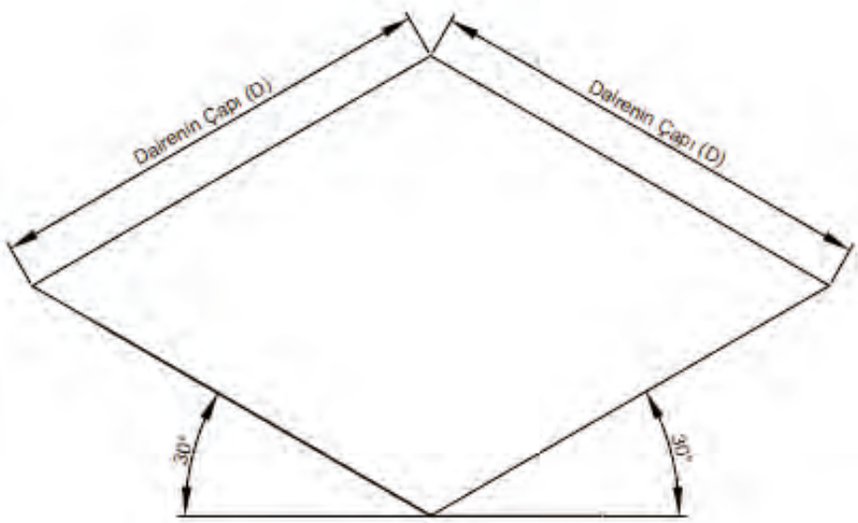
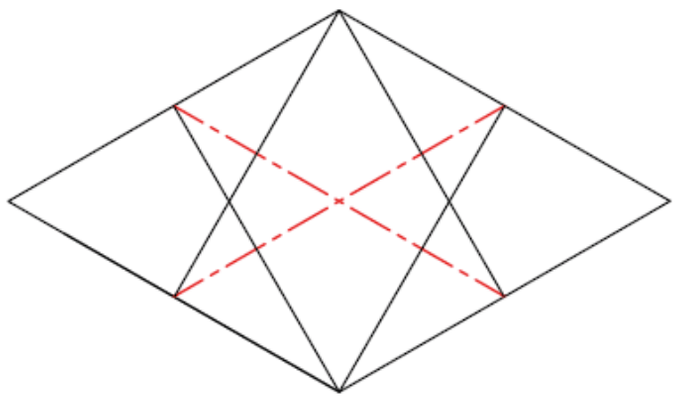
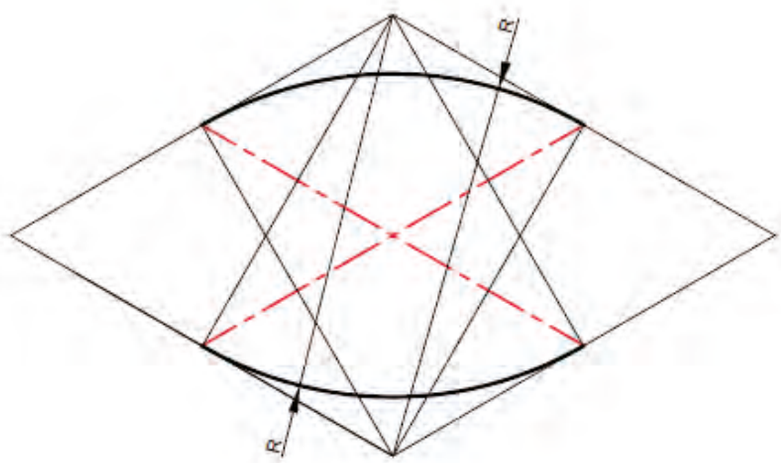
Tablo 5.2: İzometrik Perspektif Çizimi (devamı)

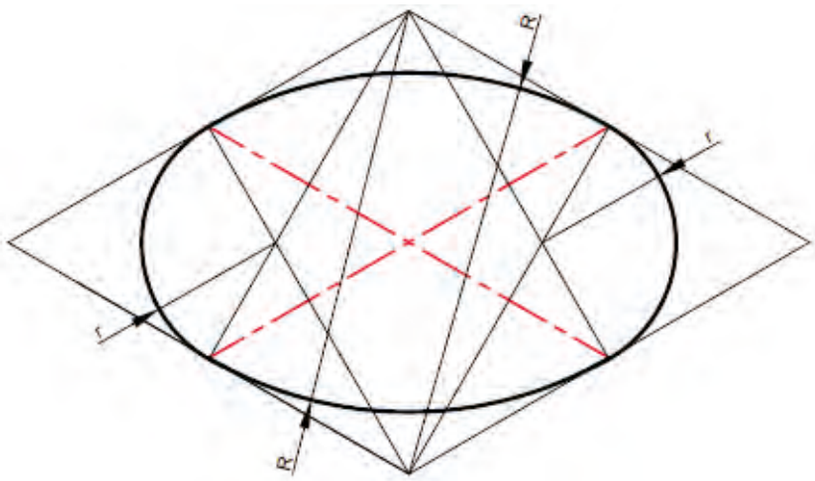
İşlem Sırası	
5. Parçanın ana gövdesi ve detayları sırasıyla çizilir. İşaretlenen noktalar birleştirilerek cismin dış hatları çizilir.	
6. Görünen kenarlar belirginleştirilir. Yardımcı çizgiler silinir, parçanın ana hatları belirginleştirilir.	

İzometrik perspektifte parçanın üzerinde bulunan delik gibi dairesel yüzeyler doğrudan tam yuvarlak çizilmez. İzometrik çizimde cisimlerin yüzeyleri eğik gösterilir. Bu nedenle daireler elips şeklinde görünür. Örneğin bir küpün ön yüzeyinde, üst yüzeyinde veya yan yüzeyinde daire varsa bu daireler izometrik görünüşte farklı yönlere yatmış elipsler şeklinde çizilmelidir.

Üzerinde dairesel bölümler bulunan parçaların izometrik perspektifleri çizilirken **dört merkezli elips yönteminden** yararlanılır. Bu yöntemle çizim yapılırken çizimin düzenli ve anlaşılır olması için Tablo 5.3'teki işlem sırası takip edilir.

Tablo 5.3: Dört Merkezli Elips Yöntemi Adımları

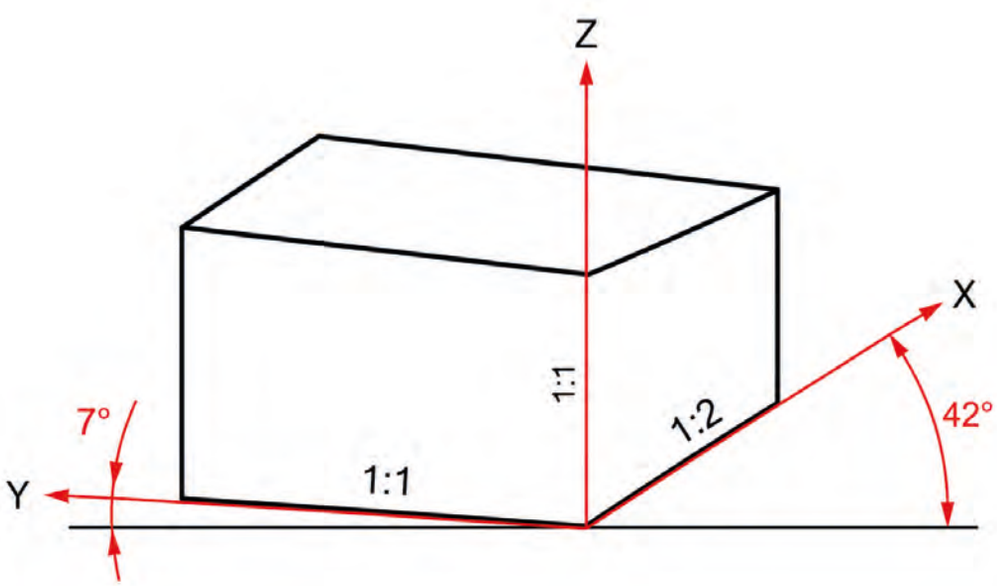
İşlem Sırası	
1. Dairenin çapına eşit ölçüde bir paralelkenar çizilir. Daire bu paralelkenarın içine yerleştirileceği için paralelkenarın konumu dairenin olacağı yerde olmalıdır.	
2. Çizilen paralelkenarın geniş açılı köşelerinden karşı kenarlara dik çizgiler indirilir. Aynı işlem diğer geniş açılı köşe için de yapılır. Böylece elipsin yay merkezleri belirlenir.	
3. Geniş açılı köşeler merkez alınarak büyük yaylar çizilir.	

İşlem Sırası	
4. Belirlenen diğer merkezlerden küçük yarıçaplı yaylar çizilir.	

5.2.2.2. Dimetrik Perspektif

Aksonometrik perspektif çeşitlerinden olan dimetrik, **iki ölçekli** anlamına gelir. Bu perspektif türünde izometrik perspektiften farklı olarak üç eksenden ikisi aynı oranda, üçüncüsü farklı oranda çizilir.

Dimetrik perspektifte dikey kenar ile yatay kenarlardan biri yaklaşık 7°10', diğer yatay kenar ise yaklaşık 41°25' açı yapar. Bu açıların çizimde daha kolay uygulanabilmesi için açılar genellikle 7° ve 42° olarak alınır. Bazı çizimlerde 42° olan açı, gönye ile daha kolay çizilebilmesi için 45° olarak da kullanılabilir. Bu çizim yönteminde geriye doğru giden kenarlar genellikle 1/2 oranında kısaltılarak çizilir (Görsel 5.13). Başka bir ifadeyle derinlik yönündeki ölçü, gerçek ölçüsünün yarısı kadar gösterilir. Böylece cisim kâğıt üzerinde daha dengeli ve anlaşılır görünür. Ancak çizilen perspektif resim ölçülendirilecek ve imalat amacıyla kullanılacaksa tüm kenarlar 1/1 oranında da alınabilir. Bu durumda kenarlar gerçek ölçüsüne göre gösterilir.

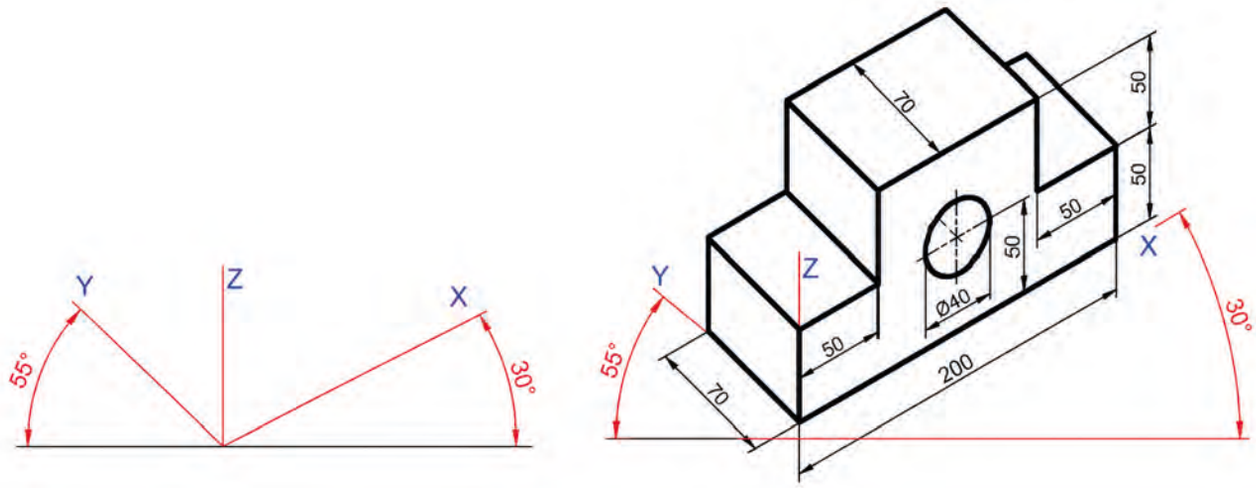


Görsel 5.13: Dimetrik eksenler ve dimetrik perspektif

Dimetrik perspektif, izometrik perspektife göre daha ayrıntılı ve dikkat isteyen bir çizim türüdür. Bu nedenle temel teknik resim çalışmalarında daha az kullanılır. Buna rağmen bazı parçaların üç boyutlu görünüşünü daha uygun şekilde göstermek için dimetrik perspektiften yararlanılabilir.

5.2.2.3. Trimetrik Perspektif

Üç açısı eşit olmayan perspektif çeşididir. Bu çizim yönteminde cisim, izdüşüm düzlemine göre üç eksende de farklı açılarda gösterilir. Bu nedenle eksenlere paralel olan kenarlar, çizimde farklı oranlarda kısalmış gibi görünür (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: Trimetrik eksenler ve trimetrik perspektif

Trimetrik perspektifte her eksendeki kısalma oranı farklıdır. Bu oranların doğru belirlenebilmesi için ayrı ayrı hesaplama yapılması gerekir. Bu durum çizimi zorlaştırır ve daha fazla zaman gerektirir.

Düz kenarlı cisimlerin trimetrik perspektifi çizilebilir. Ancak daire, yay ve kavis gibi yuvarlak şekillerin trimetrik perspektifte çizilmesi daha zordur. Bu nedenle trimetrik perspektif, teknik resimde izometrik ve dimetrik perspektife göre daha az tercih edilir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

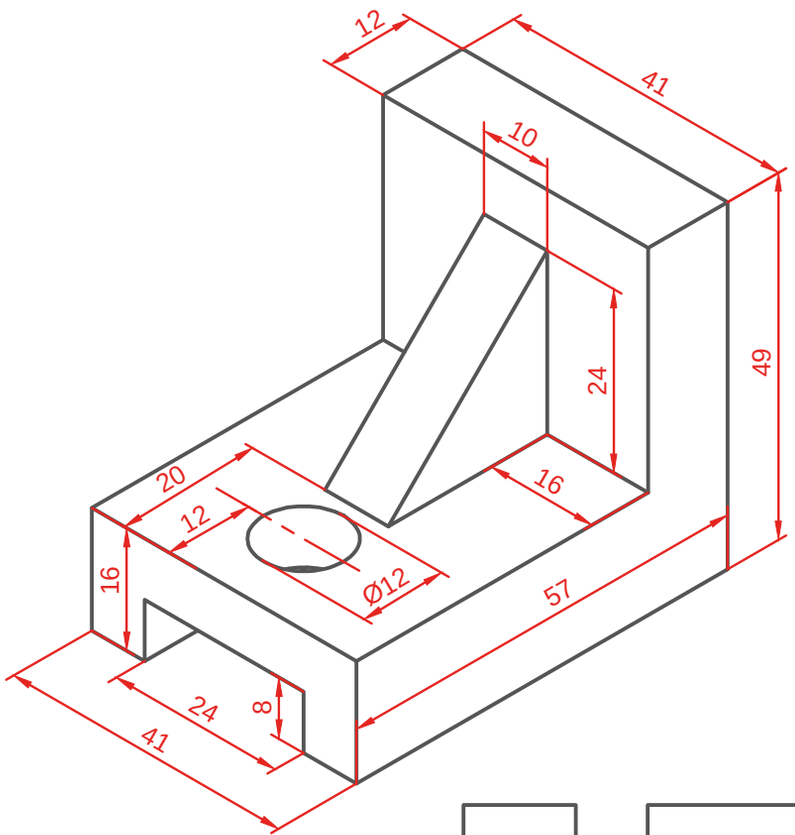
3. .....

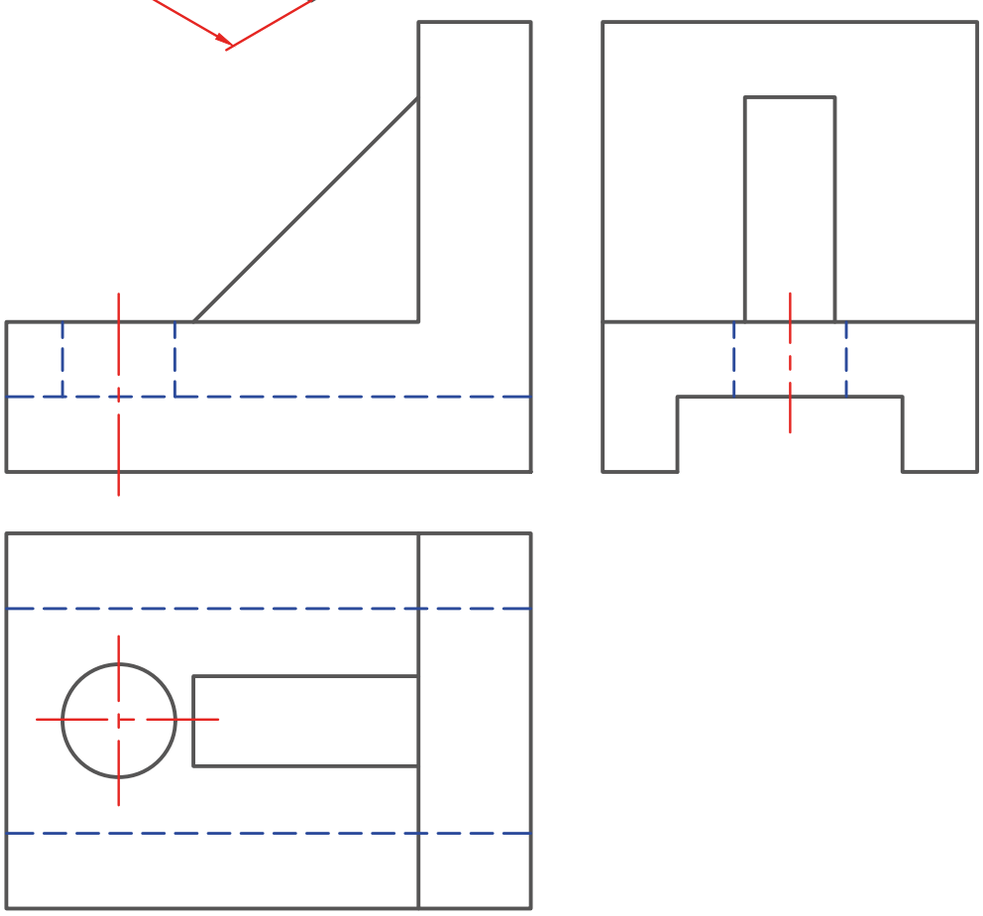
4. .....

Aklıma takılan 1 soru::

.....

Örnek: Aşağıda üç görünüşü ve ölçülendirilmiş izometrik görünüşü verilen iş parçasını inceleyiniz. İş parçasının genişlik, yükseklik ve derinlik ölçülerini dikkate alarak izometrik eksenler üzerinde çizime başlayınız.
Verilen ölçülere uygun olarak parçanın ana gövdesini, ön yüzeydeki kanal boşluğunu, üst yüzeydeki delik detayını, dikey arka yüzeyi ve eğik destek parçasını teknik resim kurallarına uygun biçimde çiziniz.
Çiziminizde yardımcı çizgileri kullanarak parçanın tüm kenarlarını doğru konumlandırınız. Görünmesi gereken kenarları belirginleştiriniz, yardımcı çizgileri temizleyiniz ve iş parçasının izometrik perspektif çizimini eksiksiz olarak tamamlayınız.



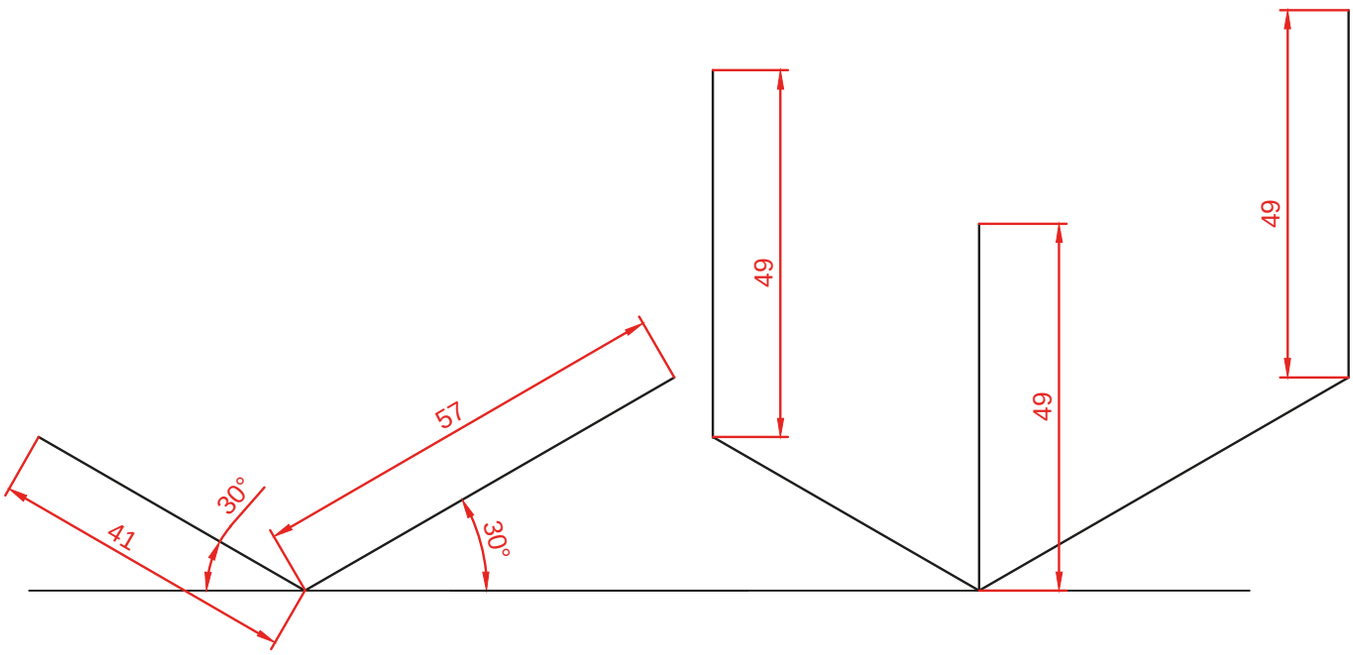


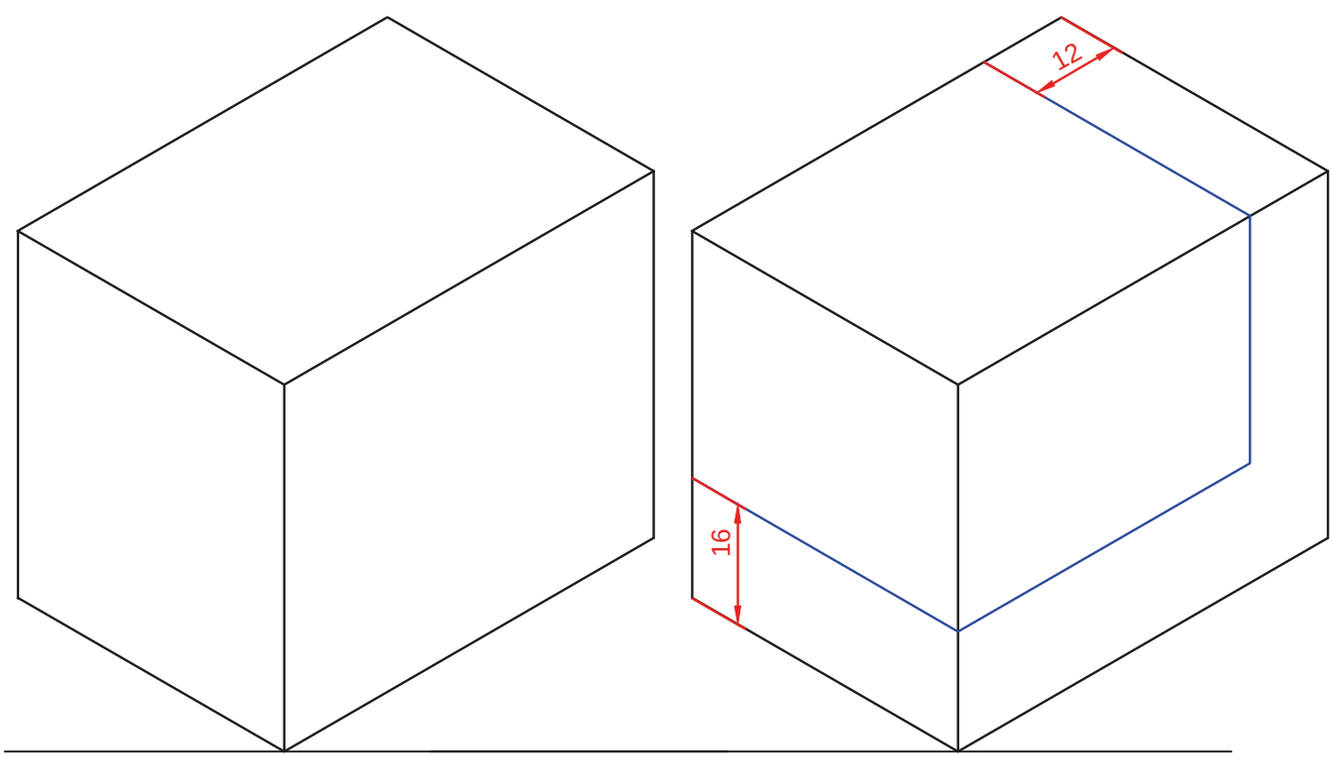
Çizen	Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıf / No.			
Tarih			
Kontrol			Resim / Ödev No. 5.1.a

İzometrik çizime başlamadan önce yatay referans çizgisi belirlenir. Dikey eksen çizilir. Daha sonra sağa ve sola doğru yatayla 30° açı yapan izometrik eksenler oluşturulur. Cismin genişlik, yükseklik ve derinlik ölçüleri bu eksenler üzerinde işaretlenir. İşaretlenen noktalar birleştirilerek temel dikdörtgen prizma formu oluşturulur.

Cismin sağ üst yüzeyinde yer alan kademeli bölüm için üst yüzey üzerinde 12 mm ölçüsü işaretlenir. Bu noktadan aşağı doğru dikey çizgi indirilerek kademe sınırı belirlenir. Ön yüzeyde ise alt kısımda oluşturulacak girinti için 16 mm yüksekliğinde ölçü alınır. Bu ölçüye göre yatay ve dikey yardımcı çizgiler çizilerek çıkarılacak bölümün sınırları gösterilir.

Yardımcı ölçü çizgileri kullanılarak cismin ana hacmi ve kademeli bölümleri doğru oranlarda tamamlanır. Görünmesi gereken kenarlar belirginleştirilir, gereksiz yardımcı çizgiler temizlenir.





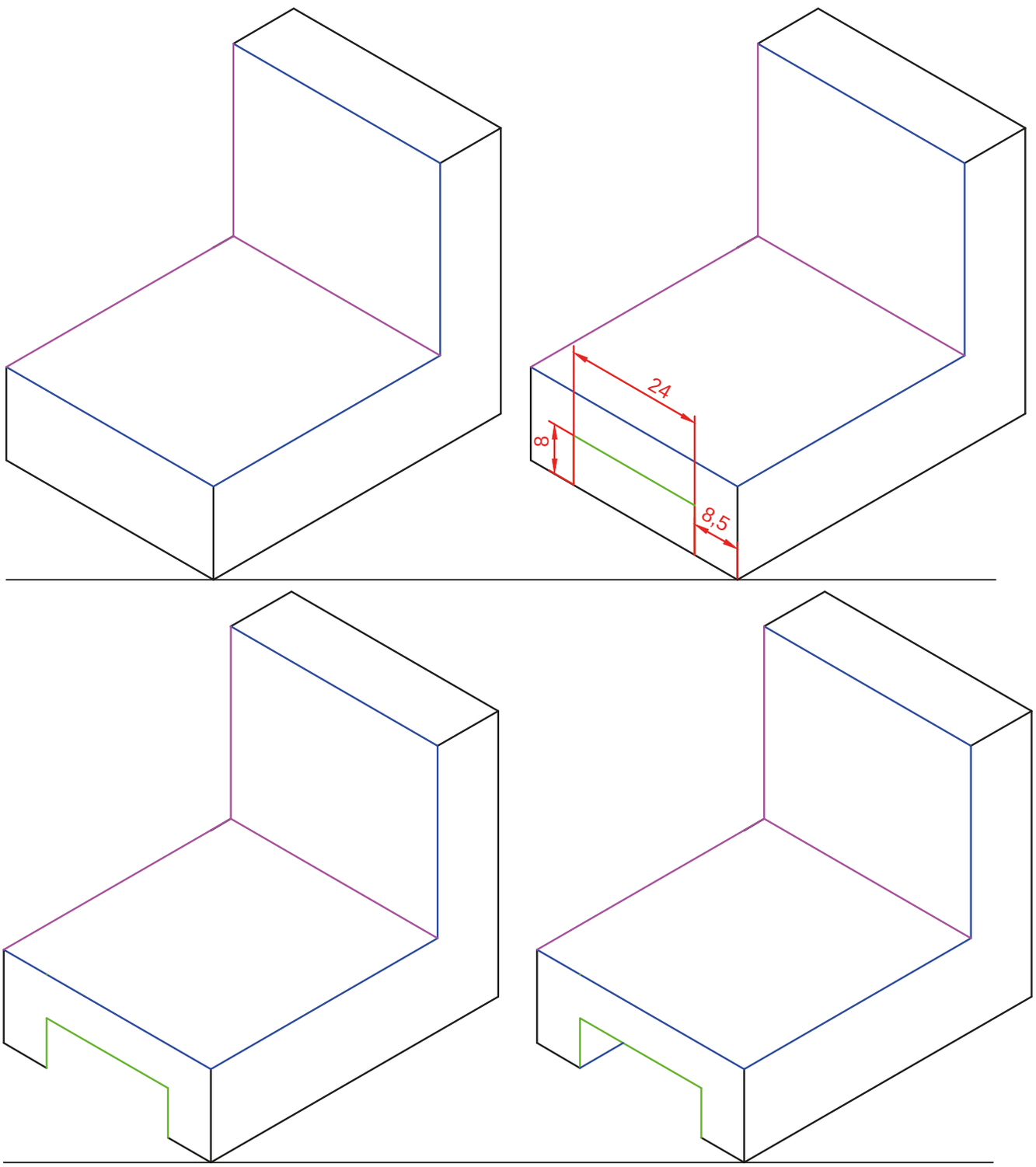
Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	5.1.b

Bir önceki aşamada cismin sağ üst yüzeyinde 12 mm, ön yüzeyinde ise 16 mm ölçüleri işaretlenerek yardımcı çizgiler oluşturulmuştu. Bu aşamada, oluşturulan bu çizgilerin uzantılarına paralel çizgiler çizilir. Böylece cismin ön ve sağ yüzeyinde devam eden yeni sınır çizgileri belirlenir.

Ön yüzeyde işaretlenen 16 mm'lik yükseklik ölçüsü, yeni oluşturulacak düzlemin kalınlığını belirler. Bu ölçüye göre izometrik eksenlere paralel çizgiler çizilerek 16 mm kalınlığında yeni bir düzlem oluşturulur. Pembe çizgilerle gösterilen alan, bu yeni düzlemin sınırlarını ifade eder.

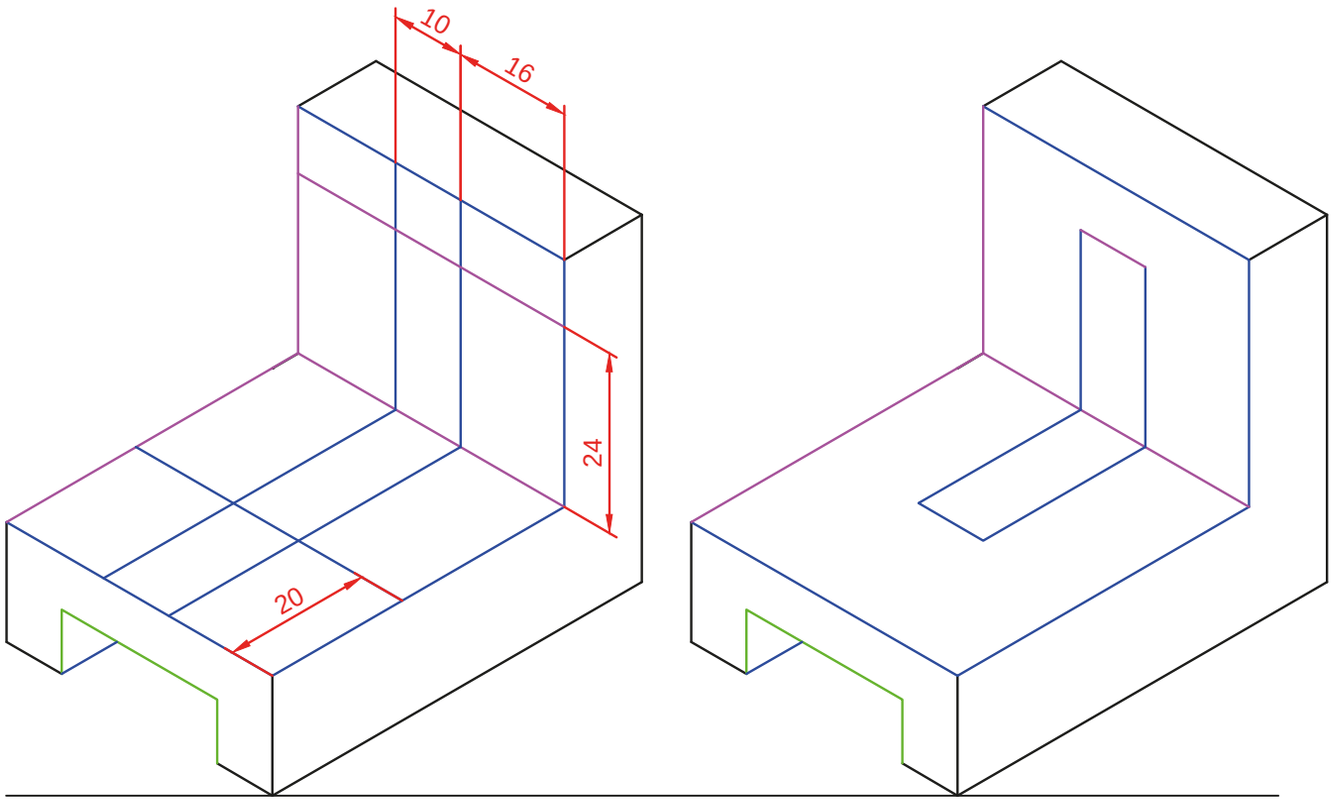
Daha sonra 12 mm ve 16 mm ölçülerinden alınan referans çizgileri birbirine bağlanır. Oluşturulan yeni düzlem, cismin ana gövdesiyle bütünleşecek şekilde tamamlanır. Böylece bir önceki görselde belirlenen yardımcı ölçüler kullanılarak cismin kademeli yüzeyi doğru konumda oluşturulmuş olur.

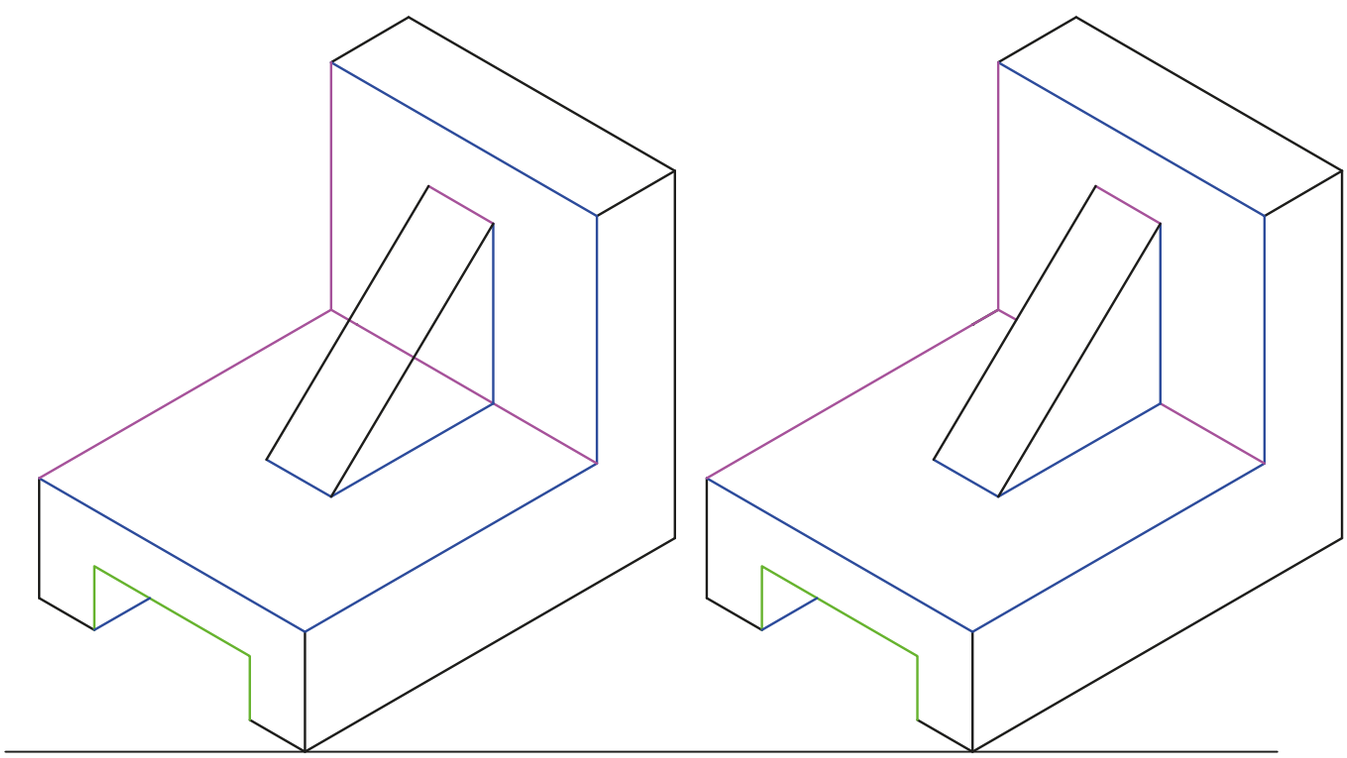
Temel prizma oluşturulduktan sonra cismin ön yüzeyinde bulunan kanal bölgesi belirlenir. Ön yüzey üzerinde kanalın genişliği ve yüksekliği ölçülere uygun şekilde işaretlenir. İşaretlenen noktalar izometrik eksenlere paralel çizgilerle birleştirilir. Kanalın iç kenarları çizilerek çıkarılacak bölüm belirginleştirilir. Gereksiz yardımcı çizgiler temizlenir ve kanal boşluğu çizim üzerinde net olarak gösterilir.



Çizen		Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.					
Tarih					
Kontrol				Resim / Ödev No.	5.1.c

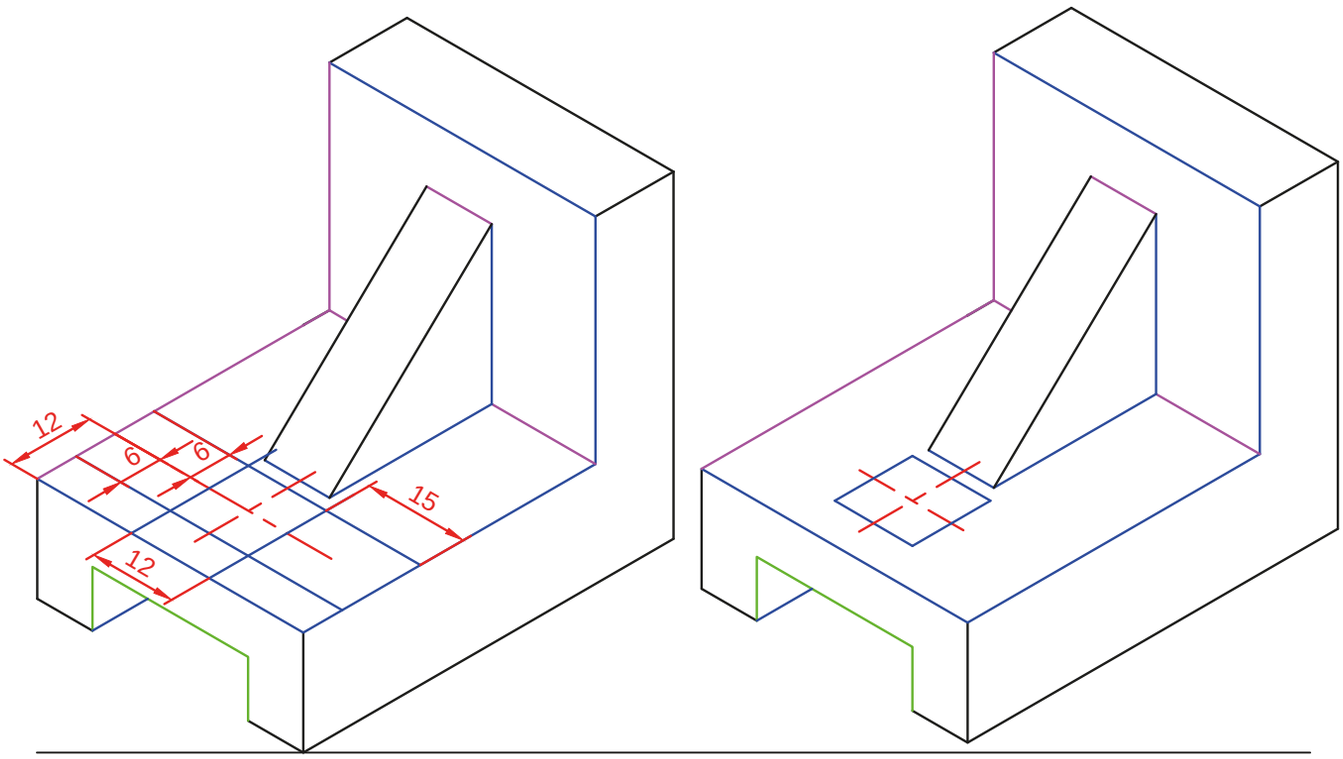
Cismin arka kısmında yer alan dikey yükselti ve yüzey detayları belirlenir. Yükselti yüksekliği, genişliği ve derinliği ölçülere uygun biçimde izometrik eksenler üzerinde işaretlenir. Ön yüzeydeki kanal çizimi korunarak dikey yüzeylerin kenarları tamamlanır. Daha sonra eğik destek parçasının yerleşeceği alan belirlenir. Destek parçasının taban ve üst bağlantı noktaları işaretlenerek eğik yüzeyin ana hatları çizilir.

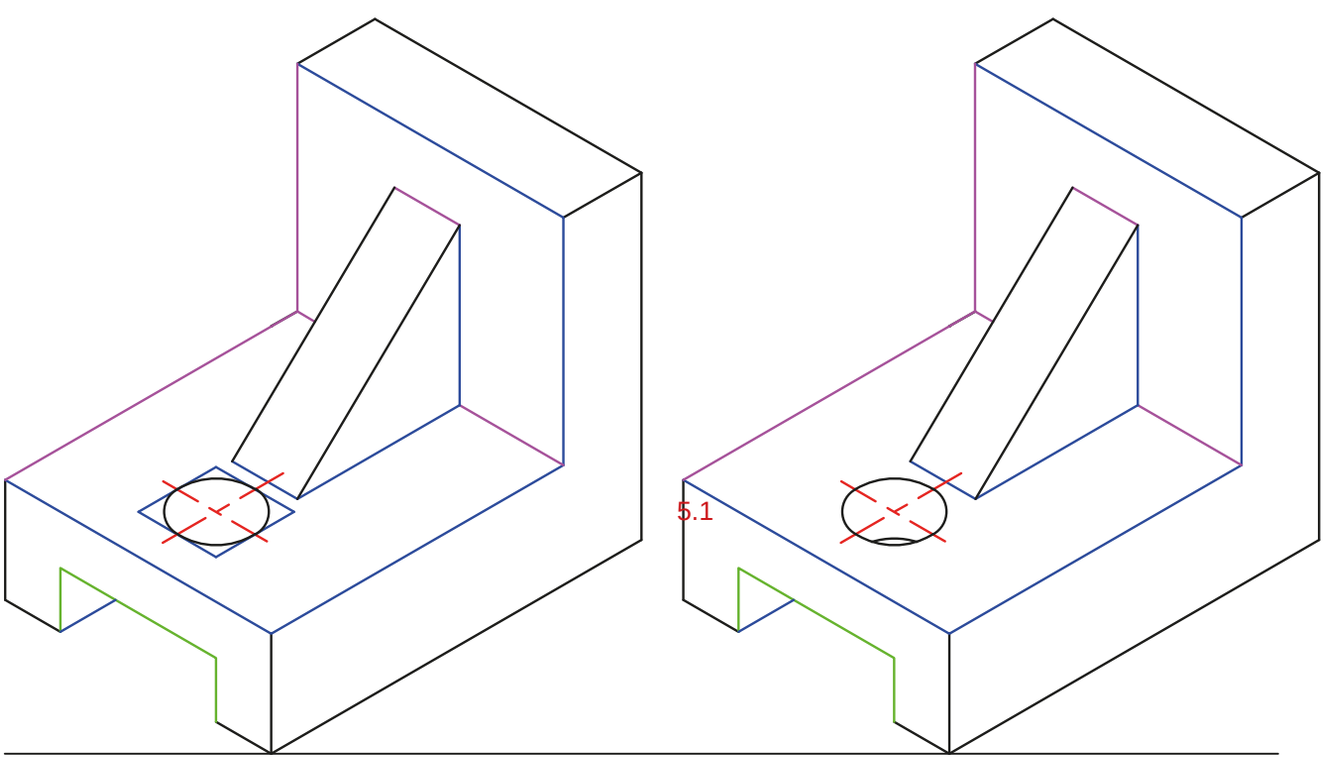




Çizen	Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıf / No.			
Tarih			
Kontrol			Resim / Ödev No. 5.1.ç

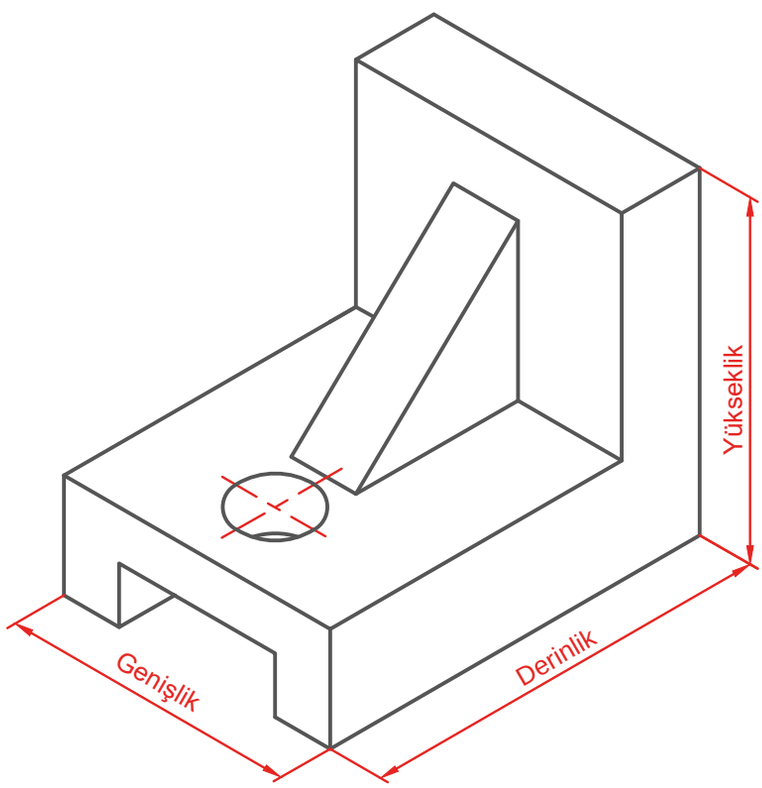
Eğik destek parçası tamamlandıktan sonra üst yüzeyde yer alan delik merkezi belirlenir. Delik için gerekli ölçüler üst yüzey üzerinde işaretlenir. İzometrik düzlem üzerinde deliğin çevresi yardımcı çizgilerle oluşturulur. Dairenin izometrik görünüşü elips şeklinde çizilir. Delik iç kenarları belirginleştirilir. Çizimdeki yardımcı çizgiler temizlenerek delik ve eğik destek parçası net hâle getirilir.





Çizen	Ölçek	Konu:	Okul Adı:
Sınıf / No.			
Tarih			
Kontrol			Resim / Ödev No. 5.1.d

Çizimin son aşamasında cismin tüm dış hatları kontrol edilir. Görünmesi gereken kenarlar kalın ve sürekli çizgiyle belirginleştirilir. Kanal, eğik destek parçası ve delik detayları teknik resim kurallarına uygun biçimde tamamlanır. Yardımcı çizgiler silinir. Ölçü ve oranların izometrik eksenlere uygunluğu kontrol edilir. Böylece iş parçasının izometrik perspektif çizimi temiz, okunabilir ve eksiksiz şekilde tamamlanır.



5.1

Çizen	Ölçek	Konu:	Okul Adı:	
Sınıf / No.				
Tarih				
Kontrol			Resim / Ödev No.	5.1.e

2. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Makine Parçasının Perspektif Çizimini Yapma
Amaç	Verilen makine parçasının izometrik perspektifini çizmek
Süre	1 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmamız değerlendirme formu kullanılarak değerlendirilecektir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek bir makine parçasının perspektif çizimini oluşturunuz.

Uygulama Adımları

1. Görselde 5.15'te verilen makine parçasının genel biçimini, kademelerini, girintisini, iç boşluğunu ve deliğini inceleyiniz. Parçanın toplam ölçülerinin **70 mm uzunluk, 60 mm genişlik ve 40 mm yükseklik** olduğunu belirleyiniz.
2. Çizime başlamadan önce sayfa 362'de verilen izometrik perspektif çizim örneğini inceleyiniz. Çalışmanız sırasında bu örnekte açıklanan çizim yönteminden ve işlem sırasından yararlanınız.
3. Parçanın çizim kâğıdı üzerindeki yerleşimini planlayınız. Yatay referans çizgisini çizerek başlangıç noktasını belirleyiniz.
4. Başlangıç noktasından sağa ve sola doğru yatayla **30° açı yapan izometrik eksenleri ve düşey ekseni** ince çizgilerle çiziniz.
5. İzometrik eksenlerin birinde **70 mm**, diğerinde **60 mm** ölçüsünü işaretleyiniz. İşaretlenen noktalardan eksenlere paralel çizgiler çizerek parçanın taban düzlemini oluşturunuz.
6. Tabanın köşe noktalarından yukarı doğru **40 mm** uzunluğunda düşey çizgiler çiziniz. Bu çizgilerin üst noktalarını izometrik eksenlere paralel çizgilerle birleştirerek parçayı çevreleyen ana prizmayı tamamlayınız.
7. Ana prizmanın üst yüzeyinde, sağ taraftaki kademeli bölümün başlangıcını belirlemek için ilgili kenar üzerinde **30 mm** ölçüsünü işaretleyiniz.
8. İşaretlenen noktadan aşağıya doğru **10 mm** düşey çizgi çiziniz. Bu noktadan izometrik eksenlere paralel çizgiler çizerek üst bölümün kademe seviyesini belirleyiniz.
9. Parçanın ön-sol bölümünde oluşturulacak iç boşluğun üst sınırını belirlemek için ilgili düşey kenar üzerinde **30 mm** ölçüsünü işaretleyiniz.
10. İç boşluğun uzunluk yönündeki sınırını oluşturmak için alt kenar üzerinde **40 mm** ölçüsünü işaretleyiniz. İşaretlenen noktalardan düşey ve izometrik eksenlere paralel yardımcı çizgiler çiziniz.
11. İç boşluğun üst kısmındaki düşey yüzeyi oluşturmak için **20 mm** yüksekliği işaretleyiniz. Bu noktadan izometrik eksenlere paralel çizgiler çizerek iç yüzeyin sınırlarını belirleyiniz.
12. Parçanın alt iç tabanını oluşturmak için ilgili izometrik doğrultuda **30 mm** ölçüsünü işaretleyiniz. İşaretlenen noktaları birleştirerek iç boşluğun taban ve yan sınırlarını çiziniz.
13. Sağ taraftaki kademeli çıkıntının üst yüzeyini oluşturmak için ilgili kenar üzerinde **15 mm** ölçüsünü işaretleyiniz.
14. İşaretlenen noktadan aşağıya doğru **10 mm** düşey çizgi çiziniz. Bu noktadan izometrik eksenlere paralel çizgiler çizerek sağ üst kademeyi tamamlayınız.
15. Sağ taraftaki alt bölümün yüksekliğini **20 mm** olarak işaretleyiniz. Bu yüksekliğe göre bölümün üst, ön ve yan yüzeylerini oluşturunuz.

2. UYGULAMA

16. Orta bölümdeki iç kademenin yüksekliğini **20 mm** olarak belirleyiniz. İç kademenin düşey yüzeyini ve bu yüzeye bağlanan yatay kenarları çiziniz.

17. Sol iç yüzey, alt iç taban, orta kademe ve sağ taraftaki kademeli bölümün kenarlarını izometrik eksenlere paralel çizgilerle birleştirerek parçanın iç yapısını tamamlayınız.

18. Sol yan yüzde bulunan girintinin düşey konumunu belirlemek için üst kenardan **15 mm**, alt bölümden **25 mm** ölçülerini işaretleyiniz.

19. Girintinin içeriye doğru olan ölçüsünü **10 mm** olarak işaretleyiniz. İşaretlenen noktaları birleştirerek sol yan yüzdeki girintiyi oluşturunuz.

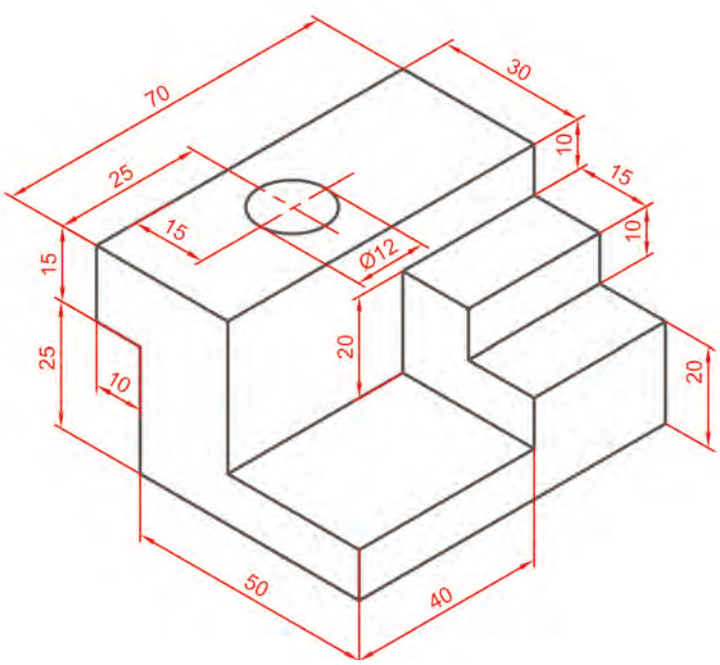
20. Üst yüzeyde bulunan deliğin merkezini belirlemek için ilgili kenarlardan **25 mm** ve **15 mm** ölçülerini işaretleyiniz.

21. Belirlenen merkezde **Ø12 mm** çapındaki deliğin yardımcı izometrik karesini çiziniz. Karenin içine izometrik daireyi elips biçiminde yerleştiriniz.

22. Parçanın dış sınırlarını, iç boşluğunu, kademelerini, yan yüzeydeki girintiyi ve deliğin konumunu görseldeki izometrik perspektifle karşılaştırınız.

23. Özellikle **70, 60, 40, 30, 25, 20, 15, 10 mm ve Ø12 mm** ölçülerinin doğru yerleştirildiğini kontrol ediniz.

24. Görünür kenarları kalın sürekli çizgiyle belirginleştiriniz. Gereksiz yardımcı çizgileri silerek izometrik perspektif çizimini tamamlayınız.



Görsel 5.15: İzometrik perspektif

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.

Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

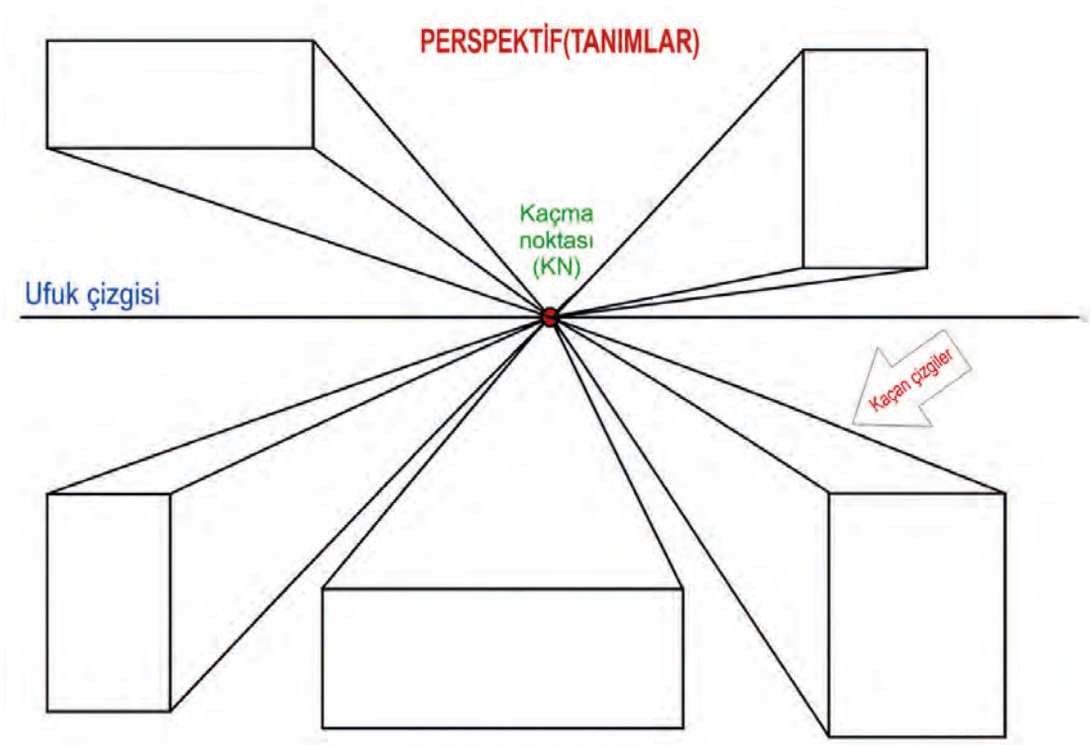
5.2.3. Merkezî Perspektif

Cisimlerin gözün gördüğü şekle daha yakın olarak çizildiği perspektif türüne **merkezî perspektif** adı verilir. **Konik** perspektif olarak da adlandırılır. Uzayıp giden bir yolun ortasından bakıldığında yol ve yandaki ağaçlar ileride birleşiyormuş gibi görünür. Gözün bulunduğu yere **bakış noktası**, yolun birleşiyormuş gibi göründüğü noktaya **kaçış noktası** ve bu noktadan geçen yatay doğruya **ufuk çizgisi** denir. Merkezî perspektifte yakında bulunan bölümler daha büyük, uzakta kalan bölümler ise daha küçük görünür. Derinlik etkisi güçlü bir perspektif türüdür. Mimarlık, iç mekân tasarımı, mobilya tasarımı, endüstriyel tasarım ve görsel sanatlarda sıkça kullanılır.

Merkezî perspektif; bir noktalı, iki noktalı ve üç noktalı olarak sınıflandırılır.

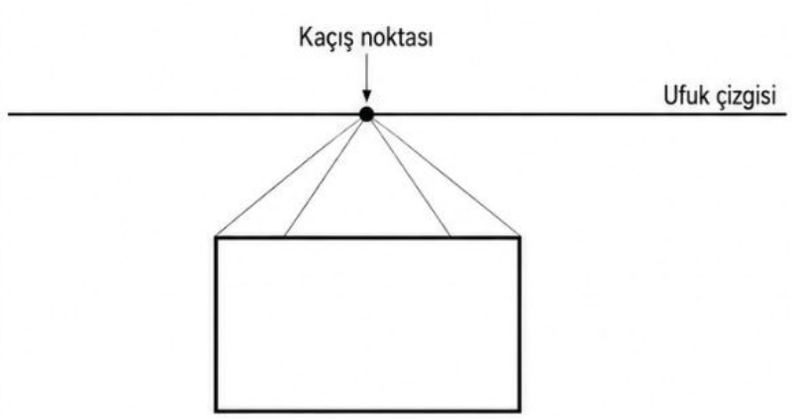
5.2.3.1. Bir Noktalı Perspektif

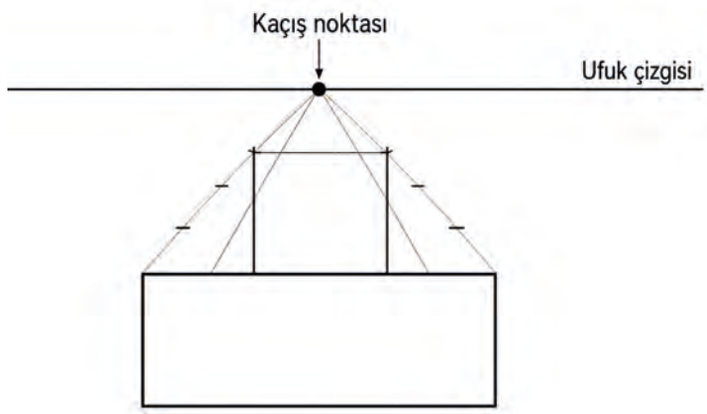
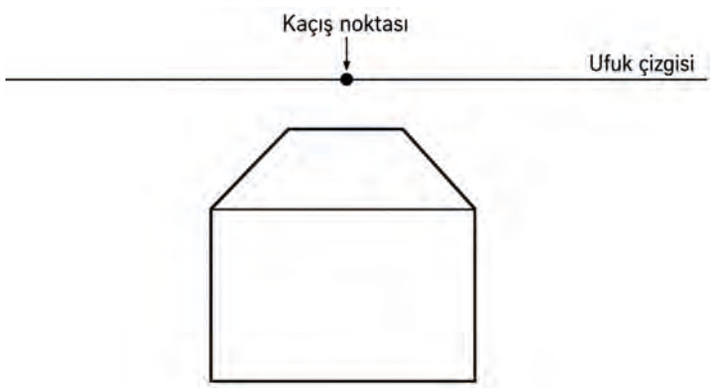
Cismin bakış açısına paralel olan yüzeyleri aynı şekildeyken arkaya doğru uzanan çizgilerin tek bir merkezde birleştiği perspektif türüne **bir noktalı perspektif** denir. **Tek kaçışlı perspektif** olarak da anılır. Cismin genişliğini gösteren çizgiler ufuk çizgisine her zaman paraleldir. Yüksekliği gösteren çizgiler 90° dir ve sayfa kenarlarına paraleldir. Derinliği gösteren çizgiler kaçış noktasına doğru birleşir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Bir noktalı perspektif

İşlem Sırası	
1. Çizime başlanırken kâğıt üzerine ufuk çizgisi çizilir.	Ufuk çizgisi

2. Ufuk çizgisinin üzerinde kaçış noktası belirlenir.	
3. Çizimin ufuk çizgisine göre konumu belirlenir ve ön yüz çizilir.	
4. Cismin köşelerinden kaçış noktasına çizgiler çizilir.	

5. Ölçüsüne uygun derinlikler işaretlenir ve çizilir.	
6. Dış çizgiler belirginleştirilir ve yardımcı çizgiler silinerek çizim tamamlanır.	

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

Aklıma takılan 1 soru::

.....

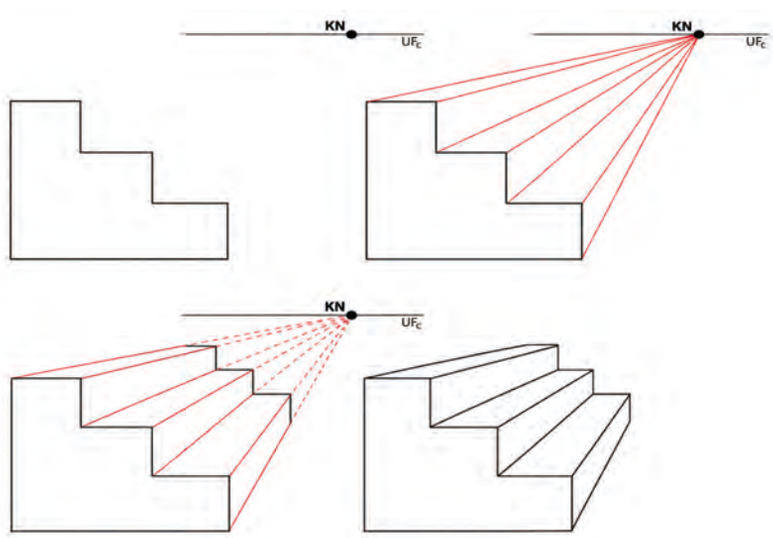
3. UYGULAMA

Uygulamanın Adı	Makine Parçasının Perspektif Çizimini Yapma
Amaç	Verilen şekli tek kaçışlı perspektif tekniğiyle çizimini yapmak
Süre	1 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmamız değerlendirme formu kullanılarak değerlendirilecektir.

Yönerge: Uygulama adımlarını takip ederek verilen şeklin perspektif çizimini oluşturunuz.

Uygulama Adımları

1. Size verilen şekli dikkatlice inceleyiniz (Görsel 5.16).
2. Kâğıdınızı yatay konumda yerleştiriniz.
3. Kâğıdın üst kısmına yakın bir yere ufuk çizgisi çiziniz.
4. Ufuk çizgisinin üzerinde bir kaçış noktası belirleyiniz.
5. Çizim alanı belirleyerek cismin ön yüzünüz çiziniz.
6. Yardımcı çizgileri, cismin köşelerinden kaçış noktasına doğru nazikçe çiziniz.
7. Yardımcı çizgilerin üzerine cismin derinlik ölçüsünü işaretleyiniz.
8. İşaretlediğiniz noktalardan dikey ve yatay çizgiler çizerek cismin tüm kenarlarını tamamlayınız.
9. Cismin görünen kenarlarını belirginleştiriniz.
10. Yardımcı çizgileri silerek çizimi tamamlayınız.
11. Çizdiğiniz perspektif resmi inceleyerek parçanın üç boyutlu biçiminin doğru anlaşılıp anlaşılmadığını değerlendiriniz. Eksik veya hatalı bölümleri belirleyerek çiziminizde gerekli düzeltmeleri yapınız.



Görsel 5.16: Tek kaçışla perspektif adımları

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

5.2.3.2. İki Noktalı Perspektif

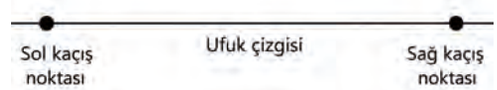
İki noktalı perspektif, cismin iki farklı yönde derinlik gösterecek şekilde çizildiği merkezî perspektif türüdür. Bu yöntemde cismin ön köşesi cisme bakan kişiye dönük olacak şekilde düşünülür. Cismin sağa ve sola doğru uzaklaşan kenarları, ufuk çizgisi üzerinde bulunan iki ayrı kaçış noktasına yöneltilir. **Çift kaçışlı perspektif** olarak da bilinir.

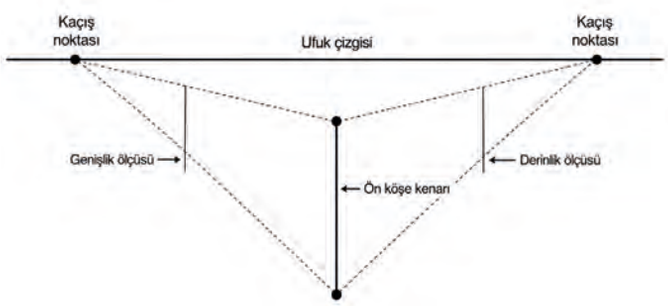
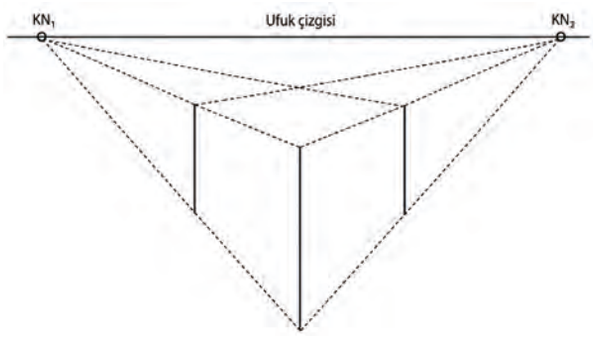
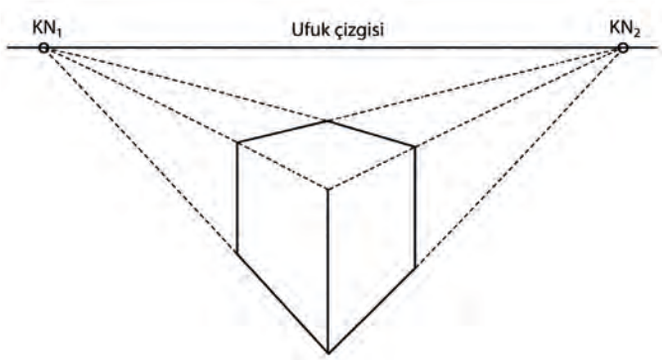
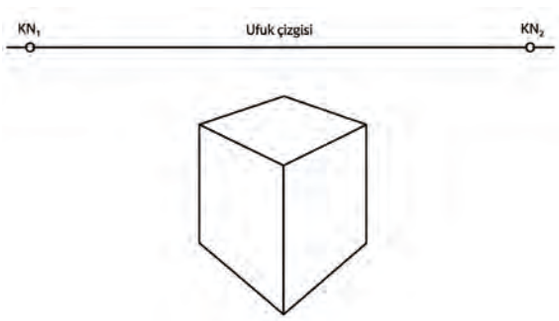
İki noktalı perspektifte yalnızca düşey kenarlar dik çizilir. Düşey kenarlar kaçış noktasına gitmez. Cismin sağa doğru giden kenarları bir kaçış noktasına, sola doğru giden kenarları ise diğer kaçış noktasına doğru çizilir. Böylece cisim, kâğıt üzerinde daha gerçekçi ve derinlikli görünür.

Bu perspektif türü özellikle bina, köprü, baraj, sokak görünümü, mobilya ve kutu biçimli ürünlerin çiziminde kullanılır. Cismin iki yan yüzeyinin de görünmesi istendiğinde iki noktalı perspektiften yararlanılır.

İki noktalı perspektif çizimin işlem sıralaması Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.5: İki Noktalı Perspektif Çizimi

İşlem Sırası	
1. Ufuk çizgisi çizilir.	
2. Ufuk çizgisi üzerinden iki kaçış noktası belirlenir.	
3. Cismin ön köşe kenarı çizilir.	
4. Çizilen düşey çizginin iki ucundan kaçış noktalarına doğru yardımcı çizgiler çizilir.	

5. Cismin genişlik ve derinlik ölçüleri belirlenir.	
6. Yan düşey kenarlar çizilir.	
7. Üst ve alt kenarlar kaçış noktalarına göre tamamlanır.	
8. Dış çizgiler belirginleştirilir ve yardımcı çizgiler silinir.	

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....

2. .....

3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....

2. .....

3. .....

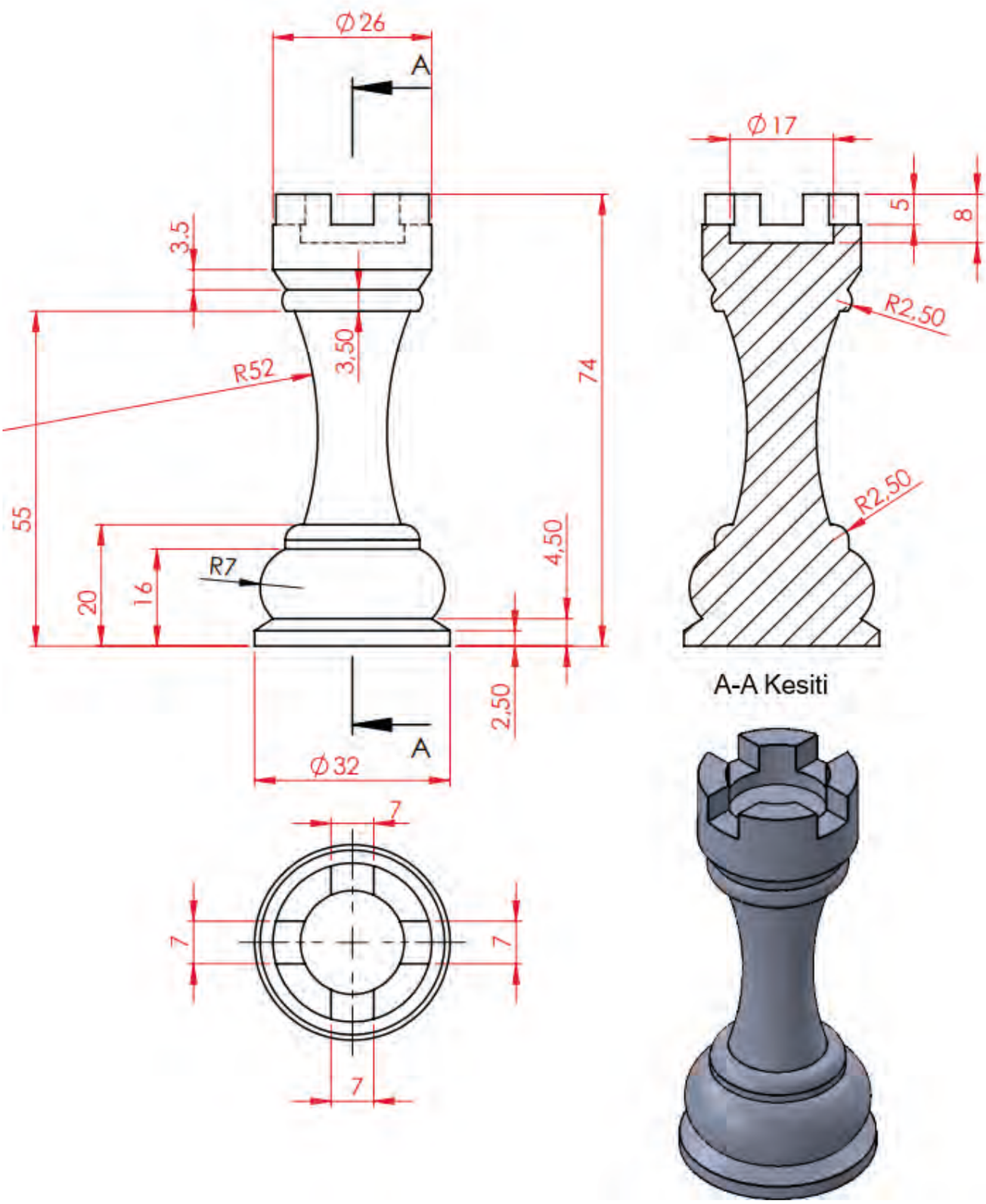
4. .....

Aklıma takılan 1 soru::

.....

5.3. İMALAT RESMİ ÇİZİMİ

Bir iş parçasının üretilebilmesi için gerekli tüm bilgileri eksiksiz olarak üzerinde bulunduran teknik resimlere **imalat resmi** denir. İmalat resmi, **yapım resmi** olarak da adlandırılır. Yapım resimleri, parçanın üretim sürecinde imalatçıya yol gösteren temel teknik belgelerdir (Görsel 5.17).



Görsel 5.17: İmalat resmi örneği

Birden fazla parçadan oluşan makine veya sistemlerde her parçanın ayrı ayrı üretilmesi gerekir. Bu nedenle montaj resimlerinin yanında her parçaya ait imalat resimleri de hazırlanır. İmalat resimleri; parçanın biçimini, ölçülerini, yüzey özelliklerini, toleranslarını ve üretim için gerekli diğer açıklamaları içerir.

Standart olarak temin edilen hazır parçalar için genellikle yapım resmi çizilmez. Ancak özel olarak üretilecek parçalar için yapım resmi hazırlanması zorunludur.

5.3.1. İmalat Resminde Bulunması Gereken Özellikler

İmalat resmi; üretimi yapılacak parçayı açık, anlaşılır ve eksiksiz biçimde tanıtmalıdır. Bu nedenle yapım resminde şu özelliklere yer verilmelidir:

- Parçayı tanıtacak yeterli sayıda görünüş çizilmelidir.
- Parçanın iç kısımlarını daha anlaşılır göstermek için gerekli durumlarda kesit alma yöntemleri kullanılmalıdır.
- Gerekli ölçüler parça üzerinde doğru ve eksiksiz biçimde verilmelidir.
- Gerekli toleranslar ve yüzey işleme işaretleri uygun yerlere yerleştirilmelidir.
- Üretim sırasında ihtiyaç duyulabilecek açıklamalar ve ek bilgiler resim üzerinde belirtilmelidir.
- Resim anteti, parça ve üretim bilgilerini içerecek şekilde düzenlenmelidir.

5.3.1.1. Görünüş Çıkarma

Yapım resminde görünüşler, parçanın biçimini üreticiye en iyi şekilde anlatacak biçimde seçilmelidir. Görünüş çıkarılırken amaç, parçanın bütün geometrik özelliklerini en az görünüşle ve en açık biçimde ifade etmektir.

Görünüş çıkarma işleminde şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Parçanın çalışma konumu ve duruşu dikkate alınarak bakış doğrultusu belirlenmelidir.
- Parçayı en iyi anlatan görünüş, ön görünüş olarak seçilmelidir.
- Parçanın şekline ve yapısına göre kaç görünüş çizileceği belirlenmelidir.
- Parçanın ölçülerine uygun kâğıt boyutu ve ölçek seçilmelidir.
- Görünüşlerin kâğıt üzerindeki yerleşimi düzenli ve dengeli olmalıdır.
- Görünüşler arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Çizimler önce ince çizgilerle oluşturulmalı, kontrol edildikten sonra gerekli çizgiler kalınlaştırılmalıdır.

5.3.1.2. Kesit Alma

Parçaların dış görünüşleri, her zaman iç yapıları hakkında yeterli bilgi vermeyebilir. Özellikle delik, kanal, boşluk, oyuk ve benzeri iç kısımların bulunduğu parçalarda kesit görünüşlerden yararlanılır.

Kesit alma yöntemi, parçanın belirli bir düzlemle kesildiği varsayılarak iç yapısının görünür hâle getirilmesi esasına dayanır. Bu yöntem, parçanın iç ayrıntılarının daha açık ve anlaşılır biçimde gösterilmesini sağlar.

- Kesit alma işleminde şu noktalara dikkat edilmelidir:
- Kesit görünüş, parçanın yapısını en iyi açıklayacak yerden alınmalıdır.
- Kesit alma işlemi, ölçülendirme ve yüzey işleme işaretlerinin yerleştirilmesini kolaylaştırmalıdır.
- Gereksiz görünüş çiziminden kaçınılarak resmin daha sade ve okunabilir olması sağlanmalıdır.
- Kesit görünüşlerde ilgili standartlara uygun çizgi, tarama ve gösterim kuralları uygulanmalıdır.
- Kesit alma işlemlerinde teknik resim standartlarına uyulmalıdır.

5.3.1.3. Ölçülendirme

Yapım resmi hazırlanacak parçaların istenilen boyutlarda üretilebilmesi için ölçülendirme işlemi teknik resim kurallarına uygun olarak yapılmalıdır. Ölçülendirme; parçanın gerçek boyutları, biçimi ve üretim özellikleri hakkında gerekli bilgileri verir.

Hassas ve doğru bir ölçülendirme yapılabilmesi için parçanın üretim yöntemi, işlem sırası ve kullanım amacı dikkate alınmalıdır. Ölçüler verilirken geometrik elemanların konumları, girinti ve çıkıntıların durumu, markalama işlemleri ve imalat yöntemi göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapım resmi ölçülendirilirken şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Parçanın en, boy ve yükseklik ölçüleri eksiksiz verilmelidir.
- Delik, kanal, girinti ve çıkıntı gibi elemanların parça üzerindeki konumlarını belirten ölçüler gösterilmelidir.
- İmalatçının üretim sırasında ayrıca hesaplama yapmasına gerek bırakmayacak şekilde ölçülendirme yapılmalıdır.
- Ölçüler, görünüşler üzerinde açık ve okunabilir biçimde yerleştirilmelidir.
- Aynı ölçü gereksiz yere tekrar edilmemelidir.
- Ölçülendirme yapılırken ilgili teknik resim standartları esas alınmalıdır.

5.3.1.4. Toleranslar

Üretim sırasında parçaların ölçülerinde, şekillerinde veya konumlarında küçük farklılıklar ortaya çıkabilir. Bu farklılıkların kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasını sağlamak için tolerans değerleri kullanılır.

Tolerans, bir parçanın ölçü veya geometrik özelliğinde izin verilen en büyük ve en küçük sınır değerleri ifade eder. Teknik olarak hiçbir parçanın tamamen hatasız ve kusursuz üretilmesi mümkün değildir. Bu nedenle üretilecek parçaların kullanım amacına uygun çalışabilmesi için gerekli tolerans değerleri yapım resminde belirtilmelidir.

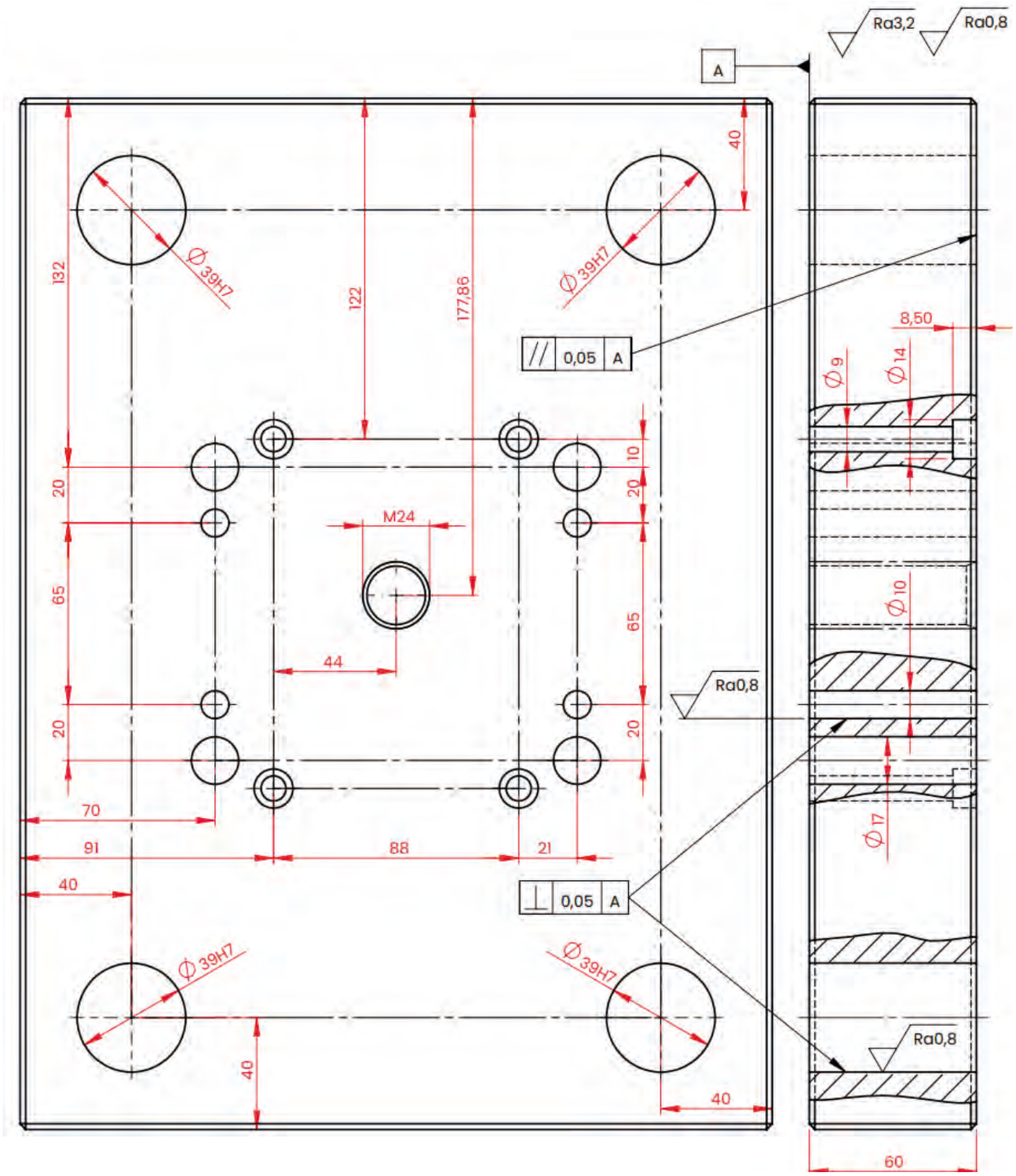
Toleranslar belirlenirken parçanın görevi, çalışma şartları, montaj ilişkileri ve üretim yöntemi dikkate alınmalıdır. Birbirine takılacak veya birlikte çalışacak parçalarda boşluk, sıkılık ya da geçme durumuna göre uygun tolerans değerleri seçilmelidir.

Şekil ve konum toleransları ise parçanın geometrik doğruluğunu sağlamak amacıyla kullanılır. Bu toleranslar; parçanın düzlüğü, daireselliği, paralelliği, dikliği, eş merkezliliği gibi özelliklerinin kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasını sağlar.

5.3.1.5. Yüzey İşleme İşaretleri

Makine parçaları döküm, dövme, talaş kaldırma, kesme, taşlama ve benzeri farklı imalat yöntemleriyle üretilebilir. Bu yöntemler sonucunda parça yüzeylerinde farklı yüzey kaliteleri oluşur. Yapım resminde parçanın hangi yüzeylerinin hangi yöntemle ve hangi kalitede işleneceği açık biçimde belirtilmelidir (Görsel 5.18). Her yüzeye ayrı ayrı yüzey işleme işareti verilmesi resmin okunmasını zorlaştırabilir. Bu nedenle aynı yüzey kalitesine sahip yüzeyler için ortak gösterimlerden yararlanılabilir.

Yüzey işleme işaretleri, üreticiye parçanın yüzey pürüzlülüğü ve işleme yöntemi hakkında bilgi verir. Parça üzerinde kullanılan özel yüzey işleme işaretleri ilgili yüzeylere yerleştirilir. Genel yüzey kalitesi ise çoğunlukla resim üzerinde ortak bir gösterimle belirtilir. Gerekli durumlarda bu bilgiler parantez içinde açıklanarak verilebilir.



Görsel 5.18: Yüzey işleme işaretleri örneği

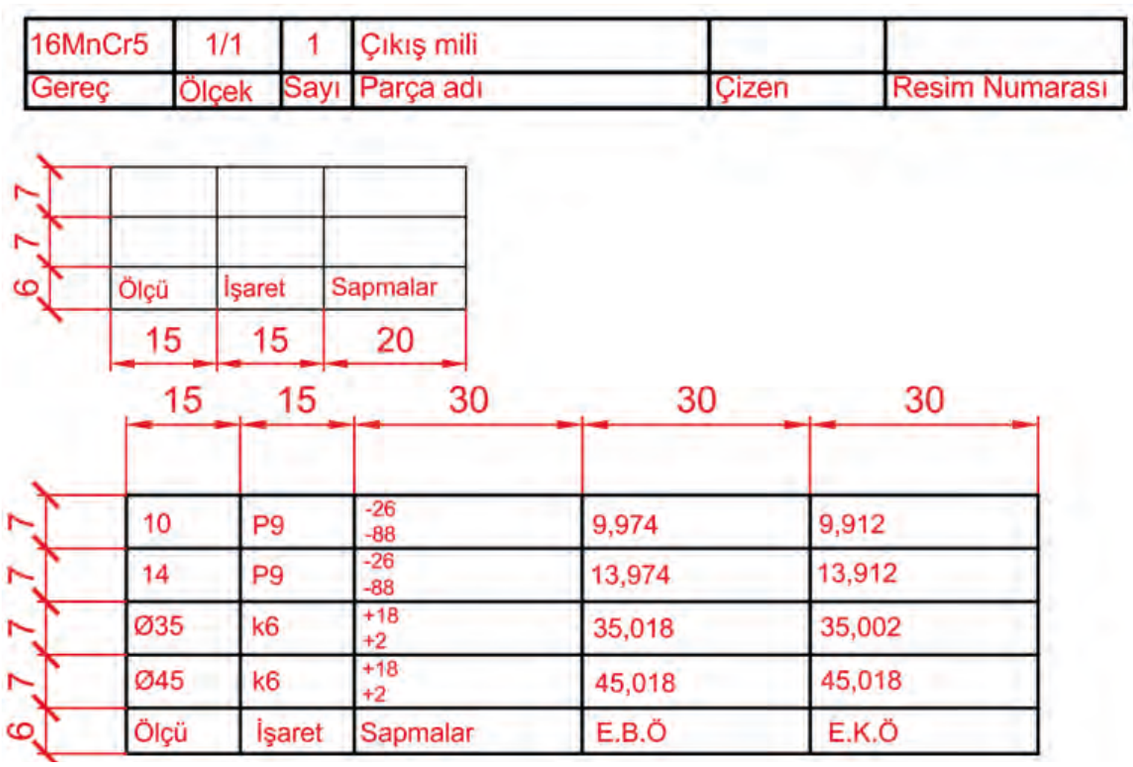
5.3.1.6. Antet

Teknik resimlerde, çizim üzerinde doğrudan verilemeyen bazı bilgiler antet bölümünde gösterilir. Antet, yapım resminin kimlik bilgilerini taşıyan önemli bir bölümdür (Görsel 5.19).

Yapım resmi antedinde parçaya ve çizime ait temel bilgiler yer alır. Bu bilgiler; parçanın adı, resim numarası, malzeme türü, ölçek, çizen kişi, kontrol eden kişi, tarih ve gerekli diğer açıklamalardan oluşabilir.

Antet hazırlanırken şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Yazı alanları ilgili standartlara uygun olarak düzenlenmelidir.
- Antet, resim kâğıdının sağ alt köşesine ve çerçeve çizgisine bitişik olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Resim çerçevesinde dış çizgiler kalın, yazı alanı çizgileri ise ince çizgiyle çizilmelidir.
- Yazı yükseklikleri teknik resim standartlarına uygun olmalıdır.
- Antet bilgileri okunaklı, düzenli ve eksiksiz biçimde doldurulmalıdır.



Görsel 5.19: Antet örneği

5.3.2. İmalat Resmi Çizimi

İmalat resmi çizimi, bir parçanın üretilebilmesi için gerekli tüm teknik bilgilerin standartlara uygun biçimde resim üzerinde gösterilmesi işlemidir. Bir imalat resmi yalnızca parçanın şeklini göstermekle kalmaz; parçanın ölçülerini, toleranslarını, yüzey kalitesini, kesitlerini, malzeme bilgisini ve üretim için gerekli diğer açıklamaları da içerir.

İmalat resmi hazırlanırken teknik resmin genel kurallarına uyulmalı, parçanın hangi yöntemlerle üretileceği ve üretim sırasında hangi bilgilere ihtiyaç duyulacağı dikkate alınmalıdır. Resmi çizen kişi; parçanın üretim sürecini, kullanılacak tezgâhları, işleme yöntemlerini ve parçanın çalışma koşullarını göz önünde bulundurmalıdır.

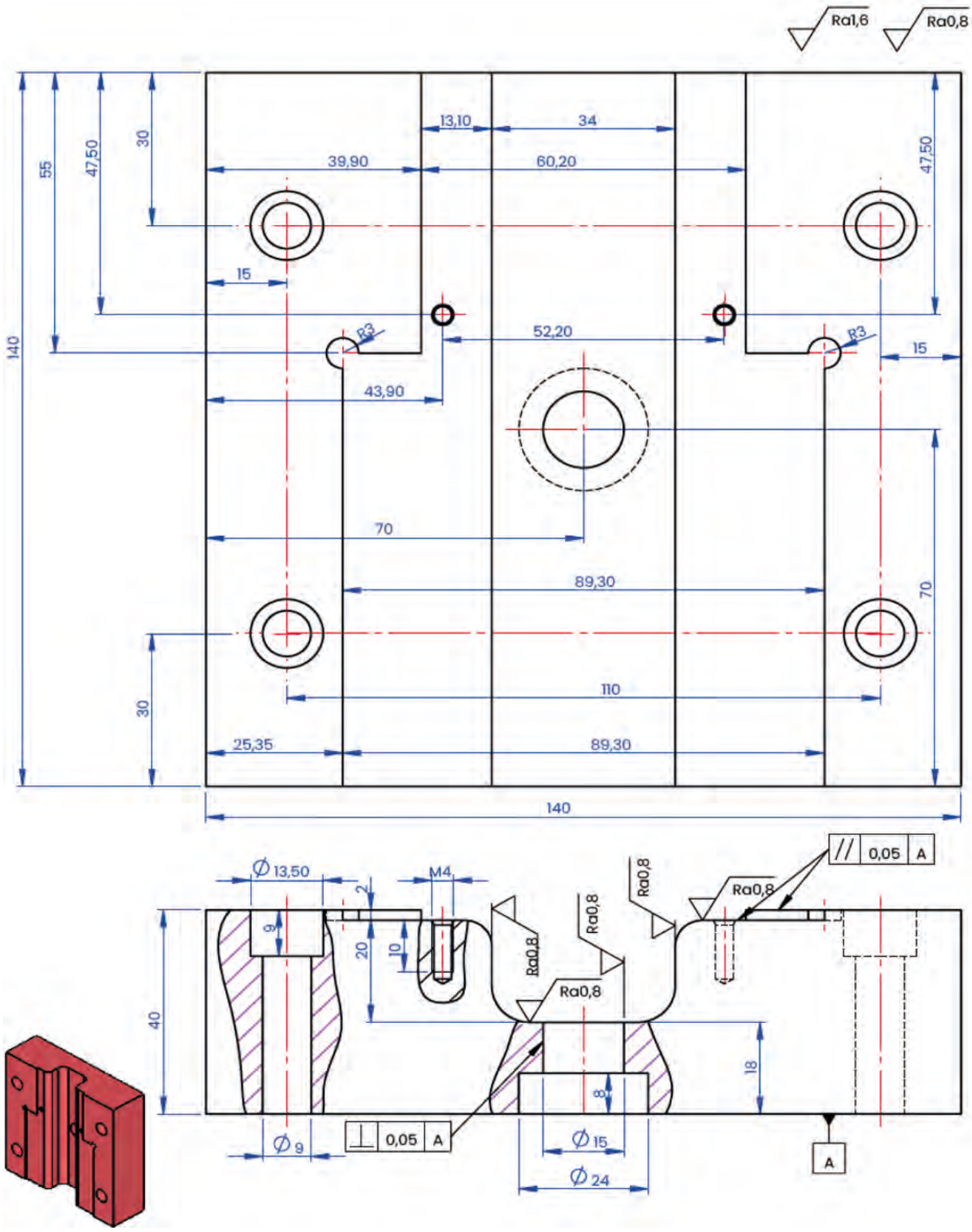
Yapım resminde eksik veya hatalı bilgi verilmesi, parçanın yanlış üretilmesine neden olabilir. Bu nedenle çizim yapılırken yalnızca resim kurallarına değil imalat sürecinin gerektirdiği bilgilere de dikkat edilmelidir.

İmalat resmi çizimi, parça konumu belirlemeden son kontrole doğru giden işlemler sürecini kapsar.

5.3.2.1. Parça Konumunu Belirleme

İmalat resmi çizimine başlamadan önce parçanın resim kâğıdı üzerinde hangi konumda gösterileceği belirlenmelidir.

Parçanın konumu belirlenirken parçanın gerçek kullanım yeri veya üretim sırasındaki duruşu dikkate alınır. Bu aşamada amaç, parçayı en anlaşılır şekilde ifade edecek duruşu seçmektir (Görsel 5.20). Parça gereksiz şekilde karmaşık bir konumda çizilirse görünüşlerin okunması, ölçülendirilmesi ve üretim bilgilerinin yerleştirilmesi zorlaşır.0



Görsel 5.22: Parçanın uygun şekilde konumlandırılması

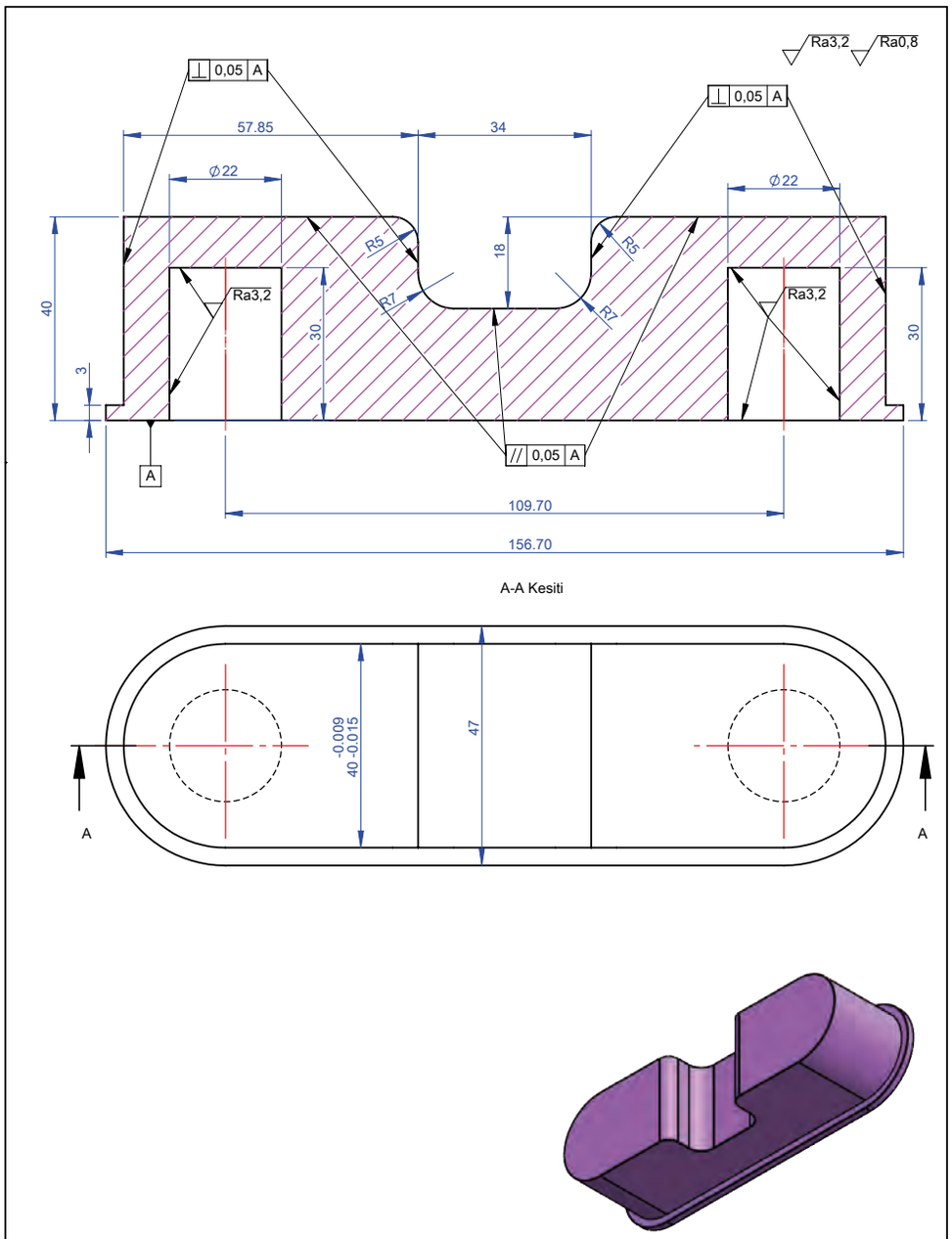
Parça konumu belirlenirken şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Parçanın çalışma konumu dikkate alınmalıdır.
- Parçanın en belirgin ve tanıtıcı yüzeyi öne gelecek şekilde yerleştirilmelidir.

- Üretim sırasında parçanın tezgâhta bağlanma veya işlenme durumu göz önünde bulundurulmalıdır.
- Parçanın simetrik, dairesel, delikli veya kanallı yapısı varsa bu özellikleri en iyi gösterecek konum seçilmelidir.
- Seçilen konum, ölçülendirme ve kesit alma işlemlerini kolaylaştırmalıdır.
- Doğru seçilen parça konumu; imalat resminin daha sade, anlaşılır ve üretime uygun olmasını sağlar.

5.3.2.2. Görünüşleri Belirleme

Parça konumu belirlendikten sonra parçayı anlatmak için kaç görünüş çizileceğine karar verilir. Görünüş sayısı belirlenirken temel amaç, parçanın biçimini eksiksiz fakat gereksiz ayrıntıya girmeden açıklamaktır (Görsel 5.21).



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

2379	1/1	1	Dişi kalıp bükme aparatı		04-04-03
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Görsel 5.21: İki görünüşle çizilmesi yeterli olan bir iş parçası

Bir parçayı anlatmak için her zaman çok sayıda görünüş çizmek doğru değildir. Gereğinden fazla görünüş, resmi kalabalıklaştırır ve ölçülendirmeyi zorlaştırır. Buna karşılık yetersiz görünüş kullanılması da parçanın üretimi için gerekli bilgilerin eksik kalmasına neden olabilir.

Görünüşler belirlenirken şu noktalar dikkate alınmalıdır:

- Parçayı en iyi anlatan görünüş ön görünüş olarak seçilmelidir.
- Ön görünüş, parçanın en fazla ayrıntısını gösterecek şekilde belirlenmelidir.
- Parçanın şekline göre üst görünüş, yan görünüş veya yardımcı görünüşlerden gerekli olanlar seçilmelidir.
- İç kısımlar görünüşlerle yeterince anlatılamıyorsa kesit görünüş kullanılmalıdır.
- Simetrik veya sade yapılı parçalarda gereksiz görünüşlerden kaçınılmalıdır.
- Görünüş sayısı, parçanın üretimi için gerekli bilgileri eksiksiz verecek kadar olmalıdır.

5.3.2.3. Çizim Ölçeğini Belirleme

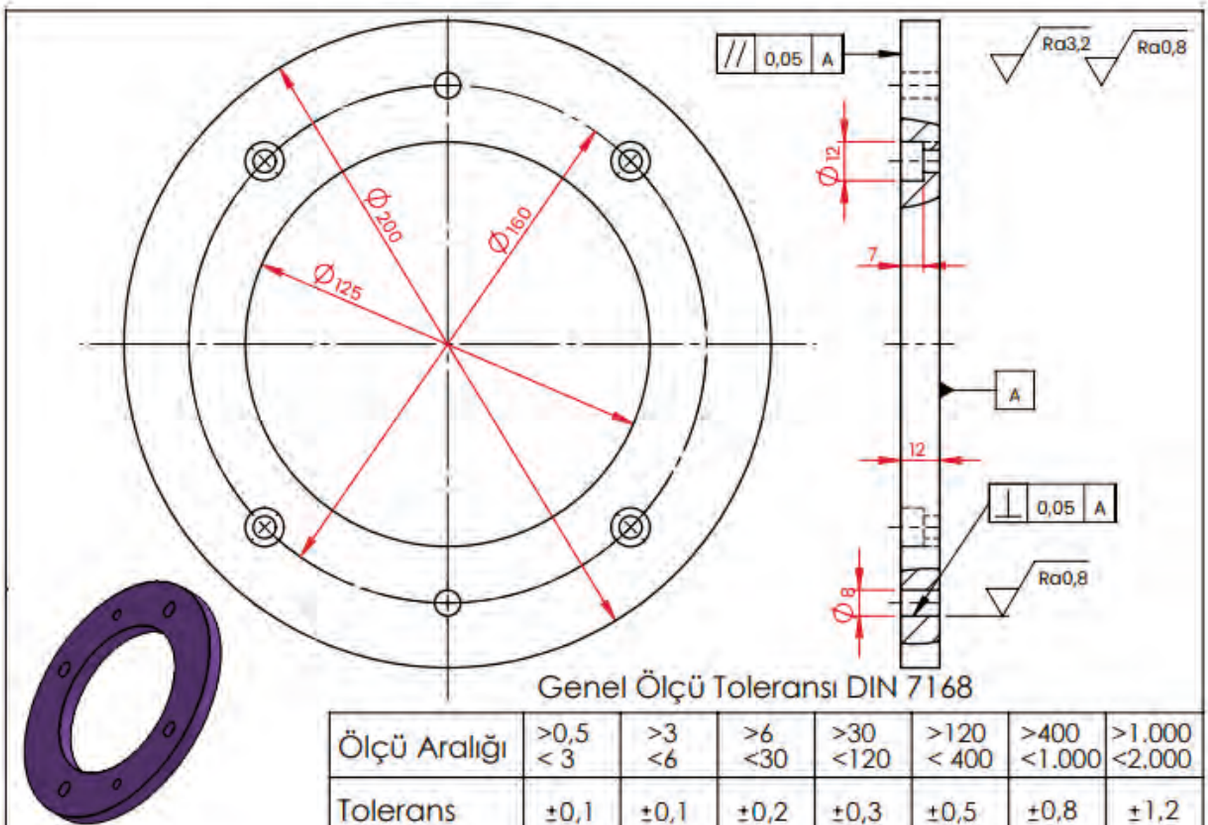
Görünüşler belirlendikten sonra çizimde kullanılacak ölçek seçilir. Ölçek, parçanın gerçek ölçüleri ile resim üzerindeki çizim ölçüleri arasındaki orandır.

Çizim ölçeği seçilirken parçanın büyüklüğü, ayrıntı yoğunluğu ve kullanılacak kâğıt ölçüsü dikkate alınmalıdır. Parça çok büyükse küçültme ölçeği, çok küçükse büyütme ölçeği kullanılabilir. Ancak mümkünse parçanın gerçek boyutlarında çizilmesi tercih edilir.

Ölçek seçilirken şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Parça kâğıt üzerine rahatça yerleşmelidir.
- Görünüşler arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Ölçü yazıları, toleranslar ve açıklamalar için uygun alan kalmalıdır.
- Parçanın ayrıntıları okunabilir olmalıdır.
- Çizim gereğinden büyük veya gereğinden küçük olmamalıdır.
- Uygun standart ölçeklerden biri tercih edilmelidir.

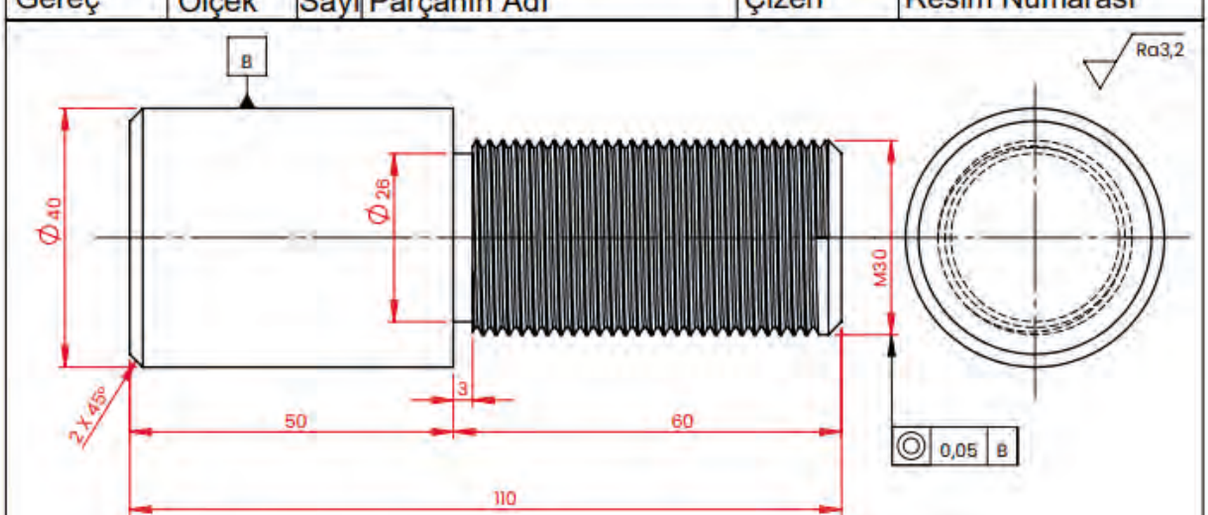
Parçanın boyutları resim kâğıdına uygun ise çizim 1:1 ölçeğinde yapılabilir. Ancak büyük parçalar için küçültme, küçük ve ayrıntılı parçalar için büyütme ölçekleri kullanılabilir (Görsel 5.22).



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/2	1	Sınırlayıcı plaka		01-05
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası



Genel Ölçü Toleransı DIN 7168

Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Ç1040	1/1	1	Kalıp sapı		01-01
Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası

Görsel 5.22: Farklı ölçeklerle çizilmiş iş parçaları

5.3.2.4. Kâğıt Ölçüsü ve Yerleşim Planını Belirleme

Çizime başlanmadan önce kullanılacak kâğıt boyutu belirlenmelidir. Kâğıt ölçüsü seçilirken parçanın büyüklüğü, çizilecek görünüş sayısı, ölçülendirme alanı, antet ve açıklama bölümleri dikkate alınmalıdır.

Görünüşlerin kâğıt üzerinde düzenli yerleştirilmesi, resmin okunabilirliği açısından önemlidir. Görünüşler birbirine çok yakın çizilirse ölçüler karışabilir. Çok uzak yerleştirilirse kâğıt alanı verimsiz kullanılır.

Yerleşim planı yapılırken şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Görünüşler kâğıt üzerinde dengeli biçimde yerleştirilmelidir.
- Görünüşler arasında ölçülendirme için yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Antet için ayrılan alan dikkate alınmalıdır.
- Kesit görünüşler ve detaylar için uygun yer ayrılmalıdır.
- Resmin genel düzeni sade ve okunabilir olmalıdır.

Bu aşamada çizimin taslak yerleşimi düşünülmeli, görünüşlerin kâğıtta kaplayacağı alan önceden planlanmalıdır.

5.3.2.5. Kesit Görünüşleri Oluşturma

Parçanın iç yapısı dış görünüşlerle yeterince anlatılamıyorsa kesit görünüş çizilir. Kesit görünüş, parçanın belirli bir düzlemle kesildiği varsayılarak iç kısımlarının görünür hâle getirilmesidir.

Kesit görünüşler özellikle delik, boşluk, kanal, oyuk ve iç geometrilerin gösterilmesinde kullanılır. Böylece hem çizim sadeleşir hem de ölçülendirme daha anlaşılır hâle gelir.

Kesit görünüş oluşturulurken şu noktalara dikkat edilmelidir:

- Kesit düzlemi parçanın iç yapısını en iyi gösterecek yerden geçirilmelidir.
- Kesit yönü uygun oklarla belirtilmelidir.
- Kesit alınan yüzeyler tarama çizgileriyle gösterilmelidir.
- Tarama çizgileri standartlara uygun açı ve aralıkta çizilmelidir.
- Kesit görünüş üzerine uygun kesit adı yazılmalıdır.
- Kesit görünüş, gereksiz görünüş çizimini azaltacak şekilde kullanılmalıdır.

Kesitler doğru kullanıldığında imalat resmi daha sade, anlaşılır ve üretime uygun olur.

5.3.2.6. Ölçülendirme İşlemi

Görünüşler tamamlandıktan sonra parçanın üretimi için gerekli ölçüler resim üzerinde gösterilir. Ölçülendirme, imalat resminin en önemli bölümlerinden biridir çünkü imalatçı, parçayı bu ölçülere göre üretir.

Ölçülendirme yapılırken üreticinin ayrıca hesaplama yapmasına gerek kalmamalıdır. Parçanın en, boy, yükseklik, delik çapı, kanal genişliği, eksen aralıkları ve konum ölçüleri eksiksiz verilmelidir.

Ölçülendirme yapılırken şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Ölçüler açık, okunaklı ve standartlara uygun yazılmalıdır.
- Aynı ölçü gereksiz yere tekrar edilmemelidir.
- Ölçü çizgileri ve ölçü bağlama çizgileri düzenli yerleştirilmelidir.
- Ölçüler mümkün olduğunca ilgili görünüş üzerinde verilmelidir.
- Parçanın üretimi için gerekli tüm ölçüler bulunmalıdır.
- Ölçüler görünüşleri kalabalıklaştırmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Delik, kanal, girinti ve çıkıntıların konumları açıkça belirtilmelidir.

Doğru ölçülendirme, parçanın hatasız ve istenilen boyutlarda üretilmesini sağlar.

5.3.2.7. Toleransları Ekleme

Ölçülendirme tamamlandıktan sonra gerekli tolerans değerleri resim üzerine eklenir. Toleranslar; parçanın üretimi sırasında kabul edilebilir ölçü, şekil ve konum sapmalarını belirtir.

Her parçanın tamamen hatasız üretilmesi mümkün değildir. Bu nedenle parçanın görevine ve çalışma şartlarına göre kabul edilebilir sınırlar belirlenmelidir.

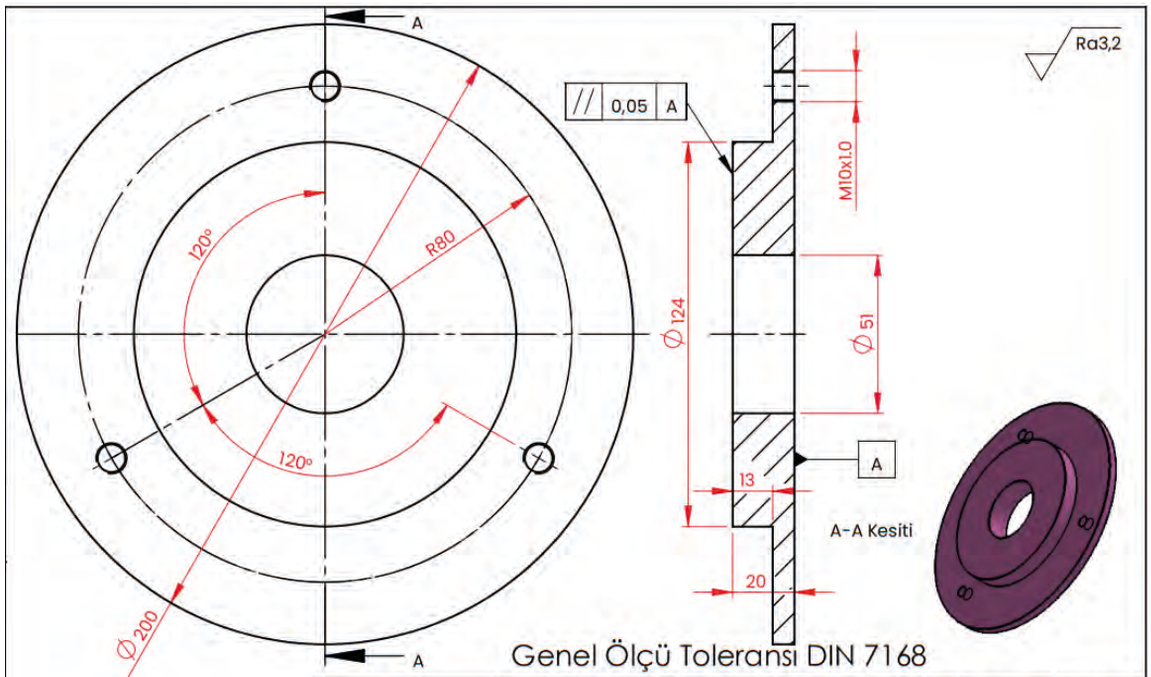
Toleranslar eklenirken şu kurallara dikkat edilmelidir:

- Hassas çalışması gereken ölçülere uygun tolerans değerleri verilmelidir.
- Birbirine takılacak parçalar için geçme toleransları dikkate alınmalıdır.
- Şekil ve konum toleransları gerekli yüzeylere yerleştirilmelidir.
- Gereksiz tolerans kullanımından kaçınılmalıdır.
- Tolerans değerleri üretim yöntemine uygun seçilmelidir.

Toleransların doğru verilmesi, parçanın montajda ve çalışma sırasında görevini yerine getirmesini sağlar.

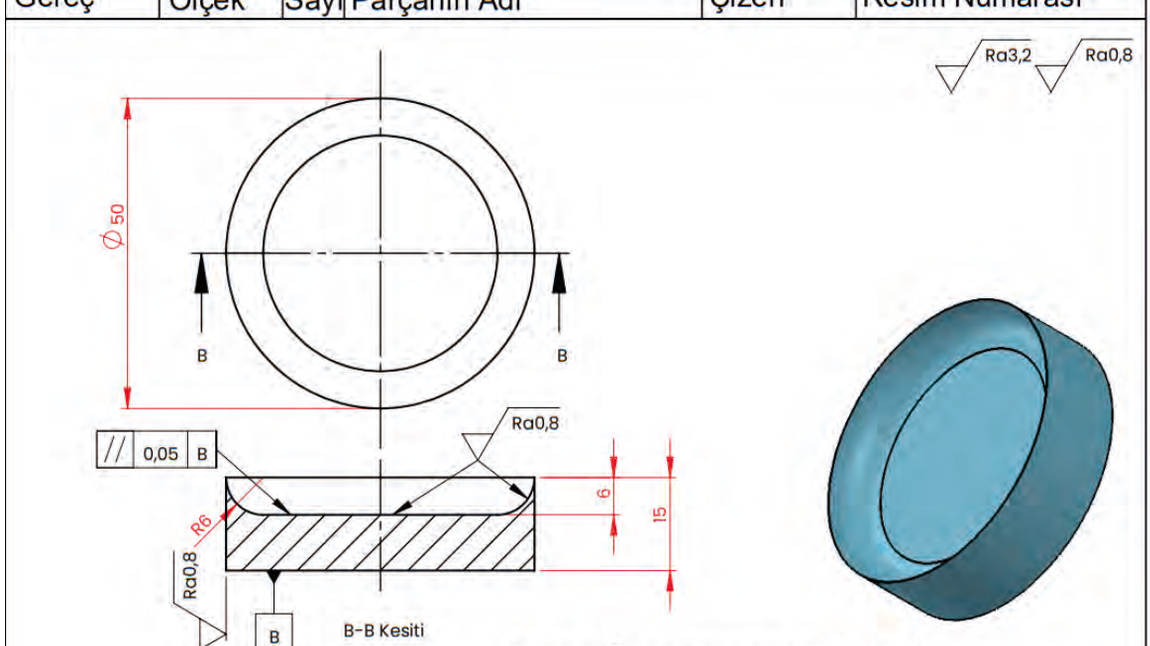
5.3.2.8. Yüzey İşleme İşaretlerini Yerleştirme

İmalat resminde parçanın yüzey kalitesi de belirtilmelidir (Görsel 5.23).



Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1040	1/2	1	Baskılayıcı plaka		01-16



Ölçü Aralığı	>0,5 < 3	>3 <6	>6 <30	>30 <120	>120 < 400	>400 <1.000	>1.000 <2.000
Tolerans	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2

Gereç	Ölçek	Sayı	Parçanın Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1040	1/1	1	Numune yastıklayıcı		01-19

Görsel 5.23: Yüzey işleme işaretlerinin yerleştirilmesi

Her yüzey aynı kalitede işlenmeyebilir. Bazı yüzeylerin daha hassas, bazı yüzeylerin ise daha kaba işlenmesi yeterli olabilir. Yüzey işleme işaretleri, üreticiye yüzeyin hangi kalitede işleneceğini gösterir. Bu işaretler özellikle talaş kaldırma, taşlama, tornalama, frezeleme veya benzeri işlemlerle üretilecek yüzeyler için önemlidir.

Yüzey işleme işaretleri yerleştirilirken şu kurallara dikkat edilmelidir:

- İşlenecek yüzeyler belirlenmelidir.
- Yüzey kalitesi gereksinimine göre uygun işaret seçilmelidir.
- Aynı yüzey kalitesine sahip yüzeyler için ortak gösterim yapılabilir.
- İşaretler ilgili yüzeylere açık ve okunabilir şekilde yerleştirilmelidir.
- Resmi gereksiz kalabalıklaştıracak işaret tekrarlarından kaçınılmalıdır.

Bu işlem, parçanın kullanım amacına uygun yüzey kalitesinde üretilmesine yardımcı olur.

5.3.2.9. Yazı Alanı, Antet ve Açıklamaları Doldurma

Çizim tamamlandıktan sonra resmin antet bölümü doldurulur. Antet, imalat resminin kimlik bilgilerini içeren bölümdür. Parçaya ve çizime ait temel bilgiler burada yer alır.

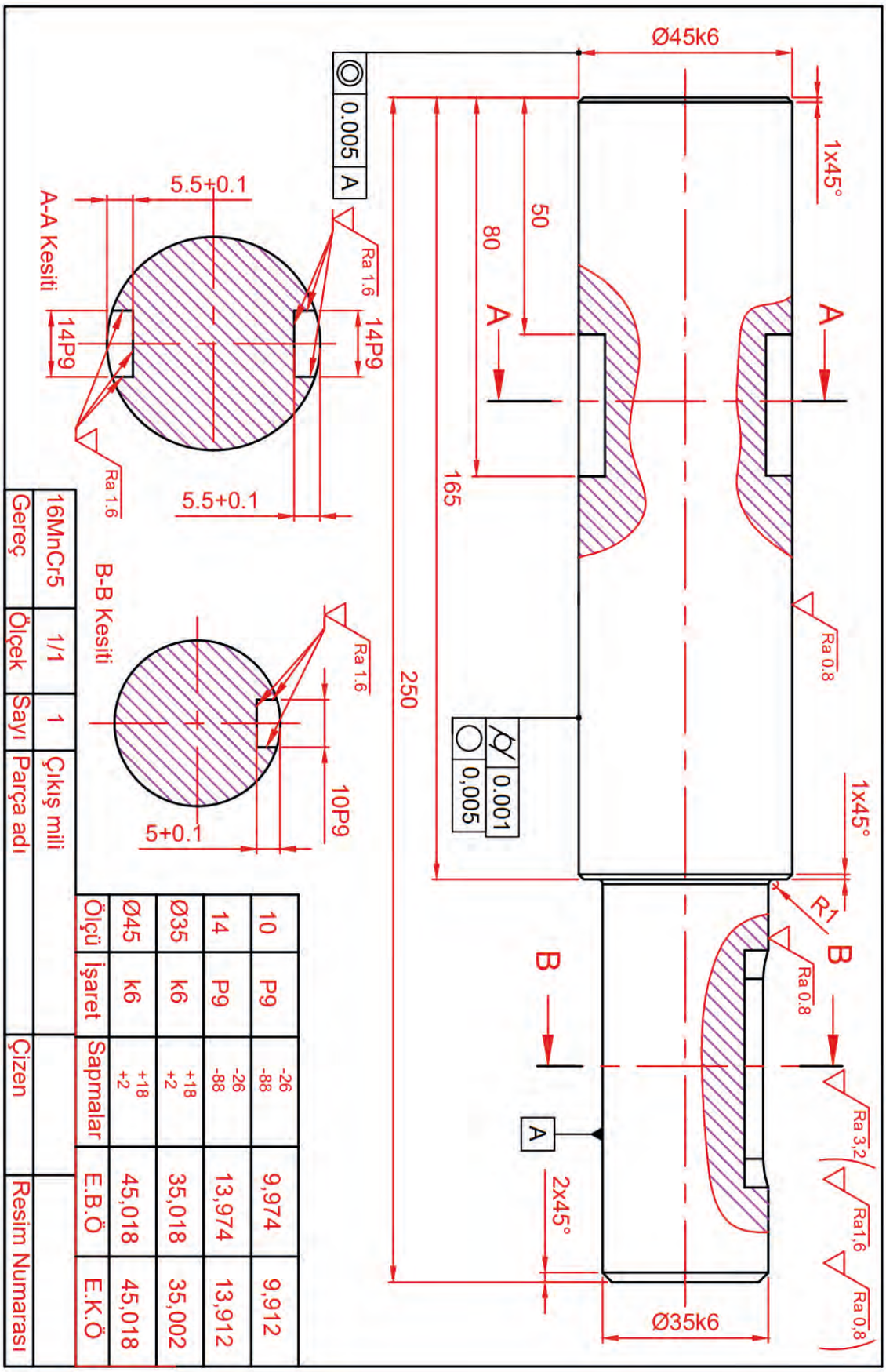
Antette bulunabilecek bilgiler şunlardır:

- Parça adı
- Resim numarası
- Malzeme bilgisi
- Ölçek
- Çizen kişi
- Kontrol eden kişi
- Tarih
- Sayfa numarası
- Tolerans bilgileri
- Gerekli açıklamalar

Antet dışında, resim üzerinde doğrudan gösterilemeyen bazı bilgiler açıklama olarak verilebilir. Bu açıklamalar üreticiye yol gösterecek nitelikte olmalıdır.

5.3.2.10. Son Kontrol

İmalat resmi tamamlandıktan sonra son kontrol yapılmalıdır (Görsel 5.24). Bu aşama, üretimden önce hataların fark edilmesi açısından oldukça önemlidir.



Görsel 5.24: Tamamlanmış imalat resmi

Son kontrolde şu sorulara cevap aranmalıdır:

- Parça konumu doğru seçilmiş mi?
- Görünüş sayısı yeterli mi?
- Gereksiz görünüş var mı?
- Kesit görünüşler doğru yerden alınmış mı?
- Tüm ölçüler eksiksiz verilmiş mi?
- Ölçüler tekrar edilmiş mi?
- Toleranslar doğru yerlere eklenmiş mi?
- Yüzey işleme işaretleri uygun mu?
- Antet bilgileri eksiksiz mi?
- Çizgi kalınlıkları ve çizgi türleri standartlara uygun mu?
- Resim genel olarak okunaklı ve düzenli mi?

Bu kontrol sonucunda eksik veya hatalı kısımlar düzeltilerek imalat resmi tamamlanır.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki alanları doldurarak bu derste öğrendiklerinizi değerlendiriniz.

Bu konuda öğrendiğim 3 bilgi:

1. .....
2. .....
3. .....

Bu konuda geçen 4 temel kavram:

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

Aklıma takılan 1 soru::

.....

4. UYGULAMA

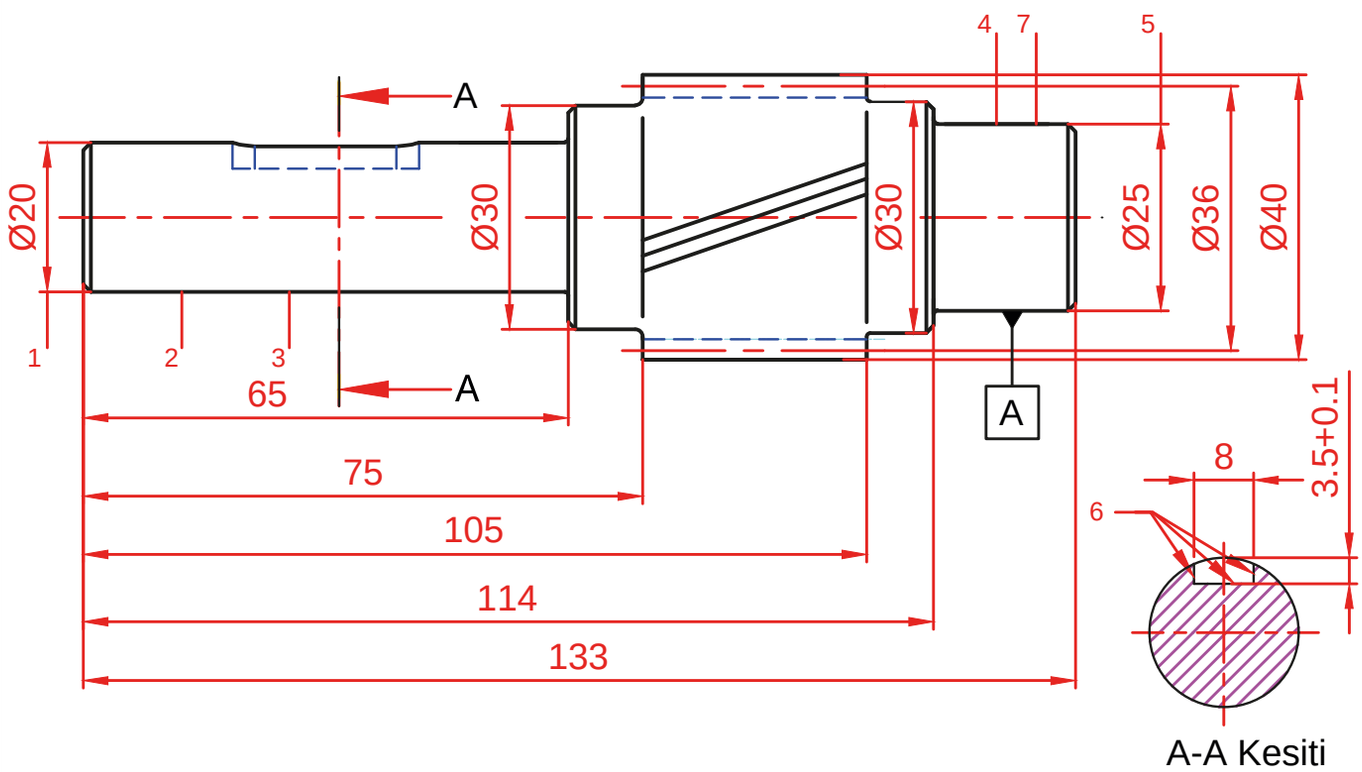
Uygulamanın Adı	Kademeli Milin Yapım Resmini Çizme
Amaç	Verilen parçanın imalat resmini üretime uygun şekilde çizmek
Süre	2 ders saati
Araç Gereç	45°, 30° ve 60° gönye, cetvel, pergel, T cetveli, HB, B ve 2B kurşun kalem, silgi, çizim kâğıdı ve gerekli ölçülendirme araçları.
Değerlendirme	Çalışmamız değerlendirme formu kullanılarak değerlendirilecektir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek Resim/Ödev 5.5'deki kademeli mile ait yapım resmini oluşturunuz.

Uygulama Adımları

1. Size verilen kademeli mil resmini dikkatlice inceleyiniz.
2. Parçanın genel şeklini, çaplarını, boy ölçülerini, kanal ve kademe bölgelerini belirleyiniz.
3. Parçanın ana eksenini referans alarak çizimin kâğıt üzerindeki yerleşimini planlayınız.
4. Çizim ölçeğini 1:1 olarak alınız ve uygun kâğıt düzenini oluşturunuz.
5. Öncelikle milin ana eksen çizgisini çiziniz.
6. Verilen toplam boy ve ara boy ölçülerine göre parçanın dış sınırlarını ince çizgilerle oluşturunuz.
7. Ø20, Ø25, Ø30, Ø36 ve Ø40 çaplarına ait kademeli bölgeleri ölçülerine uygun şekilde çiziniz.
8. Parça üzerindeki kanal, pah, kademe ve geçiş bölgelerini verilen ölçülere göre yerleştiriniz.
9. Gerekli bölgelerde kısmi kesit uygulayarak parçanın iç ve kanal yapısını anlaşılır hâle getiriniz.
10. A-A kesitini çizerek kanal biçimini ve derinlik ölçülerini gösteriniz.
11. Kesit alınan dolu yüzeyleri teknik resim kurallarına uygun şekilde tarayınız.
12. 2 ve 4 numaralı yüzeylere 0,001 mm silindiriklik ve 0,005 mm dairesellik toleranslarını yerleştiriniz.
13. 1 ve 5 numaralı yüzeylere 0,005 mm eş merkezlilik toleransını veriniz.
14. 3 ve 7 numaralı yüzeylerde N4, 6 numaralı yüzeyde N6 yüzey pürüzlülük işaretlerini gösteriniz.
15. Verilen ölçülere göre ölçülendirme işlemini tamamlayınız. Ölçü çizgilerini, ölçü bağlama çizgilerini ve ölçü rakamlarını düzenli yerleştiriniz.
16. Tolerans verilen ölçüler için tolerans tablosunu doldurunuz. Tabloda ölçü, işaret, sapmalar, en büyük ölçü ve en küçük ölçü bilgilerine yer veriniz.
17. Gereksiz yardımcı çizgileri siliniz ve görünen kenarları uygun çizgi kalınlığıyla belirginleştiriniz.
18. Antet bölümünü; çizen, sınıf numarası, tarih, kontrol, ölçek ve resim numarası bilgilerine uygun şekilde doldurunuz.
19. Çizimi son kez kontrol ederek eksik ölçü, hatalı tolerans, yanlış yüzey işareti veya okunabilirliği bozan kısımlar varsa bunları düzeltiniz.

Derecelendirme Ölçeği Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

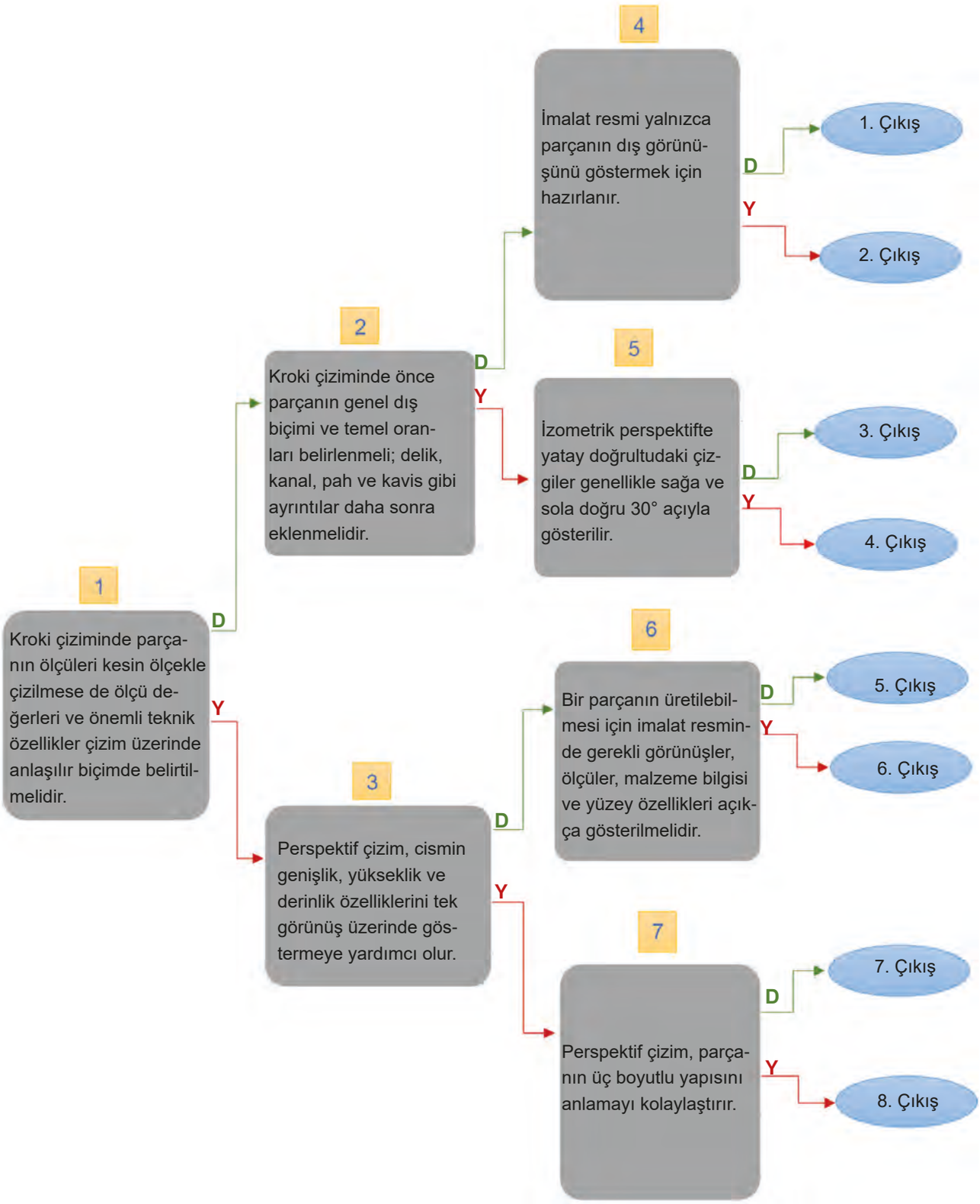


8				
Ø30				
Ø25				
Ø20				
Ölçü	İşaret	Sapmalar	E.B.Ö	E.K.Ö

Çizen		Ölçek			
Sınıfı No.					
Tarih				Resim No.	
Kontrol				.....	5.2

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki etkinlikte en baştaki ifadeden başlayarak okuduğunuz ifadenin doğru (D) veya yanlış (Y) olduğuna karar verip ilgili ok yönünde ilerleyerek doğru çıkışı bulunuz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki cümleleri neden-sonuç ilişkisi kurarak tamamlayınız.

1. Kroki çizimi kısa sürede hazırlanabilir çünkü .....
2. Kroki çiziminde parçanın oranlarına dikkat edilmelidir çünkü.....
3. Kroki çizimi teknik resme göre daha kısa sürede hazırlanabilir çünkü.....
4. Teknik resimde ölçülerin standartlara uygun verilmesi önemlidir çünkü .....
5. Teknik resimde izometrik perspektif sık kullanılır çünkü .....
6. Perspektif çizim, imalat resmi yerine tek başına kullanılmaz çünkü ……..
7. İmalat çiziminde gereksiz görünüşlerden kaçınılmalıdır çünkü ……..
8. Tolerans değerleri imalat çiziminde belirtilmelidir çünkü ……..

C) Aşağıdaki verilen ifadelerin karşısına ilgili perspektif türünü yazınız.

Paralel, Aksonometrik, Eğik, İzometrik, Dimetrik, Trimetrik, Kavaliyer, Kabine, Militer

İfade	Perspektif Türü
Paralel perspektifin iki ana grubundan biridir. İzometrik, dimetrik ve trimetrik olmak üzere üçe ayrılır.	
Cismin ön yüzü gerçek şekliyle çizilir, derinlik çizgileri eğik olarak gösterilir.	
Genişlik ve derinlik doğrultusundaki çizgiler genellikle 30° açıyla çizilir.	
Cismin üç ekseni farklı açı ve oranlarda gösterilir.	
Derinlik çizgileri genellikle 45° açıyla çizilir ve derinlik ölçüsü gerçek ölçüde alınır.	
Derinlik ölçüsü genellikle yarım alınır. Bu nedenle cisim daha doğal görünür.	
Üst görünüş etkisi daha belirgindir. Daha çok plan benzeri gösterimlerde kullanılır.	
Uzaklaşan çizgiler kaçış noktasında birleşmez, paralel kalır.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Ç) Aşağıdaki işlem basamaklarını imalat resmi çizim sırasına göre numaralandırınız.

İşlem Basamağı	**Sıra No.**
Ölçülendirme işlemi yapılır.	
Parçanın kâğıt üzerindeki konumu belirlenir.	
Antet ve gerekli açıklamalar doldurulur.	
Gerekli görünüşler belirlenir.	
Son kontrol yapılır.	
Çizim ölçeği seçilir.	
Gerekli kesit görünüşler oluşturulur.	
Tolerans değerleri eklenir.	
Yüzey işleme işaretleri yerleştirilir.	
Kâğıt ölçüsü ve yerleşim planı belirlenir.	

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu okutunuz.
Dijital yayınlarda karekodun üstüne tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

KAYNAKÇA

Arsoy, R., & Abdulla, G. (2025). *Teknik resim: Teori ve görsellerle zenginleştirilmiş uygulama örnekleri* (2. bs.). Nobel Akademik Yayıncılık.

Arslan, M. (t.y.). *Uygulama yapraklı teknik resim: Modüler öğretim sistemli*. Arslan Yayıncılık.

Bağcı, M. (1981). *Makine teknik resmi*. Millî Eğitim Basımevi.

Bağcı, M. (2012). *Teknik resim* (Cilt 1). Birsen Yayınevi.

Bağcı, M., & Bağcı, C. (1976). *Teknik resim* (3. bs., Cilt 1). Bağcı Yayınevi.

Bağcı, M., & Bağcı, C. (1979). *Teknik resim* (Cilt 1–2). Bağcı Yayınevi.

Bereket Barut, Z., & Erdem, T. (Eds.). (2021). *Teknik resim*. Akademisyen Kitabevi.

Bhatt, N. D., Panchal, V. M., & Ingle, P. R. (2011). *Engineering drawing: Plane and solid geometry* (50th ed.). Charotar Publishing House.

Bülbül, S., & Öztürk, G. (2024). El Cezeri'nin minyatürlerinden 20. yüzyıla kadar sibernetik sanatın incelenmesi. *SDÜ ART-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi, 17*(33), 373–402. https://doi.org/10.21602/sduarte.1472042

Civardi, G. (2016). *Perspektifi anlamak*. Beta.

Çalışkan, M. A. (2019). *Cezeri'nin olağanüstü makineleri: Herkes için Cezeri*. Babil Kitap.

Çetin, C. (t.y.). *1. hafta teknik resmin endüstrideki yeri* [Ders notu]. Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Ankara Üniversitesi. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/135080/mod_resource/content/1/1.%20haftaTEKN%C4%B0K%20RESM%C4%B0N%20END%C3%9CSTR%C4%B0DEK%C4%B0%20YER1.pdf

Deutsches Institut für Normung. (t.y.). *History*. https://www.din.de/en/din-and-our-partners/din-e-v/history

Ernst, J. V., Kelly, D. P., Clark, A. C., & Glimcher, S. A. (2021). *Foundational engineering graphics: Principles and applications*. RAIDER Publishing.

Giesecke, F. E., Lockhart, S., Goodman, M., & Johnson, C. (2023). *Technical drawing with engineering graphics* (16th ed.). Pearson.

Giesecke, F. E., Mitchell, A., Spencer, H. C., Hill, I. L., Dygdon, J. T., Novak, J. E., & Lockhart, S. D. (2016). *Technical drawing with engineering graphics* (15th ed.). Pearson.

Giesecke, F. E., Mitchell, A., Spencer, H. C., Hill, I. L., Dygdon, J. T., Novak, J. E., & Loving, R. O. (2014). *Engineering graphics* (8th ed.). Pearson Education Limited.

International Organization for Standardization. (t.y.). *About us*. https://www.iso.org/about-us.html

International Organization for Standardization. (1979). *Technical drawings—Scales* (ISO Standard No. 5455:1979).

International Organization for Standardization. (1996). *Technical drawings—Projection methods—Part 2: Orthographic representations* (ISO Standard No. 5456-2:1996).

International Organization for Standardization. (1999). *Technical product documentation—Sizes and layout of drawing sheets* (ISO Standard No. 5457:1999).

KAYNAKÇA

International Organization for Standardization. (2004). *Technical product documentation—Data fields in title blocks and document headers* (ISO Standard No. 7200:2004).

International Organization for Standardization. (2015). *Technical product documentation—Lettering—Part 1: General requirements* (ISO Standard No. 3098-1:2015).

International Organization for Standardization. (2018). *Technical product documentation—Indication of dimensions and tolerances—Part 1: General principles* (ISO Standard No. 129-1:2018).

International Organization for Standardization. (2019). *Technical product documentation—General principles of representation—Part 1: Introduction and fundamental requirements* (ISO Standard No. 128-1:2019).

International Organization for Standardization. (2021). *Geometrical product specifications (GPS)—Surface texture: Profile—Part 1: Indication of surface texture* (ISO Standard No. 21920-1:2021).

International Organization for Standardization. (2022a). *Technical product documentation—General principles of representation—Part 2: Basic conventions for lines* (ISO Standard No. 128-2:2022).

International Organization for Standardization. (2022b). *Technical product documentation—General principles of representation—Part 3: Views, sections and cuts* (ISO Standard No. 128-3:2022).

İstanbul Teknik Üniversitesi. (t.y.). *Sunum - teknik resim çizim* [Ders sunumu]. İTÜ Transport Tekniği Grubu. https://transport.itu.edu.tr/docs/librariesprovider99/dersnotlari/ders-notlari-mak-105/uzaktanegitim/sunum---teknik-resim-%c3%a7izim.pdf?sfvrsn=8

Jensen, C. H., Helsel, J. D., & Espin, E. (2012). *Interpreting engineering drawings* (6th Canadian ed.). Nelson Education.

Özçilingir, N., & Şen, İ. Z. (2013). *Teknik resim*. Deha Yayıncılık.

Parvez, M., & Khan, O. (t.y.). *Engineering graphics and design*. Bhavya Books.

Reddy, K. V. (2008). *Textbook of engineering drawing* (2nd ed.). BS Publications.

Sampaio, A. Z. (2017). Historical evolution of technical drawing in engineering. *Creative Education, 8*(1), 126–141. https://doi.org/10.4236/ce.2017.81010

Simmons, C. H., & Maguire, D. E. (2004). *Manual of engineering drawing* (2nd ed.). Elsevier Newnes.

Uğurluay, S. (2016). *Teknik resim: Temel bilgiler ve uygulamalar*. Akademisyen Kitabevi.

CEVAP ANAHTARLARI

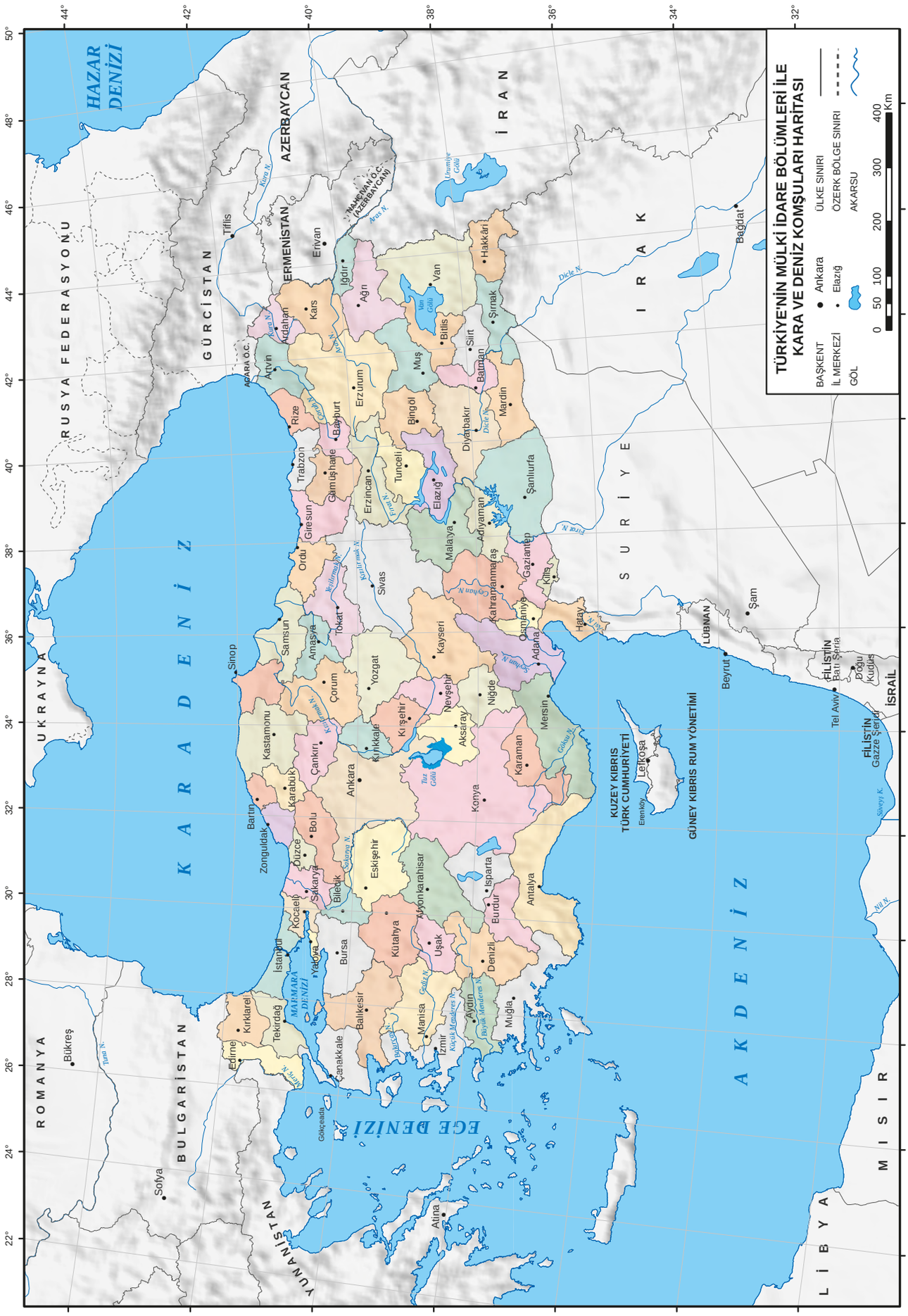
Cevap anahtarlarına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

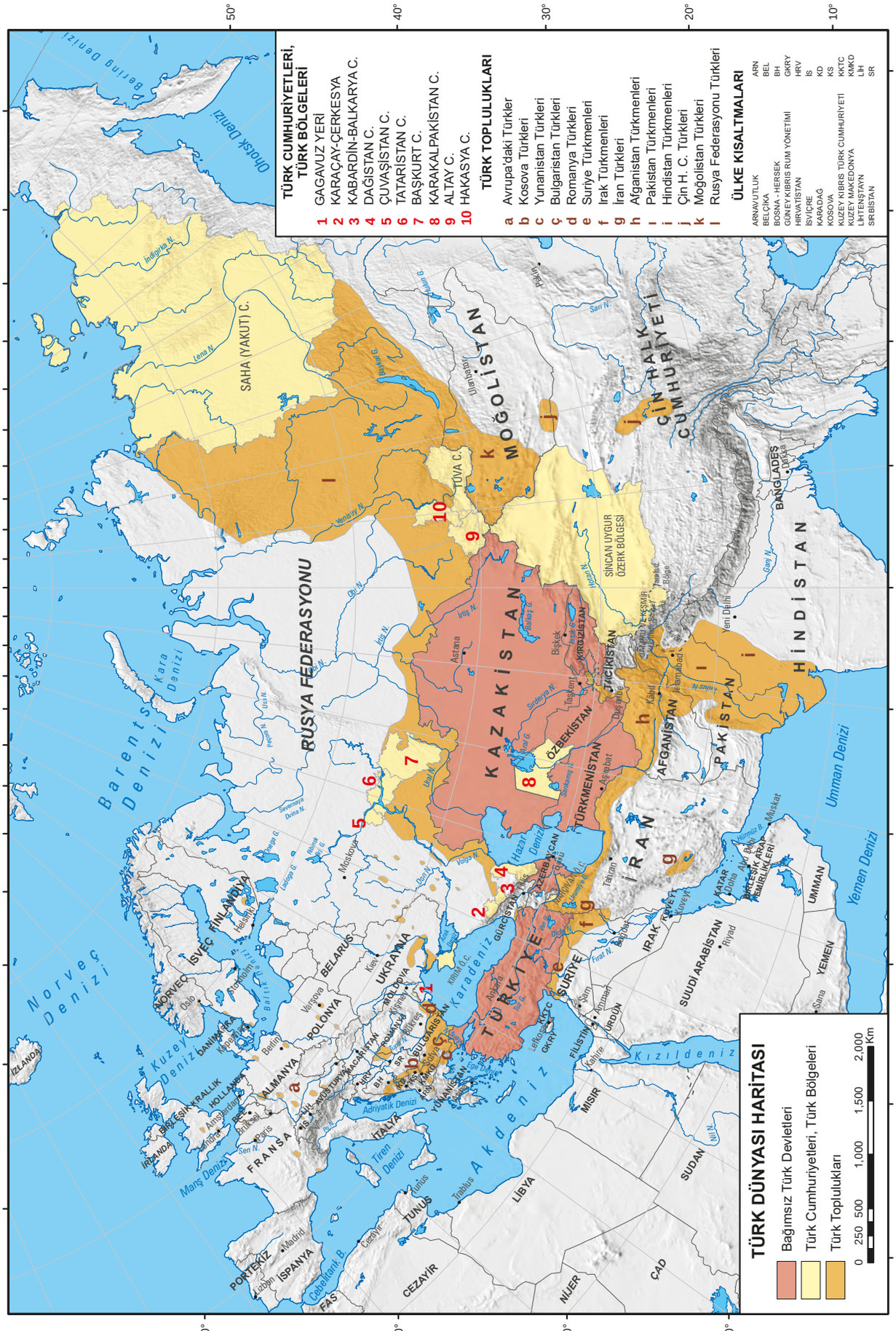
Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.

GENEL AĞ, GÖRSEL, E-İÇERİK KAYNAKÇASI

Kitabın görsel kaynakçası, genel ağ kaynakçası ve e-içerik kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.


TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT
İL MERKEZİ
GÖL
Ankara
Elazığ
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400 Km
HAZAR DENİZİ
KARADENİZ
AKDENİZ
EGE DENİZİ
MARMARA DENİZİ
RUSYA FEDERASYONU
UKRAYNA
ROMANYA
BULGARİSTAN
YUNANİSTAN
GÜRCİSTAN
AZERBAYCAN
ERMENİSTAN
İRAN
IRAK
SURİYE
LÜBNAN
İSRAİL
FİLİSTİN
MISIR
LİBYA
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
NAHÇIVAN Ö.C. (AZERBAYCAN)
ADARA Ö.C.
Sofya
Bükreş
Atina
Gökçeada
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
Çanakkale
Balıkesir
Manisa
İzmir
Aydın
Muğla
Denizli
Burdur
Isparta
Antalya
Uşak
Kütahya
Afyonkarahisar
Bursa
Yalova
İstanbul
Kocaeli
Sakarya
Bilecik
Düzce
Bolu
Zonguldak
Bartın
Karabük
Eskişehir
Konya
Karaman
Mersin
Adana
Osmaniye
Hatay
Kilis
Gaziantep
Şanlıurfa
Adıyaman
Kahramanmaraş
Malatya
Elazığ
Diyarbakır
Mardin
Batman
Siirt
Şırnak
Hakkâri
Van
Bitlis
Muş
Bingöl
Tunceli
Erzincan
Erzurum
Bayburt
Gümüşhane
Rize
Trabzon
Giresun
Ordu
Samsun
Sinop
Amasya
Tokat
Çorum
Yozgat
Kayseri
Nevşehir
Niğde
Aksaray
Kırşehir
Kırıkkale
Ankara
Çankırı
Kastamonu
Karabük
Bartın
Zonguldak
Düzce
Bolu
Sakarya
Bilecik
Kocaeli
Yalova
İstanbul
Bursa
Balıkesir
Çanakkale
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
Ağrı
Iğdır
Kars
Ardahan
Artvin
Erzurum
Erivan
Tiflis
Van
Hakkâri
Şırnak
Batman
Siirt
Bitlis
Muş
Bingöl
Diyarbakır
Mardin
Şanlıurfa
Gaziantep
Kilis
Hatay
Adana
Mersin
Karaman
Konya
Isparta
Burdur
Antalya
Denizli
Muğla
Aydın
Uşak
Kütahya
Afyonkarahisar
Manisa
Eskişehir
Kırşehir
Kayseri
Yozgat
Çorum
Amasya
Samsun
Tokat
Ordu
Giresun
Trabzon
Gümüşhane
Rize
Bayburt
Erzurum
Erzincan
Tunceli
Elazığ
Malatya
Adıyaman
Kahramanmaraş
Osmaniye
Gaziantep
Kilis
Hatay
Adana
Mersin
Karaman
Konya
Isparta
Burdur
Antalya
Denizli
Muğla
Aydın
Uşak
Kütahya
Afyonkarahisar
Manisa
Eskişehir
Kırşehir
Kayseri
Yozgat
Çorum
Amasya
Samsun
Tokat
Ordu
Giresun
Trabzon
Gümüşhane
Rize
Bayburt
Erzurum
Erzincan
Tunceli
Elazığ
Diyarbakır
Mardin
Batman
Siirt
Şırnak
Hakkâri
Van
Bitlis
Muş
Bingöl
Ağrı
Iğdır
Kars
Ardahan
Artvin
Erivan
Tiflis
Bağdat
Şam
Beyrut
Tel Aviv
Doğu Kudüs
Batı Şeria
Gazze Şeridi
Lefkoşa
Erenköy
Sofya
Bükreş
Atina
Van Gölü
Urumiye Gölü
Tuz Gölü
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Çoruh N.
Kura N.
Aras N.
Dicle N.
Fırat N.
Ceyhan N.
Seyhan N.
Göksu N.
Asi N.
Süveyş K.
Nil N.
Tuna N.
Meriç N.
Gediz N.
Büyük Menderes N.
Küçük Menderes N.
Bakırçay N.


TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞİSTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE IS
KARADAĞ KD
KOSOVA KS
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SR
TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1,000 1,500 2,000 Km
RUSYA FEDERASYONU
KAZAKİSTAN
MOĞOLİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
HİNDİSTAN
PAKİSTAN
AFGANİSTAN
İRAN
TÜRKİYE
SURİYE
IRAK
SUDİ ARABİSTAN
YEMEN
UMMAN
MISIR
LİBYA
CEZAYİR
TUNUS
FAS
İSPANYA
PORTEKİZ
FRANSA
İTALYA
ALMANYA
POLONYA
UKRAYNA
BELARUS
FİNLANDİYA
İSVEÇ
NORVEÇ
İRLANDA
İZLANDA
HOLLANDA
BULGARİSTAN
ROMANYA
YUNANİSTAN
GÜRCİSTAN
AZERBAYCAN
TÜRKMENİSTAN
ÖZBEKİSTAN
KIRGIZİSTAN
TACİKİSTAN
BANGLADEŞ
SAHA (YAKUT) C.
TUVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
Barents Denizi
Kara Denizi
Norveç Denizi
Kuzey Denizi
Karadeniz
Akdeniz
Hazar Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi
Kızıldeniz
Ohotsk Denizi
Bering Denizi
Marş Denizi
Adriyatik Denizi
Tiren Denizi
Moskova
Astana
Bişkek
Taşkent
Duşanbe
Aşgabat
Kabil
Yeni Delhi
Tahran
Bağdat
Ankara
Riyad
Muskat
Doha
Kahire
Trablus
Tunus
Cezayir
Madrid
Lizbon
Paris
Berlin
Varşova
Kiev
Minsk
Helsinki
Oslo
Stockholm
Amsterdam
Brüksel
Londra
Roma
Atina
Sofya
Bükreş
Budapeşte
Viyana
Prag
Sofya
Lefkoşa
Tel Aviv
Kudüs
Amman
Beyrut
Şam
Kuveyt
Sana
Cibuti
Lima
Ulanbator
Pekin
Tokyo
Ankara
Erbil
Tebriz
Bişkek
Taşkent
Duşanbe
Aşgabat
Kabil
Yeni Delhi
Dakka
Muskat
Riyad
Doha
Kahire
Trablus
Tunus
Cezayir
Madrid
Lizbon
Paris
Berlin
Varşova
Kiev
Minsk
Helsinki
Oslo
Stockholm
Amsterdam
Brüksel
Londra
Roma
Atina
Sofya
Bükreş
Budapeşte
Viyana
Prag
Sofya
Lefkoşa
Tel Aviv
Kudüs
Amman
Beyrut
Şam
Kuveyt
Sana
Cibuti
Lima
Ulanbator
Pekin
Tokyo
Ankara
Erbil
Tebriz