SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MKM103 TEKNİK RESİM

DERS NOTU ve UYGULAMALARI



2015 - 2016

ÖNSÖZ

Teknik resim, mühendislik alanlarında faaliyet gösteren teknik elemanlar arasında iletişim kurulmasını ve bilgi aktarımını sağlayan bir lisan konumundadır. Teknik resim kuralları da konuşma dillerindeki dil bilgisi kuralları gibi zaman içerisinde olgunlaşıp gelişerek bugünkü durumuna gelmiştir. Makinelerin veya bir makineyi oluşturan makine elemanlarının teknik resimleri çizilerek ifade edilmeleri, yazıyla ya da sözle ifade edilmelerine kıyasla çok daha elverişli bir yaklaşım sunmaktadır. Teknik resim bir makine parçasının şeklinin, boyutlarının, toleranslarının, iç yapısının, imalat özelliklerinin, ait olduğu bütün içindeki yerinin ve fonksiyonunun standart gösterim biçimleri ve işaretlemeler kullanılarak ifade edilmesine olanak verir. Makinelerin tasarım-üretim süreçlerinin anlaşılmasını ve anlatılmasını ve teknik elemanlar arasındaki iletişimi oldukça kolaylaştırır. Kafasında tasarladığı bir makineyi veya o makineyi oluşturan bir elemanı teknik resimle ifade etmek veya bir başkası tarafından oluşturulmuş teknik resmi okuyabilmek, makine mühendisleri için en temel gereksinimlerden birisidir. Bu derste, öğrencilere temel teknik resim konuları anlatılarak ve resim çizme/okuma becerisi kazandırılarak bu gereksinimin karşılanması amaçlanmaktadır.

Bilgisayar kullanımı birçok alanda olduğu gibi teknik resim alanına da vazgeçilmez biçimde nüfuz etmiş bulunmaktadır. Bunun bir yansıması olarak, makine mühendisliği eğitimi verilen fakültelerde uygulanmakta olan teknik resim eğitimi yaklaşımlarında klasik yöntemler terk edilerek eğitim aracı olarak bilgisayar kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumun sayısız olumlu sonuçlarının yanı sıra önemli bir de olumsuz etkisinin söz konusu olduğu görülmektedir. Öğrencilerin, teknik resim eğitiminin verildiği birinci yılın sonunda, kullanılmakta olan bilgisayar programını çok iyi öğrendikleri ve bu programa ilişkin iyi bir kullanım becerisi edindikleri, ancak asıl edinilmesi gereken teknik resim çizme/okuma bilgi ve becerisinin yeterince edinilemediği, bilgisayar kullanma becerisinin bu derste bir araç olduğunun unutulup amaç durumuna getirildiği ve hatta öğrenciler arasında dersin isminin *Teknik Resim* dersi olmaktan çıkıp *Bilgisayar* dersine dönüştüğü gözlemlenmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek ve dersin öncelikli konuları olan teknik resim çizme/okuma bilgi ve becerisini öğrencilere daha iyi kazandırabilmek üzere, teknik resmin temel prensiplerini içeren bu doküman **Makine Mühendisliği Bölümü Teknik Resim Ders Notu** olarak hazırlanmıştır. Doküman içinde, perspektif resimler, izdüşümler, perspektif resimden görünüş çıkarma, görünüşlerden perspektif resim çıkarma, görünüş tamamlama, kesit alma, ölçülendirme konularına ve çizimde bilgisayarı etkin bir biçimde kullanma becerisi kazandırmaya yönelik olarak çok sayıda uygulamaya yer verilmiştir.

Akın Oğuz Kaptı

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 8

1.1. Resim Araç Gereçleri 9

1.2. Resim Kâğıtları 9

1.3. Çizgi Tipleri 11

1.3.1. Yardımcı Çizgiler (01.1) 13

1.3.2. Ana (Görünür) Çizgiler (01.1) 14

1.3.3. Görünmez Çizgiler (02.1, 02.2) 14

1.3.4. Eksen Çizgileri (04.1, 04.2) 15

1.3.5. Kesit Düzlemi Çizgileri (04.2) 15

1.3.6. İki Noktalı Eksen Çizgileri (05.1) 16

1.4. Ölçek 17

1.5. Perspektif Resimler 19

1.5.1. İzometrik Perspektif 19

2. GÖRÜNÜŞLER (İZ DÜŞÜMLER) 23

2.1. Nokta, Doğru ve Yüzey İz Düşümleri 24

2.2. Görünüş Çeşitleri (1. Bölge ve 3. Bölge Resimleri) 27

2.3. Altı Standart Görünüş 29

2.4. Görünüş Sayısının Tespiti 31

2.4.1. Tek Görünüşle İfade Edilen Parçalar 32

2.4.2. İki Görünüşle İfade Edilen Parçalar 33

2.4.3. Üç Görünüşle İfade Edilen Parçalar 33

2.4.4. Dört Görünüşle İfade Edilen Parçalar 34

2.4.5. Ortak Görünüşlü Parçalar 34

2.5. Yardımcı Görünüşler 34

2.6. Görünüşlerin Oluşturulmasında Dikkat Edilecek Hususlar 35

3. PERSPEKTİFTEN GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA UYGULAMALARI 36

Uygulama 1 36

Uygulama 2 37

Uygulama 3 38
Uygulama 4 38
Uygulama 5 39
Uygulama 6 40
Uygulama 7 41
Uygulama 8 42
Uygulama 9 43
Uygulama 10 44
Uygulama 11 45

4. İKİ GÖRÜNÜŞTEN ÜÇÜNCÜ GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA UYG. 46

Uygulama 12 47
Uygulama 13 48
Uygulama 14 49
Uygulama 15 49
Uygulama 16 50
Uygulama 17 50
Uygulama 18 51
Uygulama 19 51
Uygulama 20 52
Uygulama 21 52
Uygulama 22 53
Uygulama 23 53
Uygulama 24 54
Uygulama 25 54
Ek Uygulamalar-1 55
Ek Uygulamalar-2 61
Ek Uygulamalar-3 62

5. ÖLÇÜLENDİRME 63

5.1. Ölçülendirme Kuralları 63
5.2. Ölçü Okuma Uygulamaları 67
Uygulama 26 67
Uygulama 27 68

Uygulama 28 69
Uygulama 29 70
Uygulama 30 71
Uygulama 31 72

6. GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA VE ÖLÇÜLENDİRME UYGULAMALARI 74

Uygulama 32 74
Uygulama 33 75
Uygulama 34 77
Uygulama 35 78
Uygulama 36 79
Uygulama 37 80
Uygulama 38 81
Uygulama 39 82
Uygulama 40 83
Uygulama 41 84
Uygulama 42 85
Uygulama 43 86
Uygulama 44 87
Uygulama 45 88
Uygulama 46 89
Uygulama 47 90
Uygulama 48 91
Uygulama 49 92
Uygulama 50 93
Uygulama 51 94
Uygulama 52 95
Ek Uygulamalar-4 96

7. KESİT RESİMLER 101

7.1. Kesit Alma Kuralları 102
7.2. Kesit Görünüş Çeşitleri 104
7.2.1. Tam Kesit 104
7.2.2. Yarım Kesit 105

7.2.3. Döndürülmüş Kesit 105
7.2.4. Kısmi Kesit 106
7.2.5. Kademeli Kesit 106
7.2.6. Profil Kesit 106
7.2.7. Makine Elemanlarının Kesitleri 107
7.3. Kesit Alma Uygulamaları 108
Uygulama 53 108
Uygulama 54 109
Uygulama 55 110
Uygulama 56 110
Uygulama 57 111
Uygulama 58 111
Uygulama 59 112
Uygulama 60 112
Uygulama 61 113
Uygulama 62 114
Uygulama 63 115
Uygulama 64 116
Uygulama 65 117
Uygulama 66 118
Uygulama 67 119
Uygulama 68 120
Uygulama 69 121
Uygulama 70 122
Uygulama 71 123
Uygulama 72 124
Uygulama 73 125
7.4. Silindirik-Simetrik Parçalarda Kesit Uygulamaları 126
Uygulama 74 126
Uygulama 75 127
Uygulama 76 128
Uygulama 77 129
Uygulama 78 130

Uygulama 79 131
Uygulama 80 132
Uygulama 81 133
Uygulama 82 134
Uygulama 83 135

8. BİLGİSAYARDA ÇİZİM UYGULAMALARI 136

8.1. Şablon Dosya Hazırlama 136
8.2. Bilgisayarda Çizim Uygulamaları 137
Uygulama 84 137
Uygulama 85 137
Uygulama 86 137
Uygulama 87 138
Uygulama 88 138
Uygulama 89 138
Uygulama 90 139
Uygulama 91 139
Uygulama 92 139
Uygulama 93 140
Uygulama 94 140
Uygulama 95 140
Uygulama 96 141
Uygulama 97 141
Uygulama 98 141
Uygulama 99 142
Uygulama 100 142

KAYNAKLAR 143

1. GİRİŞ:

Teknik resim, herhangi bir makinenin veya bu makineyi oluşturan makine elemanlarının tasarım ve üretim süreçlerinde teknik elemanlar arasında iletişim kurulmasını ve bilgi aktarımını sağlayan çizgi lisanıdır. Söz ve yazı insanlar arasında iletişim kurmak için kullanılan temel araçlar olmakla birlikte, bir makinenin ya da makineyi oluşturan elemanların şekilsel, boyutsal ve işlevsel özellikleri hakkında fikir vermek için uygun yöntemler değildir. Bu özelliklerin daha kolay, daha doğru ve daha anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi ihtiyacına cevap vermek üzere daha elverişli bir iletişim aracı olarak teknik resim ortaya çıkmış ve zaman içerisinde olgunlaşıp gelişerek bugünkü durumuna gelmiştir. Belirli kurallar ve standart gösterim şekilleri kullanılarak çizilmiş teknik resimler, makine parçalarının şekilleri, işlevsel özellikleri, ait oldukları makine içindeki yerleri, boyutları, toleransları, yüzey özellikleri, malzeme özellikleri ve montaj özelliklerine ait bilgilerin daha kolay anlaşılmasını ve anlatılmasını sağlayan ve tam bilgi aktarımını mümkün kılan çok daha elverişli bir yöntem sunmaktadır.

Teknik resim aynı zamanda üretim birimleri arasındaki koordinasyonun sağlanmasında da önemli bir araçtır. Teknik elemanların üretim süreçlerinde birbirleriyle anlaşabilmeleri için teknik resim kullanmaları gereklidir. Teknik resmi bilen kişiler, hangi dili konuşuyor olurlarsa olsunlar, teknik resmi bilen başka kişilerle dünyanın her yerinde rahatlıkla iletişim kurabilirler. Uluslar arası standartlara uygun olarak çizilmiş bir teknik resim dünyanın her yerinde o ülkede konuşulan lisan bilinmeden de kolaylıkla okunabilir ve anlaşılabilir.

Teknik resim, bir makine parçasının yapımı için gerekli olan bütün bilgileri eksiksiz olarak taşıyan bir resim türü olarak, bu alanda dünyada kabul edilmiş çizim kural ve metotlarını bilen ve uygulayabilen kişilerce çizilir ve okunurlar. Bu resimler serbest elle, çizim araç ve gereçleriyle veya bilgisayar ortamında çizilir. Makine mühendisliği, inşaat mühendisliği, elektrik mühendisliği, mimarlık, tesisatçılık, dekorasyon, mobilya sektörü vb. meslek gruplarında üretimin doğru ve seri olarak yapılabilmesi için, her meslek grubunun kendi gereksinimlerine uygun olarak, teknik resmin temel kuralları ve yöntemleri çerçevesinde çizilen teknik resimlere büyük oranda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu resimleri çizebilmek ve okuyabilmek için, yazı, çizgi, ölçek, kroki, perspektif resim, görünüş (izdüşüm), kesit resim, ölçülendirme, yüzey özellikleri, toleranslar, teknik resim çiziminde bilgisayar kullanımı vb. konularda bilgi ve beceri sahibi olmak gerekmektedir. Bu ders kapsamında, teknik resim çizme/okuma bilgi ve becerisini kazandırmak üzere, yukarıda sayılan konularla bağlantılı olarak çok sayıda uygulama yapmak suretiyle, teknik resmin temel kural ve yöntemlerinin anlatılması hedeflenmektedir.

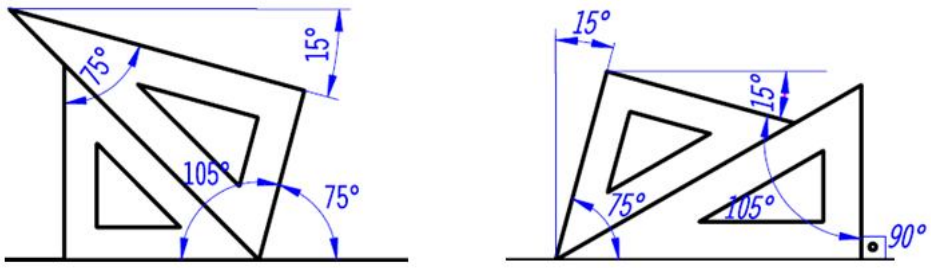
1.1. Resim Araç Gereçleri:

Teknik resimlerin çiziminde kullanılan klasik çizim araç-gereçleri şunlardır:

- Sert kurşun kalemler (2H ~ 9H)
- Orta sertlikte kurşun kalemler (H, HB, B)
- Yumuşak kurşun kalemler (2B ~ 7B)
- Rapido kalemler (0.1, 0.18, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 2.0)
- Pergel
- Gönye takımı (45^ox45^o ve 30^ox60^o lik iki gönye)
- T-Cetveli
- Resim tahtası
- Şablonlar (harf/rakam şablonları, daire şablonları, pistoleler)
- Ölçü aletleri (kumpas, mikrometre)

Bu ders kapsamındaki çizimler ağırlıklı olarak bilgisayar kullanılarak yapılacaktır. Dolayısıyla, klasik çizim araçlarından sadece bir gönye takımı (45^ox45^o ve 30^ox60^o), 0.5 mm uçlu (B, 2B) kurşun kalem, yumuşak bir silgi ve 1:20 duyarlıklı kumpasa ihtiyaç duyulacaktır. Diğer araçlar ise kullanılmayacaktır.

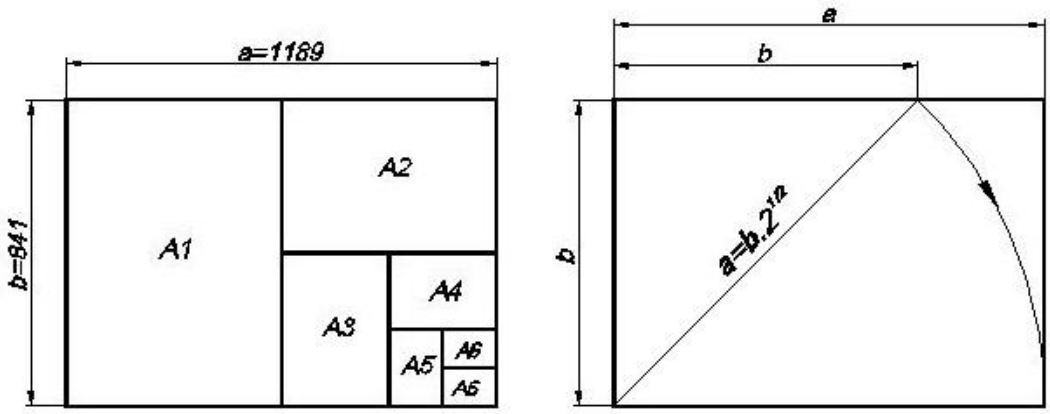
Gönye takımının kullanılışı ve 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105° açıların elde edilişi Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil: 1. Gönye takımının (45^ox45^o ve 30^ox60^o) kullanılışı [9].

1.2. Resim Kâğıtları:

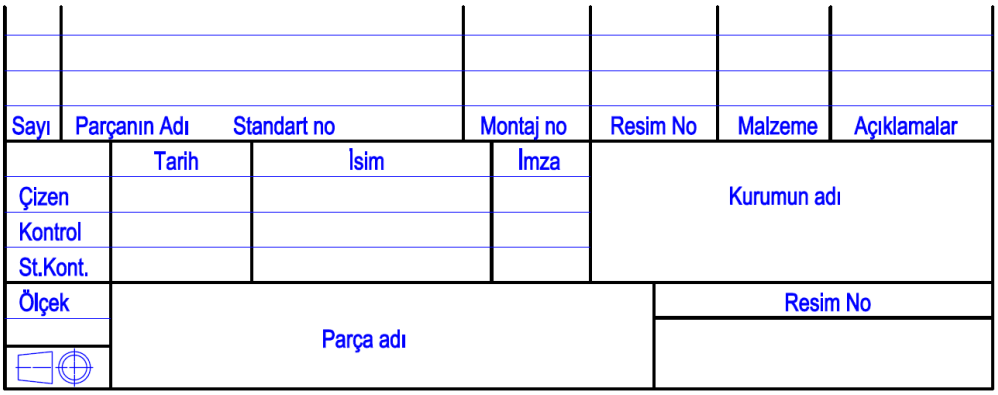
Teknik resimde, TSE tarafından kabul edilen standart (A) serisi resim kâğıtları kullanılır. Bu seri, alanı 1 m^2 ve boyutlarının oranı $1:2^{1/2}$ olan, 841x1189 mm ebatlarındaki A0 kâğıdından başlar. Bu kâğıt, her seferin de ikiye bölünerek sırasıyla A1, A2, A3, A4, A5 ve A6 kâğıtları elde edilir. Adı geçen resim kâğıtları Şekil 2'de görülmektedir. Bunlar içinde en yaygın kullanılan A4 kâğıdının boyutları 210x297 mm ve A3 kâğıdının boyutları ise 297x420 mm dir. Daha büyük paftalar için, her seferinde A0 kâğıdının iki katı alınarak sırasıyla 2A0, 4A0, 6A0 kâğıtları elde edilir.



Şekil: 2. A0 ve diğer resim kağıtlarının oluşumu [2].

Resim çizilirken resim üzerindeki ölçüler ve açıklamalarla belirtilemeyen diğer tüm bilgiler antet (başlık, yazı alanı) kısmında belirtilmelidir (Şekil 3). Antet resmin sağ alt köşesinde yer alır ve üzerinde şu bilgiler bulunur:

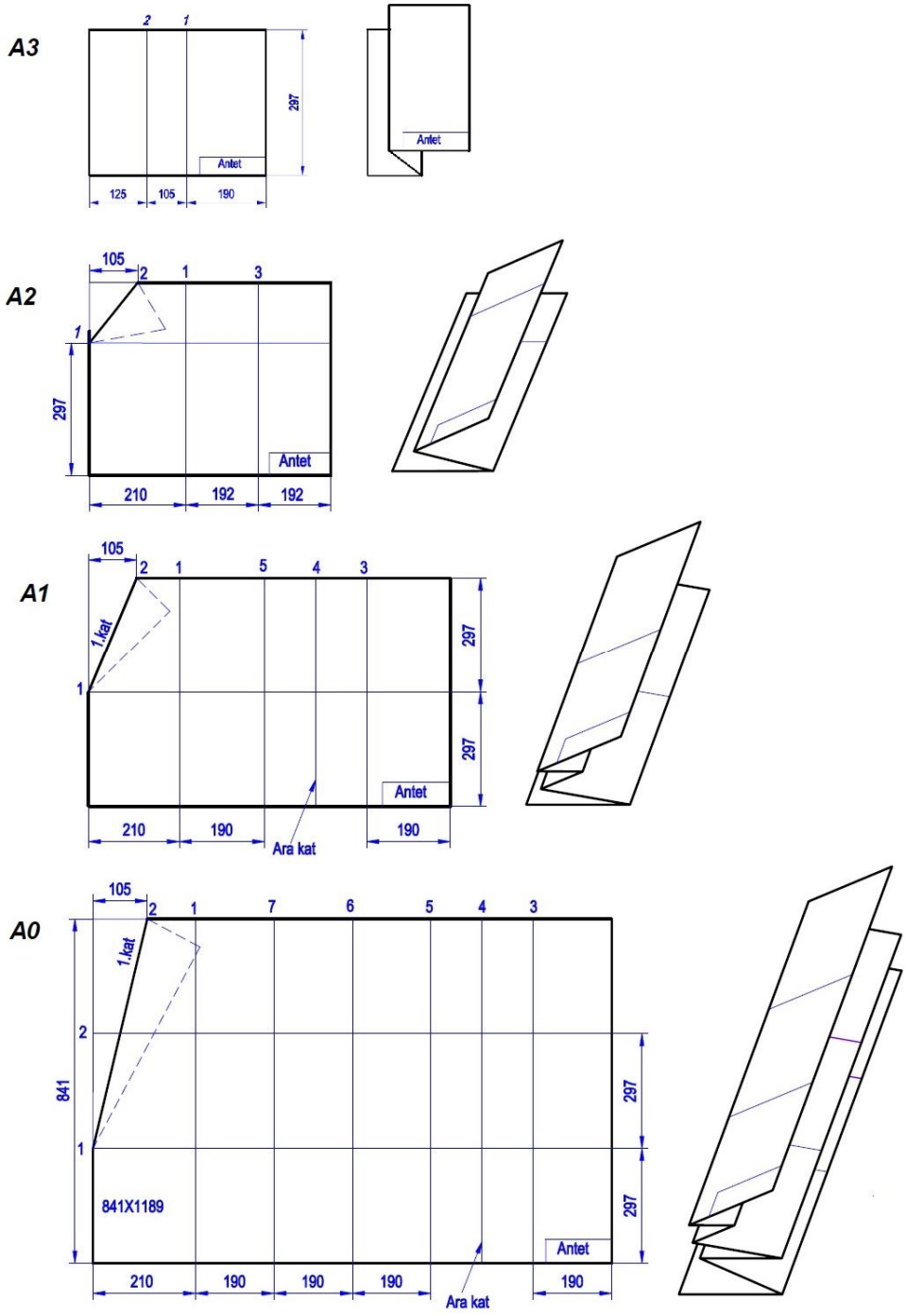
- İşyerinin adı
- Resmi çizenin adı, imzası ve çizim tarihi
- Resmi kontrol edenin adı, imzası ve kontrol tarihi
- Parçanın adı
- Resim numarası
- Ölçek
- Parçanın malzemesi
- Parça numarası ve adedi (montaj antetlerinde)



Şekil: 3. Antet [9].

A3 ve daha büyük olan resim kâğıtları A4 boyutlarına gelecek şekilde katlanırlar. Katlamadan amaç resmin A4 formunu almasını ve resmin sağ alt köşesinde bulunan başlık (antet) kısmının en üste gelmesini sağlamaktır. Böylece katlanmış resimlerin standart dosya veya zarflara eklenmesi ve incelenmek istenen bir kısmın diğer resimleri açmak zorunda kalınmadan bulunması mümkün olur. Bunun için, 20 mm dosyalama payı bırakacak şekilde, enine olarak 190 mm'lik kat yerlerinden ve boyuna olarak ise 297 mm'lik kat yerlerinden

katlama işlemi yapılır. Dosyalama için ayrılan kısmın zaman içinde aşınıp yırtılmaması için buraya bir karton yapıştırılmalıdır. Resim kâğıtlarının katlama biçimleri Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil: 4. A3 ve üzeri resim kâğıtlarının katlanması [9].

1.3. Çizgi Tipleri:

Resmi çizilen makine parçasının farklı özellikteki resim bileşenlerini ifade etmek üzere farklı tip ve kalınlıklardaki standart çizgiler kullanılmaktadır. Resme bakıldığında çizgilerin kalınlık ve şekline göre neyi ifade ettiğinin anlaşılması gerekir. Bunun için çizgilerin kalınlıkları ve şekilleri Tablo 1'de görüldüğü gibi standard hale getirilmiştir (TS 88-20 ISO 128-20).

Tablo: 1. Temel çizgi tipleri (TS 88-20, ISO 128-20) [9].

Tip nu.	ÇİZGİ TİPLERİ	ADLANDIRMA
01.1 01.2		Dar (ince) sürekli çizgi Geniş (kalın) sürekli çizgi
02.1 02.2		Dar (ince) kesik çizgi Geniş (kalın) kesik çizgi
03		Aralıklı kesik çizgi
04.1 04.2		Dar (ince) noktalı uzun kesik çizgi Geniş (kalın) noktalı uzun kesik çizgi
05.1		Dar (ince) iki noktalı uzun kesik çizgi
06		Üç noktalı uzun kesik çizgi
07		Nokta nokta çizgi
08		Kısa kesik çizgili uzun kesik çizgi
09		İki kısa kesik çizgili uzun kesik çizgi
10		Noktalı kesik çizgi
11		Noktalı iki kesik çizgi
12		İki noktalı kesik çizgi
13		İki noktalı iki kesik çizgi
14		Üç noktalı kesik çizgi
15		Üç noktalı iki kesik çizgi

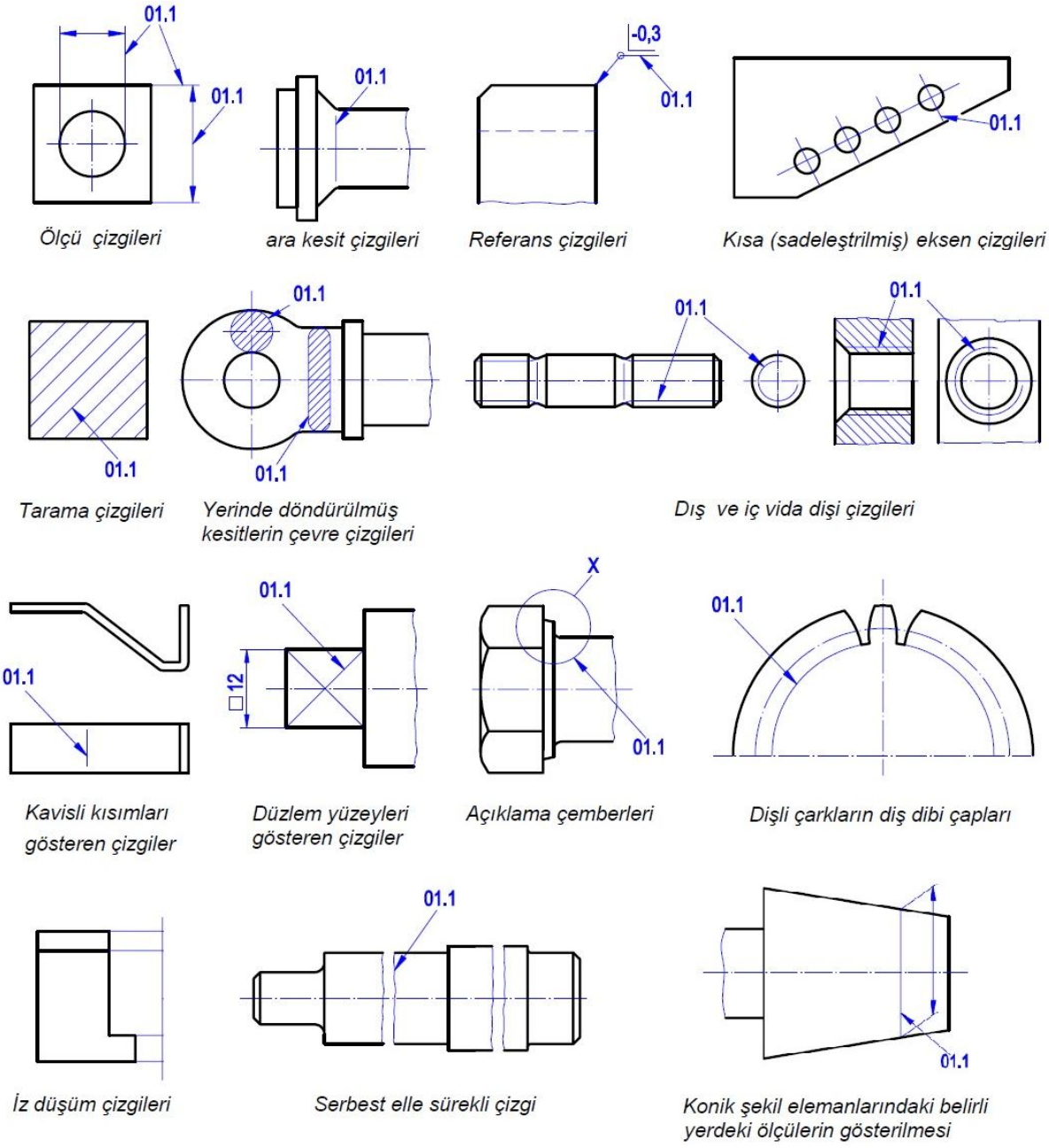
Farklı büyüklükteki resimler için geçerli olmak üzere dört çizgi grubu vardır. Bunlar 1.0, 0.7, 0.5 ve 0.35 mm lik kalınlık gruplarıdır. Tablo 1'deki standart çizgi tipleri içinden 6 tanesi bu ders kapsamında kullanılacak olan çizgilerdir. Bu çizgiler ve çizgi kalınlıkları Tablo 2'de verilmiştir. A4 resim kâğıdı için kullanılacak olan çizgi kalınlıkları koyu olarak belirtilmiştir.

Tablo: 2. Teknik resimde kullanılan çizgi tipleri, çizgi kalınlıkları ve kullanım yerleri.

Çizgi Tipi (Line Type)		**Çizgi Kalınlığı (Line weight)**				**Kullanım yeri**
		1.0	0.7	**0.5**	0.35	
		A0-A1	A2-A3	**A4**	A5-A6	
01.1	Yardımcı çizgi (Continuous line)	0.5	0.35	**0.2**	0.18	Ölçülendirme, tarama, taşıma ve vida dişi çizgileri.
01.2	Ana (görünür) çizgi (Continuous line)	1.0	0.7	**0.5**	0.35	Görünen kenarlar, çerçeveler.
02.1 02.2	Görünmez çizgi (Hidden 2)	0.7	0.5	**0.35**	0.25	Görünmeyen kenarlar.
04.1	Eksen çizgisi (Center 2)	0.5	0.35	**0.2**	0.18	Eksenler, dişli çark bölüm daireleri.
04.2	Kesit düzlemi çizgisi (Center 2)	0.5	0.35	**0.2**	0.18	Kesit düzlemi çizgileri.
05.1	İki noktalı eksen çizgisi (Phantom 2)	0.5	0.35	**0.2**	0.18	Özel alan çevresi, şekillendirme öncesi çevre.

1.3.1. Yardımcı Çizgiler (01.1):

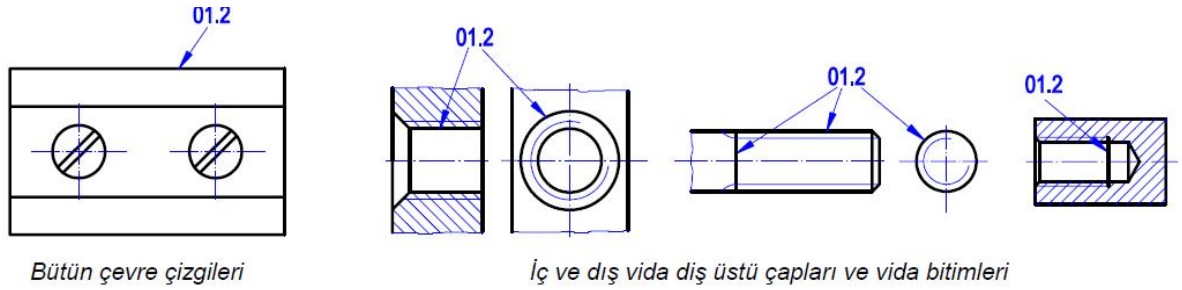
Yardımcı çizgiler, yardımcı unsurları ifade eden sürekli/ince çizgilerdir. A4 çizimlerinde 0.2 mm kalınlıkta çizilirler. Ölçü sınır çizgileri, ölçü çizgileri, tarama çizgileri, vidalar ve benzeri makine elemanlarında diş dibi çizgileri, serbest el çizgileri, bilgi taşıma çizgileri bu sınıfta yer alan çizgi türleridir. Bilgi taşıma çizgisi dışında yukarıda ismi sayılan tüm çizgiler resimde kalırlar, bilgi taşıma çizgileri ise resim bittikten sonra resimden silinirler. Parçaya ait herhangi bir detay tüm görünüşlerde aynı yatay veya düşey doğrultuda olmalıdır. Bunun sağlanması için, birbirine paralel yatay veya düşey yardımcı çizgiler olarak bilgi taşıma çizgilerinin kullanılmasına ihtiyaç duyulabilir. Resimler, mümkün olduğunca taşıma çizgisi kullanılmadan çizilmeye çalışılmalı, kullanılan taşıma çizgileri ise resim bittikten sonra resimden kaldırılmalıdır. Bu çizgiye ait örnek çizimler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil: 5. Yardımcı çizgiye (**01.1**: İnce sürekli çizgi) ait örnek çizimler [9].

1.3.2. Ana (Görünür) Çizgiler (01.2):

Ana (görünür) çizgiler, parçanın görünen kenarlarını ifade eden sürekli/kalın çizgilerdir. A4 çizimlerinde 0.5 mm kalınlıkta çizilirler. Bir görünüşün en dış hatlarının ana çizgilerle çizilmesi gerektiği ve bu çizgilerin bir kapalı alan oluşturacağı açıktır. Ancak, en dış hatların oluşturduğu kapalı alan içinde başka ana çizgiler de varsa, bu iç ana çizgilerin oluşturduğu bibirine komşu kapalı alanlar arasında kot farkı var ve bu alanlar aynı düzlemde değiller demektir. Birisi diğerine göre, ya daha derindedir, ya da daha üsttedir, yani bakış doğrultusunda kağıt düzleminden size doğru uzanmaktadır. Bu iki durumdan hangisinin söz konusu olduğu diğer görünüşle birlikte değerlendirilerek belirlenir. Bu çizgiye ait örnek çizimler Şekil 6'da verilmiştir.



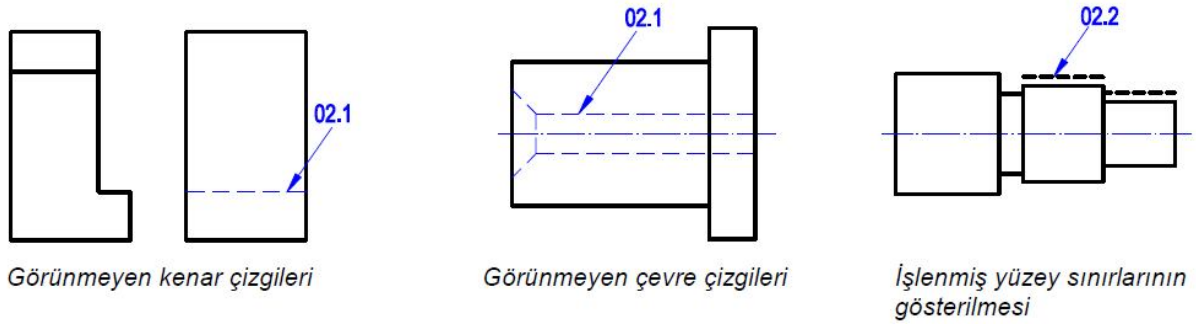
Şekil: 6. Ana çizgiye (**01.2**: Kalın sürekli çizgi) ait örnek çizimler [9].

1.3.3. Görünmez Çizgiler (02.1, 02.2):

Cismin arka veya iç tarafında kaldığı için dıştan bakıldığında görülemeyen kenarları teknik resimde kesikli çizgilerle gösterilirler. Görünmez çizgiler resmin anlaşılmasını güçleştirdikleri için, özellikle kesit resimlerde, gerekli olmadıkça kullanılmamalıdırlar. Bu çizgiye ait örnek çizimler Şekil 7'de verilmiştir.

Bu çizgilerin kullanımında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Görünmez çizgilerde çizgi kalınlığı 0.35 mm dir.
- Kesikli çizgilerin boyu 4 mm ve aradaki boşluk 1 mm dir.
- Görünmez çizgi bir ana çizginin devamı olarak ortaya çıkıyorsa arada boşluk olmalıdır. Bir ana çizgide sonlanıyorsa boşluk bırakılmaz.
- İki görünmez çizgi bir köşe oluşturacak şekilde birleşiyorsa arada boşluk bırakılmaz.
- İki görünmez çizgi aralarında küçük bir boşlukla paralel olarak ortaya çıkıyorsa, bu iki çizgiye ait boşluklar karşılıklı olarak gelmelidir.
- Görünmez çizgiler farklı çizgilerle üst üste çakıştığında eksen çizgisini ve yardımcı çizgileri yok eder, ana çizgi tarafından ise yok edilirler.



Şekil: 7. Görünmez çizgiye (**02.1**: İnce kesikli çizgi; **02.2**: Kalın kesikli çizgi) ait örnek çizimler [9].

1.3.4. Eksen Çizgileri (04.1, 04.2):

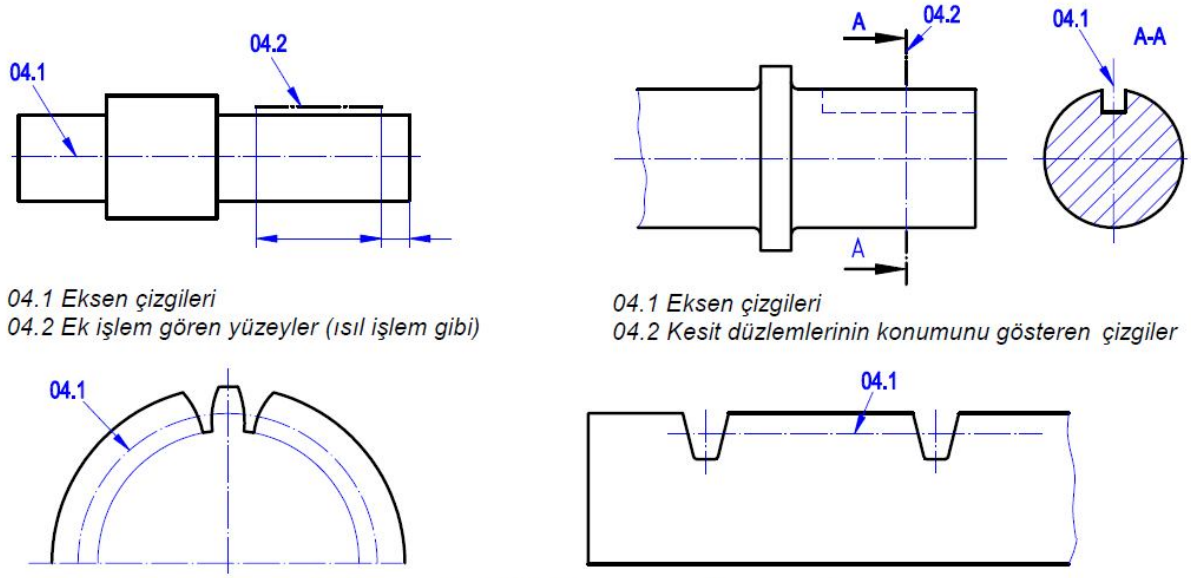
Eksen çizgileri dairesel, silindirik, küresel, eliptik detayları, ve bunlara ilaveten simetriklik özelliğini ifade eden, ince ve kesikli/noktalı olarak çizilen çizgilerdir. Makine parçaları genellikle dönel-simetrik olduğundan silindirik detaylar fazladır ve eksen çizgileri sıklıkla kullanılırlar. Dönel simetrisi olan bir makine parçası çiziminde en önemli çizgi ana simetri eksenini gösteren eksen çizgisidir ve çizime bu çizgiden başlanmalıdır. Bu çizgiye ait örnek çizimler Şekil 8'de verilmiştir.

Eksen çizgilerin çizilmesinde şu hususlara dikkat edilmelidir:

- A4 çizimlerinde eksen çizgileri 0.2 mm kalınlıkta çizilirler.
- Çizgilerin boyu 10~15 mm olmalı ve aralarına nokta konulmalıdır.
- Eksen çizgileri ait oldukları detayların sınırında bitirilmezler ve bir miktar (3~5 mm) dışarıya taşırılırlar.
- Silindirik parçaların üç görünüşü çizildiğinde bunların birisi dairesel görünüş olarak, diğer ikisi ise dikdörtgensel görünüş olarak ortaya çıkar. Dikdörtgensel görünüşler (simetriyi bozan ilave detayların olmaması durumunda) birbirinin aynısıdır ve birbirlerine göre 90° dönmüş olarak çizilirler. Dairesel görünüşte her tepe noktasından (0°, 90°, 180°, 270°) bir eksen çizgisi geçirilmelidir. Dikdörtgensel görünüşte ise sadece simetri eksenini ifade eden boyuna eksen çizilmelidir.
- Herhangi bir görünüşteki, herhangi bir eksen çizgisi, komşu görünüşte aynı doğrultudaki bir eksen çizgisiyle çakışmalıdır.
- Eksen çizgileri ölçü sınır çizgisi olarak ta kullanılabilirler. Ancak, bu durumda, ölçü çizgisine kadar eksen çizgisi formu bozulmadan uzatılmalıdır.

1.3.5. Kesit Düzlemi Çizgileri (04.2):

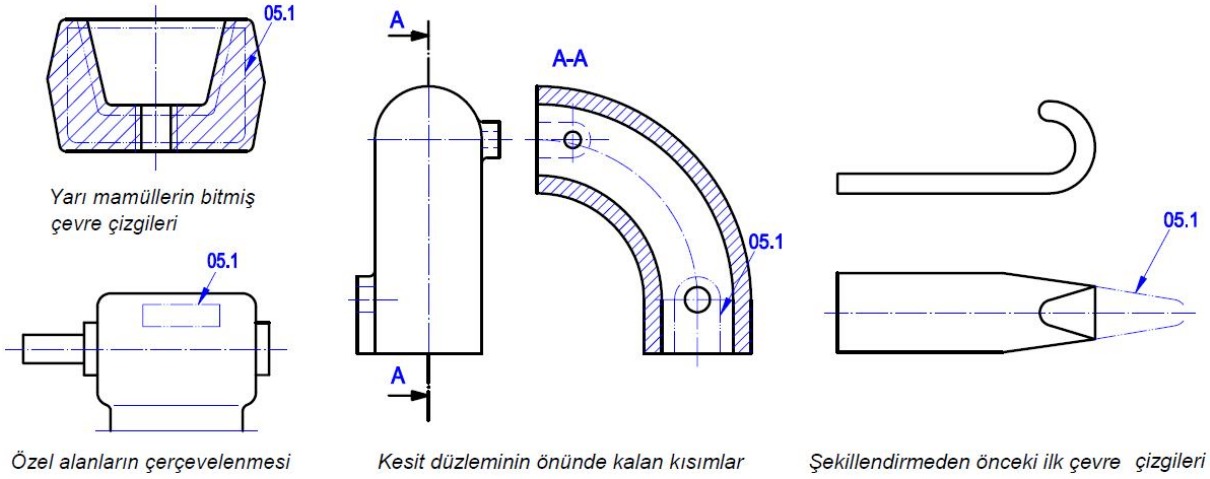
Kesit resimlerde, kesme düzleminin nereden geçirildiği, kesit görünüşe komşu görünüşte gösterilmelidir. Bu amaç için kesit düzlemi çizgisi kullanılır. Bu çizgi, ilk ve son çizgileri kalın olarak (0.5 mm) çizilen bir eksen çizgisidir. Kalın çizgiler üzerine, kesit görünüşün olduğu tarafı işaret eden oklar ilave edilir. Bu çizgiye ait örnek çizim Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil: 8. Eksen çizgisine (**04.1**: İnce eksen çizgisi; **04.2**: Kalın eksen çizgisi) ait örnek çizimler [9].

1.3.6. İki Noktalı Eksen Çizgileri (05.1):

Bu çizgi 0.2 mm kalınlıklı çift noktalı bir eksen çizgisidir. Yarı mamul parçalarda işlem sonrası bitmiş parçanın çevre çizgileri, kesit resimlerde kesme düzleminin ön tarafında kalan ve atılan parçayla bilikte atıldığı halde resimde gösterilmesi istenen detaylar, şekillendirmeden önceki ilk çevre çizgileri bu çizgiyle çizilir. Bu çizgiye ait örnek çizimler Şekil 9'da verilmiştir.

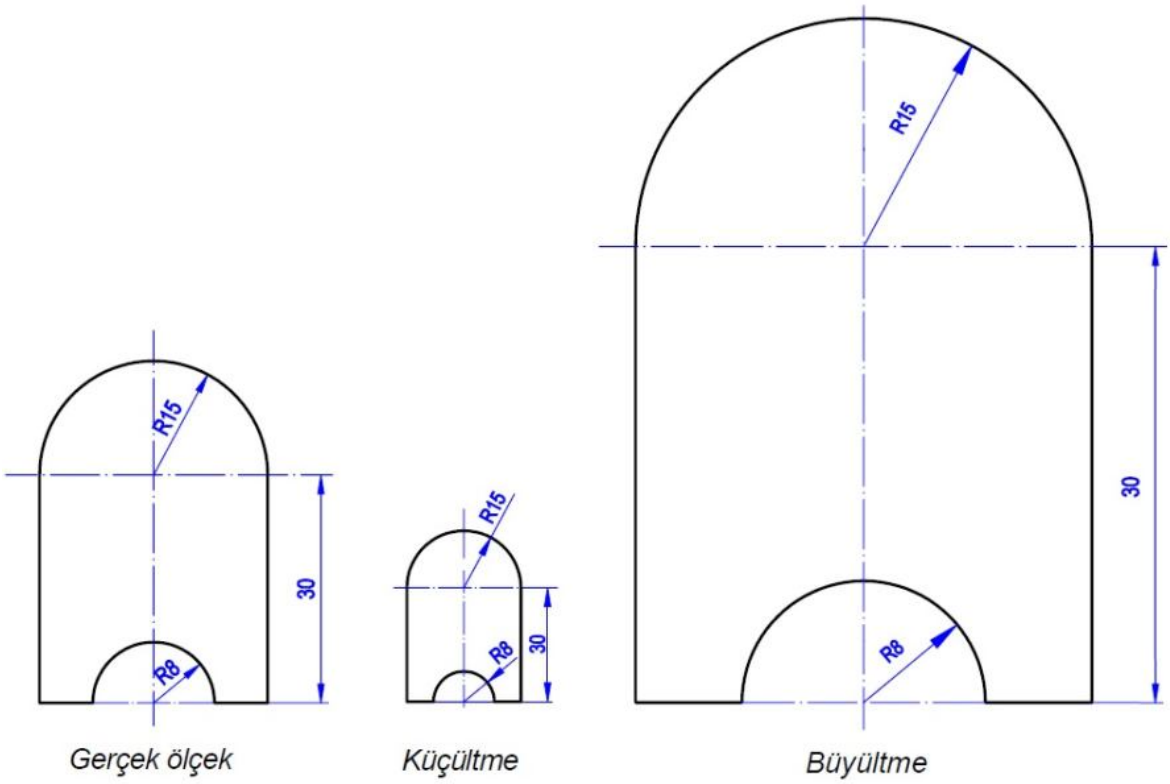


Şekil: 9. İki noktalı eksen çizgisine (**05.1**: İnce iki noktalı uzun kesik çizgi) ait örnek çizimler [9].

1.4. Ölçek:

Teknik resim çizilirken kullanılan boyutların resmi çizilen parçanın gerçek boyutlarına oranına ölçek adı verilir.

Teknik resimde çizilen parçaların gerçek ölçülerine uygun çizim yapmaya çalışılır. Çizim yapılırken parçanın gerçek boyutları kullanılıyorsa resmin ölçeği 1:1 dir. Ancak parça çok küçük ya da çok büyük olabilir. Parçanın çok küçük olması durumunda anlaşılır bir resim olabilmesi için büyülterek çizim yapılır. Parçanın çok büyük olması durumunda ise resmin kâğıda sığması için küçülterek çizim yapılır. Bu şekilde; gerçek ölçüsünde (1:1 ölçekte), küçültülerek (1:2 ölçekte) ve büyültülerek (2:1 ölçekte) çizilmiş bir resim Şekil 10'da görülmektedir.



Şekil: 10. Gerçek ölçüsünde (1:1 ölçekte), küçültülerek (1:2 ölçekte) ve büyültülerek (2:1 ölçekte) çizilmiş resimlere örnekler [9].

Ölçek değeri şu şekilde hesaplanır:

Ölçek = Çizim ölçüsü / Parçanın gerçek ölçüsü

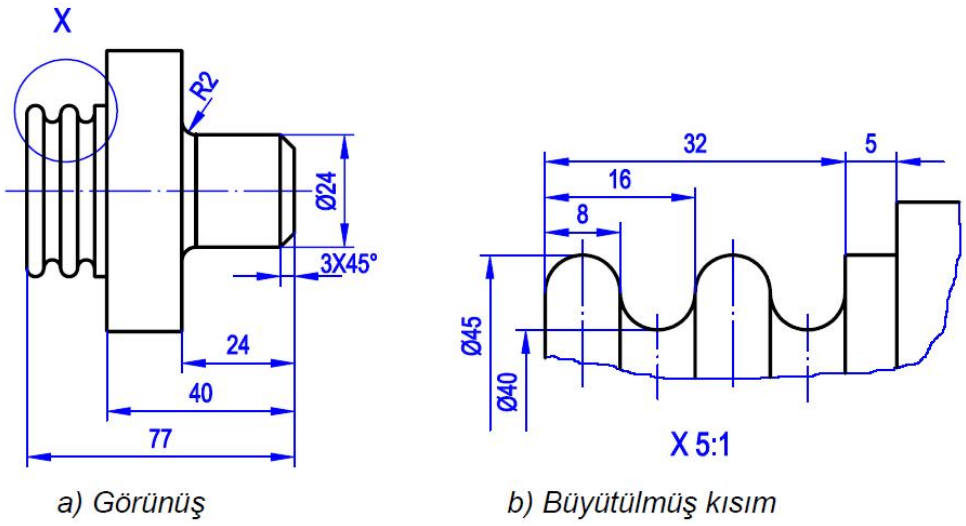
Büyütme ve küçültmeler rastgele oranlar kullanılmaz. Bunun için Tablo 2'de verilen standart ölçek değerleri kullanılmalıdır. Ölçek değeri cismin karmaşıklığına ve gösterilme amacına uygun olmalı, verilmesi istenen bilginin kolay ve açık olmasını sağlayacak büyüklükte seçilmelidir.

Tablo: 2. Büyütme ve küçültmeler için kullanılan standart ölçek değerleri.

Büyütme	Küçültme
2:1	**1:2**
5:1	**1:5**
10:1	**1:10**
20:1	**1:20**
50:1	**1:50**
100:1	**1:100**
200:1	**1:200**
500:1	**1:500**
1000:1	**1:1000**

Ölçek kullanımında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Açıların çiziminde ölçek kullanılmaz.
- Ölçek kullanılarak çizilen resimlere konulan ölçülerde parçanın gerçek boyutu yazılır.
- Parçanın kısmi bir ayrıntısını daha iyi gösterebilmek için kısmi ölçek kullanılabilir. Bu durumda ilgili kısım dairesel bir eksen çizgisi içine alınarak ve X, Y, Z harfleri kullanılarak belirtilir. Bu bölge resmin yan tarafında daha büyük bir ölçekle yeniden çizilir. Kullanılan harf ve ölçek değeri büyük ölçekle çizilen bu kısmın altına yazılmalıdır. Bu uygulamaya ait bir örnek Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil: 11. Kısmi ölçek [9].

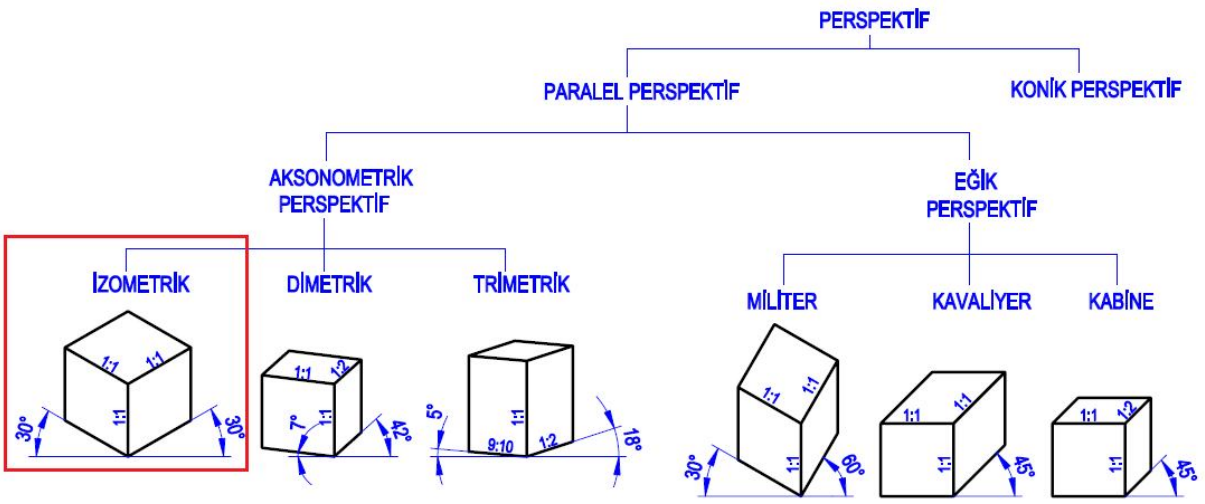
1.5. Perspektif Resimler:

Perspektif resimler parçanın üç yüzünü birden tek görünüşte gösteren ve teknik resim eğitimi almamış kimselere parçanın daha kolay anlatılabilmesi için çizilen resimlerdir. Perspektif resimler yapım resmi olarak kullanılmazlar. Fakat parçanın zihinde daha kolay canlandırılmasını sağladığı için iz düşüm (görünüş) resim mantığını anlatmak amacıyla teknik resim eğitiminde ve ürün tanıtımı amacıyla kataloglarda sıkça kullanılırlar.

Perspektif resim çizimi için geliştirilmiş pek çok yöntem bulunmaktadır. Perspektif resimler ışınların iz düşüm düzlemine geliş durumuna göre **Aksonometrik** (Dik), **Eğik** ve **Konik** (Merkezi) Perspektif olmak üzere üç değişik şekilde çizilirler. Aksonometrik iz düşüm yönteminde ışınlar iz düşüm düzlemine dikey olarak, eğik iz düşüm yönteminde ise ışınlar iz düşüm düzlemine eğik olarak gelirler. Her iki yöntemde de ışınlar birbirine paraleledir ve dolayısıyla geriye doğru uzanan kenarlar da birbirine paraleldir.

Konik iz düşüm yönteminde ise bir noktadan çıkan ışınlar bu noktadan uzaklaştıkça açılırlar. Bu yöntemle elde edilen perspektif resimlerde geriye doğru uzanan kenarlar gittikçe birbirine yaklaşır. Cismin birbirine paralel olan ayrıtları resimde paralel çizilmez. Bu perspektif çizim yöntemi mimarlar ve ressamlar tarafından kullanılır. Makine resimlerinde konik perspektif kullanılmaz.

Perspektif resimlerin sınıflandırılması Şekil 12'de verilmiştir. Bu ders kapsamında ağırlıklı olarak izometrik perspektif yöntemi kullanılacak, nadiren kabine (veya kavaliyer) perspektif yöntemine başvurulacak, diğer yöntemler ise kullanılmayacaktır.



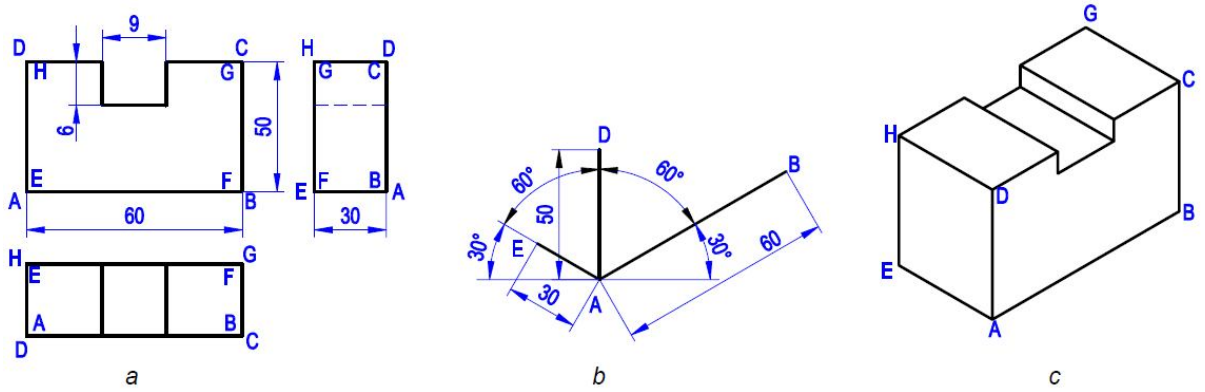
Şekil: 12. Perspektif resimlerin sınıflandırılması [9].

2.1. İzometrik Perspektif:

İzometrik perspektif, bütün kenarlardaki kısalma oranlarının ve perspektif ekseni açılarının eşit olduğu bir aksonometrik iz düşümdür. Bu tür perspektifi elde etmek için parçanın üst görünüşü yatay iz düşüm düzlemi üzerinde sağa 45° döndürülür ve parça tabanı $35^{o}16'$ yukarıya kaldırılır. Bu duruma gelen parçanın düşey izdüşümü, izometrik perspektiftir.

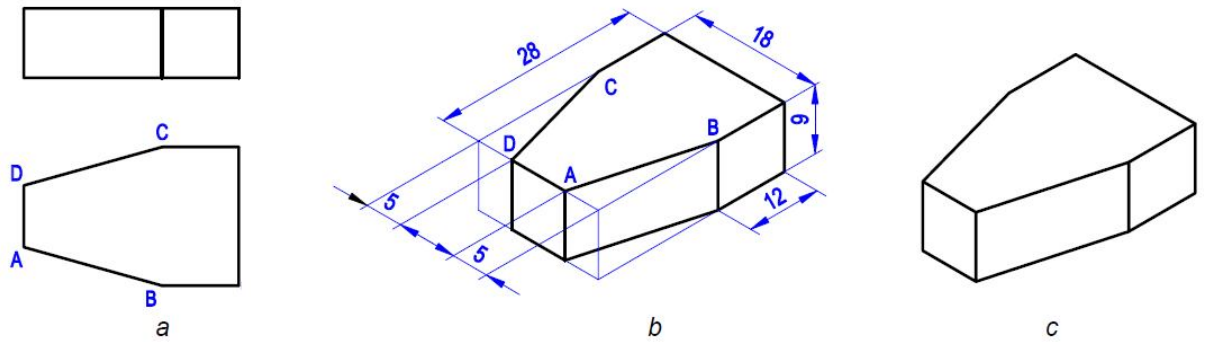
Çizilen bu düşey izdüşümün taban kenarları yatayla 30° lik açı yapar. Bu kenarlar eşit ölçüde kısalmış olarak görüneceklerdir. Ancak çizimde kolaylık sağlamak açısından kenarlar hiç kısalmamış gibi kabul edilerek tam boylarında (1:1 ölçekte) çizilir. Eğer açıklayıcı özellikleri yoksa görünmez çizgiler silinir.

Örneğin; Şekil 13.a'da üç görünüşü verilen parçanın izometrik perspektifini çizmek istiyor olalım. Bunun için önce izometrik eksenler birbiriyle 60° ve yatayla 30° açı yapacak şekilde çizilir (Şekil 13.b). Parçanın A köşesi üzerinde döndürüldüğü dikkate alınarak izometrik eksenler üzerinde ilgili kenarlar işaretlenir. Bu işlem sonucu bulunan B, D, E noktalarından eksenlere paraleller çizilerek dikdörtgen prizmanın perspektifi meydana getirilir. Prizmanın üst tarafında bulunan kanalın ölçüleri işaretlenerek perspektif tamamlanır (Şekil 13.c).



Şekil: 13. İzometrik perspektif resimlerin çizilmesi [9].

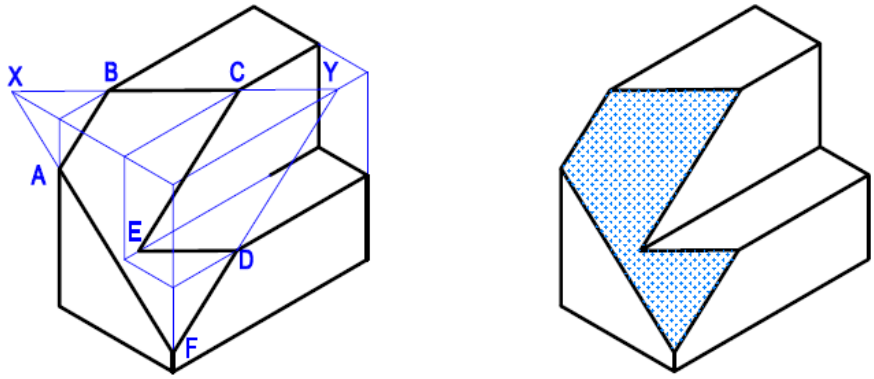
İzometrik perspektiflerin kolayca çizilebilmesi için önce dikdörtgenler prizması çizilerek parça bu prizmanın içine oturtulmalıdır. Parçanın şekline bağlı olarak izometrik eksenlere paralel olmayan bazı kenarlar olabilir. Bu kenarlar resimde gerçek boylarından farklı olarak çıkarlar. Örneğin; Şekil 14.a'da iki görünüşü verilen cismin izometrik olmayan kenarlar AB ve CD kenarlarıdır. Şekil 14.b'de görüldüğü gibi cisim dikdörtgenler prizması şeklinde çizildikten sonra A ve D noktaları kenarlardan 5'er mm olarak işaretlenir. A noktası B ile ve D noktası C ile birleştirildiğinde AB ve CD mesafelerinin gerçek uzunluklarında olmadığı görülür. Fazlalıklar silindiğinde Şekil 14.c'deki izometrik resim tamamlanmış olur.



Şekil: 14. İzometrik olmayan kenarların çizilmesi [9].

Parçada izometrik eksenlere ve yüzeylere paralel olmayan gelişigüzel yüzeyler bulunabilir. Bu yüzeylerin izometrik perspektifini çizebilmek için gelişigüzel yüzey kenarlarının izometrik kenarları kestiği noktaların bulunması gerekir. Şekil 15'deki perspektifi çizmek için, X, Y ve F noktaları birleştirilerek, bu düzlemin parça yüzeylerini kestiği A, B, C, D noktaları

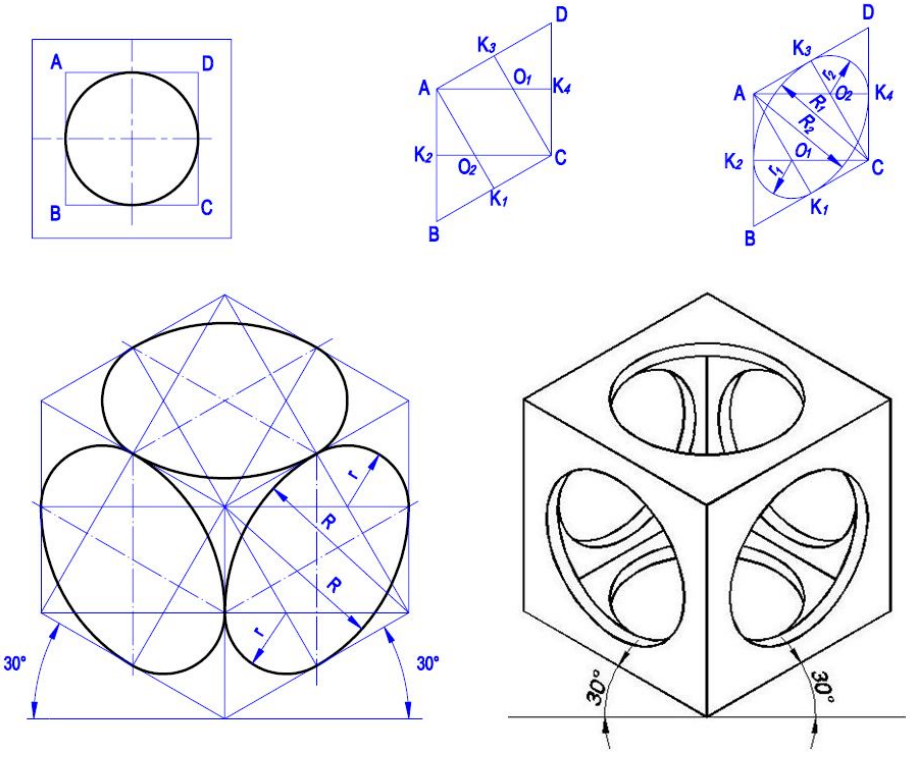
belirlenir. Perspektiflerde birbirine bağlı paralel yüzeylere ait kenarlarda paraleldir. AB kenarına paralel CE kenarı çizilerek E noktasının yeri belirlenir. Kenarlar koyulaştırılarak perspektif tamamlanır.



Şekil: 15. İzometrik olmayan gelişigüzel yüzeylerin çizilmesi [9].

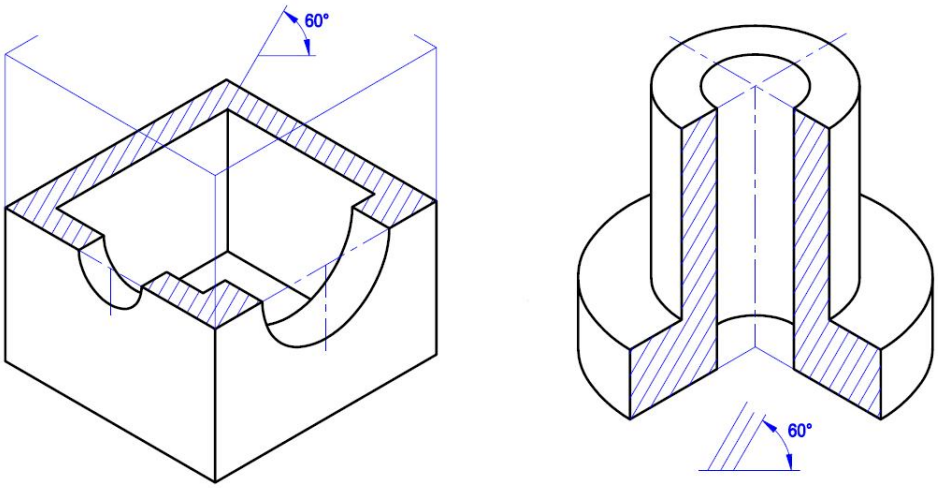
İzometrik resimlerde açılar gerçek büyüklüklerinde görünmedikleri için doğrudan doğruya çizilemezler. Açıyı çizebilmek için açıyı meydana getiren köşe noktalarının simetri eksenlerine veya ana kenarlara olan yerleştirme ölçülerinin bilinmesi gerekir.

İzometrik perspektifte, delikler ve radüsler (köşe yuvarlatmaları) gibi dairesel formlar elipse dönüşürler. Bu elipsin çizilmesi ve dairenin izometrik perspektifinin üç düzlemdeki görünüşleri Şekil 16'da verilmiştir. Bu elipsi çizmek için önce kenarları daireye teğet bir kare çizilir. Karenin izometrik perspektifi çizildikten sonra meydana gelen paralel kenarın A ve C noktalarından kenarlara dikmeler inilir. Bu dikmelerin kesim noktaları olan O_1 ve O_2 noktaları ile A ve C noktaları dairenin izometrik resmi olan elipsin çiziminde kullanılan daire yayı parçalarının merkezlerdir.



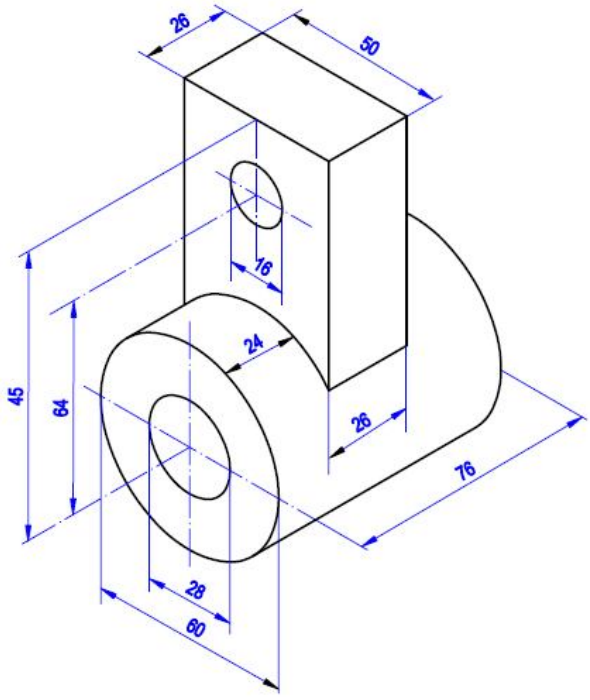
Şekil: 16. Elips çizimi ve dairenin izometrik perspektifinin üç düzlemdeki görünüşleri [9].

İzometrik resimlerde parçanın iç kısımlarını göstermek için kesit alınabilir. Şekil 17'de tam ve yarım kesit olarak çizilmiş izometrik resimler görülmektedir. Yarım kesitte cismin dörtte biri atıldığından elde edilen izometrik resimde iç ve dış kısımlar tam olarak belirtilebildiği için yarım kesit daha kullanışlıdır. İzometrik resimlerde en iyi sonuç veren kesit kısmi kesittir. Perspektif resimlerin kesit yüzeylerindeki tarama çizgileri yatayla 60° lik açı yapacak şekilde çizilmelidir.



Şekil: 17. İzometrik perspektifte tam ve yarım kesit uygulaması [9].

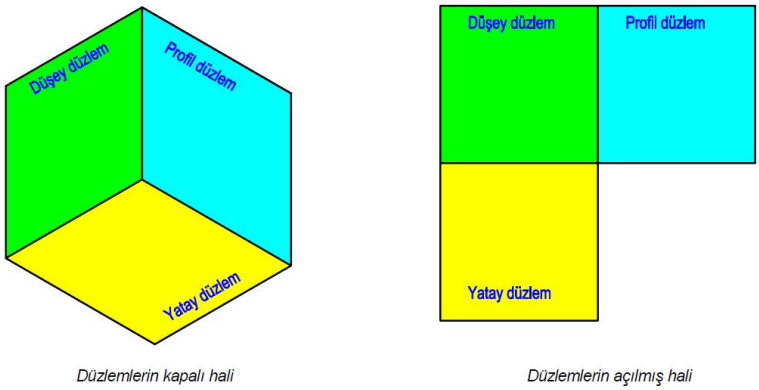
İzometrik perspektif resimlerin ölçülendirilmesinde ölçü rakamları ölçü sınır çizgilerinin eğikliğine göre eğik olarak fakat ölçü çizgisine paralel olarak yazılmalıdır. Ölçü çizgisi de ait olduğu kenara paralel olarak çizilmelidir. Bütün ölçüler gerçek boyutu belirten yerlere ve izometrik düzlemler üzerine konulmalıdır. Bir izometrik resmin ölçülendirilmesinde rakamların, ölçü çizgilerinin ve okların konumları Şekil 18'de görülmektedir.



Şekil: 18. İzometrik perspektifte ölçülendirme [9].

2. GÖRÜNÜŞLER (İZ DÜŞÜMLER):

Teknik resimde üç boyutlu makine parçalarının ifade edilmesi için iki boyutlu görünüşlerden (iz düşümler) yararlanılır. Bir cismin, bir düzlem üzerine iz düşürülen görüntüsüne o cismin iz düşümü ya da görünüşü adı verilir. Görünüşleri çizilecek cismin, duvarları aynalardan oluşan **kübik** bir odanın merkezinde, ve cismin ayrıtları odanın köşegenlerine paralel olacak şekilde bulunması durumunda, her biri odanın bir duvarına aksetmiş şekilde cisme ait üç temel iz düşüm elde edilir. Şekil 19'da bu üç temel iz düşüm düzlemi görülmektedir. Bunlardan yere dik ve bakış noktasının karşısında olan düzlem **Düşey (Alın) Düzlem**, yere paralel olan düzlem **Yatay Düzlem** ve yan tarafta olan düzlem ise **Profil Düzlem** olarak isimlendirilir.

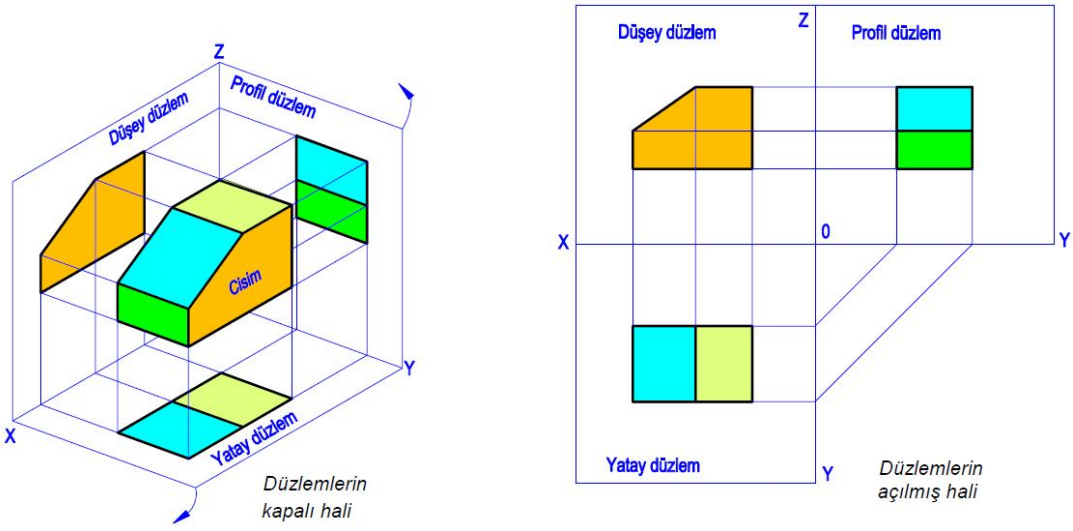


Şekil: 19. Üç temel izdüşüm düzlemi [9].

Şekil 20'de görülen cisme:

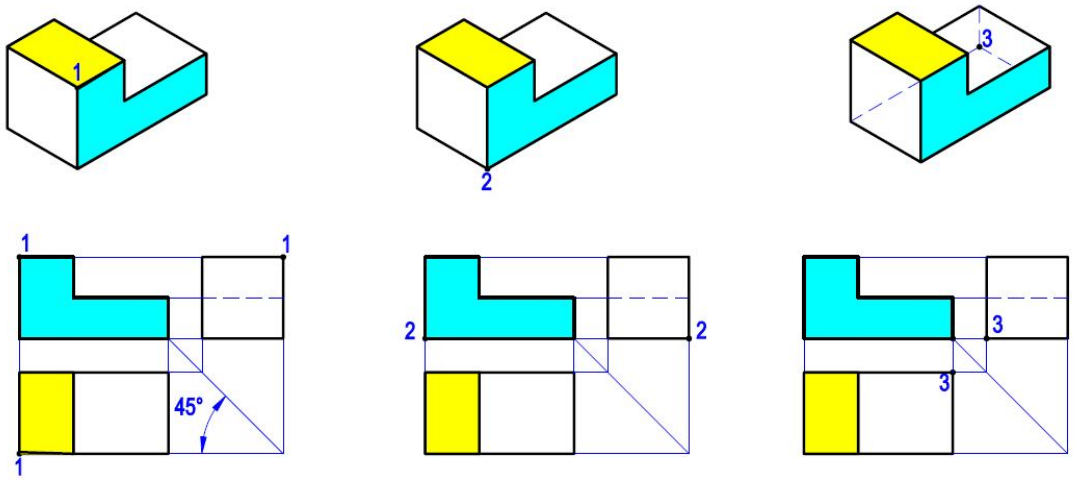
- Önden bakılarak düşey düzlem üzerindeki dik iz düşümü (**Ön görünüş**)
- Üstten bakılarak yatay düzlem üzerindeki dik iz düşümü (**Üst görünüş**)
- Sol yandan bakılarak profil düzlemdeki dik iz düşümü (**Sol yan görünüş**)

elde edilmiştir.

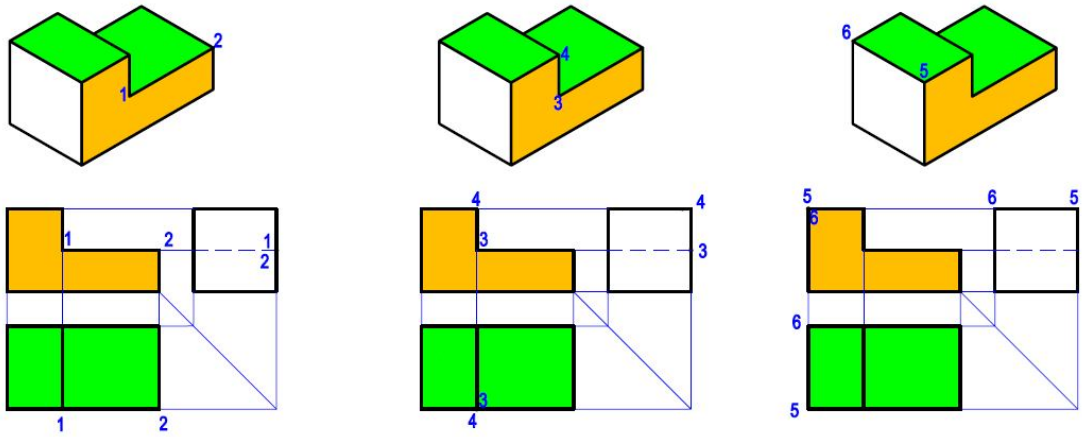


Şekil: 20. Üç temel görünüşün elde edilmesi [9].

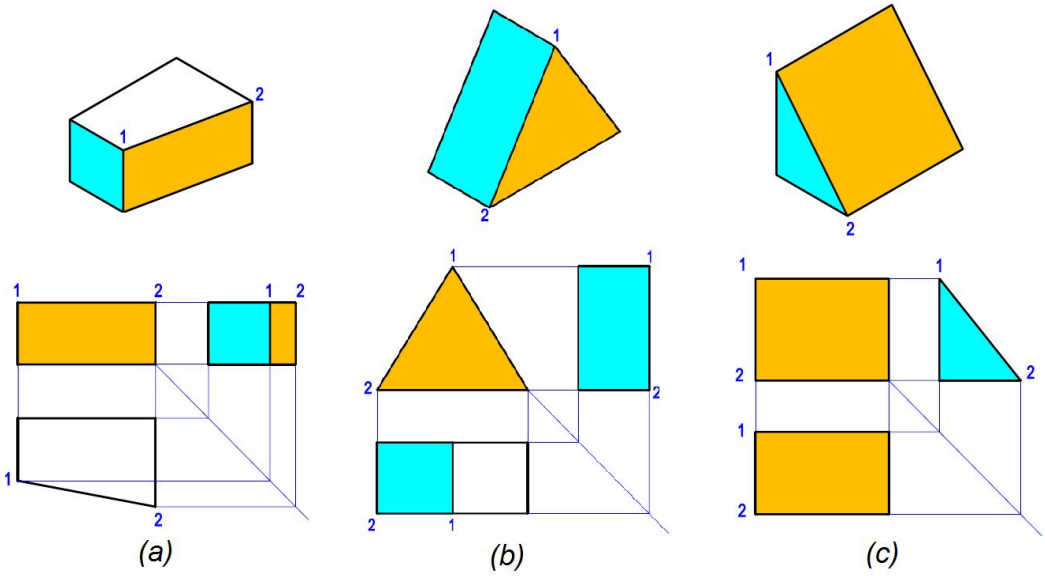
2.1. Nokta, Doğru ve Yüzey İz Düşümleri:



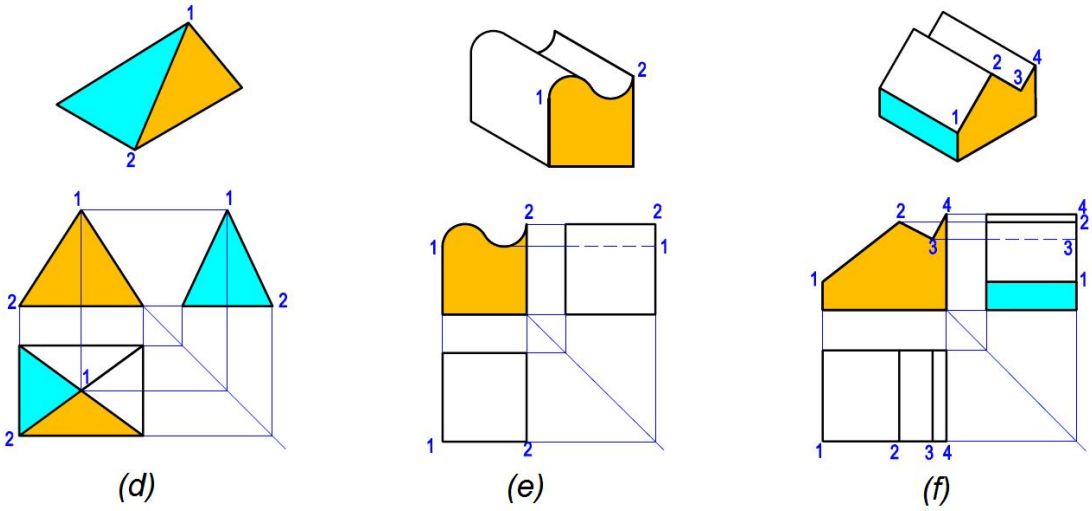
Şekil: 21. Parça üzerindeki bir noktanın (köşenin) iz düşümü [9].



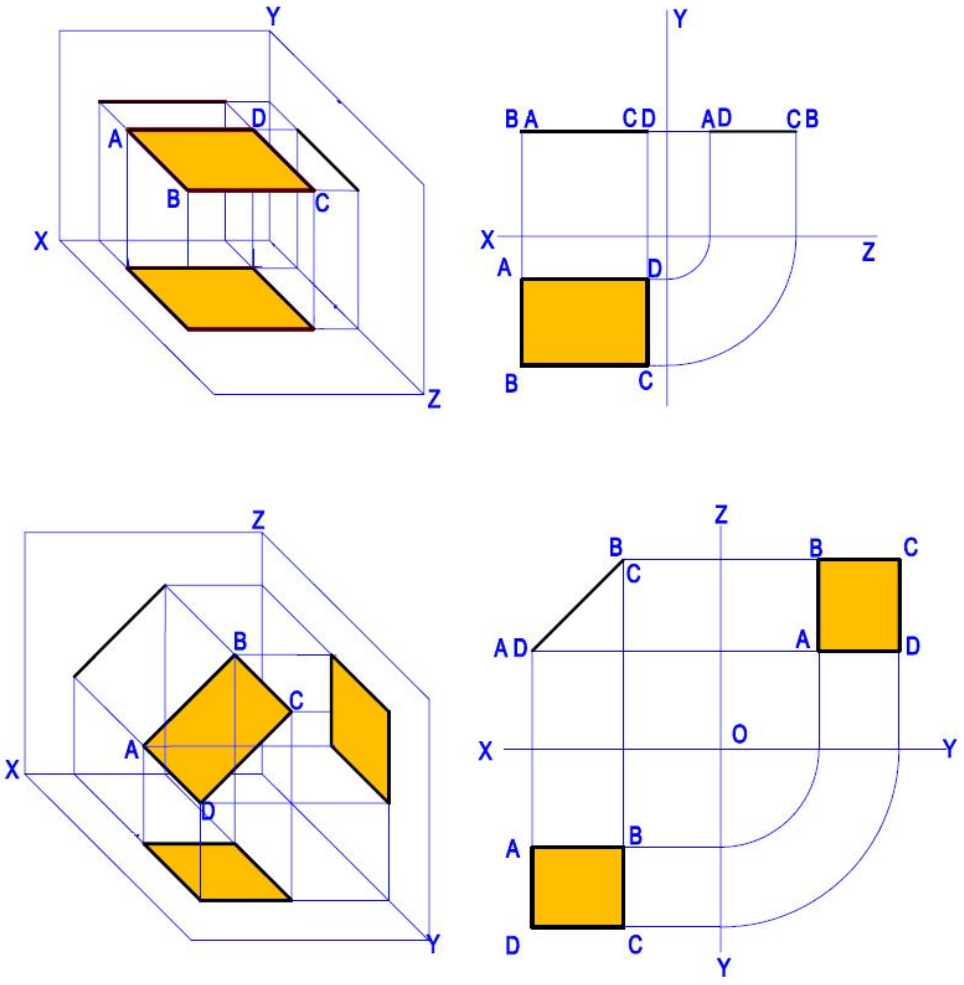
Şekil: 22. Parça üzerindeki, izometrik eksenlere paralel doğruların (kenarların) iz düşümleri [9].



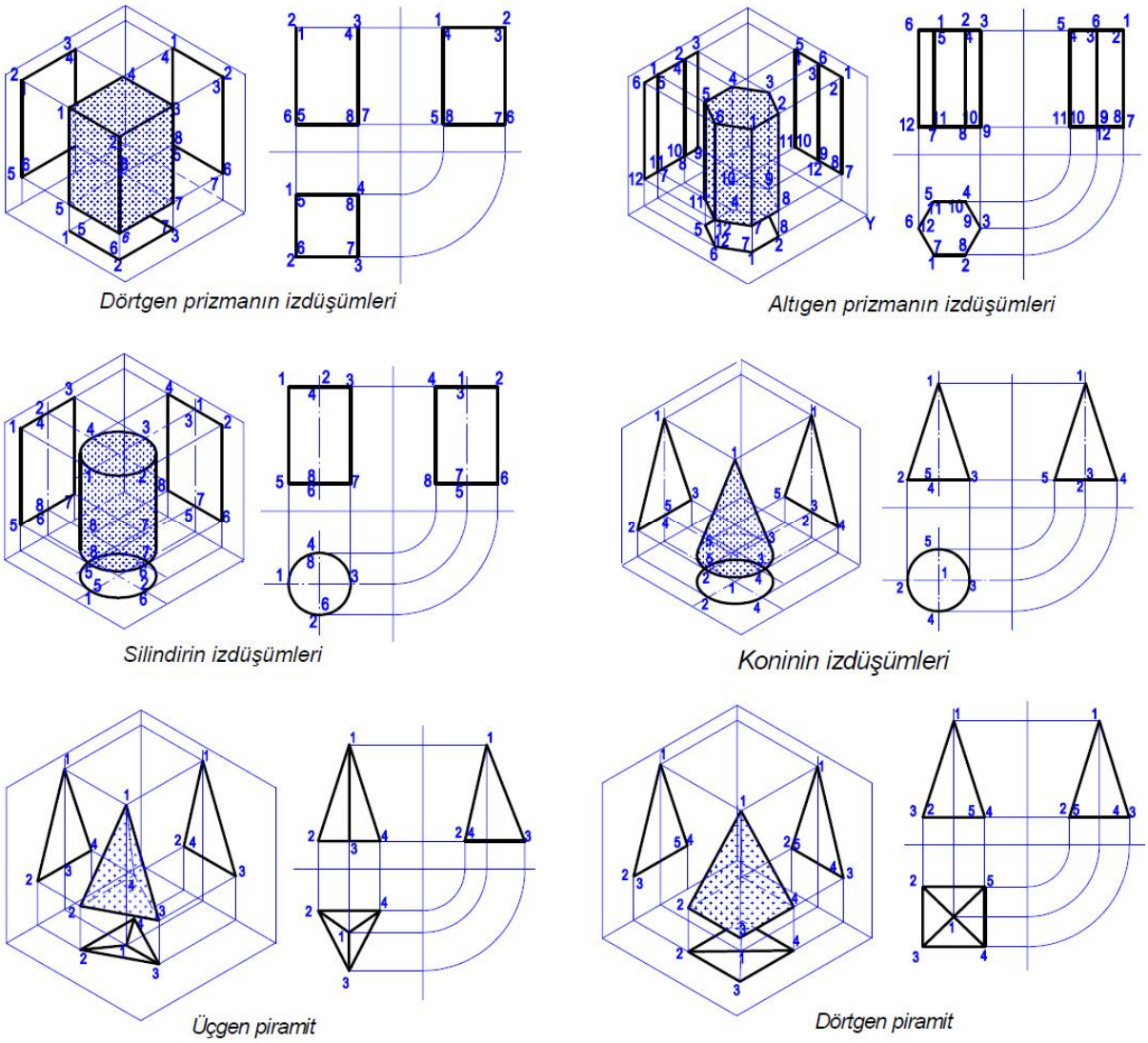
Şekil: 23. Parça üzerindeki, izometrik eksenlerle açı yapan doğruların (kenarların) iz düşümleri [9].



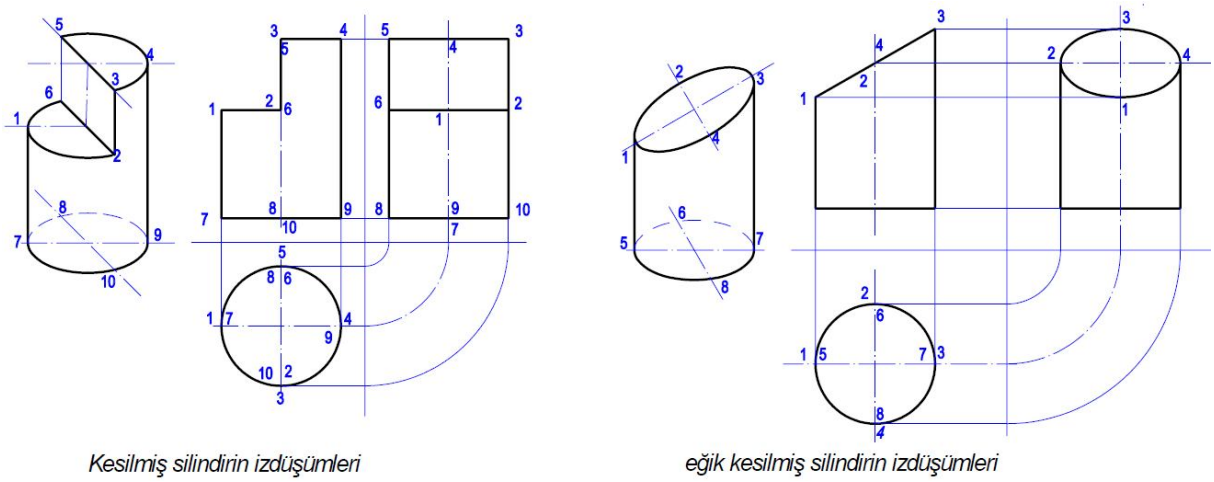
Şekil: 24. Parça üzerindeki, izometrik eksenlerle açı yapan doğruların (kenarların) iz düşümleri [9].



Şekil: 25. Yüzeylerin iz düşümleri [9].



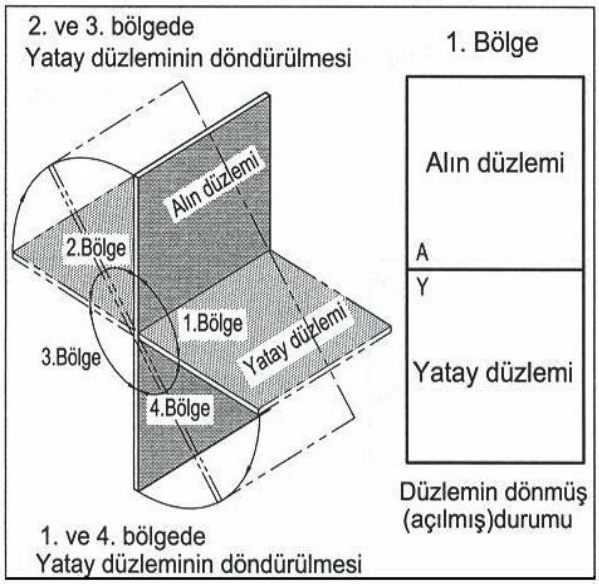
Şekil: 26. Geometrik cisimlerin iz düşümleri [9].



Şekil: 27. Kesik silindirin iz düşümleri [9].

2.2. Görünüş Çeşitleri (1. Bölge ve 3. Bölge Resimleri):

Önceki bölümde de izah edildiği gibi, bir cismin bir düzlem üzerine iz düşürülen görüntüsüne o cismin iz düşümü, görüntünün elde edilebilmesi için uygulanan metoda ise iz düşüm metodu denir. İz düşümü meydana getiren bakış noktasının yerine, bu noktadan çıkan ışınların birbirine göre konumuna (konik-paralel) ve ışınların iz düşüm düzlemine geliş durumuna (dik veya eğik) bağlı olarak ortaya çıkan farklı iz düşüm metotları vardır. İz düşüm kurallarına göre belli yerlerde ve konumlarda çizilmiş iz düşümlere **Görünüş** denir. Tanımdan da anlaşılacağı gibi, görünüş çıkarmak için iz düşüm kurallarını iyi bilmek ve uygulamak gerekir. İz düşüm düzlemleri perspektif olarak çizilen ve birbirini dik açıyla kesen biri yatay diğeri dikey iki ana düzlemden meydana gelir (Şekil 28). Bu düzlemler **Düşey Düzlem (Alın Düzlemi)** ve **Yatay Düzlem** olarak isimlendirilirler. Görünüşlerin çizilmesi için düşey düzleme önden, yatay düzleme ise üstten bakış doğrultuları dikkate alınır. Birbirini kesen düşey ve yatay düzlemler uzayda dört bölge meydana getirirler. Bunlar 1, 2, 3 ve 4. bölge olarak isimlendirilirler. İz düşüm düzlemlerinin açılarak epür haline getirilmesi için düşey düzlem sabit tutularak yatay düzlem saatin hareket yönünde 90º döndürülür. Döndürme sonucunda 2. ve 4. bölgede düşey ve yatay düzlemler üst üste gelecek şekilde çakıştığından bu bölgeler kullanılmaz.

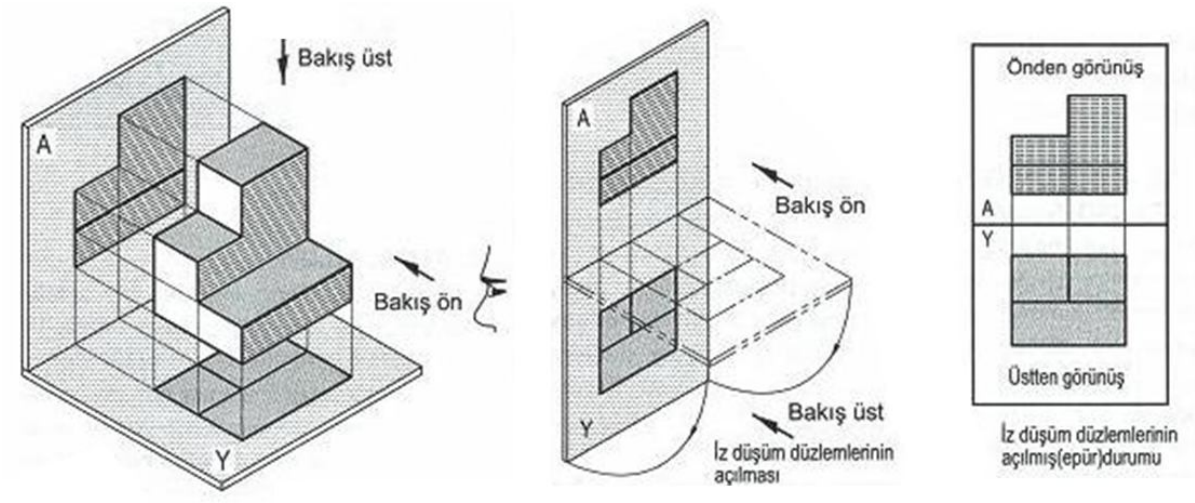


Şekil: 28. İzdüşüm düzlemleri [3].

Görünüşü çizilecek parça 1. bölgede bulundurularak çizilen görünüşlere **Birinci Bölge Resimleri** (Birinci İzdüşüm Metodu, Avrupa, ISO-E Metodu) adı verilir. Görünüşü çizilecek parça 3. bölgede bulundurularak çizilen görünüşlere ise Üçüncü Bölge Resimleri (Üçüncü İzdüşüm Metodu, Amerika, ISO-A Metodu) adı verilir. Ülkemizde, Avrupa'da ve pek çok ülkede Birinci Bölge Resimleri kullanılırken; Amerika, İngiltere ve diğer bazı ülkelerde Üçüncü Bölge Resimleri kullanılmaktadır.

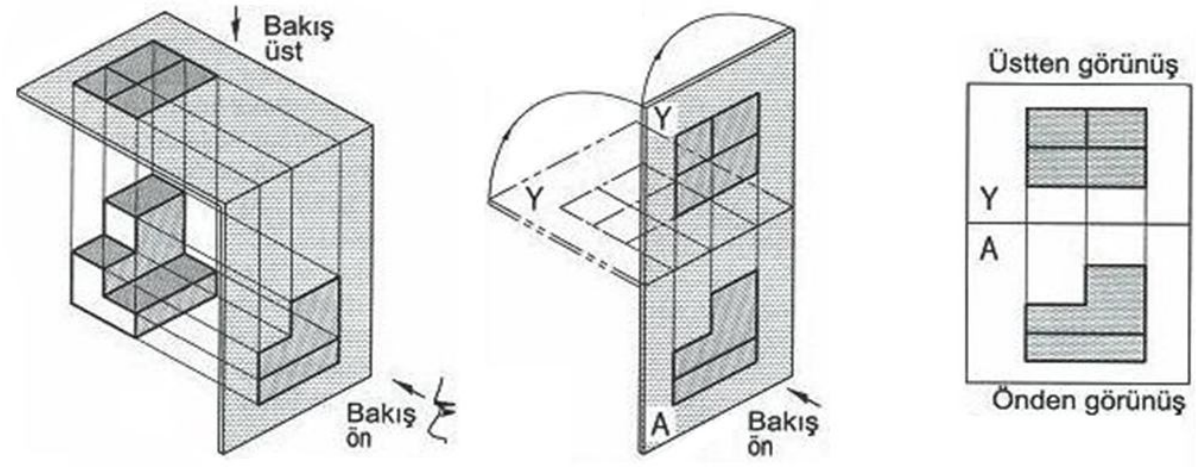
Avrupa (ISO-E) metodunda 1. bölge düzlemleri kullanılır ve izdüşüm düzlemleri saydam değildir. Görünüşü çizilecek parça, bakan kişinin gözlem noktasıyla izdüşüm düzlemi arasında bulundurulur. Böylece görünüş (izdüşüm), parçanın arkasındaki izdüşüm düzleminde meydana gelir. Şekil 29'da kapalı düşey ve yatay izdüşüm düzlemleri içerisinde tutulan bir

parçanın eşlenik dik izdüşüm kurallarına göre iki görünüşünün çizilmesi ve yatay düzlemin 90º açılarak epürün elde edilişi görülmektedir. Parçanın önden görünüşü düşey düzleme çizilmiş olup epürde üst tarafta bulunmaktadır. Üstten görünüşü ise yatay düzleme çizilmiş olup epürde alt tarafta bulunmaktadır.



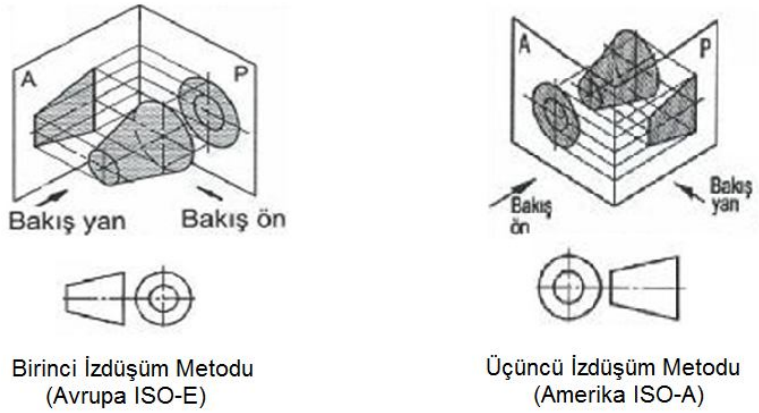
Şekil: 29. Görünüşlerin oluşturulması [3].

Amerika (ISO-A) metodunda ise 3. bölge düzlemleri kullanılır. Bakış doğrultuları izdüşüm düzlemlerinin arkasında bulunur ve parçanın görülebilmesi için düzlemler saydam kabul edilir. Şekil 30'da düşey ve yatay izdüşüm düzlemleri içerisinde tutulan bir parçanın eşlenik dik izdüşüm kurallarına göre iki görünüşünün çizilmesi ve yatay düzlemin 90º açılarak epürün elde edilişi gösterilmiştir. Parçanın önden görünüşü düşey düzleme çizilmiş olup epürde alt tarafta bulunmaktadır. Üstten görünüşü ise yatay düzleme çizilmiş olup epürde üst tarafta bulunmaktadır.



Şekil: 30. Görünüşlerin oluşturulması [3].

Teknik resimlerin hangi resim metoduna (ISO-E veya ISO-A) göre çizildiğini göstermek için kesik koninin iki görünüşü kullanılır. Şekil 31'de kesik koninin Birinci ve Üçüncü İzdüşüm Metodlarına göre çizilmiş görünüşleri ve antette yer alması gereken resim metodu sembolü verilmiştir.

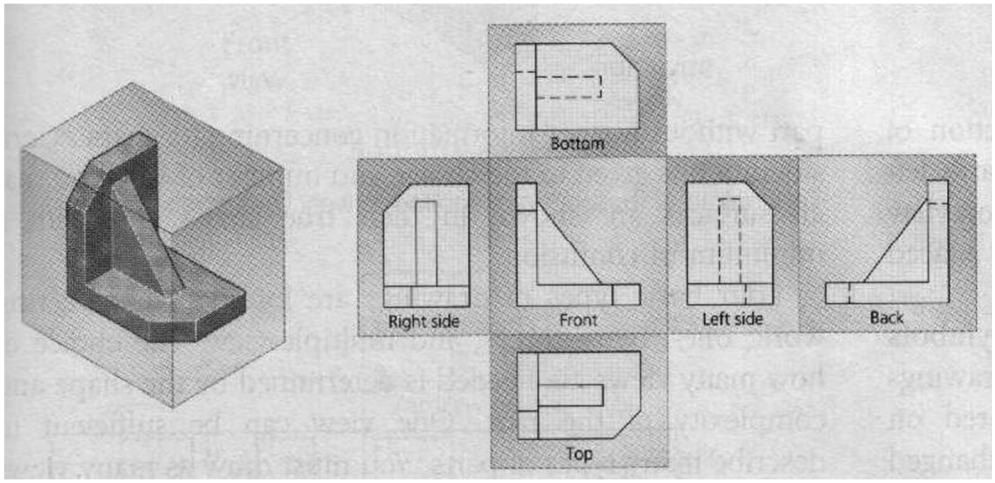


Şekil: 31. Birinci ve üçüncü izdüşüm metodlarında kesik koni gösterimi [3].

Ülkemizde 1. bölgeye göre teknik resim çizimleri yapıldığından görünüşlerle ilgili görünüşlerle ilgili olarak bundan sonra açıklanacak olan konular Birinci İzdüşüm Metodu (Avrupa ISO-E) dikkate alınarak anlatılacaktır.

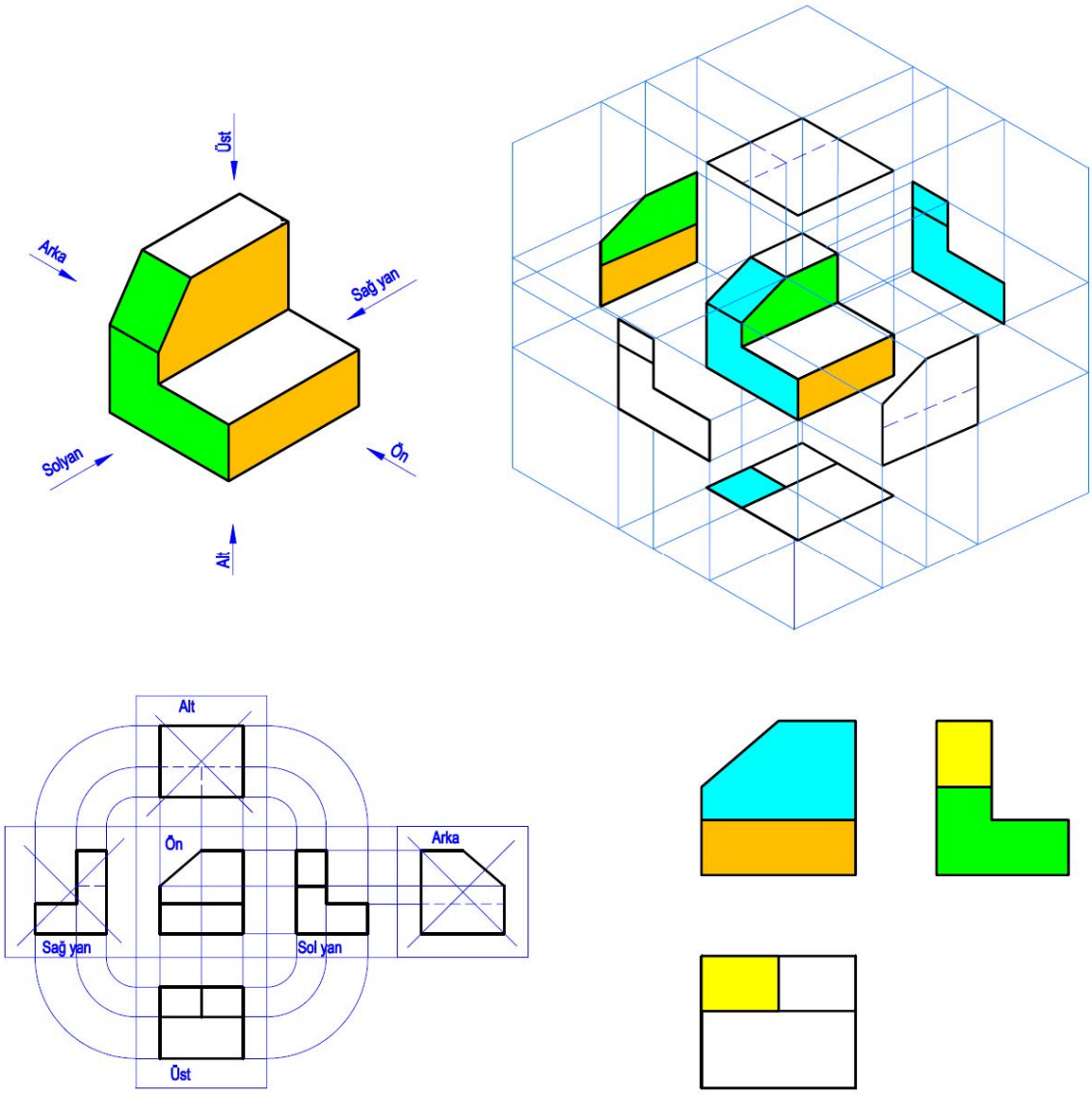
2.3. Altı Standart Görünüş:

Görünüşleri çizilecek parçanın, duvarları aynalardan oluşan **kübik** bir odanın merkezinde, ve parçanın ayrıtları odanın köşegenlerine paralel olacak şekilde bulunması durumunda, her biri odanın bir duvarına aksetmiş şekilde altı standart görünüş elde edilir. Odanın duvarlarının küp açılımını verecek şekilde açılmasıyla, üzerinde bu görünüşlerin yer aldığı **epür** elde edilir. Şekil:32'de epürün oluşumu ve altı standart görünüş (**ön-arka**, **üst-alt ve solyan-sağyan)** görülmektedir.



Şekil: 32. Epürün oluşumu ve altı standart görünüş [5].

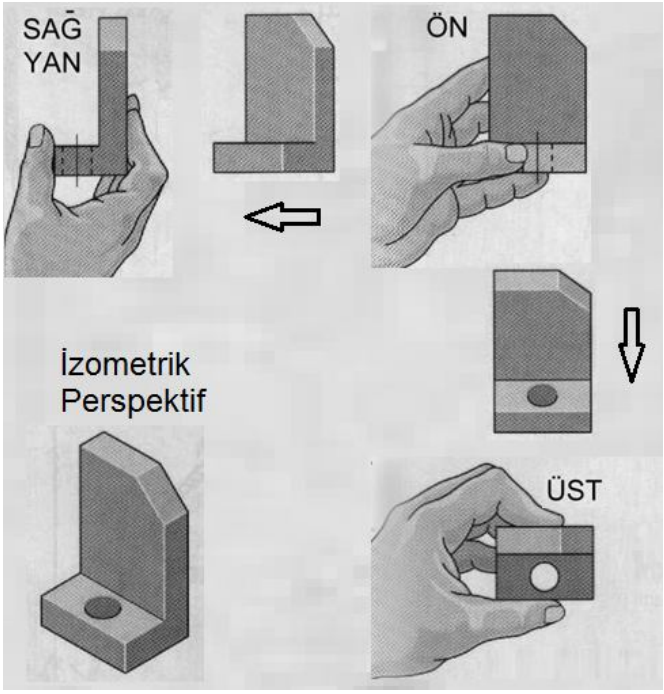
Bir parçanın altı yüzü olduğu için altı görünüşü elde edilebilir. Şekil 33'deki parçanın altı görünüşünü elde etmek için parçanın altı düzlemden meydana gelmiş küp şeklindeki hacimde bulunduğu düşünülür. Bu örnekte, parçanın tam ifade edilebilmesi için altı görünüşün hepsine birden ihtiyaç olmadığından gereksiz olanlar çizilmemelidir. Şekildeki arka, alt ve sağ yan görünüşler ön, üst ve sol yan görünüşlerle benzer olduğu için gereksizdir. Görünüşler çizilirken epür çizgileri mümkünse hiç çizilmemeli, çizildiyse çizim tamamlandıktan sonra silinmelidir.



Şekil: 33. Altı standart görünüşün çizilmesi [9].

Görünüşler çizilirken öncelikle parçanın hangi konumunun ön görünüş olacağına karar verilir. Daha sonra önden bakılarak ön görünüş epürün merkezine çizilir. Bu aşamadan sonra parçanın konumunda değişiklik yapılmaz ve Şekil 34'de gösterildiği gibi, şu şekilde hareket edilir:

- Parçaya **soldan** bakılarak **solyan görünüş** elde edilir, ön görünüşün **sağına** çizilir,
- Parçaya **sağdan** bakılarak **sağyan görünüş** elde edilir, ön görünüşün **soluna** çizilir,
- Parçaya **üstten** bakılarak **üst görünüş** elde edilir, ön görünüşün **altına** çizilir,
- Parçaya **alttan** bakılarak **alt görünüş** elde edilir, ön görünüşün **üstüne** çizilir,
- Parçaya **arkadan** bakılarak **arka görünüş** elde edilir, ön görünüşün **sağına** ya da **soluna** çizilir.



Şekil: 34. Görünüşlerin oluşturulması [5].

2.4. Görünüş Sayısının Tespiti:

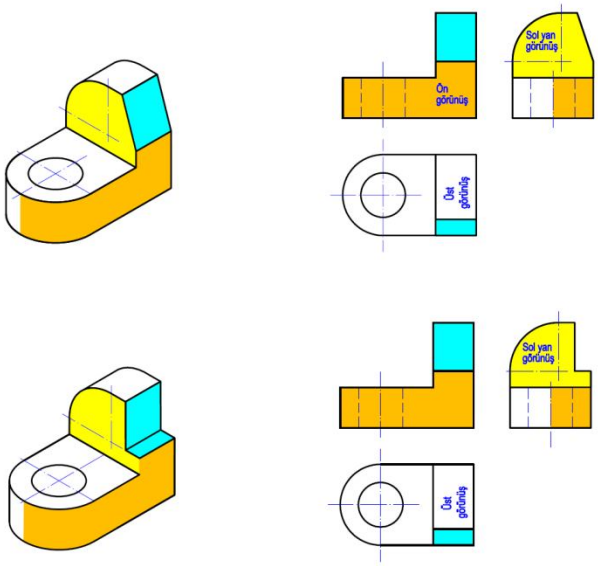
İmalatı yapılacak bir parçanın hatasız ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, bu parçanın yeterli sayıdaki görünüşlerinin çizilmesi, ölçülendirilmesi ve gerekli diğer bilgilerin verilmesiyle mümkündür. Standart görünüşler yardımcı görünüşlerle desteklenebilir ve kullanılabilecek görünüş sayısı artırılabilir. Ancak gereksiz görünüş kullanımından kaçınılmalıdır. Parçanın eksiksiz ifade edilmesi için ihtiyaç duyulan min. görünüş sayısı ve bunların hangi görünüşler olması gerektiği dikkatlice belirlenmelidir.

Genellikle standart üçlü görünüş setinin kullanımı yeterli olmaktadır. Bu görünüşler:

- Düşey/Alın (A) izdüşüm düzlemine çizilen **ÖN** (esas) görünüş,
- Yatay (Y) izdüşüm düzlemine çizilen **ÜST** görünüş ve
- Profil (P) izdüşüm düzlemine çizilen **SOLYAN** görünüştür.

Bazı basit parçalar (silindirik parçalar, sac parçalar vb.) tek görünüşle ifade edilebilirken, bazı karmaşık parçalar için (eğik yüzeyleri bulunan parçalar, çok eksenli parçalar vb.) altı standart görünüşün hepsine birden ihtiyaç duyulabilir. Dolayısıyla, görünüş sayısı parçayı eksiksiz ifade etmek için ihtiyaç duyulacak en düşük sayı olarak belirlenmelidir.

Örneğin Şekil 35'deki parçanın iki görünüşünün çizilmesi durumunda parça tam ifade edilemez. Çünkü parçanın eğimli kısmı ön ve üst görünüşte belirtilemez. Bu durumda 3. görünüşü çizmek zaruri olur.

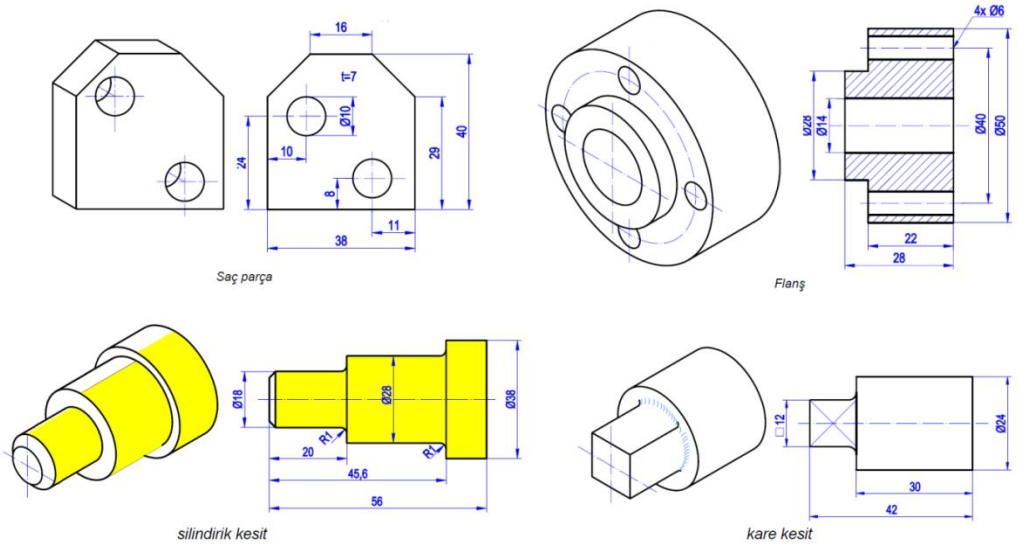


Şekil: 34. Her iki parçanın ön ve üst görünüşleri aynı olduğundan 3. Görünüş gereklidir [9].

2.4.1. Tek Görünüşle İfade Edilen Parçalar:

Makine parçaları, çeşitli geometrik şekillerin birleşmesi veya çıkarılmasıyla meydana gelmiştir. Parçaların üzerindeki bu geometrik girinti ve çıkıntıların işlem çokluğuna veya özelliklerine göre görünüş sayısı belirlenir. Cisimleri teknik resimle anlatırken gerekli ve yeterli sayıda görünüşleri çizilerek ayrıntıların tekrarından kaçınılmış olunur. Kalınlığı değişmeyen parçalar (sac vb.), silindir, koni, küre ve kare kesitli prizma gibi parçalar ile bazı profiller bir görünüşle anlatılabilir. Bu parçaların üçüncü boyutları ölçülendirme sırasında çeşitli açıklamalar ve sembollerle gösterilir.

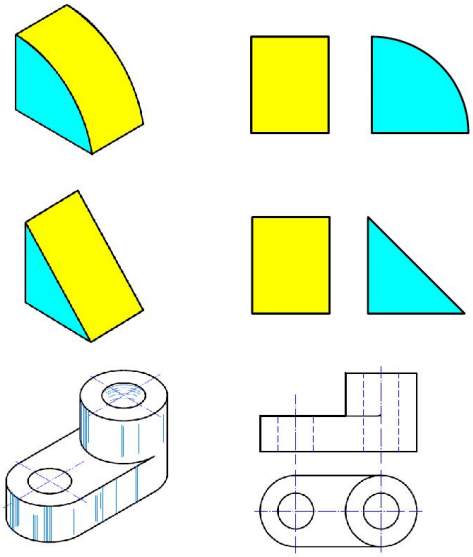
Silindir ve koni gibi geometrik cisimlerde çap (Ø), kare tabanlı prizma gibi cisimlerde kare (□), kürelerde (SØ veya SR), kalınlığı aynı olan parçalarda (t), vidalarda (M, W, Tr, Ts, Yv), profillerde ise (L, I, U, T,...) işaret ve sembolleri kullanılır. Tek görünüşle ifade edilebilen parçanın sadece ön görünüşü çizilerek cismin karakteristik özellikleri anlatılmış olur.



Şekil: 35. Tek Görünüşle İfade Edilen Parçalar [9].

2.4.2. İki Görünüşle İfade Edilen Parçalar:

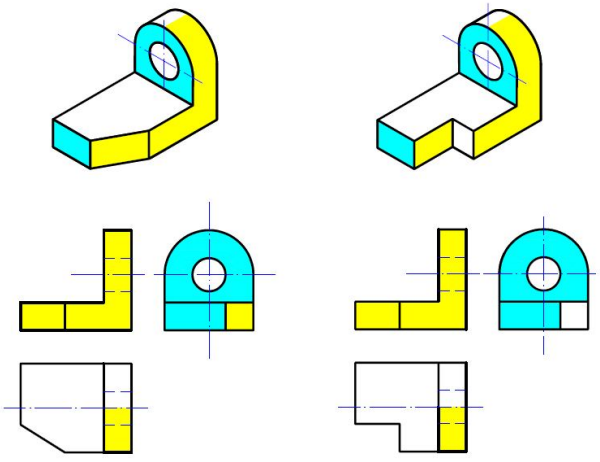
Genellikle basit parçaların biçim ve boyutlarını göstermek için iki görünüş yeterlidir. İki görünüşle ifade edilen parçalarda görünüş seçimi önemlidir. Ön görünüş esas alınacak ilk görünüştür. İki görünüş için önden ve üstten görünüşler seçilebildiği gibi önden veya soldan görünüşlerde çizilebilir. Bazı parçaların görünüşlerinde ortak şekiller olabileceği dikkate alınmalıdır. Bu durumu önlemek için yanlış anlamaya neden olabilecek görünüş seçimlerinden kaçınmalıdır.



Şekil: 36. İki görünüşle ifade edilen parçalar [9].

2.4.3. Üç Görünüşle İfade Edilen Parçalar:

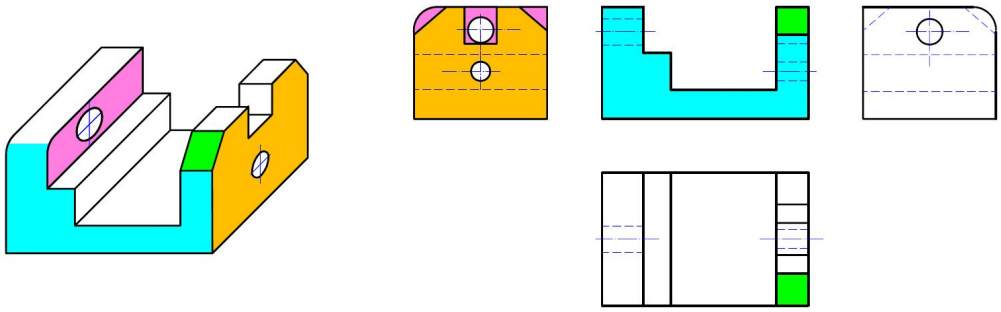
Karışık şekilli makine parçalarını anlatabilmek için iki görünüş yeterli olmayabilir. Parçanın görünüşlerle anlatımında belirsizlikler olduğu zaman görünüş sayısı arttırılır. Şekil 37'de perspektifi ve üç görünüşü çizilmiş bir parça görülmektedir. Burada görünüşlerden biri eksik olursa parçanın anlatımında eksiklik ve belirsizlik ortaya çıkacaktır. Parçanın üst görünüşü çizilmemiş olsaydı parça tabanındaki girintinin konik mi yoksa kademeli mi olduğu sadece ön ve solyan görünüşlere bakılarak anlaşılamazdı.



Şekil: 37. Üç görünüşle ifade edilen parçalar [9].

2.4.4. Dört Görünüşle İfade Edilen Parçalar:

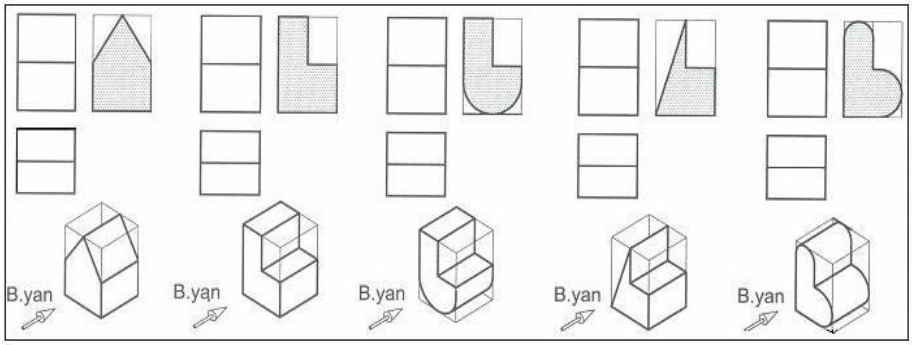
Şekil 38'de ön, üst, sol yan ve sağ yan görünüşü gerektiren bir parçanın dört görünüşü görülmektedir. Yan taraftaki kanal ve delikler yan görünüşlerde birbirlerini kapattıkları için her bir kulağın biçim ve ölçülerini belirtmek amacı ile iki yan görünüş çizilmiştir.



Şekil: 38. Dört görünüşle ifade edilen parçalar [9].

2.4.5. Ortak Görünüşlü Parçalar:

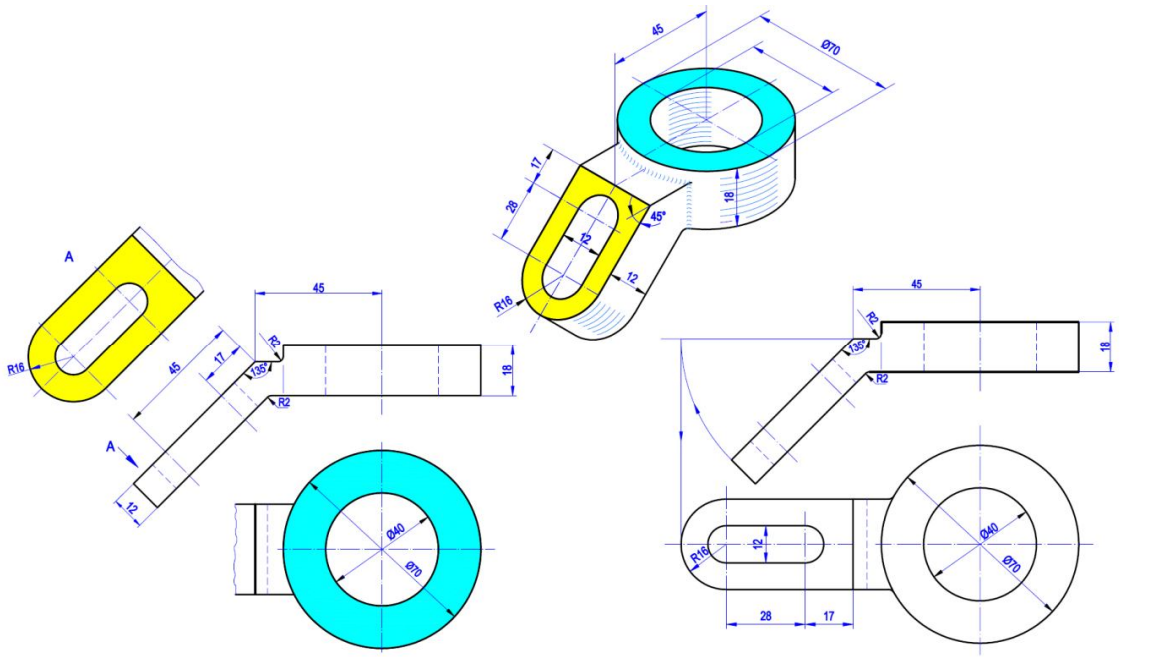
Çizilen görünüşlerin eksik veya yanlış seçilmesi üretilmesi istenen parçanın gerçek özelliklerinin ifade edilememesine neden olur. Bu durum imalat hatalarına yol açar. Bunu önlemek için çizilen görünüşlerin birbirinden farklı parçalara ait olmayacak şekilde seçilmesi gerekir. Şekil 39'daki 1. parçanın önden ve üstten görünüşlerine göre; yandan görünüşünün farklı şekillerde çizilebileceği örneklerle verilmiştir. Bu tür iki görünüşün verildiği ve farklı üçüncü görünüşün çizilebildiği parçalara "Ortak Görünüşlü Parçalar" denir.



Şekil: 39. Ortak görünüşlü parçalar [3].

2.5. Yardımcı Görünüşler:

Esas iz düşüm düzlemlerine paralel olmayan yüzeyler hiçbir iz düşüm düzleminde gerçek büyüklüklerinde görünmezler. Bu yüzeyleri çizebilmek için altı temel görünüşe ek olarak parçaların eğik yüzeyleri için yardımcı düzlemler kullanılır. Bu yardımcı düzlemler temel iz düşüm düzlemlerine göre eğik durumdaki yüzeylere paralel olarak tutulur ve sadece istenen yüzey çizilir. Böylece eğik yüzeyler biçim ve büyüklük bakımından tam olarak ifade edilebilir. Okla belirlenen bakış doğrultusuna göre aynı doğrultudaki bir pozisyonda normal bir görünüş olarak çizilebilir. Diğer bir yöntem ise, eğik yüzeyin temel iz düşüm düzlemlerinden birisine paralel oluncaya kadar döndürülerek gerçek biçim ve büyüklüğünde çizilmesidir. Şekil 40'da eğik yüzeyli bir parça için yardımcı görünüş çizimi görülmektedir.



Şekil: 40. Yardımcı görünüş çiziminde ok metodu ve döndürme metodu [3].

2.6. Görünüşlerin Oluşturulmasında Dikkat Edilecek Hususlar:

• Perspektifi verilen parçayı en iyi ifade edebilecek ön görünüşü çizmek için ön bakış yönü seçilir. Ön bakış yönünde görülen yüzeyler, çizimde kolaylık olması amacıyla taranabilir. Ön bakış yönünde görülen yüzeylerin teknik resmi çizilerek ön görünüş tamamlanmış olur.

• Perspektife üstten bakıldığında görülen yüzeyler, ön görünüşte kullanılan renkten veya tarama şeklinden farklı taranarak ön ve üst görünüşte görülen yüzeyler ayırt edilmiş olur. Üstten bakış yönünde görülen yüzeylerin teknik resmi çizilerek üstten görünüş elde edilir.

• Perspektife sol yandan bakıldığında görülen yüzeyler, ön ve üst görünüşte kullanılan renklerden veya tarama şekillerinden farklı taranabilir. Sol yan bakış yönünde görülen yüzeylerin teknik resmi çizilerek soldan görünüş tamamlanmış olur. Böylece perspektifi verilen bir parçanın üç görünüşü çizilmiş olur.

• Ön görünüş her zaman merkezde yer alır. Ön görünüşle beraber diğerlerinden hangilerinin kullanılacağı önceden dikkatlice belirlenmelidir.

• Tüm görünüşlerin ön görünüşe göre konumları belirlidir, değiştirilemez.

• Görünüşlerin hepsi birbirini tam olarak karşılamalıdır. Yani, parçanın herhangi bir ayrıntısından çıkarılacak yardımcı çizgi tüm görünüşlerde aynı ayrıntıya karşılık gelmelidir.

• Görünüşler arasındaki mesafe için, ölçülendirme yapılacağı da dikkate alınarak makul bir değer belirlendikten sonra bu değerin tüm görünüşler arasında aynı olması sağlanmalıdır.

• Görünüşler arasında yardımcı çizgiler kullanılabilir. Bazı durumlarda bir görünüşten diğerine bilgi taşımak için yardımcı çizgi kullanımı gerekebilir. Ancak çizim tamamlandıktan sonra bu yardımcı çizgiler kaldırılmalıdır.

4. İKİ GÖRÜNÜŞTEN ÜÇÜNCÜ GÖRÜNÜŞ ÇIKARMA UYGULAMALARI

Verilen iki görünüşten yararlanarak, bu görünüşlerin ait olduğu parçanın üç boyutlu bir cisim olarak zihinde canlandırılması ve bunun ardından da eksik olan üçüncü görünüşün algılanması (ve çizilmesi) teknik resmin okunmasıdır. Herhangi bir parçanın bilinen iki görünüşünden yola çıkarak parçayı algılamak ve üçüncü görünüşü elde etmek (yani resmi okumak), perspektiften yola çıkarak görünüşleri elde etmeye nazaran daha zor bir işlemdir. Üç boyutlu düşünebilme yeteneğini kazanmak, iki boyutlu çizimlerden üç boyutlu görünüme geçebilmek, ve iki görünüşten üçüncü görünüşü elde edebilmek için, aşağıda verilen işlem sırası çerçevesinde basitten zora doğru çok sayıda uygulama yapmak gerekmektedir.

1. Adım - Çalışma Alanının Sınırlarının Belirlenmesi: Eksik olan görünüşün çizileceği dikdörtgensel alanın ayrıtlarından her biri, mevcut görünüşlerden ölçülerek çizilir. Görünüşler tam olarak birbirlerini karşılamalıdır. Yani aynı yatay veya düşey doğrultuda çizilmelidir. Görünüşler arasındaki mesafe aynı olmalıdır.

2. Adım - Görünüşlerdeki Detayların Taşınması: Parçaya ait herhangi bir detay tüm görünüşlerde aynı yatay veya düşey doğrultuda olmalıdır. Dolayısıyla, ikinci aşamada, mevcut görünüşlerdeki detaylar, yatay ve düşey paralel yardımcı çizgilerle, yeni çizilen görünüşün (birinci adımda oluşturulmuş olan) çizim alanına taşınırlar.

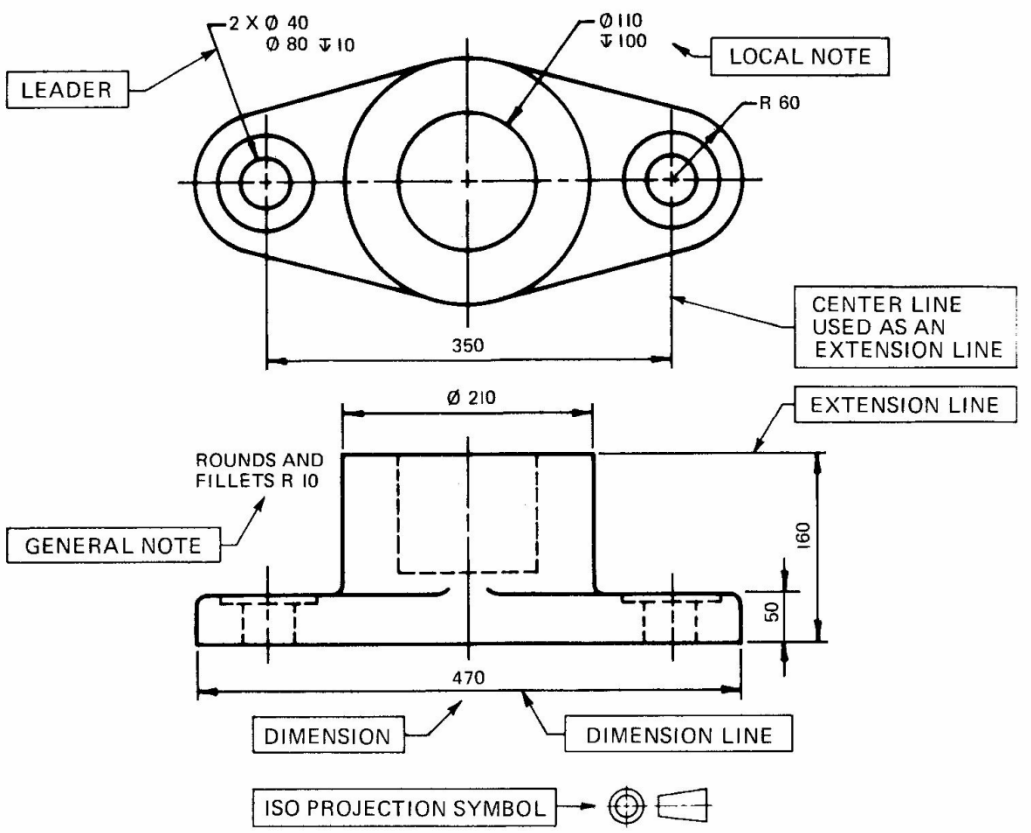
3. Adım - Taşınan Detayların Yorumlanması: Yardımcı çizgilerle taşınan detaylar tet tek yorumlanarak, bunlardan hangilerinin resimde kalacağı ve hangilerinin resimden kaldırılacağı belirlenmelidir. Ayrıca, resimde kalacak olan çizgilerin ana (görünür) çizgi mi, görünmez çizgi mi, yoksa eksen çizgisi mi olacakları da belirlenmelidir. Bu yorumlamalar yapılırken şu teknik resim kuralları hatırda tutulmalıdır: Bir görünüşteki nokta komşu görünüşte çizgiye, bir görünüşteki çizgi ise komşu görünüşte yüzeye tekabül eder. Bir görünüşün en dış hatları ana (görünür) çizgilerle çizilir ve bu çizgiler bir kapalı alan oluşturur. En dış hatların oluşturduğu kapalı alan içinde başka iç ana çizgiler bulunuyorsa, bu çizgilerin oluşturduğu bibirine komşu kapalı alanlar anlar aynı düzlemde olamazlar. Aralarında kot farkı ya da açı vardır. Birisi diğerine göre, bakış doğrultusunda ya daha derindedir ya da size daha yakındır. Bu durumlardan hangisinin söz konusu olduğu diğer görünüşe bakarak belirlenir.

4. Adım - Görünüşlerin Oluşturulması: Buraya kadar olan aşamalar silik bir şekilde, kalem bastırılmadan yapılmalıdır. Görünüşler ortaya çıktıktan sonra tüm yardımcı çizgiler resimden silinir ve diğer çizgiler koyulaştırılarak resim tamamlanır.

Bu konudaki diğer yaklaşım ise, önce eldeki iki görünüşten yararlanarak parçanın izometrik perspektifini çizmek ve daha sonra da perspektiften yararlanarak üçüncü görünüşü çizmek şeklindedir. İzometrik perspektif, parçanın yüksekliğine ait ayrıtların düşey olarak, parçanın genişliğine ve derinliğine ait ayrıtların ise sağa ve sola doğru, yatayla 30° açı yapacak şekilde çizilmeleriyle ortaya çıkmaktadır. Parçanın eldeki bilinen görünüşleri, izometrik perspektif çizim kuralları uygulanarak birbirine eklendiklerinde, eksik olan üçüncü görünüşü zihinde canlandırmak daha kolay olacaktır.

5. ÖLÇÜLENDİRME:

Teknik resimde parçanın şekli görünüşlerle ifade edildikten sonra, parçanın boyutları, bu boyutlara ait toleranslar, yüzey kalitesi ve diğer yüzey özellikleri, geometrik kalite özellikleri, parça malzemesi ve parça adedi gibi bilgiler de resim üzerinde gösterilmelidir. Bu ilave bilgilerin verilmesi işlemine ölçülendirme adı verilir. Ölçülendirilecek kenar iki tane sınır çizgisiyle (extension line) belirtilir. Bu çizgiler arasına, uçlarında oklar bulunan ölçü çizgisi (dimension line) yerleştirilir. Ölçü değeri ise (dimension) ölçü çizgisi üzerine yazılır. Adı geçen ölçülendirme bileşenleri Şekil 41'de gösterilmiştir.



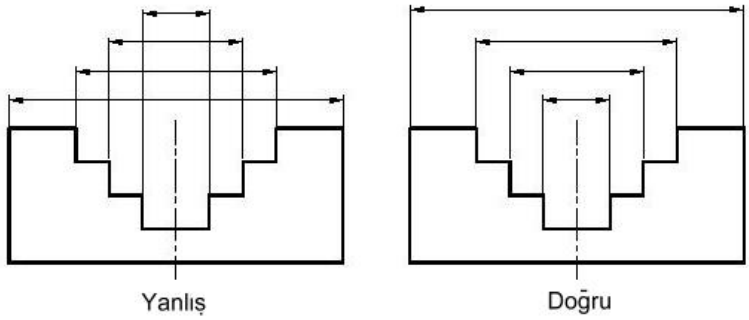
Şekil: 41. Ölçülendirme bileşenleri [4].

5.1. Ölçülendirme Kuralları:

Ölçülendirmenin genel mantığı yukarıda anlatıldığı gibi oldukça basittir. Ancak ölçülendirme yapılırken aşağıda belirtilen pek çok hususa dikkat etmek gerekmektedir:

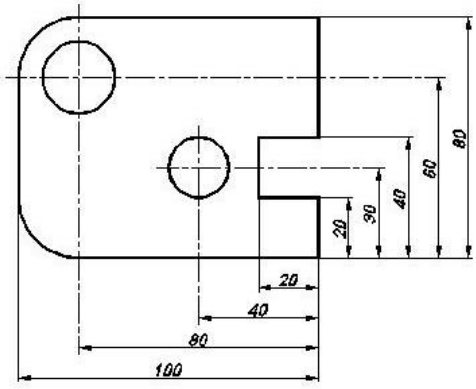
- Ölçülendirmede kullanılan tüm çizgiler yardımcı çizgilerdir.
- Sınır çizgileri ölçü çizgisini 1-2 mm geçecek şekilde uzatılmalıdırlar.
- Ölçü çizgilerinin görünüşlere ve birbirlerine uzaklıkları yazı yüksekliğinin (text height) 2 katı kadar olmalıdır.

- Ölçülerin yazılmasında 75° eğimli norm yazı kullanılır. A4 çizimlerinde yazı yüksekliği 3 olarak alınabilir.
- Ok boyu, ok yüksekliğinin 3 katı olmalıdır. Bir çizimin tamamında ok boyutu sabit kalmalıdır. A4 çizimlerinde ok boyutu (arrow size) 3 olarak alınabilir.
- Ölçü değeri, yatay ölçülerde ölçü çizgisinin üstüne ve düşey ölçülerde ise ölçü çizgisinin soluna yazılır. Her iki durumda da ölçü çizgisine paralel ve çizgi ortalanarak yazılmalıdır. Çok sayıda paralel ölçü varsa ya da eksen çizgisi geçiyorsa, bu durumlarda ölçü değerlerinin karışmaması ya da eksen üzerine gelmemesi için sağa-sola kaydırılabilirler.
- Ölçüler resmin dışında yer almalı, zorunlu olmadıkça resim üzerinde ölçü verilmemelidir.
- Ölçü çizgileri hiçbir şekilde birbirini kesemez. Sınır çizgileri ise zorunlu olmadıkça birbirlerini kesmemelidir. Bunu sağlamak üzere, Şekil 42'de görüldüğü gibi, küçük olan ölçü resme daha yakın olmalıdır.



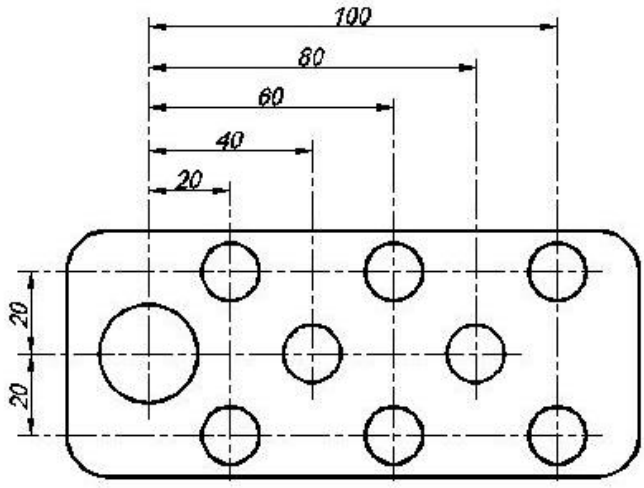
Şekil: 42. Sınır çizgileri ölçü çizgisini kesmemelidir.

- Sınır çizgileri iki görünüşü birleştirmemeli, verilen ölçü sadece bir görünüşe ait olmalıdır. Eksen çizgileri de yine iki görünüşü birleştirmemeli ve resmin sınırlarında sonlanmayıp 5 mm kadar dışarıya taşmalıdır.
- Ölçü okları hiçbir şekilde resmin herhangi bir ana çizgisine temas edemez.
- Görünmez çizgilerden ölçü verilmez.
- Resmi çizilen parçanın imalatı ya da ait olduğu bütün içindeki fonksiyonu açısından kritik öneme sahip bir kenarı varsa, ölçüler bu kenara göre verilir. Şekil 43'de gösterilen bu uygulamaya **temel kenar yöntemi** denir.



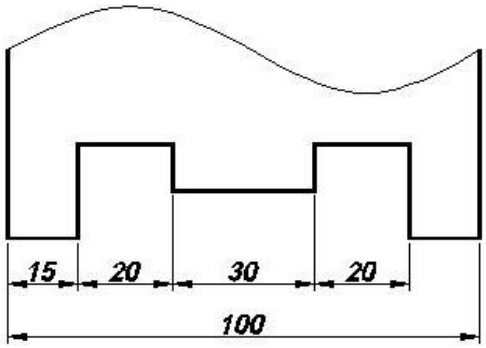
Şekil: 43. Temel kenar yöntemi.

- Diğer bir yöntem, ölçülerin parça eksenine göre verilmesidir. Şekil 44'de gösterilen bu uygulamaya **temel eksen yöntemi** denir.



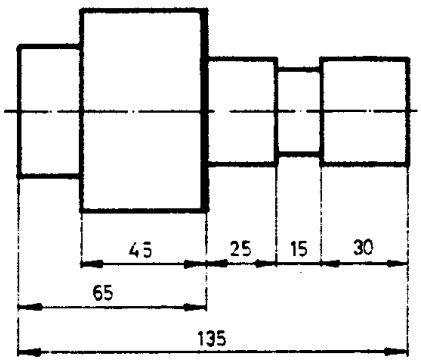
Şekil: 44. Temel eksen yöntemi.

- Diğer bir yöntem ise, ölçülerin bir doğru boyunca yan yana sıralanması şeklindedir. Şekil 45'de gösterilen bu uygulamaya **zincirleme ölçülendirme** denir.



Şekil: 45. Zincirleme ölçülendirme.

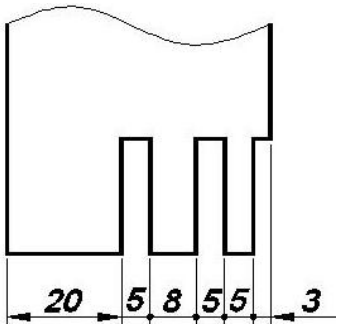
- Adı geçen yöntemler aynı anda da kullanılabilirleri. Şekil 46'da gösterilen bu uygulamaya **karma ölçülendirme** denir. Bu örnekte temel kenar ve zincirleme ölçü yöntemleri bir arada kullanılmıştır.



Şekil: 46. Karma ölçülendirme [1].

- Eksen çizgileri sınır çizgisi olarak kullanılabilirler. Ancak eksen çizgisi özelliklerini korumalıdırlar.

- Yer darlığı nedeniyle iki okun sınır çizgileri arasına sığdırılamadığı durumlarda, oklar 180° döndürülerek sınır çizgilerinin dışına konulabilirler. Ok yerine 1 mm çaplı içi dolu daireler de (donut) kullanılabilir. (Şekil: 47)

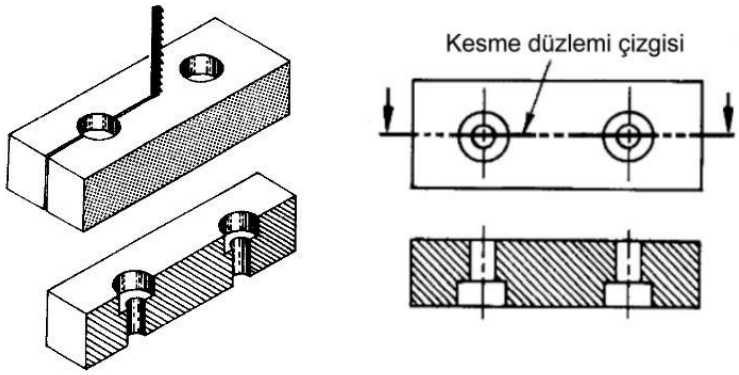


Şekil: 47. Ölçü oku yerine içi dolu dairelerin kollanılması.

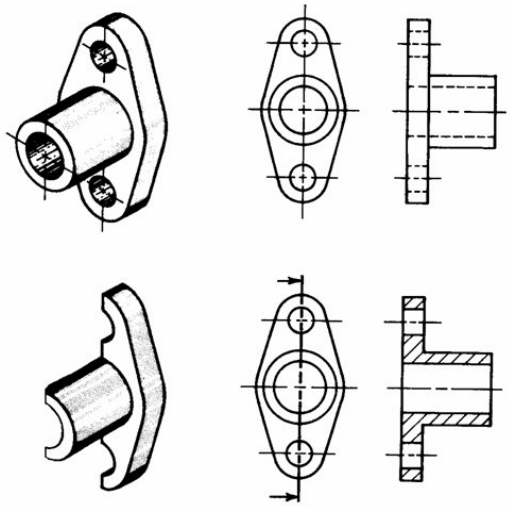
- Taranan alanda ölçülendirme yapılmamalıdır. Zorunlu durumlarda ölçü değerinin yazılacağı yerdeki tarama çizgileri silinmelidir.
- Yarım kesitlerde iç çap ölçü çizgileri tek okla verilir. Bu durumda, olmayan diğer okun aslında var olduğu ve simetri çizgisine temas etmekte olduğu düşünülür.
- Açı ölçülendirmelerinde sınır çizgileri açı merkezini gösterecek şekilde konulur ve ölçü çizgisi ise açıyla eş merkezli bir yay parçası olarak konulur.
- Çap ölçülerinde (∅), yarıçap ölçülerinde (R), açı ölçülerinde (°) ve tolerans verilirken (±) işaretleri kullanılır. Bilgisayarda çizim yapılırken bu işaretleri elde etmek üzere; (∅) için (%%c), (°) için (%%d) ve (±) için (%%p) tuşlanmalıdır.
- Silindirik formlara ait çap ölçüleri dairesel görünüşte değil dikdörtgen görünüşte verilmelidir. Bu görünüşte yarıçap ölçülendirilmesi yapılmaz.
- Makine parçasının imalatı sırasında kendiliğinden oluşan detaylarda ölçülendirme yapılmaz.
- Bir ölçü en iyi göründüğü görünüşte verilmelidir.
- Görünüşler arasında ölçü tekrarından sakınılmalıdır.
- Ölçüler görünüşlere mümkün olduğunca eşit dağıtılmalıdır.
- Ölçülendirmede mümkün olan en az sayıda ölçü kullanılmalıdır.
- İki görünüşü ilgilendiren ölçü bu iki görünüş arasındaki alanda verilmelidir [1, 2, 4, 5]

7. KESİT RESİMLER:

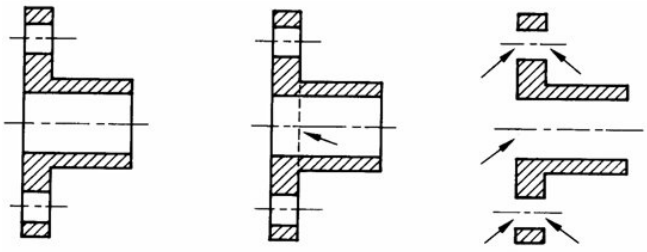
Kesit alma işlemi, makine parçalarının iç kısımlarına ait ayrıntıların resimde belirtilebilmesi ve görünüşlerin görünmeyen kenarları ifade eden kesikli çizgilerden arındırılarak sadeleştirilmesi için uygulanır. Bunun için, Şekil 48'de görüldüğü gibi, parçanın hayali bir kesme düzleminden kesilerek ikiye ayrıldığı varsayılır. Bu iki parçadan bakış yönüne göre önde kalan parça atılır ve diğer parçanın görünüşü çizilir. Elde edilen resim bir kesit resimdir. Şekil 49 ve 50'de kesit alma işleminin resmi görünmez çizgilerden nasıl arındırdığı görülmektedir.



Şekil: 48. Kesit alma işlemi [4].



Şekil: 49. Kesit alma işleminin görünmez çizgileri görünür hale getirmesi [4].

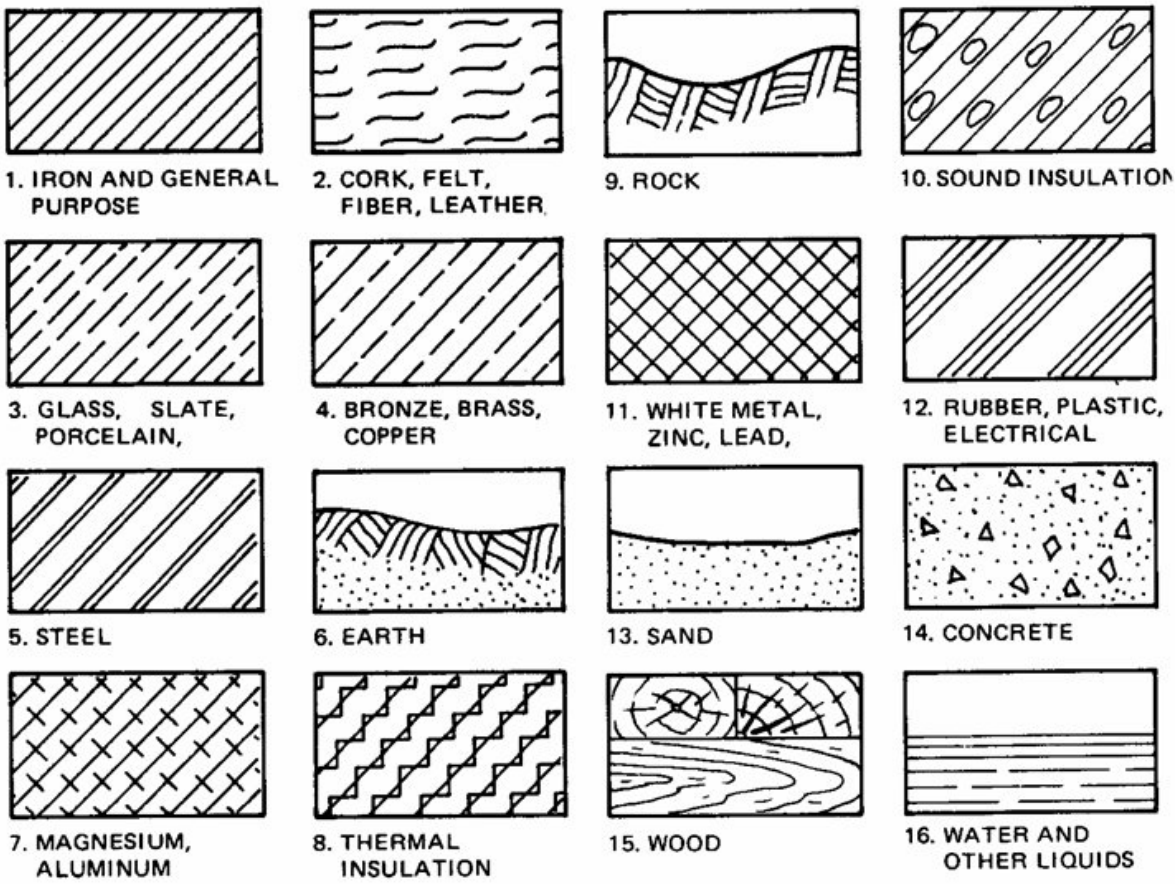


Şekil: 50. Soldaki çizim doğru, diğerleri yanlıştır [4].

7.1. Kesit Alma Kuralları:

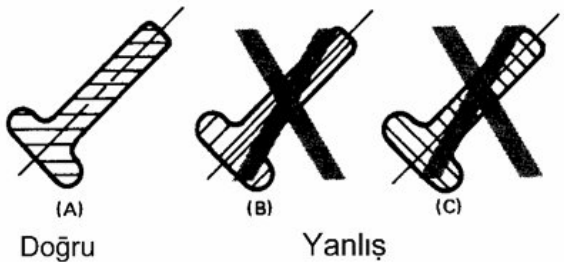
Kesit resimler çizilirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Parçanın hangi düzlemden kesildiği, kesme düzlemi çizgisiyle kesit resme komşu olan bir görünüşte belirtilmelidir. Bu çizgi, uçları ana çizgi formunda olan bir eksen çizgisidir. Bu çizginin kalın olan uçlarına, kesit resmi gösterecek yönde konulan oklarla, şekil de görüldüğü gibi A-A, B-B, C-C, … şeklinde isimlendirme yapılır.
- Kesilen yüzeyler bir tarama deseni seçilerek taranırlar. Tarama çizgileri yardımcı çizgi sınıfına dahildir. Birçok farklı tarama deseni mevcuttur. Bu desenler, Şekil 51'de görüldüğü gibi, parça malzemesi hakkında da bilgi verirler. Makine parçalarında, demir esaslı malzemeleri ve genel amaçlı kullanımı ifade eden *Ansi31* deseni kullanılmaktadır.



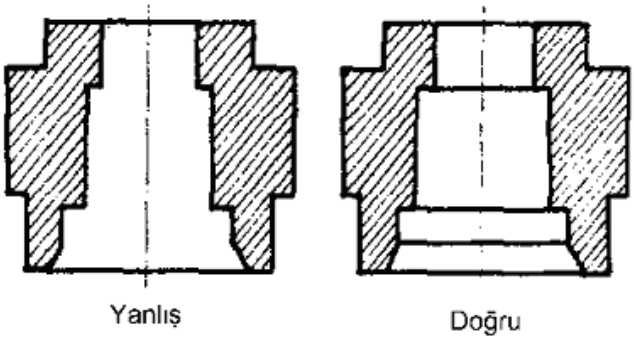
Şekil: 51. Tarama desenleri ve ifade ettikleri malzemeler [4].

- Tarama işlemi tarama *hatch* komutu ile yapılmaktadır. Bu komut çalıştırıldığında sırasıyla tarama deseni (hatch pattern), desen çizgilerinin açısı (angle), desen ölçeği (scale) ve taranacak alan seçilerek işlem gerçekleştirilir.
- Tarama desenlerinin yönleri birbirine komşu yüzeylerde 90° yön değiştirmelidir. Şekil 52'de olduğu gibi, tarama deseni ile taranan alanı sınırlayan ana çizgiler birbirine paralel ya da dik olmamalıdırlar.



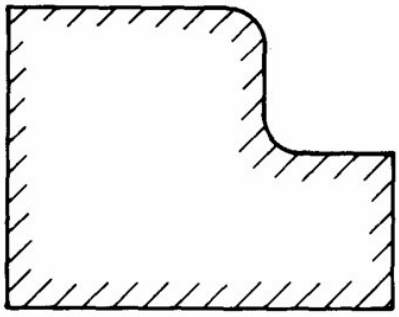
Şekil: 52. Tarama deseninin yönü [4].

- Kesit alma işlemi resmi görünmez çizgilerden kurtarmak için yapılmaktadır. Bu nedenle, kesit alma işleminden sonra kesit resimde hala görünmez çizgi kalıyorsa bu çizgiler, Şekil 50'de görüldüğü gibi resimden kaldırılırlar.
- Kesit alındığında daha önce görünmeyen iç kenarlar artık görünür hale gelecektir. Şekil 50 ve 53'da görüldüğü gibi, bu kenarların ana çizgilerle çizilmeleri gerekmektedir.



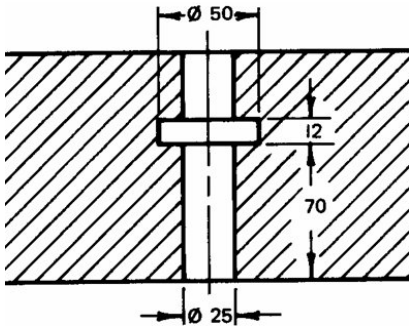
Şekil: 53. Kesit alma işleminden sonra iç ayrıtların çizilmesi unutulmamalıdır [1].

- Takviye duvarı, payanda, perde gibi destek elemanları ve mil, pim, muylu, perno, kama, vida, somun, cıvata, perçin, rulmanların yuvarlanma elemanları gibi makine elemanları kesme düzlemi üzerinde olsalar bile kesilmemiş kabul edilirler ve taranmazlar.
- Sac levha ve conta gibi parçaların kesit yüzeyleri taranamayacak kadar dar olduğundan tamamen siyaha boyanır (tarama deseni olarak *solid* seçilir).
- Taranacak alan çok büyük ise bu alanın tamamını taramak yerine, Şekil 54'de görüldüğü gibi, sadece kenarlara yakın bölgelerin taranması yeterlidir.



Şekil: 54. Geniş alanlarda kenara yakın bölgelerin taranması yeterlidir [4].

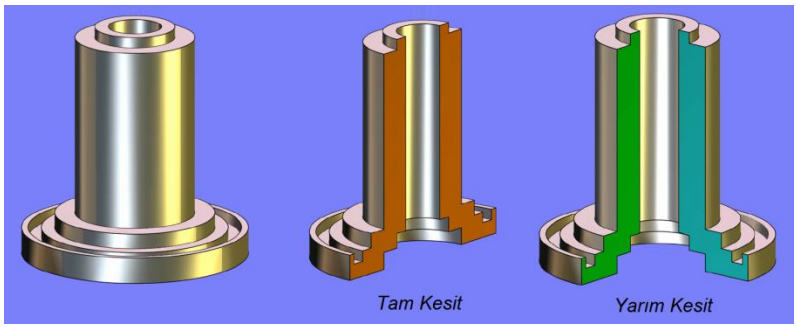
- Taranan alan üzerinde ölçülendirme yapılmamalıdır. Zorunlu hallerde, Şekil 55'de görüldüğü gibi, ölçü değerinin üzerine geldiği tarama çizgileri silinmelidir.



Şekil: 55. Taranan alanda ölçülendirme yapılırsa tarama çizgisi silinmelidir [4].

7.2. Kesit Görünüş Çeşitleri:

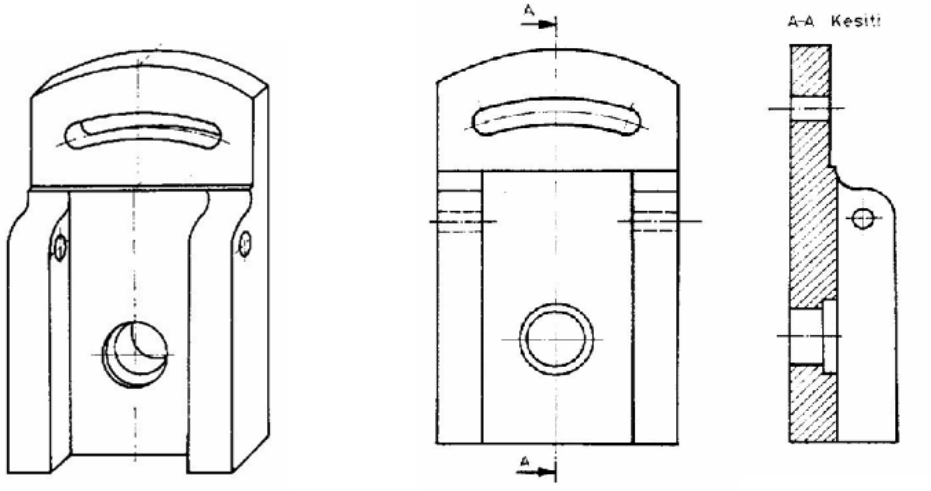
Kesit görünüş çeşitleri, kesit düzleminin sayısı ve parçanın hangi kısımlarını kestiği esas alınarak belirlenir. Buna göre kesit resimler altı farklı biçimde karşımıza çıkmaktadır. Bunları tam kesit, yarım kesit, kısmi kesit, kademeli kesit, döndürülmüş kesit ve profil kesit olarak sayabiliriz. En yaygın kullanılan kesit alma yöntemleritam kesit ve yarım kesittir (Şekil 56).



Şekil: 56. Tam kesit ve yarım kesit [9].

7.2.1. Tam Kesit:

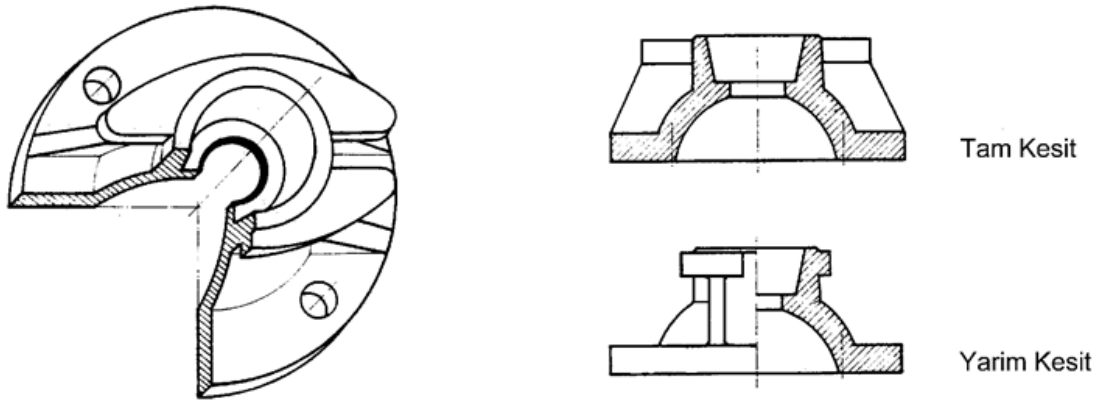
Kesme düzlemi parçanın ana ekseninden geçirilerek parça ikiye bölünüyor ve parçalardan birisi atılıp diğeri çiziliyorsa bu bir tam kesittir. Şekil 57'de böyle bir kesit örneği görülmektedir.



Şekil: 57. Tam kesit örneği [1].

7.2.2. Yarım Kesit:

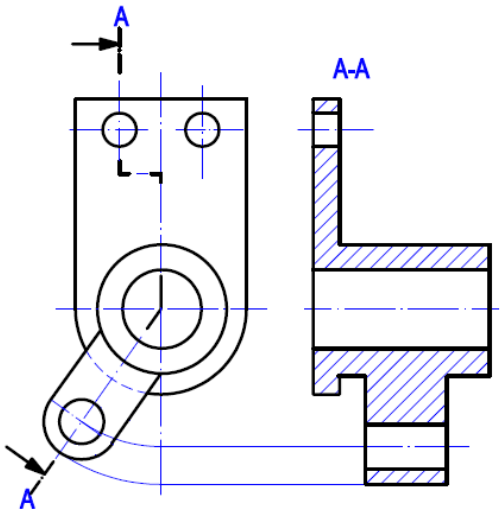
Parçanın ¼ lük kısmı kesilip çıkarılıyor ve geriye kalan parça, simetri eksenine göre sağ veya alt tarafı kesit olarak diğer tarafı ise normal görünüş olarak çiziliyorsa bu bir yarım kesittir. Bu tür kesit resimler, görünüşün yarısında parçanın iç tarafına ait detayları, diğer yarısında ise dış tarafına ait detayları anlatan kesit resimlerdir. Cismin üzerinde bulunan simetri ekseninden kesildiği varsayılarak görünüşün sağ veya alt tarafında iç kısım, sol veya üst tarafında ise dış kısım hakkında fikir sahibi olunur. Şekil 58'de böyle bir kesit örneği görülmektedir. (Parçanın yarısı kesilip çıkarılıyorsa tam kesit, çeyreği kesilip çıkarılıyorsa yarım kesittir.)



Şekil: 58. Tam ve yarım kesitlere bir örnek [1].

7.2.3. Döndürülmüş Kesit:

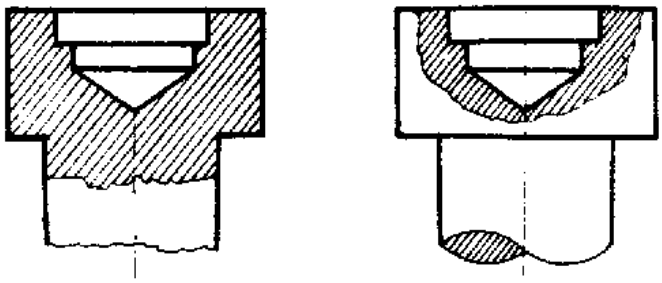
Kesme düzlemi dışında kalan bir ayrıntının kesme düzlemi üzerine döndürülerek kesit resimde ifade edilmesi uygulamasıdır. Şekil 59'da döndürülmüş kesit örneğ görülmektedir. Açılı konumda bulunan parçanın belirli bir bölümündeki eksen üzerinde kesit düzlemi alınır. Bu kesit düzlemi belli bir merkeze göre döndürülerek parçaya ait eğik kısım izdüşüm düzlemlerine paralel konuma getirilir. Karşı izdüşüm düzlemine taşınan döndürülmüş bölümün kesit görünüşü çizilir.



Şekil: 59. Döndürülmüş-kademeli kesit örneği [1].

7.2.4. Kısmi Kesit:

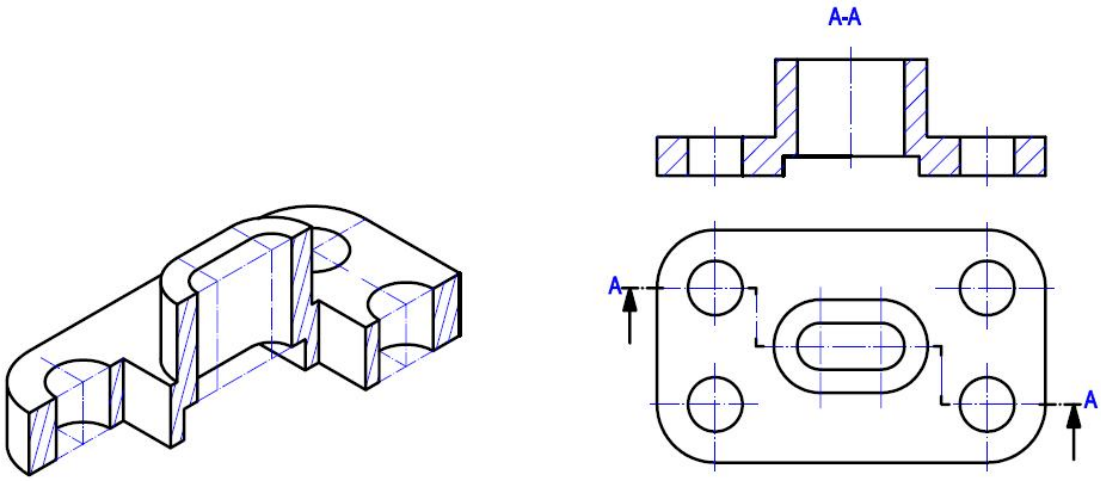
Bölgesel ayrıntıları göstermek için sadece o bölgede alınan kesite kısmi kesit adı verilir. Kesit bölgesi ince bir serbest el çizgisiyle belirtilir ve taranır. Serbest el çizgisi belirli bir geometrisi olmayan, ince sürekli çizgiyle ve serbest olarak rastgele çizilen bir çizgidir. Bu çizgi, bilgisayarda çizim yapılırken *spline* veya *sketch* komutları kullanılarak çizilir. Şekil 60'da böyle bir kesit örneği görülmektedir.



Şekil: 60. Kısmi kesit uygulamasına bir örnek [1].

7.2.5. Kademeli Kesit:

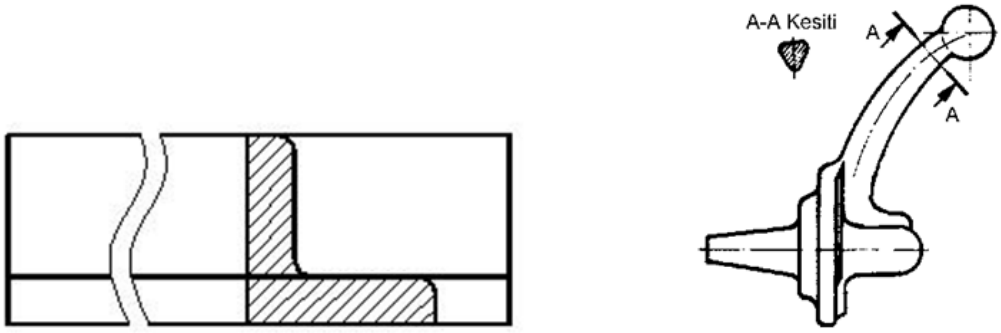
Daha fazla ayrıntıyı kesit resme taşıyabilmek için kesme düzleminin bir kırık çizgi boyunca geçirildiği uygulama biçimidir. Şekil 61'de böyle bir kesit örneği görülmektedir.



Şekil: 61. Kademeli kesit örnekleri [9].

7.2.6. Profil Kesit:

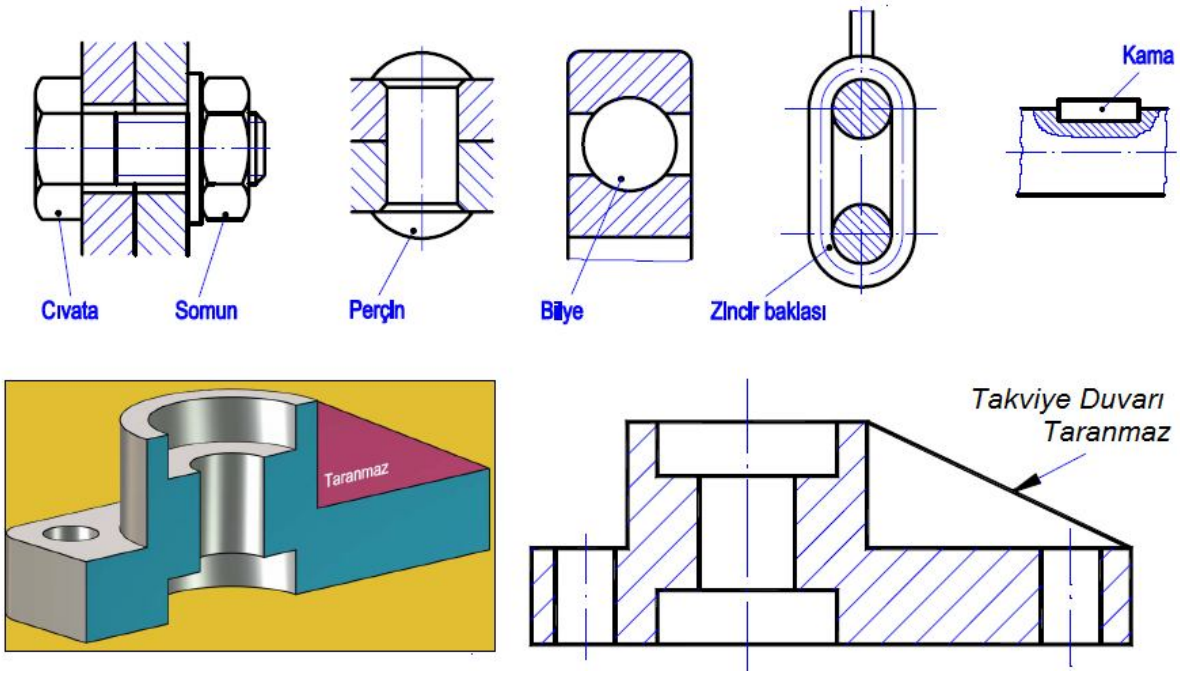
Üniform kesite sahip parçalar tek görünüşle ifade edilebilirler. Böyle parçaların kesitleri de aynı görünüş üzerinde belirtilir. Bu uygulama profil kesit ismiyle anılır. Ayrıca bu tip uzun parçalar, resim alanını daha verimli kullanabilmek için, kırılarak çizilebilirler. Kırılma yerleri eksen çizgisiyle ya da serbest el çizgisiyle gösterilirler. Şekil 62'de rofil kesit örnekleri görülmektedir.



Şekil: 62. "L" profilin kesit resminin ön görünüşü üzerinde çizilmesi ve bir profil kesit örneği [1].

7.2.7. Makine Elemanlarının Kesitleri:

Bazı makine parçaları, kesit görünüşe anlam kazandırmak için kesilse dahi kesilmemiş gibi düşünülerek taranmazlar. Şekil 63'de görüldüğü gibi, miller, cıvatalar, somunlar, rondelalar, pimler, perçinler, kamalar, kasnak kolları, takviye kanatları, rulmanlar, makaralar, zincir baklaları, dişler vb. makine elemanları boylamasına kesildiklerinde taranmazlar.



Şekil: 63. Kesme düzlemi üzerinde yer aldığı halde taranmayan makine elemanları [9].