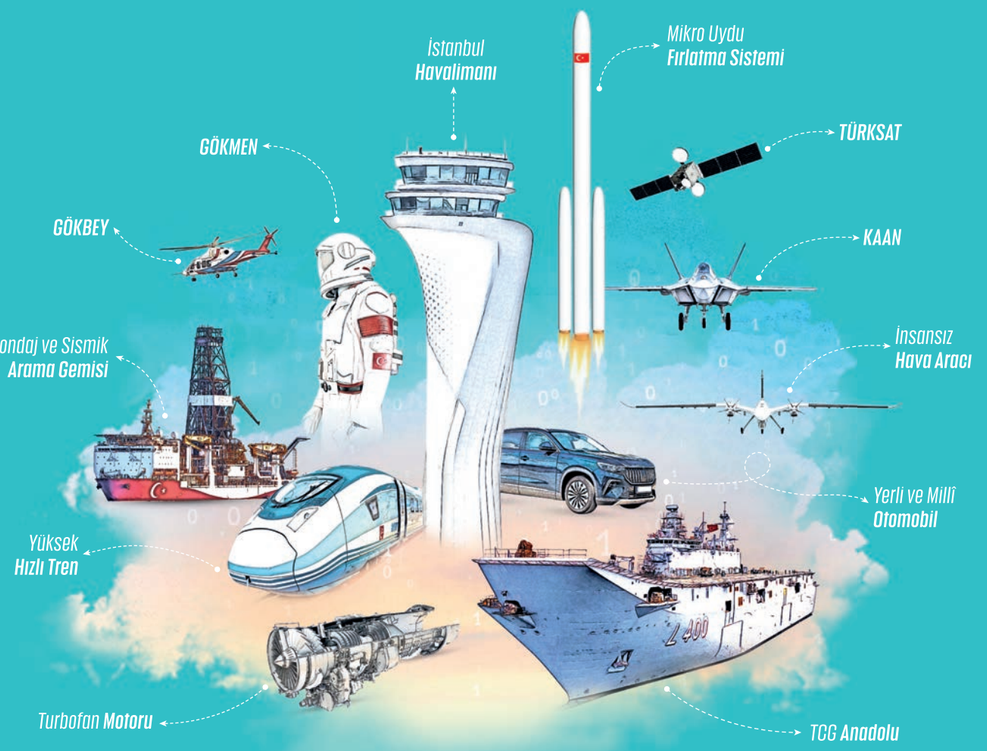
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-7070-5

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

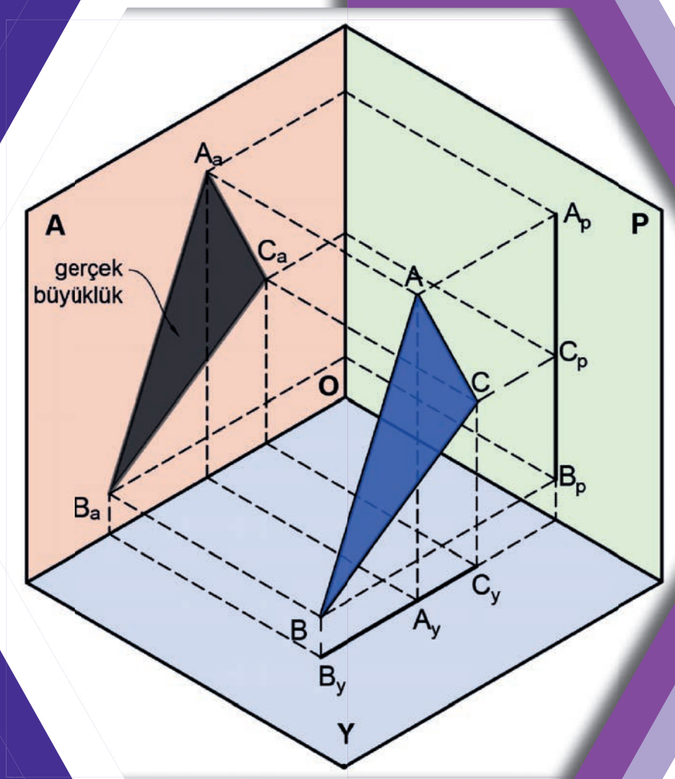
İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

YAPIDA TASARI GEOMETRİ 11-12 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

YAPIDA TASARI GEOMETRİ



11 12

DERS MATERYALİ

MEB__214740__YAPIDA TASARI GEOMETRİ 11-12 (İnşaat Teknolojisi)__21X29,7

MEB__214740__YAPIDA TASARI GEOMETRİ 11-12 (İnşaat Teknolojisi)__20,8X29,7

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI

YAPIDA TASARI GEOMETRİ

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Bülent BACİN

Sedef KARAKAYA ÖZER

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8513
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 2405
Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı Selvinaz DEĞİRMENCİ

Rehberlik Uzmanı Zeynep GÖÇ HİSARKAYA

Görsel Tasarım Uzmanı Mustafa ARGUN

ISBN: 978-975-11-7070-5

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

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



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

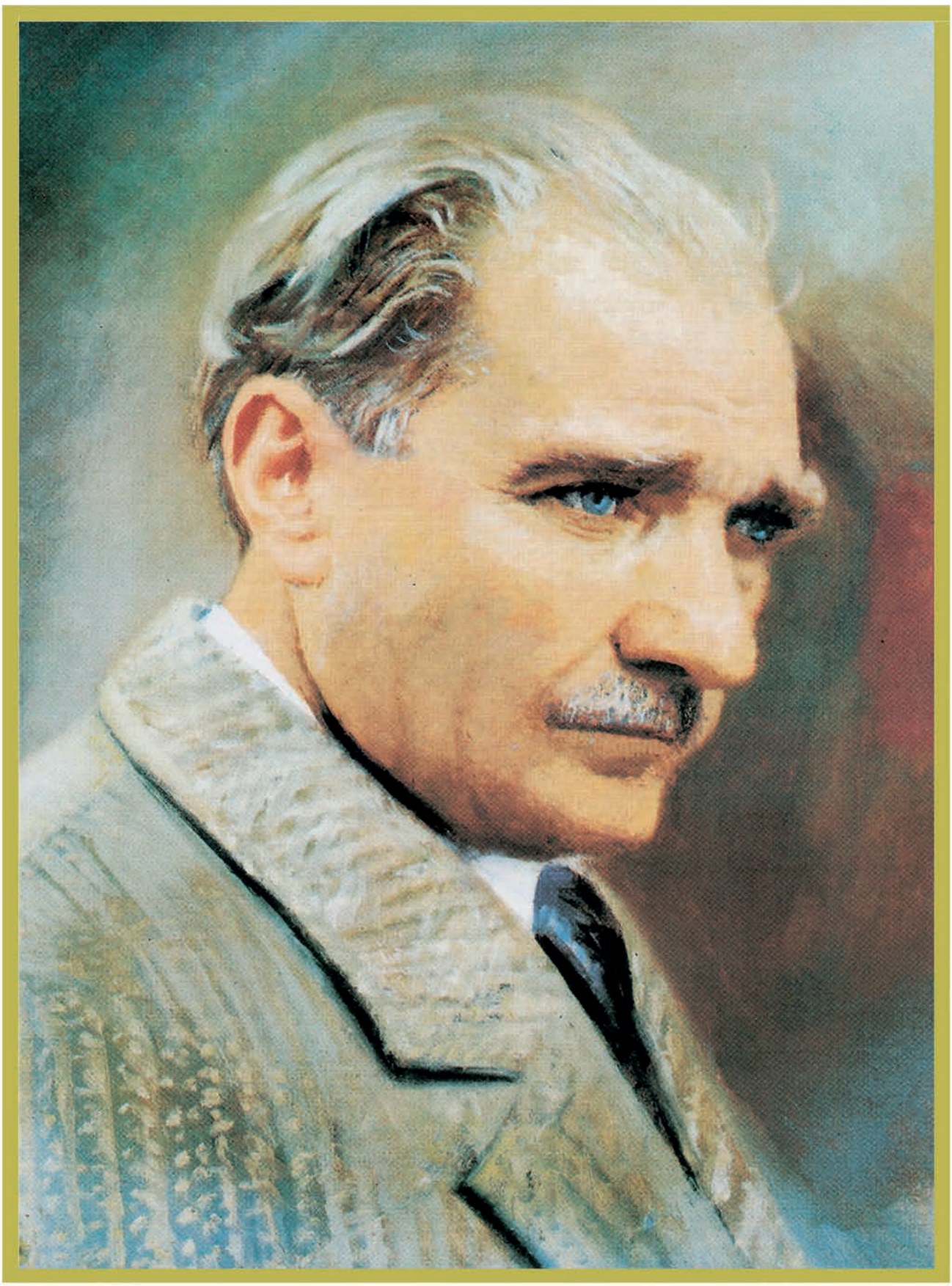
GENÇLİĞE HİTABE

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 Materyali Tanıtım Sayfası 14

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1. DOĞRU VE DÜZLEMLERDE PARALELLİK 18

1.1. İZDÜŞÜM 19

1.1.1. İzdüşüm Elemanları 19

1.1.2. İzdüşüm Çeşitleri 19

1.1.2.1. Merkezî (Konik) İzdüşüm ve Sonuçları 20

1.1.2.2. Paralel İzdüşüm ve Sonuçları 21

1.1.3. Temel İzdüşüm Düzlemleri 25

1.2. NOKTANIN İZDÜŞÜMÜ 27

1.2.1. Kot, Uzaklık, Aralık Kavramları 27

1.2.2. Bir Noktanın Temel İzdüşümleri 28

1.3. DOĞRUNUN İZDÜŞÜMÜ 33

1.3.1. Özel Doğrular 34

1.3.2. Gelişigüzel Doğrular 38

1.3.3. Doğrunun Üzerindeki ve Dışındaki Noktalar 42

1.3.4. Yardımcı İzdüşüm Metodu 45

1.3.4.1. Noktanın Birinci Yardımcı İzdüşümü 46

1.3.4.2. Noktanın İkinci Yardımcı İzdüşümü 49

1.3.5. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Doğruların Gerçek Boylarını Bulma 52

1.3.6. Doğrunun Nokta Görüntüsü 59

1.3.6.1. Paralel Doğruların Nokta Görüntüsünü Bulma 59

1.3.6.2. Gelişigüzel Doğruların Nokta Görüntüsünü Bulma 62

1.3.7. Kesişen ve Aykırı Doğrular 66

1.3.8. Çakışık Doğrular 71

1.3.9. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel ya da Dik Konumlu Doğrular 75

1.3.9.1. Alına Paralel Konumlu Doğrular 75

1.3.9.2. Yataya Paralel Konumlu Doğrular 76

1.3.9.3. Profile Paralel Konumlu Doğrular 76

1.3.9.4. Alına Dik Konumlu Doğrular 77
1.3.9.5. Yataya Dik Konumlu Doğrular 77
1.3.9.6. Profile Dik Konumlu Doğrular 78
1.3.9.7. Gelişigüzel Konumlu Paralel Doğrular 79
1.3.10. Doğrularda Paralellik Kontrolü 80
1.3.11. Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık 82
1.3.11.1. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Dik Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık 82
1.3.11.2. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık 83
1.3.11.3. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Gelişigüzel Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık 84
1.3.12. Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar 87
1.3.12.1. Özel (Paralel) Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar 87
1.3.12.2. Özel (Dik) Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar 88
1.3.12.3. Gelişigüzel Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar 88
1.4. DÜZLEMLERİN İZDÜŞÜMÜ 92
1.4.1. Özel Düzlemler 93
1.4.1.1. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Düzlemler 93
1.4.1.2. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Dik Düzlemler 95
1.4.2. Gelişigüzel Düzlemler 97
1.4.3. Düzlem Üzerindeki Noktalar 103
1.4.4. Düzlemlerin Özel Doğruları 106
1.4.5. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Düzlemlerin Çizgi Görüntüsü 109
1.4.6. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Özel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma 112
1.4.7. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Gelişigüzel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma 115
1.4.8. Düzlemlerde Paralellik Kontrolü 119
1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU 120

2. ÖĞRENME BİRİMİ

2. DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DİKLİK 122

2.1. DOĞRULARDA DİKLİK KONTROLÜ 122

2.2. BİR NOKTADAN DOĞRUYA DİK İNME VE ÇIKMA.....123

2.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM DÜZLEMİ METODU İLE DÜZLEME DİK KONUMLU DOĞRU ÇİZME 128

2.4. DOĞRUYA DİK KONUMLU DÜZLEM ÇİZME.....131

2. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU.....133

3. ÖĞRENME BİRİMİ

3. DÜZLEMLERİN KESİŞMESİ VE ARAKESİTİ 136

3.1. BİRİ TEMEL İZDÜŞÜM DÜZLEMİNE PARALEL VEYA DİK OLAN İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA 136

3.2. HER İKİSİ DE ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA.....141

3.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE GELİŞİGÜZEL DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA 144

3.4. KESME DÜZLEMİ METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA 148

3.5. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA.....151

3. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU 154

4. ÖĞRENME BİRİMİ

4. DELME NOKTALARI 156

4.1. ÖZEL KONUMLU DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DELME NOKTALARINI BULMA.....156

4.2. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA 161

4.3. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA 165

4.4. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA 168

4.5. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA 169

4.6. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN CİSMİ DELME NOKTALARINI BULMA 175

4. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU 178

5. ÖĞRENME BİRİMİ

5. DOĞRU VE DÜZLEMİN ARAKESİT AÇILARI 180

5.1. DOĞRULARIN KESİŞİM AÇISINI BULMA 180

5.2. GELİŞİGÜZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA 182

5.2.1. Gelişigüzel Konumlu, Arakesitleri Belli, Kesişen İki Düzlemin Arasındaki Açıyı Bulma 182

5.2.2. Gelişigüzel Konumlu, Arakesitleri Belli Olmayan, Kesişen İki Düzlemin Arasındaki Açıyı Bulma..... 187

5.3. ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA 191

5.4. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE YER DÜZLEMİNDE GERÇEK AÇIYI BULMA 194

5. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU 198

6. ÖĞRENME BİRİMİ

6. DÖNDÜRME METODU 200

6.1. DÖNDÜRME METODU İLE DOĞRUNUN GERÇEK BOYUNU BULMA 200

6.2. DÖNDÜRME METODU İLE DÜZLEMİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA 215

6.2.1. Döndürme Metodu ile Gelişigüzel Konumlu Düzlemin Çizgi Görüntüsünü Bulma 215

6.2.2. Döndürme Metodu ile Özel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma 219

6.2.3. Döndürme Metodu ile Gelişigüzel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma 222

6.3. DOĞRU İLE DÜZLEM ARASINDAKİ AÇIYI BULMA 225

6.4. ÇATI YÜZEYLERİNİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA 230

6.5. DÖNDÜREREK CİSİMLERİN GERÇEK BOYUTLARINI BULMA 237

6. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU 246

KAYNAKÇA 247

ŞEKİLLER LİSTESİ 248

Ders Materyalinin Tanıtım Sayfası

Öğrenme birimi numarasını gösterir.

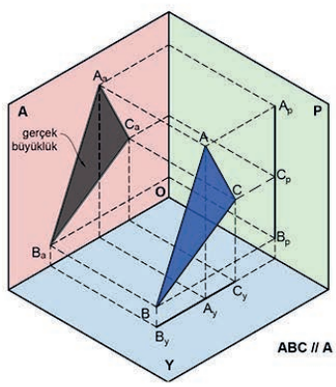
Öğrenme birimine ait şekilleri gösterir.

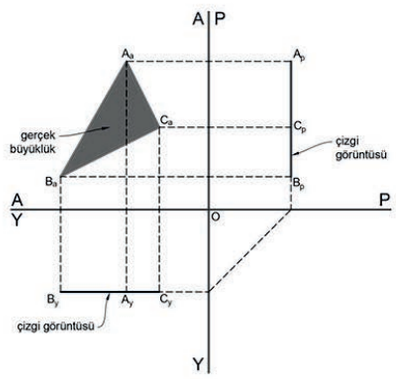
Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme birimi konuları

Öğrenme birimi nin karekodunu gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



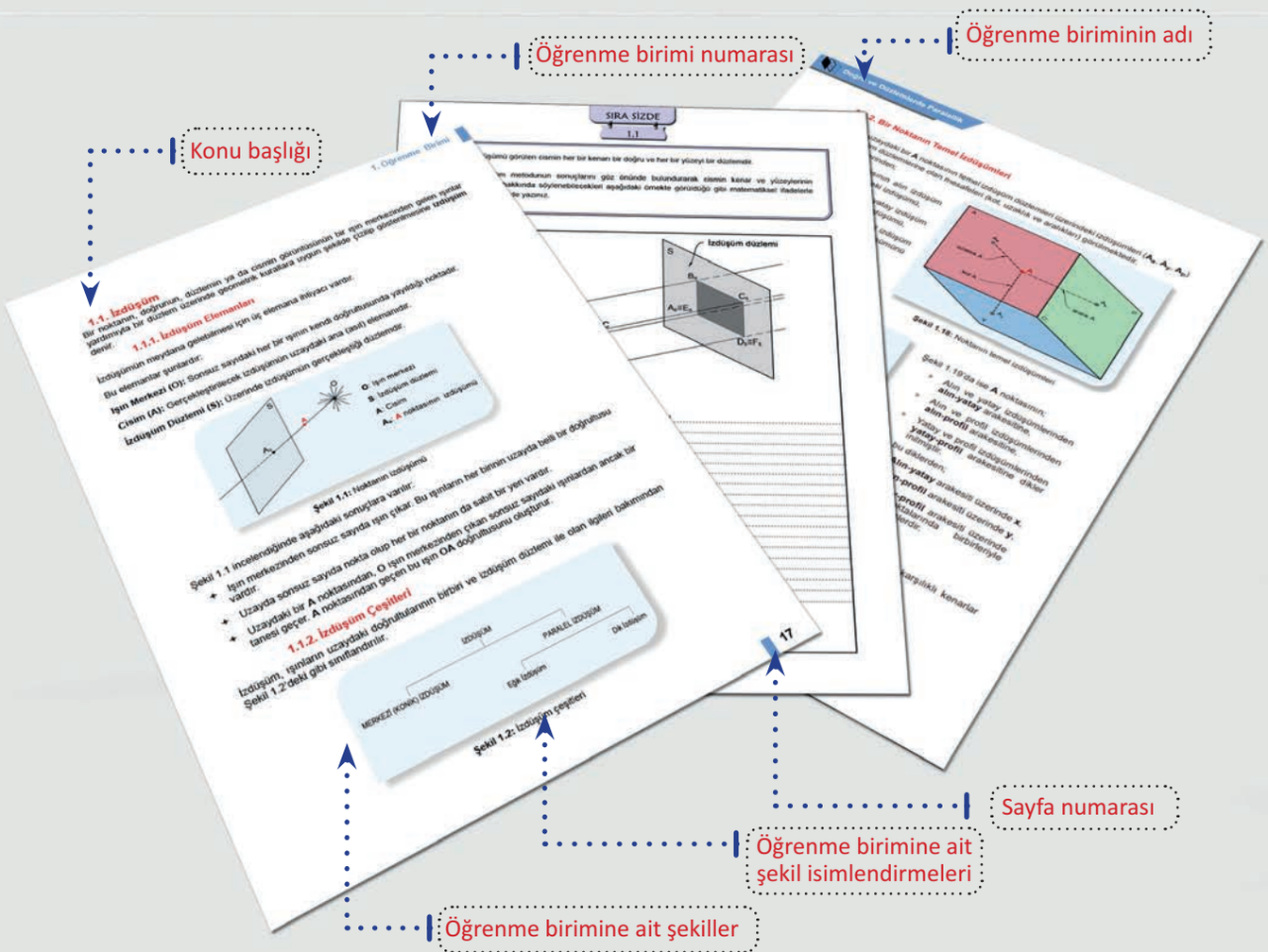


DOĞRU VE DÜZLEMLERDE PARALELLİK

KONULAR

1.1. İZDÜŞÜM
1.2. NOKTANIN İZDÜŞÜMÜ
1.3. DOĞRUNUN İZDÜŞÜMÜ
1.4. DÜZLEMLERİN İZDÜŞÜMÜ

17


Öğrenme birimi numarası
Öğrenme biriminin adı
Konu başlığı
Sayfa numarası
Öğrenme birimine ait şekil isimlendirmeleri
Öğrenme birimine ait şekiller

Etkinlik başlığı

SIRA SİZDE

1.4.4b

Etkinliğe ait konu numarası

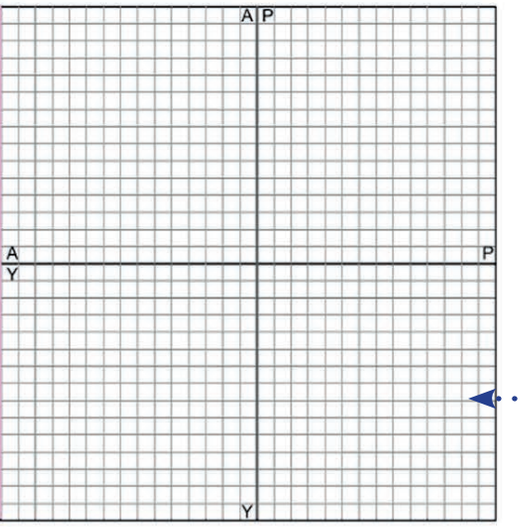
- Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.
- Düzlemin **B** noktasından geçen alın doğrusunu epürde gösteriniz.
- Bu alın doğrusunun düzlemin **AC** kenarını kestiği **K** kesim noktasını epürde gösteriniz ve **K** noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.
- Aralık değeri verilen **P** noktası hem düzlem hem de düzlem üzerindeki **BK** alın doğrusu üzerindedir. **P** noktasının temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **P** kesim noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

Etkinliklerin açıklaması

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	düzlem			noktalar	
	A	B	C	K	P
kot	55	20	10		
uz	10	25	55		
ar	25	60	10		40

Etkinliğe ait uygulama alanı



Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemi ile bu düzlem üzerinde bulunan **EF** yatay doğrusunun bazı koordinatları koordinat tablosunda verilmiştir.

EF yatay doğrusunun **F** noktası, **ABC** düzleminin **AC** kenarı üzerindedir.

Buna göre:

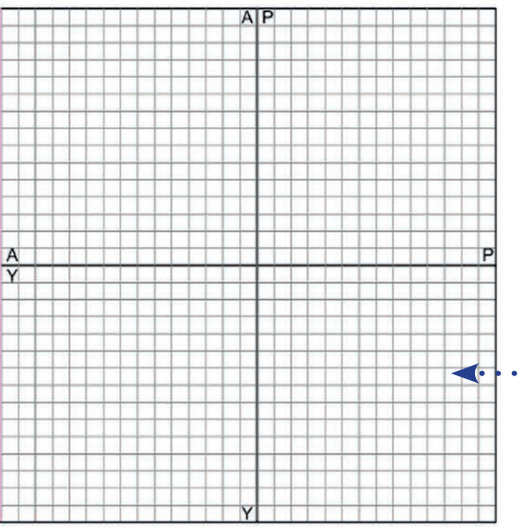
- **ABC** düzlemi ve **EF** yatay doğrusunu epürde gösteriniz.
- **ABC** düzlemi ve **EF** yatay doğrusunun verilmeyen koordinat değerlerini ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

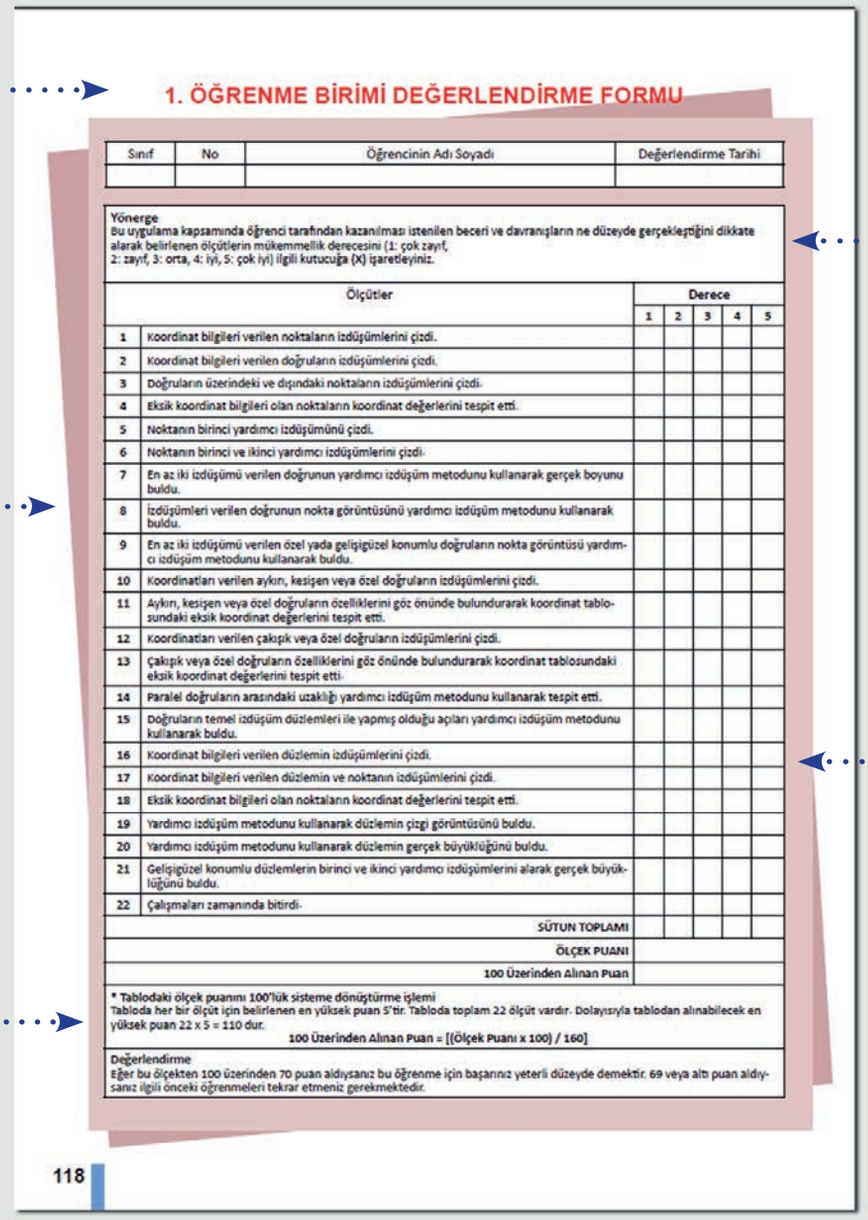
Ölçek: 1 kare □= 5 birim

	düzlem			doğru	
	A	B	C	E	F
kot	50	20	10		30
uz	10		60	20	
ar		45	10		20

Etkinliğe ait koordinat tablosu

Etkinliğe ait uygulama alanı





Değerlendirme formu başlığı

Değerlendirme formu yönergesi

Değerlendirme formu ölçütleri

Değerlendirme formu ölçeği

Değerlendirme formu açıklaması

1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge
Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa (X) işaretleyiniz.

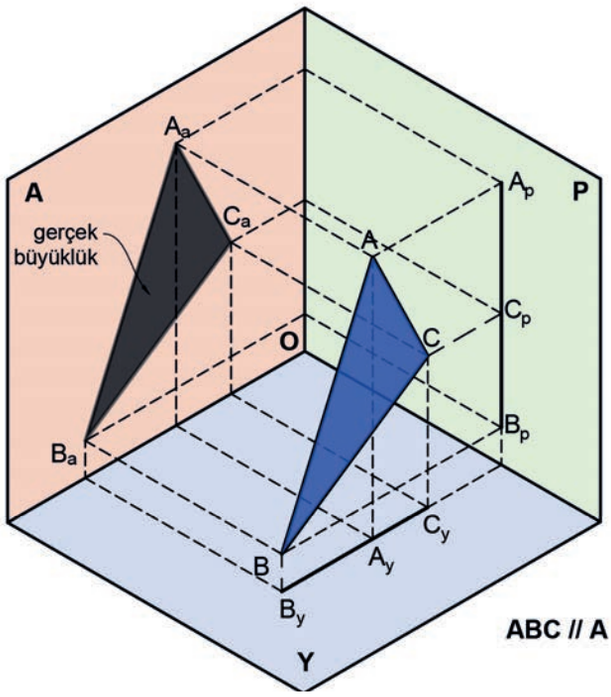
	Ölçütler	Derece				
		1	2	3	4	5
1	Koordinat bilgileri verilen noktaların izdüşümlerini çizdi.					
2	Koordinat bilgileri verilen doğruların izdüşümlerini çizdi.					
3	Doğruların üzerindeki ve dışındaki noktaların izdüşümlerini çizdi.					
4	Eksik koordinat bilgileri olan noktaların koordinat değerlerini tespit etti.					
5	Noktanın birinci yardımcı izdüşümünü çizdi.					
6	Noktanın birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini çizdi.					
7	En az iki izdüşümü verilen doğrunun yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak gerçek boyunu buldu.					
8	İzdüşümleri verilen doğrunun nokta görüntüsünü yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
9	En az iki izdüşümü verilen özel yada gelişigüzel konumlu doğruların nokta görüntüsü yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
10	Koordinatları verilen aykırı, kesişen veya özel doğruların izdüşümlerini çizdi.					
11	Aykırı, kesişen veya özel doğruların özelliklerini göz önünde bulundurarak koordinat tablosundaki eksik koordinat değerlerini tespit etti.					
12	Koordinatları verilen çakışık veya özel doğruların izdüşümlerini çizdi.					
13	Çakışık veya özel doğruların özelliklerini göz önünde bulundurarak koordinat tablosundaki eksik koordinat değerlerini tespit etti.					
14	Paralel doğruların arasındaki uzaklığı yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak tespit etti.					
15	Doğruların temel izdüşüm düzlemleri ile yapmış olduğu açıları yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
16	Koordinat bilgileri verilen düzlemin izdüşümlerini çizdi.					
17	Koordinat bilgileri verilen düzlemin ve noktanın izdüşümlerini çizdi.					
18	Eksik koordinat bilgileri olan noktaların koordinat değerlerini tespit etti.					
19	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak düzlemin çizgi görüntüsünü buldu.					
20	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak düzlemin gerçek büyüklüğünü buldu.					
21	Gelişigüzel konumlu düzlemlerin birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini alarak gerçek büyüklüğünü buldu.					
22	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

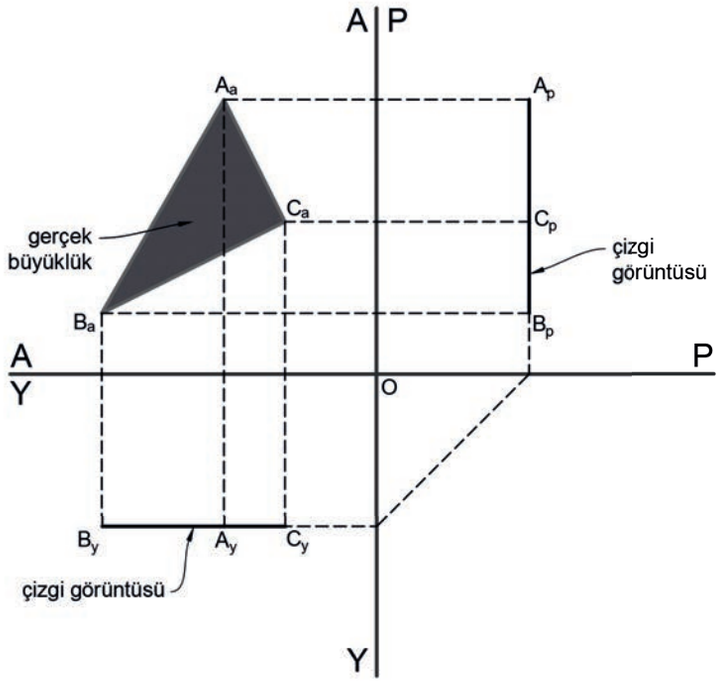
*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**
Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 22 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 22 x 5 = 110 dur.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 160]

Değerlendirme
Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altı puan aldıysanız ilgili önceki öğrenmeleri tekrar etmeniz gerekmektedir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ





DOĞRU VE DÜZLEMLERDE PARALELLİK

KONULAR

1.1. İZDÜŞÜM

1.2. NOKTANIN İZDÜŞÜMÜ

1.3. DOĞRUNUN İZDÜŞÜMÜ

1.4. DÜZLEMLERİN İZDÜŞÜMÜ

1. DOĞRU VE DÜZLEMLERDE PARALELLİK

Tasarı geometri; uzaydaki nokta, doğru ve düzlemlerin birbirleriyle ilişkilerini izdüşüm kuralları içinde inceleyen geometri biliminin bir dalıdır. Resmedilecek herhangi bir cismi üç boyutlu kabul edip o cismi iki boyutlu olarak izdüşüm çizimleriyle ifade eder ve bu ifade tarzının kişilerin zihinlerinde canlandırılmasına kendine özel teknik ve yöntemler aracılığıyla yardımcı olur.

Teknik resim ve mimari çizimlerin temelini oluşturan tasarı geometrinin yöntemlerini ilk kez Fransız matematikçi Gaspard Monge (Gaspard Monj), "La Géométrie Descriptive" (La Geometri Deskriptiv) (1799, Tanımlayıcı Geometri) adlı yapıtında ortaya koymuştur.

Tasarı geometrinin temel yöntemi, **ortografik** adı verilen dik izdüşüm yöntemidir. Bu yöntemde cismin üç koordinat düzlemi üzerindeki izdüşümleri alınır ve cisim her biri ikişer boyutlu olan üç izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleriyle ifade edilir.

Tasarı geometride sorunların çözümü izdüşüm temeli üzerine kurulmuştur. Bu nedenle öncelikle izdüşümü, çeşitlerini, kurallarını tanımak ve bunların ortaya çıkardığı sonuçları çok iyi kavramak gerekir.

Tasarı geometride kullanılan semboller ve anlamları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Tasarı Geometride Kullanılan Bazı Semboller ve Anlamları

Sembol	Anlamı	Sembol	Anlamı
•	nokta	π	pi
=	eşittir	ø	fi
≠	eşit değil	⊥	dik
≡	denk	//	paralel
≢	denk değil	∞	sonsuz
α	alfa	~	yaklaşık
β	beta	≈	benzer
γ	gama	≅	hemen hemen eşit

1.1. İZDÜŞÜM

Bir noktanın, doğrunun, düzlemin ya da cismin görüntüsünün bir ışın merkezinden gelen ışınlar yardımıyla bir düzlem üzerinde geometrik kurallara uygun şekilde çizilip gösterilmesine **izdüşüm** denir.

1.1.1. İzdüşüm Elemanları

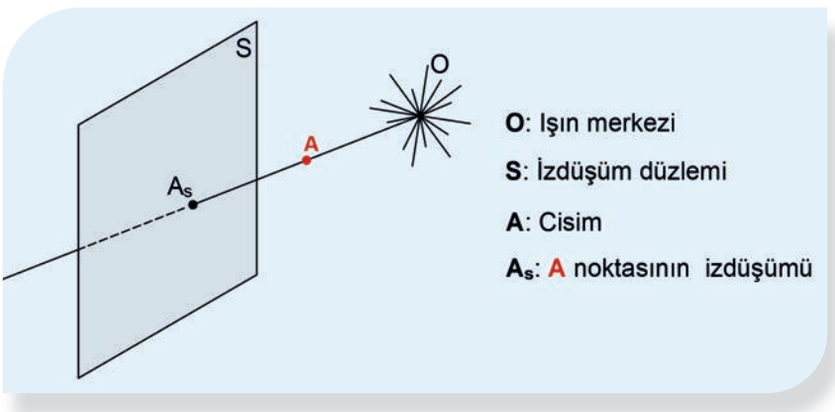
İzdüşümün meydana gelebilmesi için üç elemana ihtiyacı vardır.

Bu elemanlar şunlardır:

Işın Merkezi (O): Sonsuz sayıdaki her bir ışının kendi doğrultusunda yayıldığı noktadır.

Cisim (A): Gerçekleştirilecek izdüşümün uzaydaki ana (asıl) elemanıdır.

İzdüşüm Düzlemi (S): Üzerinde izdüşümün gerçekleştiği düzlemdir.



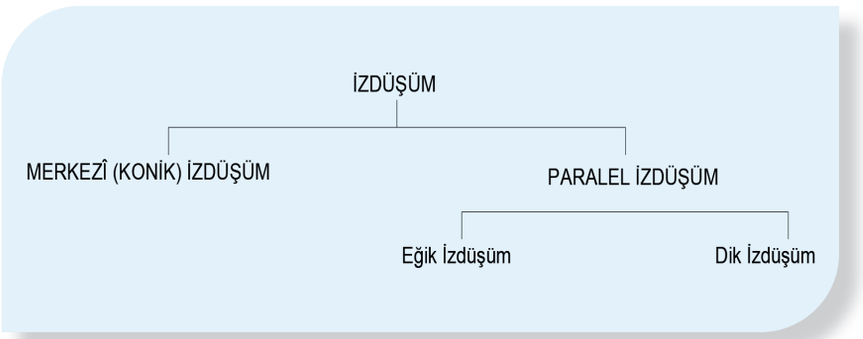
Şekil 1.1: Noktanın izdüşümü

Şekil 1.1 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılır:

- Işın merkezinden sonsuz sayıda ışın çıkar. Bu ışınların her birinin uzayda belli bir doğrultusu vardır.
- Uzayda sonsuz sayıda nokta olup her bir noktanın da sabit bir yeri vardır.
- Uzaydaki bir **A** noktasından, **O** ışın merkezinden çıkan sonsuz sayıdaki ışınlardan ancak bir tanesi geçer. **A** noktasından geçen bu ışın **OA** doğrultusunu oluşturur.

1.1.2. İzdüşüm Çeşitleri

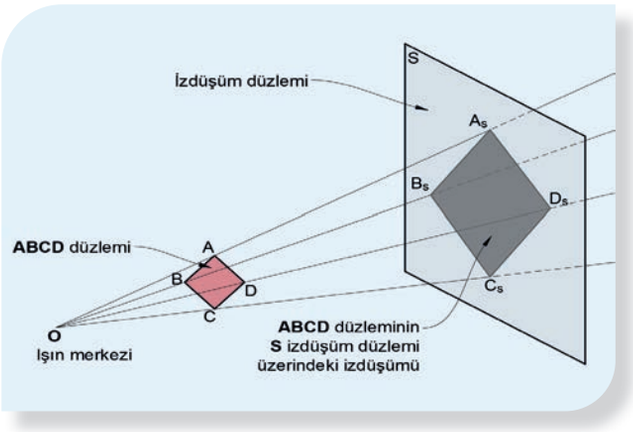
İzdüşüm, ışınların uzaydaki doğrultularının birbiri ve izdüşüm düzlemi ile olan ilgileri bakımından Şekil 1.2'deki gibi sınıflandırılır.



Şekil 1.2: İzdüşüm çeşitleri

1.1.2.1. Merkezî (Konik) İzdüşüm ve Sonuçları

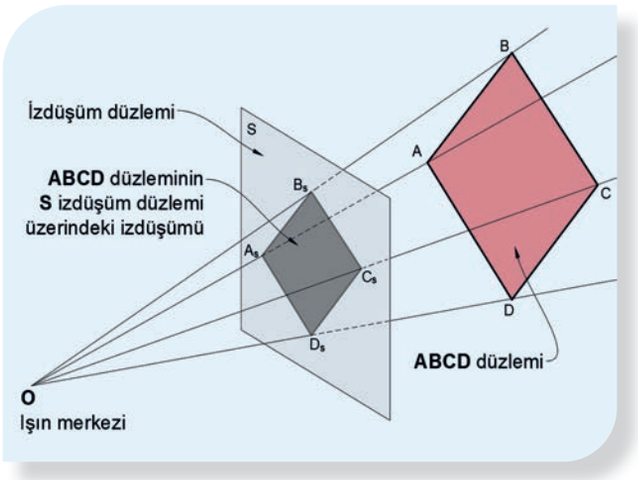
Merkezî izdüşümde ışınlar, izdüşüm düzlemine sonsuz uzaklıkta olmayan bir ışın merkezinden gelmektedir. Bu ışınlar yardımıyla bir cismin izdüşüm düzlemi üzerindeki görüntüsünün bulunmasına **merkezî (konik) izdüşüm** denir.



Şekil 1.3: Merkezî izdüşüm
(Cisim, ışın merkezi ile izdüşüm düzlemi arasında)

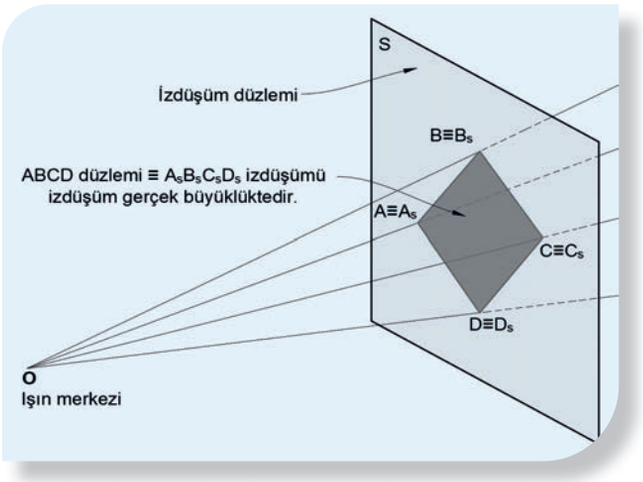
Merkezî izdüşümde cismin izdüşümü, cismin izdüşüm düzlemi ve ışın merkezi ile olan konumuna göre değişiklik gösterir. Buna göre izdüşüm üç farklı şekilde karşımıza çıkar:

- Cisim, ışın merkezi ile izdüşüm düzlemi arasında ise cismin izdüşümü büyür (Şekil 1.3).



Şekil 1.4: Cisim, izdüşüm düzleminin arkasında

- İzdüşüm düzlemi, cisim ile ışın merkezi arasında ise cismin izdüşümü küçülür (Şekil 1.4).



Şekil 1.5: Cisim ile izdüşüm düzlemi çakışık

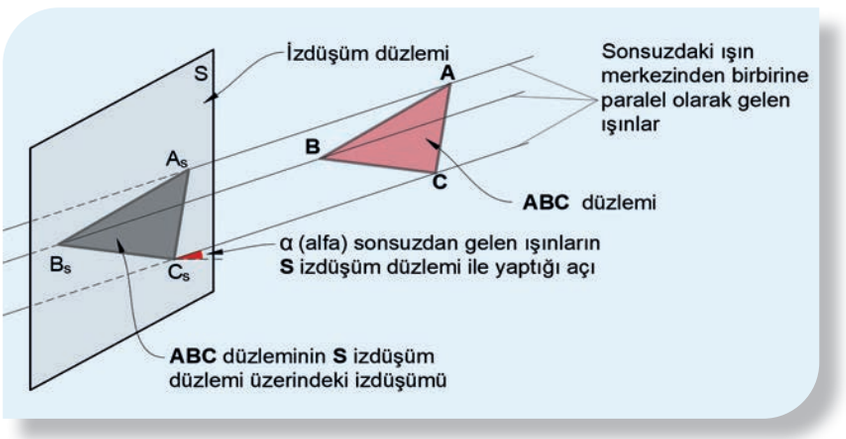
- Cisim, izdüşüm düzlemi üzerinde ise (cisim izdüşüm düzlemi ile çakışık ise) izdüşüm gerçek boydadır (Şekil 1.5).

1.1.2.2. Paralel İzdüşüm ve Sonuçları

Sonsuzdan gelen ışınlar birbirlerine paraleldir. Bu ışınlar yardımıyla bir şeklin ya da cismin izdüşüm düzlemi üzerinde oluşan görüntüsüne **paralel izdüşüm** denir.

➤ Eğik İzdüşüm

Sonsuzdan gelen ışınlar, izdüşüm düzlemi ile 90°den farklı bir açı yaparlarsa izdüşüm düzlemi üzerindeki görüntüye **eğik izdüşüm** adı verilir (Şekil 1.6).

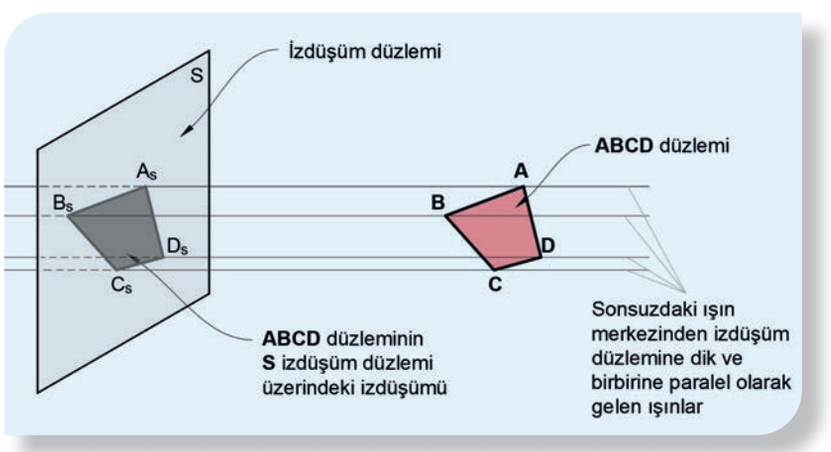


Şekil 1.6: Eğik izdüşüm

Merkezî ve eğik izdüşüm metotları ile cisimlerin gözün gördüğü biçimlerine benzer görünümleri elde edilse de genellikle tek bir görünüş cismin biçimini tam olarak belirtemez. Ayrıca bu izdüşüm metotları ile kolaylıkla çizilip okunabilen birden fazla görünüş elde edilemeyeceği için bu metotlar uzay problemlerinin çözümünde kullanılamaz. Merkezî ve eğik izdüşüm metotları; makine veya parçalarının, bina dışı ve içinin yapımlarından sonra alacağı genel dış biçimlerinin canlandırılmalarında kullanılır. Tasarı geometri problemleri genel olarak birden fazla görünüşlüdür. Görünüşler arası bağın kolaylıkla kurulabilmesi ve problemlerin en kısa yoldan çözülebilmesi için tasarı geometride yalnızca **dik izdüşüm** metodu kullanılır.

➤ Dik İzdüşüm

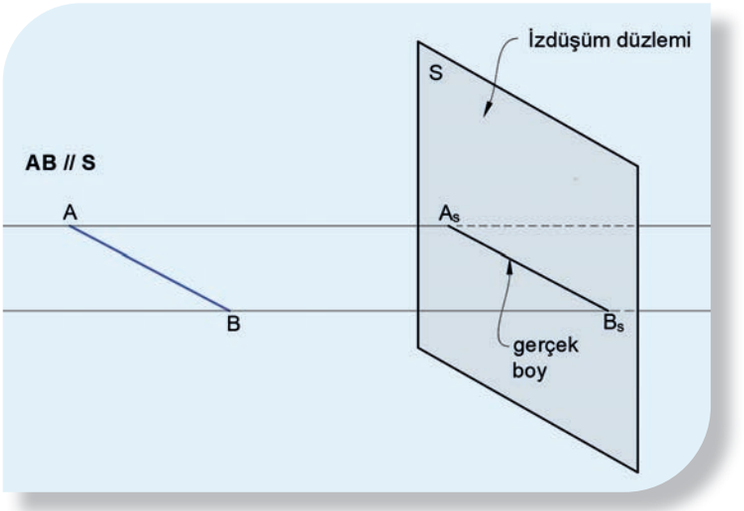
Sonsuzdan gelen ışınlar, izdüşüm düzlemi ile 90°lik bir açı yaparlarsa izdüşüm düzlemi üzerindeki görüntüye **dik izdüşüm** adı verilir (Şekil 1.7).



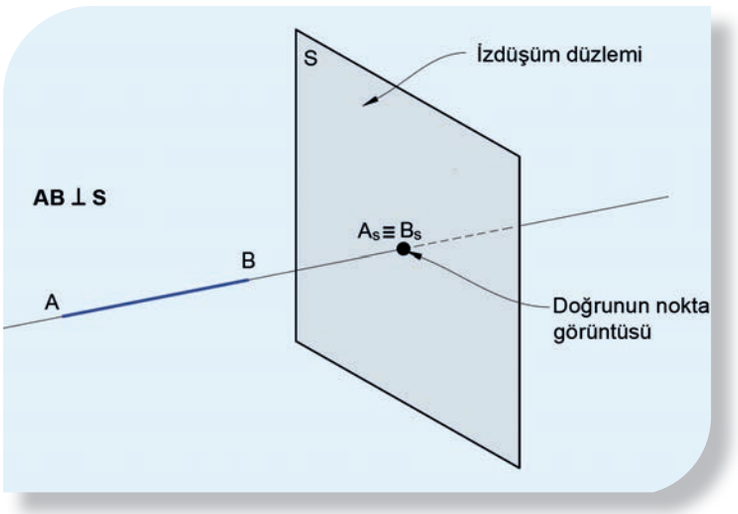
Şekil 1.7: Dik izdüşüm

Dik İzdüşümün Doğrular İçin Sonuçları

Bir doğru, izdüşüm düzlemine paralel bir şekilde duruyor ya da izdüşüm düzlemine çakışık ise o doğrunun izdüşümü **gerçek boydadır** (Şekil 1.8).



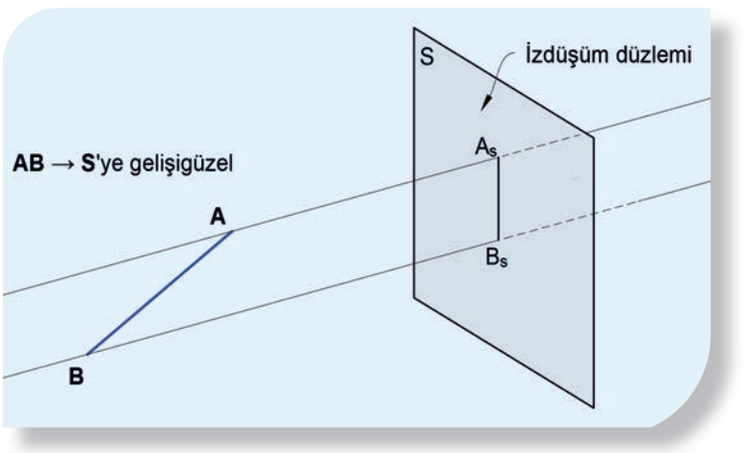
Şekil 1.8: İzdüşüm düzlemine paralel doğrunun izdüşümü



Bir doğru, izdüşüm düzlemine dik bir şekilde duruyorsa o doğrunun izdüşümü nokta görüntüsündedir. Bir başka deyişle doğruyu belirleyen **A** ve **B** noktalarının izdüşümleri, izdüşüm düzlemi üzerinde çakışıktır. Buna **doğrunun nokta görüntüsü** denir (Şekil 1.9).

Şekil 1.9: İzdüşüm düzlemine dik doğrunun izdüşümü

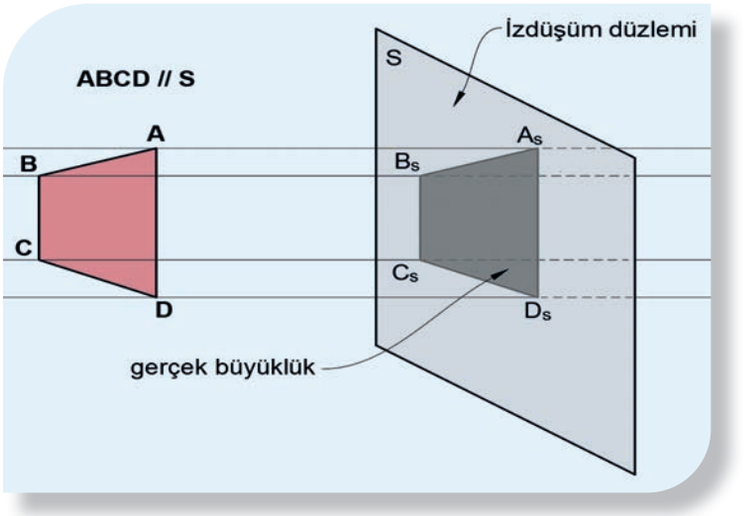
Bir doğru, izdüşüm düzlemine gelişigüzel konumda ise (paralel ya da dik değilse) o doğruya ait izdüşüm, çizgi görüntüsünde olup doğrunun gerçek boyundan daha küçüktür (Şekil 1.10).



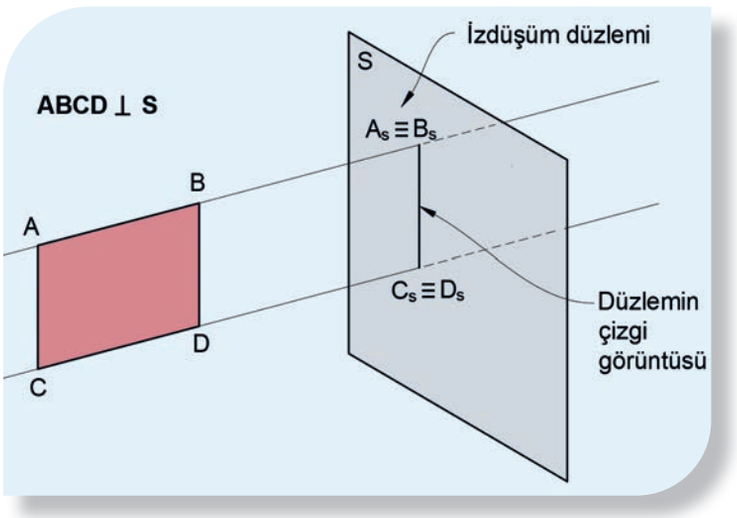
Şekil 1.10: Gelişigüzel konumlu doğrunun izdüşümü

Dik İzdüşümün Düzlemler İçin Sonuçları

Bir düzlem, izdüşüm düzlemine paralel bir şekilde duruyor ya da izdüşüm düzlemine çakışık ise o düzlemin izdüşümü **gerçek büyüklüktedir** (Şekil 1.11).



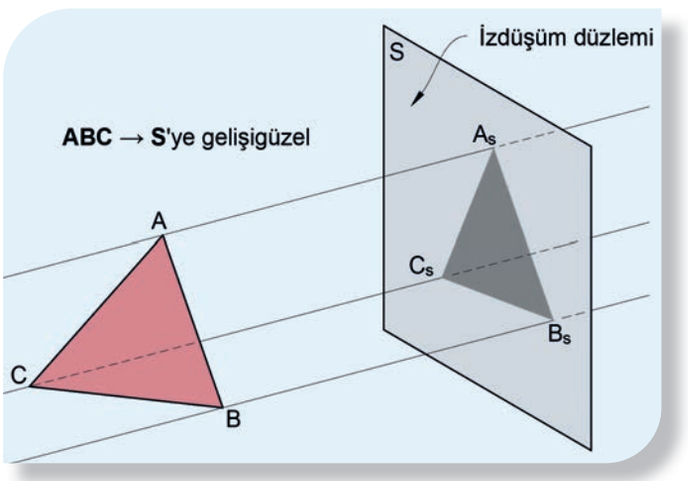
Şekil 1.11: İzdüşüm düzlemine paralel düzlemin izdüşümü



Bir düzlem, izdüşüm düzlemine dik bir şekilde duruyorsa o düzlemin izdüşümü çizgi görüntüsünde olur. Buna **düzlemin çizgi görüntüsü** denir (Şekil 1.12).

Şekil 1.12: İzdüşüm düzlemine dik düzlemin izdüşümü

Bir düzlem, izdüşüm düzlemine gelişigüzel konumda ise (paralel ya da dik değilse) o düzleme ait izdüşüm, düzlemin gerçek büyüklüğünden daha küçüktür (Şekil 1.13).

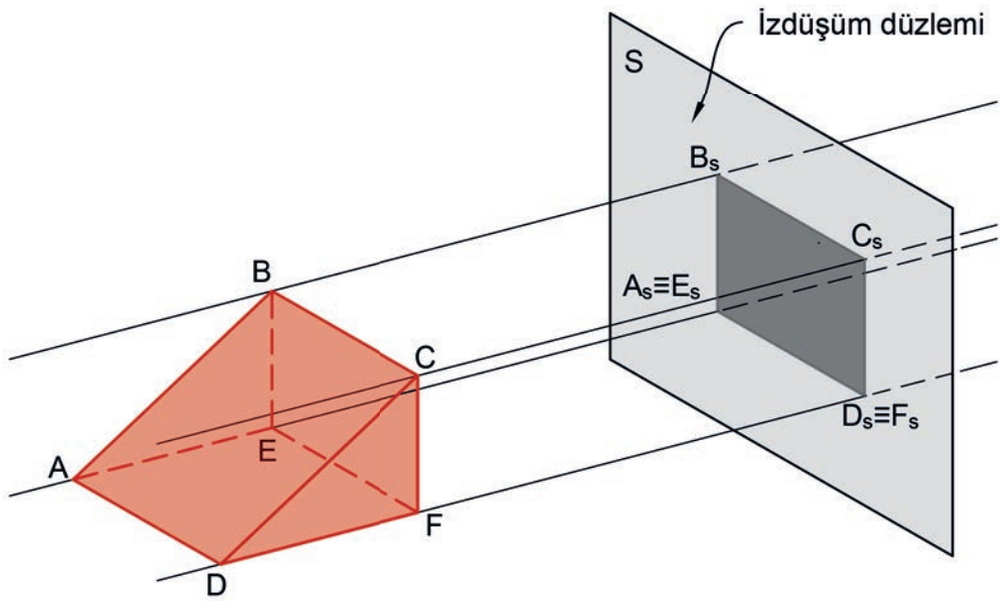


Şekil 1.13: Gelişigüzel konumlu düzlemin izdüşümü

SIRA SİZDE 1.1

Dik izdüşümü görülen cismin her bir kenarı bir doğru ve her bir yüzeyi bir düzlemdir.

Dik izdüşüm metodunun sonuçlarını göz önünde bulundurarak cismin kenar ve yüzeylerinin izdüşümleri hakkında söylenebilecekleri aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi matematiksel ifadelerle maddeler hâlinde yazınız.



Örnek: **AD**//**S**'dir. => $\mathbf{A_sD_s}$ izdüşümü = **AD** = gerçek boy

1.1.3. Temel İzdüşüm Düzlemleri

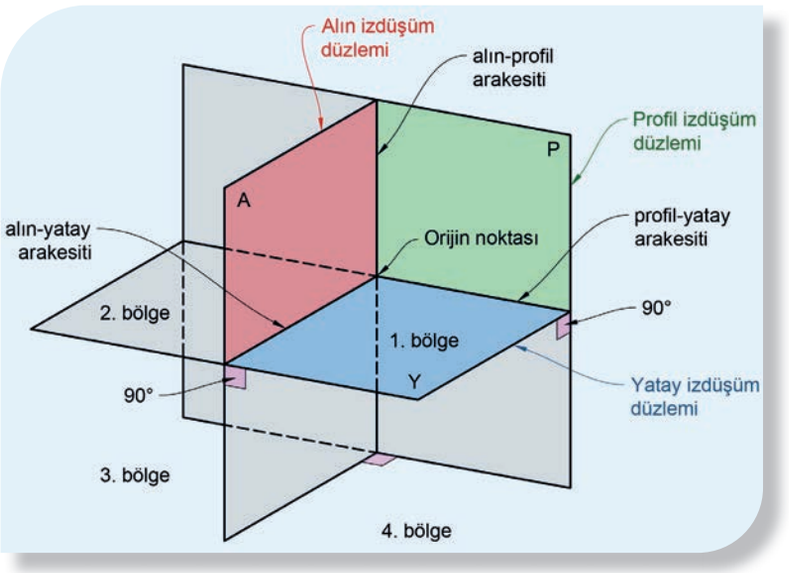
Uzayda birbirlerini dik olarak kestiği kabul edilen sınırsız düzlemlere **temel izdüşüm düzlemleri** denir.

Temel izdüşüm düzlemlerinden;

» Durgun su yüzeyine paralel kabul edilen düzleme **yatay izdüşüm düzlemi**,

» Yatay izdüşüm düzlemine dik olan düzleme **alın izdüşüm düzlemi**,

» Hem yatay hem de alın izdüşüm düzlemine dik olan düzleme ise **profil izdüşüm düzlemi** adı verilir.



Şekil 1.14: Temel izdüşüm düzlemleri

Temel izdüşüm düzlemlerinin birbirleriyle kesişmesi sonucu dört bölge meydana gelir (Şekil 1.14). Herhangi bir noktanın, doğrunun, düzlemin ya da cismin uzaydaki yerini belirleme ve izdüşüm görünüşlerini oluşturma bu dört bölgeden biri içinde yapılır. Dünyadaki standartlaşma, 1 ve 3. bölge izdüşüm metotları içindedir. Ülkemizde ise 1. bölge izdüşüm metodu kullanılır. 3. bölge metodu Amerika'da kullanıldığı için buna **Amerikan metodu** da denir.

➤ Temel İzdüşüm Düzlemlerinin Arakesitleri

Arakesit: Birbirini kesen iki düzlemin ortak doğrusudur.

Şekil 1.14'te görüldüğü gibi;

» Alın ve yatay izdüşüm düzlemlerinin kesişmeleri sonucu **alın-yatay**,

» Profil ve yatay izdüşüm düzlemlerinin kesişmeleri sonucu **profil-yatay**,

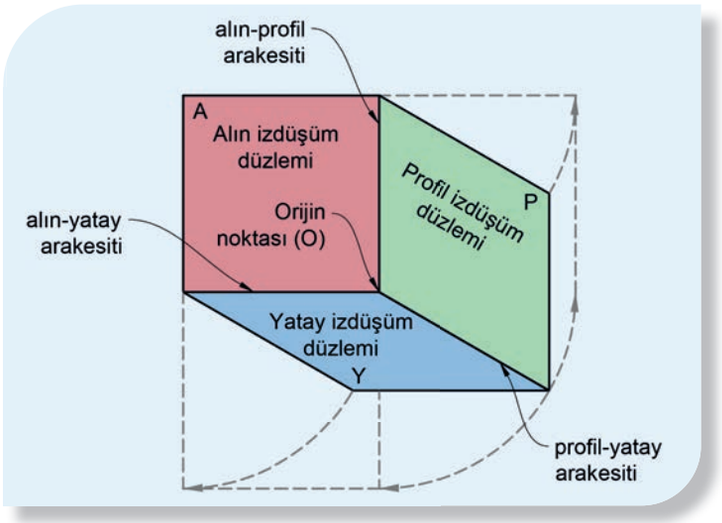
» Alın ve profil izdüşüm düzlemlerinin kesişmeleri sonucu **alın-profil** arakesitleri meydana gelmiştir.

Alın-yatay ve profil-yatay arakesitlerine **yer ekseni** de denir.

Orijin Noktası: Birbirleriyle kesişen üç temel izdüşüm düzleminin arakesitlerinin kesiştikleri noktadır. Orijin noktası, **O** harfi ile ifade edilir.

İzdüşüm uygulamaları, temel izdüşüm düzlemleri kapalı ya da açık düşünülerek yapılır.

Temel izdüşüm düzlemlerinin kapalı olarak düşünülmesi sonucu yapılan izdüşüm uygulamaları çizim açısından pratik olmadığı gibi izdüşümün anlaşılmasını da zorlaştırır.

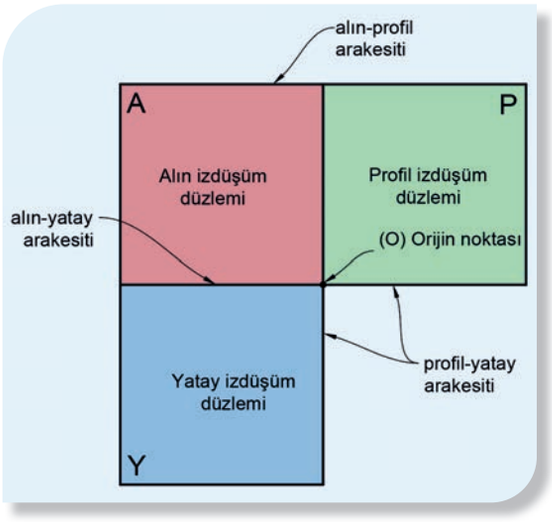


Şekil 1.15: Kapalı temel izdüşüm düzlemleri (1. bölge)

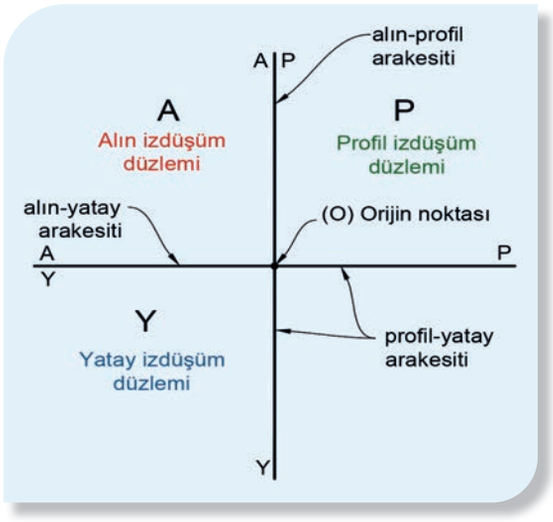
Bu nedenle temel izdüşüm düzlemlerinin açık düşünülmesi sonucu yapılan izdüşüm uygulamaları hem daha pratik hem de daha ekonomiktir.

Açık temel izdüşüm düzlemleri; yatay izdüşüm düzleminin **alın-yatay** arakesiti, profil izdüşüm düzleminin ise **alın-profil** arakesiti etrafında Şekil 1.15'teki gibi 90° döndürülerek açılması sonucu elde edilir.

Açık temel izdüşüm düzlemlerine **epür düzlemleri** ya da kısaca **epür** denir (Şekil 1.16).



Kapalı temel izdüşüm düzlemlerinin alın-yatay ve alın-profil arakesitleri etrafında 90° döndürüldükten sonraki açık durumudur.



Açık temel izdüşüm düzlemlerinin sadece arakesitleriyle gösterilmesi bu düzlemlerin sınırsızlığını ifade eder. Bu arakesitler izdüşüm uygulamalarının en önemli elemanıdır.

Şekil 1.16: Açık temel izdüşüm düzlemleri (epür düzlem)

1.2. NOKTANIN İZDÜŞÜMÜ

Hiçbir boyutu olmayan geometrik şekle **nokta** denir.

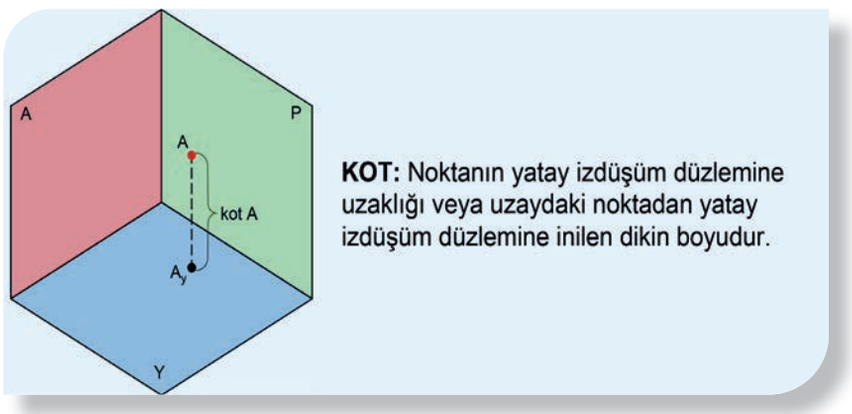
Genel olarak noktalar doğruyu, doğrular düzlemleri, düzlemler ise cisimleri oluşturur. Bu nedenle bir cisim, verilen görünüşleri ile nokta nokta incelenerek canlandırılabilir.

Yukarıdaki tanıma göre noktanın teorik olarak bir ölçüsü yoktur ancak uzayda daima bir yeri vardır. Noktanın uzaydaki yeri temel izdüşüm düzlemlerine olan uzaklıkları ile belirlenir.

Bu uzaklıklara **koordinat** ya da **noktanın koordinatları** denir.

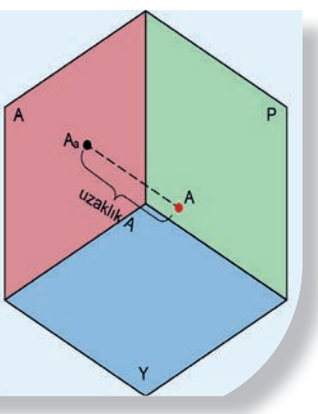
1.2.1. Kot, Uzaklık, Aralık Kavramları

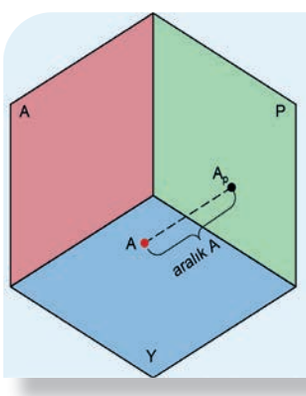
Tasarı geometride bir noktanın koordinatları; **kot**, **uzaklık**, **aralık** kelimeleri ile ifade edilir (Şekil 1.17).



KOT: Noktanın yatay izdüşüm düzlemine uzaklığı veya uzaydaki noktadan yatay izdüşüm düzlemine inilen dikin boyudur.

UZAKLIK: Noktanın alın izdüşüm düzlemine olan uzaklığı veya uzaydaki noktadan alın izdüşüm düzlemine inilen dikin boyudur.





ARALIK: Noktanın profil izdüşüm düzlemine olan uzaklığı veya uzaydaki noktadan profil izdüşüm düzlemine inilen dikin boyudur.

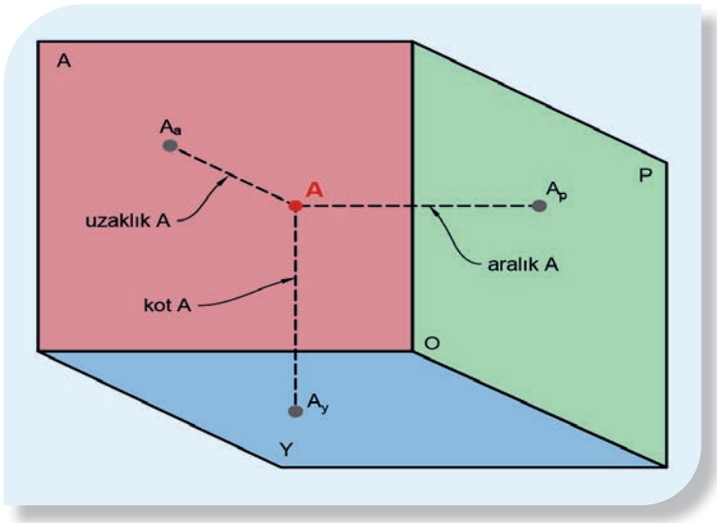
Şekil 1.17: Kot, uzaklık ve aralık kavramları

1.2.2. Bir Noktanın Temel İzdüşümleri

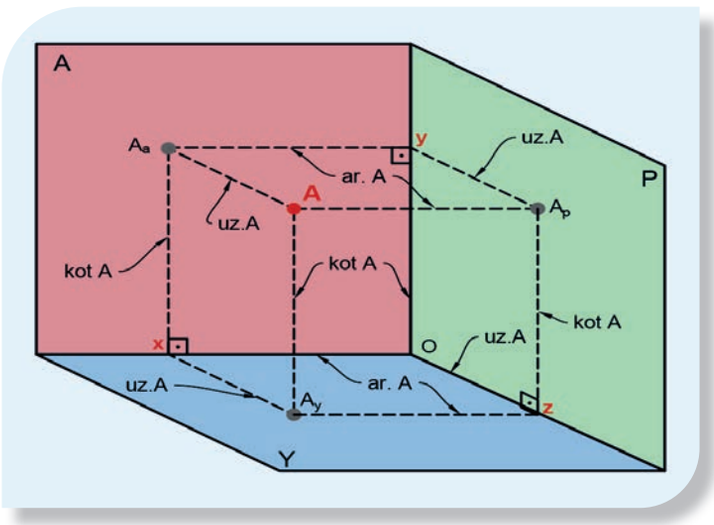
Şekil 1.18'de uzaydaki bir **A** noktasının temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri ($\mathbf{A_a}$, $\mathbf{A_y}$, $\mathbf{A_p}$) ile temel izdüşüm düzlemlerine olan mesafeleri (kot, uzaklık ve aralıkları) görülmektedir.

İzdüşüm sembollerinden;

- $\mathbf{A_a}$ noktası, **A** noktasının alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü,
- $\mathbf{A_y}$ noktası, **A** noktasının yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü,
- $\mathbf{A_p}$ noktası **A** noktasının profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümünü ifade etmektedir.



Şekil 1.18: Noktanın temel izdüşümleri



Şekil 1.19: Noktanın temel izdüşümleri

Şekil 1.19'da ise **A** noktasının;

- Alın ve yatay izdüşümlerinden **alın-yatay** arakesitine,
- Alın ve profil izdüşümlerinden **alın-profil** arakesitine,
- Yatay ve profil izdüşümlerinden **yatay-profil** arakesitine dikler inilmiştir.

İnilen bu diklerden;

- **Alın-yatay** arakesiti üzerinde **x**,
- **Alın-profil** arakesiti üzerinde **y**,
- **Yatay-profil** arakesiti üzerinde **z** noktalarında birbirleriyle kesişmişlerdir.

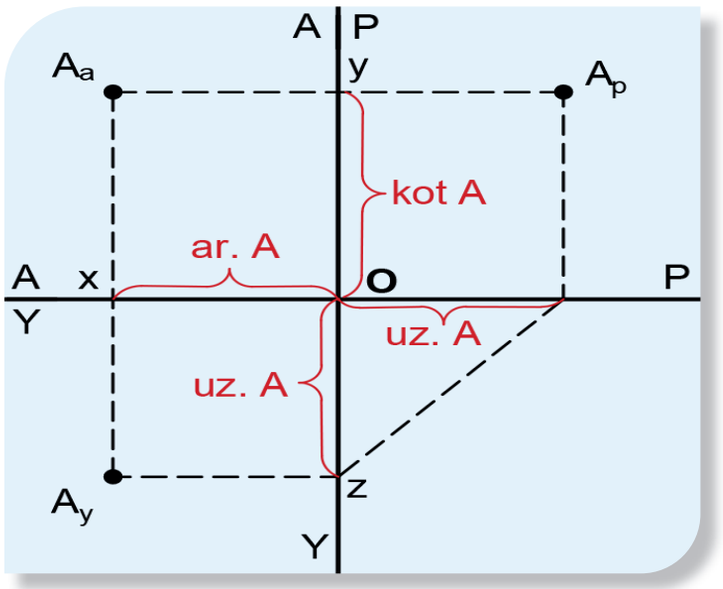
Şekil 1.19'a dikkatlice bakıldığında birer kenarı arakesitler üzerinde olan bir dikdörtgenler prizmasının oluştuğu görülür.

Dikdörtgenler prizmasında karşılıklı yüzeyler birbirine eşittir. Dikdörtgende ise karşılıklı kenarlar birbirine eşittir.

Bu bilgilerden yola çıkılarak buradaki dikdörtgenler prizması incelendiğinde;

- **Alın-profil** arakesiti üzerindeki **Oy** uzunluğu noktanın **kotuna**,
- **Alın-yatay** arakesiti üzerindeki **Ox** uzunluğu noktanın **aralığına**,
- **Yatay-profil** arakesiti üzerindeki **Oz** uzunluğu noktanın **uzaklığına** eşittir.

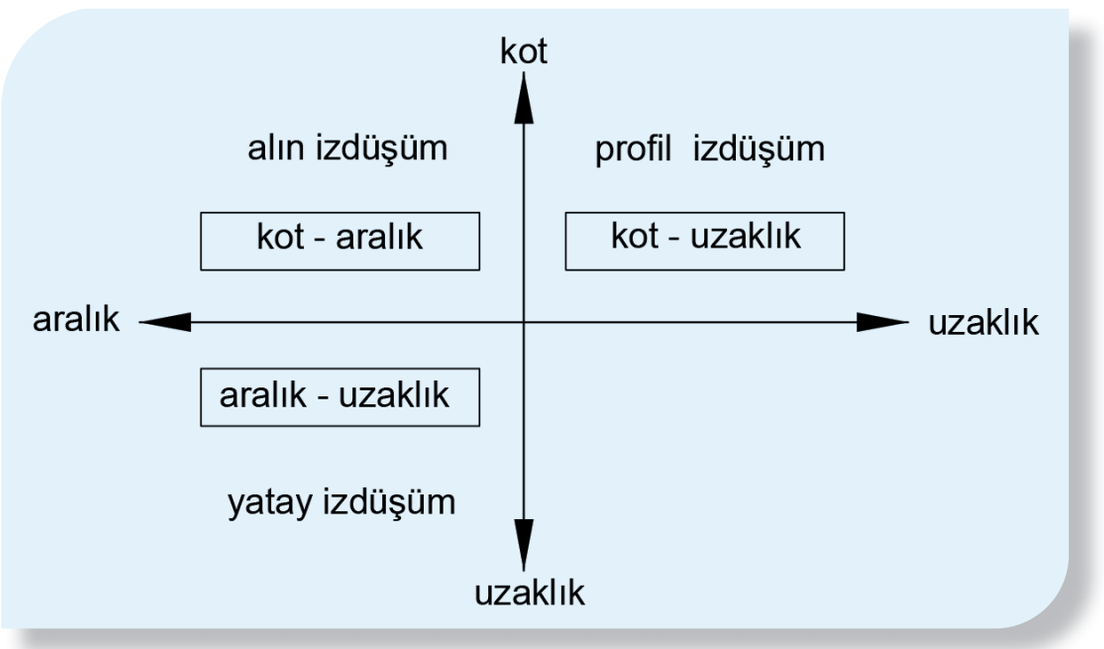
Şekil 1.18 ve 1.19'daki kapalı izdüşüm düzlemleri arasında izdüşümleri görülen **A** noktasının açık temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri Şekil 1.20'de gösterilmiştir.



Şekil 1.20: A noktasının temel izdüşümleri

Epürdeki bir noktanın temel izdüşümlerinde;

- **Alın izdüşüm**, noktanın **kot-aralık** koordinatları ile,
- **Yatay izdüşüm**, noktanın **aralık-uzaklık** koordinatları ile,
- **Profil izdüşüm**, noktanın **kot-uzaklık** koordinatları ile elde edilir (Şekil 1.21).



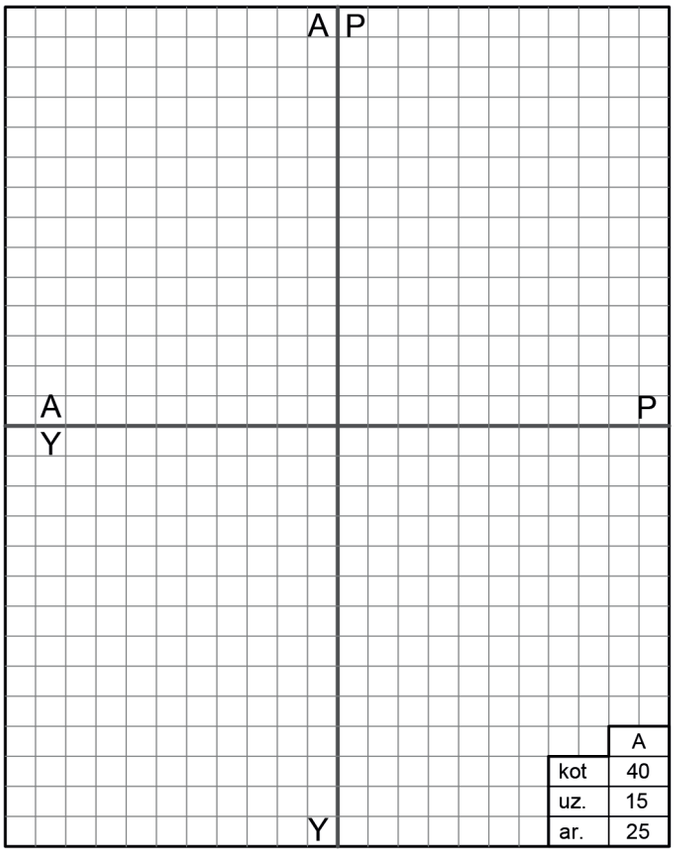
Şekil 1.21: Düzleme göre ihtiyaç duyulan koordinat bilgileri

SIRA SİZDE

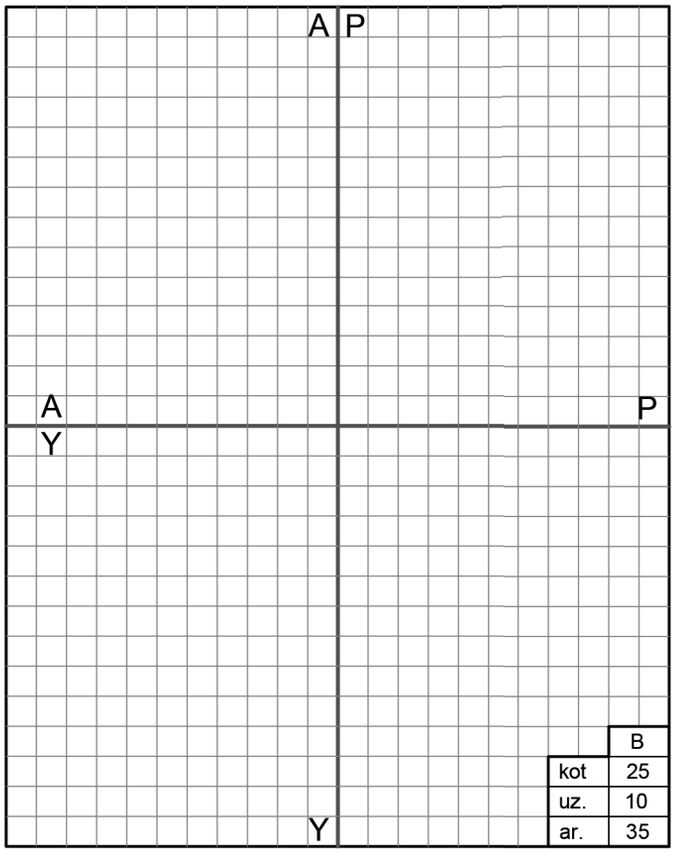
1.2a

Aşağıda koordinat bilgileri verilen noktaların **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

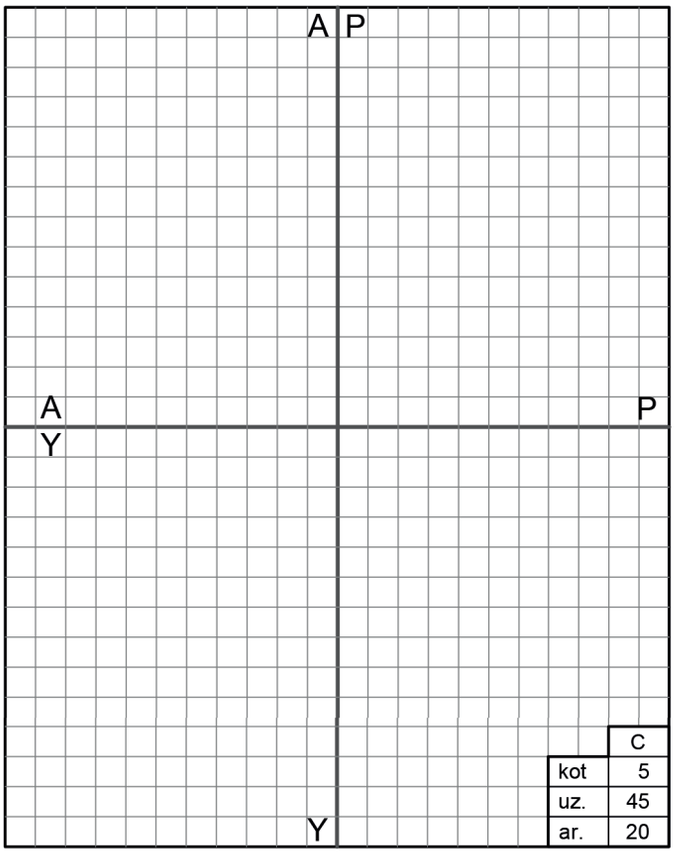
Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



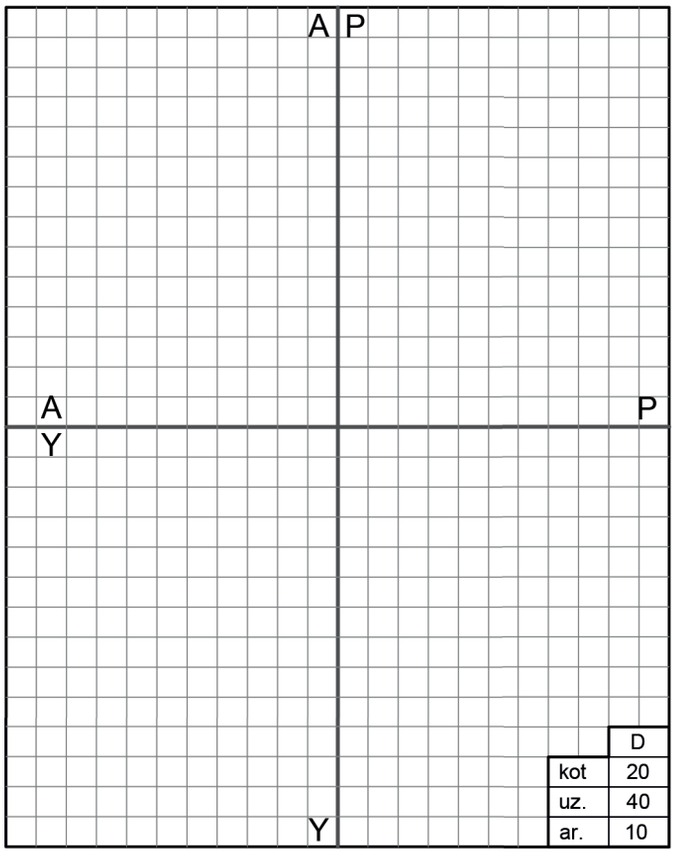
	A
kot	40
uz.	15
ar.	25



	B
kot	25
uz.	10
ar.	35



	C
kot	5
uz.	45
ar.	20



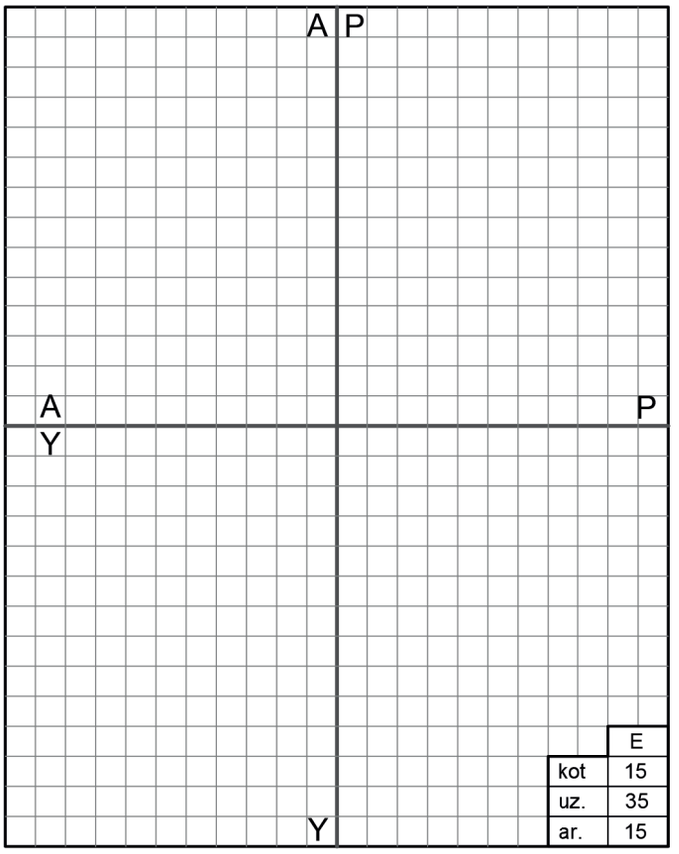
	D
kot	20
uz.	40
ar.	10

SIRA SİZDE

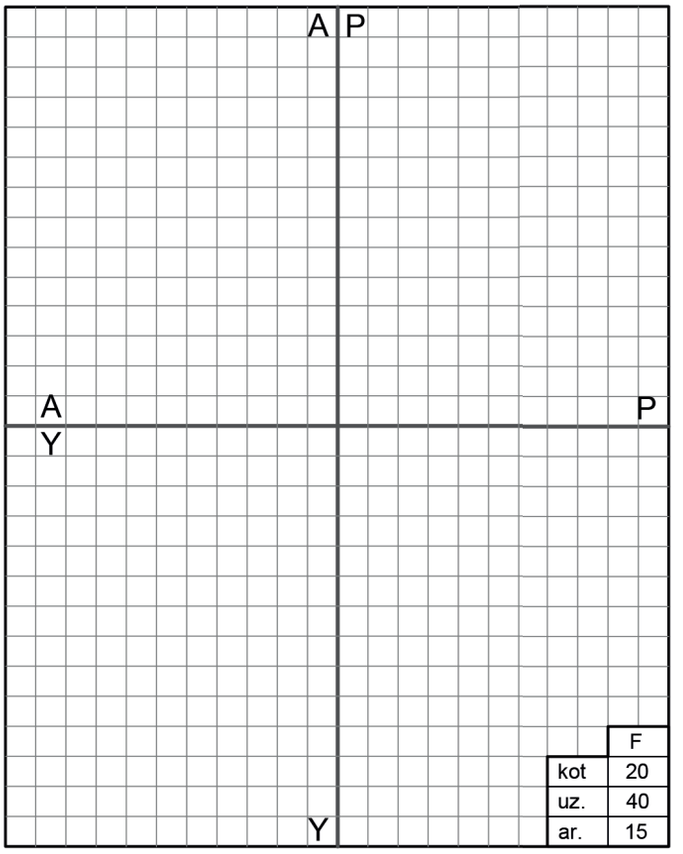
1.2b

Aşağıda koordinat bilgileri verilen noktaların **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

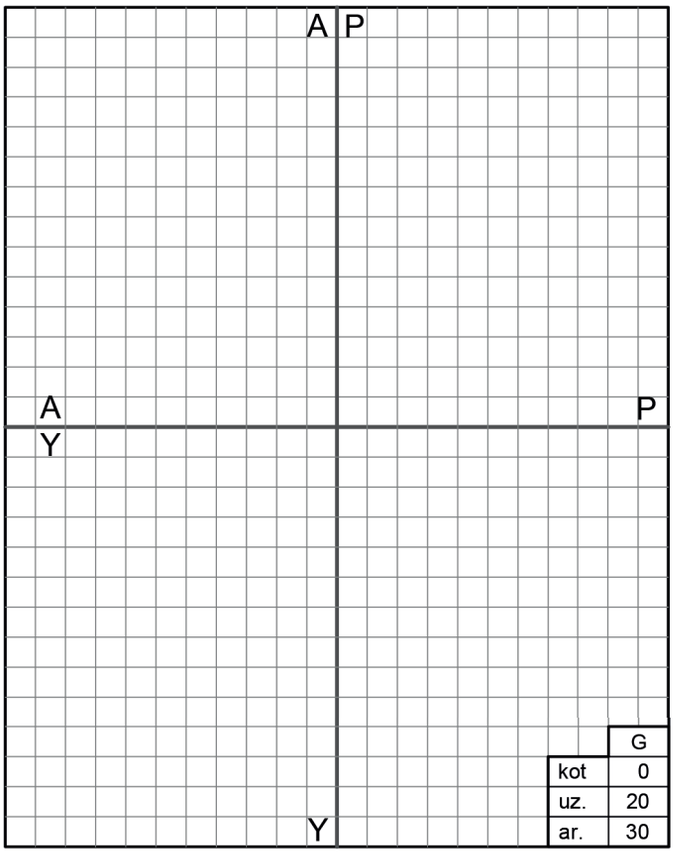
Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



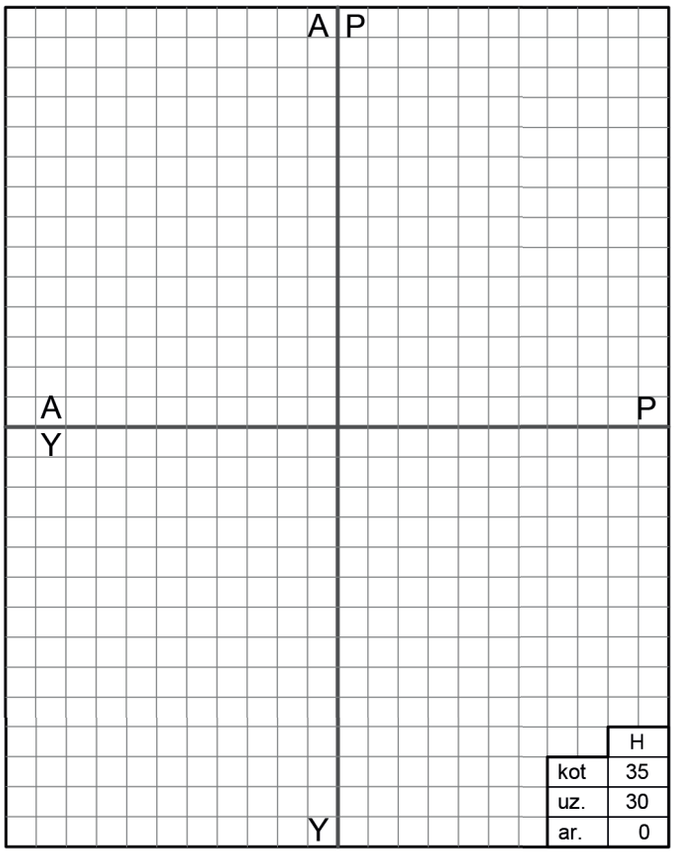
	E
kot	15
uz.	35
ar.	15



	F
kot	20
uz.	40
ar.	15



	G
kot	0
uz.	20
ar.	30



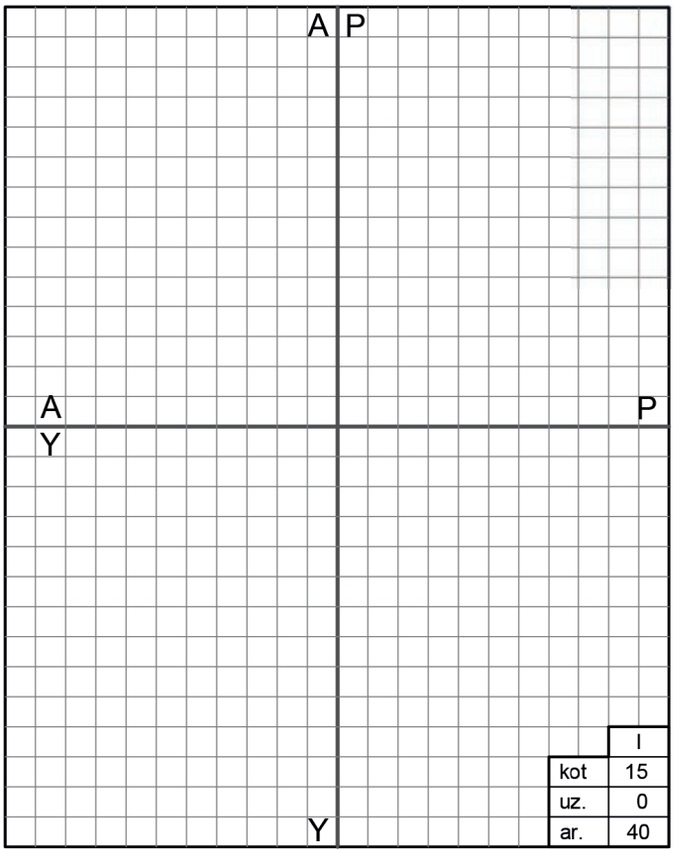
	H
kot	35
uz.	30
ar.	0

SIRA SİZDE

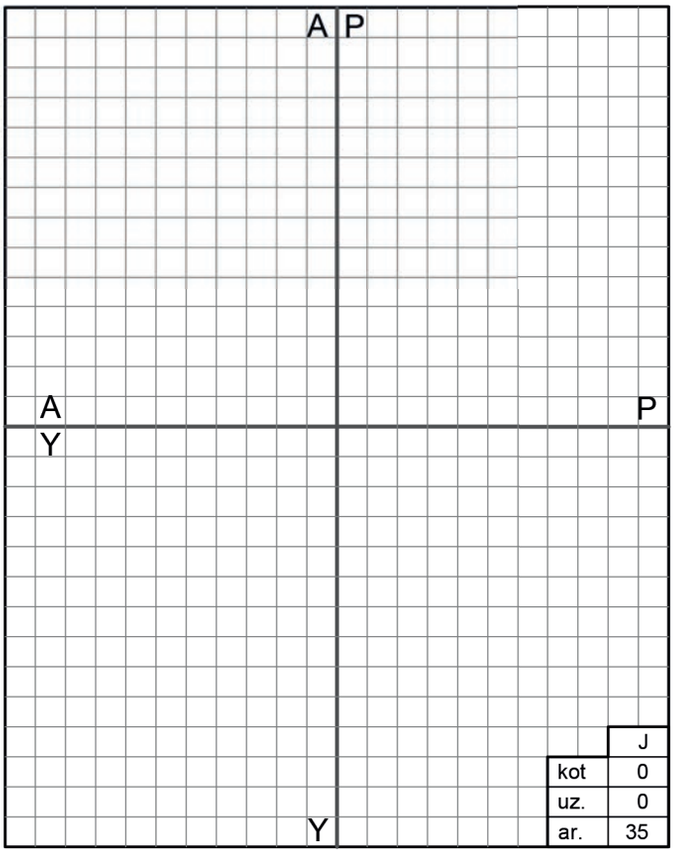
1.2c

Aşağıda koordinat bilgileri verilen noktaların **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

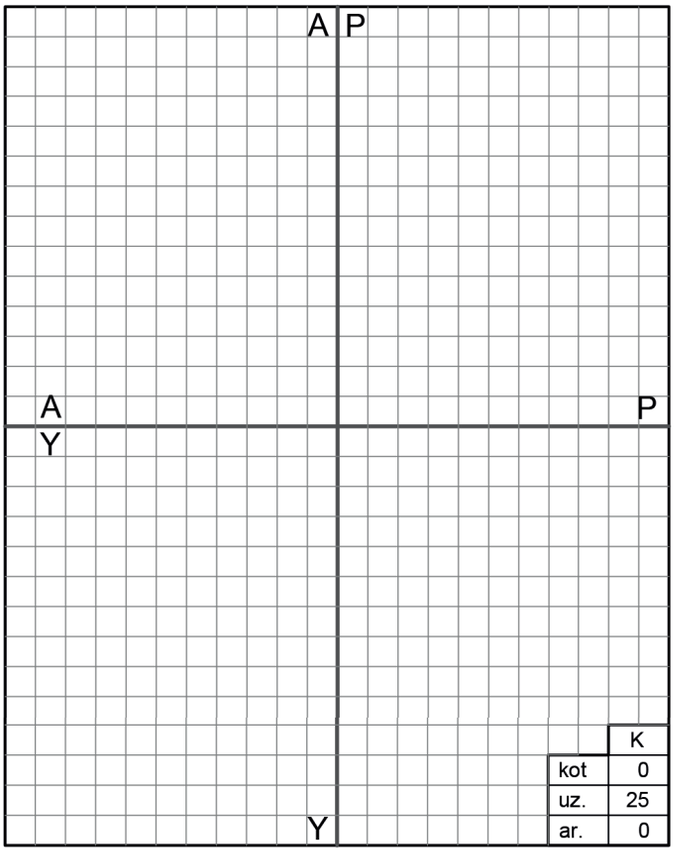
Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



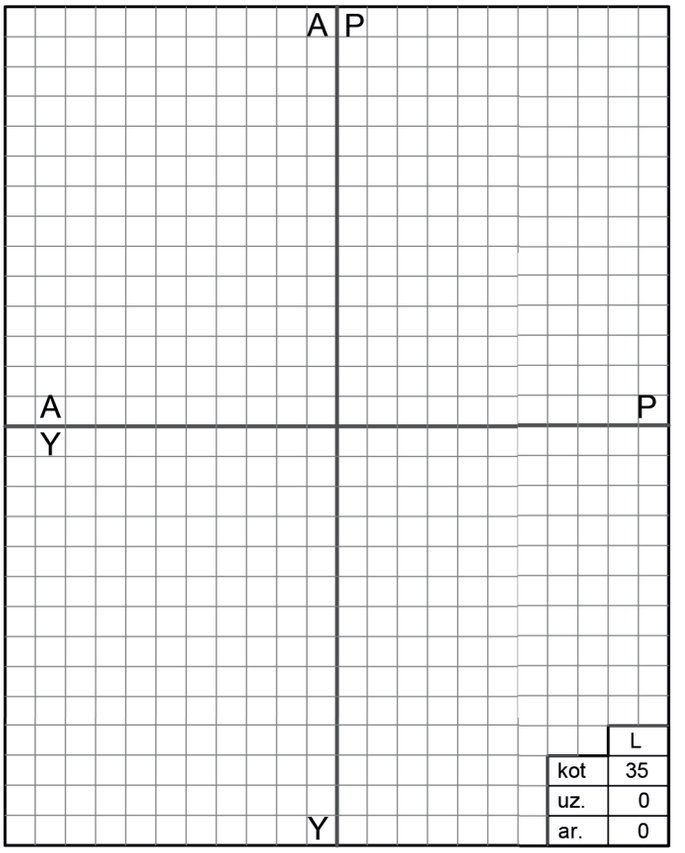
	I
kot	15
uz.	0
ar.	40



	J
kot	0
uz.	0
ar.	35



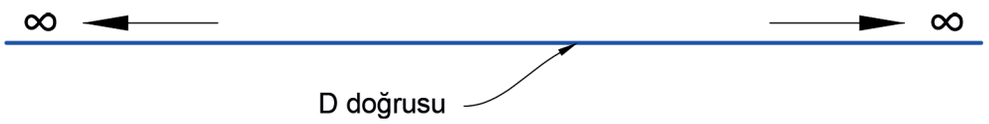
	K
kot	0
uz.	25
ar.	0



	L
kot	35
uz.	0
ar.	0

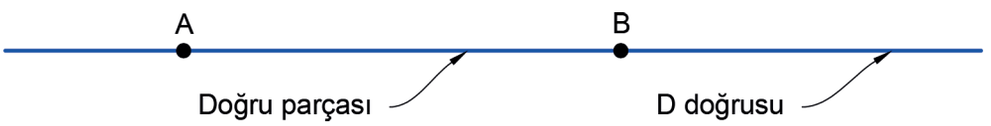
1.3. DOĞRUNUN İZDÜŞÜMÜ

Bir noktanın yön değiştirmeden hareket etmesiyle uzayda çizmiş olduğu kabul edilen çizgiye **doğru** denir. Teorik olarak doğrunun kalınlığı yoktur. Yine teorik olarak doğruların boyları sınırsız ve sonsuzdur (Şekil 1.22).



Şekil 1.22: D doğrusu

Bir doğru üzerinde sonsuz sayıda nokta vardır. Bir doğru üzerindeki bu sonsuz noktalardan herhangi ikisinin arasında kalan kısma **doğru parçası** denir (Şekil 1.23).



Şekil 1.23: Doğru ve doğru parçası

Bir başka deyişle uzaydaki herhangi iki noktanın (**A** ve **B**) birleştirilmesiyle **doğru parçası** elde edilir (Şekil 1.24). Doğru parçasının kendi doğrultusundaki sonsuza uzantıları ise doğruyu meydana getirir.

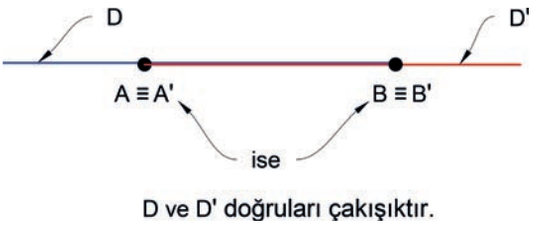


Şekil 1.24: AB doğru parçası

Bir doğrunun temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri, o doğru üzerindeki iki noktanın temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümlerinin birleştirilmesiyle elde edilir. Doğrunun bu iki noktası genellikle doğru parçasının uç noktalarıdır.

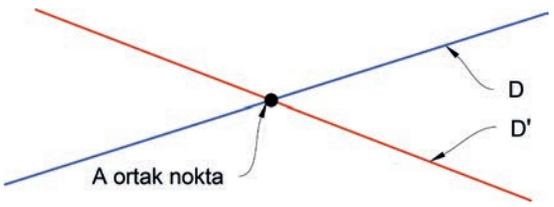
➤ İki Doğrunun Birbirine Göre Durumları

İki doğrunun ikişer noktası ortak ise bunlara **çakışık doğrular** denir.



D ve D' doğruları çakışıktır.

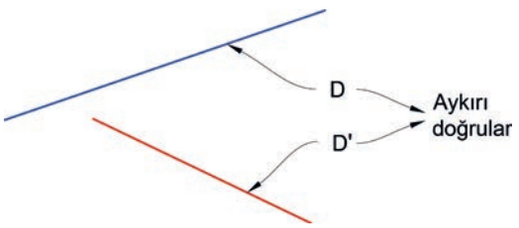
İki doğrunun bir ortak noktası varsa bu doğrulara **kesişen doğrular** denir.



İki doğrunun hiçbir ortak noktası yoksa ve doğrular aynı düzlem üzerinde ise bunlara **paralel doğrular** denir.



İki doğrunun hiçbir ortak noktası yoksa ve doğruların her biri ayrı bir düzlem üzerinde ise bunlara **aykırı doğrular** denir.

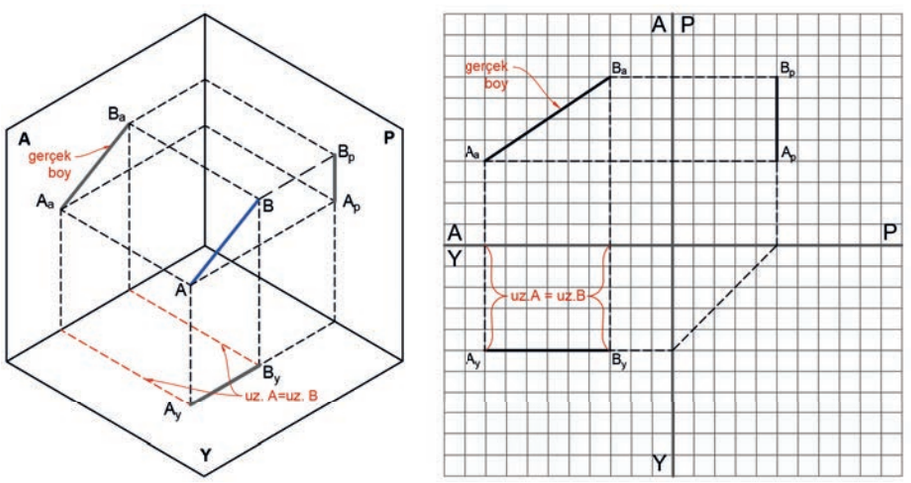


1.3.1. Özel Doğrular

Temel izdüşüm düzlemlerine paralel veya dik konumda olan doğrulara **özel doğrular** denir.

➤ Alın Doğrusu

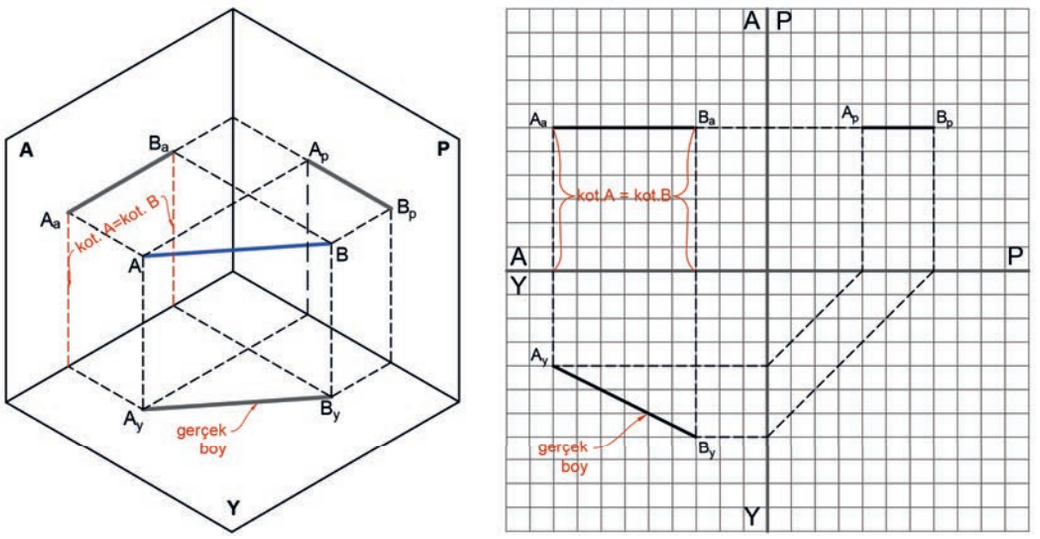
Alın izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan doğrulara **alın doğrusu** denir. Alın doğrusunun alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır**. Yatay izdüşümü **alın-yatay**, profil izdüşümü ise **alın-profil** arakesitlerine paraleldir. Bu nedenle alın doğrusunun tüm noktalarının **uzaklıkları** eşittir (Şekil 1.25).



Şekil 1.25: Alın doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Yatay Doğrusu

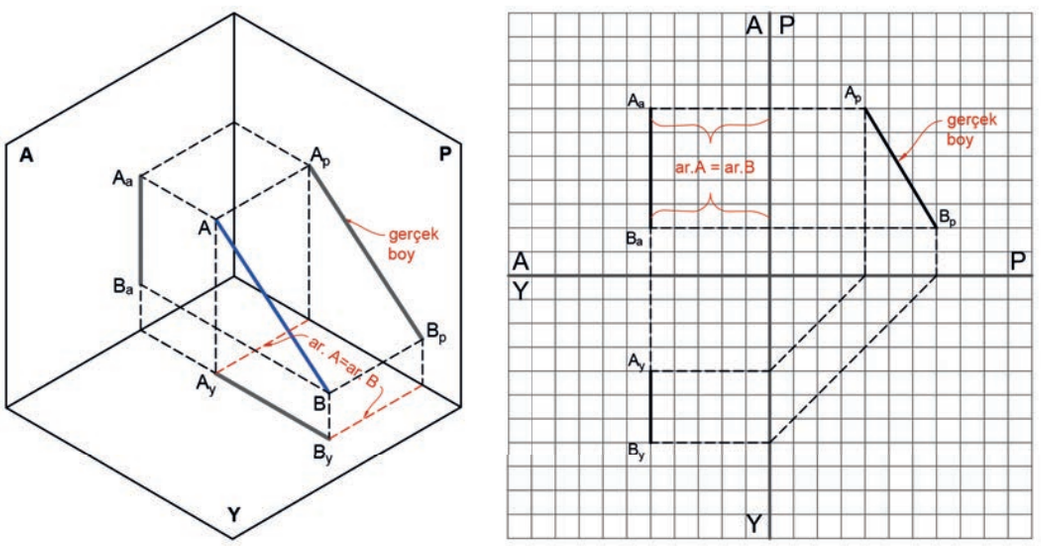
Yatay izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan doğrulara **yatay doğrusu** denir. Yatay doğrusunun yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır.** Alın izdüşümü **alın-yatay**, profil izdüşümü ise **profil-yatay** arakesitlerine **paraleldir**. Bu nedenle yatay doğrusunun tüm noktalarının **kotları** eşittir (Şekil 1.26).



Şekil 1.26: Yatay doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Profil Doğrusu

Profil izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan doğrulara **profil doğrusu** denir. Profil doğrusunun profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır.** Alın izdüşümü **alın-profil**, yatay izdüşümü ise **yatay-profil** arakesitlerine paraleldir. Bu nedenle profil doğrusunun tüm noktalarının **aralıkları** eşittir (Şekil 1.27).



Şekil 1.27: Profil doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

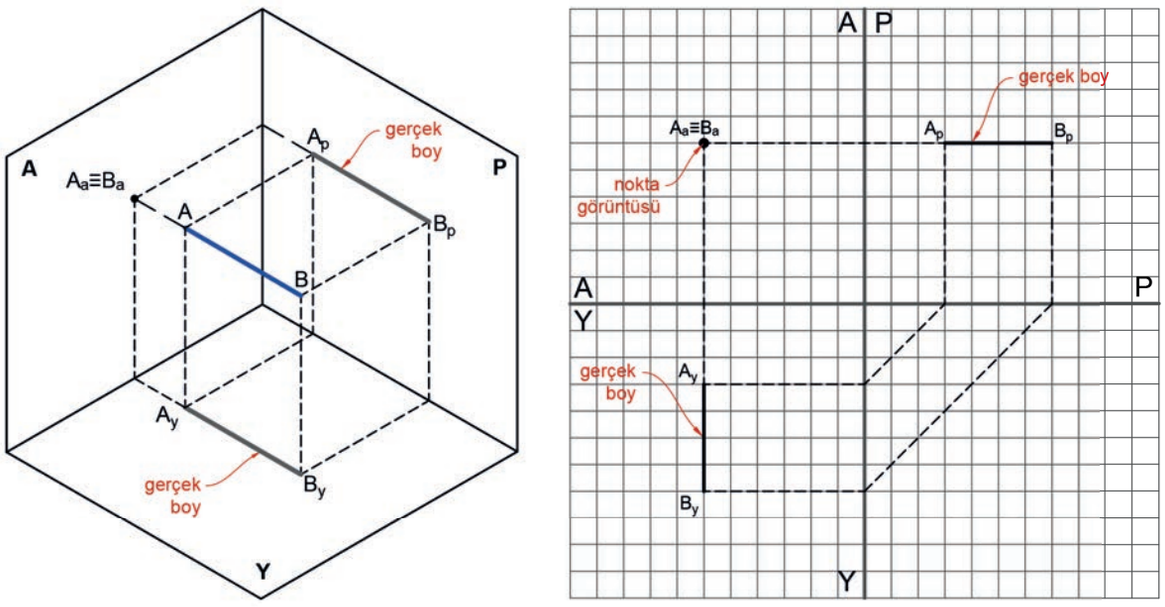
➤ Temel İzdüşüm Düzlemlerine Dik Doğrular

Bir doğru temel izdüşüm düzlemlerinin herhangi birine dik konumda ise o doğrunun izdüşümleri için şu sonuçlara varılır:

- ✦ Dik konumda olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **nokta görüntüsündedir.**
- ✦ Doğru, dik olduğu temel izdüşüm düzleminin dışındaki diğer iki temel izdüşüm düzlemine **paralel konumdadır**. Bunun sonucu, doğrunun bu temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri **gerçek boydadır.**
- ✦ Doğrunun paralel olduğu temel izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri, paralel olduğu düzlemlerin arakesitine de paraleldir.

➤ Alın İzdüşüm Düzlemine Dik Doğru

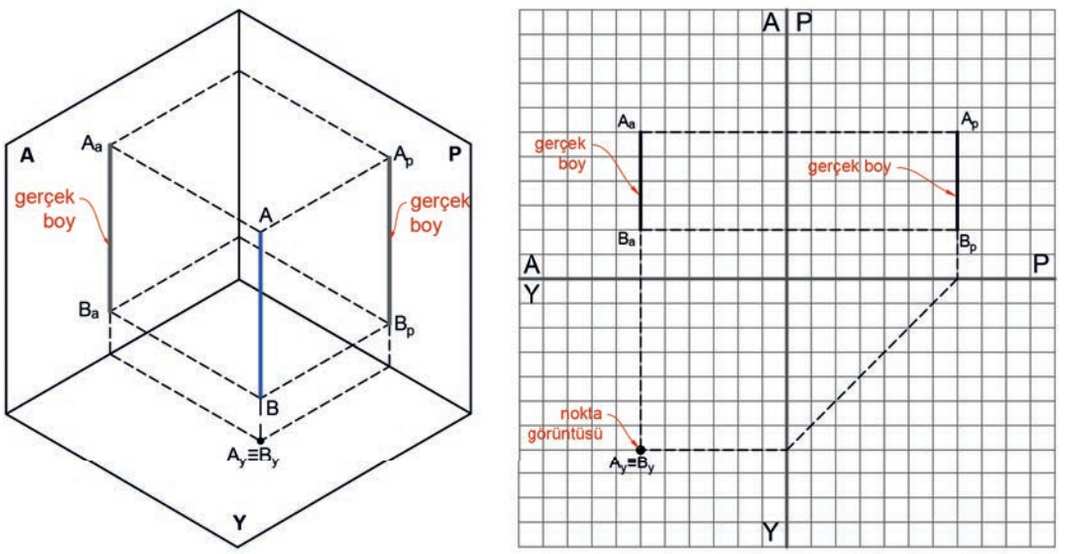
- ✦ Alına dik doğrunun alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **nokta görüntüsündedir.**
- ✦ **Yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri **yatay-profil** arakesitine **paraleldir**.
- ✦ **Yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri **gerçek boydadır**.
- ✦ Doğru üzerindeki tüm noktaların **kot** ve **aralıkları** birbirlerine eşittir (Şekil 1.28).



Şekil 1.28: Alın izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Yatay İzdüşüm Düzlemine Dik Doğru

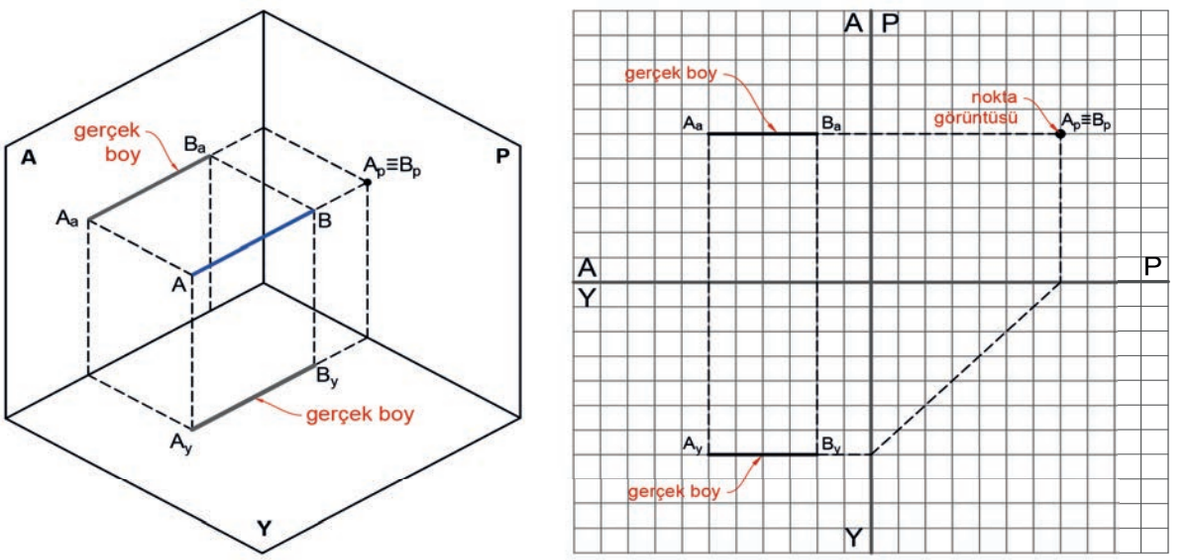
- ✦ Yataya dik doğrunun yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **nokta görüntüsündedir**.
- ✦ **Alın** ve **profil** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri **alın-profil** arakesitine **paraleldir**.
- ✦ **Alın** ve **profil** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri gerçek boydadır.
- ✦ Doğru üzerindeki tüm noktaların **aralık** ve **uzaklıkları** birbirlerine eşittir (Şekil 1.29).



Şekil 1.29: Yatay izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Profil İzdüşüm Düzlemine Dik Doğru

- ✦ **Profile** dik doğrunun profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **nokta görüntüsündedir.**
- ✦ **Alın** ve **yatay** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri **alın-yatay** arakesitine paraleldir.
- ✦ **Alın** ve **yatay** izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri gerçek boydadır.
- ✦ Doğru üzerindeki tüm noktaların **kot** ve **uzaklıkları** birbirlerine eşittir (Şekil 1.30).

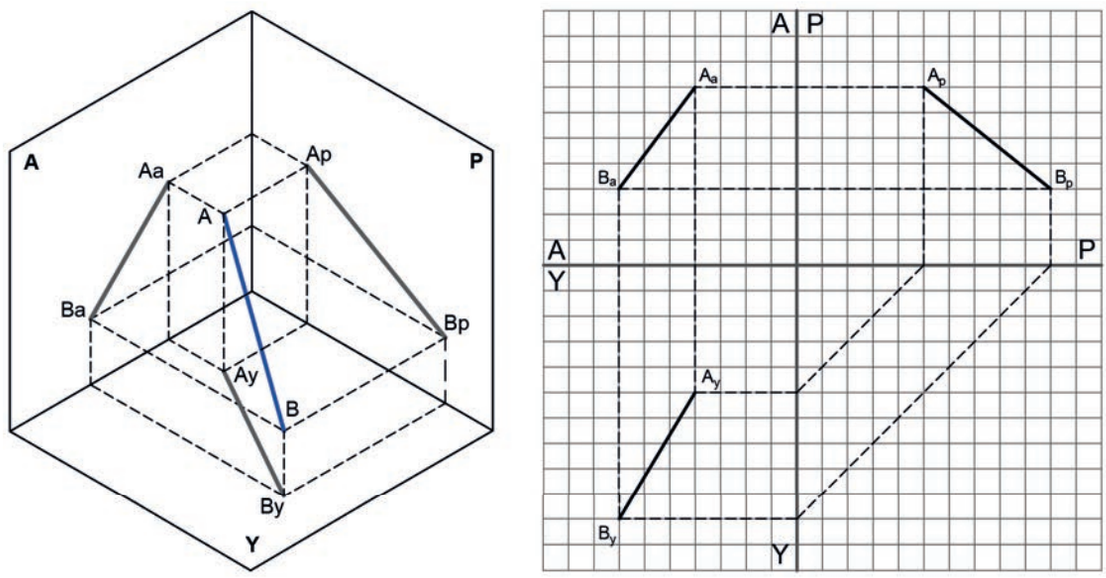


Şekil 1.30: Profil izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

1.3.2. Gelişigüzel Doğrular

Temel izdüşüm düzlemlerinin hiçbirine paralel veya dik konumda olmayan doğrulara **gelişigüzel doğrular** denir.

- Gelişigüzel konumdaki bir doğrunun temel izdüşümleri, temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerine **paralel değildir**.
- Gelişigüzel bir doğrunun üç temel izdüşümü de **çizgi görüntüsündedir**.
- Gelişigüzel bir doğrunun izdüşümlerinin boyları daima **gerçek boyundan küçüktür** (Şekil 1.31).



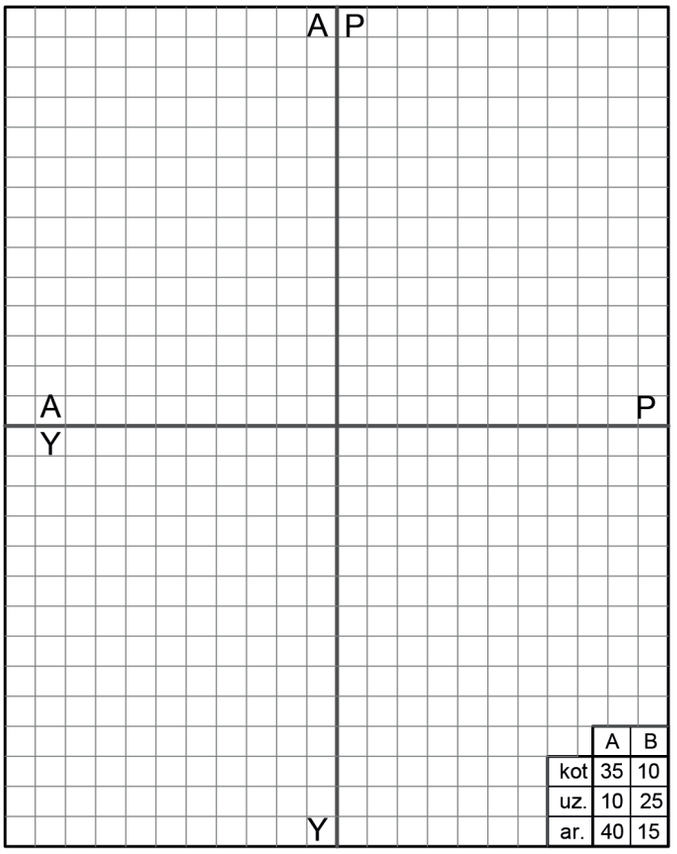
Şekil 1.31: Gelişigüzel konumlu bir doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

SIRA SİZDE

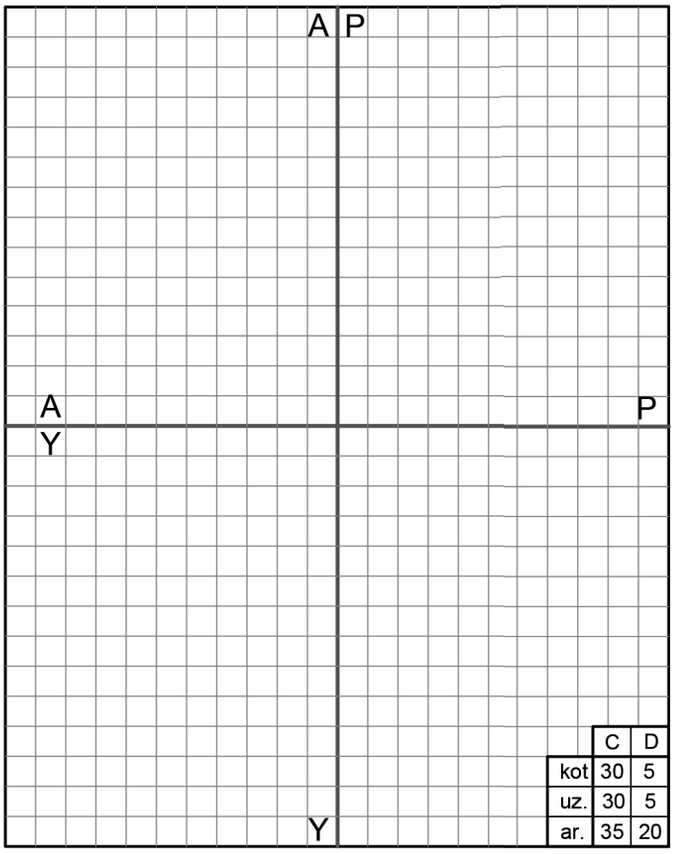
1.3a

Aşağıda koordinat bilgileri verilen **doğruların** epür düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

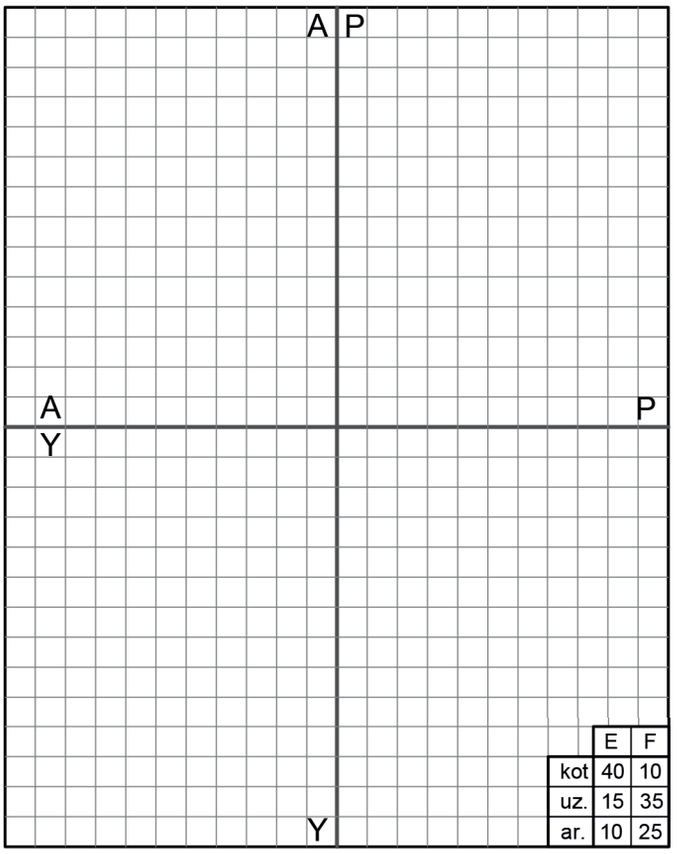
Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



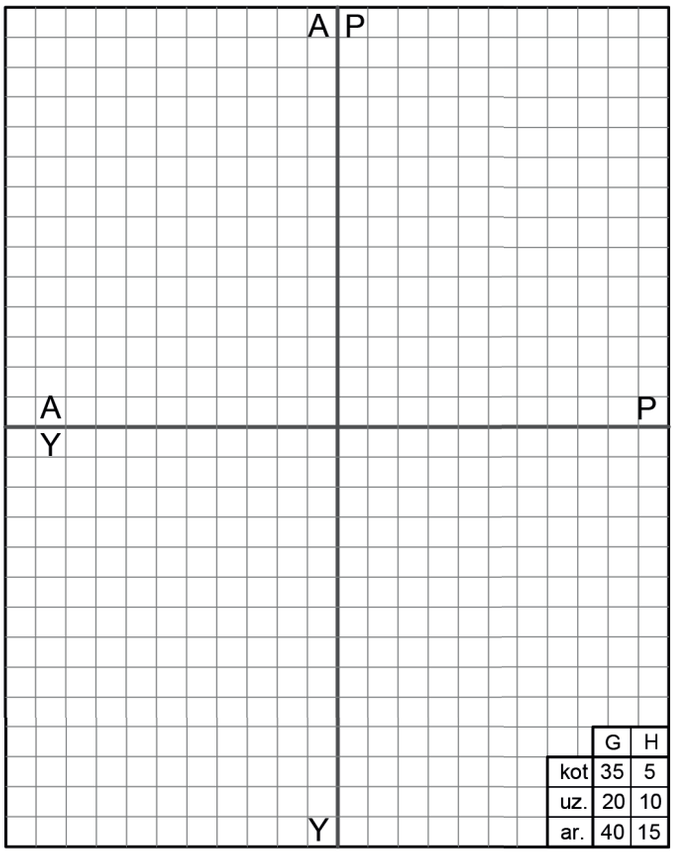
	A	B
kot	35	10
uz.	10	25
ar.	40	15



	C	D
kot	30	5
uz.	30	5
ar.	35	20



	E	F
kot	40	10
uz.	15	35
ar.	10	25



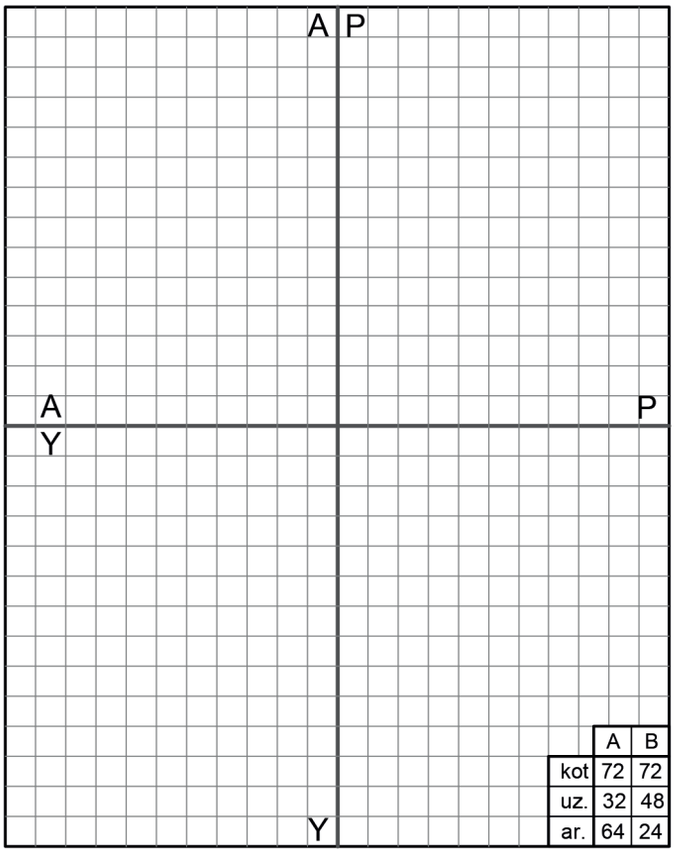
	G	H
kot	35	5
uz.	20	10
ar.	40	15

SIRA SİZDE

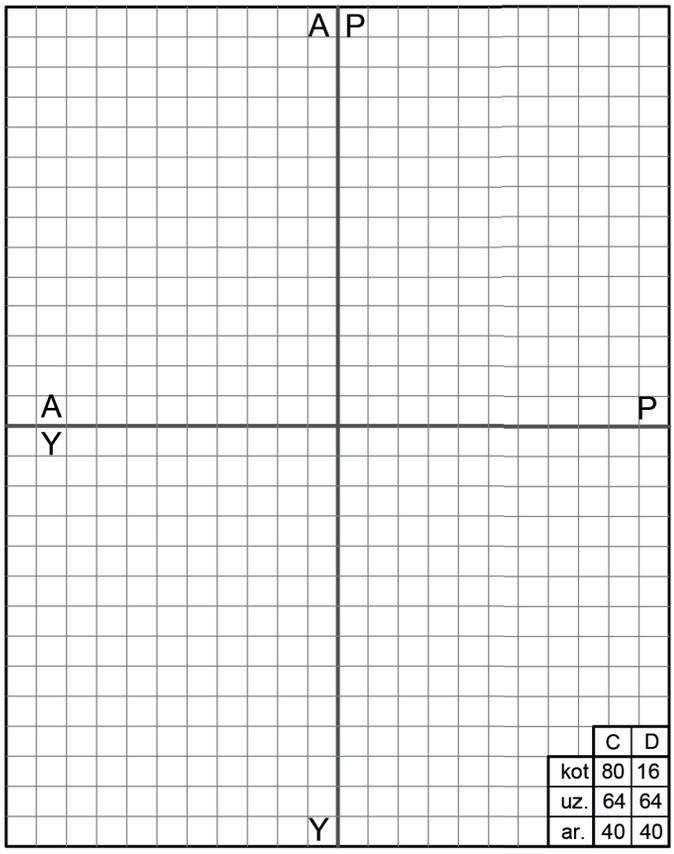
1.3b

Aşağıda koordinat bilgileri verilen **doğruların** epür düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

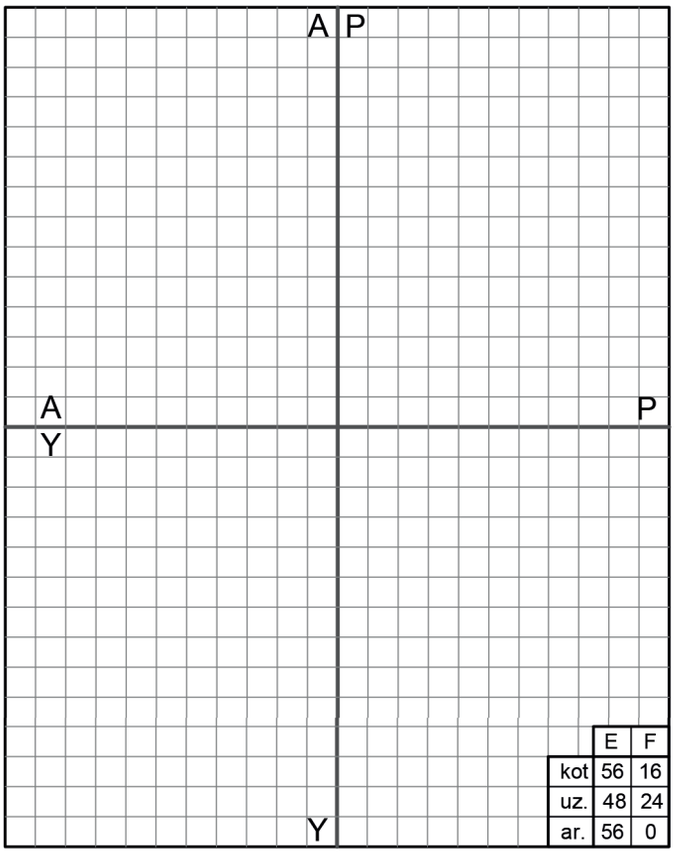
Ölçek: 1 kare □ = 8 birim



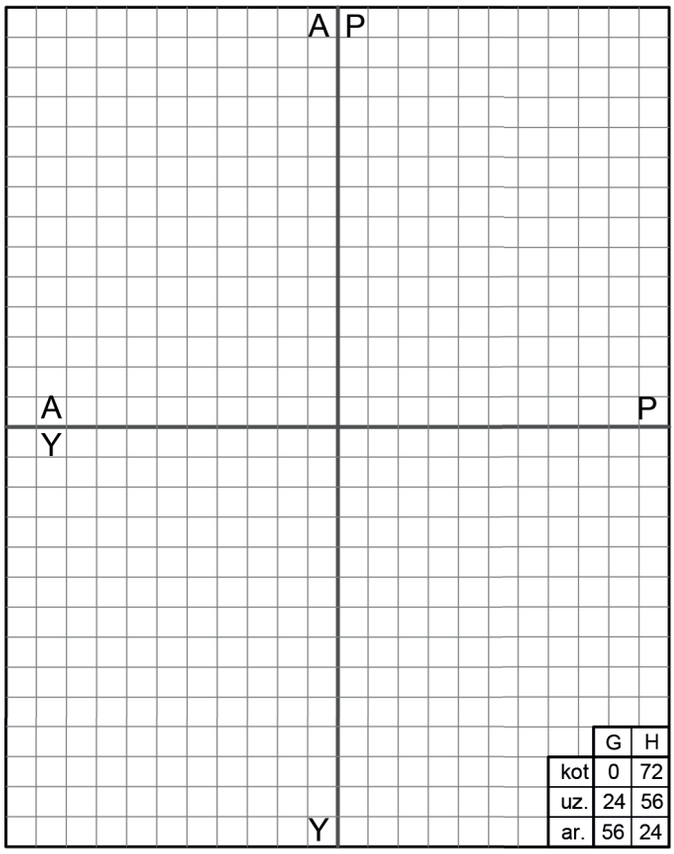
	A	B
kot	72	72
uz.	32	48
ar.	64	24



	C	D
kot	80	16
uz.	64	64
ar.	40	40



	E	F
kot	56	16
uz.	48	24
ar.	56	0



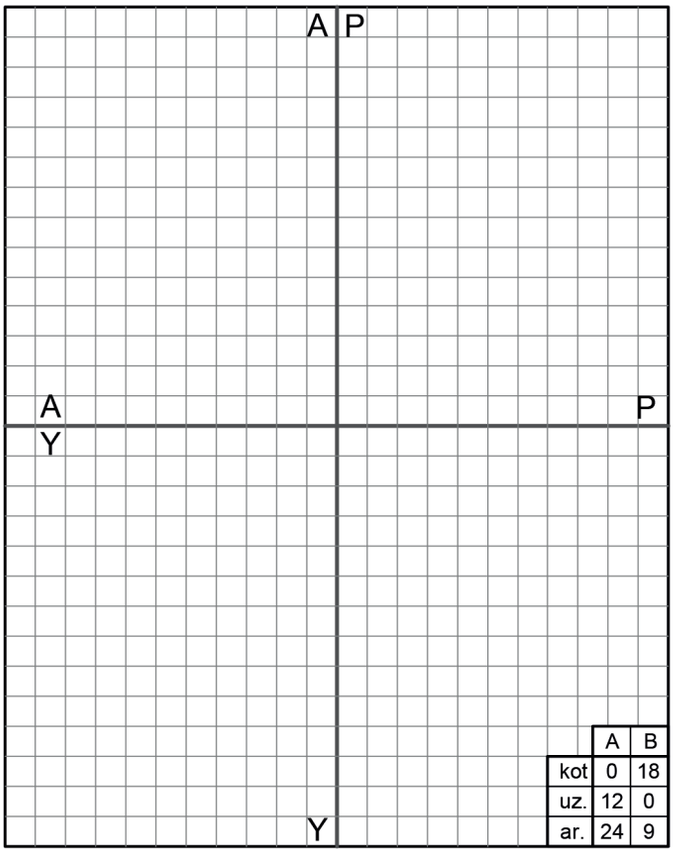
	G	H
kot	0	72
uz.	24	56
ar.	56	24

SIRA SİZDE

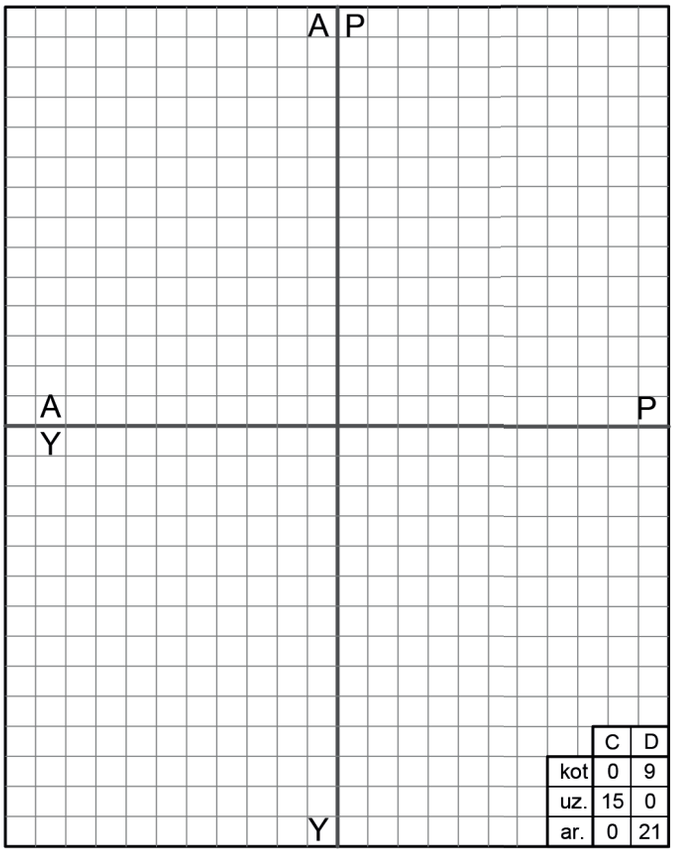
1.3c

Aşağıda koordinat bilgileri verilen **doğruların** epür düzlemi üzerindeki izdüşümlerini her soru için ayrılmış ilgili bölümde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 3 birim



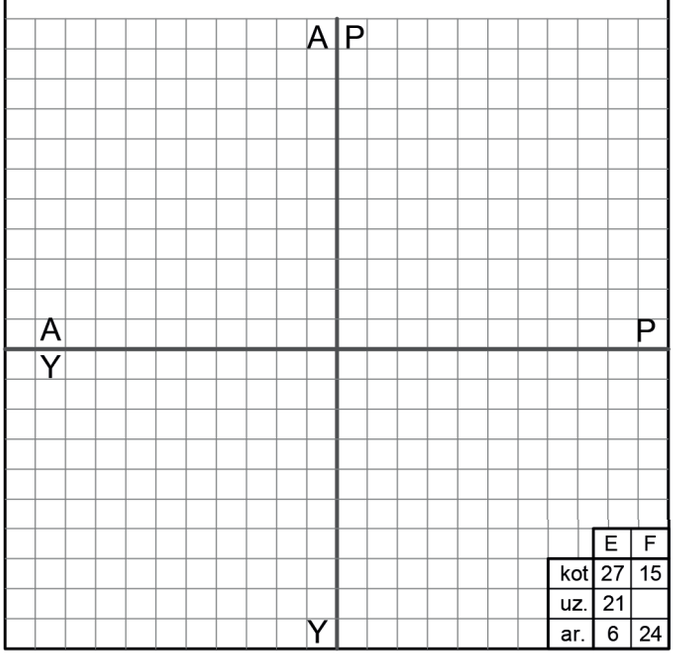
	A	B
kot	0	18
uz.	12	0
ar.	24	9



	C	D
kot	0	9
uz.	15	0
ar.	0	21

AB doğrusunun alın izdüşüm düzlemi üzerinde **gerçek boyda** olabilmesi için koordinat tablosunda verilmeyen **B** noktasının **uzaklık** koordinatı ne olmalıdır?

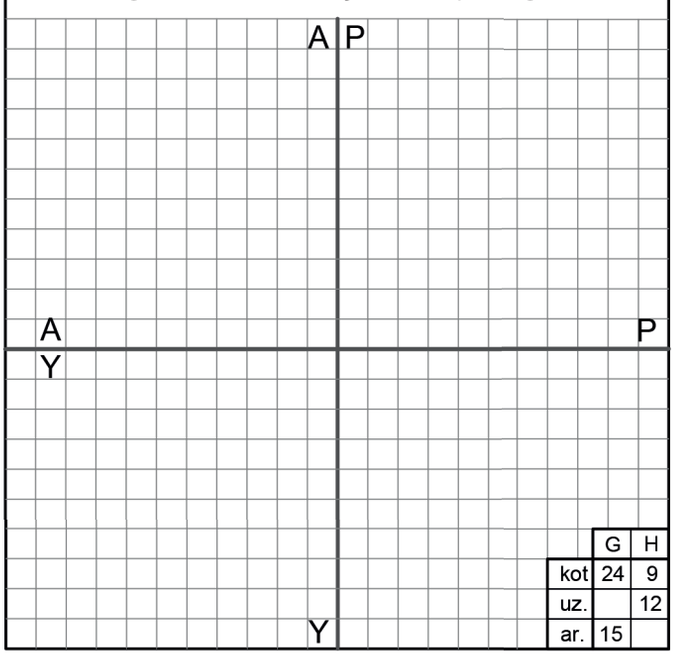
- **B** noktasının uzaklık koordinatını koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunun temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.



	E	F
kot	27	15
uz.	21	
ar.	6	24

AB, yatay izdüşüm düzlemine dik bir doğrudur. **AB** doğrusunun "**A**" uzaklık ve "**B**" aralık koordinat değerleri, koordinat tablosunda **verilmemiştir.**

- Verilmeyen bu koordinatları tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunun temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.



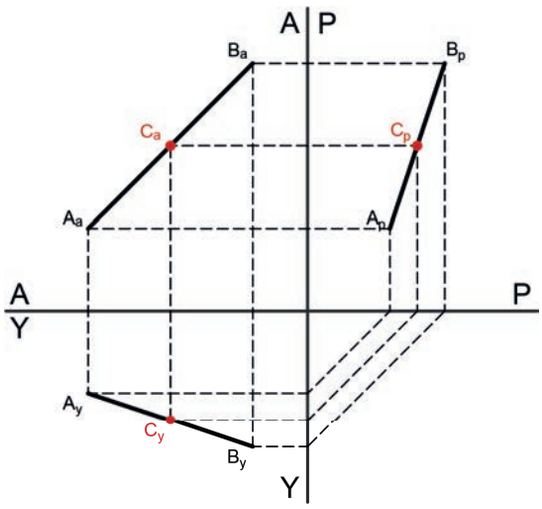
	G	H
kot	24	9
uz.		12
ar.	15	

1.3.3. Doğrunun Üzerindeki ve Dışındaki Noktalar

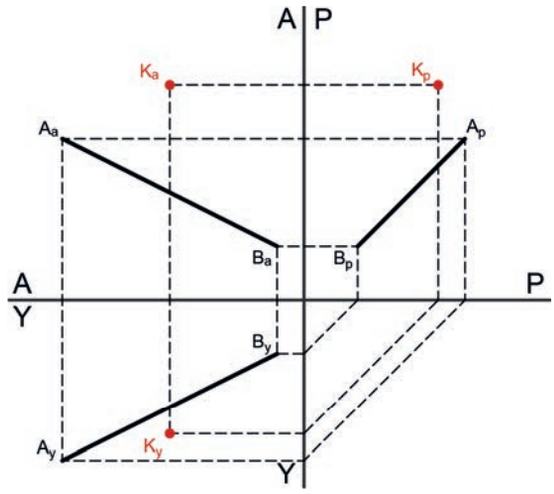
Epürde bir doğru ile bir noktanın temel izdüşümleri incelendiğinde şu sonuçlara varılır:

- Noktanın üç temel izdüşümü de doğrunun tüm temel izdüşümleri üzerinde ise o nokta, o doğru üzerindedir.
- Bunun dışındaki hiçbir konumda nokta doğrunun üzerinde değildir. Bir başka ifadeyle nokta doğrunun dışındadır.

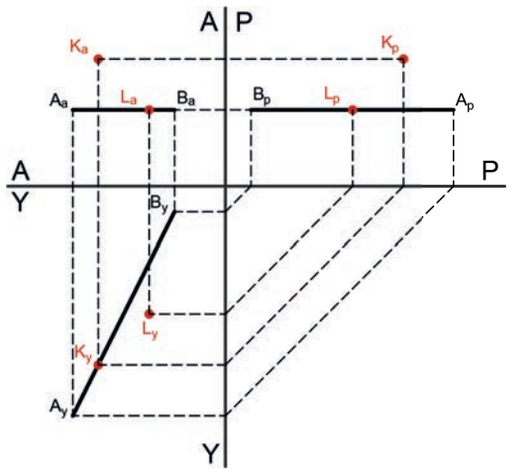
Şekil 1.32'de doğrunun üzerindeki ve dışındaki noktalar ile ilgili örnekler görülmektedir.



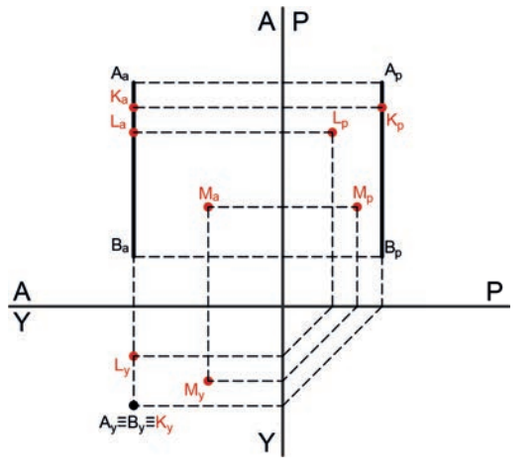
C noktasının üç temel izdüşümü de **AB** doğrusunun temel izdüşümleri üzerindedir. Sonuç olarak **C** noktası, **AB** doğrusu üzerindedir.



K noktasının üç temel izdüşümü de **AB** doğrusunun temel izdüşümleri üzerinde değildir. Bu nedenle **K** noktası, **AB** doğrusu dışındadır.



K ve **L** noktalarının üç temel izdüşümü de **AB** doğrusunun temel izdüşümleri üzerinde değildir. Bu nedenle **K** ve **L** noktaları, **AB** doğrusunun dışındadır.



K noktasının üç temel izdüşümü de **AB** doğrusunun temel izdüşümleri üzerinde olduğu için **K** noktası doğru üzerindedir. **L** ve **M** noktalarının üç temel izdüşümü de **AB** doğrusunun üzerinde olmadığı için **L** ve **M** noktaları, **AB** doğrusunun dışındadır.

Şekil 1.32: Doğrunun üzerindeki ve dışındaki noktalara ait çizim örnekleri

SIRA SİZDE

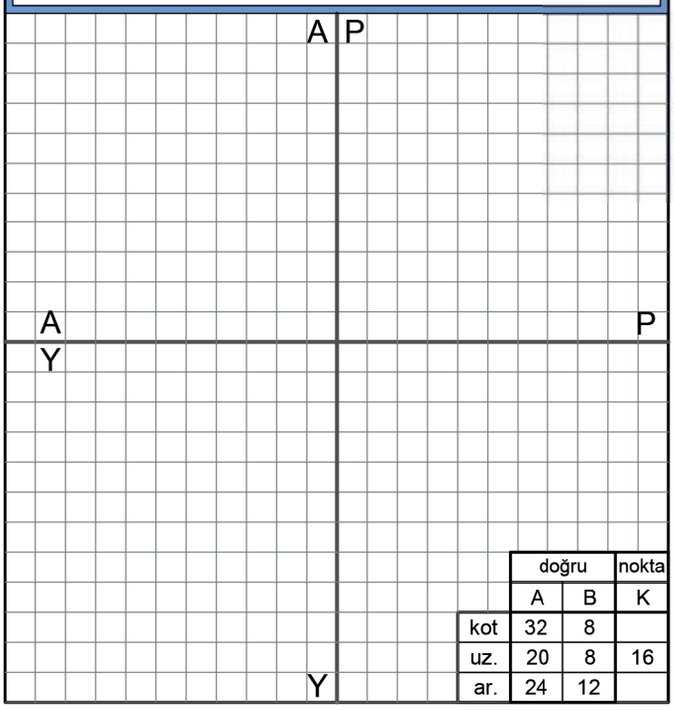
1.3.3a

- Koordinatları verilen **AB** doğrusunu epürde gösteriniz.

* **K** noktası, **AB** doğrusu üzerindedir.

- **K** noktasının temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **K** noktasının verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 4 birim



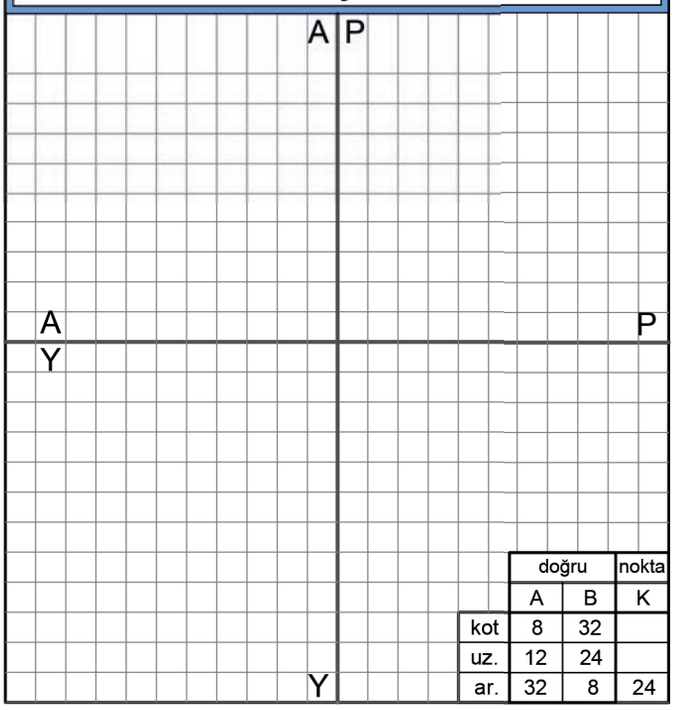
	doğru		nokta
	A	B	K
kot	32	8	
uz.	20	8	16
ar.	24	12	

- Koordinatları verilen **AB** doğrusunu epürde gösteriniz.

* **K** noktası, **AB** doğrusu üzerindedir.

- **K** noktasının temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **K** noktasının verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 4 birim



	doğru		nokta
	A	B	K
kot	8	32	
uz.	12	24	
ar.	32	8	24

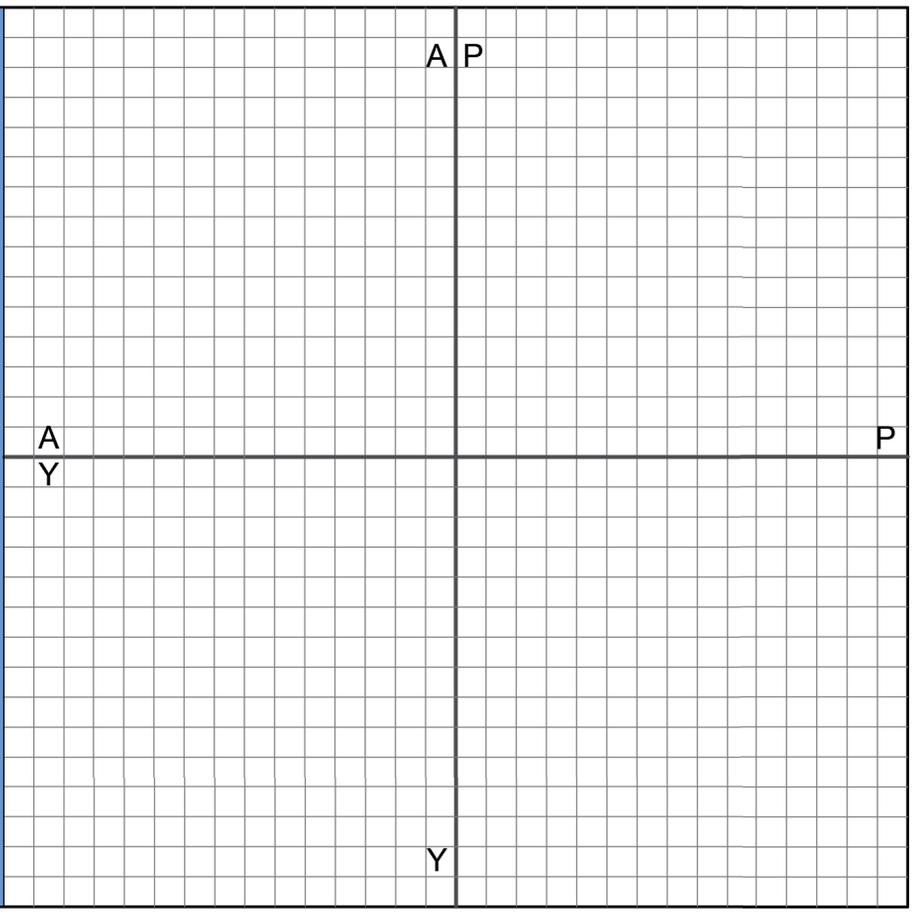
AB, profil izdüşüm düzlemine dik bir doğrudur. **K** noktası, bu doğrunun üzerindedir ve orta noktasıdır.

Bu verilere göre:

- **AB** doğrusu ile **K** noktasının verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusu ile üzerindeki **K** noktasının izdüşümlerini epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 4 birim

	doğru		nokta
	A	B	K
kot			32
uz.		28	
ar.	44	12	



SIRA SİZDE

1.3.3b

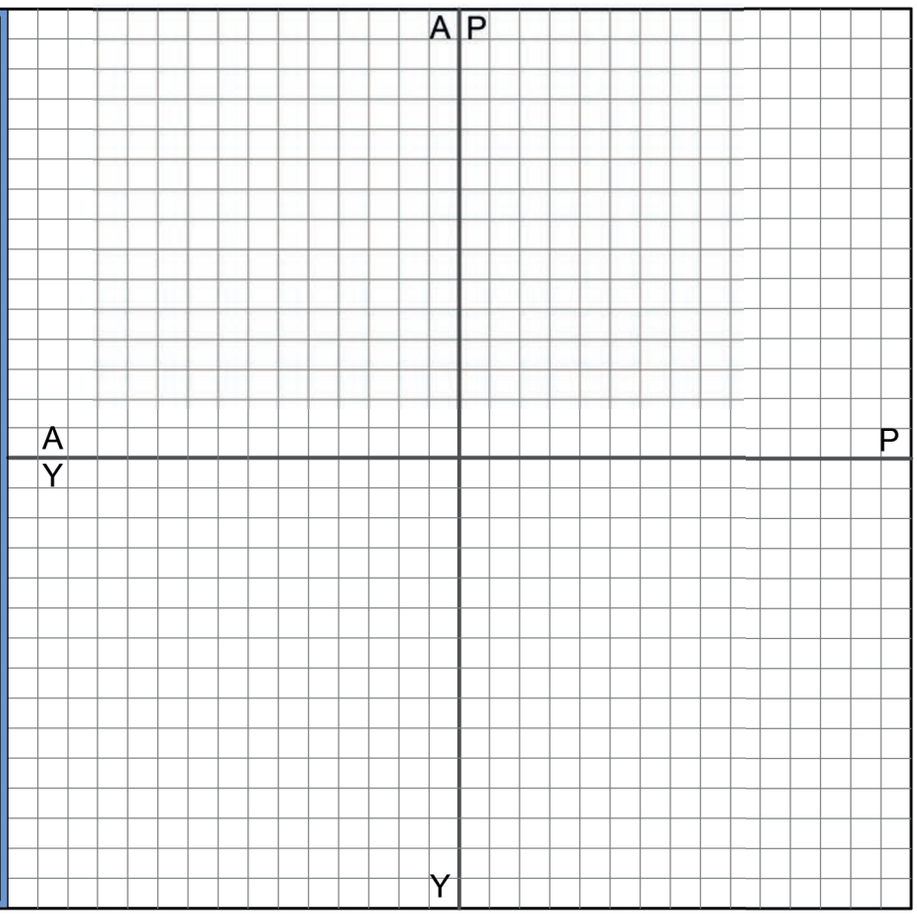
AB bir alın doğrusudur. **K** ise bu doğru üzerinde bir noktadır.

Bu verilere göre:

- **A** ve **K** noktalarının verilmeyen **uzaklık** koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusu ile üzerindeki **K** noktasının izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **B** noktasının kotunu ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 6 birim

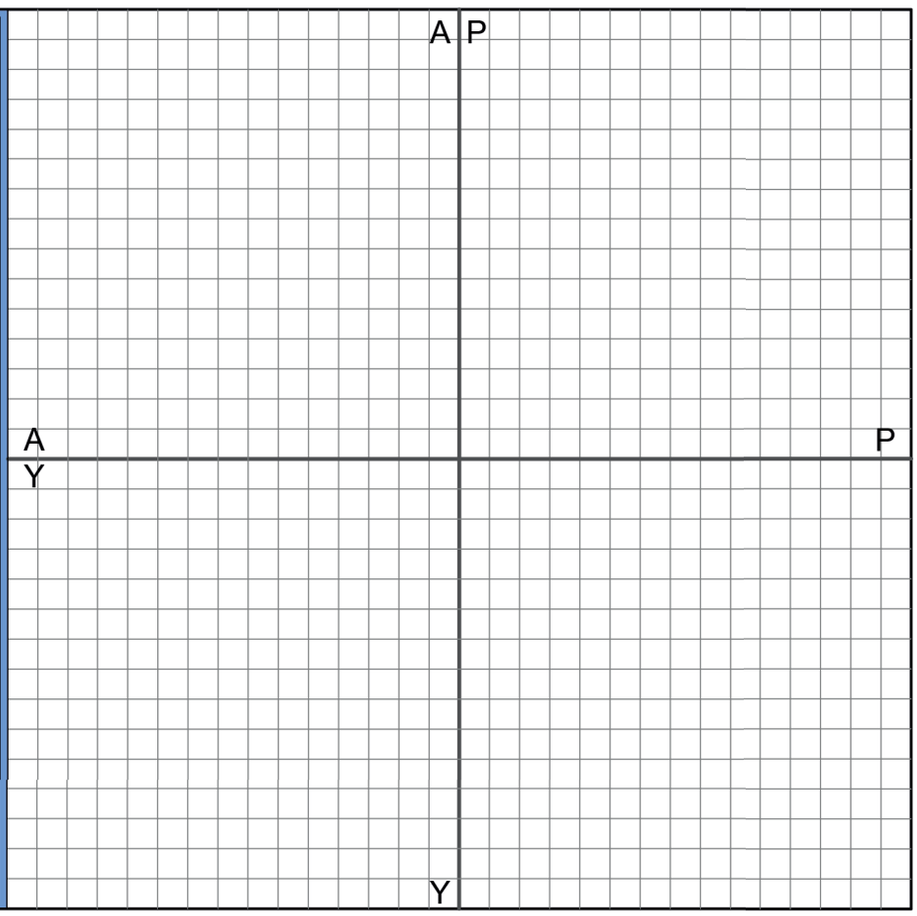
	doğru		nokta
	A	B	K
kot	18		42
uz.		36	
ar.	66	12	30



- Aşağıdaki tabloda koordinatları verilen **AB** doğrusunun temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **AB** doğrusu üzerinde olan ve aşağıdaki koordinat tablosunda sadece tek bir koordinatları verilen **K, L** ve **M** noktalarının temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **K, L** ve **M** noktalarının verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		noktalar		
	A	B	K	L	M
kot	50	10			20
uz.	40	20	35		
ar.	40	0		10	



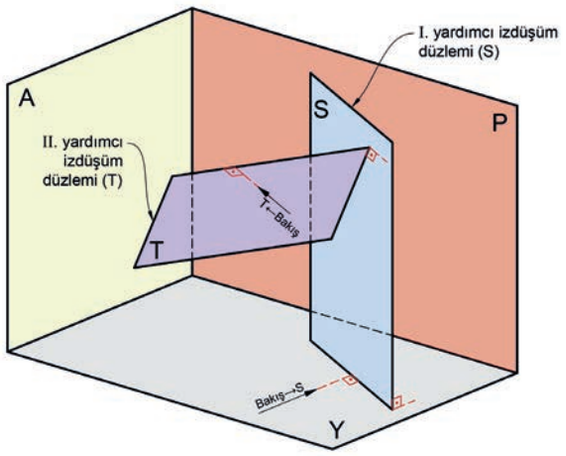
1.3.4. Yardımcı İzdüşüm Metodu

Tasarı geometride problemler temel izdüşüm düzlemleri üzerinde çözülür ancak bazı durumlarda temel izdüşüm düzlemleri bunun için yetersiz kalır. Bu gibi durumlarda problemlerin çözümü için temel izdüşüm düzlemleriyle birlikte bazı yardımcı izdüşüm düzlemleri kullanılarak bunlar üzerinde yeni izdüşümlerin elde edilmesi gerekir. Bu izdüşümlere **yardımcı izdüşümler** denir. Temel izdüşümlerle yardımcı izdüşümlerin tümü **çoklu izdüşümleri** oluşturur.

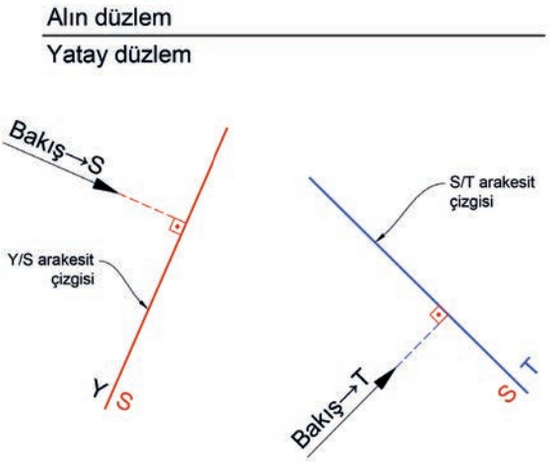
Çoklu izdüşümler için kullanılacak **I. yardımcı izdüşüm düzlemi**; alın, yatay ya da profil izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine **dik** konumda olmalıdır.

Yardımcı izdüşüm düzleminin dik konumda olduğu temel izdüşüm düzlemlerinin üzerindeki izdüşümü **çizgi görüntüsündedir**.

II. yardımcı izdüşüm düzlemi ise I. yardımcı izdüşüm düzlemine **dik** konumda olmalıdır. Paralel dik izdüşümün sonuçlarına göre II. yardımcı izdüşüm düzleminin I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü de **çizgi görüntüsünde** olacaktır. Ayrıca yardımcı izdüşüm düzlemleri, kendilerine bakış doğrultusuna dik konumda olmalıdır. Başka bir deyişle bakış doğrultuları, yardımcı izdüşüm düzlemlerine dik konumlandırılmalıdır.



Şekil 1.33: Kapalı epürde yardımcı izdüşüm düzlemlerinin görüntüsü



Şekil 1.34: Yardımcı izdüşüm düzlemlerinin yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görüntüsü

Şekil 1.33 ve 1.34'e göre **S** ve **T** yardımcı izdüşüm düzlemleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

(I. yardımcı izdüşüm düzlemi) **S** $\perp$ **Y** (Yatay izdüşüm düzlemi)

(II. yardımcı izdüşüm düzlemi) **T** $\perp$ **S** (I. yardımcı izdüşüm düzlemi)

Bakış doğrultuları, **S** ve **T** düzlemlerine diktir.

1.3.4.1. Noktanın Birinci Yardımcı İzdüşümü

Noktanın I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümünün bulunabilmesi için aşağıdaki sıra izlenir:

- Uygun bakış doğrultusu tespit edilir.
- Birinci yardımcı izdüşümlerde bakış doğrultusu, yardımcı izdüşüm düzlemine dik ve yardımcı izdüşüm düzleminin dik konumda olduğu temel izdüşüm düzlemine paralel konumdadır.
- Bunun sonucunda birinci yardımcı izdüşümlerde;
  - Yatayda **kot**lar,
  - Alında **uzaklık**lar,
  - Profilde **aralık**lar sabittir.
- **I. yardımcı izdüşüm düzlemi**;
  - Noktaya istenilen mesafede,
  - Bakış doğrultusuna dik konumda,
  - Bakış doğrultusunun paralel olduğu temel izdüşüm düzlemine de dik konumda yerleştirilir.
- Bakış doğrultusuna paralel olarak gelen ve **A** noktasından geçen ışın yardımıyla **A** noktasının yardımcı izdüşüm düzlemi (**S**) üzerindeki izdüşümü belirlenir.
- Yardımcı izdüşüm düzlemi (**S**), temel izdüşüm düzlemi ile olan arakesiti etrafında **90°** döndürülerek dik olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerine yatırılır.

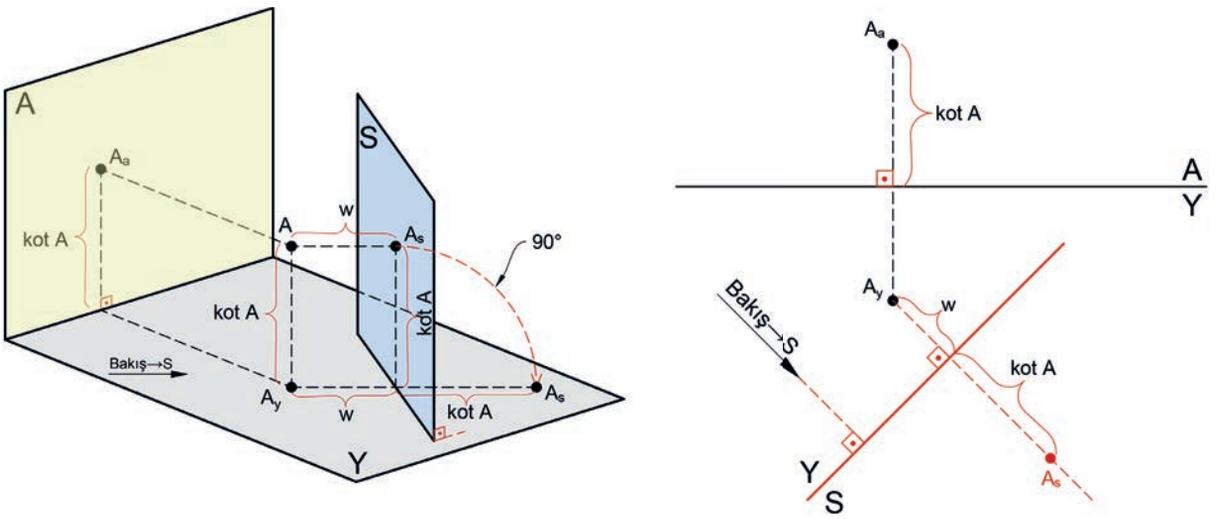
Bunun sonucunda;

- Yardımcı izdüşüm düzlemi, temel izdüşüm düzlemi ile çakışık konumda,
- Noktanın yardımcı izdüşümü de ($\mathbf{A_s}$) yardımcı izdüşüm düzlemi ile beraber dik olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerine yatmış olacaktır.

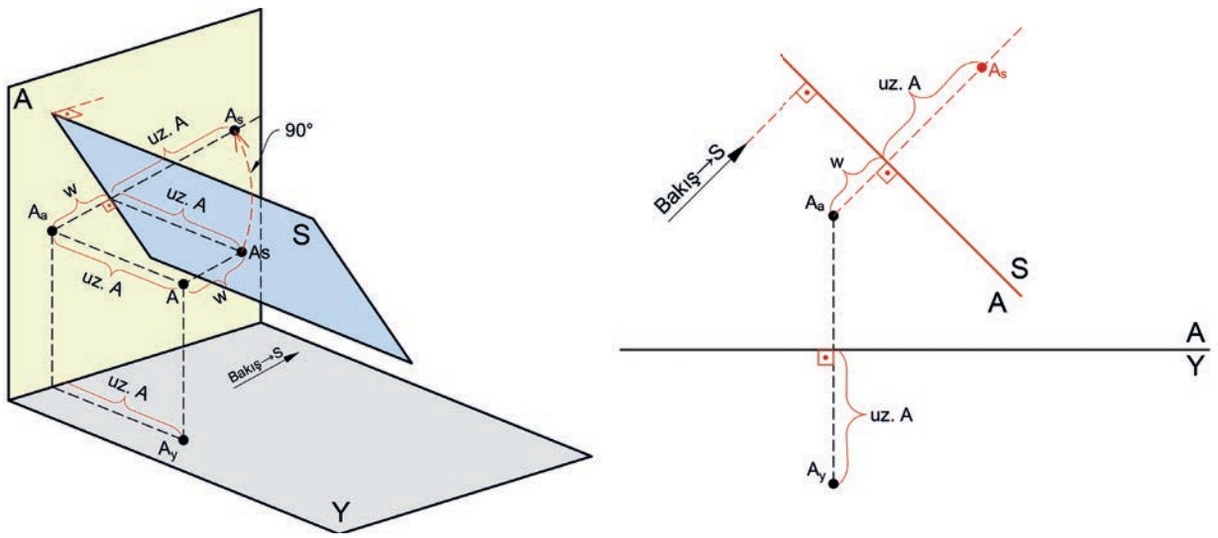
- Yardımcı izdüşüm düzlemi hangi temel izdüşüm düzlemine dik ise doğal olarak o temel izdüşüm düzlemi ile olan arakesiti de aynı izdüşüm düzlemi üzerinde olacaktır.

Not: Bu açıklamalarda yardımcı izdüşüm düzlemi **S** ile isimlendirildiği için aşağıdaki epürlerde de bu arakesit **A/S**, **Y/S**, **P/S** olarak gösterilmiştir.

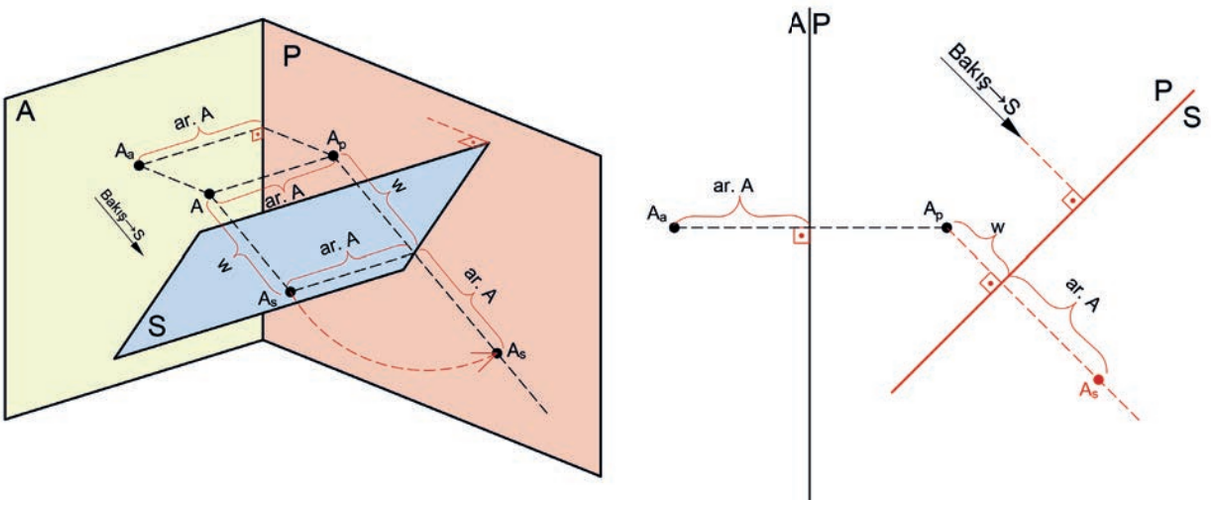
- Aşağıdaki epürler incelendiğinde noktanın yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü ($\mathbf{A_s}$) için şu sonuçlara varılır:
  - Yardımcı izdüşüm düzleminin **alın** ile olan **A/S** arakesitine inilen dik, noktanın **uzaklık** mesafesine eşittir.
  - Yardımcı izdüşüm düzleminin **yatay** ile olan **Y/S** arakesitine inilen dik, noktanın kot mesafesine eşittir.
  - Yardımcı izdüşüm düzleminin **profil** ile olan **P/S** arakesitine inilen dik, noktanın aralık mesafesine eşittir.
- Epürler incelendiğinde noktanın yardımcı izdüşümü $\mathbf{A_s}$'dir. Noktanın yardımcı izdüşümü, yardımcı izdüşüm düzlemi hangi temel izdüşüm düzlemi üzerine yatırılmış ise o temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümünden **S** arakesitine inilen dikin bu arakesiti kestiği noktadan çıkılan dik üzerinde ve önceki maddede belirtilen kot, uzaklık ya da aralık mesafesinde olacaktır (Şekil 1.35-1.37).



Şekil 1.35: Yatay izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü



Şekil 1.36: Alın izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü

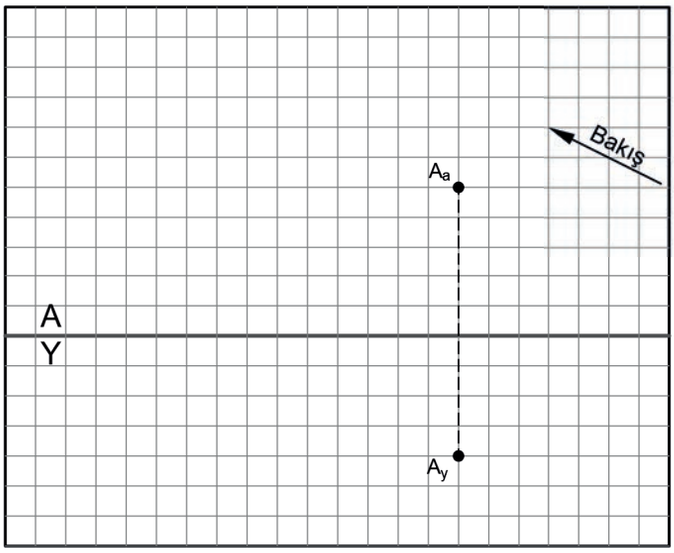


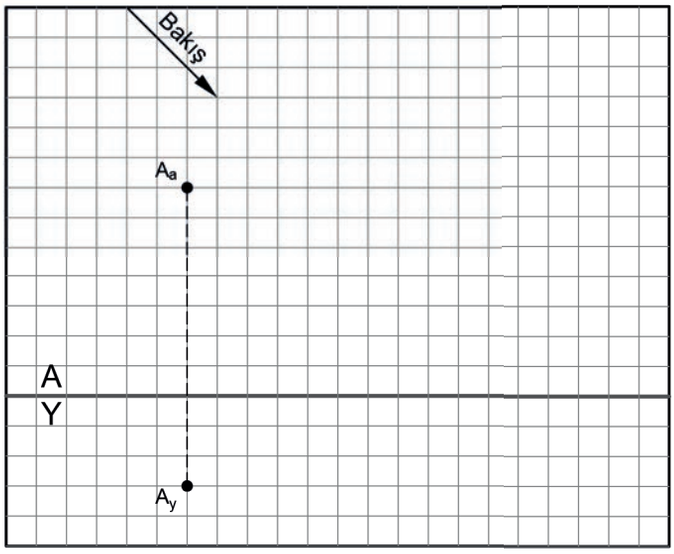
Şekil 1.37: Profil izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü

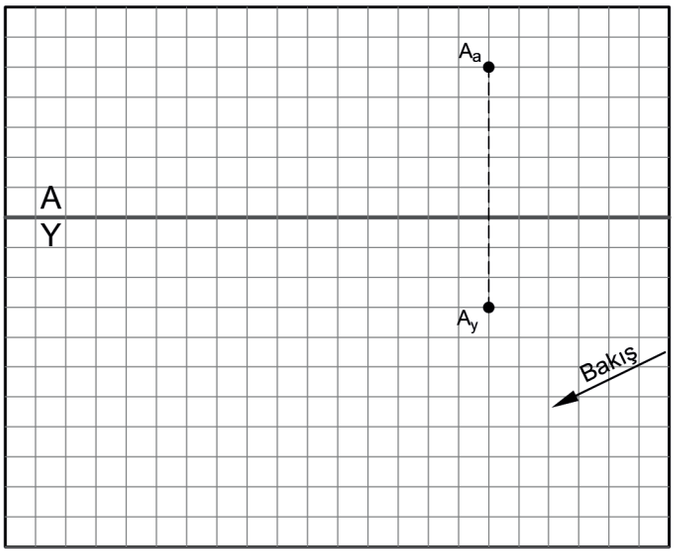
SIRA SİZDE

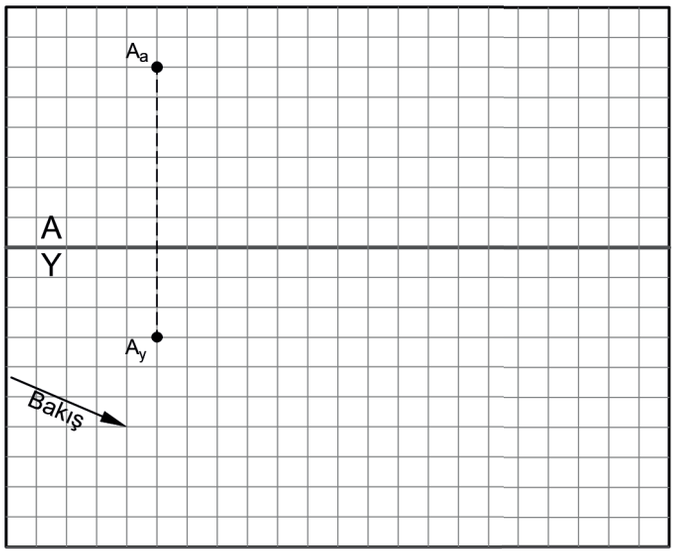
1.3.4.1

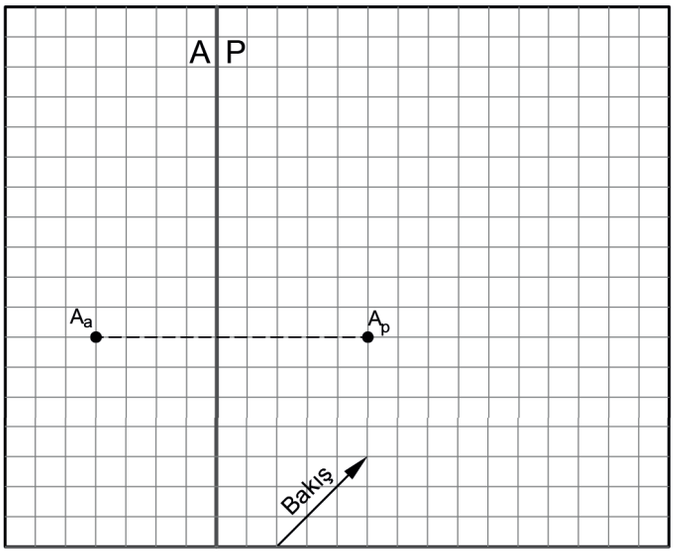
Aşağıda izdüşümleri görülen noktaların **birinci yardımcı izdüşümlerini** verilen bakış doğrultusuna göre gösteriniz.

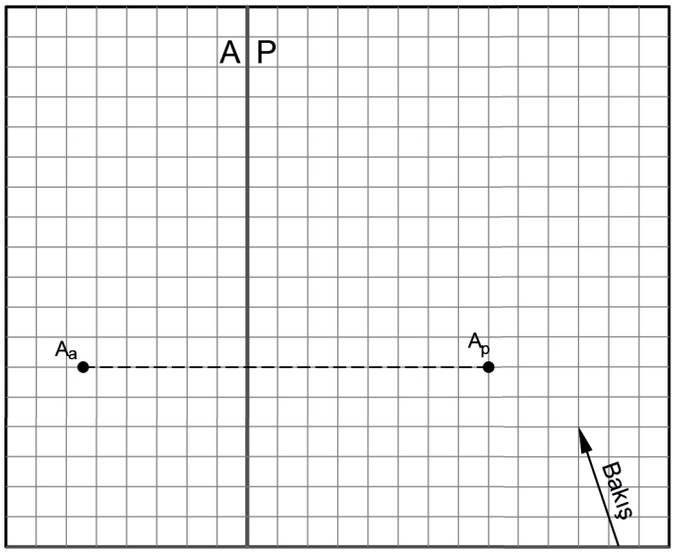












1.3.4.2. Noktanın İkinci Yardımcı İzdüşümü

Bir noktanın II. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümüne o **noktanın ikinci yardımcı izdüşümü** denir.

II. yardımcı izdüşüm düzleminin yeri;

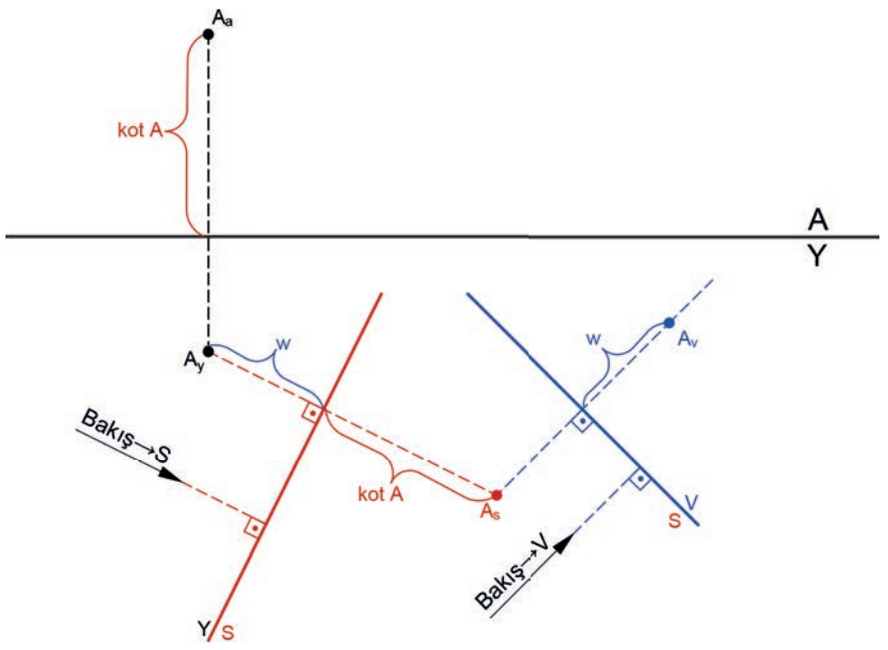
- » Noktaya istenilen mesafede,
- » Noktaya ikinci bakış yönüne **dik** konumda,
- » I. yardımcı izdüşüm düzlemine de **dik** konumda olmalıdır.

Not: Şekillerde II. yardımcı izdüşüm düzlemi **V** ile isimlendirilmiştir.

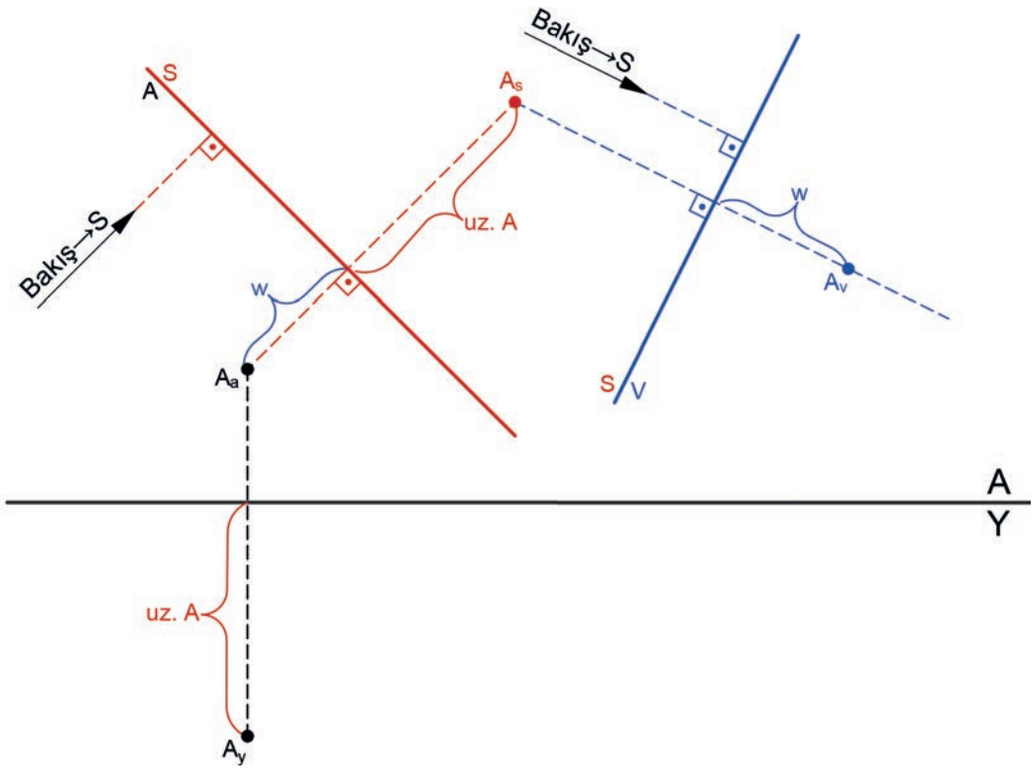
I. yardımcı izdüşüm düzlemi, temel izdüşüm düzlemi ile olan arakesiti etrafında **90°** döndürülerek dik konumda olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerine yatırılır. Daha sonra II. yardımcı izdüşüm düzlemi, I. yardımcı izdüşüm düzlemi ile olan arakesiti etrafında **90°** döndürülerek I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerine yatırılır. Böylece I. yardımcı izdüşüm düzleminin dik olduğu **temel izdüşüm düzlemi, I. yardımcı izdüşüm düzlemi** ve de **II. yardımcı izdüşüm düzlemi** birbirleriyle çakışık konumda olur.

Açık epürde noktanın ikinci yardımcı izdüşümünün bulunabilmesi için aşağıdaki sıra izlenir:

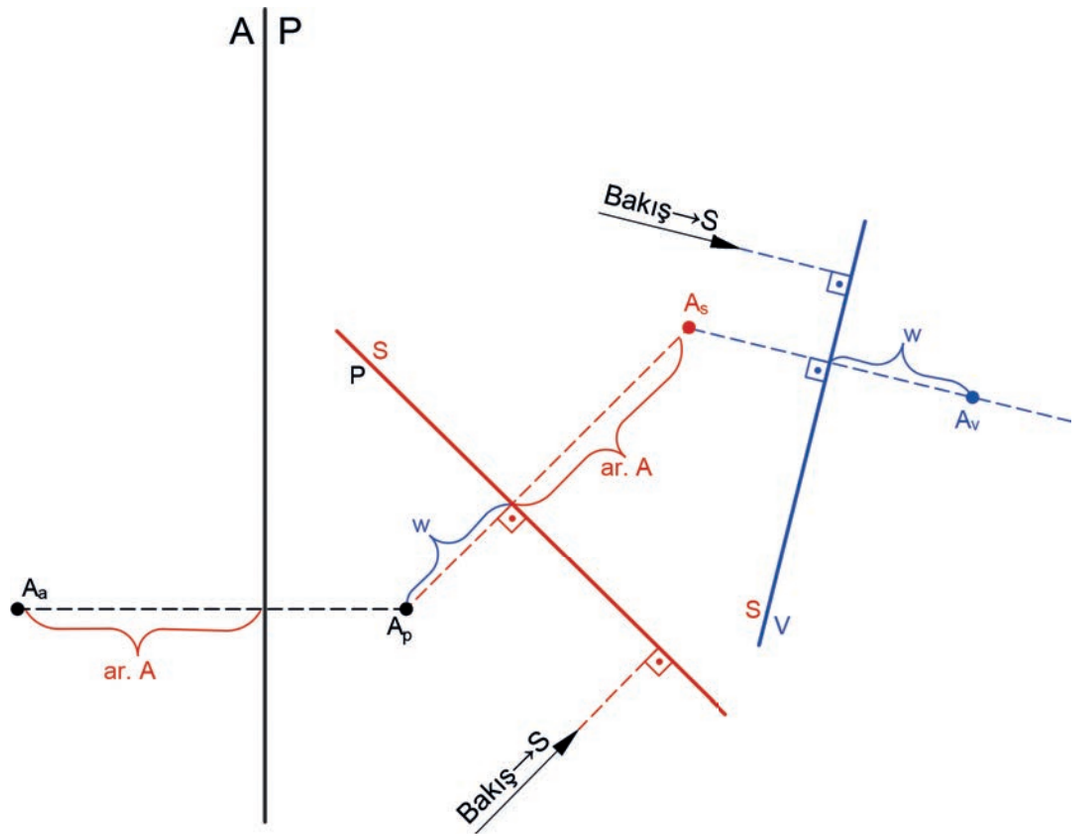
- ✦ Noktanın birinci yardımcı izdüşümü bulunur.
- ✦ Birinci yardımcı izdüşüm (A_s) noktasından **I** ve **II**. yardımcı izdüşüm düzlemlerinin arakesiti **S/V**'ye dik inilir.
- ✦ İnilen dikin **S/V** arakesitini kestiği noktadan dik çıkılır.
- ✦ İkinci yardımcı izdüşümü (A_v); çıkılan bu dikin üzerinde, noktanın **I.** yardımcı izdüşüm düzlemine olan mesafesi kadar mesafede olacaktır. Bu mesafe örnek epürlerde **w** olarak gösterilmiştir (Şekil 1.38-1.40).



Şekil 1.38: Yatay izdüşüm düzleminde noktanın ikinci yardımcı izdüşümü



Şekil 1.39: Alın izdüşüm düzleminde noktanın ikinci yardımcı izdüşümü

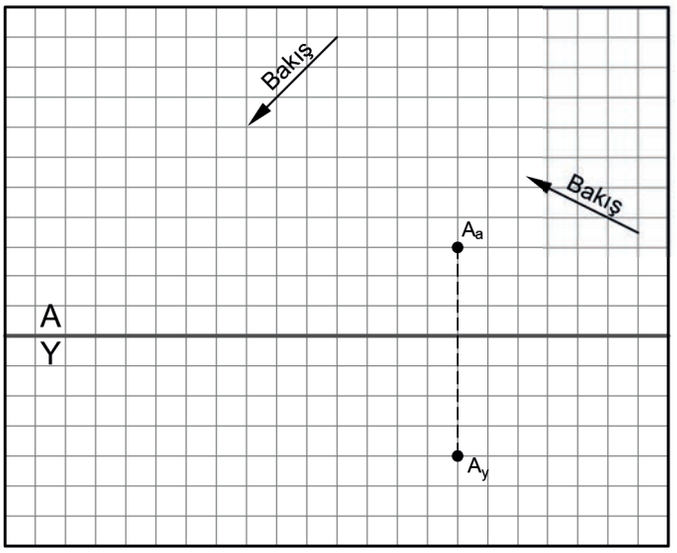


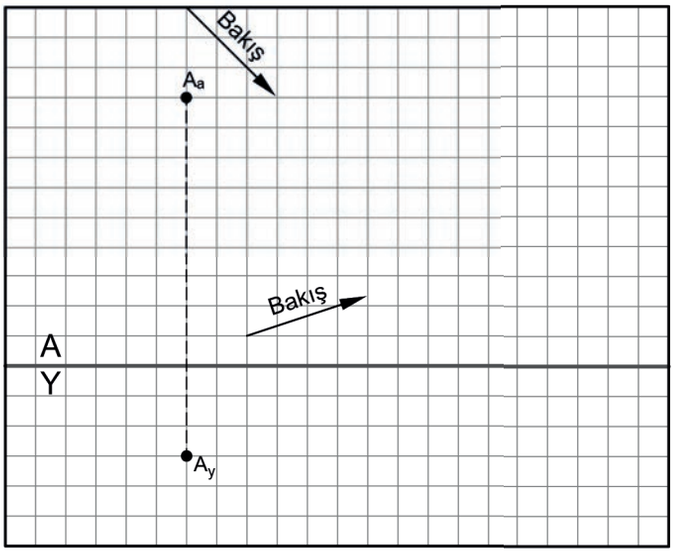
Şekil 1.40: Profil izdüşüm düzleminde noktanın ikinci yardımcı izdüşümü

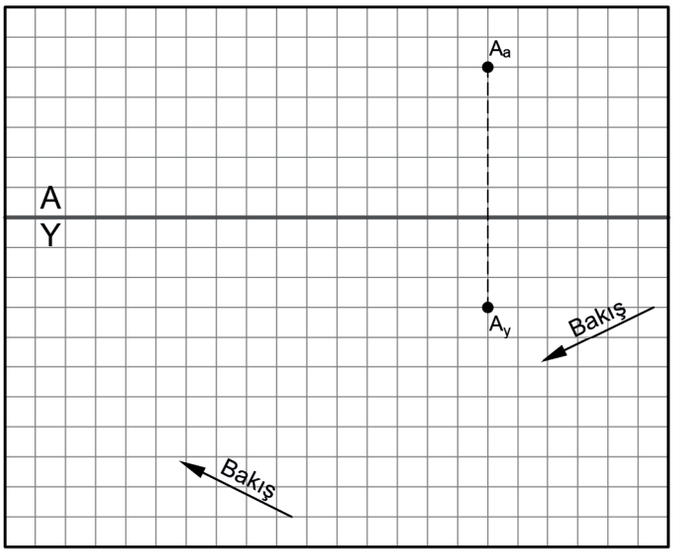
SIRA SİZDE

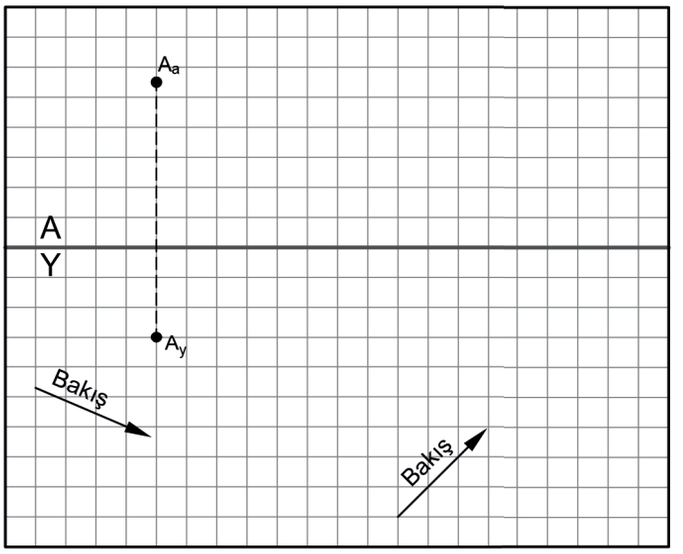
1.3.4.2

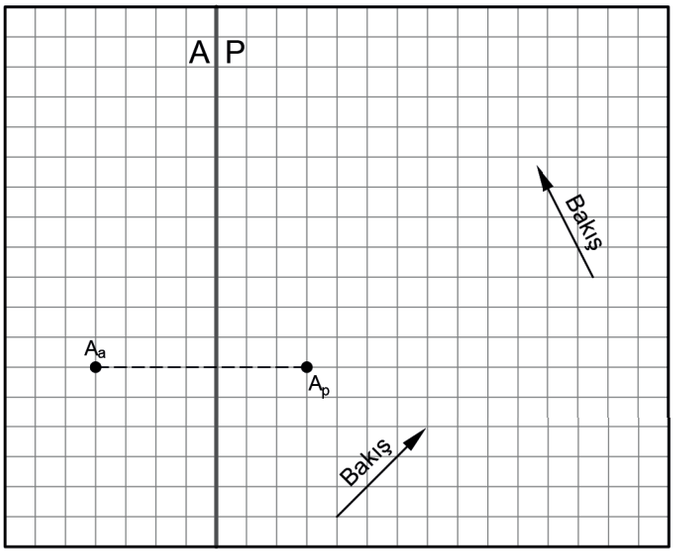
Aşağıda izdüşümleri görülen noktaların verilen bakış doğrultularına göre **birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini** gösteriniz.

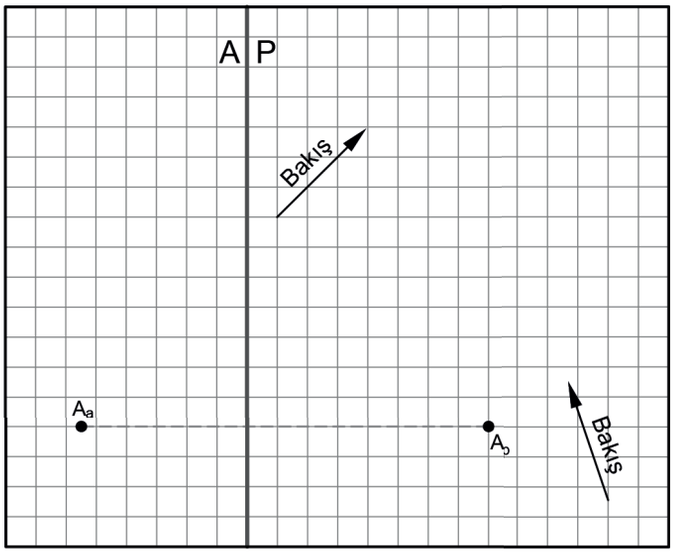












1.3.5. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Doğruların Gerçek Boylarını Bulma

Temel izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumda olan bir doğrunun temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri gerçek boyda değildir. Gelişigüzel bir doğrunun gerçek boyunu bulmak için iki yöntemden faydalanılır. Bu yöntemler yardımcı izdüşüm metodu ve döndürme metodudur.

Yardımcı izdüşüm metodu ile sonuca gidilebilmesi için doğrunun temel izdüşümlerinin dışında yardımcı bir izdüşümünün olması gerekmektedir. Doğrunun yardımcı izdüşümünün elde edileceği düzleme **yardımcı izdüşüm düzlemi** denir.

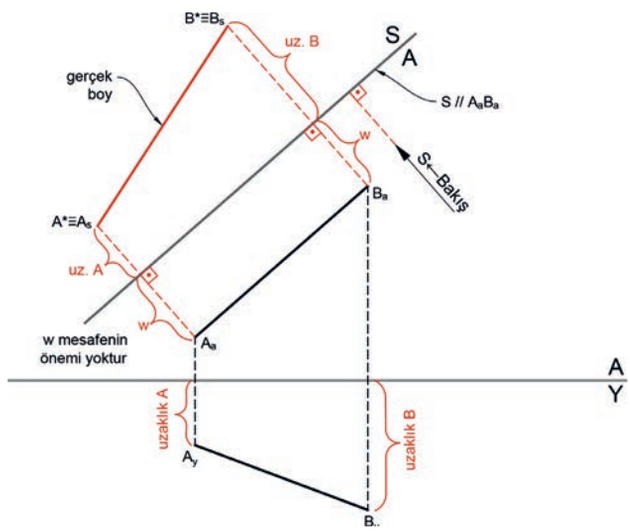
Bir doğrunun izdüşümünün gerçek boyda olabilmesi için o doğru, izdüşüm düzlemine paralel konumda olmalıdır. Bu nedenle yardımcı izdüşüm düzlemi, **doğruya paralel** aynı zamanda da herhangi bir **temel izdüşüm düzlemine** dik konumda olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yardımcı izdüşüm düzleminin doğruya olan mesafesi önemli değildir. Yani yardımcı izdüşüm düzlemi doğruya herhangi bir mesafede olabilir. **Bakış yönü** ise yardımcı izdüşüm düzlemine **dik konumda** olmalıdır.

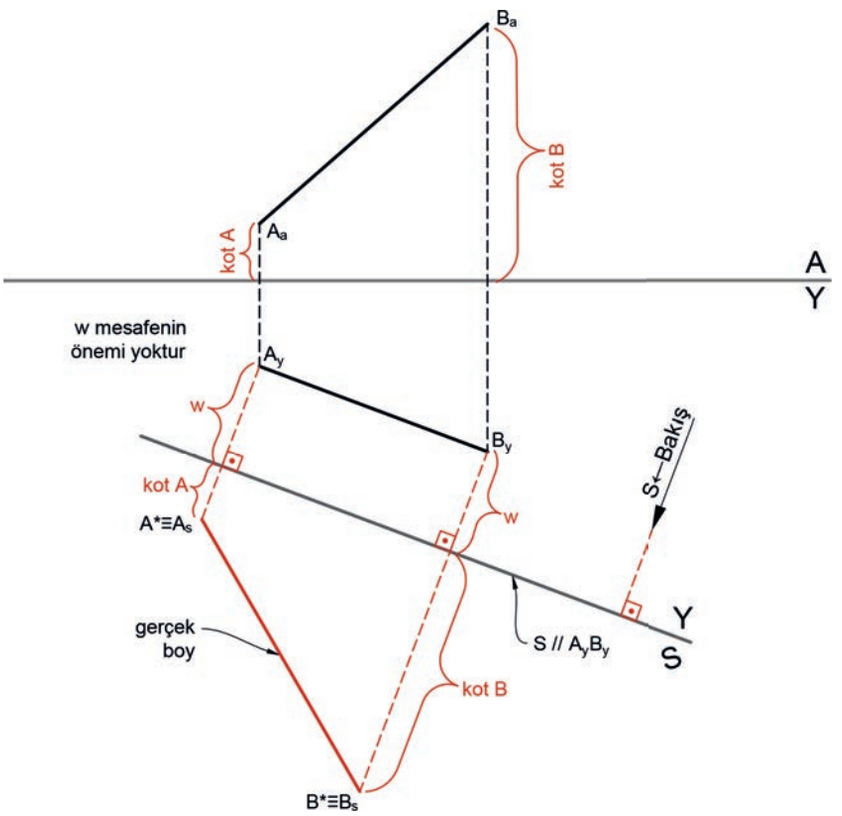
Bundan sonra, iki uç noktası ile belirlenen doğrunun her bir uç noktası için **noktanın birinci yardımcı izdüşümündeki** kurallar uygulanarak doğrunun yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki **gerçek boydaki izdüşümü** elde edilir.

Açık epürler incelendiğinde şu sonuçlara varılır (Şekil 1.41-1.43):

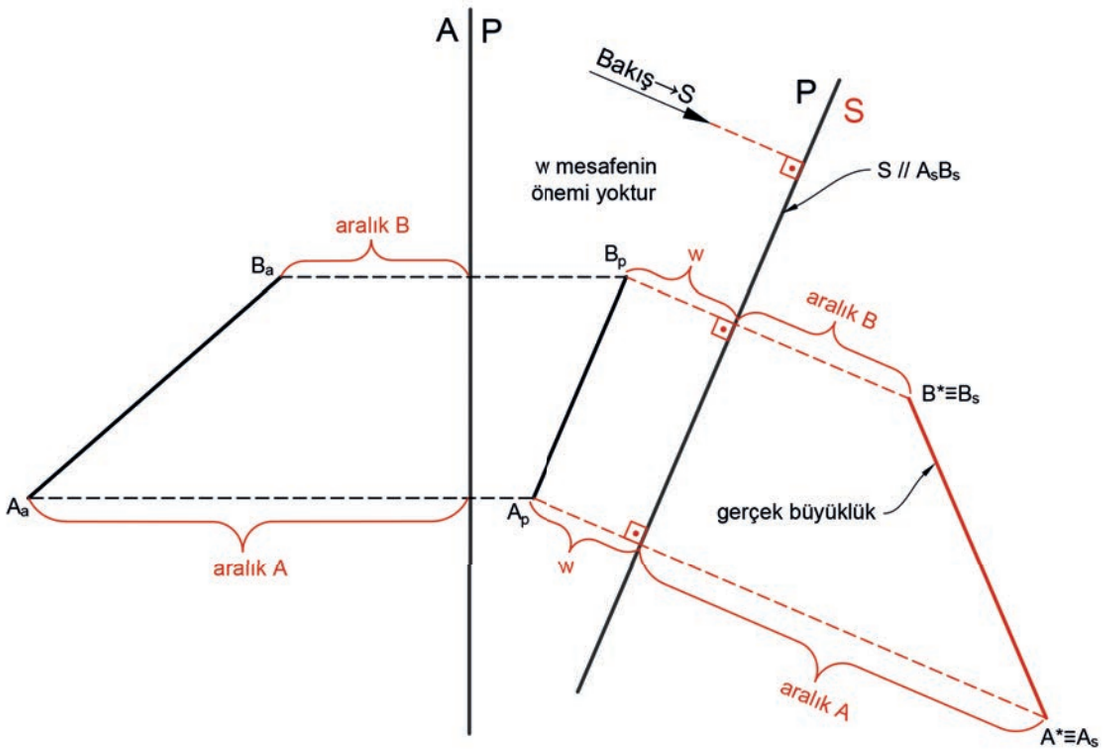
- Yardımcı izdüşüm düzleminin temel izdüşüm düzlemi ile olan arakesiti, doğrunun temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümüne paralel konumdadır.
- Bu durum, yardımcı izdüşüm düzleminin doğruya paralel konumda olduğunu gösterir.
- Doğrunun temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümünün uç noktalarından yardımcı izdüşüm düzlemi ile temel izdüşüm düzleminin arakesitine inilen diklerin bu arakesiti kestiği noktalardan yardımcı izdüşüm düzlemi üzerine dikler çıkılır. Çıkılan dikler üzerinde alında **uzaklık**, yatayda **kot,** profilde **aralık** mesafelerinin alındığı görülür.



Şekil 1.41: Doğrunun **alın**a dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu

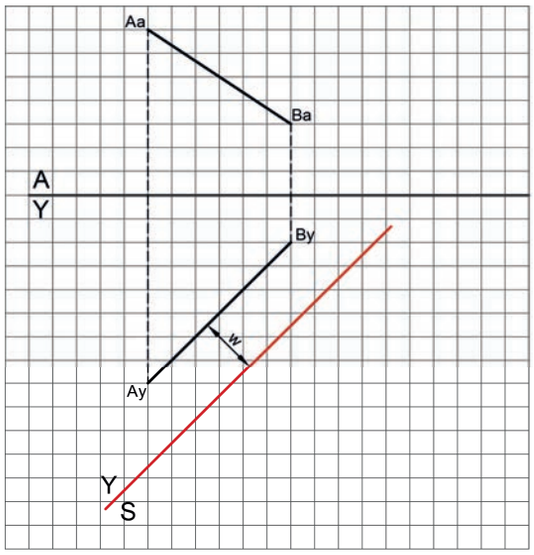


Şekil 1.42: Doğrunun **yataya** dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu

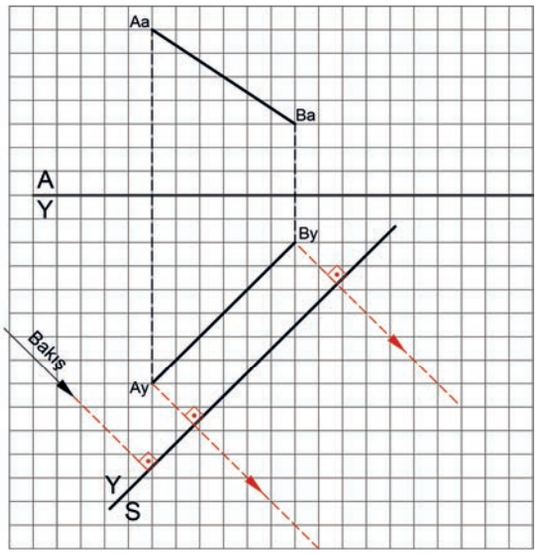


Şekil 1.43: Doğrunun **profile** dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu

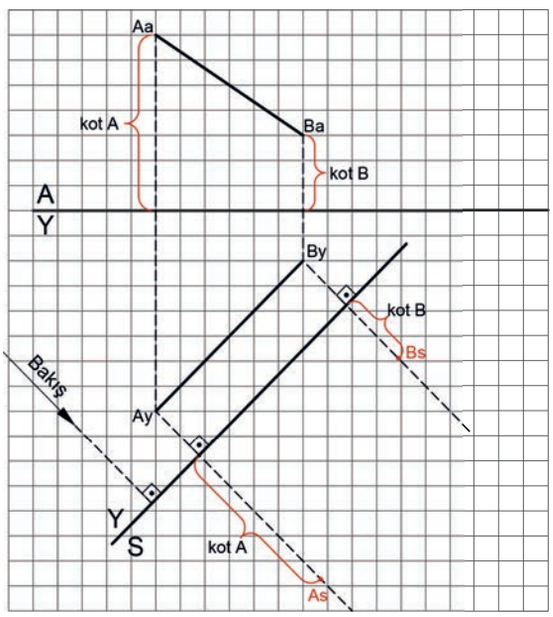
Yardımcı izdüşüm metodu ile bir doğrunun gerçek boyu bulunurken aşağıdaki sıra izlenir (Şekil 1.44):



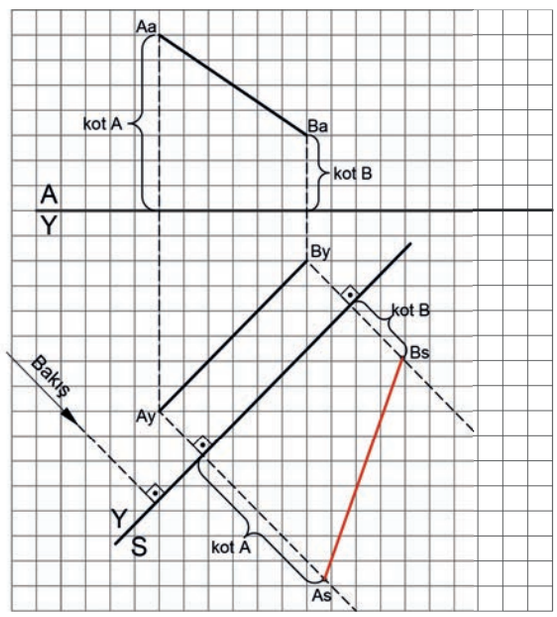
- **AB** doğrusunun yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümüne paralel (A_yB_y//**S**) olacak şekilde **S** yardımcı izdüşüm düzleminin arakesit çizgisi **Y/S** çizilir. Çizilen arakesit çizgisinin uzunluğunun ve A_yB_y doğrusu ile arasındaki mesafenin (**w**) bir önemi yoktur.



- A_yB_y doğrusunun uç noktalarından **S** yardımcı izdüşüm düzlemine dik inilir ve **S** yardımcı izdüşüm düzleminden dik çıkan ışın çizgileri çizilir.



- **AB** doğrusunun alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümünden **kot A** ve **kot B** değerleri cetvel yardımıyla ölçülür. Ölçüm sonucu bulunan değerler dik çıkan ışın çizgileri üzerinde sırasıyla işaretlenir. Bu işaretleme sonucunda A_s ve B_s noktaları elde edilir.



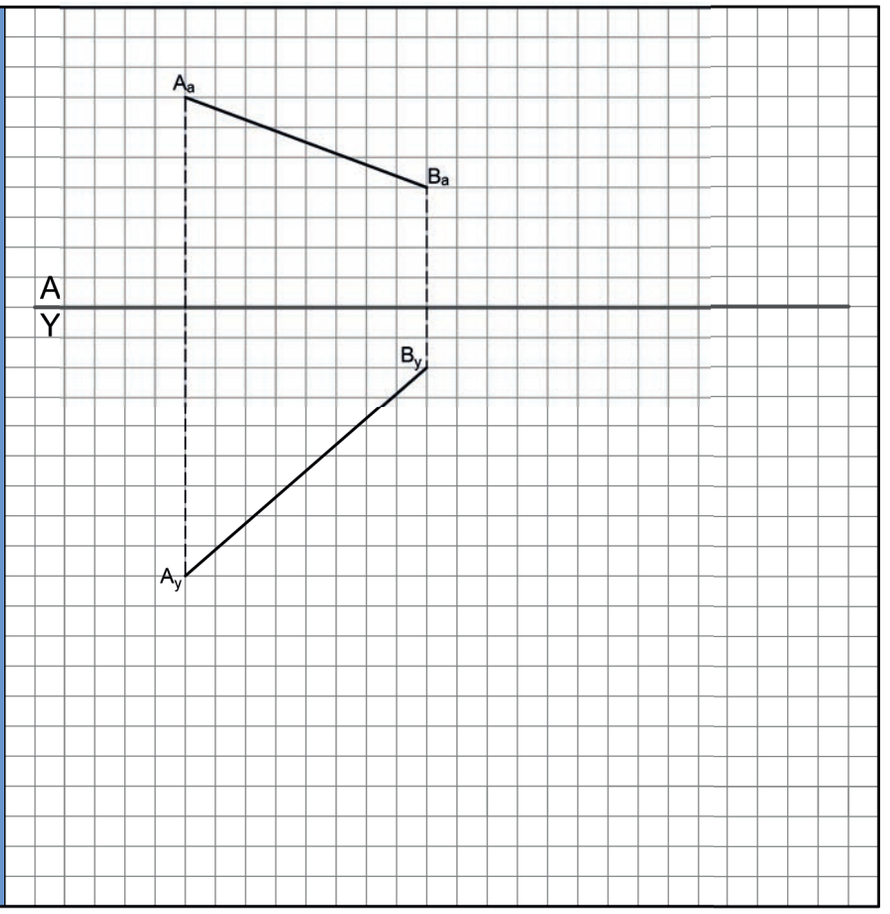
- A_s ve B_s noktaları birleştirilerek **AB** doğrusunun **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü elde edilir. Bu izdüşüm aynı zamanda **AB** doğrusunun gerçek boyudur.

Şekil 1.44: Yardımcı izdüşüm metodu ile doğrunun gerçek boyunun bulunması

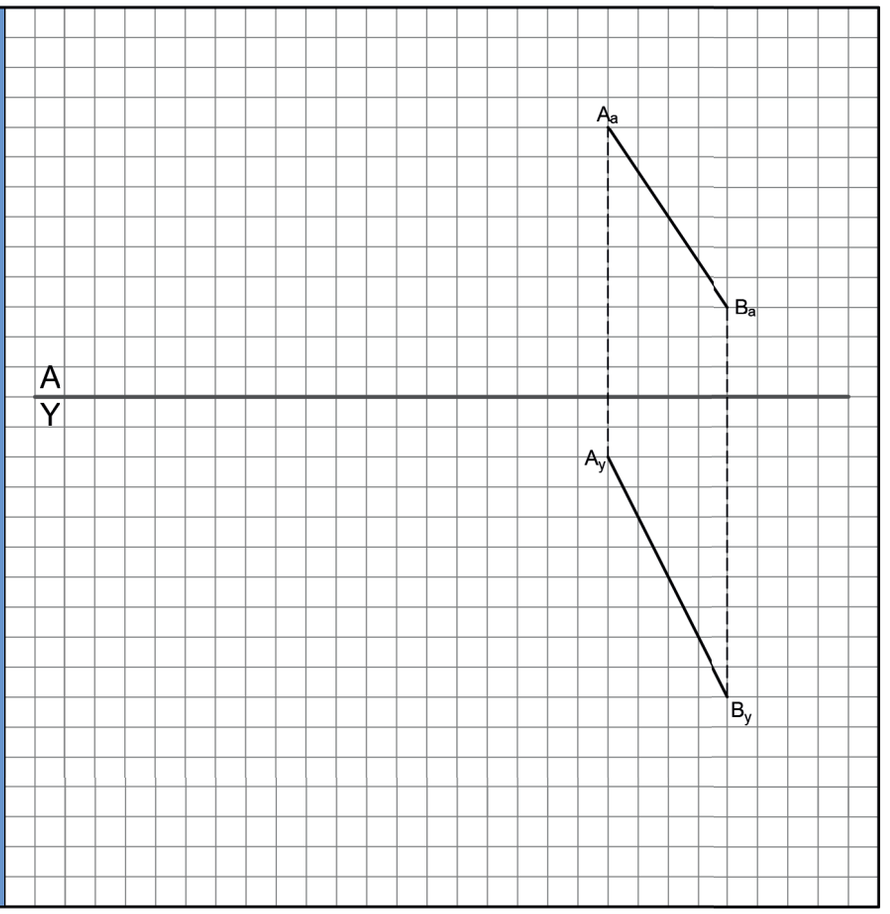
SIRA SİZDE

1.3.5a

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** yatay izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



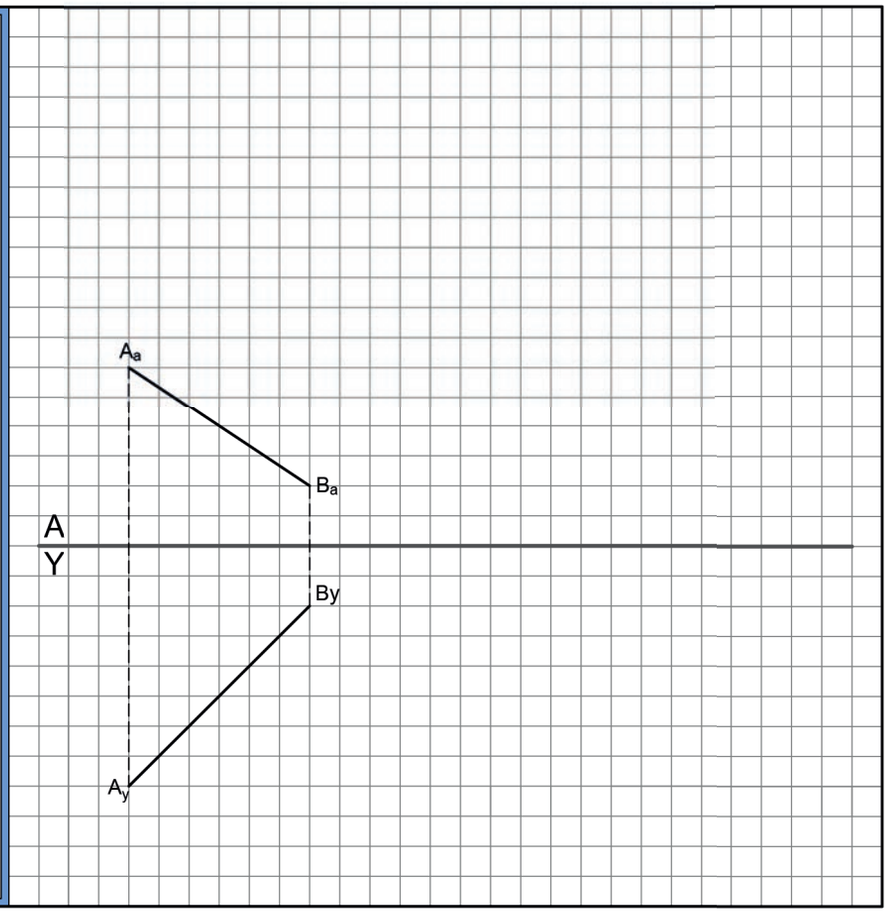
Alın ve profil izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** alın izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



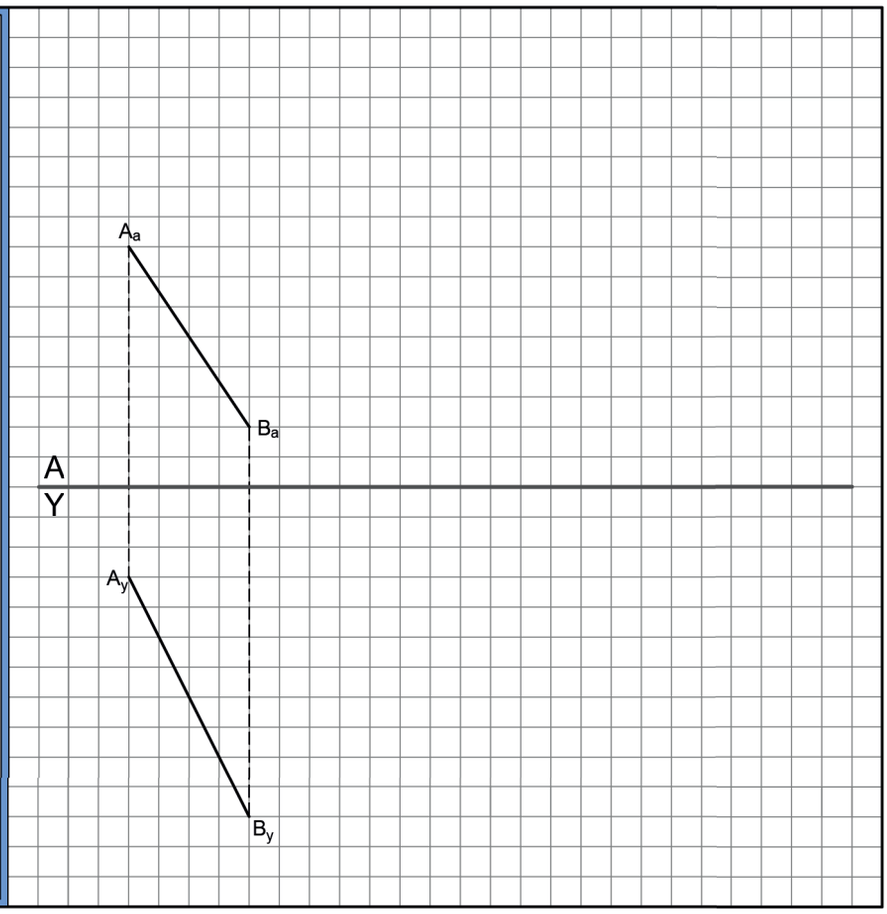
SIRA SİZDE

1.3.5b

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** alın izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



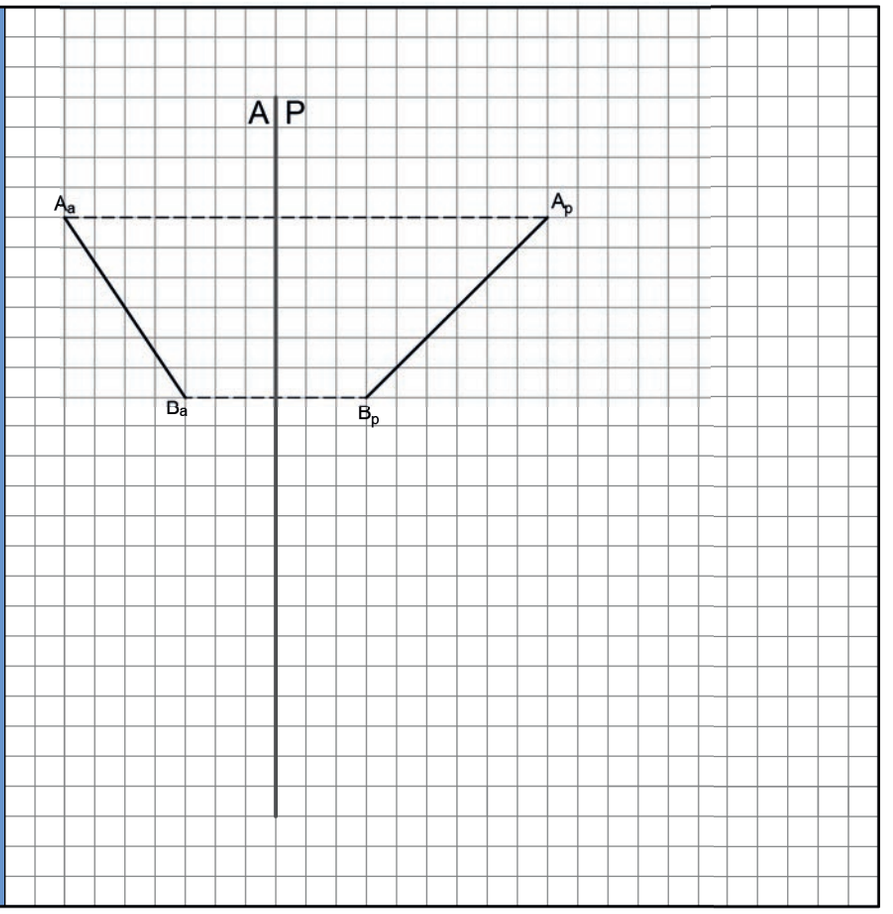
Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** alın izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



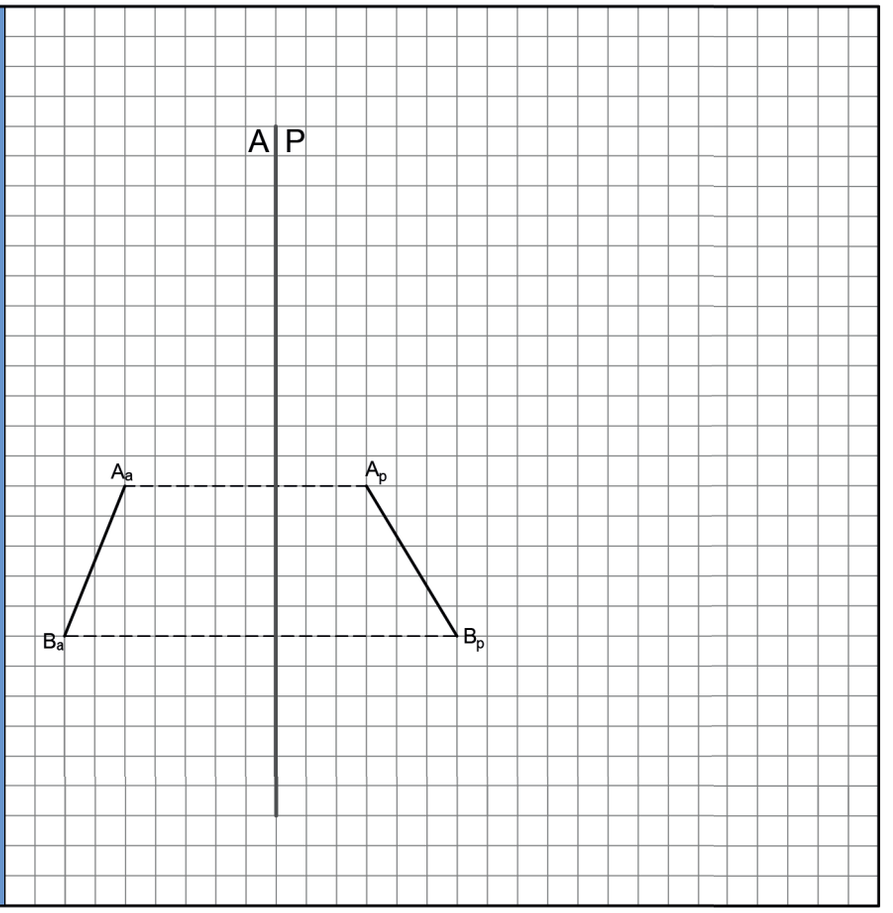
SIRA SİZDE

1.3.5c

Alın ve profil izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** profil izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



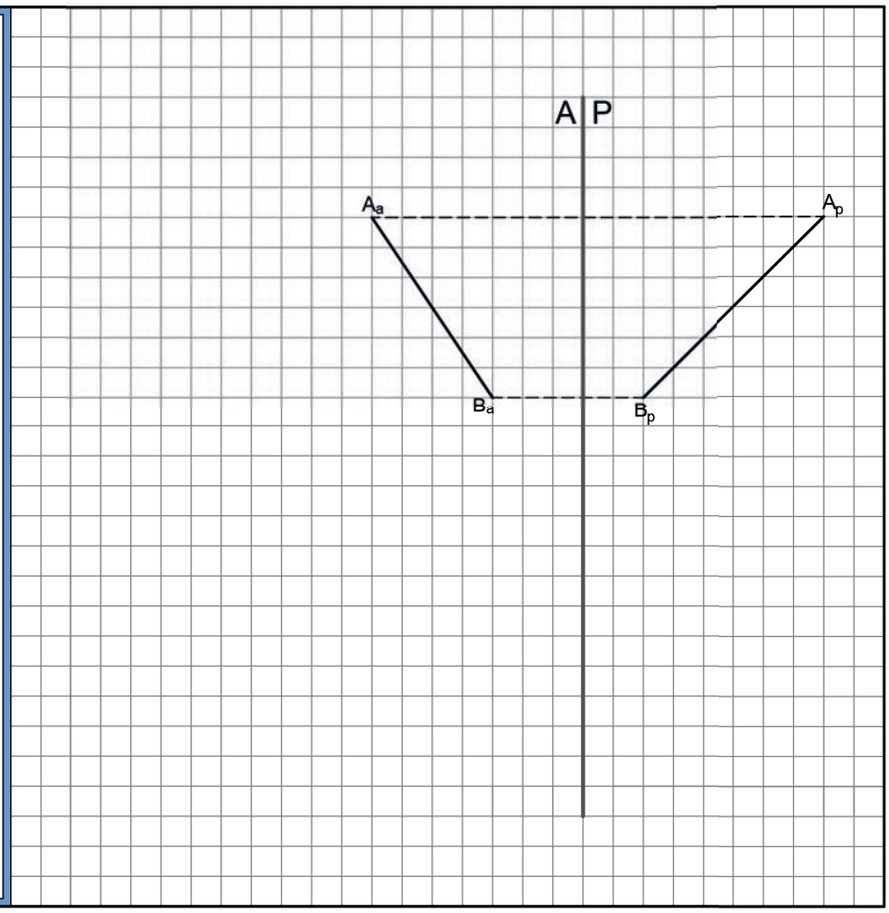
Alın ve profil izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** profil izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



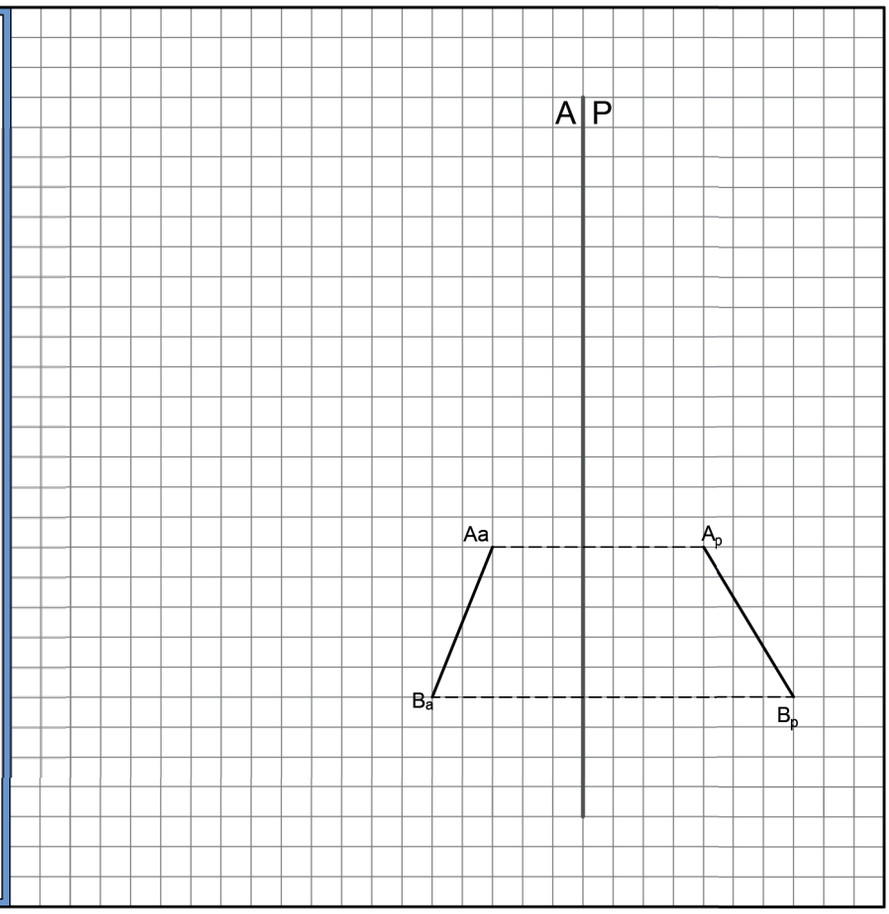
SIRA SİZDE

1.3.5d

Alın ve profil izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** alın izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.

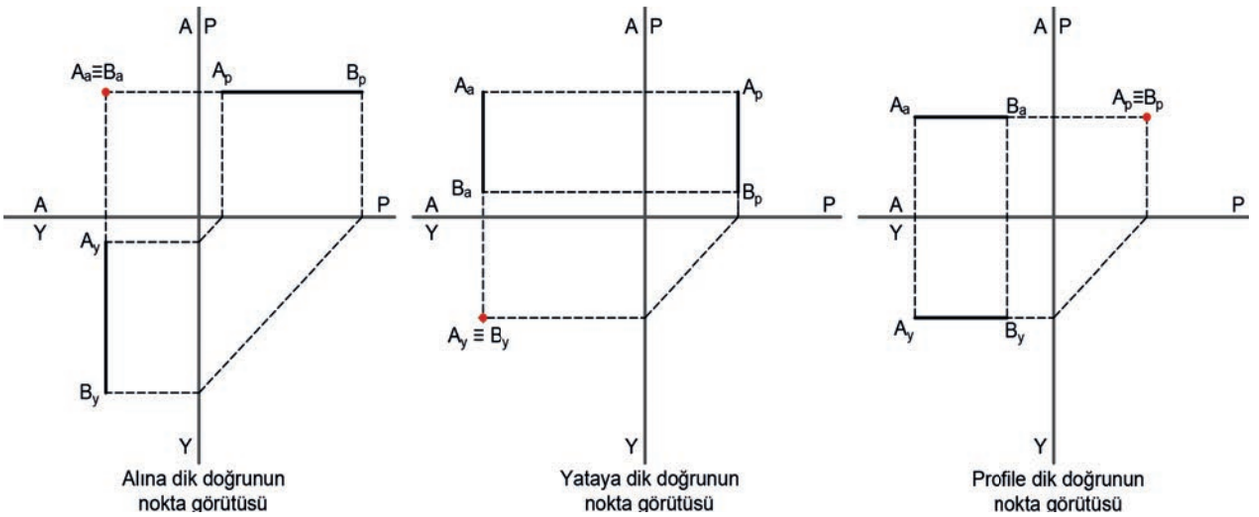


Alın ve profil izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **gerçek boyunu** alın izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde bulunuz.



1.3.6. Doğrunun Nokta Görüntüsü

Bir doğrunun nokta görüntüsü, o doğrunun herhangi bir izdüşüm düzlemine dik olduğunun göstergesidir. Temel izdüşüm düzlemlerine dik doğrularda bir doğru hangi temel izdüşüm düzlemine dik ise o temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **nokta görüntüsündedir** (Şekil 1.45).



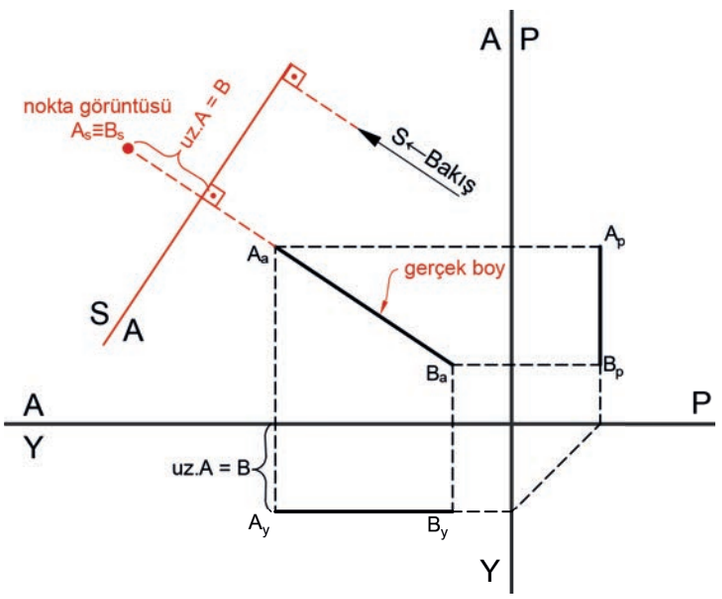
Şekil 1.45: Doğrunun temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki nokta görüntüsü

Temel izdüşüm düzlemlerine paralel doğrular ile (alın, yatay, profil) gelişigüzel doğruların temel izdüşümlerinde nokta görüntüsü yoktur. Bu nedenle bu doğruların nokta görüntüsü ancak yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde elde edilir.

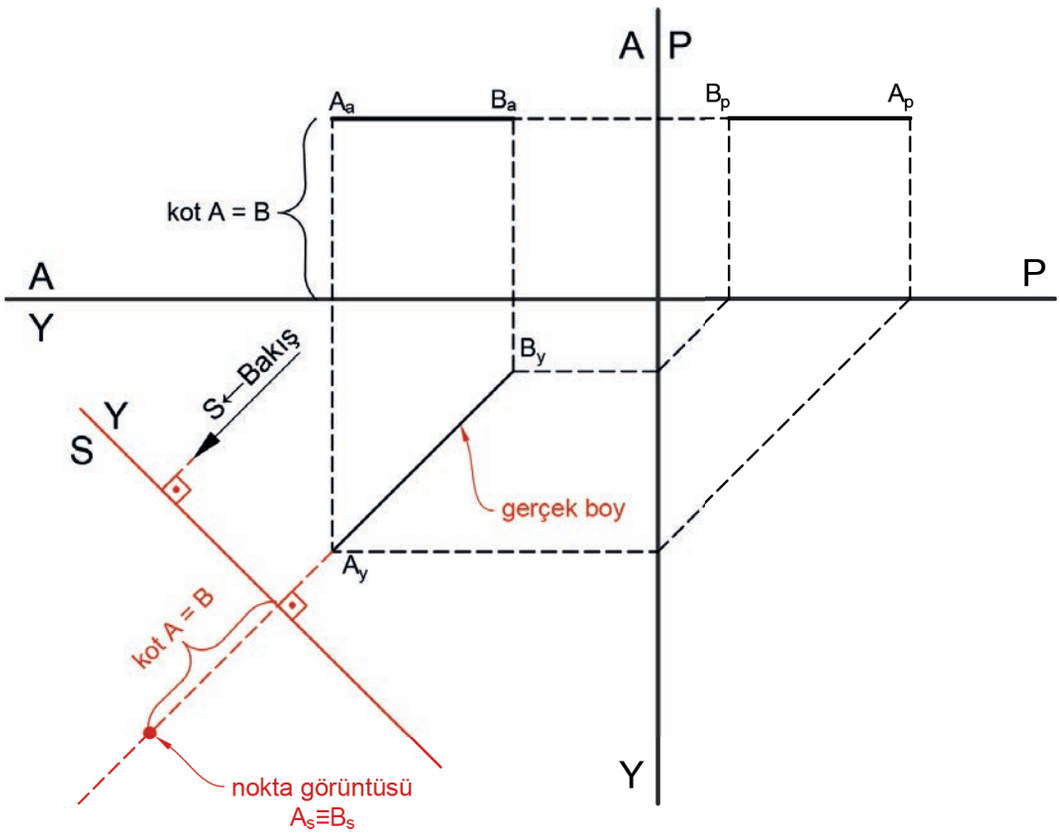
1.3.6.1. Paralel Doğruların Nokta Görüntüsünü Bulma

Yardımcı izdüşüm düzlemi, gerçek boyun bulunduğu temel izdüşüm düzlemi üzerine doğrunun **gerçek boy** doğrultusuna **dik** olarak yerleştirilir (Şekil 1.46-1.48).

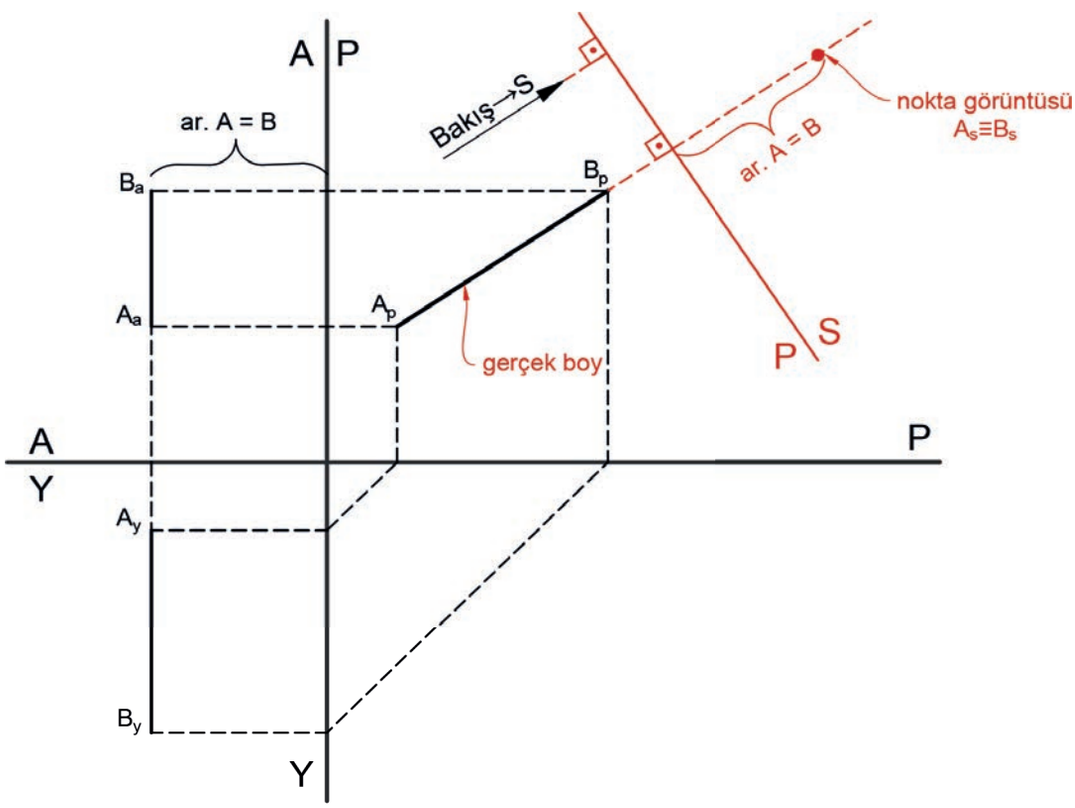
Not: Bakış doğrultusu, gerçek boy doğrultusunda (paralel) olmalıdır.



Şekil 1.46: Alın doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması



Şekil 1.47: Yatay doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması

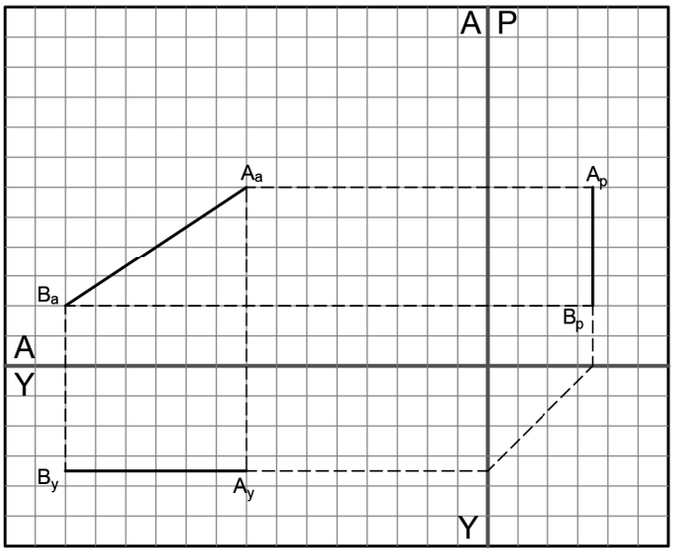


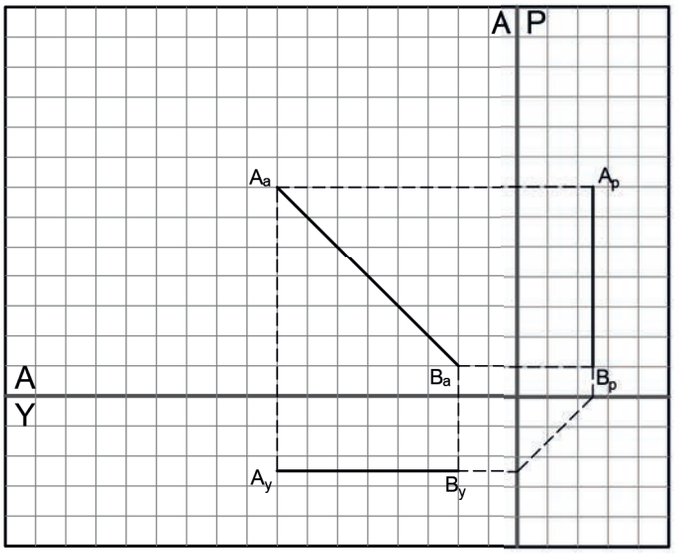
Şekil 1.48: Profil doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması

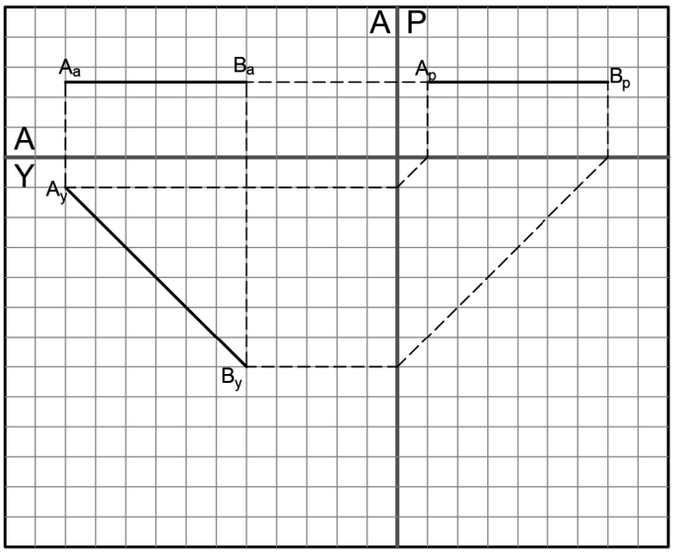
SIRA SİZDE

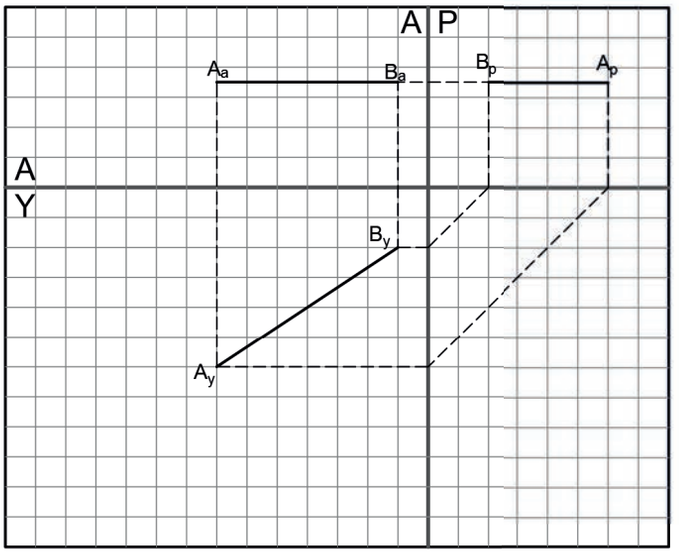
1.3.6.1

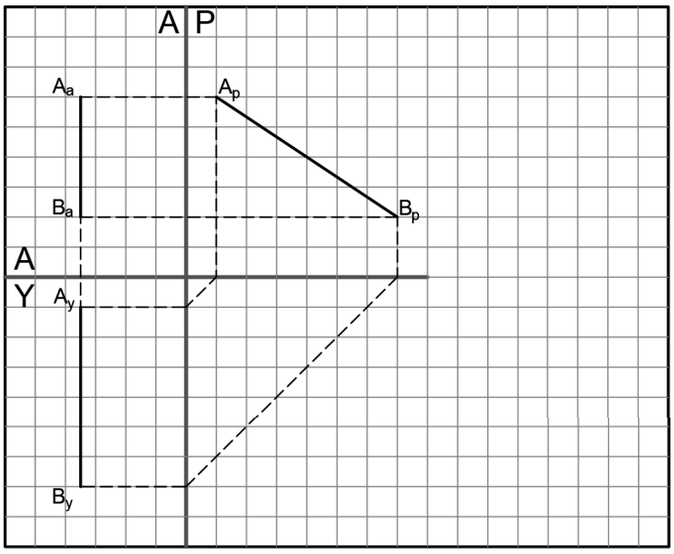
Aşağıda izdüşümleri görülen doğruların **nokta görüntülerini** bulunuz.

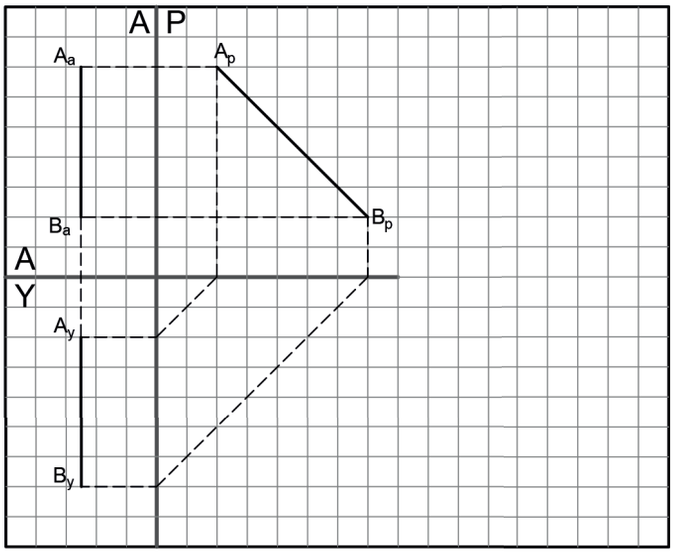










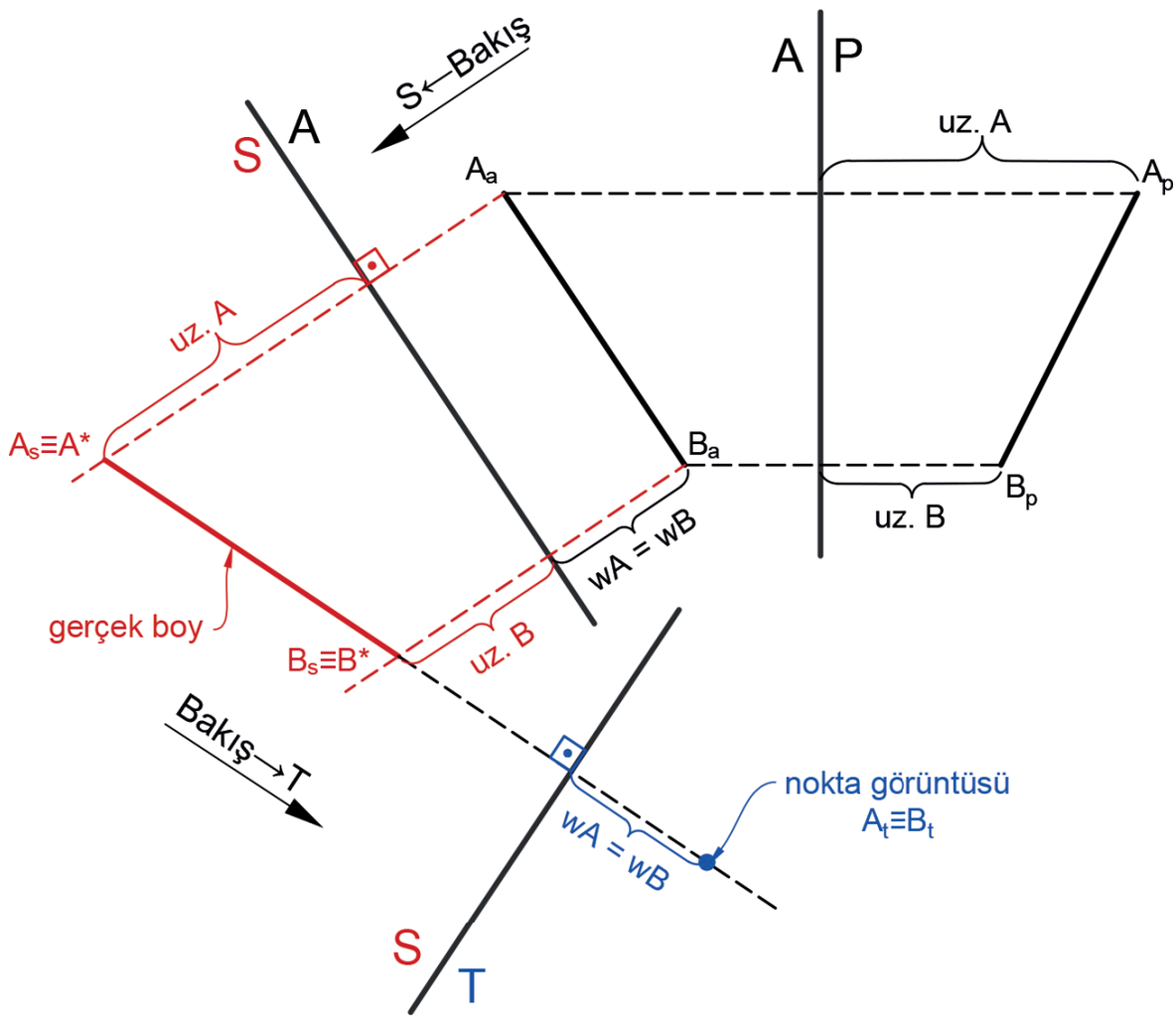


1.3.6.2. Gelişigüzel Doğruların Nokta Görüntüsünü Bulma

Gelişigüzel doğruların nokta görüntüsünün bulunabilmesi için aşağıdaki sıra izlenir (Şekil 1.49):

- Herhangi bir temel izdüşüm düzlemine dik konumda olan **I. yardımcı izdüşüm düzlemi** üzerinde doğrunun gerçek boyu bulunur.
- Bu gerçek boya dik konumda olacak şekilde **II. yardımcı izdüşüm düzlemi** yerleştirilir.
- Bundan sonraki aşamada paralel doğruların nokta görüntüsündeki işlem basamakları aynen uygulanır.

Aşağıdaki örnekte gelişigüzel doğruya ait alın ve profil izdüşümleri verilmiştir. I. yardımcı izdüşüm düzlemi (**S**), alın izdüşüm düzlemine diktir. II. yardımcı izdüşüm düzlemi (**T**) ise gerçek boyun doğrultusuna diktir.

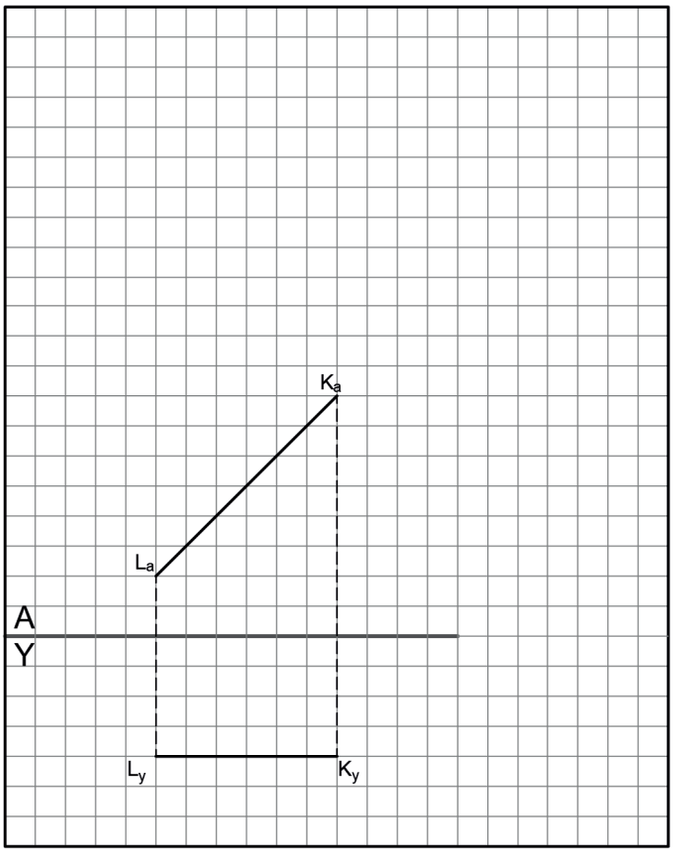


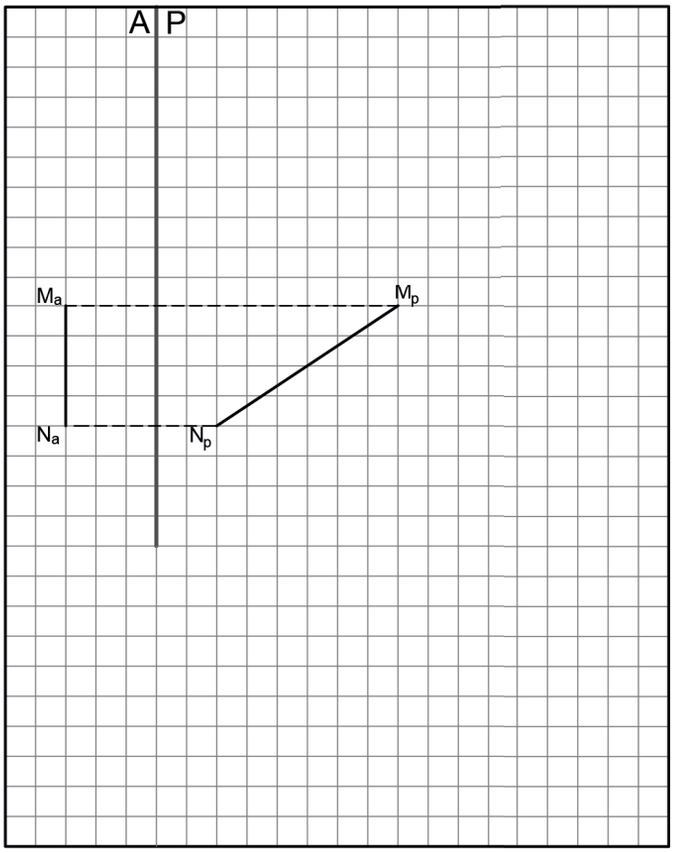
Şekil 1.49: Gelişigüzel doğrunun nokta görüntüsünün bulunması

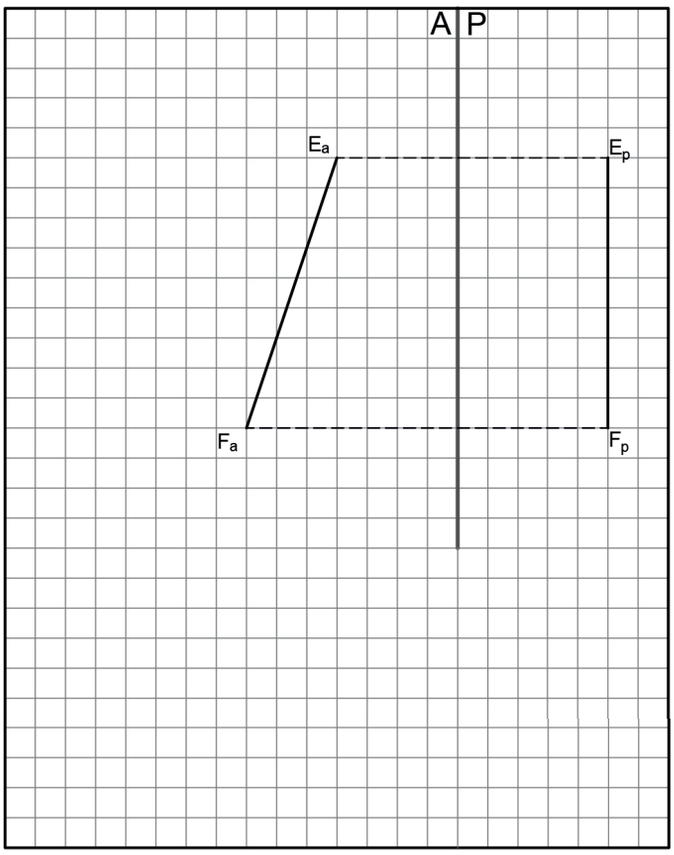
SIRA SİZDE

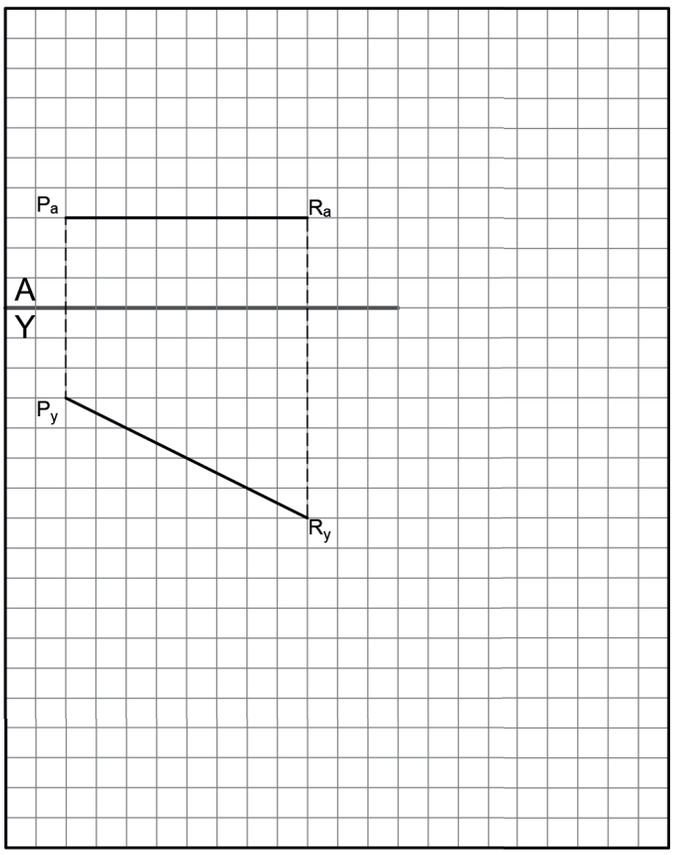
1.3.6.2a

Aşağıda izdüşümleri görülen doğruların **nokta görüntülerini** bulunuz.





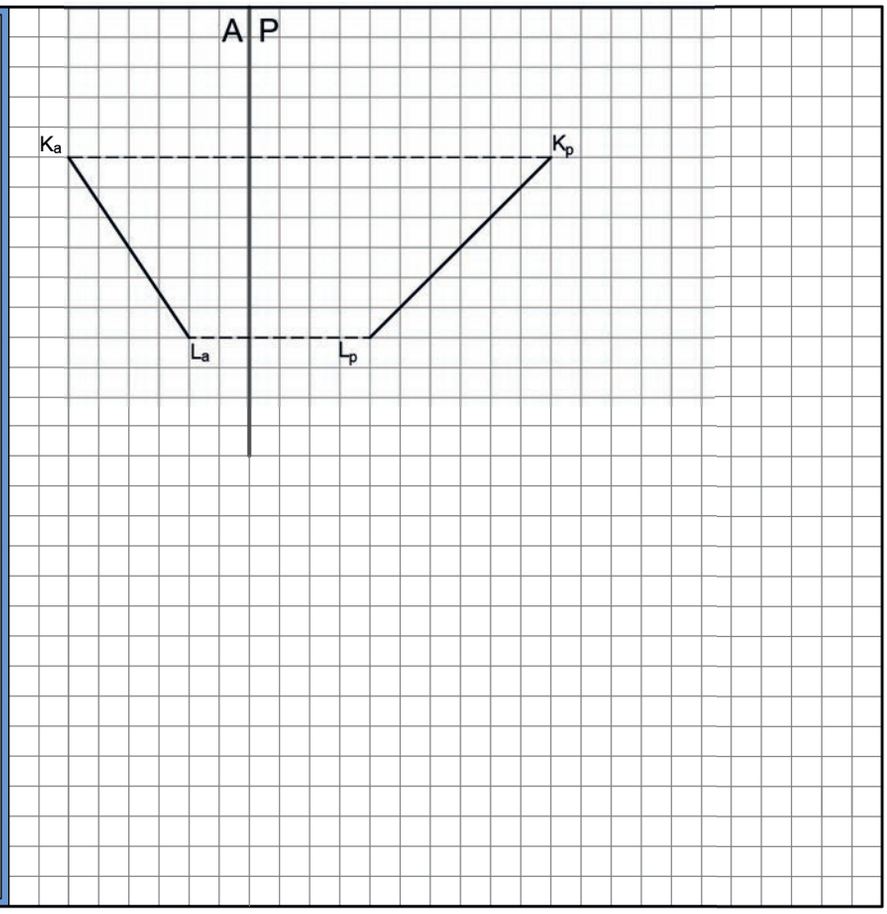




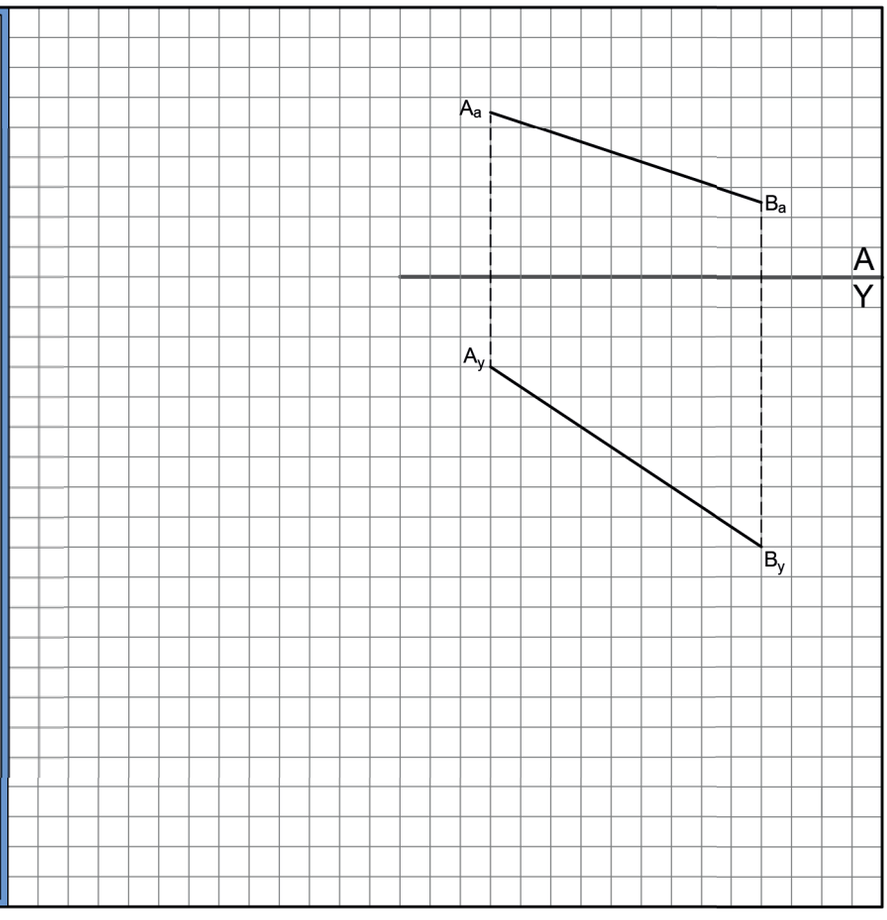
SIRA SİZDE

1.3.6.2b

Alın ve profil izdüşümleri verilen **KL** doğrusunun **nokta görüntüsünü** bulunuz.



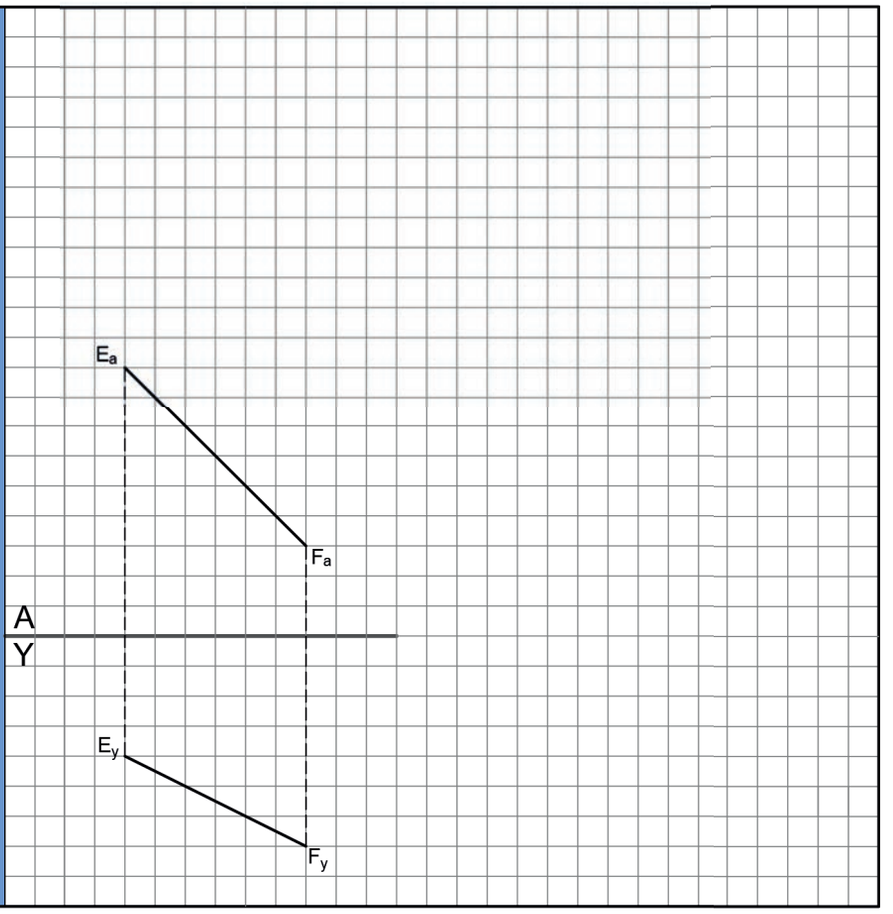
Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun **nokta görüntüsünü** bulunuz.



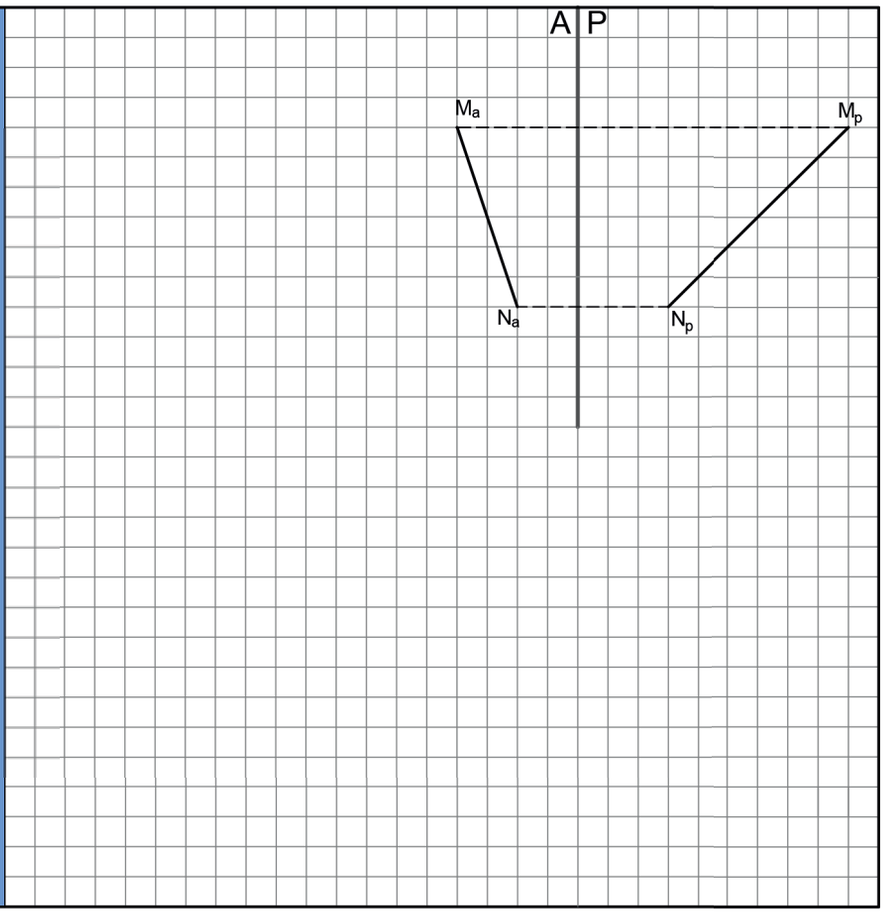
SIRA SİZDE

1.3.6.2c

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **EF** doğrusunun **nokta görüntüsünü** bulunuz.

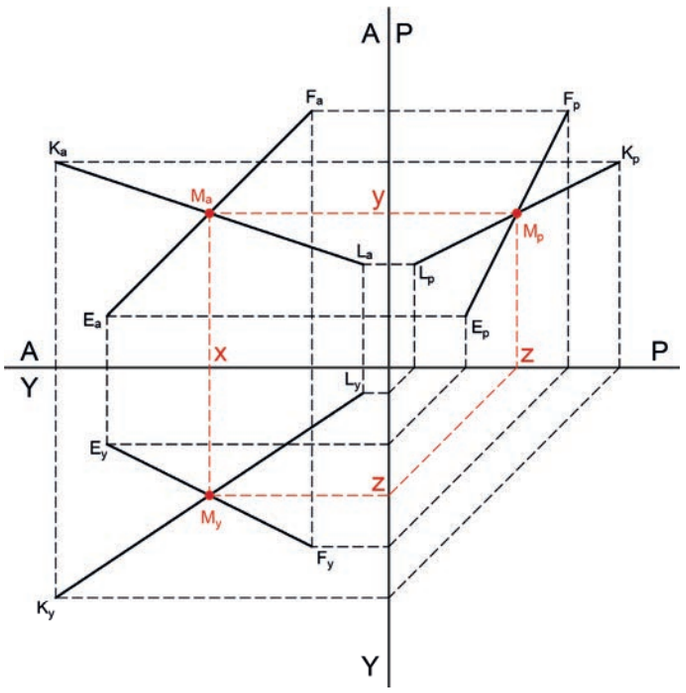


Alın ve profil izdüşümleri verilen **MN** doğrusunun **nokta görüntüsünü** bulunuz.

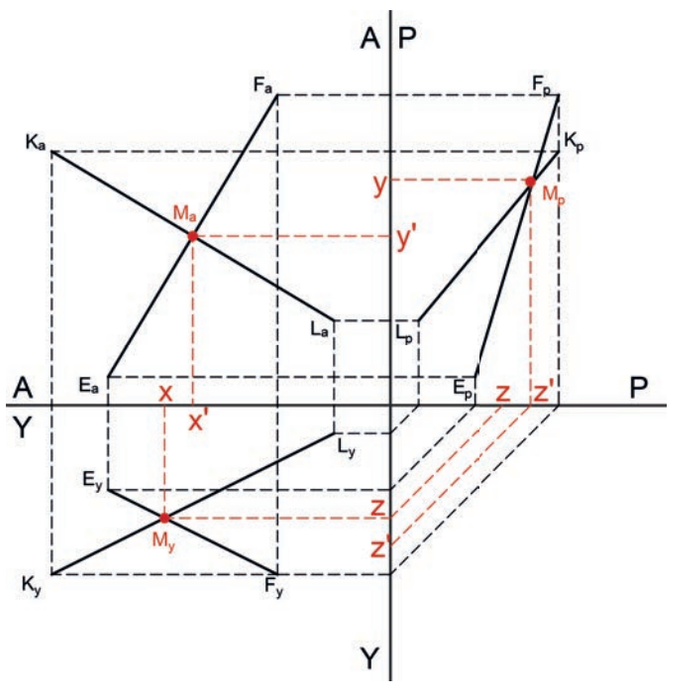


1.3.7. Kesişen ve Aykırı Doğrular

İki doğrunun bir ortak noktası varsa bu doğrulara **kesişen doğrular** denir. İki doğrunun hiçbir ortak noktası yoksa ve doğruların her biri ayrı bir düzlem üzerinde ise bunlara **aykırı doğrular** denir.



Şekil 1.50: Kesişen doğruların izdüşümü



Şekil 1.51: Aykırı doğruların izdüşümü

Bu bölümde epür düzlemi üzerinde birbirini keser gibi görünen iki doğrunun **kesişen** ya da **aykırı** doğrular olup olmadığı incelenecektir.

Uzaydaki iki doğrunun -ister kesişen ister aykırı olsun- epürdeki temel izdüşümleri **kesişen iki doğru** görünümündedir.

Doğruların uzayda **kesişen** ya da **aykırı** konumdaki doğrular olup olmadıklarının anlaşılması için epür izdüşümlerde doğruların kesişim noktası gibi görünen noktaya bakılır.

Not: Yandaki örneklerde bu nokta **M** ile gösterilmiştir.

Buna göre Şekil 1.50 incelendiğinde;

- $\mathbf{M_a}$ ve $\mathbf{M_y}$ noktalarından **A/Y** arakesitine inilen dikler bu arakesit üzerinde **x**,
- $\mathbf{M_a}$ ve $\mathbf{M_p}$ noktalarından **A/P** arakesitine inilen dikler bu arakesit üzerinde **y**,
- $\mathbf{M_y}$ ve $\mathbf{M_p}$ noktalarından **Y/P** arakesitine inilen dikler bu arakesit üzerinde **z** gibi noktalarda özdeş (≡) iseler **EF** ve **KL** doğruları birer kesişen doğrudur. **M** ise bu doğruların kesiştikleri noktadır.

Şekil 1.51 incelendiğinde $\mathbf{M_a}$, $\mathbf{M_y}$, $\mathbf{M_p}$ noktalarından inilen diklerin **A/Y**, **A/P**, **Y/P** arakesitleri üzerinde bir noktada birleşmedikleri yani özdeş (≡) olmadıkları görülür.

Bu durum, **EF** ve **KL** doğrularının birer aykırı doğru olduğunu gösterir. Bunun sonucunda kesişim noktası gibi görünen **M** noktası ise kesişen doğrularda olduğu gibi bir kesişme noktası değildir.

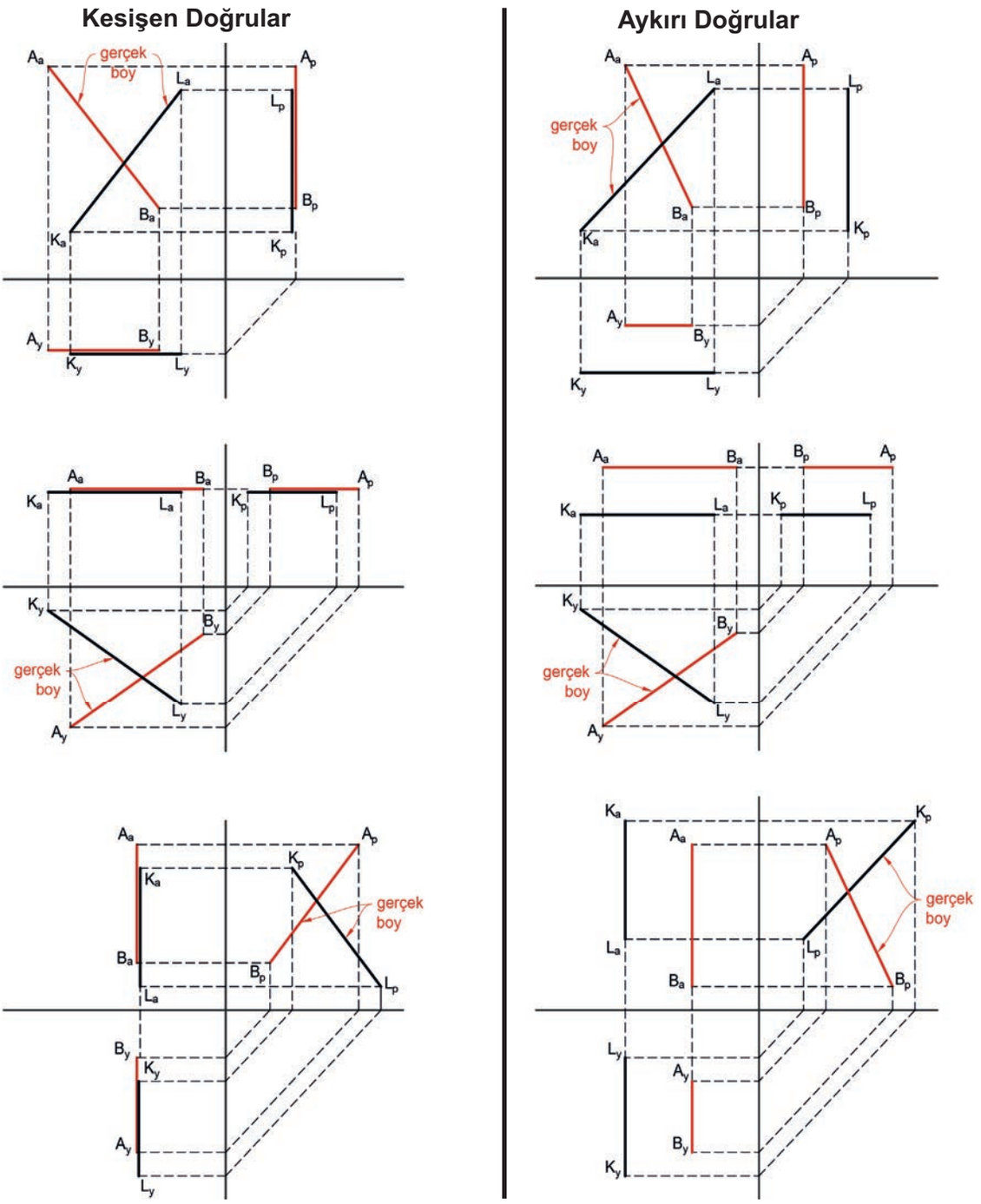
M noktası sadece bakış doğrultusuna göre doğruların çakışık gibi görüldüğü noktadır.

➤ Temel İzdüşüm Düzlemlerinin Biri Üzerinde Kesişen Görüntü Veren Doğrular

Örnekteki doğrulara ayrı ayrı bakıldığında **AB** ve **KL** doğrularının her biri paralel oldukları temel izdüşüm düzlemine göre birer **alın**, **yatay** ya da **profil** doğrularıdır (Şekil 1.52).

- ✦ İki doğru temel izdüşüm düzlemlerinin sadece biri üzerinde kesişen görüntü veriyorsa ve aynı doğruların diğer izdüşümleri **çakışık** ise bu doğrular **kesişen doğrulardır.**
- ✦ İzdüşümleri birbirine **paralel** ise bu doğrular **aykırı doğrulardır**.

Not: Her iki durumda da doğrular, kesişen görüntü verdikleri temel izdüşüm düzlemine **paralel**dir.



Şekil 1.52: Kesişen ve aykırı doğruların izdüşümü

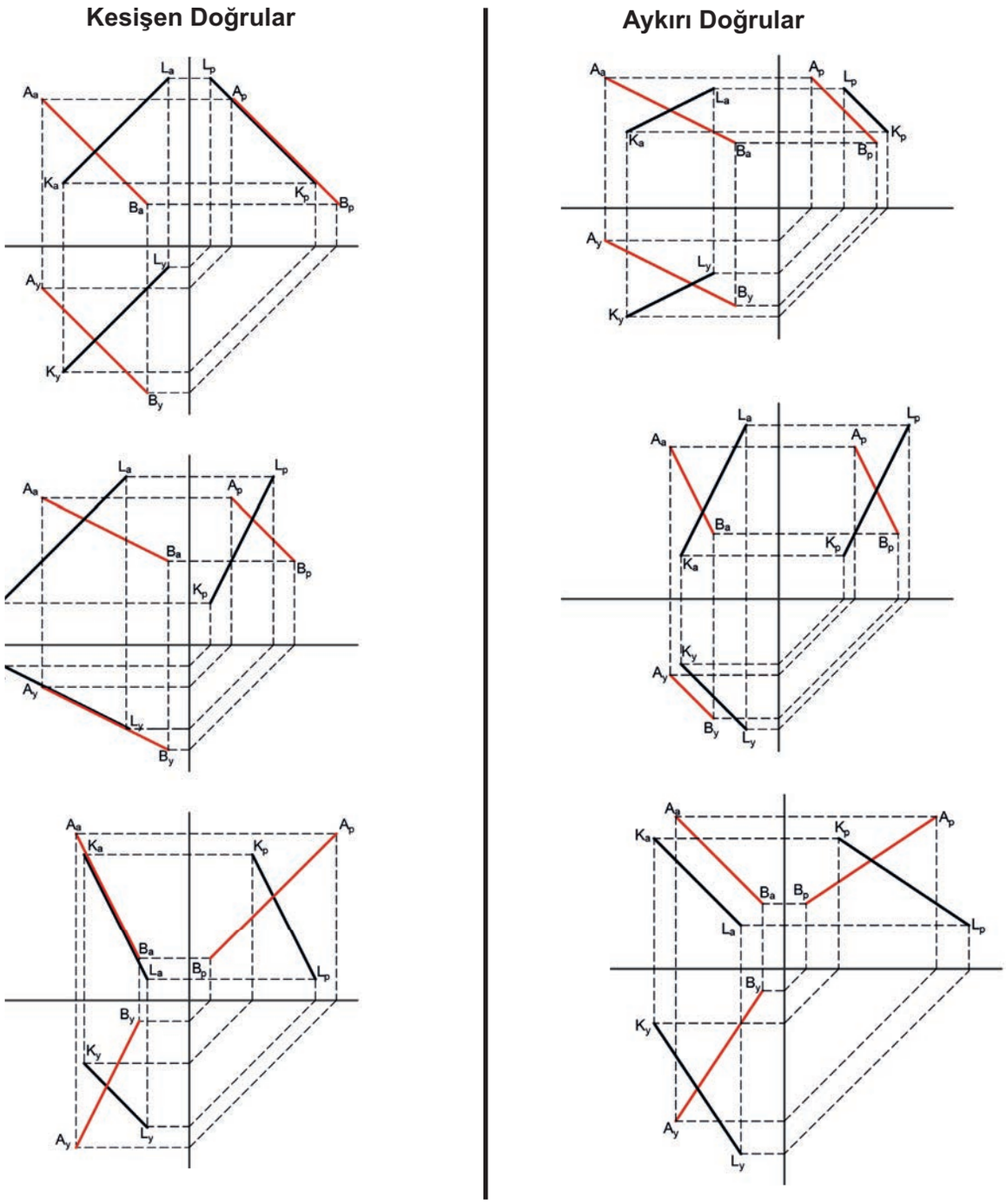
➤ Temel İzdüşüm Düzlemlerinin İkisi Üzerinde Kesişen Görüntü Veren Doğrular

İki doğru temel izdüşüm düzlemlerinin ikisi üzerinde kesişen görüntü veriyor ve diğer üçüncü temel izdüşüm düzleminde bu iki doğrunun;

» İzdüşümleri **çakışık** ise bu doğrular **kesişen doğrular**,

» İzdüşümleri birbirine **paralel** ise bu doğrular **aykırı doğrulardır** (Şekil 1.53).

Not: Her iki durumda da doğrular, uzayda gelişigüzel konumdadır.



Şekil 1.53: Kesişen ve aykırı doğruların izdüşümü

SIRA SİZDE
1.3.7a

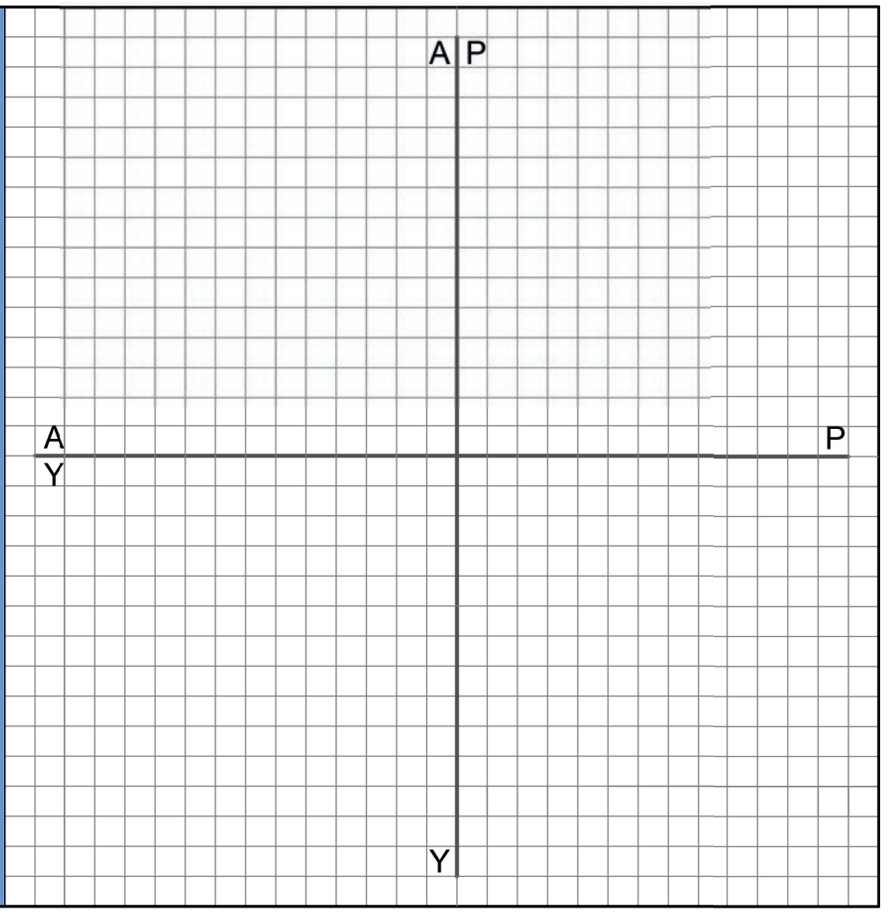
EF gelişigüzel bir doğru olup **KL yatay doğrusu** ile **M** noktasında kesişmektedir.

Bu verilere göre:

- **KL** doğrusunun verilmeyen **L** noktasının kotunu tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **EF** ve **KL** doğruları ile **M** kesim noktasını epürde gösteriniz.
- **M** kesim noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

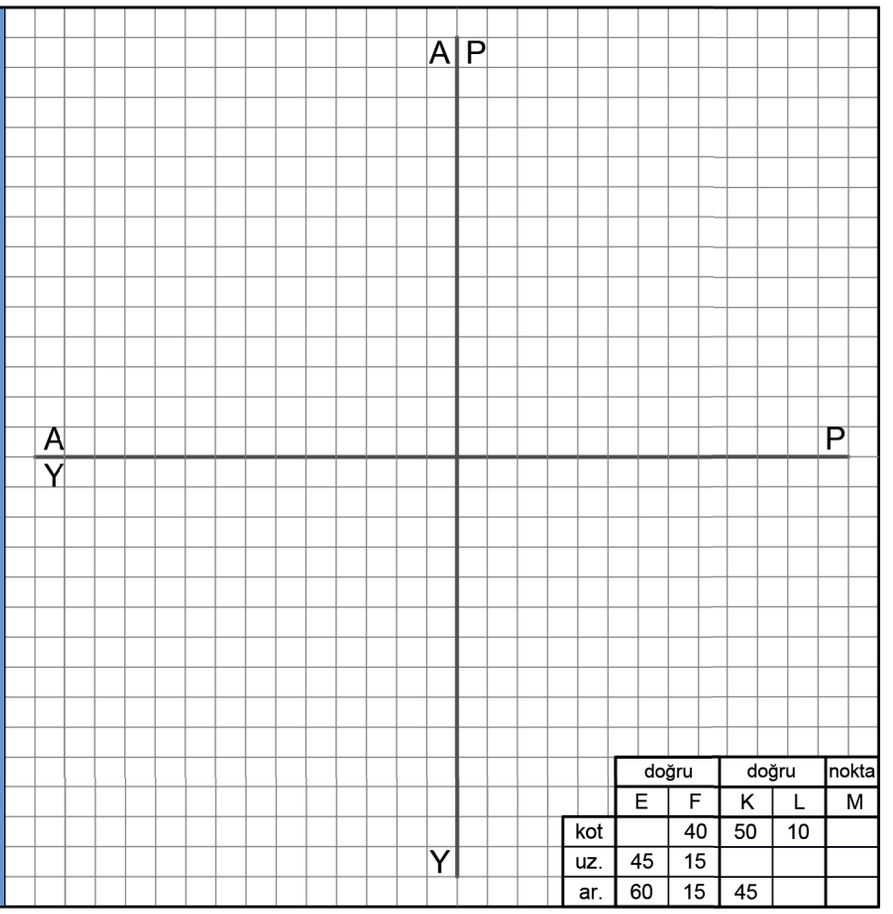
Ölçek: 1 kare □ = 3 birim

	doğru		doğru		nokta
	E	F	K	L	M
kot	24	6	19		
uz.	24	6	9	27	
ar.	36	0	33	15	



- **EF** doğrusunun **yatay doğrusu** olabilmesi için tabloda koordinatı verilmeyen **E** noktasının kotunu tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **EF** doğrusunu epürde gösteriniz.
- **KL** doğrusu **yataya dik** bir doğru olup bu doğrunun **L** noktasının aralık koordinatı verilmemiştir. Buna göre **L** noktasının **aralık** koordinatını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **KL** doğrusu **EF** doğrusu ile uzayda kesişmektedir. Bunu göz önünde bulundurarak **KL** doğrusunun epürdeki izdüşümlerini gösteriniz.
- **K** ve **L** noktalarının verilmeyen **uzaklık** değerlerini ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **EF** ve **KL** doğrularının **M** kesim noktasını epürde gösteriniz ve **M** kesim noktasının koordinatlarını koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



	doğru		doğru		nokta
	E	F	K	L	M
kot		40	50	10	
uz.	45	15			
ar.	60	15	45		

SIRA SİZDE

1.3.7b

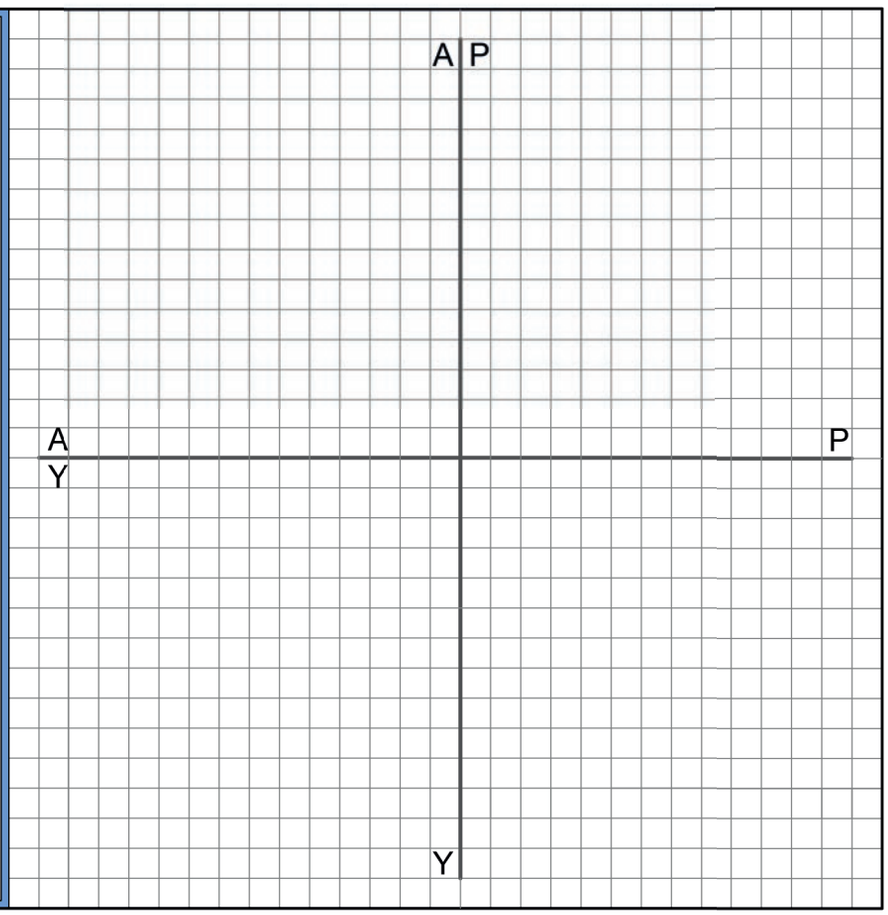
EF ve **KL** doğruları, yatay izdüşüm düzlemine **dik** ve birbirine paralel doğrulardır.
MN doğrusu, **EF** doğrusunu **M** noktasında; **KL** doğrusunu ise **N** noktasında kesen bir **yatay doğrusudur.**

Bu verilere göre:

- **EF** ve **KL** doğrularının verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **EF** ve **KL** doğrularını epürde gösteriniz.
- **MN** doğrusunun verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **MN** doğrusunu epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 6 birim

	doğru		doğru		doğru	
	E	F	K	L	M	N
kot	60	18	48	12	30	
uz.	30			18		
ar.		54	36			



KL doğrusu ⊥ **profil izdüşüm düzlemi,**

PR doğrusu ⊥ **yatay izdüşüm düzlemi,**

ST doğrusu ⊥ alın **izdüşüm düzlemidir.**

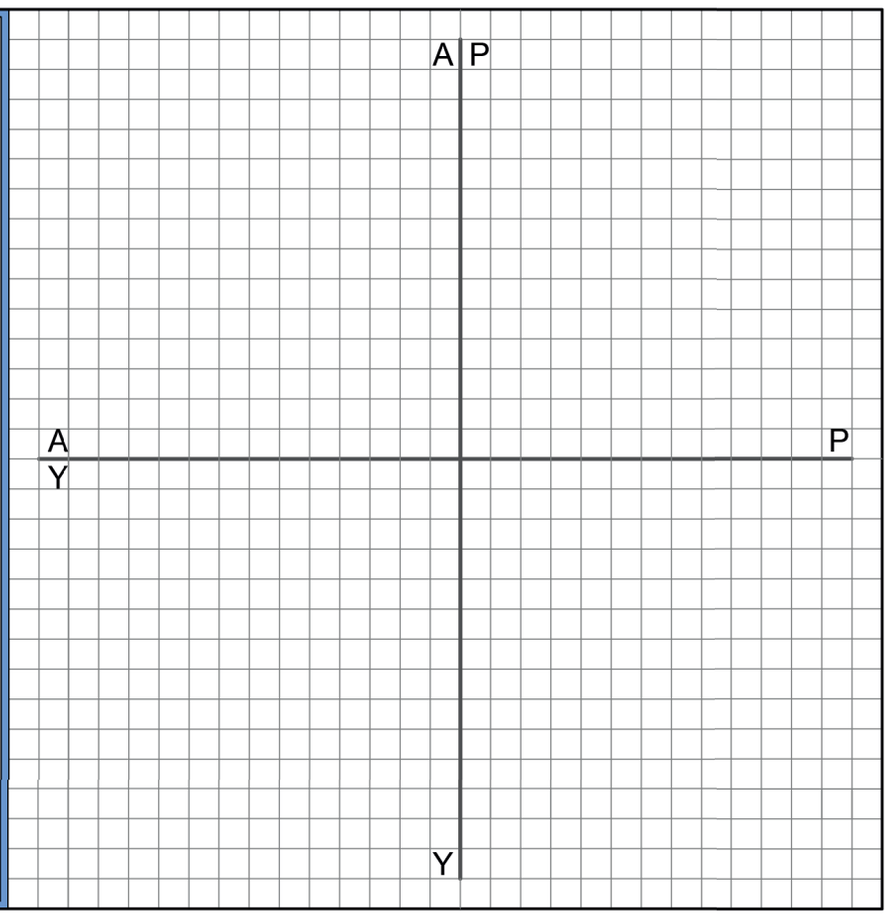
Bu üç doğru, uzayda birbirleriyle bir **M** noktasında kesişmektedir.

Bu verilere göre:

- Doğruların verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- Doğruların ve kesiştikleri **M** kesim noktasının izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **M** kesim noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru		doğru		nokta
	K	L	P	R	S	T	M
kot	25		50	15		25	
uz.		20	20		5	50	
ar.	60	15		45	45		

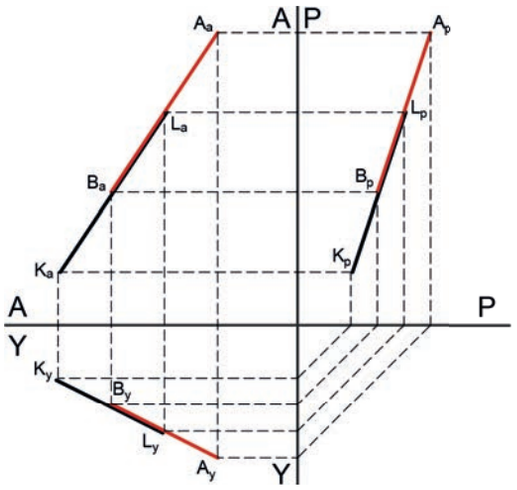


1.3.8. Çakışık Doğrular

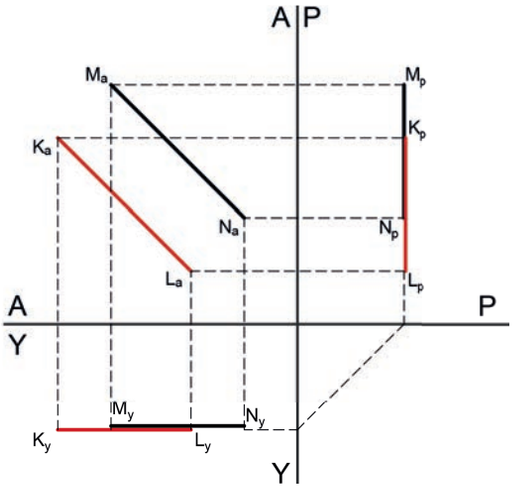
İki doğrunun iki noktası ortak ise diğer noktaları da ortaktır. Bu konumdaki doğrulara **çakışık doğrular** denir. Çakışık doğruların üç temel izdüşümü de çakışıktır.

İzdüşümlerin herhangi birinde çakışıklık görülmüyorsa o doğrular **çakışık** değildir. Diğer izdüşümlerinde görülen çakışıklık hâli sadece doğruların o izdüşüm düzlemine göre aynı doğrultuda arka arkaya olduğunu gösterir (Şekil 1.54).

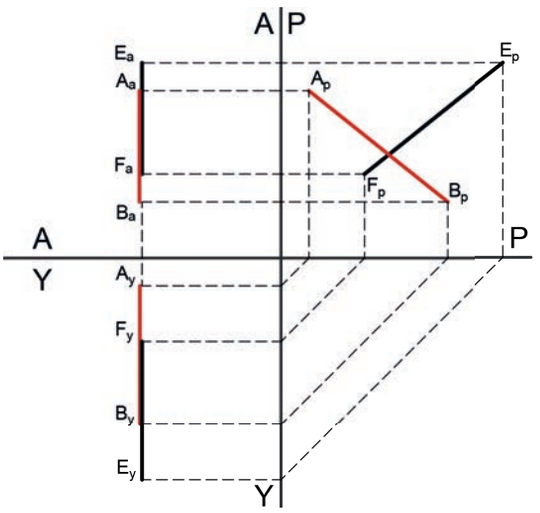
Doğruların çakışıklık hâli ile ilgili aşağıdaki örnek çizimleri inceleyiniz.



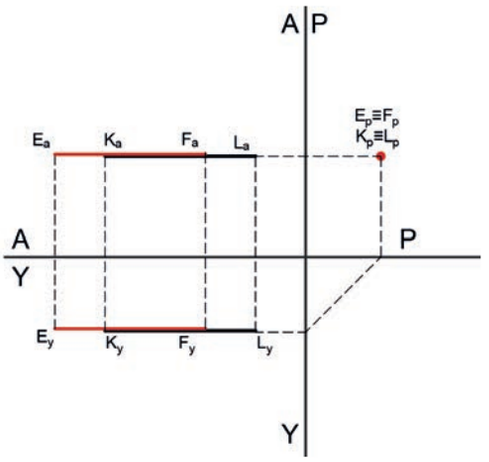
AB ve **KL** doğruları üç temel izdüşüm düzleminde de çakışık görüntü verdikleri için bu doğrular uzayda da **çakışıktır**.



KL ve **MN** doğruları üç temel izdüşüm düzleminde de **çakışık** görüntü vermedikleri için bu doğrular uzayda çakışık değildir. **Alın** izdüşümündeki **paralel** görüntü, bu doğruların uzaydaki konumunun **paralel** olduğunu göstermektedir.



AB ve **EF** doğruları üç temel izdüşüm düzleminde de **çakışık** görüntü vermedikleri için bu doğrular uzayda çakışık değildir. Profil izdüşümündeki **kesişen** görüntü, bu doğruların uzayda **kesişen doğrular** olduğunu göstermektedir.



EF ve **KL** doğruları **profile** dik doğrulardır. Bu doğruların **alın** ve **yatay** izdüşümleri ile **profil** izdüşümündeki nokta görüntüleri **çakışık** görüntü verdikleri için bu doğrular uzayda da **çakışıktır**.

Şekil 1.54: Çakışık görüntü veren doğruların izdüşümleri

SIRA SİZDE

1.3.8a

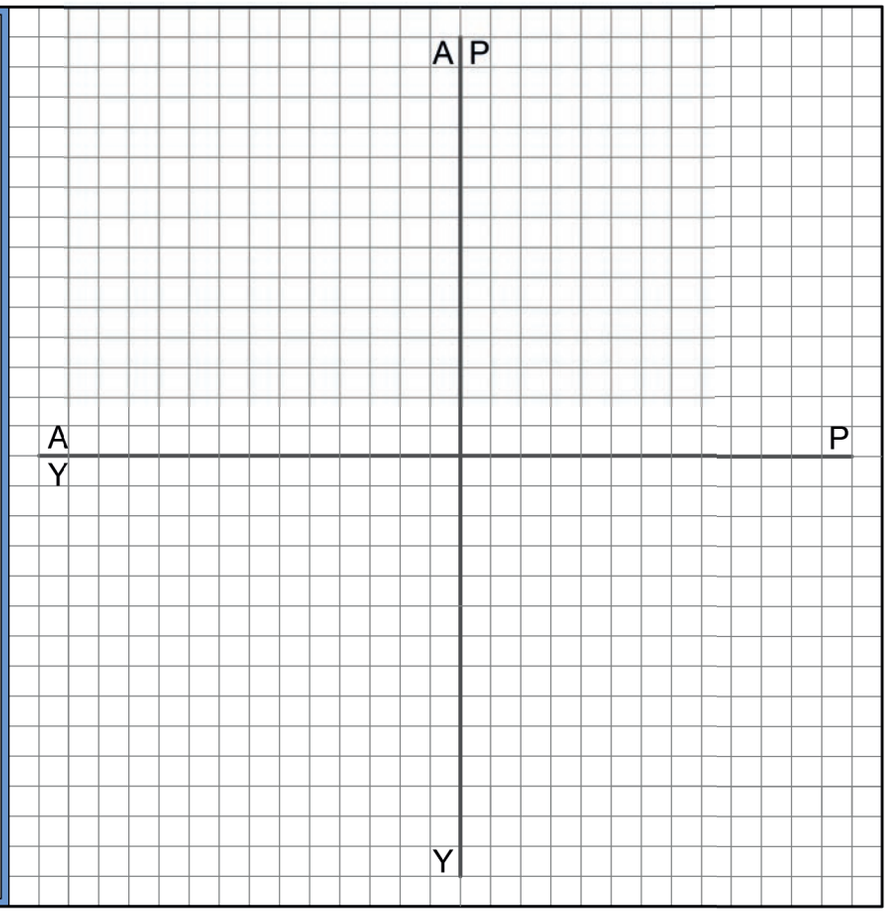
Koordinat tablosunda bazı koordinatları verilmeyen **AB** ve **KL** doğruları **çakışık doğrulardır.**

Buna göre:

- **AB ve KL** doğrularını epürde gösteriniz.
- Doğruların verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru	
	A	B	K	L
kot	50		10	
uz.	35		15	30
ar.	15	45	55	



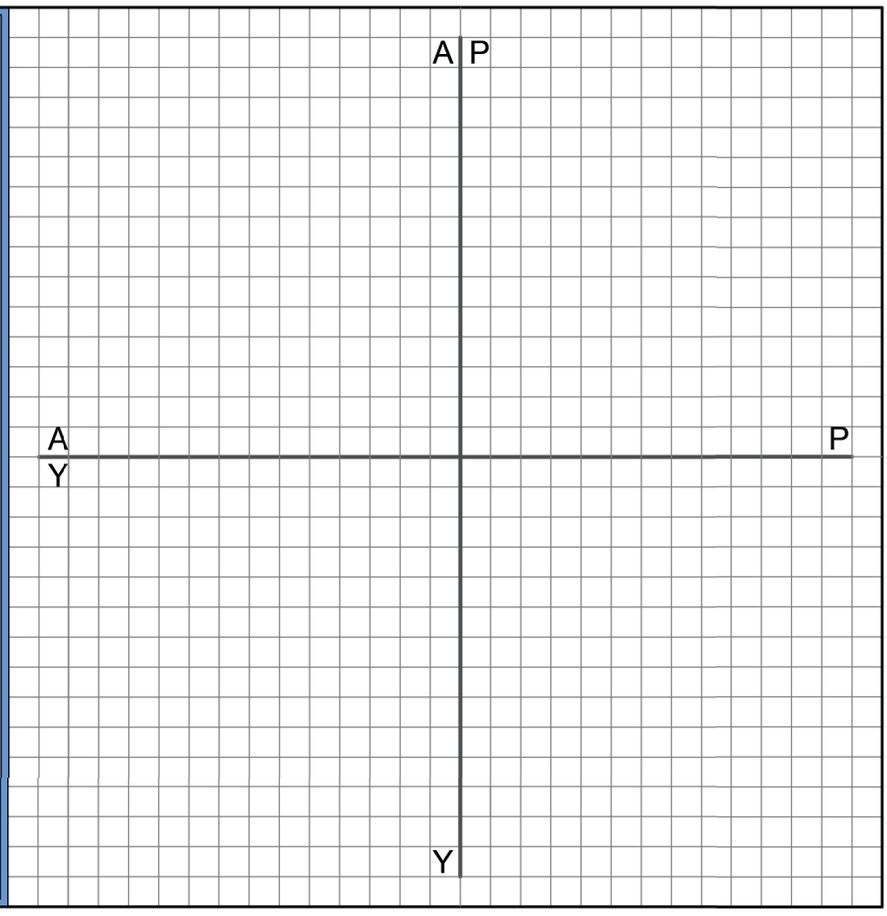
AB doğrusu, profil izdüşüm düzlemine dik bir doğru olup **KL** doğrusuyla da **çakışıktır**.

Buna göre:

- **AB** ve **KL** doğrularının verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** ve **KL** doğrularını epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru	
	A	B	K	L
kot		30		
uz.				25
ar.	65	25	50	10



SIRA SİZDE

1.3.8b

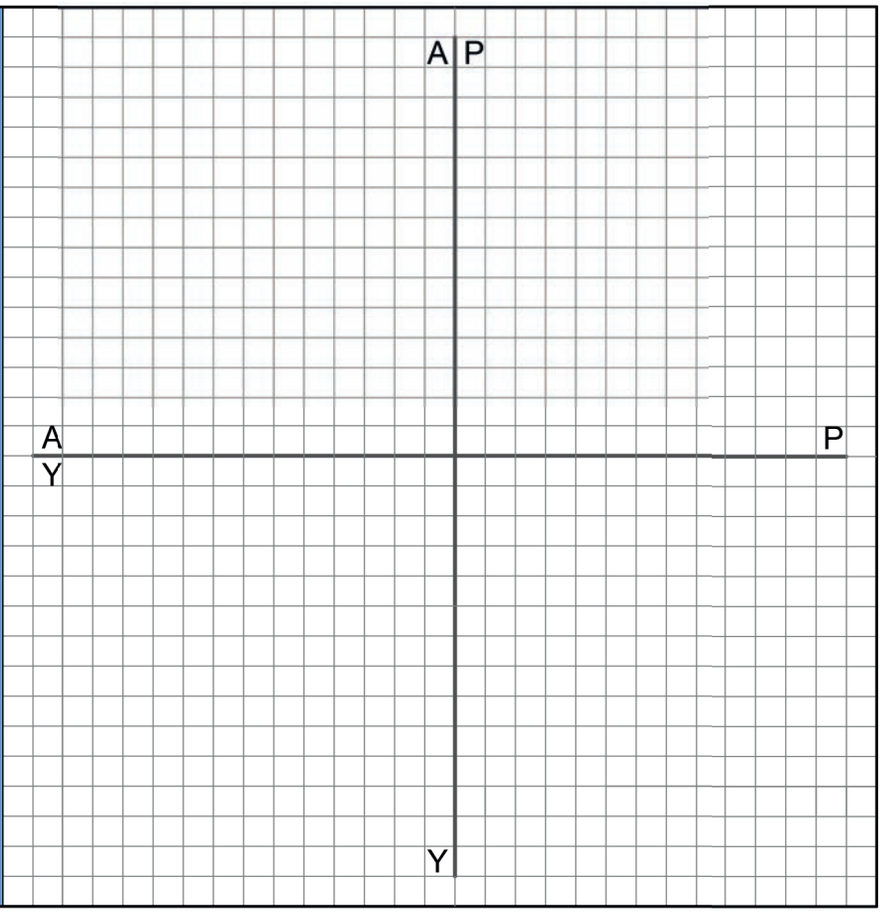
EF ve **MN** birbirine **çakışık** birer **yatay doğrusudur.**

Buna göre:

- Doğruların verilmeyen **kot** değerlerini belirleyerek bu doğruları epürde gösteriniz.
- Doğruların verilmeyen diğer koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru	
	E	F	M	N
kot			25	
uz.	30	10		20
ar.		10	55	25



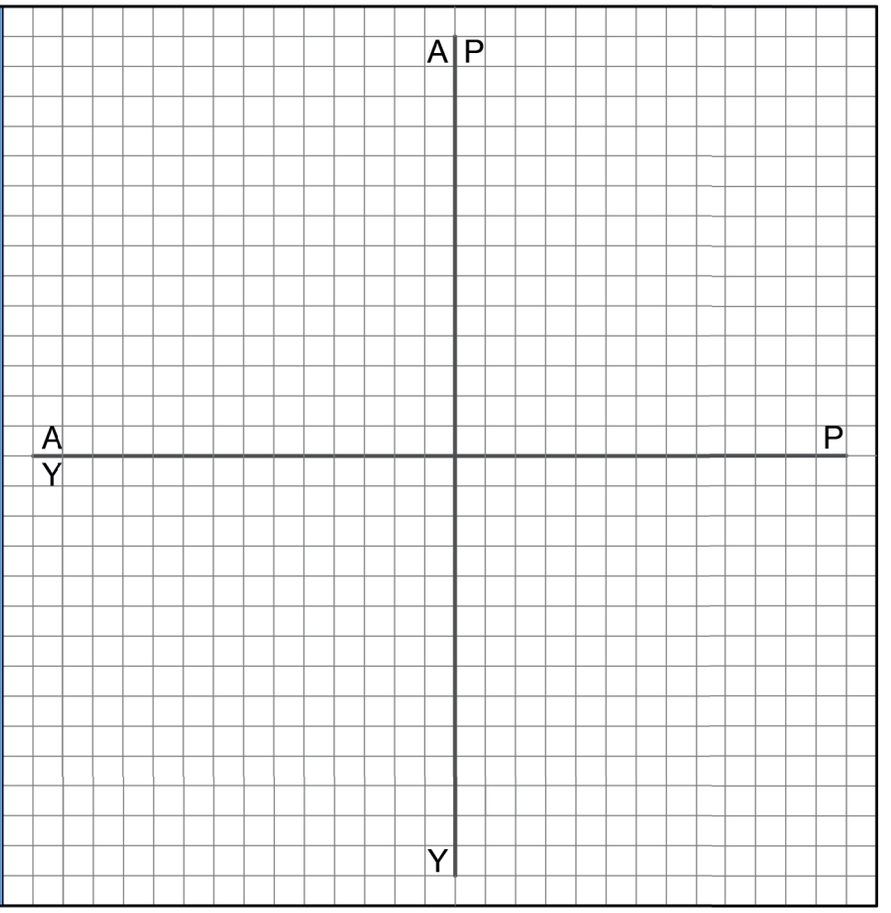
Koordinat tablosunda bazı koordinatları verilmeyen **EF** ve **MN** doğruları **çakışık doğrulardır.**

Buna göre:

- **EF ve MN** doğrularını epürde gösteriniz.
- Doğruların verilmeyen diğer koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru	
	E	F	M	N
kot		55	25	
uz.	15	30	20	35
ar.	55			15



SIRA SİZDE

1.3.8c

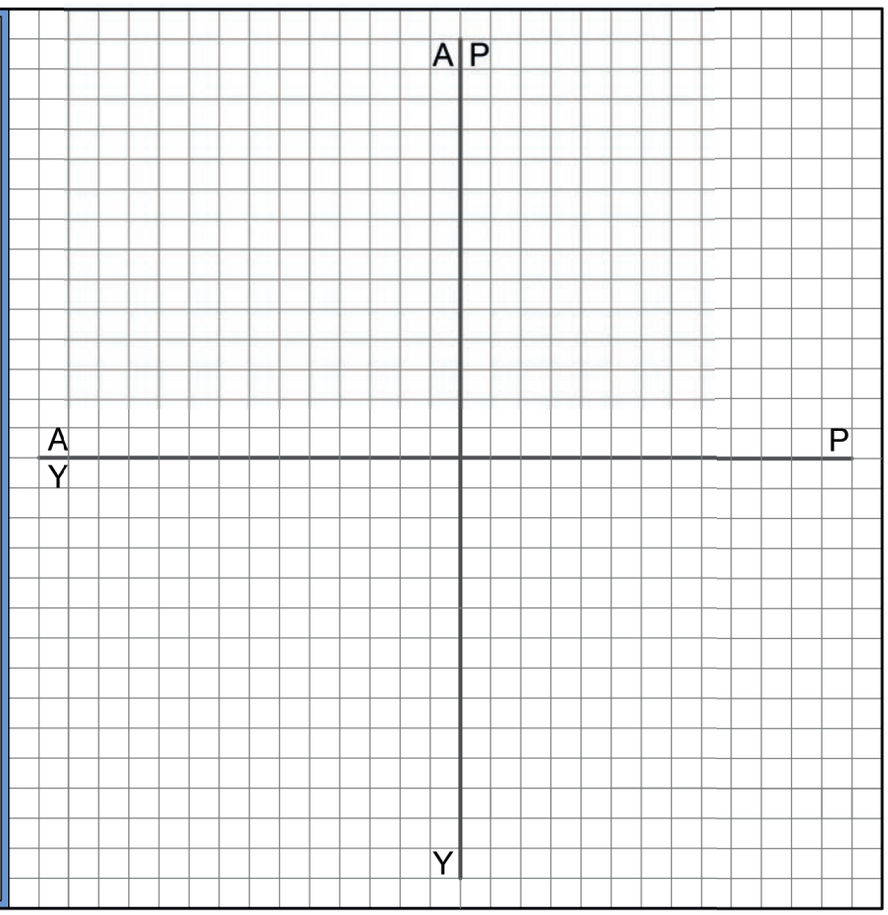
Koordinat tablosunda bazı koordinatları verilmeyen **KL** ve **MN** doğruları **çakışık doğrulardır**.
AB doğrusu ise bu doğrular ile **KL** doğrusunun **L** noktasında kesişen **yataya** dik bir doğrudur.

Buna göre:

- **KL** ve **MN** doğrularını epürde gösteriniz.
- Doğruların verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunun verilmeyen koordinatlarını tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunu epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru		doğru	
	M	N	K	L	A	B
kot	50		10		55	15
uz.	35		15	30		
ar.	55	25	15			



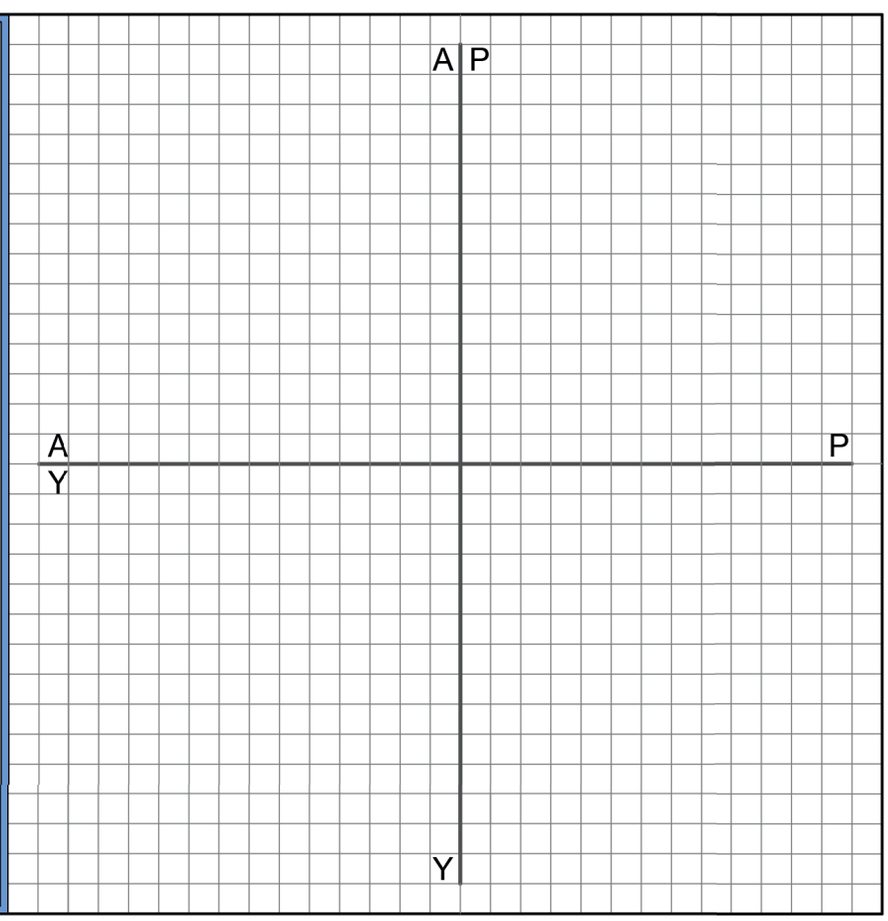
Koordinat tablosunda bazı koordinatları görülen **KL** ve **MN** doğruları **çakışık doğrulardır**. Bu doğrular, bir **alın doğrusu** olan **AB** ile koordinatları verilen **P** noktasında kesişmektedir.

Buna göre:

- **KL ve MN** doğrularını epürde gösteriniz.
- **KL ve MN** doğrularının verilmeyen koordinatlarını ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunun uzaklık değerlerini koordinat tablosuna yazınız.
- **AB** doğrusunu epürde gösteriniz.
- **A** noktasının aralık değerini ölçek yardımıyla tespit ederek koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	doğru		doğru		doğru		nokta
	K	L	M	N	A	B	P
kot	20		25		60	10	30
uz.		20		10			40
ar.	65			15		35	45



1.3.9. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel ya da Dik Konumlu Doğrular

Aynı düzlem üzerinde bulunan ve hiçbir ortak noktası bulunmayan doğrulara **paralel doğrular** denir.

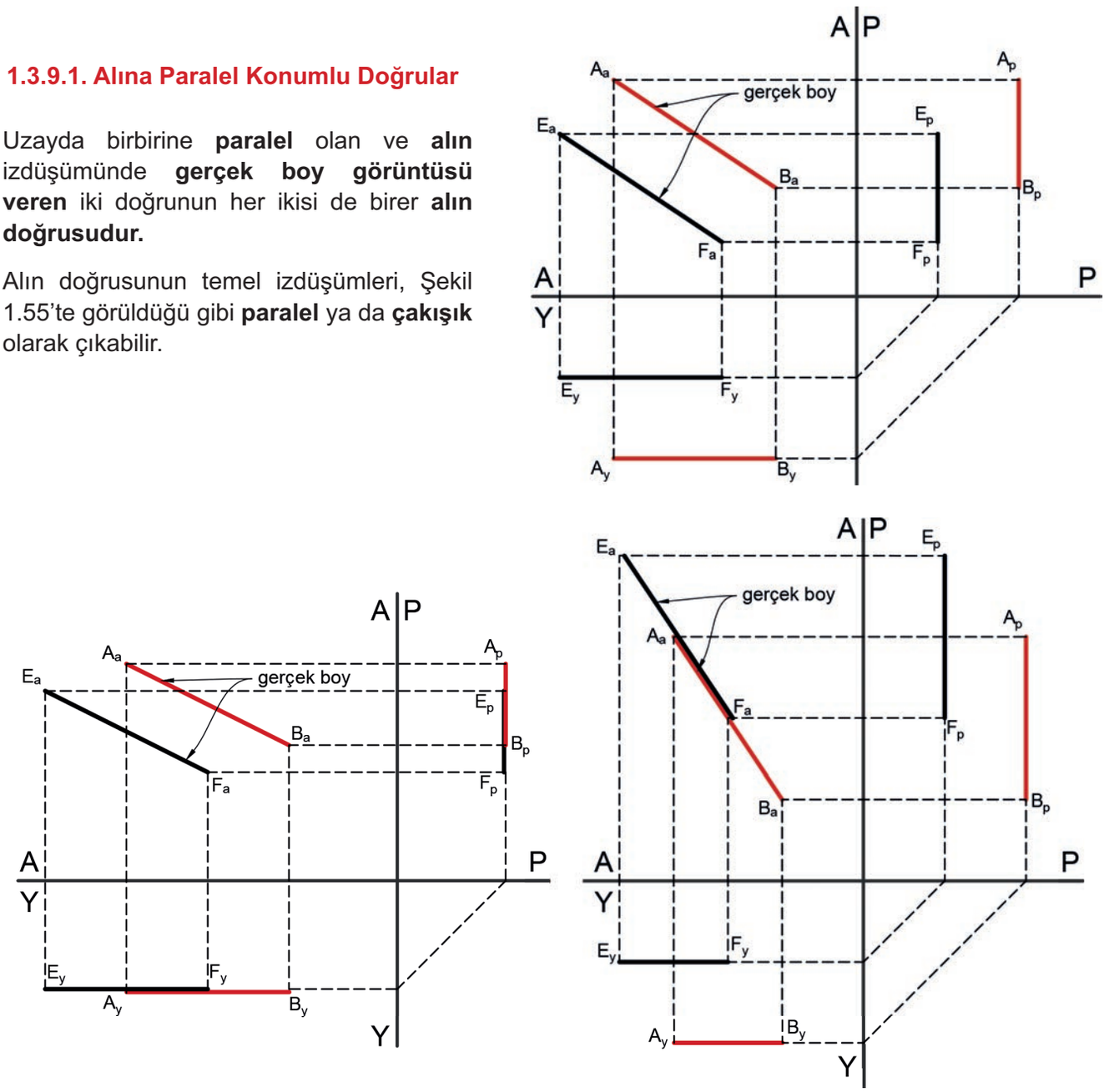
Paralel doğruların temel izdüşümleri, uzayda birbirleriyle olan konumlarına göre;

- Temel izdüşüm düzlemlerinde izdüşümleri birbirine **paralel**,
- İzdüşüm düzlemlerinden birinde ya da ikisinde izdüşümleri birbirine **çakışık**,
- Temel izdüşüm düzlemlerinin herhangi birinde her ikisinin de izdüşümü **nokta** görüntüsünde olabilir.

1.3.9.1. Alına Paralel Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** olan ve **alın** izdüşümünde **gerçek boy görüntüsü veren** iki doğrunun her ikisi de birer **alın doğrusudur.**

Alın doğrusunun temel izdüşümleri, Şekil 1.55'te görüldüğü gibi **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.

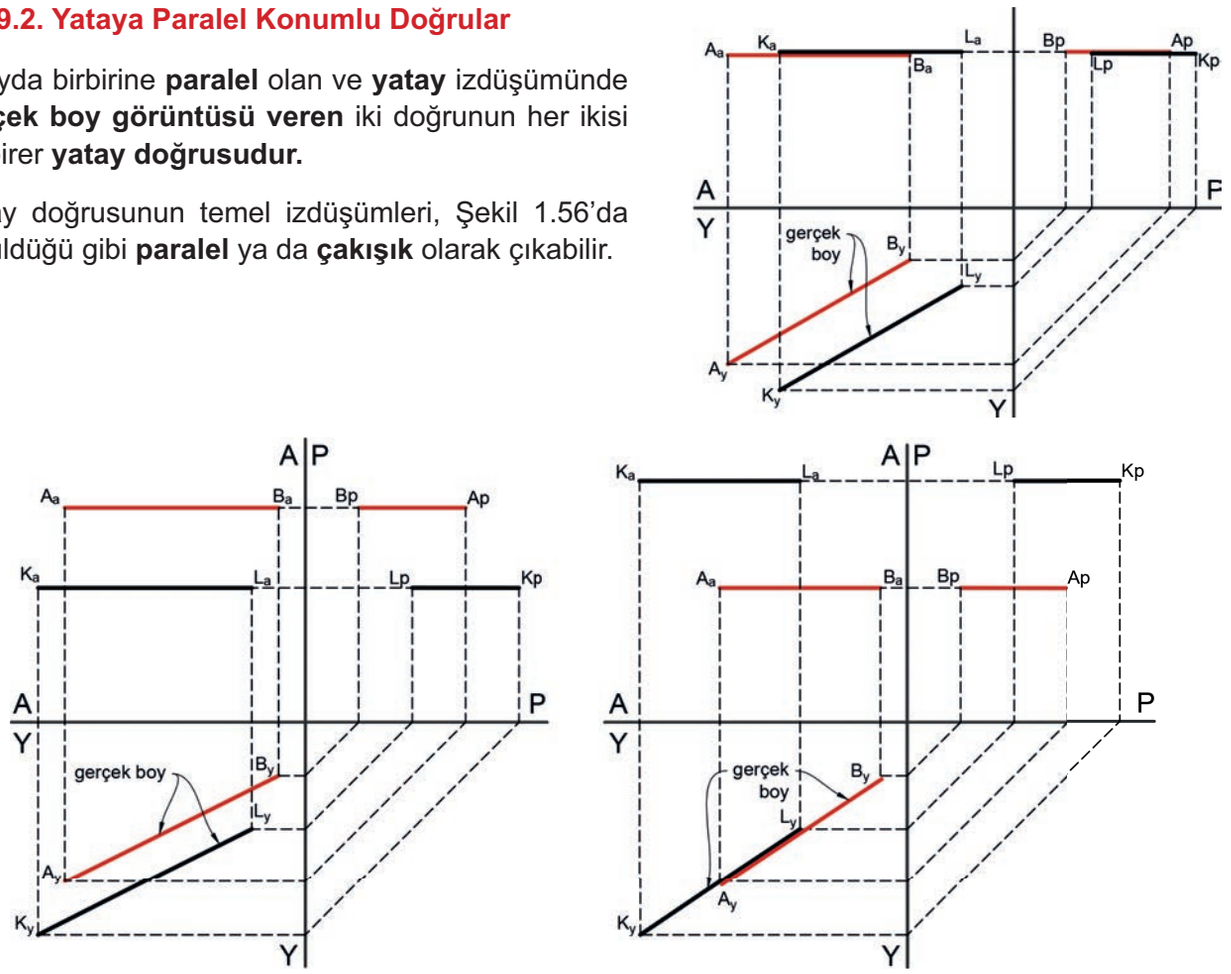


Şekil 1.55: Alın izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri

1.3.9.2. Yataya Paralel Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** olan ve **yatay** izdüşümünde **gerçek boy görüntüsü veren** iki doğrunun her ikisi de birer **yatay doğrusudur.**

Yatay doğrusunun temel izdüşümleri, Şekil 1.56'da görüldüğü gibi **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.

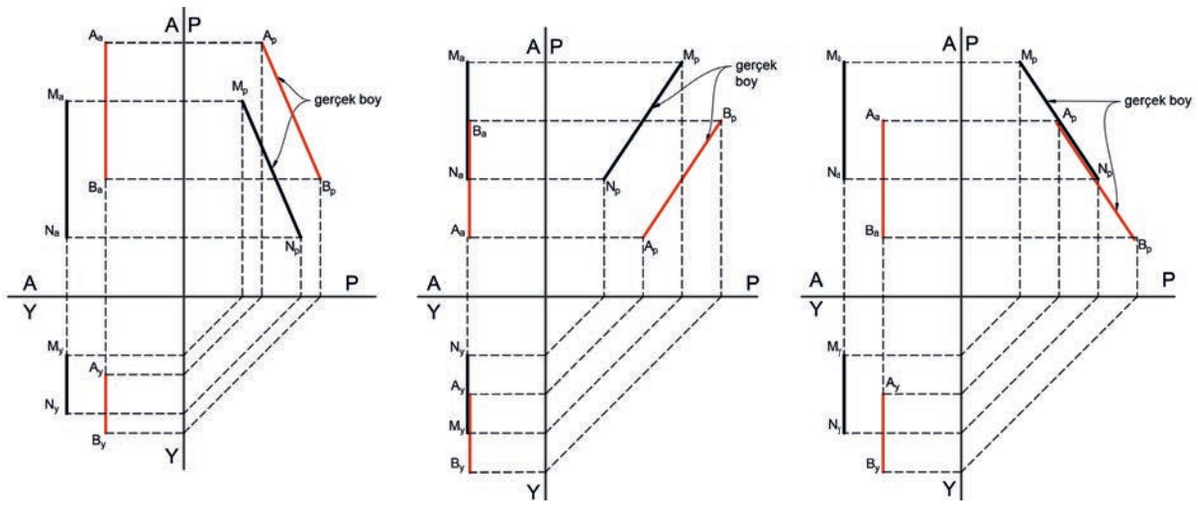


Şekil 1.56: Yatay izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri

1.3.9.3. Profile Paralel Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** olan ve **profil** izdüşümünde **gerçek boy görüntüsü veren** iki doğrunun her ikisi de birer **profil doğrusudur.**

Profil doğrusunun temel izdüşümleri, Şekil 1.57'de görüldüğü gibi **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.

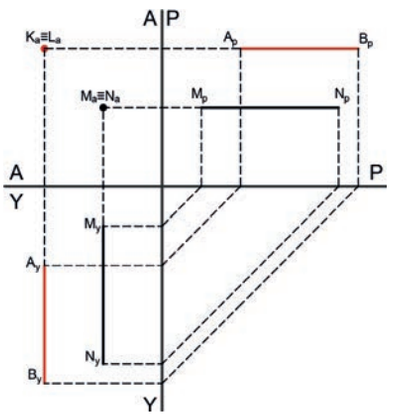


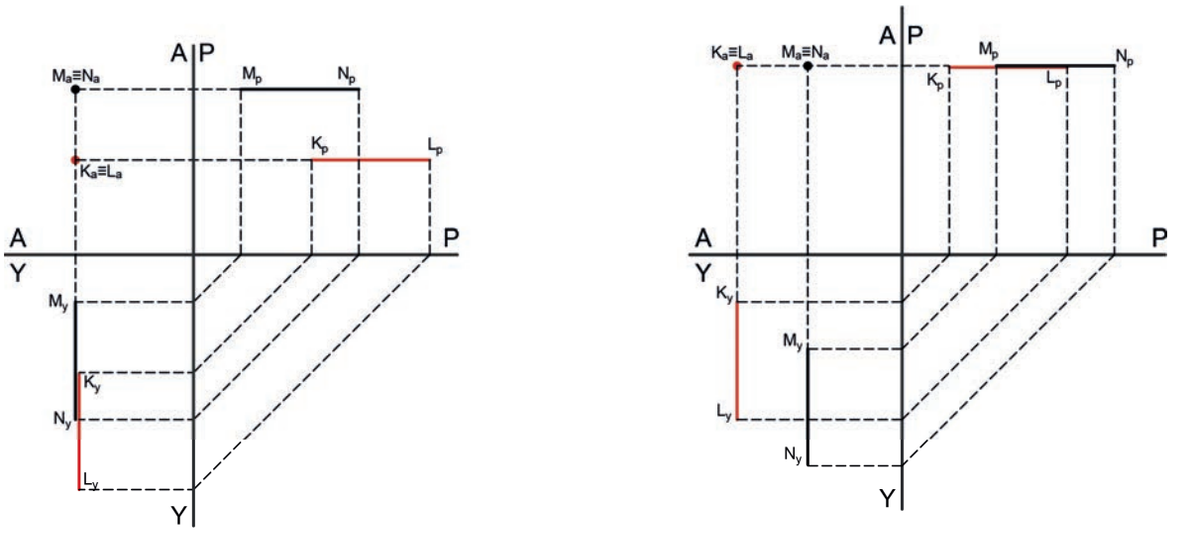
Şekil 1.57: Profil izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri

1.3.9.4. Alına Dik Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** ve **alına dik** olan iki doğrunun her ikisi de **alın izdüşümünde nokta görüntüsündedir.**

Diğer temel izdüşümleri, Şekil 1.58'de görüldüğü gibi birbirine **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.



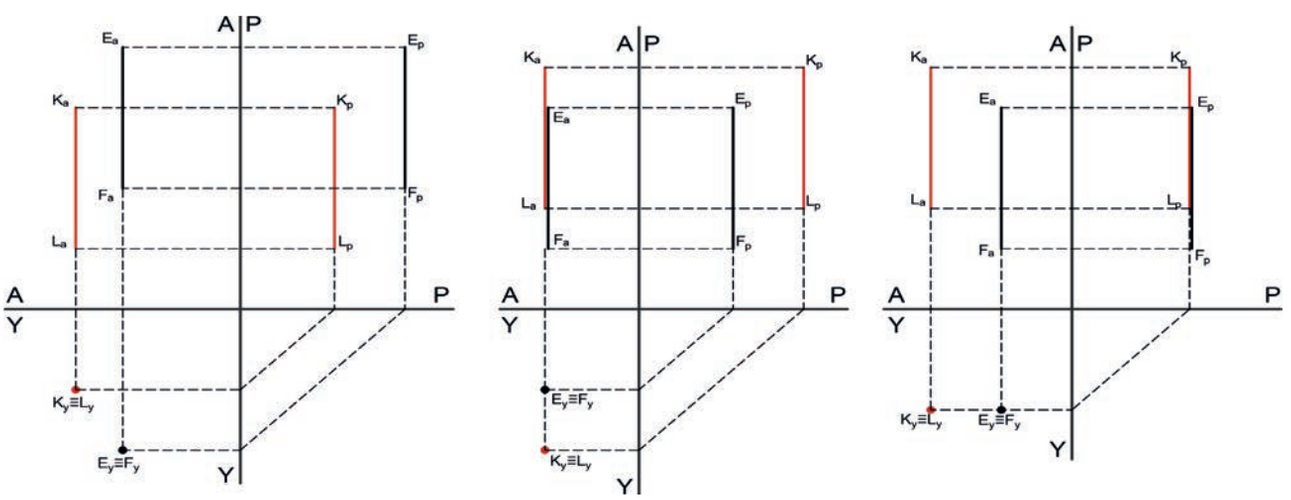


Şekil 1.58: Alın izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri

1.3.9.5. Yataya Dik Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** ve **yataya dik** olan iki doğrunun her ikisi de **yatay izdüşümünde nokta görüntüsündedir.**

Diğer temel izdüşümleri, Şekil 1.59'da görüldüğü gibi birbirine **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.

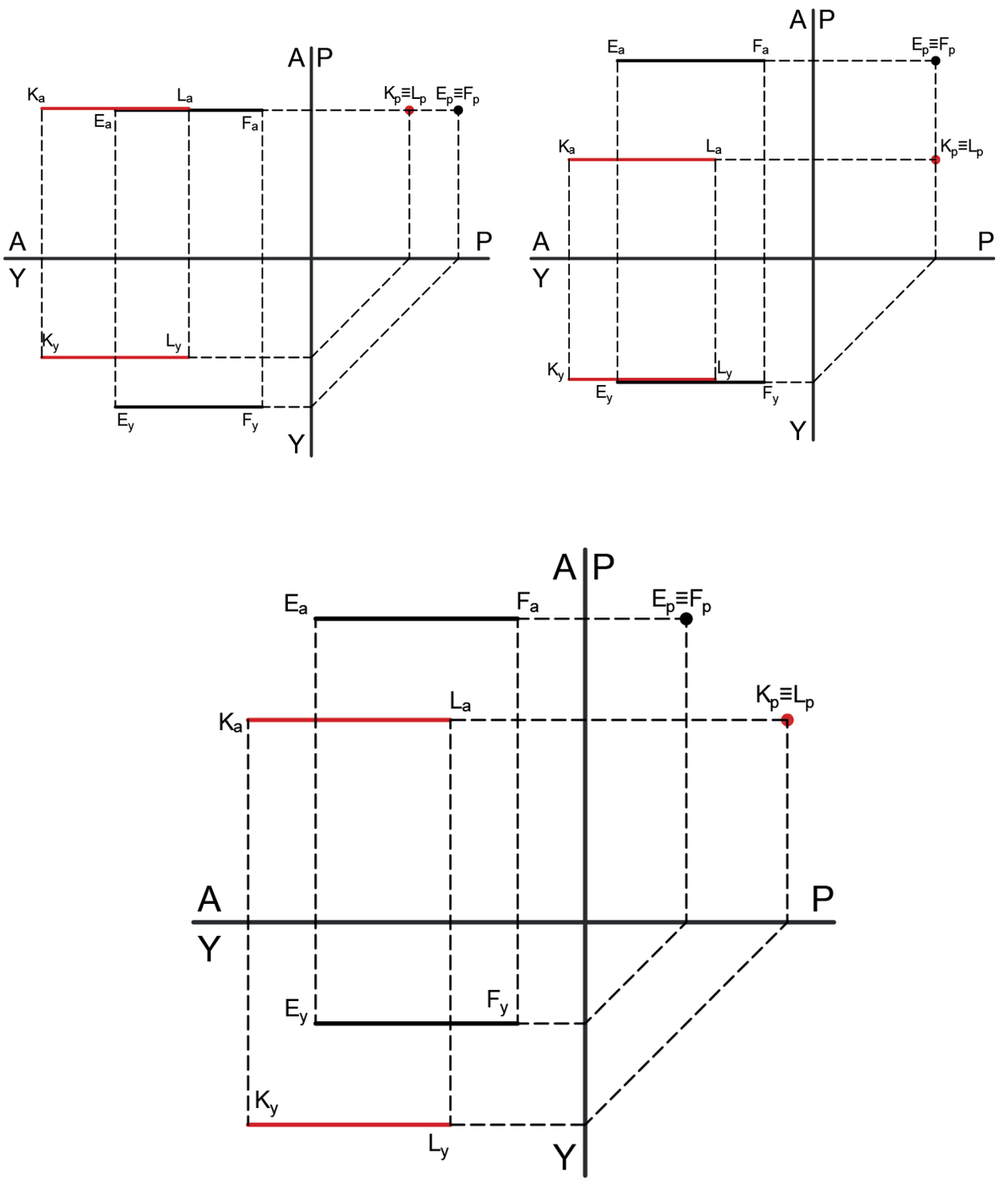


Şekil 1.59: Yatay izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri

1.3.9.6. Profile Dik Konumlu Doğrular

Uzayda birbirine **paralel** ve **profile dik** olan iki doğrunun her ikisi de **profil izdüşümünde nokta görüntüsündedir.**

Diğer temel izdüşümleri, Şekil 1.60'ta görüldüğü gibi birbirine **paralel** ya da **çakışık** olarak çıkabilir.



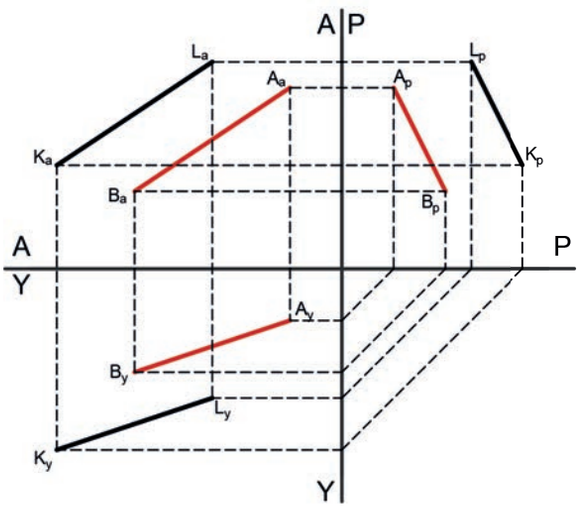
Şekil 1.60: Profil izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri

1.3.9.7. Gelişigüzel Konumlu Paralel Doğrular

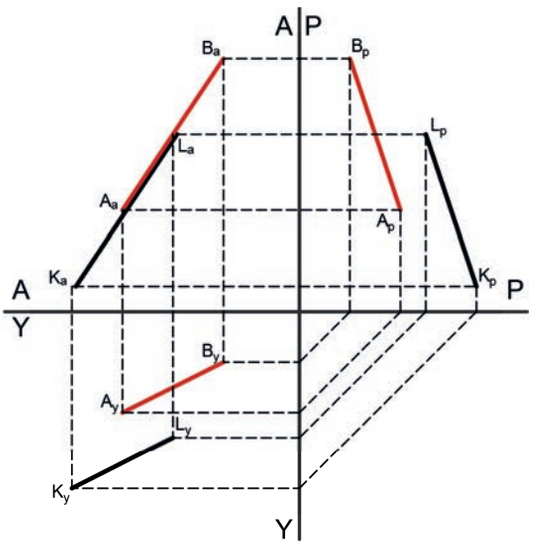
Temel izdüşüm düzlemlerinde gerçek boy ve nokta görüntüsü vermeyen ancak uzayda birbirlerine paralel olan doğrulardır.

Bu doğruların izdüşümleri;

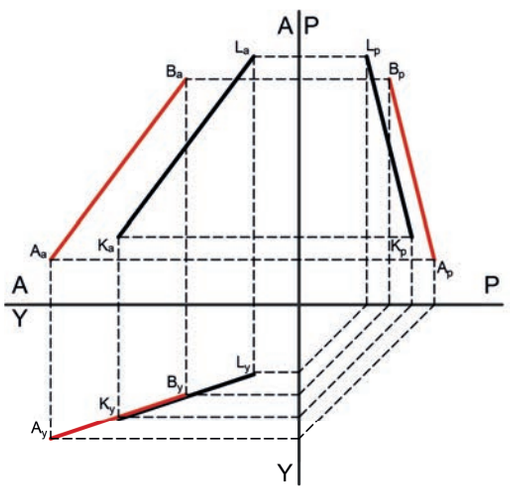
- » Her üç temel izdüşüm düzleminde de birbirlerine paralel,
- » Temel izdüşüm düzlemlerinin ikisinde birbirlerine paralel, üçüncüsünde ise çakışık olarak çıkarlar (Şekil 1.61).



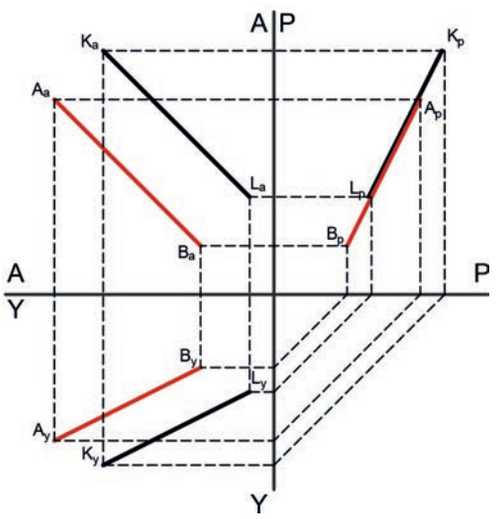
Uzayda birbirine **paralel** olan **AB** ve **KL** doğruları **gelişigüzel** bir düzlem üzerinde olduğu için **AB** ve **KL** doğrularının temel izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri de birbirine **paralel** olur.



AB ve **KL** doğruları, uzayda birbirine paralel olup alına dik bir düzlem üzerindedir. Bu nedenle bu doğruların **alın** izdüşümleri **çakışıktır.**



AB ve **KL** doğruları, uzayda birbirine paralel olup **yataya dik** bir düzlem üzerindedir. Bu nedenle bu doğruların **yatay** izdüşümleri **çakışıktır.**



AB ve **KL** doğruları, uzayda birbirine paralel olup **profile dik** bir düzlem üzerindedir. Bu nedenle bu doğruların **profil** izdüşümleri **çakışıktır**.

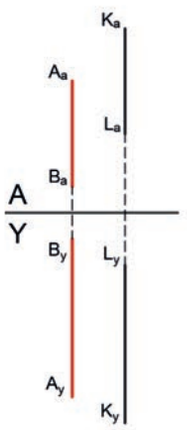
Şekil 1.61: Gelişigüzel konumlu paralel doğruların izdüşümleri

1.3.10. Doğrularda Paralellik Kontrolü

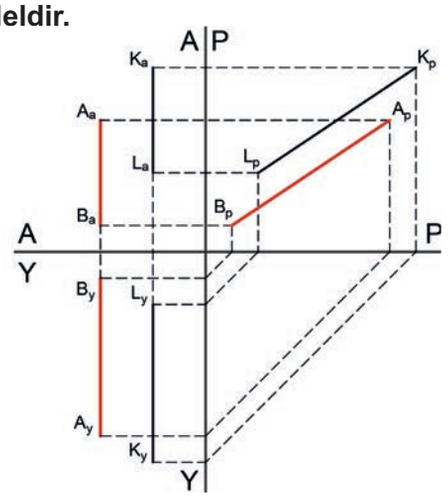
Şekil 1.62'de görüldüğü gibi iki temel izdüşümü verilmiş ve bu izdüşümlerde **paralel görüntü** veren **AB** ve **KL** doğruları için sadece bu görüntülere bakılarak bunların **paralel doğrular** olduğunun söylenmesi mümkün değildir. Paralel doğrular olabilecekleri gibi **aykırı doğrular** da olabilirler. Bunun anlaşılabilmesi için doğruların üçüncü temel izdüşümü çizilerek paralellik koşullarının aranması gerekir.

Şekil 1.62'de **alın** ve **yatay** izdüşümleri verilen **AB** ve **KL** doğrularının çizilen profil izdüşümünde doğrular **paralel görüntü** vermektedir (Şekil 1.63).

Bu durumda **AB** ve **KL** doğruları uzayda da birbirine **paraleldir.**



Şekil 1.62: İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular

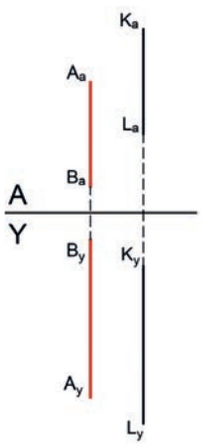


Şekil 1.63: Paralel doğruların izdüşümü

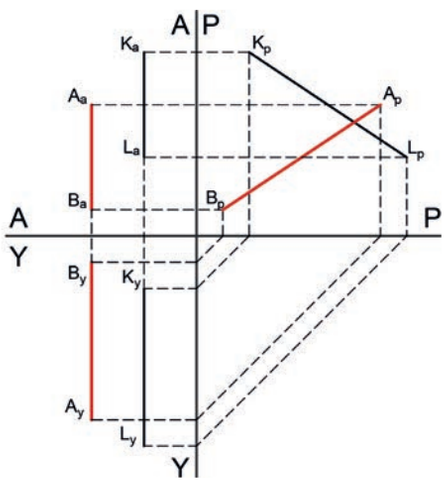
Şekil 1.64'te de **AB** ve **KL** doğruları, **alın** ve **yatay** izdüşümlerinde **paralel görüntü** vermektedir. Şekil 1.65'te görüldüğü gibi **AB** ve **KL** doğrularının çizilen **profil** izdüşümünde doğrular **kesişen bir görüntü** vermektedir.

Her üç temel izdüşüm düzlemine bakıldığında **AB** ve **KL** doğrularında **paralel doğrular** ya da **kesişen doğruların** koşullarının olmadığı görülür.

Bu bilgilerden yola çıkılarak bu doğruların profil izdüşüm düzlemi üzerinde **gerçek boy görüntüsü vermeyen iki aykırı doğru** olduğu sonucuna varılır.



Şekil 1.64: İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular

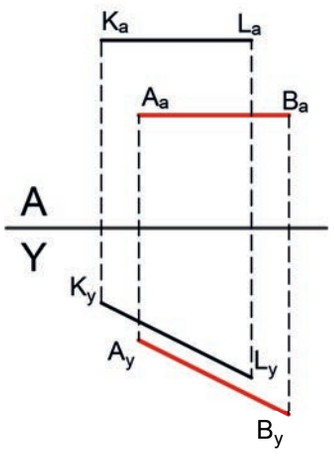


Şekil 1.65: Aykırı doğruların izdüşümü

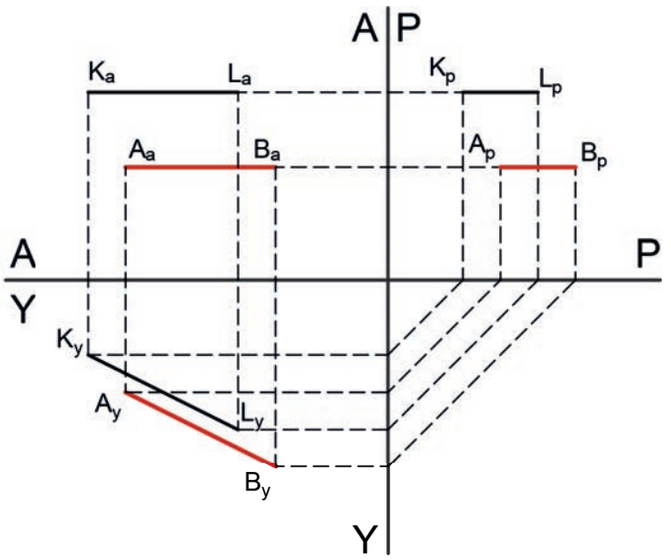
Şekil 1.62 ve 1.64'te verilen alın ve yatay izdüşümlerine bakıldığında bu izdüşümlerin temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitine **paralel** oldukları görülür. Ancak Şekil 1.66'da görüldüğü gibi doğruların izdüşümleri bir izdüşümde temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitine paralel, diğerinde değilse ve doğrular bu izdüşümlerinde birbirine **paralel** iseler üçüncü temel izdüşüme bakılmadan bunların uzayda birbirine **paralel doğrular** olduğu söylenebilir.

Temel izdüşüm düzlemlerine paralel doğruların özellikleri hatırlandığında buradaki **AB** ve **KL** doğrularının birer **yatay doğrusu** olduğu açıkça görülür. Bunların profil **izdüşümleri** de **alın-profil** arakesitine paralel olacağı için doğrular **profil izdüşüm görüntülerinde** birbirlerine **paralel** olurlar.

Şekil 1.67'deki izdüşümler incelendiğinde **AB** ve **KL** doğrularında **paralellik koşulları** açıkça görülmektedir.



Şekil 1.66: İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular



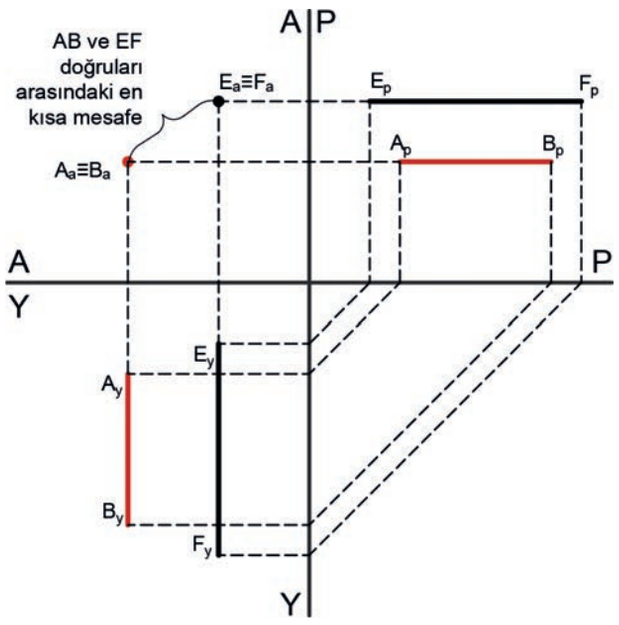
Şekil 1.67: Paralel doğruların izdüşümü

1.3.11. Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık

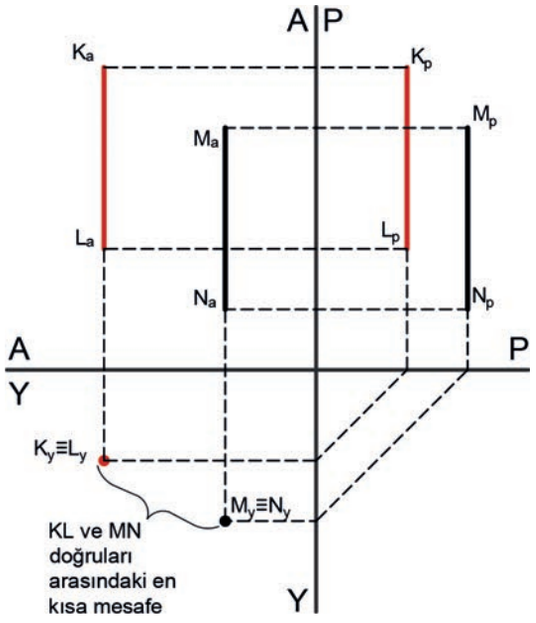
Birbirine paralel iki doğrunun nokta görüntüleri arasındaki uzaklık bu doğrular arasındaki uzaklığı, bir başka deyişle en kısa mesafeyi verir.

1.3.11.1. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Dik Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık

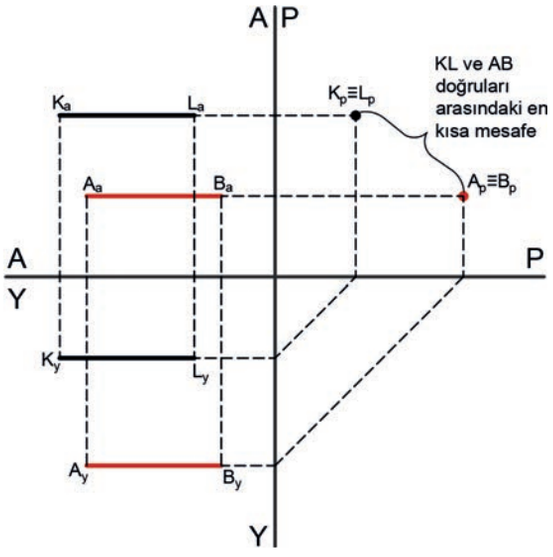
Temel izdüşüm düzlemlerine dik konumlu paralel doğrularda doğruların her ikisi de zaten bir temel izdüşüm düzlemi üzerinde **nokta görüntüsü** vereceği için o temel izdüşüm düzlemi üzerinde bulunan **nokta görüntüleri arasındaki uzaklık** uzayda birbirine paralel olan doğrular arasındaki uzaklıktır. Bir başka deyişle uzayda **doğrular arasındaki en kısa mesafedir** (Şekil 1.68-1.70).



Şekil 1.68: Alına dik iki doğru arasındaki en kısa mesafe



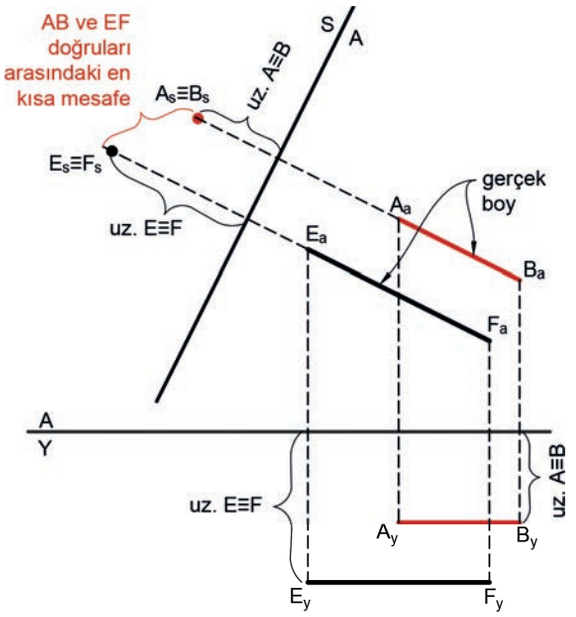
Şekil 1.69: Yataya dik iki doğru arasındaki en kısa mesafe



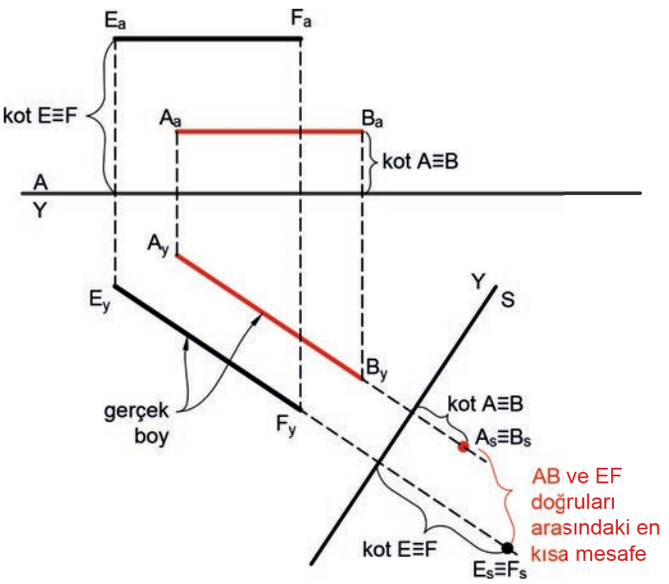
Şekil 1.70: Profile dik iki doğru arasındaki en kısa mesafe

1.3.11.2. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık

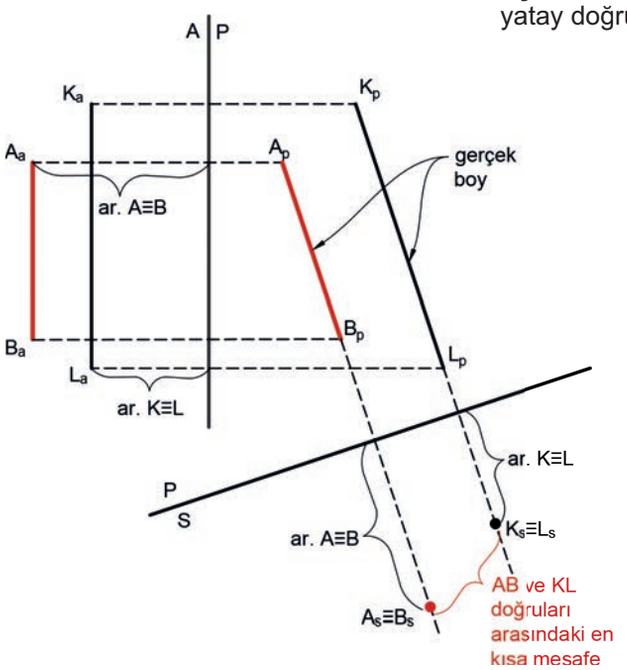
- Temel izdüşüm düzlemlerine paralel konumlu paralel doğruların **gerçek boy görüntüsü veren**, temel izdüşüm düzlemine dik olan I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde nokta görüntüleri bulunur.
- Bu nokta görüntüleri arasındaki uzaklık uzayda birbirine paralel olan doğrular arasındaki uzaklıktır. Bir başka deyişle uzayda **doğrular arasındaki en kısa mesafedir** (Şekil 1.71-1.73).



Şekil 1.71: Birbirine paralel iki alın doğrusu arasındaki uzaklık



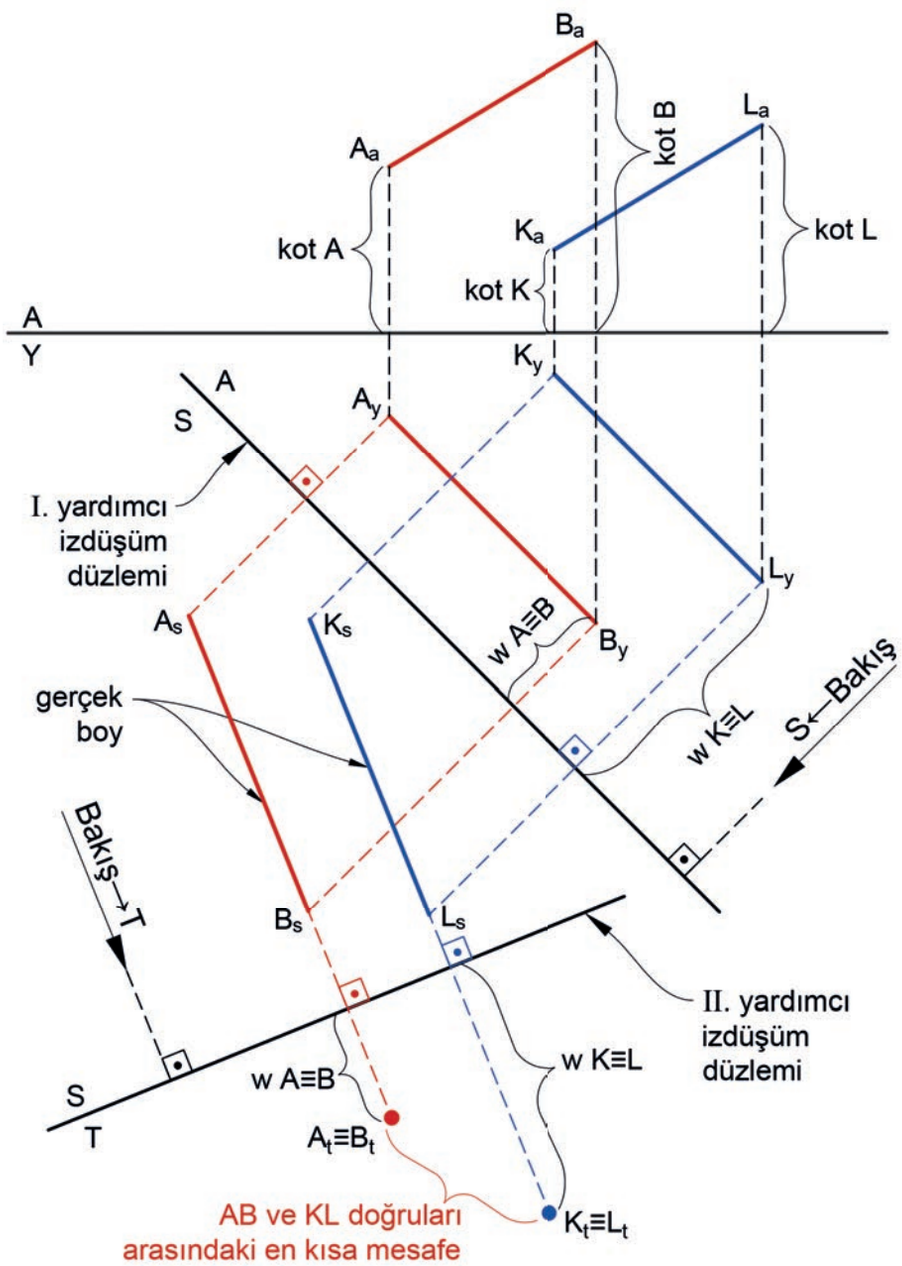
Şekil 1.72: Birbirine paralel iki yatay doğrusu arasındaki uzaklık



Şekil 1.73: Birbirine paralel iki profil doğrusu arasındaki uzaklık

1.3.11.3. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Gelişigüzel Konumlu Paralel Doğrular Arasındaki Uzaklık

- Temel izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumlu paralel doğruların önce temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine dik olan I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek boyları bulunur.
- I. yardımcı izdüşüm düzlemine dik olan II. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde nokta görüntüleri bulunur.
- **Bu nokta görüntüleri arasındaki uzaklık**, uzayda birbirine paralel olan doğrular arasındaki uzaklıktır. Bir başka deyişle uzayda **doğrular arasındaki en kısa mesafedir** (Şekil 1.74).

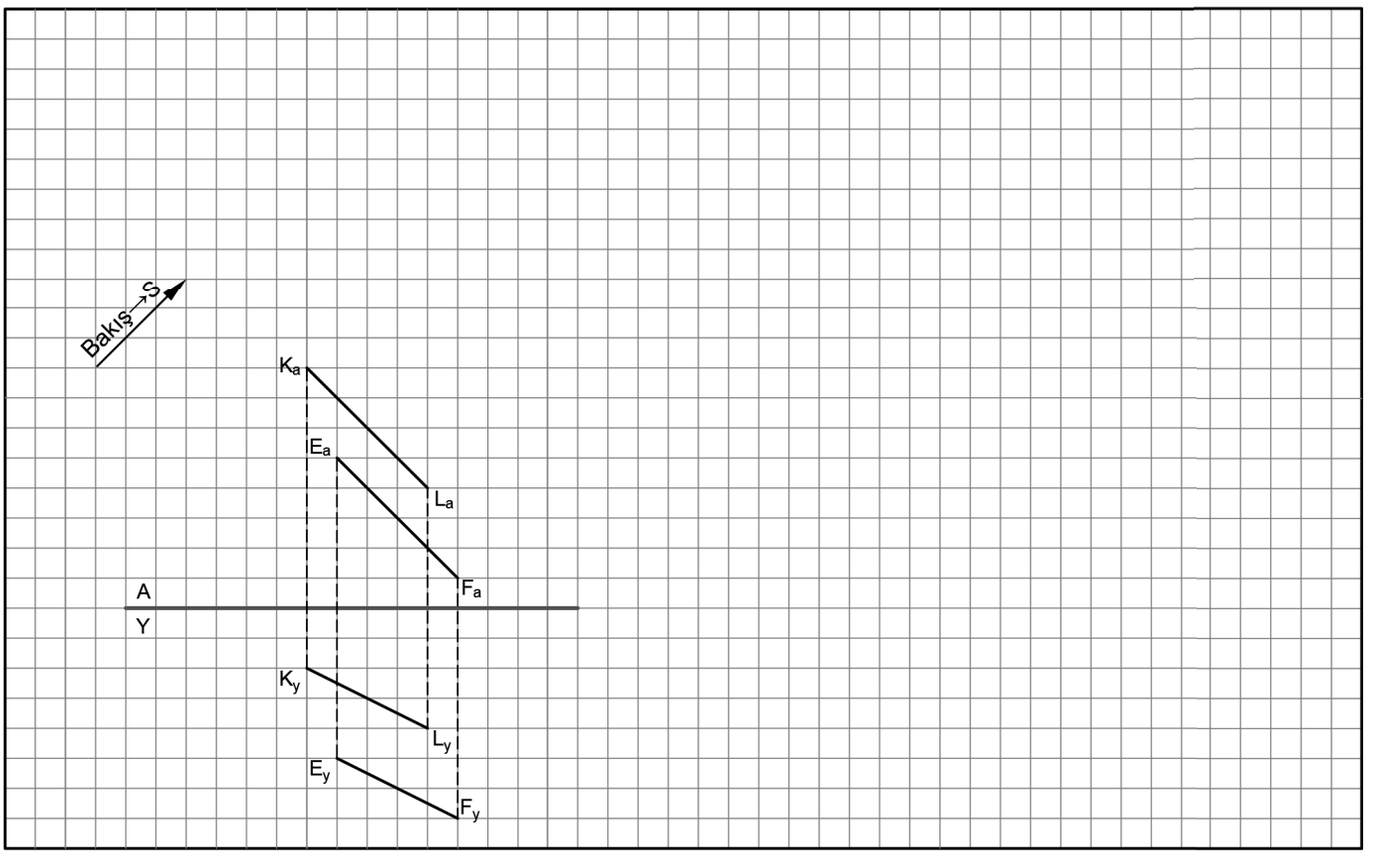


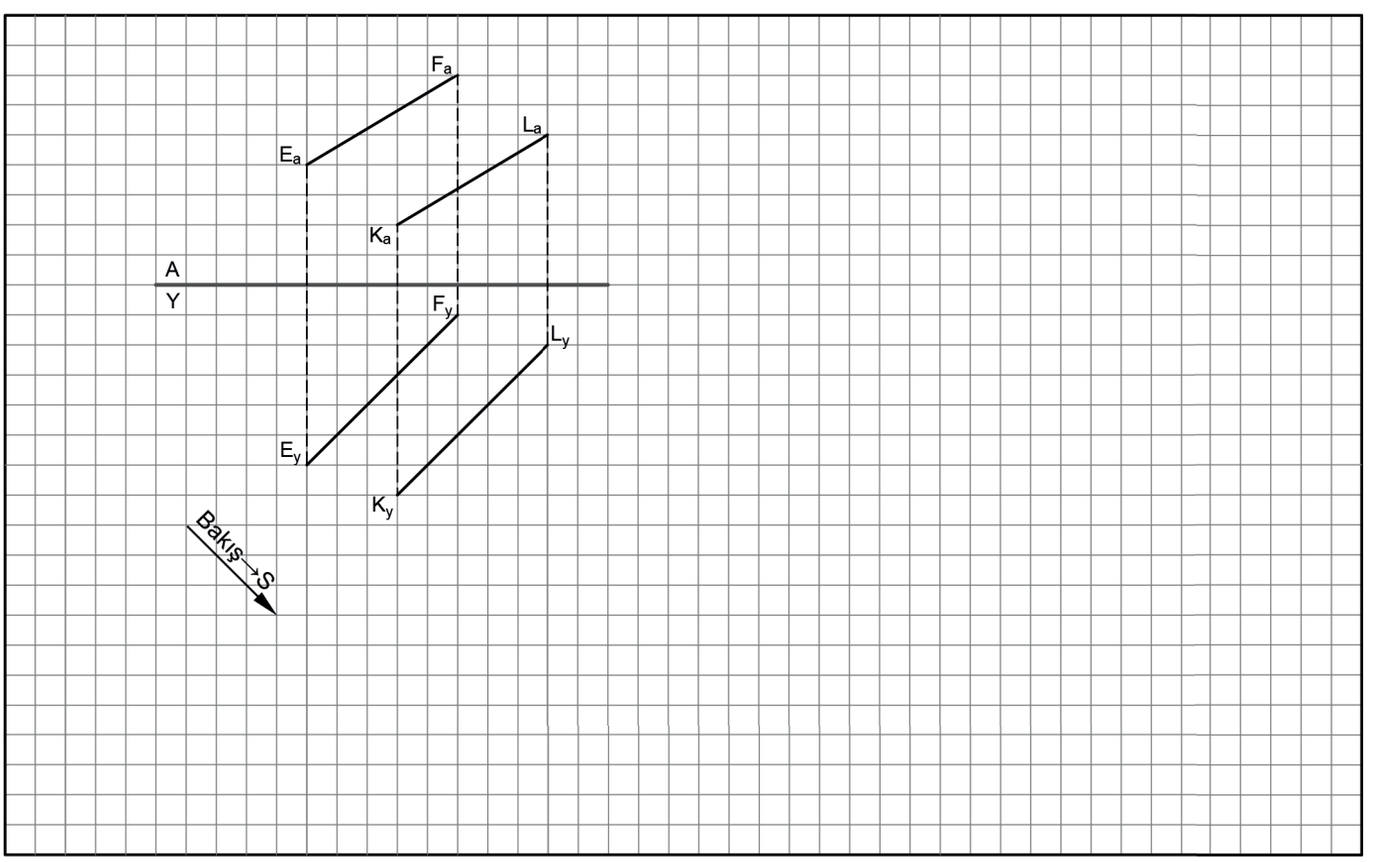
Şekil 1.74: Gelişigüzel konumlu paralel doğruların arasındaki uzaklığın bulunması

SIRA SİZDE

1.3.11a

Aşağıda temel izdüşümleri görülen **paralel doğrular** arasındaki uzaklıkları I. yardımcı izdüşüm düzlemine olan bakış doğrultusuna göre gösteriniz.

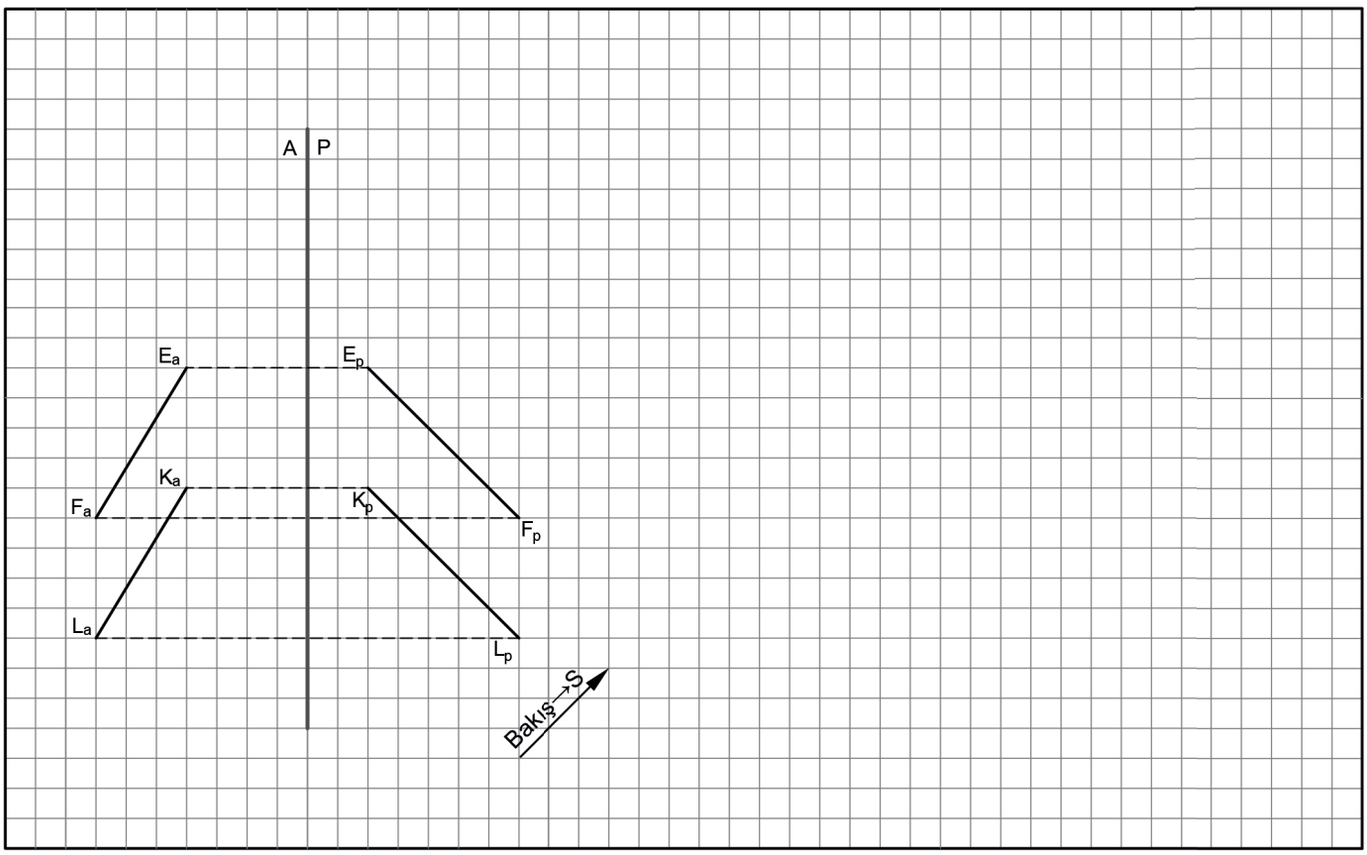


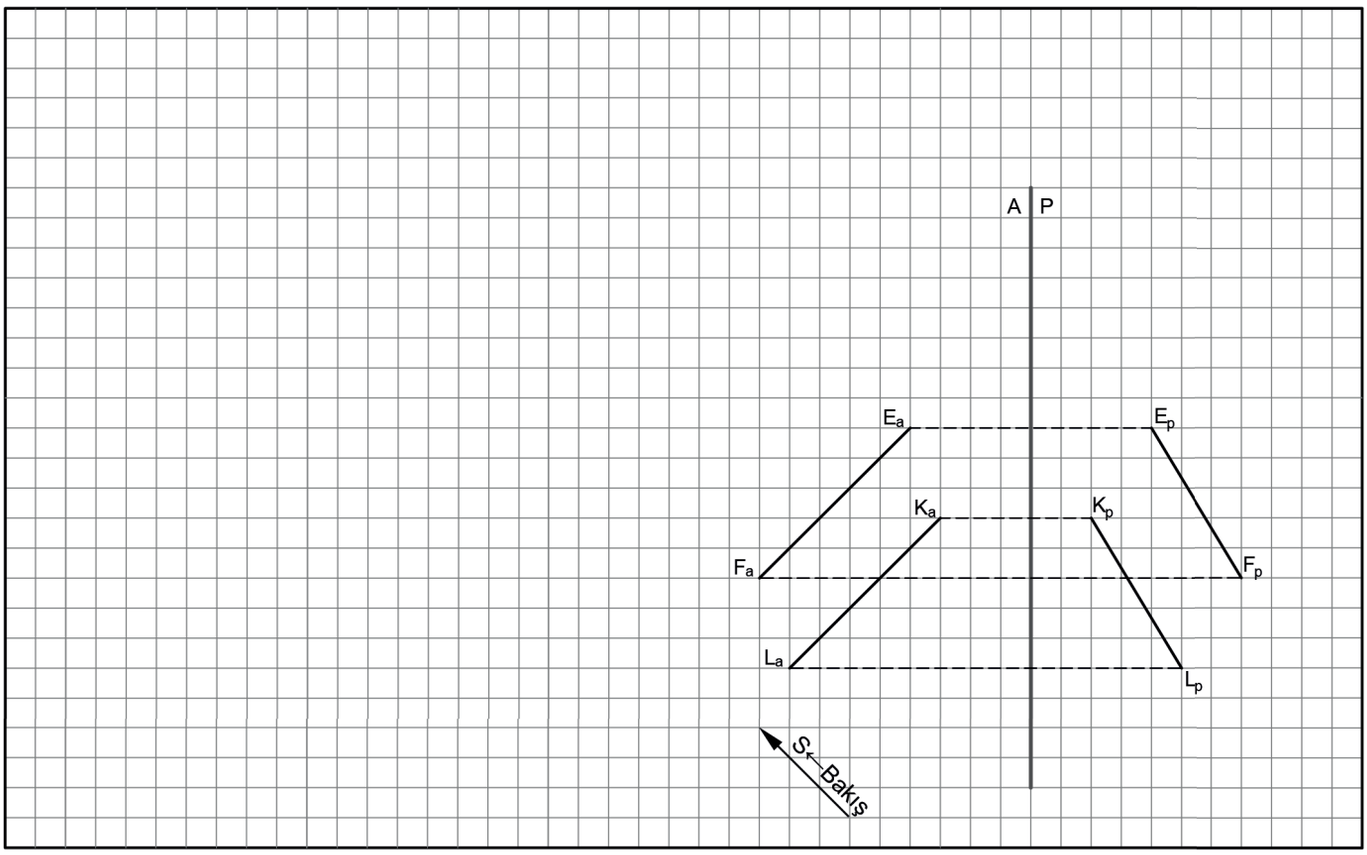


SIRA SİZDE

1.3.11b

Aşağıda temel izdüşümleri görülen **paralel doğrular** arasındaki uzaklıkları I. yardımcı izdüşüm düzlemine olan bakış doğrultusuna göre gösteriniz.



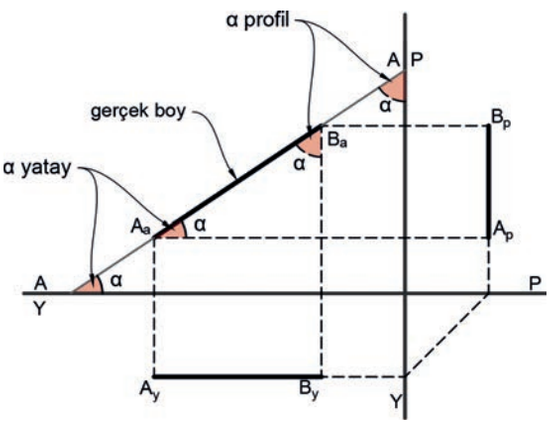


1.3.12. Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar

Doğruların temel izdüşüm düzlemleriyle yaptığı açıyı bulabilmek için doğrunun gerçek boy görüntüsü veren izdüşümüne ihtiyaç vardır. Bundan dolayı da özel doğrularla gelişigüzel konumlu doğruları ayrı ayrı incelemek gerekir.

1.3.12.1. Özel (Paralel) Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar

Alın doğrusu, alın izdüşüm düzlemine paralel olduğu için **alın izdüşüm düzlemi** ile herhangi bir açı yapmaz.

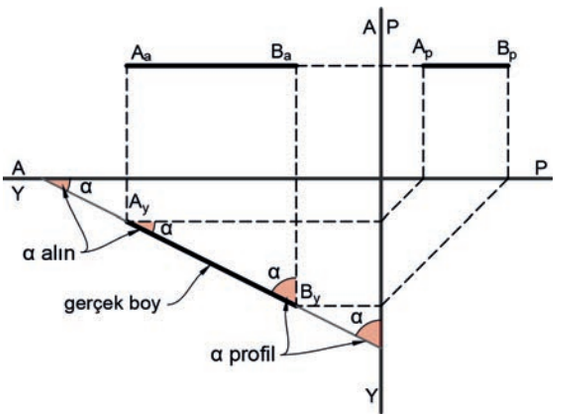


Alın doğrusunun **gerçek boy** izdüşümünün kendi doğrultusundaki uzantılarının;

- **A/Y** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **yatay izdüşüm düzlemi** ile,
- **A/P** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **profil izdüşüm düzlemi** ile yapmış olduğu açıdır.

Yani doğrunun **gerçek boyu** ile doğrunun uç noktalarından bu arakesitlere çizilen paralel doğrular arasında kalan açılar, **alın doğrusu**nun **yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemleriyle yapmış olduğu açılardır.

Yatay doğrusu, yatay izdüşüm düzlemine paralel olduğu için **yatay izdüşüm düzlemi** ile herhangi bir açı yapmaz.

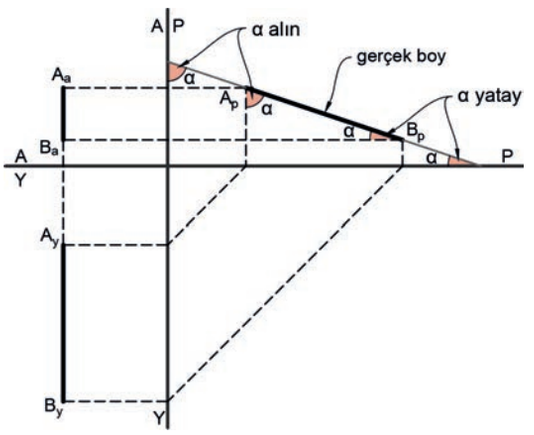


Yatay doğrusunun **gerçek boy** izdüşümünün kendi doğrultusundaki uzantılarının;

- **A/Y** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **alın izdüşüm düzlemi** ile,
- **P/Y** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **profil izdüşüm düzlemi** ile yapmış olduğu açıdır.

Yani doğrunun **gerçek boyu** ile doğrunun uç noktalarından bu arakesitlere çizilen paralel doğrular arasında kalan açılar, yatay doğrusunun alın ve profil izdüşüm düzlemleriyle yapmış olduğu açılardır.

Profil doğrusu, profil izdüşüm düzlemine paralel olduğu için profil izdüşüm düzlemi ile herhangi bir açı yapmaz.



Profil doğrusunun **gerçek boy** izdüşümünün kendi doğrultusundaki uzantılarının;

- **A/P** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **alın izdüşüm düzlemi** ile,
- **P/Y** arakesiti ile yapmış olduğu açı, doğrunun **yatay izdüşüm düzlemi** ile yapmış olduğu açıdır.

Yani doğrunun **gerçek boyu** ile doğrunun uç noktalarından bu arakesitlere çizilen paralel doğrular arasında kalan açılar, **profil doğrusu**nun **alın** ve **yatay** izdüşüm düzlemleriyle yapmış olduğu açılardır.

1.3.12.2. Özel (Dik) Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar

Bir doğru hangi temel izdüşüm düzlemine **dik** ise o temel izdüşüm düzlemi üzerinde **nokta görüntüsünde** olur. Bunun sonucunda o temel izdüşüm düzlemi ile **90°**lik bir açı yapar.

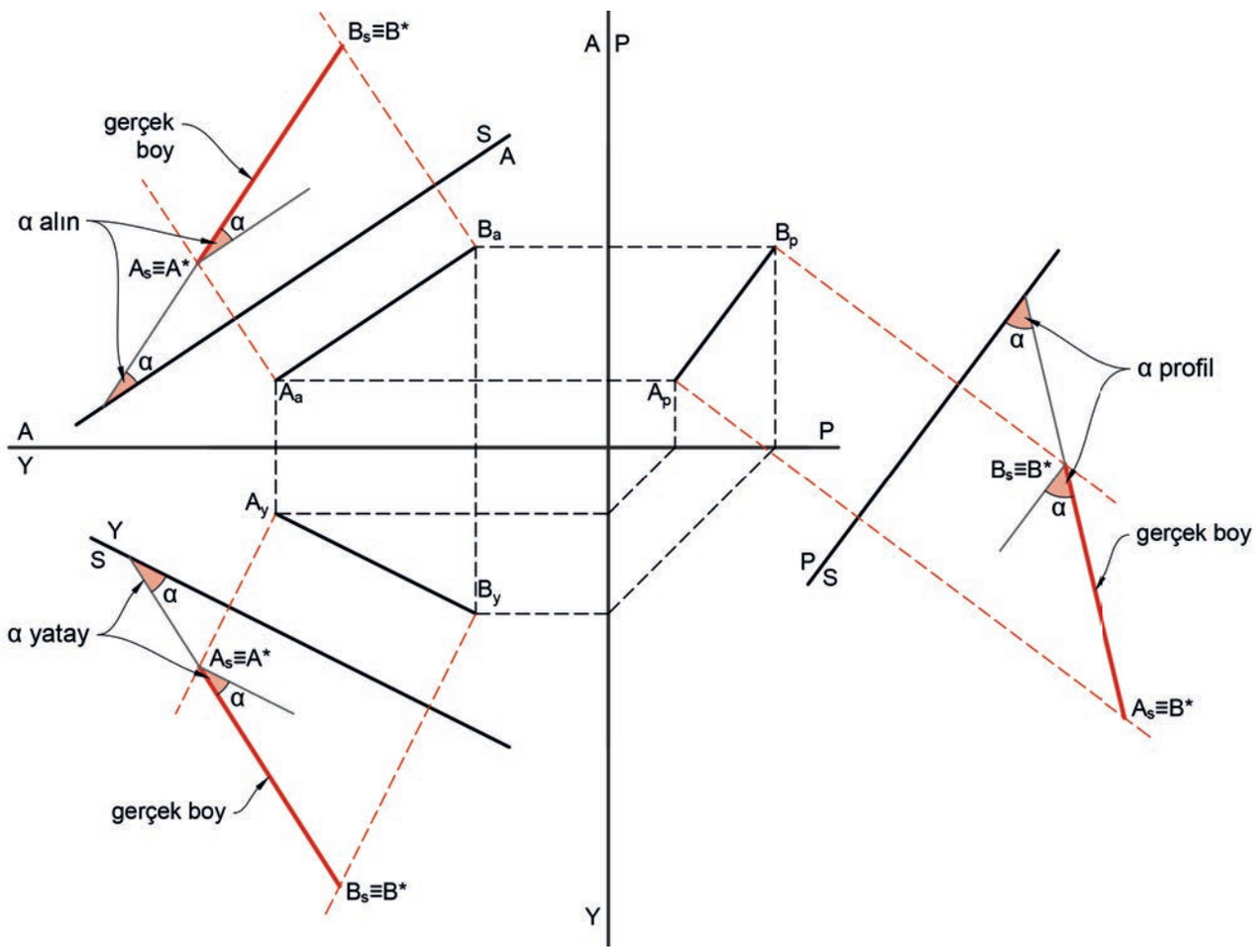
Diğer temel izdüşüm düzlemlerine paralel olduğu için o düzlemlerle herhangi bir açı yapmaz.

1.3.12.3. Gelişigüzel Doğruların Temel İzdüşüm Düzlemleri ile Yaptığı Açılar

Gelişigüzel bir doğrunun hangi temel izdüşüm düzlemi ile yaptığı açı bulunmak isteniyorsa o temel izdüşüm düzlemi üzerinde yardımcı izdüşüm metodu yardımıyla gerçek boyu bulunur.

Doğrunun gerçek boyu ile yardımcı izdüşüm düzleminin arakesiti arasındaki **α (alfa) açısı**, doğrunun o temel izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıdır.

Aşağıdaki örnekte yardımcı izdüşüm metodu ile temel izdüşüm düzlemleri üzerinde ayrı ayrı gerçek boyu bulunmuş bir **AB** doğrusunun temel izdüşüm düzlemleriyle yapmış olduğu açılar görülmektedir (Şekil 1.75).

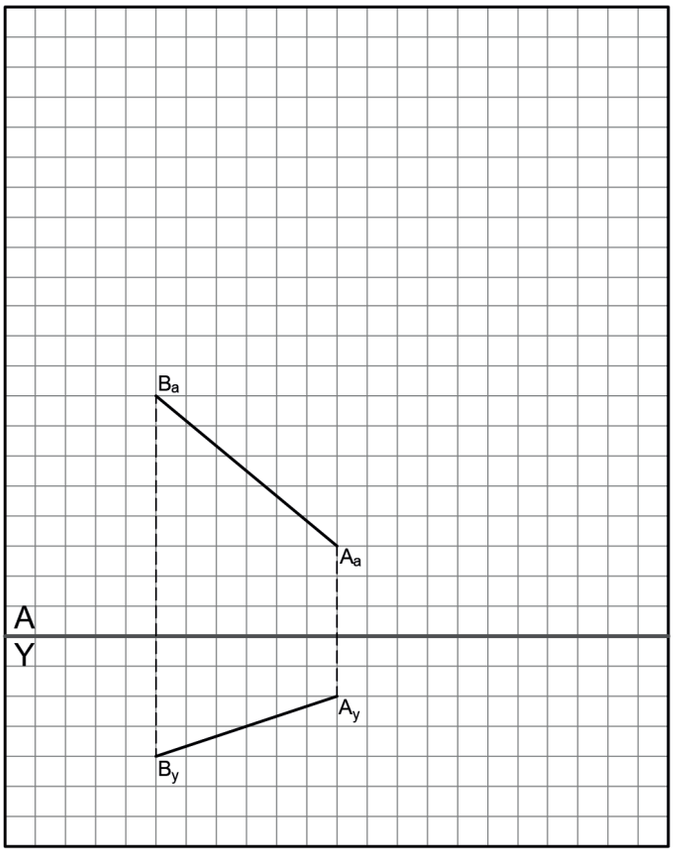


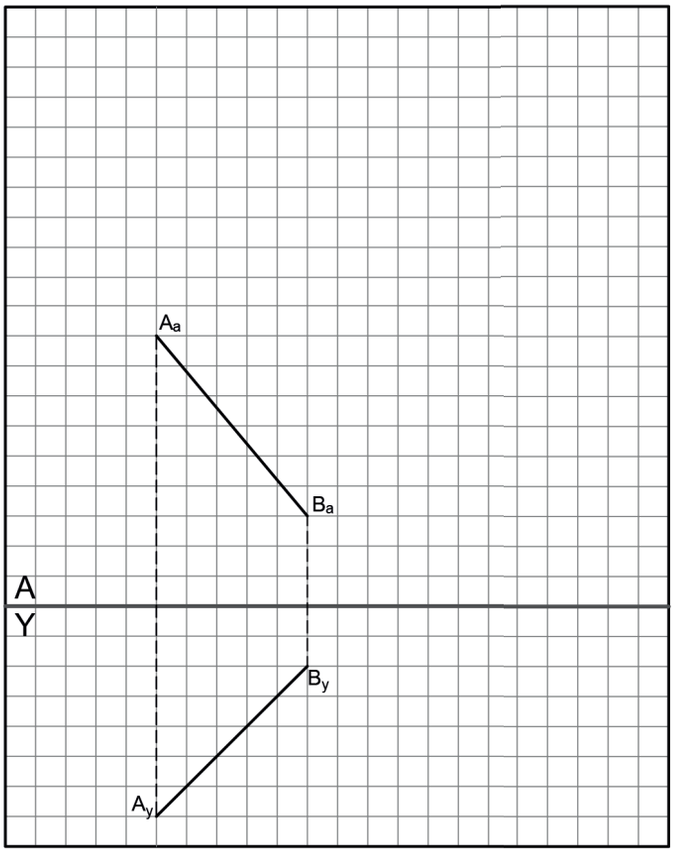
Şekil 1.75: Gelişigüzel doğruların temel izdüşüm düzlemleriyle yaptığı açılar

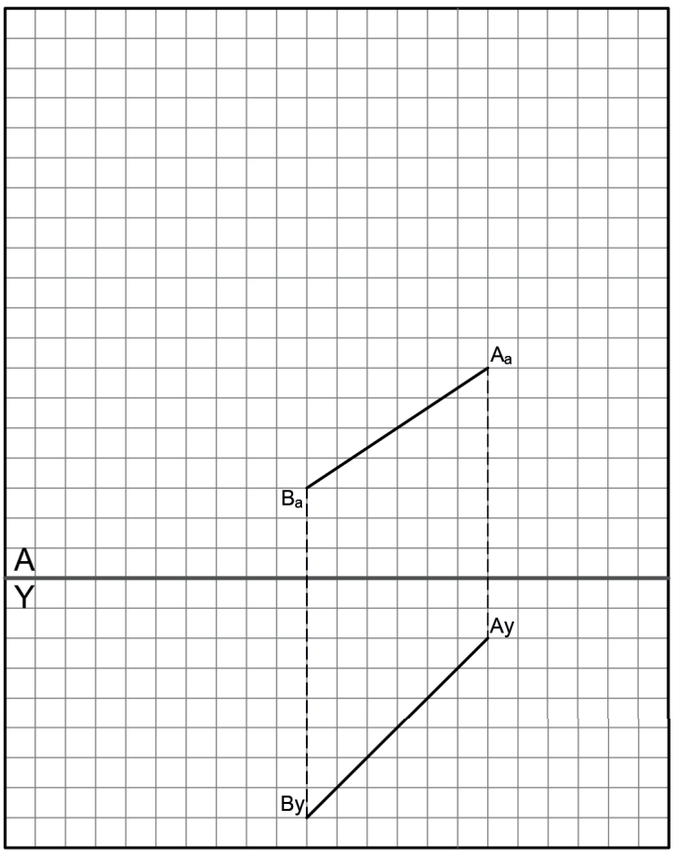
SIRA SİZDE

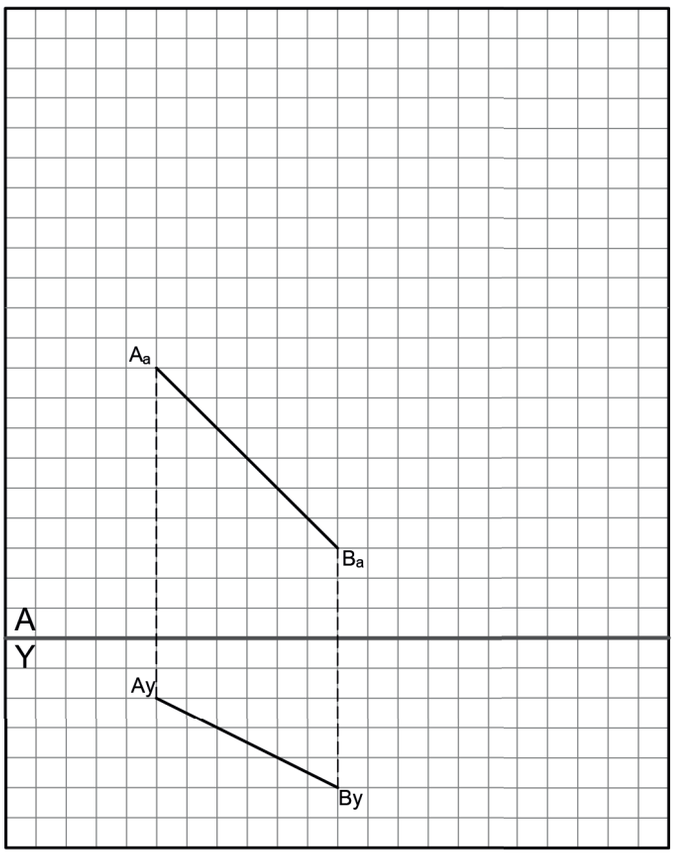
1.3.12a

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların alın izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak gösteriniz.





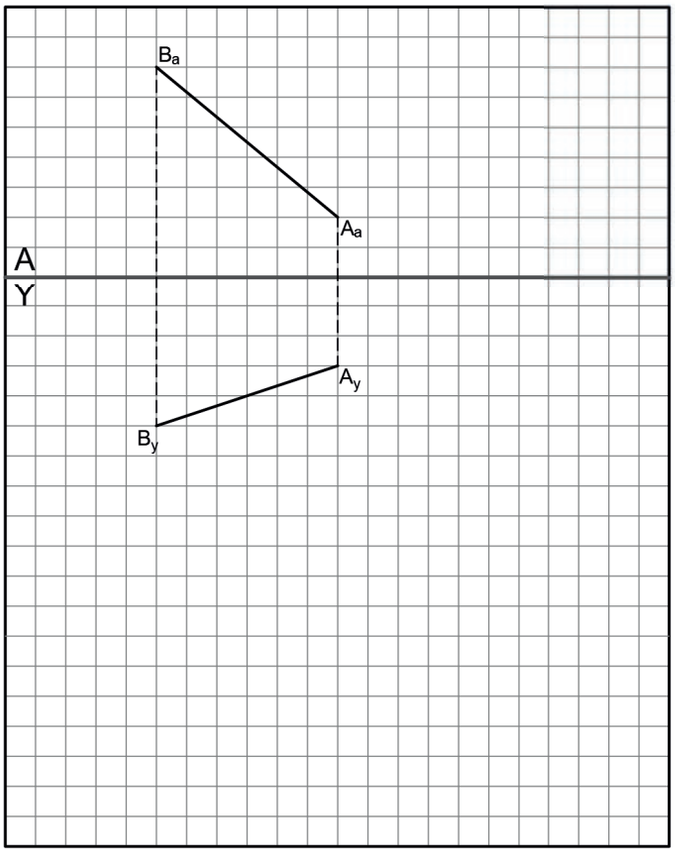


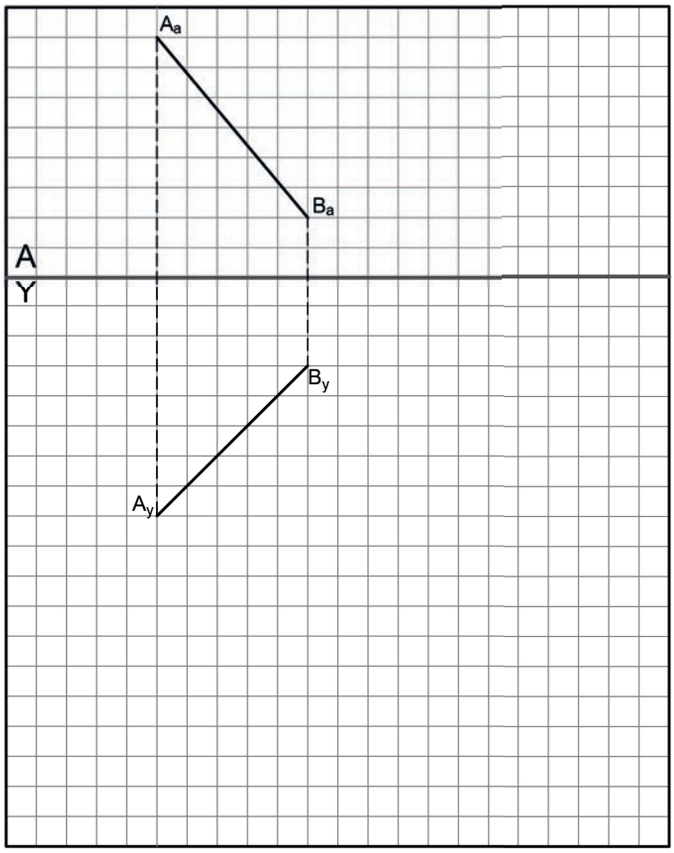


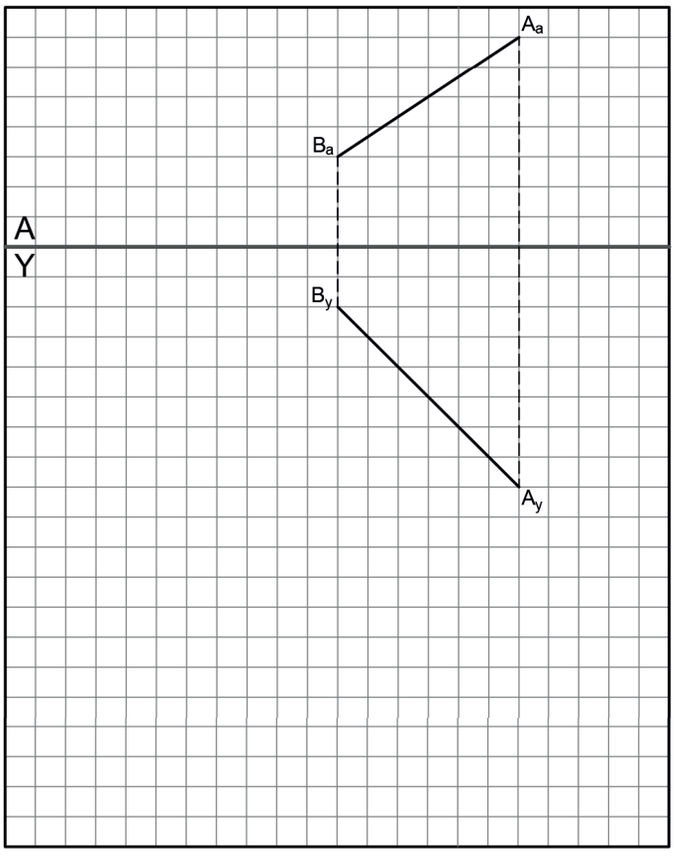
SIRA SİZDE

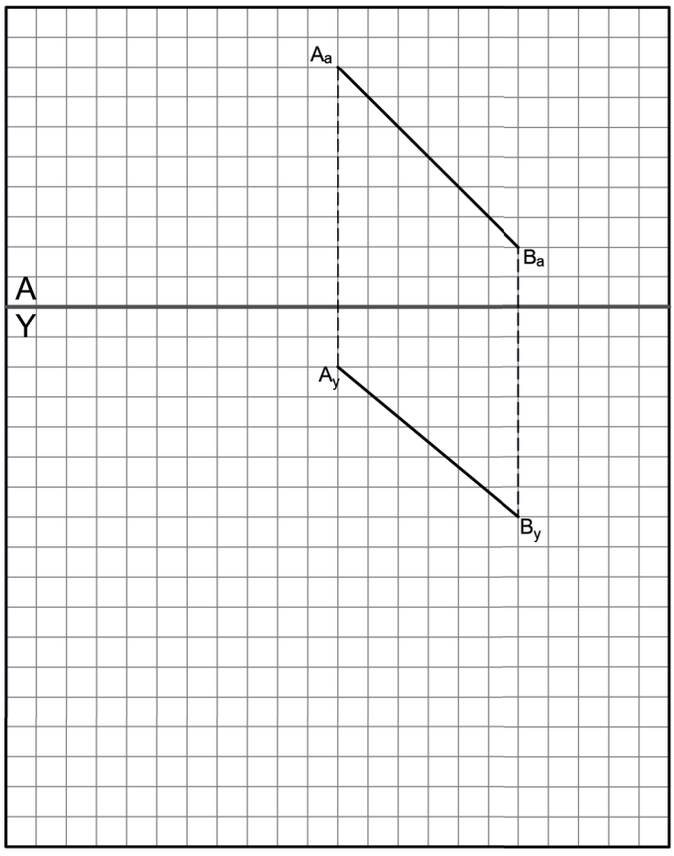
1.3.12b

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların yatay izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak gösteriniz.





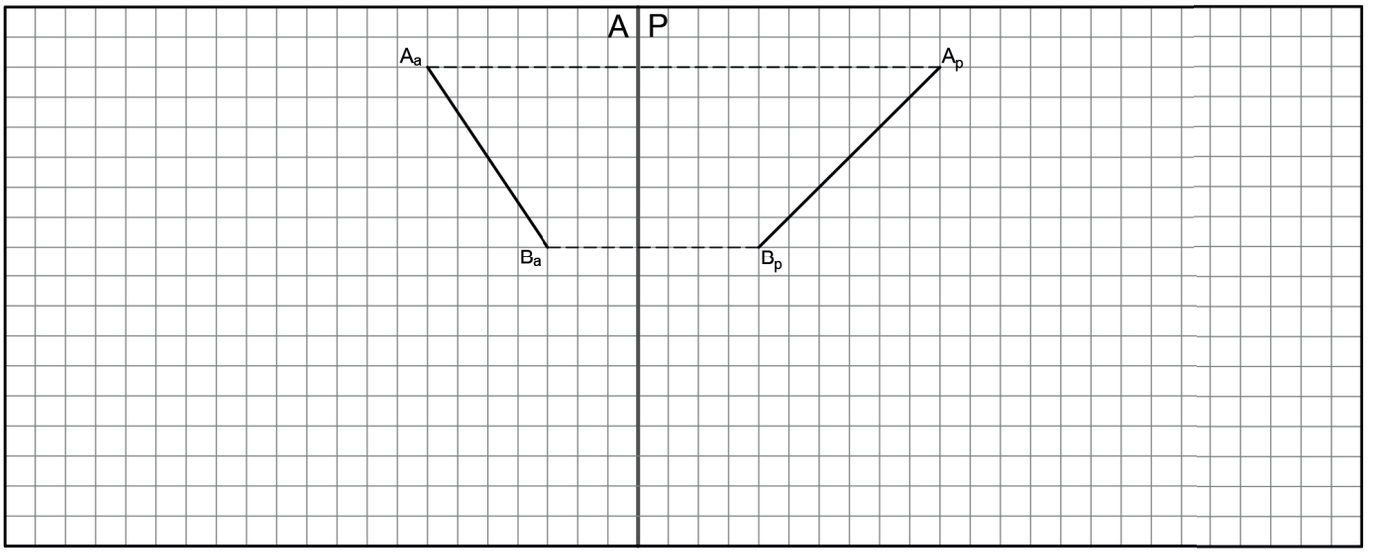


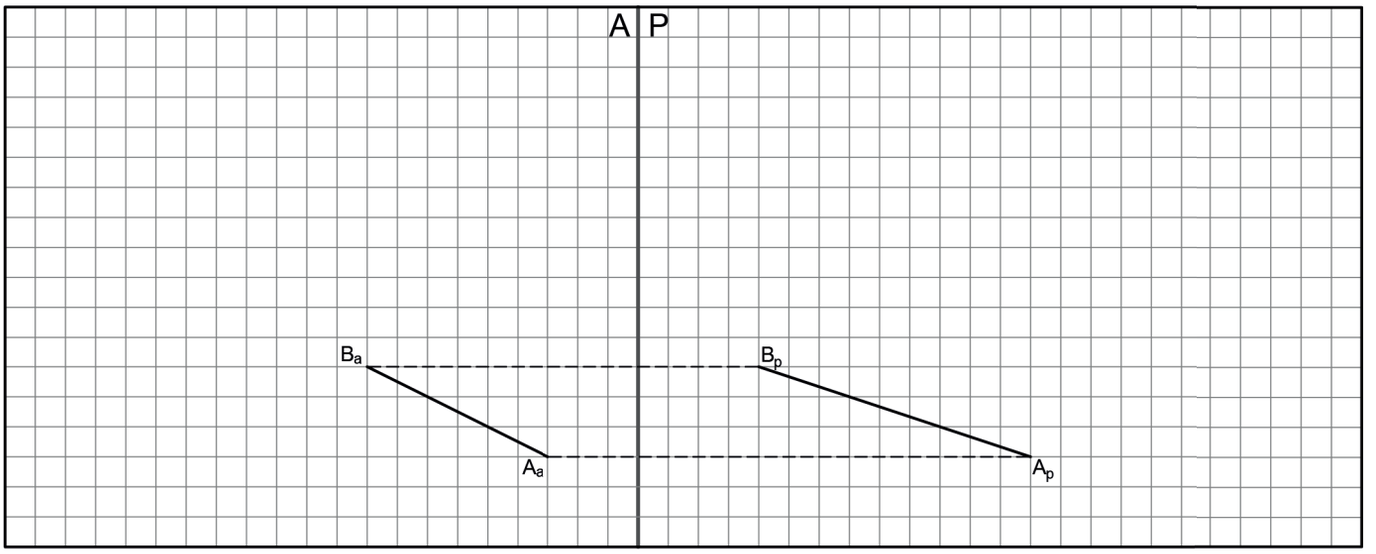


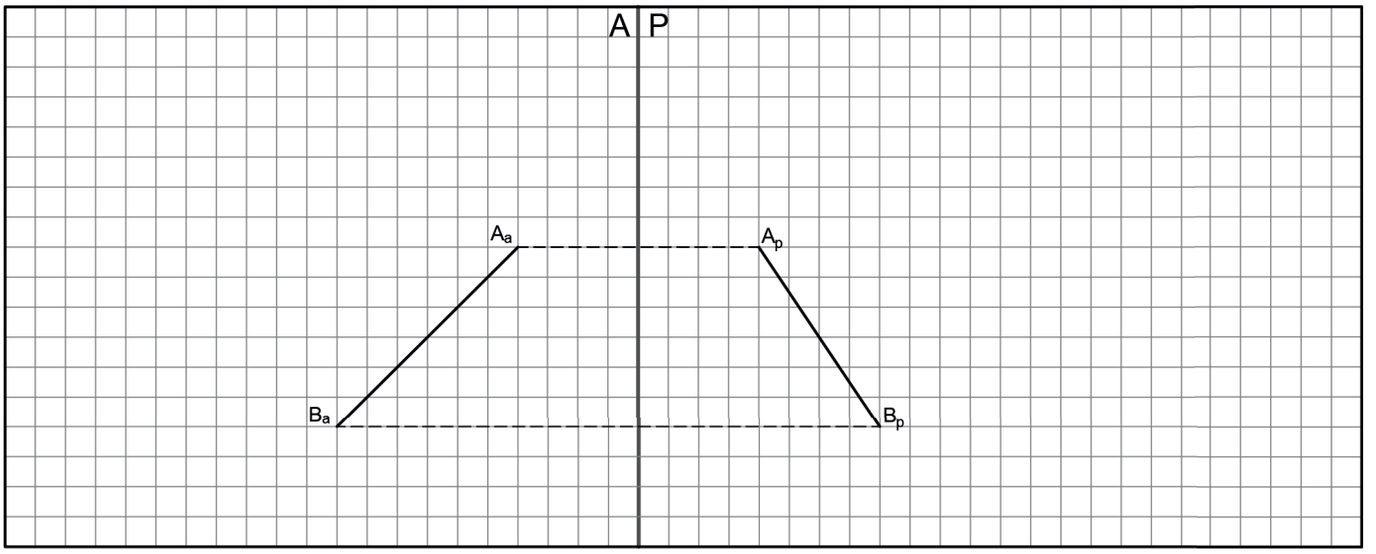
SIRA SİZDE

1.3.12c

Aşağıda alın ve profil izdüşümleri görülen doğruların profil izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak gösteriniz.



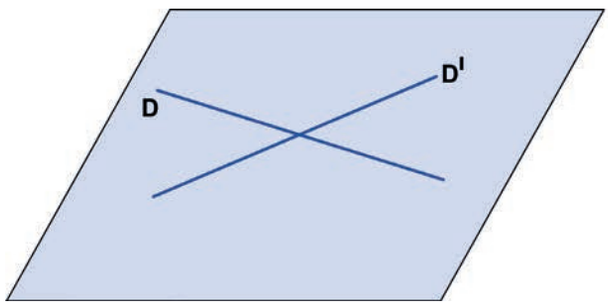




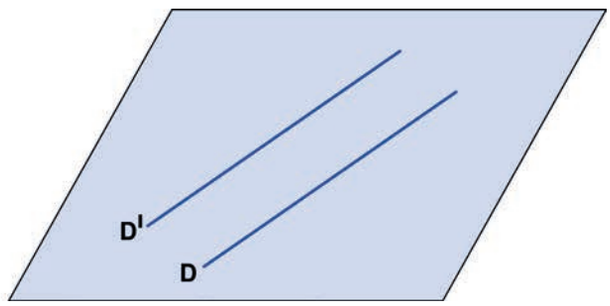
1.4. DÜZLEMLERİN İZDÜŞÜMÜ

Bir doğrunun uzayda kendi doğrultusu dışında herhangi bir yönde hareket etmesiyle elde edilen yüzeye **düzlem** denir. Düzlemler teorik olarak sonsuz büyüklükte olsa bile geometride sınırlandırılarak **düzlem parçası** olarak adlandırılır ama kısaca **düzlem** olarak ifade edilir.

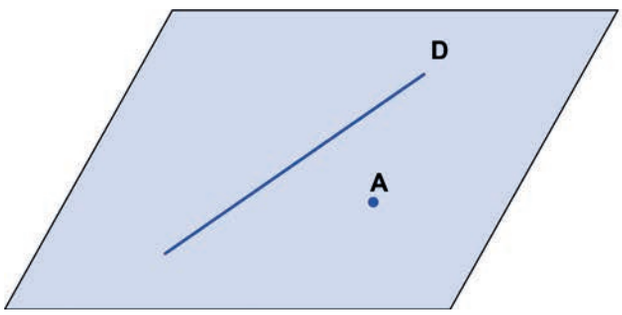
Düzlemlerin uzaydaki konumları tam olarak şu yollarla belirlenir (Şekil 1.76):



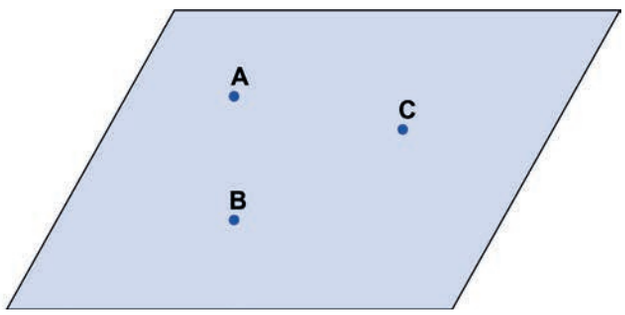
1. Kesişen iki doğrusu ile



2. Paralel iki doğrusu



3. Bir doğrusu ve bu doğru üzerinde olmayan bir noktası ile



4. Bir doğrultu üzerinde olmayan üç noktası ile

Şekil 1.76: Düzlemlerin uzaydaki konumlarını belirleme yolları

Eğer bir doğrunun bir düzlem üzerinde olduğu düşünülüyorsa o zaman doğrunun tüm noktaları o düzlemin üzerindedir.

Bir düzlem;

- Üzerindeki en az üç doğrunun birbirleriyle üç ayrı noktada kesişmesiyle,
- Bir doğrultu üzerinde olmayan üzerindeki en az üç noktasının birleştirilmesiyle **sınırlı hâle getirilir.**

Bir düzlemin temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri, o düzlemin köşe noktalarının her bir temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin bulunup birleştirilmesiyle elde edilir.

Düzlemler özel ve gelişigüzel olmak üzere sınıflandırılır.

1.4.1. Özel Düzlemler

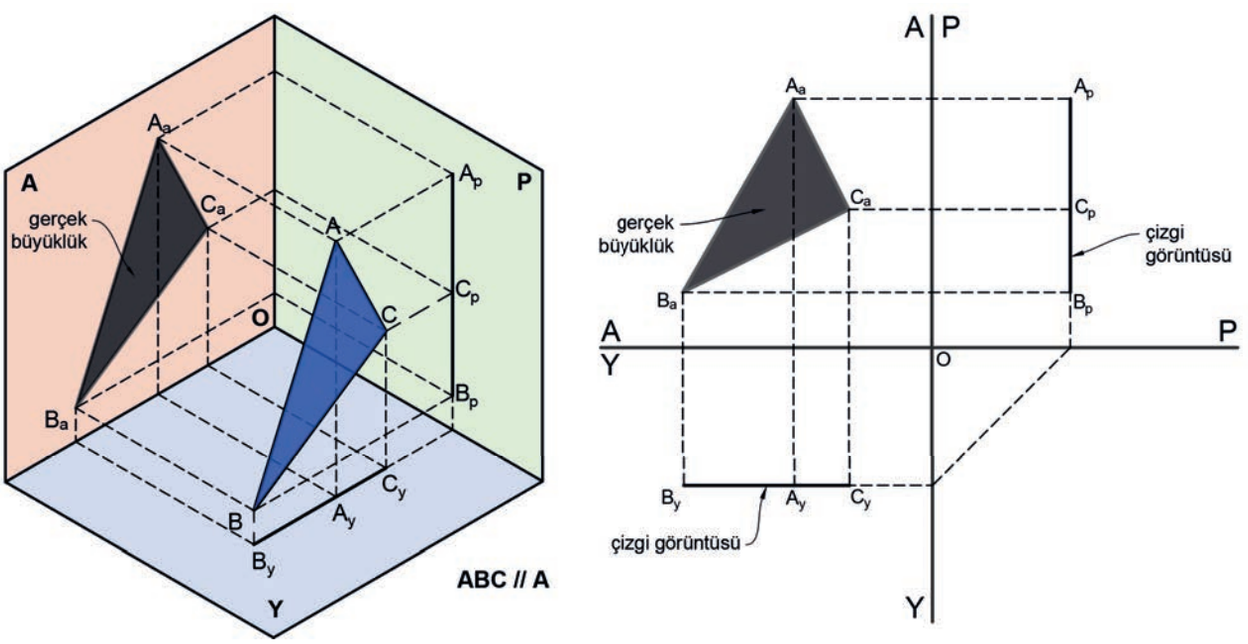
Temel izdüşüm düzlemlerine paralel veya dik konumda olan düzlemlere **özel düzlemler** denir.

1.4.1.1. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Paralel Düzlemler

Düzlemin üzerindeki tüm noktaların temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine olan mesafesinin eşit olduğu düzlemlerdir.

➤ Alın Düzlemi

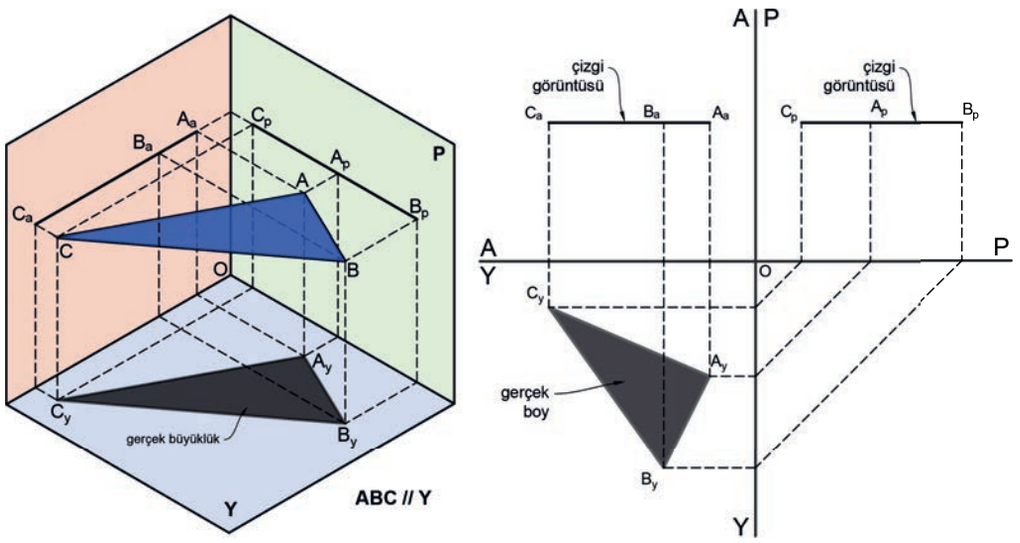
- ✦ Alın izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan düzlemlere **alın düzlemi** denir.
- ✦ Alın düzleminin alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek büyüklüktedir**.
- ✦ Alın düzleminin yatay ve profil izdüşümleri çizgi görüntüsündedir.
- ✦ Alın düzleminin yatay izdüşümü **alın-yatay** arakesitine, profil izdüşümü **alın-profil** arakesitine **paralel**dir (Şekil 1.77).



Şekil 1.77: Alın düzleminin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

Yatay Düzlemi

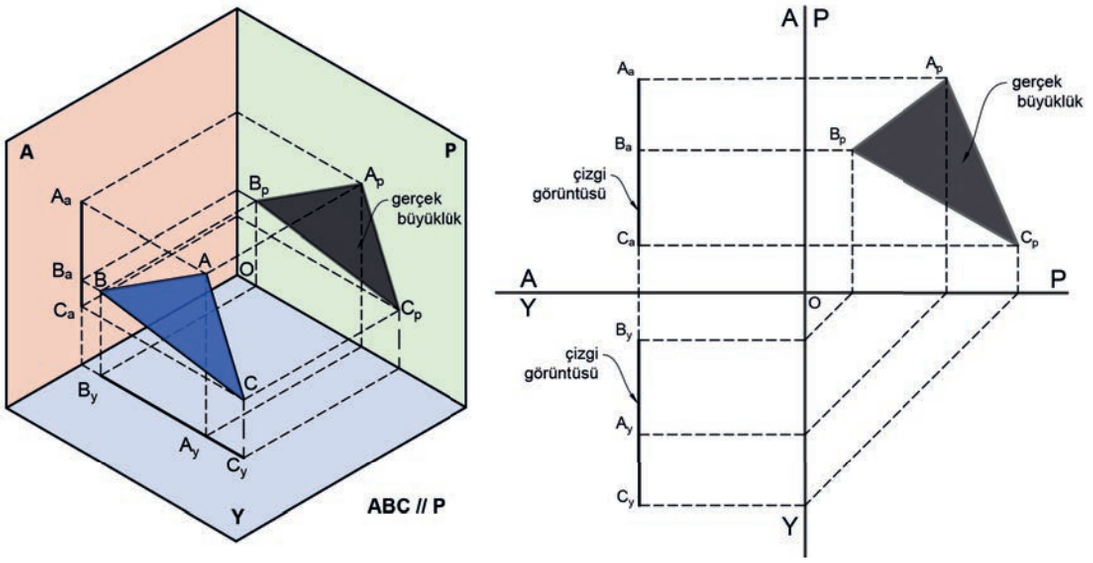
- Yatay izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan düzlemlere **yatay düzlemi** denir.
- Yatay düzleminin yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek büyüklüktedir**.
- Yatay düzleminin alın ve profil izdüşümleri çizgi görüntüsündedir.
- Yatay düzleminin alın izdüşümü **alın-yatay** arakesitine, profil izdüşümü **profil-yatay** arakesitine **paraleldir** (Şekil 1.78).



Şekil 1.78: Yatay düzleminin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

Profil Düzlemi

- Profil izdüşüm düzlemine paralel ya da çakışık olan düzlemlere **profil düzlemi** denir.
- Profil düzleminin profil izdüşümü üzerindeki izdüşümü **gerçek büyüklüktedir.**
- Profil düzleminin alın ve yatay izdüşümleri çizgi görüntüsündedir.
- Profil düzleminin alın izdüşümü **alın-profil** arakesitine, yatay izdüşümü **yatay-profil** arakesitine **paraleldir** (Şekil 1.79).



Şekil 1.79: Profil düzleminin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

1.4.1.2. Temel İzdüşüm Düzlemlerine Dik Düzlemler

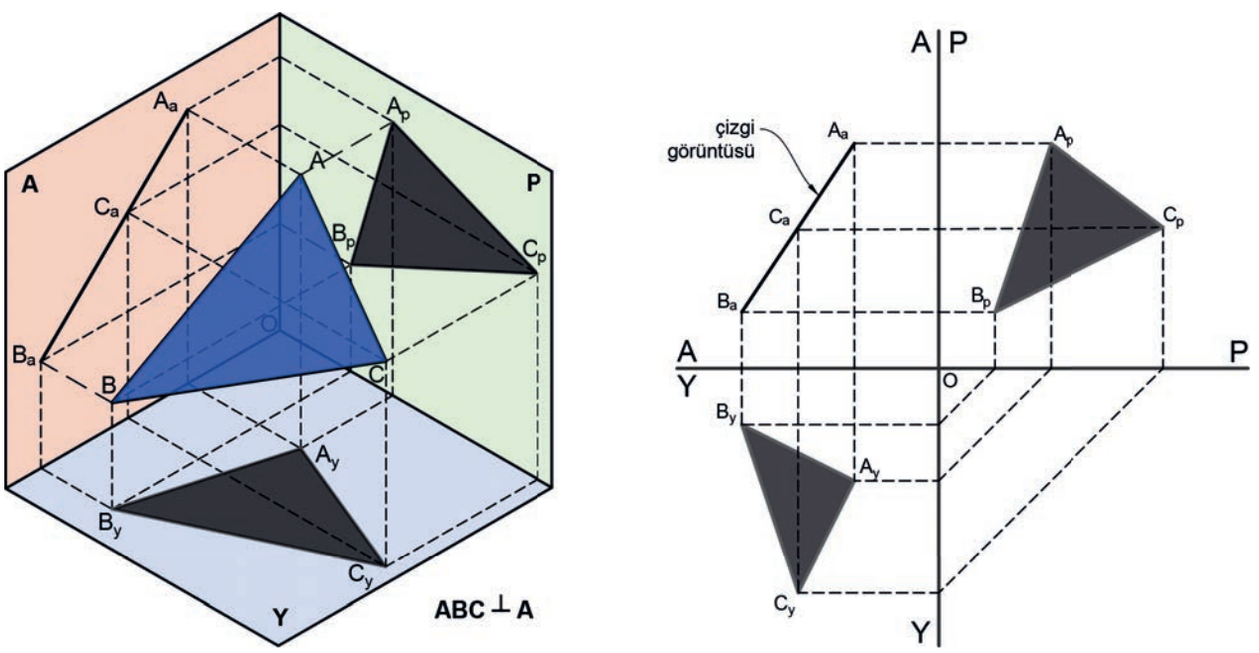
Bir düzlem, temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine dik ise düzlemin o izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü çizgi görüntüsündedir. Diğer temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri ise düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden küçüktür. Düzlem, bu temel izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumdadır.

Temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine dik olan bir düzlemin **epürdeki çizgi görüntüsü**, üzerinde bulunduğu temel izdüşüm düzleminin diğer izdüşüm düzlemleri ile yaptığı arakesitlere **gelişigüzel konumdadır**. Bu da düzlemin dik olduğu temel izdüşüm düzleminin dışındaki diğer izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumda olduğunu kanıtlar.Bu durum şu örnekle açıklanabilir:

Alın düzlemine dik bir düzlem, alın düzlemi üzerinde çizgi görüntüsündedir. Bu çizgi görüntüsünün epürde **alın-yatay** ve **alın-profil** arakesitlerine olan konumu ise **gelişigüzeldir**. Bu da düzlemin yatay ve profil izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumda olduğunu gösterir. **Yatay** ve **profil** düzlemlerindeki izdüşümleri düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden **küçüktür.**

➤ Alın İzdüşüm Düzlemine Dik Düzlemler

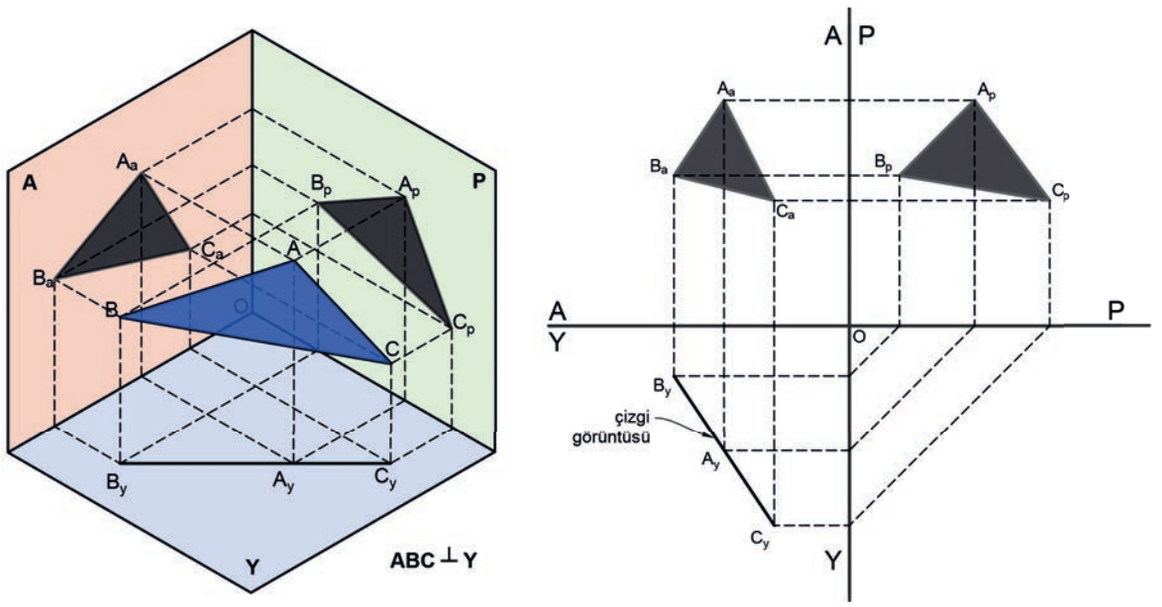
Alına dik düzlemin alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **çizgi** görüntüsündedir. **Yatay** ve **profil** düzlemlerindeki izdüşümleri düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden **küçüktür** (Şekil 1.80).



Şekil 1.80: Alın izdüşüm düzlemine dik düzlemin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Yatay İzdüşüm Düzlemine Dik Düzlemler

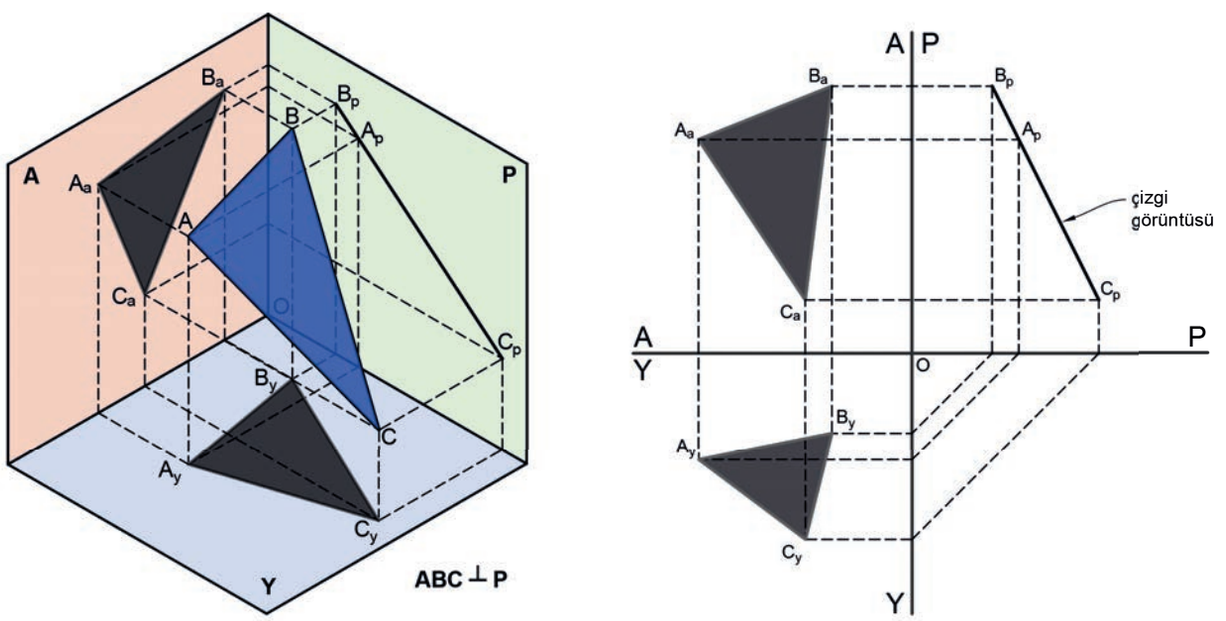
Yataya dik düzlemin yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **çizgi** görüntüsündedir. **Alın** ve **profil izdüşüm** düzlemlerindeki izdüşümleri düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden **küçüktür** (Şekil 1.81).



Şekil 1.81: Yatay izdüşüm düzlemine dik düzlemin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

➤ Profil İzdüşüm Düzlemine Dik Düzlemler

Profile dik düzlemin profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **çizgi** görüntüsündedir. **Alın** ve **yatay izdüşüm** düzlemlerindeki izdüşümleri düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden **küçüktür** (Şekil 1.82).

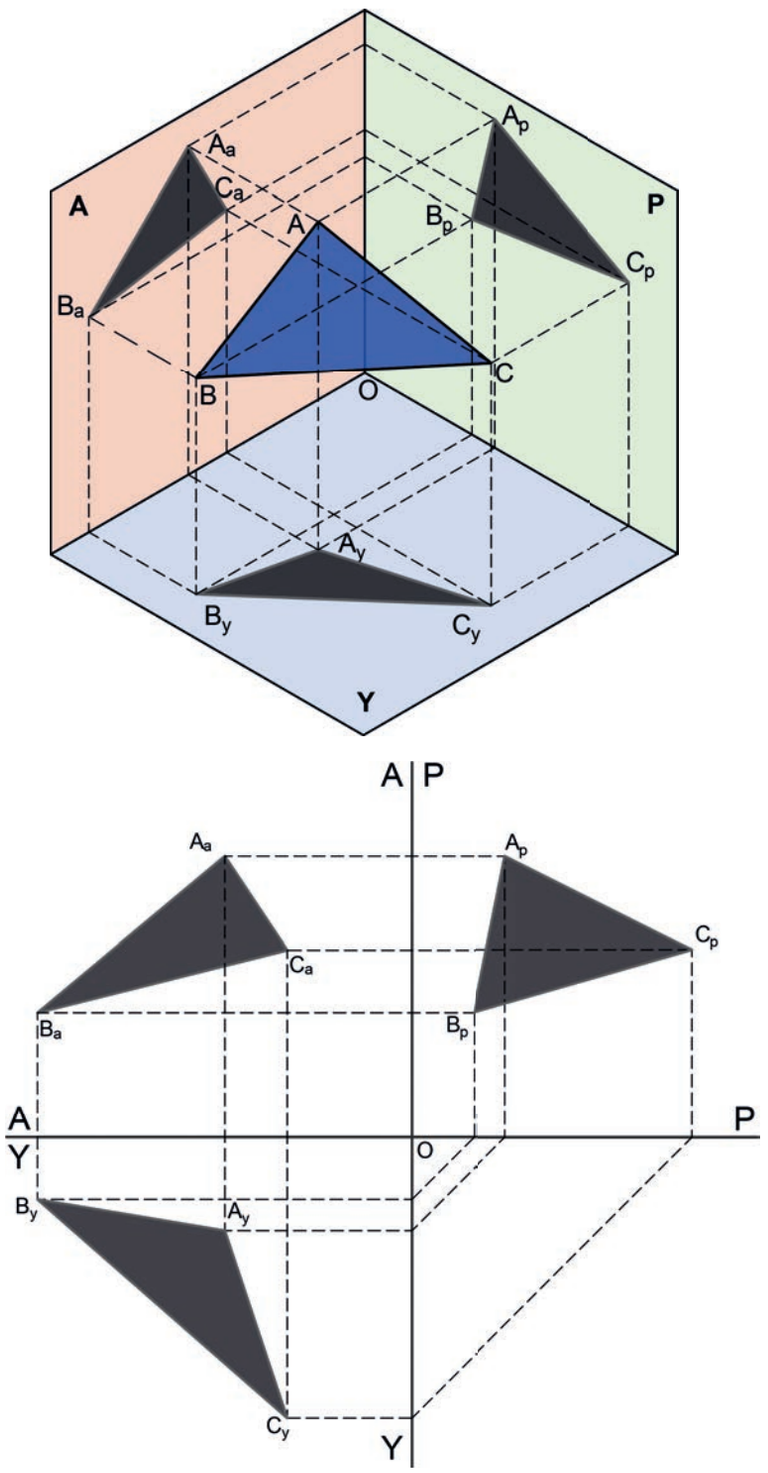


Şekil 1.82: Profil izdüşüm düzlemine dik düzlemin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

1.4.2. Gelişigüzel Düzlemler

Temel izdüşüm düzlemlerinin hiçbirine paralel veya dik konumda olmayan düzlemlere **gelişigüzel düzlemler** denir.

Gelişigüzel düzlemlerin temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri düzlemsel şekilde olup düzlemin gerçek büyüklüğünden küçüktür (Şekil 1.83).



Şekil 1.83: Gelişigüzel konumlu düzlemin kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri

SIRA SİZDE

1.4a

Aşağıda her bir soru içinde koordinatları verilen düzlemlerin **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

A P

A P

Y Y

	A	B	C
kot	40	20	10
uz.	25	30	10
ar.	15	40	10

A P

A P

Y Y

	A	B	C
kot	30	5	10
uz.	35	25	15
ar.	20	45	15

A P

A P

Y Y

	A	B	C
kot	35	35	10
uz.	35	20	10
ar.	40	10	30

A P

A P

Y Y

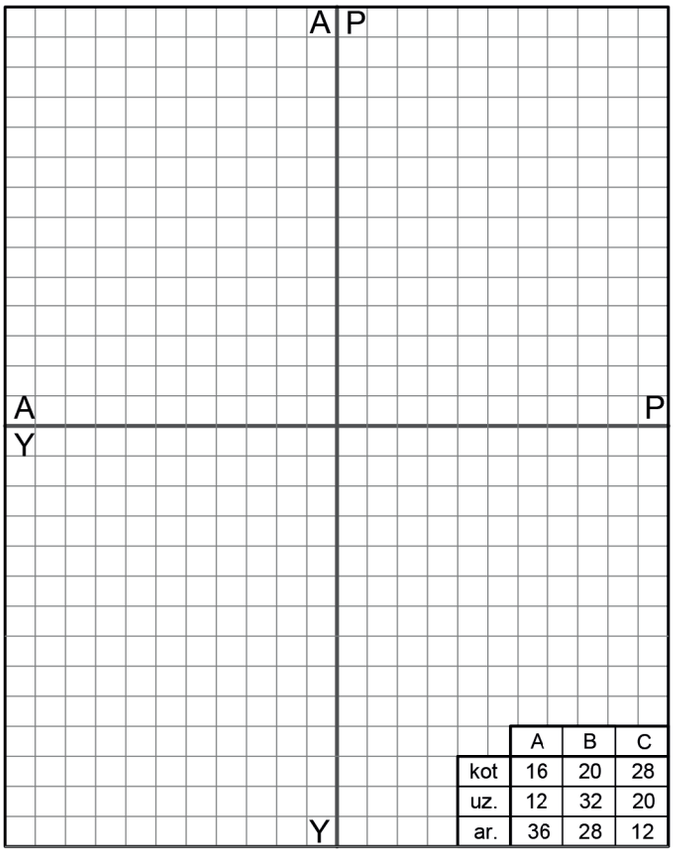
	A	B	C
kot	25	15	55
uz.	20	45	15
ar.	35	15	15

SIRA SİZDE

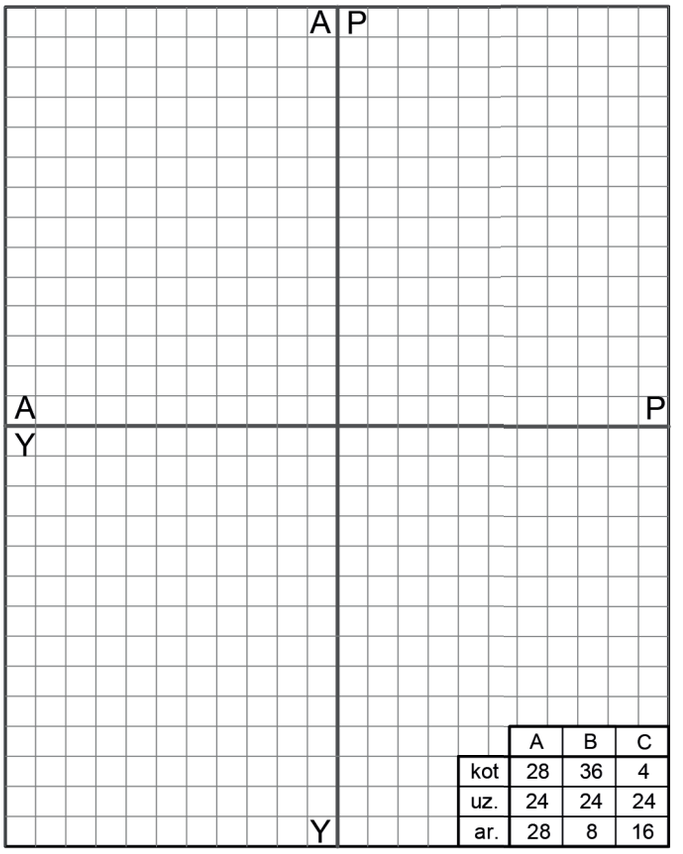
1.4b

Aşağıda her bir soru içinde koordinatları verilen düzlemlerin **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini gösteriniz.

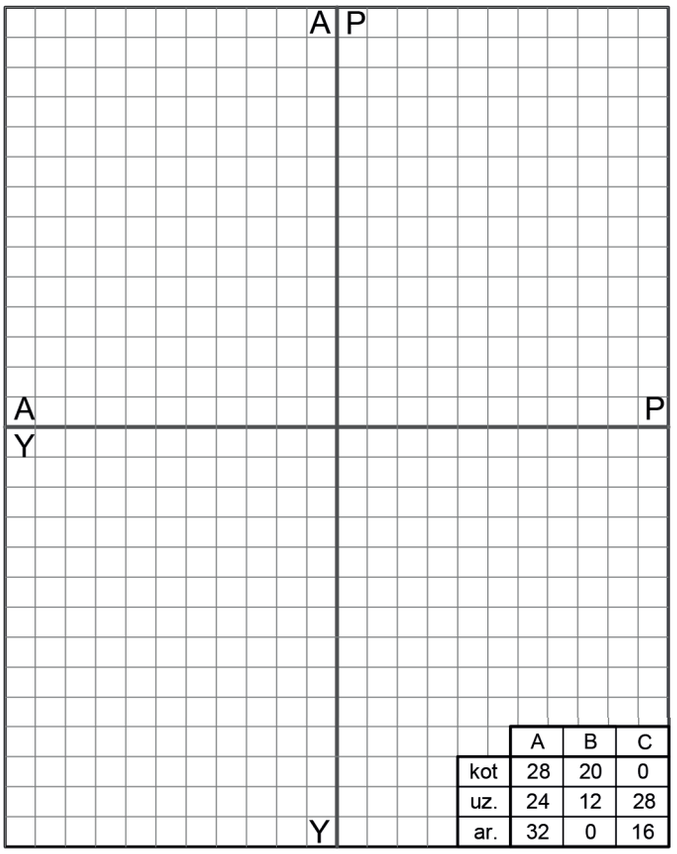
Ölçek: 1 kare □ = 4 birim



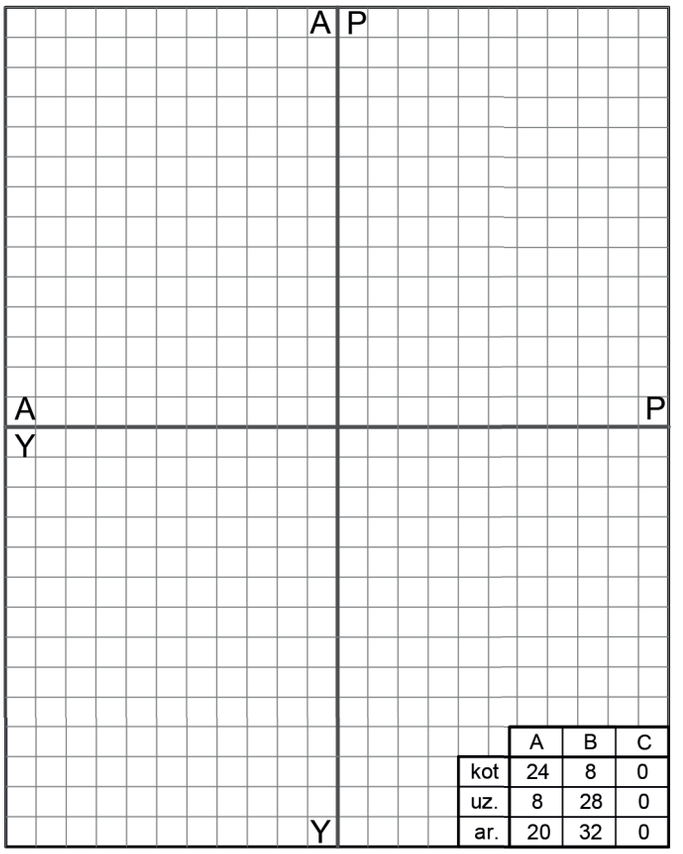
	A	B	C
kot	16	20	28
uz.	12	32	20
ar.	36	28	12



	A	B	C
kot	28	36	4
uz.	24	24	24
ar.	28	8	16



	A	B	C
kot	28	20	0
uz.	24	12	28
ar.	32	0	16



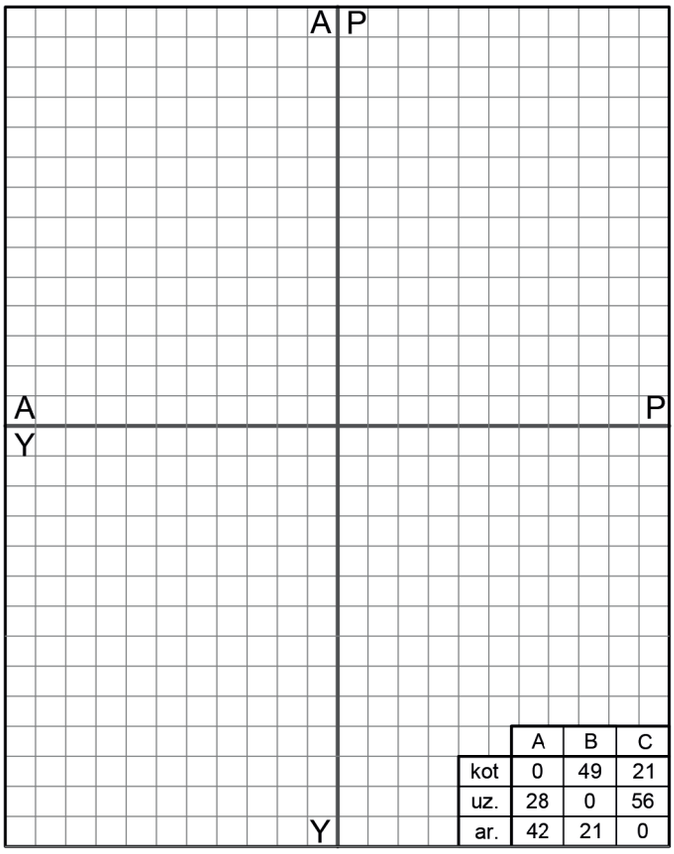
	A	B	C
kot	24	8	0
uz.	8	28	0
ar.	20	32	0

SIRA SİZDE

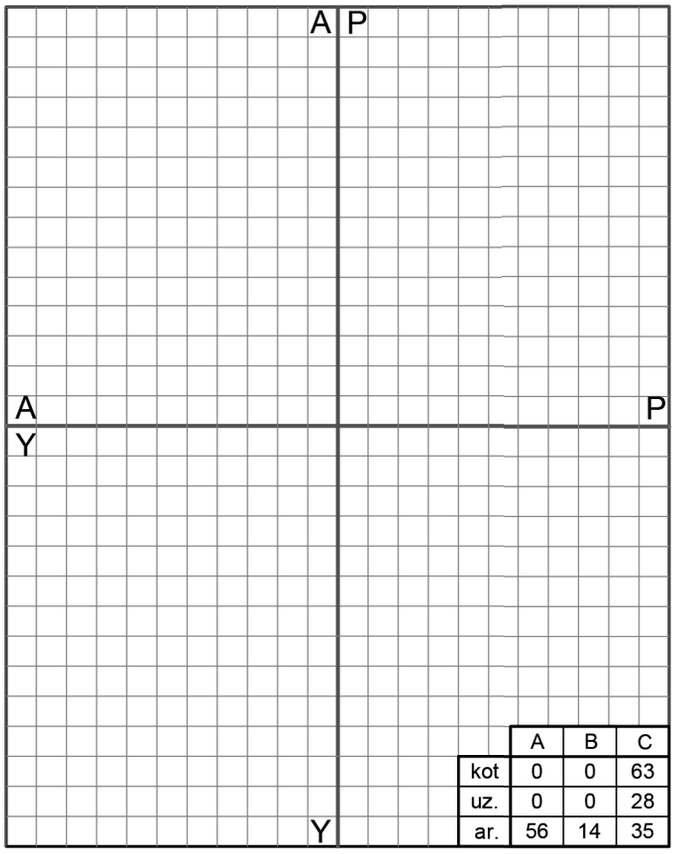
1.4c

Aşağıda her bir soru içinde koordinatları verilen düzlemlerin **epür** düzlemi üzerindeki izdüşümlerini gösteriniz.

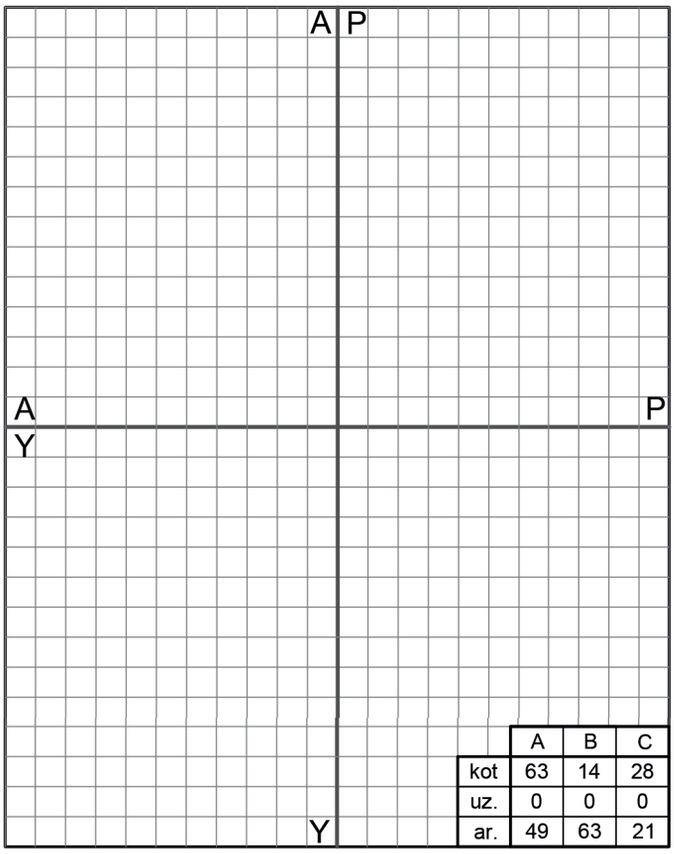
Ölçek: 1 kare □ = 7 birim



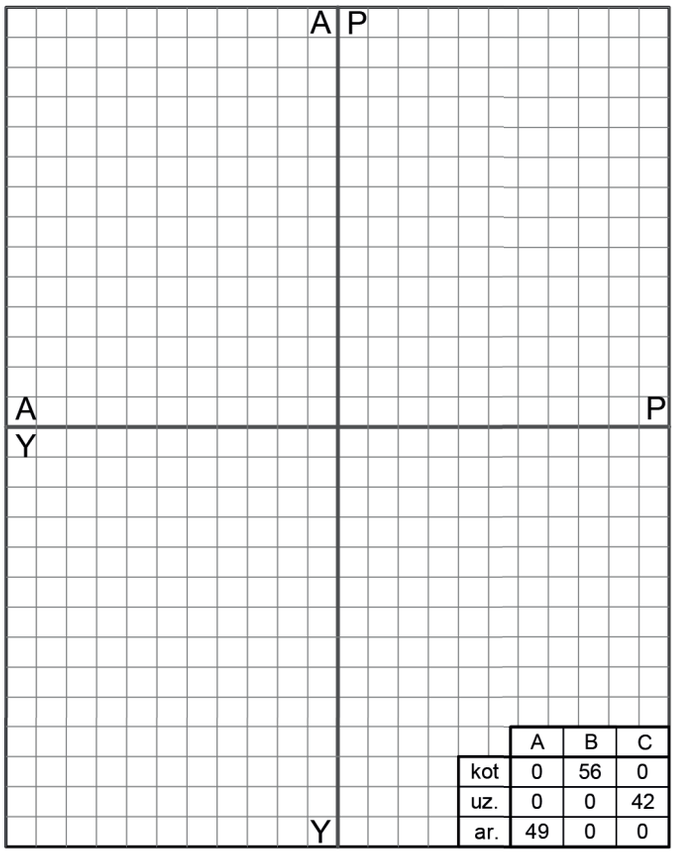
	A	B	C
kot	0	49	21
uz.	28	0	56
ar.	42	21	0



	A	B	C
kot	0	0	63
uz.	0	0	28
ar.	56	14	35



	A	B	C
kot	63	14	28
uz.	0	0	0
ar.	49	63	21



	A	B	C
kot	0	56	0
uz.	0	0	42
ar.	49	0	0

SIRA SİZDE

1.4d

Koordinat tablosunda **ABC** düzleminin bazı koordinatları <u>verilmemiştir.</u>

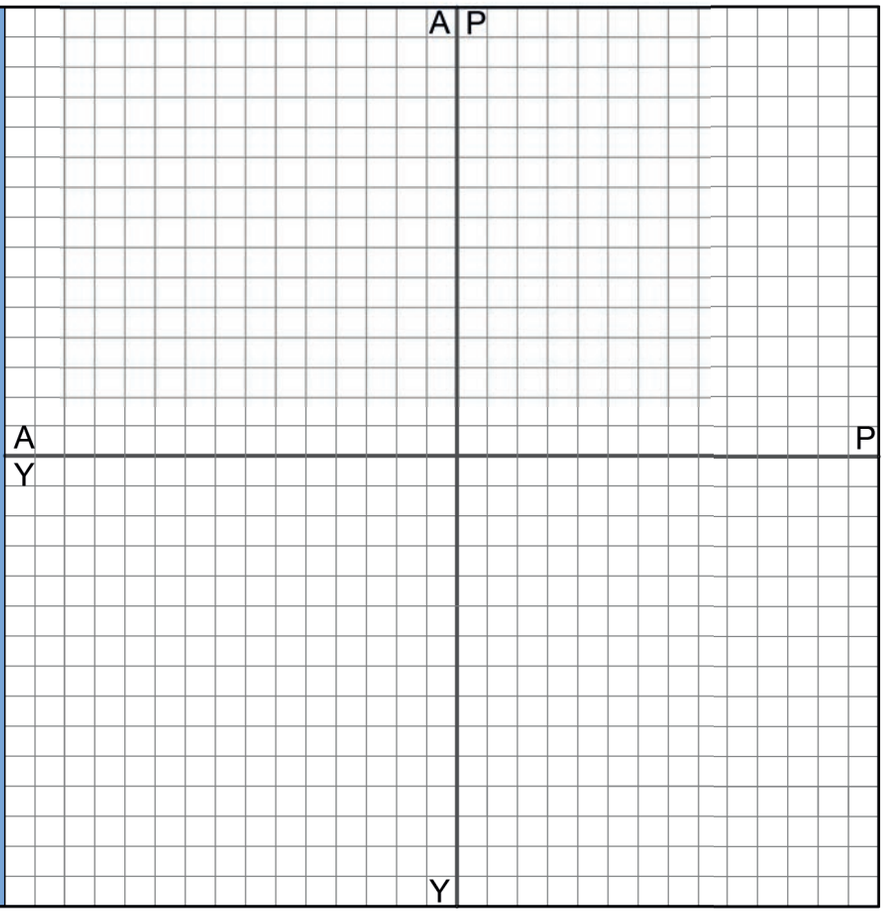
* **ABC** düzleminin **AC** kenarı yatay izdüşüm düzlemine diktir.
* **ABC** düzleminin alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü gerçek büyüklüktedir.

Yukarıdaki verilere göre:

- **ABC** düzleminin verilmeyen koordinatlarını belirleyerek koordinat tablosuna yazınız.
- **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	A	B	C
kot	50	30	20
uz.	30		
ar.		15	55



Koordinat tablosunda **ABC** düzleminin bazı koordinatları <u>verilmemiştir.</u>

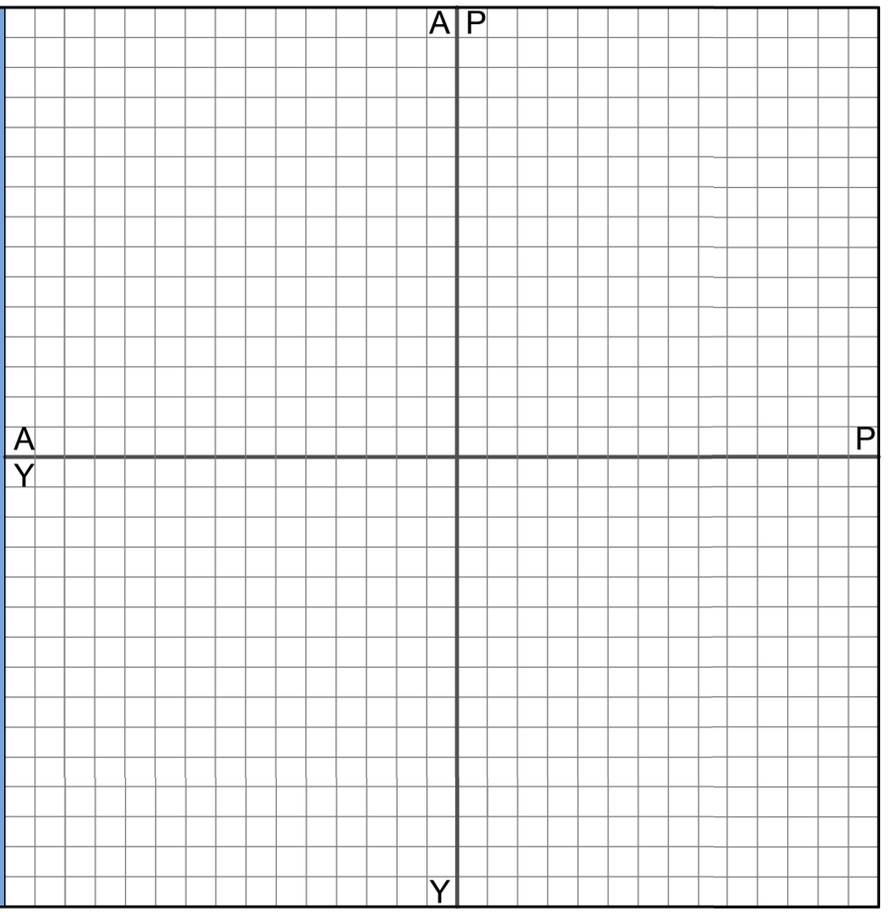
* **ABC** düzleminin **AC** kenarı alın izdüşüm düzlemine diktir.
* **ABC** düzleminin **AB** kenarı yatay izdüşüm düzlemine diktir.

Yukarıdaki verilere göre:

- **ABC** düzleminin verilmeyen koordinatlarını belirleyerek koordinat tablosuna yazınız.
- **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	A	B	C
kot		10	50
uz.	20		50
ar.			50



SIRA SİZDE

1.4e

Koordinat tablosunda **ABC** düzleminin bazı koordinatları <u>verilmemiştir.</u>

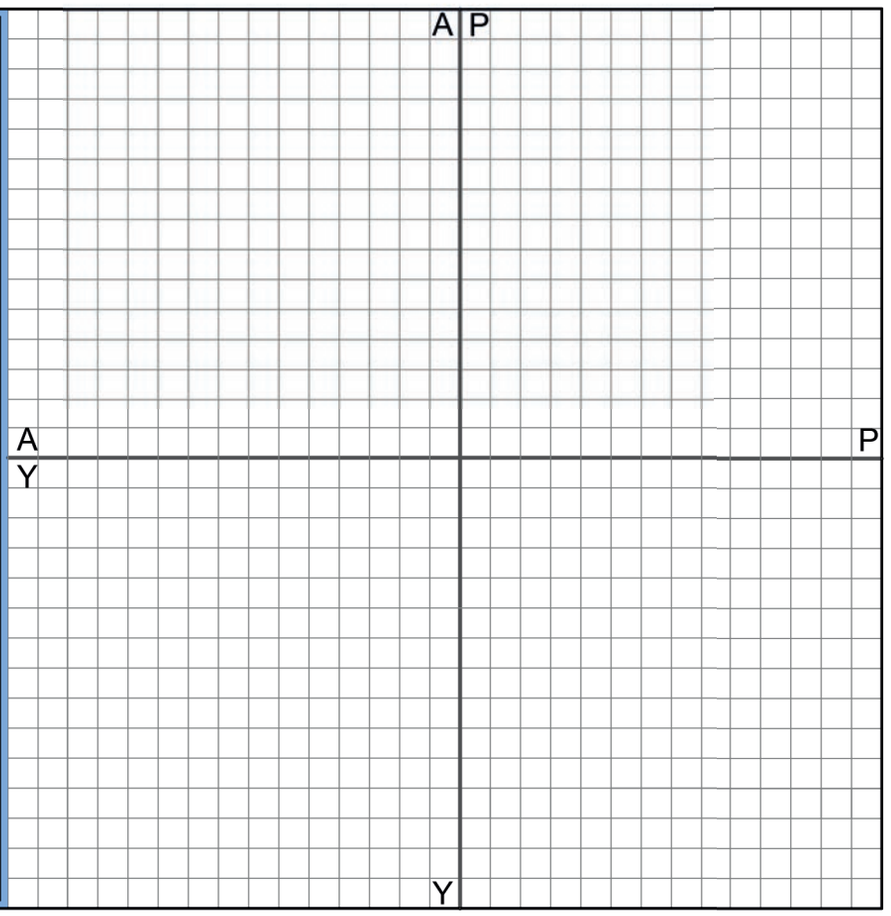
* **ABC** düzleminin **BC** kenarı profil izdüşüm düzlemine diktir.
* **ABC** düzleminin **AC** kenarının profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü gerçek boydadır.

Yukarıdaki verilere göre:

- **ABC** düzleminin verilmeyen koordinatlarını belirleyerek koordinat tablosuna yazınız.
- **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	A	B	C
kot	50		10
uz.	45		15
ar.		55	15



Koordinat tablosunda **ABC** düzleminin bazı koordinatları <u>verilmemiştir.</u>

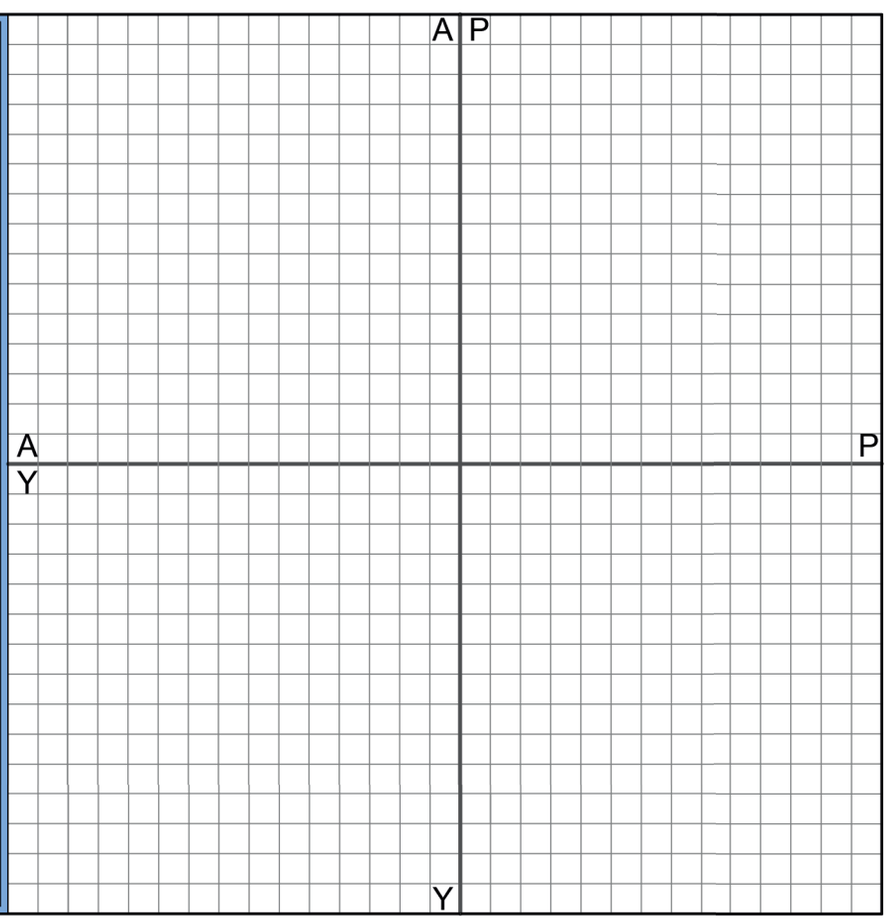
* **ABC** düzlemi yatay bir düzlemdir.
* **ABC** düzleminin **BC** kenarı profil izdüşüm düzlemi ile çakışıktır.

Yukarıdaki verilere göre:

- **ABC** düzleminin verilmeyen koordinatlarını belirleyerek koordinat tablosuna yazınız.
- **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.

Ölçek: 1 kare □= 5 birim

	A	B	C
kot		25	
uz.	30	10	50
ar.	55		



1.4.3. Düzlem Üzerindeki Noktalar

Bir düzlem üzerinde sonsuz sayıda nokta vardır. Düzlem üzerinde bulunan bu sonsuz sayıdaki noktalar düzlemin tüm izdüşümlerinin üzerinde de bulunmalıdır. Bunun sonucu olarak bir düzlemin temel izdüşümlerinden herhangi biri üzerindeki bir noktanın izdüşümü de o düzlemin diğer temel izdüşümleri üzerinde olmak zorundadır.

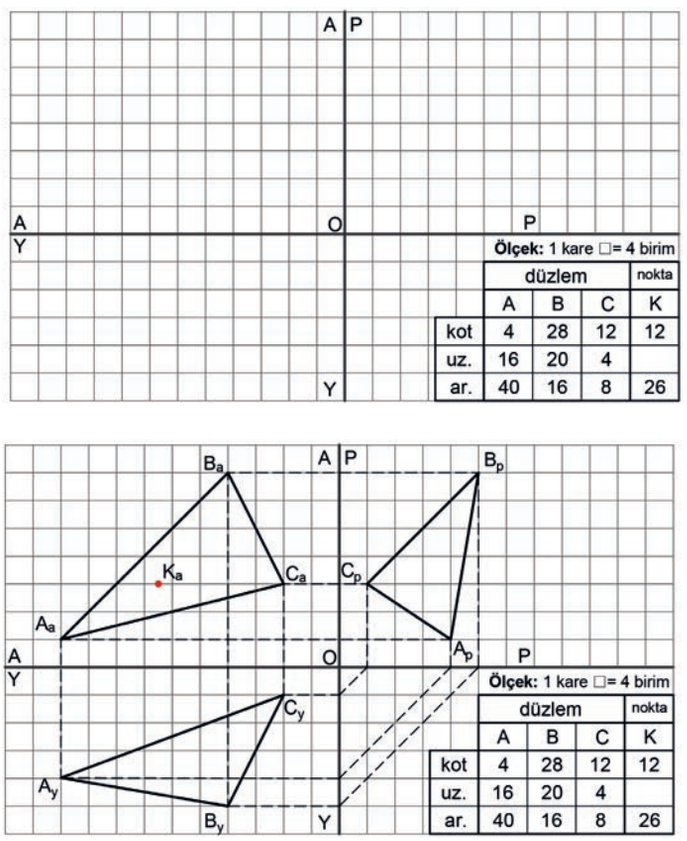
Bir düzlemin temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi biri üzerinde bulunan bir noktasının diğer temel izdüşümleri üzerindeki yeri, o noktadan geçen ve düzlem üzerinde bulunan bir doğru yardımıyla bulunur.

Bunu örnek bir problemle aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.

ABC düzleminin koordinatları ile bu düzlem üzerindeki bir **K** noktasının kot ve aralık koordinatları Şekil 1.84'teki koordinat tablosunda verilmiştir.

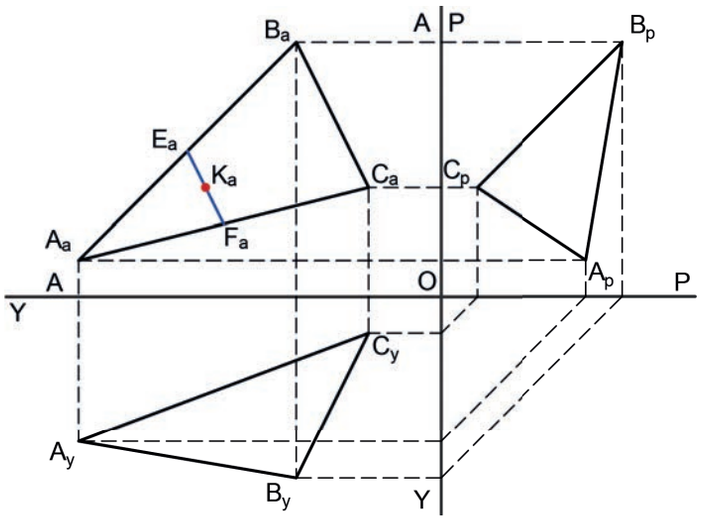
Buna göre:

- **ABC** düzleminin temel izdüşümlerini ve **K** noktasının **alın** izdüşümünü epürde gösteriniz.
- **K** noktasının **yatay** ve **profil** izdüşümlerini bulunuz.

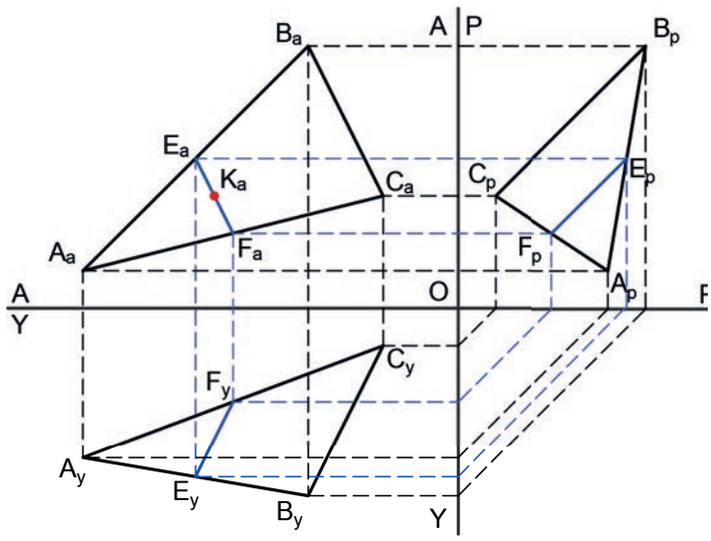


Şekil 1.84: ABC düzlemi ve **K** noktasının koordinatları ile bu düzlem ve noktanın izdüşümü

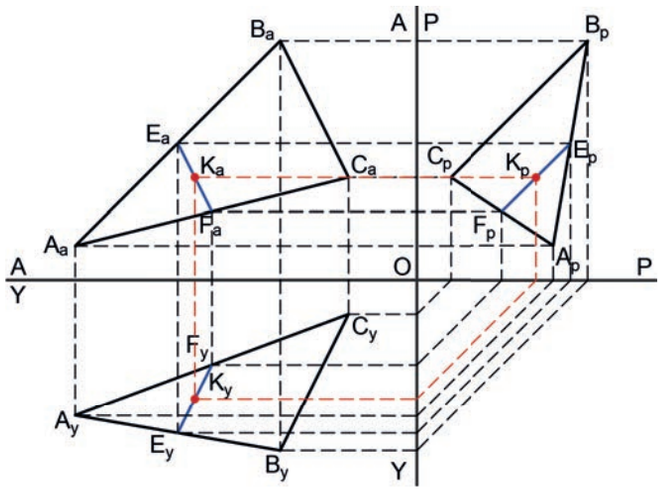
Koordinatları verilen **ABC** düzlemi epürde çizilir. **ABC** düzleminin **alın** izdüşümü üzerinde, verilen koordinatlara göre **K** noktasının **alın** izdüşümü belirlenir (Şekil 1.84).



K noktasının alın izdüşüm düzlemindeki izdüşümü üzerinden geçen ve **ABC** düzlemi üzerinde olan **herhangi bir doğru** çizilir. Örneğe göre bu doğru, düzlemin **AB** ve **AC** kenarlarını **E** ve **F** noktalarından keser.



E ve **F** noktaları düzlem üzerinde bir **EF** doğrusu meydana getirir. **E** ve **F** noktalarının **yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemleri üzerindeki yerleri belirlenerek **EF** doğrusunun **yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri gösterilir.



K noktası, **ABC** düzlemi üzerindeki **EF** doğrusu üzerinde olacağı için **K** noktasının **yatay** ve **profil** izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri de **EF** doğrusunun yatay ve profil izdüşüm düzlemleri üzerinde olur. Bu da **EF** doğrusunun alın izdüşümü üzerindeki **K** noktasının, diğer temel izdüşümlerdeki **EF** doğrusunun izdüşümleri üzerine taşınmasıyla elde edilir.

SIRA SİZDE

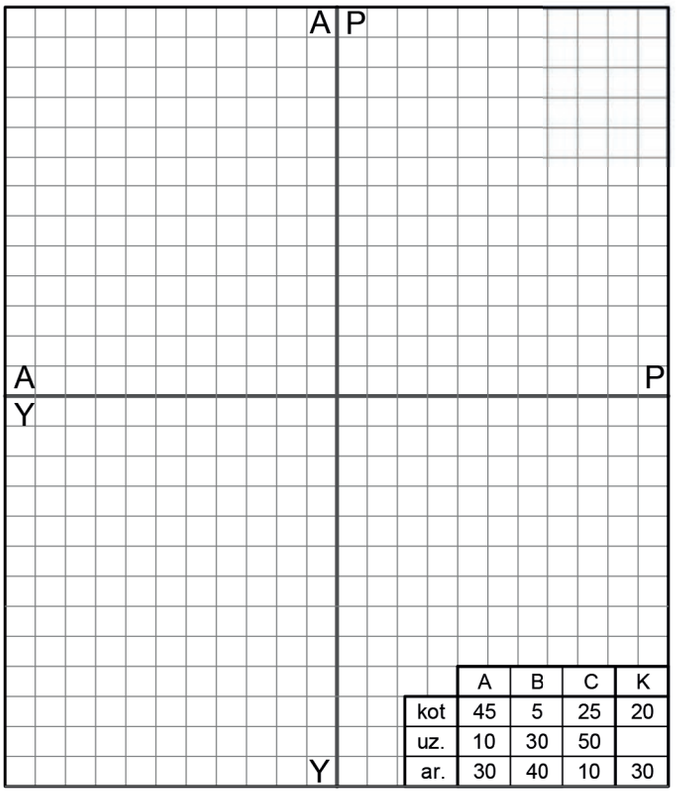
1.4.3

✦ Aşağıda her bir soru içinde koordinatları verilen **düzlem**lerin epür düzlemi üzerindeki izdüşümlerini gösteriniz.

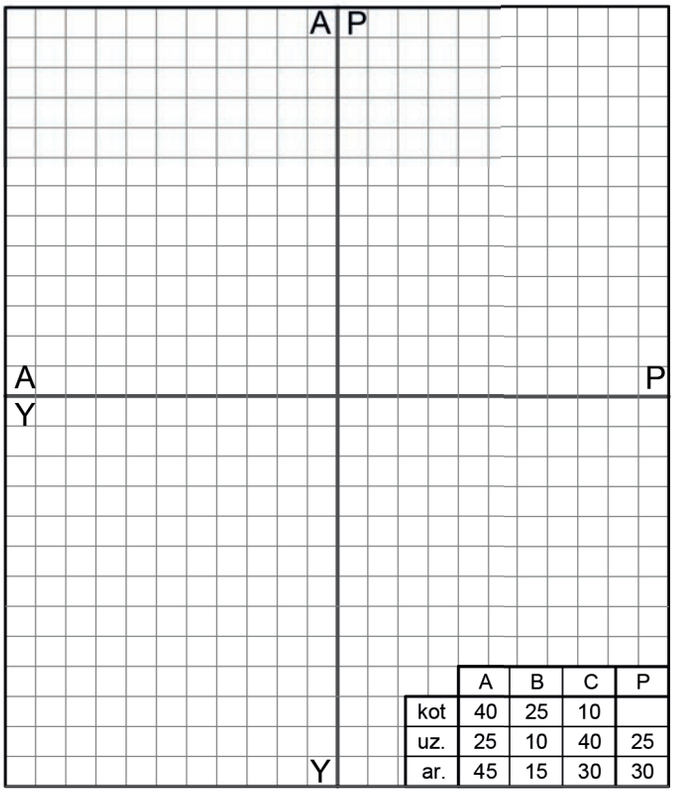
✦ Her bir düzlem üzerinde bulunan ve o düzleme ait bir noktanın belli koordinatları verilmiştir. Bu noktaların izdüşümlerini ait oldukları epürde gösteriniz.

✦ Düzlem üzerindeki bu noktaların verilmeyen koordinat değerlerini ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

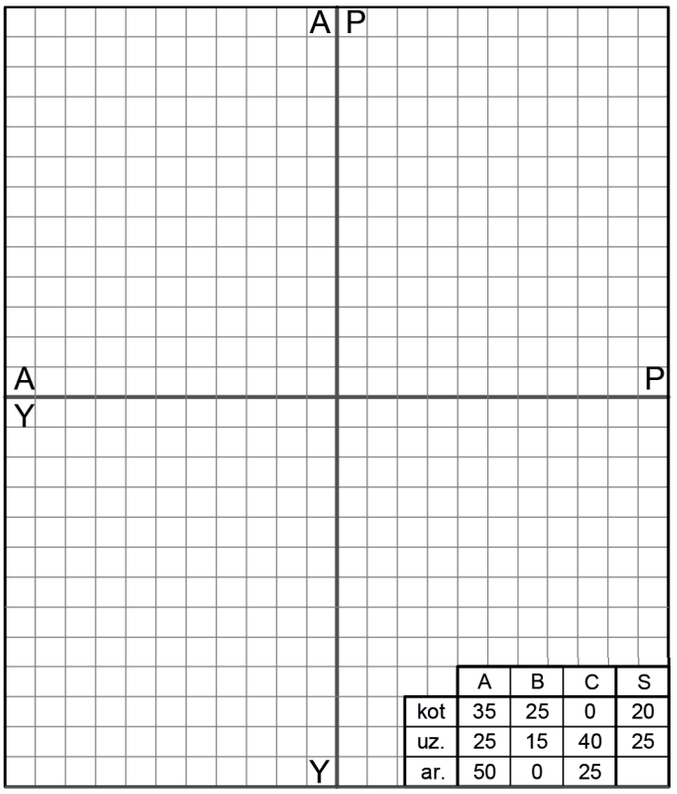
Ölçek: 1 kare □ = 5 birim



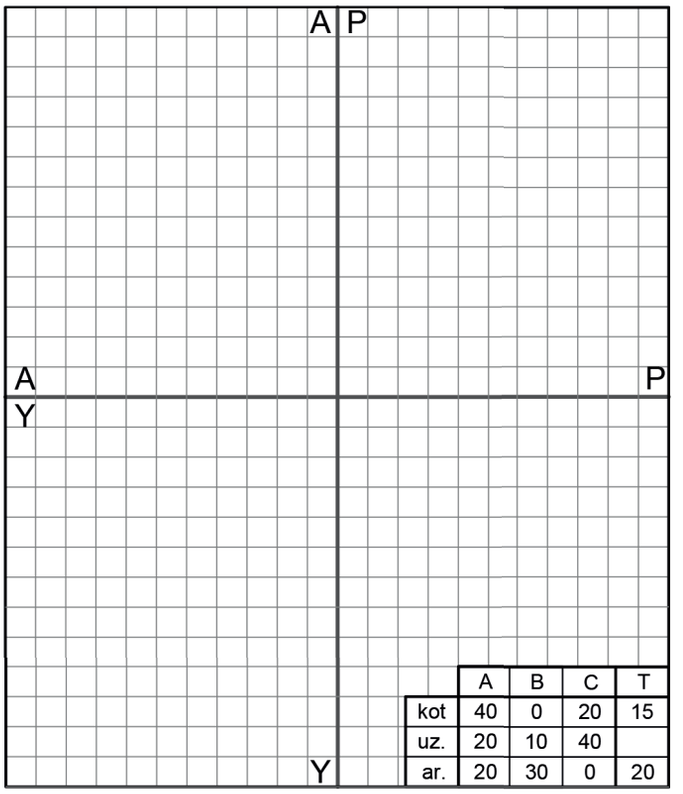
	A	B	C	K
kot	45	5	25	20
uz.	10	30	50	
ar.	30	40	10	30



	A	B	C	P
kot	40	25	10	
uz.	25	10	40	25
ar.	45	15	30	30



	A	B	C	S
kot	35	25	0	20
uz.	25	15	40	25
ar.	50	0	25	



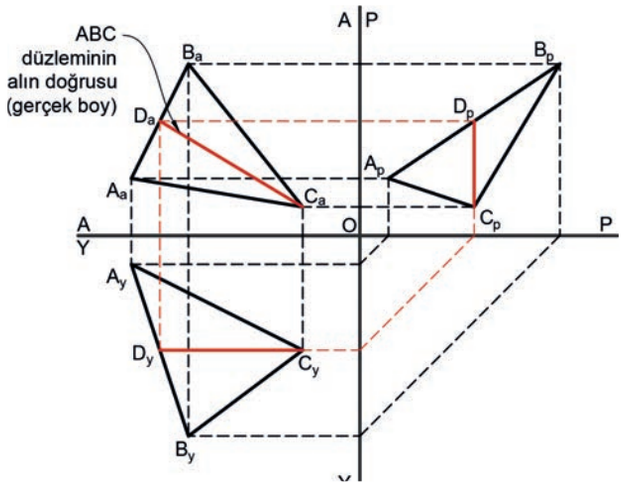
	A	B	C	T
kot	40	0	20	15
uz.	20	10	40	
ar.	20	30	0	20

1.4.4. Düzlemlerin Özel Doğruları

➤ Düzlemin Alın Doğrusu

Bir düzleme ait doğrulardan biri alın izdüşüm düzlemine paralel ise bu doğruya o düzlemin **alın doğrusu** denir.

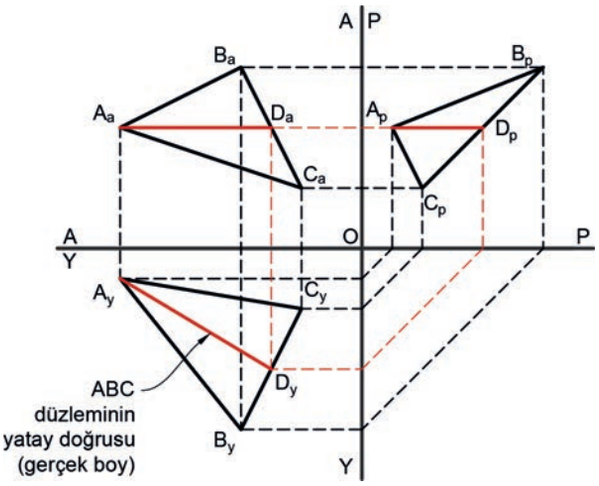
Alın doğrusunun alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır**. Yatay ve profil izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri ise temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerine paraleldir.



➤ Düzlemin Yatay Doğrusu

Bir düzleme ait doğrulardan biri yatay izdüşüm düzlemine paralel ise bu doğruya o düzlemin **yatay doğrusu** denir.

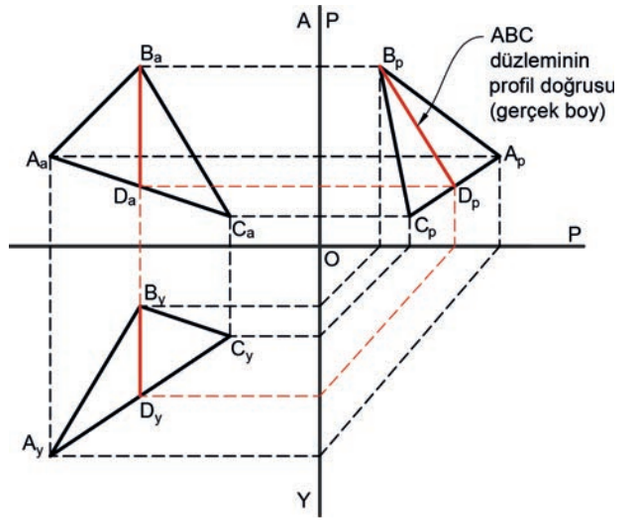
Yatay doğrusunun yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır**. Alın ve profil izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri ise temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerine paraleldir.



➤ Düzlemin Profil Doğrusu

Bir düzleme ait doğrulardan biri profil izdüşüm düzlemine paralel ise bu doğruya o düzlemin **profil doğrusu** denir.

Profil doğrusunun profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü **gerçek boydadır.** Alın ve yatay izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümleri ise temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerine paraleldir.

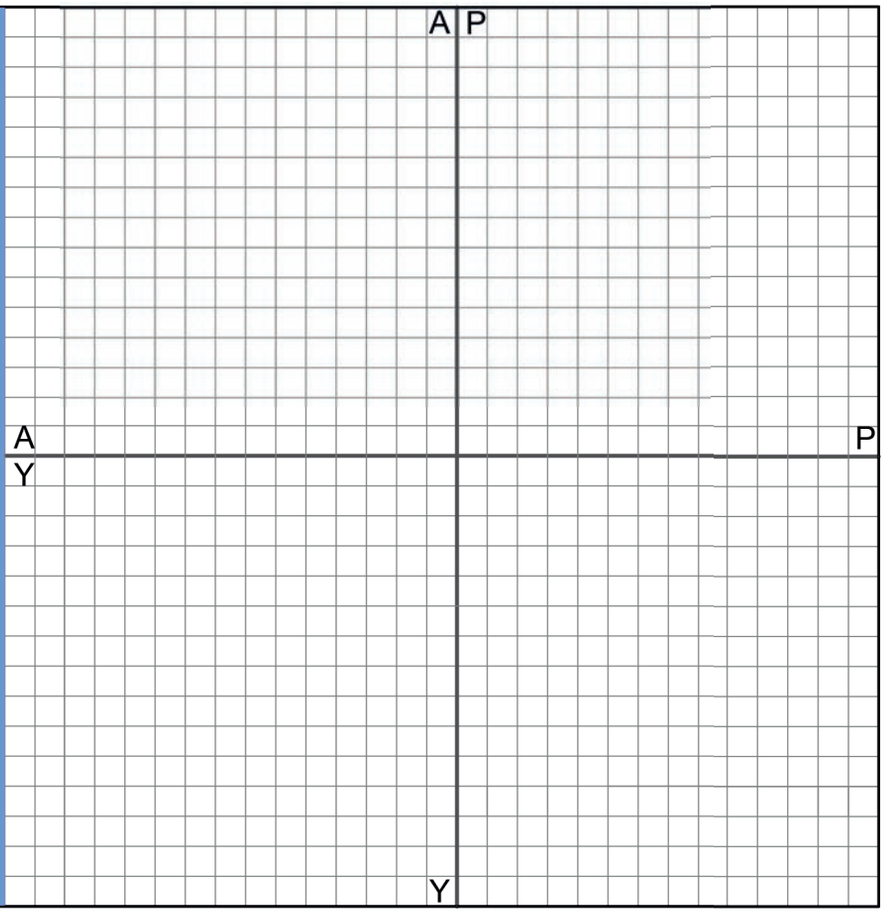


SIRA SİZDE
1.4.4a

- Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.
- **ABC** düzleminin **C** noktasından geçen yatay doğrusunu epürde gösteriniz.
- **CD** yatay doğrusuna ait **D** noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

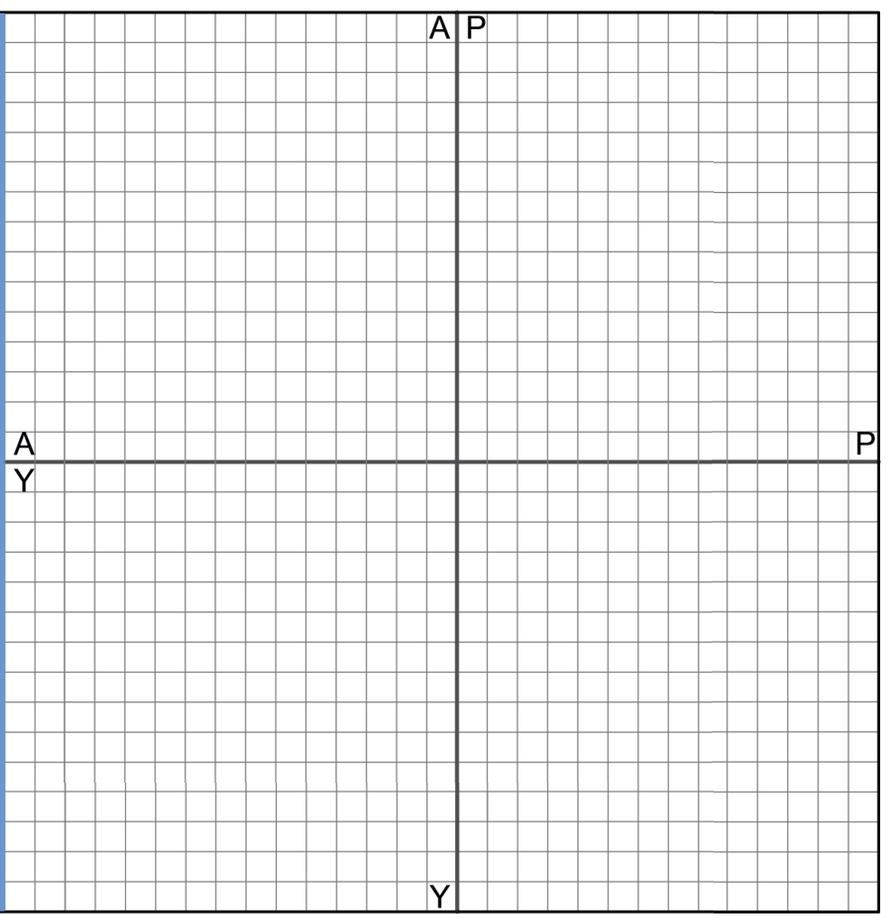
	A	B	C	D
kot	50	5	20	
uz.	10	40	50	
ar.	25	45	10	



- Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.
- Düzlemin **B** noktasından geçen alın doğrusu ile **C** noktasından geçen yatay doğrusunu epürde gösteriniz.
- Düzlemin alın doğrusunun düzlemin **AC** kenarını kestiği **E** noktası ile düzlemin yatay doğrusunun düzlemin **AB** kenarını kestiği **F** noktasını epürde belirleyiniz.
- **E** ve **F** noktalarının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.
- Düzlem üzerindeki bu iki özel doğrunun (**BE** ve **CF**) kesiştikleri **K** kesim noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	düzlem			noktalar		
	A	B	C	E	F	K
kot	50	10	30			
uz.	5	25	45			
ar.	30	50	10			



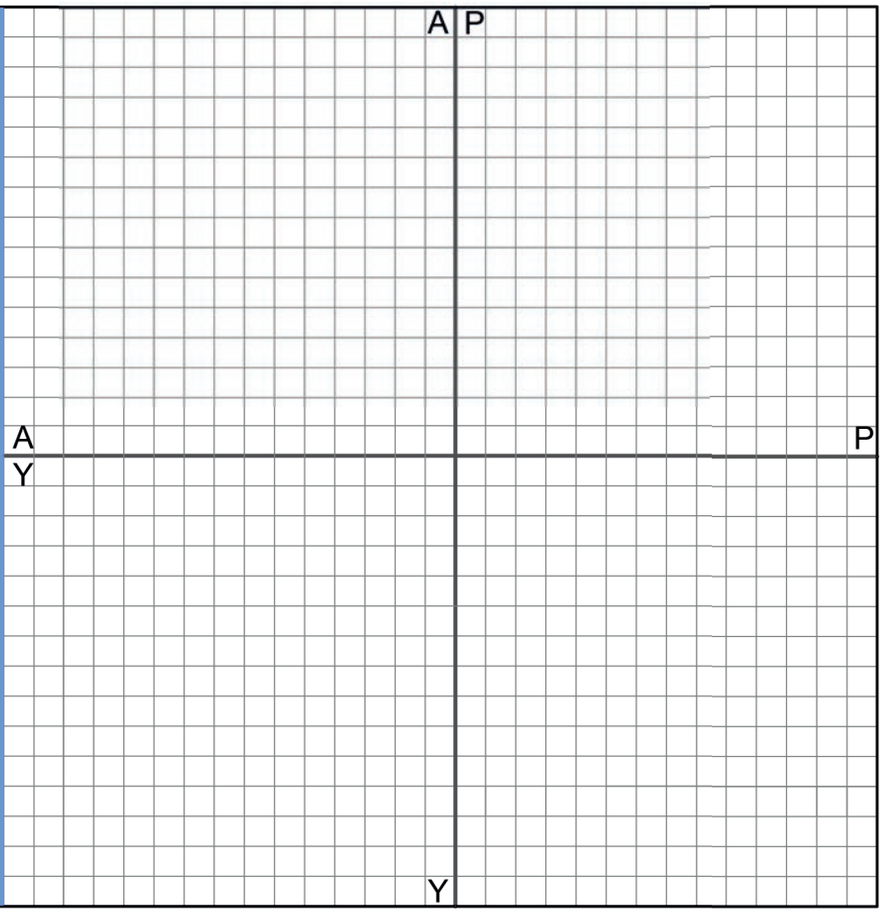
SIRA SİZDE

1.4.4b

- Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemini epürde gösteriniz.
- Düzlemin **B** noktasından geçen alın doğrusunu epürde gösteriniz.
- B noktasından geçen alın doğrusunun düzlemin **AC** kenarını kestiği **K** kesim noktasını epürde gösteriniz ve **K** noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.
- Aralık değeri verilen **P** noktası hem düzlem hem de düzlem üzerindeki **BK** alın doğrusu üzerindedir. **P** noktasının temel izdüşümlerini epürde gösteriniz.
- **P** kesim noktasının koordinatlarını ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □ = 5 birim

	düzlem			noktalar	
	A	B	C	K	P
kot	55	20	10		
uz.	10	25	55		
ar.	25	60	10		40



Koordinat tablosunda koordinatları verilen **ABC** düzlemi ile bu düzlem üzerinde bulunan **EF** yatay doğrusunun bazı koordinatları koordinat tablosunda verilmiştir.

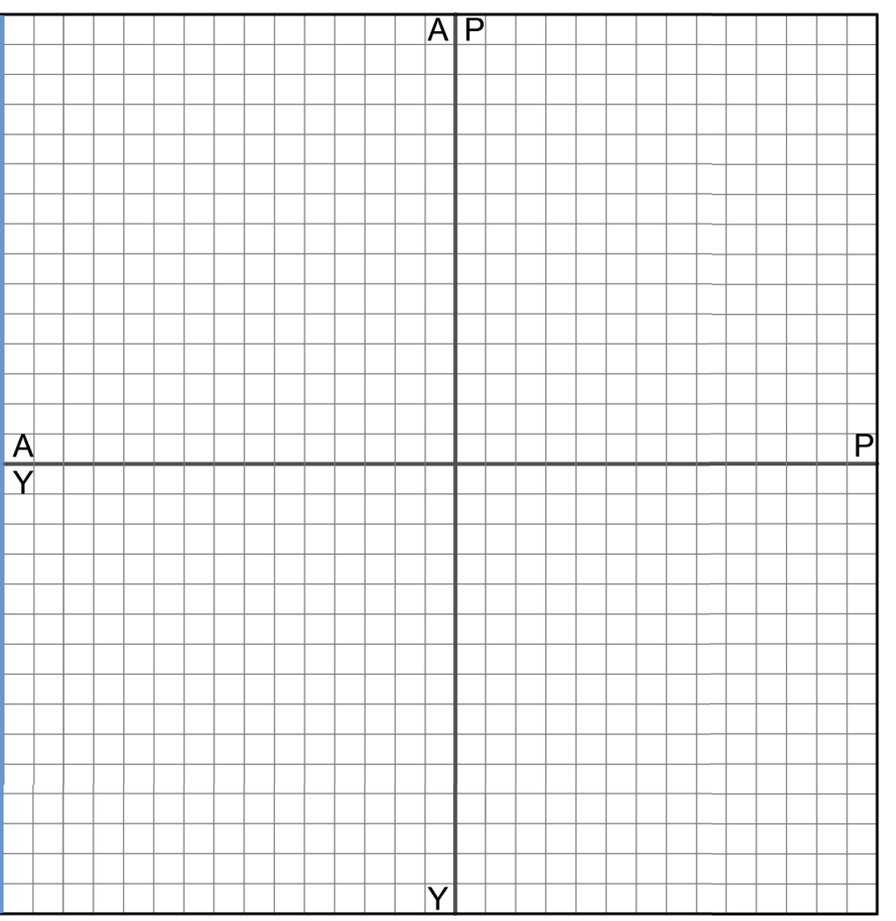
* **EF** yatay doğrusunun **F** noktası, **ABC** düzleminin **AC** kenarı üzerindedir.

Buna göre:

- **ABC** düzlemi ve **EF** yatay doğrusunu epürde gösteriniz.
- **ABC** düzlemi ve **EF** yatay doğrusunun verilmeyen koordinat değerlerini ölçek yardımıyla hesaplayarak koordinat tablosuna yazınız.

Ölçek: 1 kare □= 5 birim

	düzlem			doğru	
	A	B	C	E	F
kot	50	20	10		30
uz.	10		60	20	
ar.		45	10		20



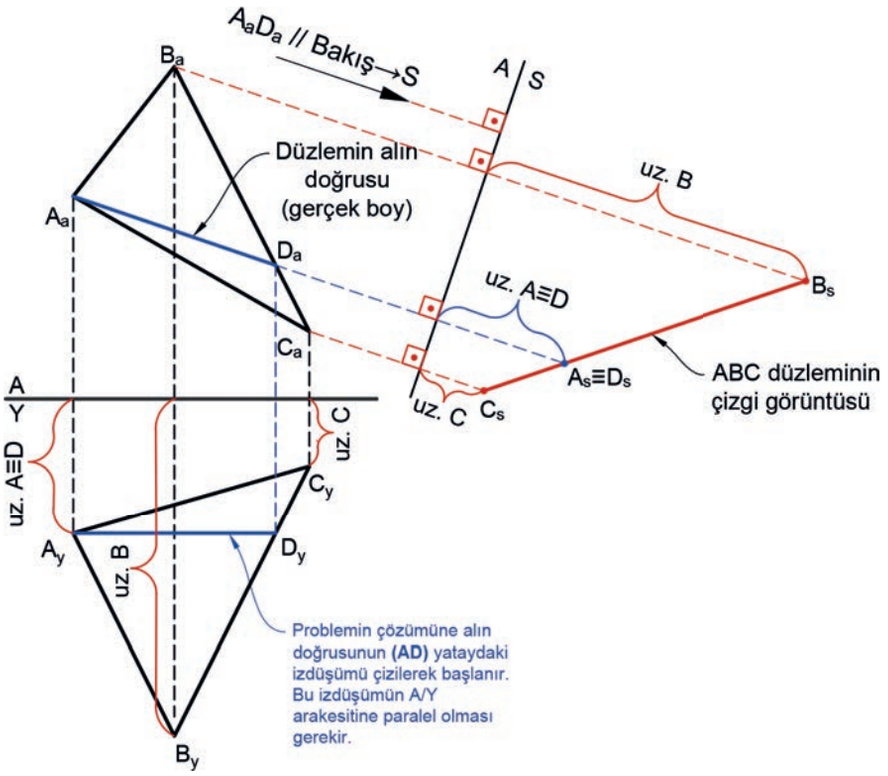
1.4.5. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Düzlemlerin Çizgi Görüntüsü

Bir düzlemin çizgi görüntüsü, o düzlemin herhangi bir izdüşüm düzlemine dik olması hâlidir. Bir düzlemin yardımcı izdüşüm metodu ile çizgi görüntüsünün elde edilmesi için o düzlemin herhangi bir izdüşüm düzlemine dik olan bir yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

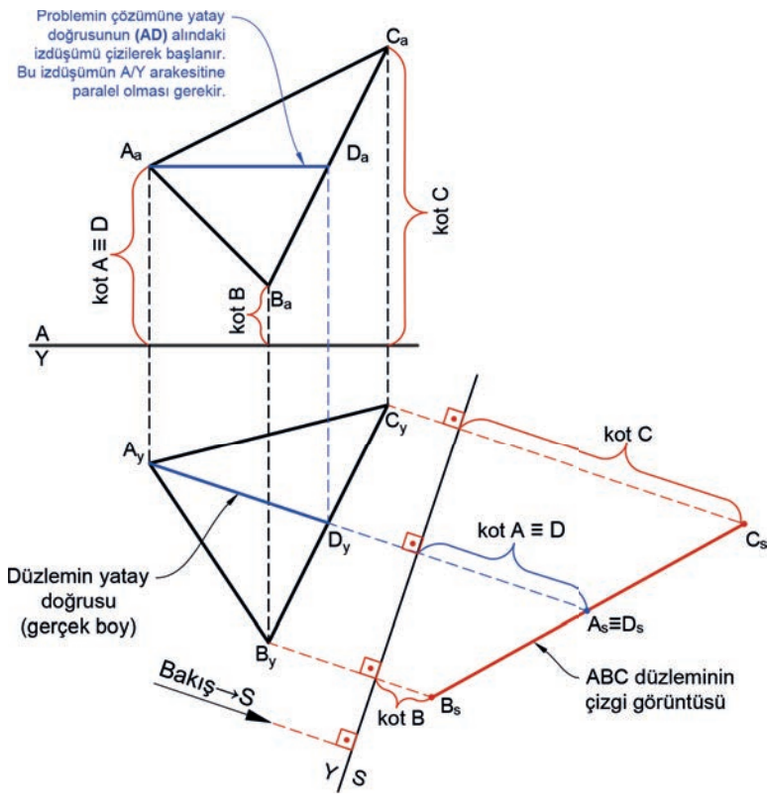
- Yardımcı izdüşüm düzlemi herhangi bir temel izdüşüm düzlemine dik olarak alınmış ise çizgi görüntüsü elde edilecek olan düzlemin o temel izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek boy görüntüsü veren özel doğrusu belirlenir.
- Bakış doğrultusu, düzlem üzerindeki doğrunun gerçek boyuna paralel konumda ve yardımcı izdüşüm düzlemi bu bakış doğrultusuna dik konumda olmalıdır.
- Yardımcı izdüşüm düzleminin dik olduğu temel izdüşüm düzlemiyle olan arakesitine düzlemin köşe noktalarından dikler inilir ve inilen bu diklerin arakesiti kestiği noktalardan yine bu arakesitlere dikler çıkılır.
- Çıkılan bu dikler üzerinde yardımcı ve temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerinden itibaren düzlemin köşe noktaları için;
  - Yardımcı izdüşüm düzlemi alına dik olarak alınmış ise **uzaklık**,
  - Yardımcı izdüşüm düzlemi yataya dik olarak alınmış ise **kot**,
  - Yardımcı izdüşüm düzlemi profile dik olarak alınmış ise **aralık** koordinatları işaretlenir.

Böylece düzlemin köşe noktalarının yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri elde edilir.

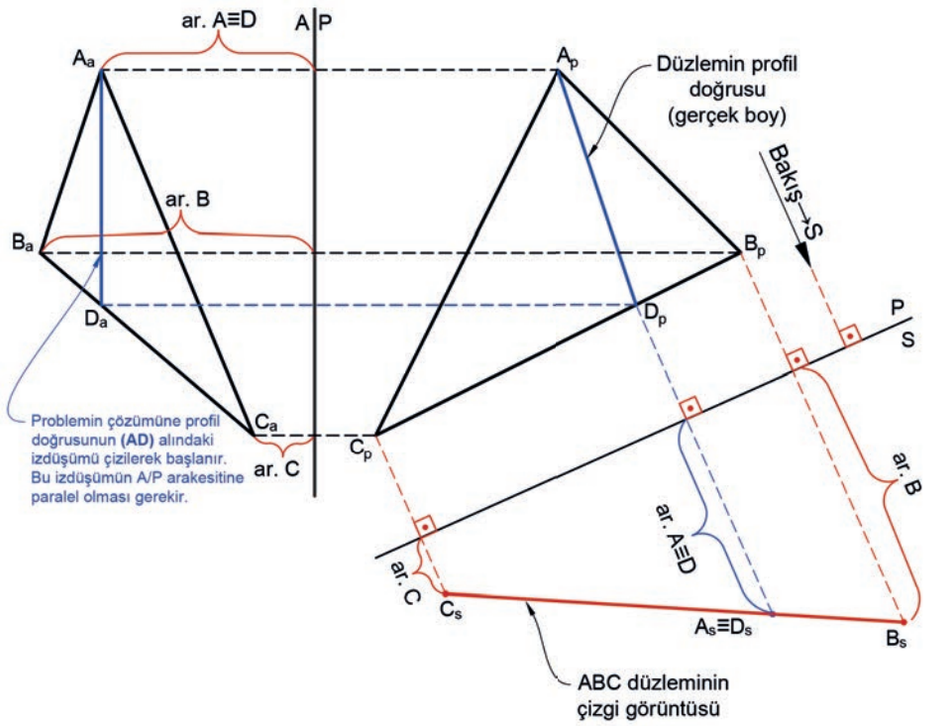
- Elde edilen bu izdüşüm noktalarının birleştirilmesi sonucu düzlemin yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görüntüsü elde edilmiş olur (Şekil 1.85-1.87). Bir başka deyişle düzlem, yardımcı izdüşüm düzlemine dik konuma getirilmiş olur.



Şekil 1.85: Bir düzlemin alına dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görüntüsü



Şekil 1.86: Bir düzlemin yataya dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görüntüsü

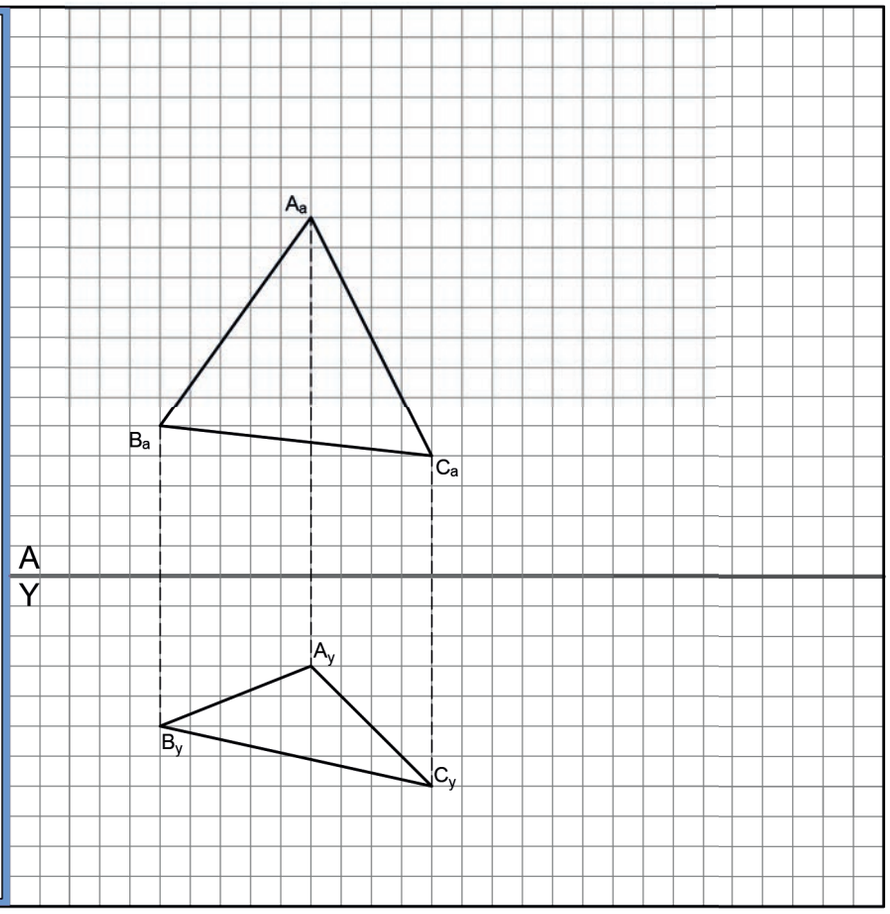


Şekil 1.87: Bir düzlemin profile dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görüntüsü

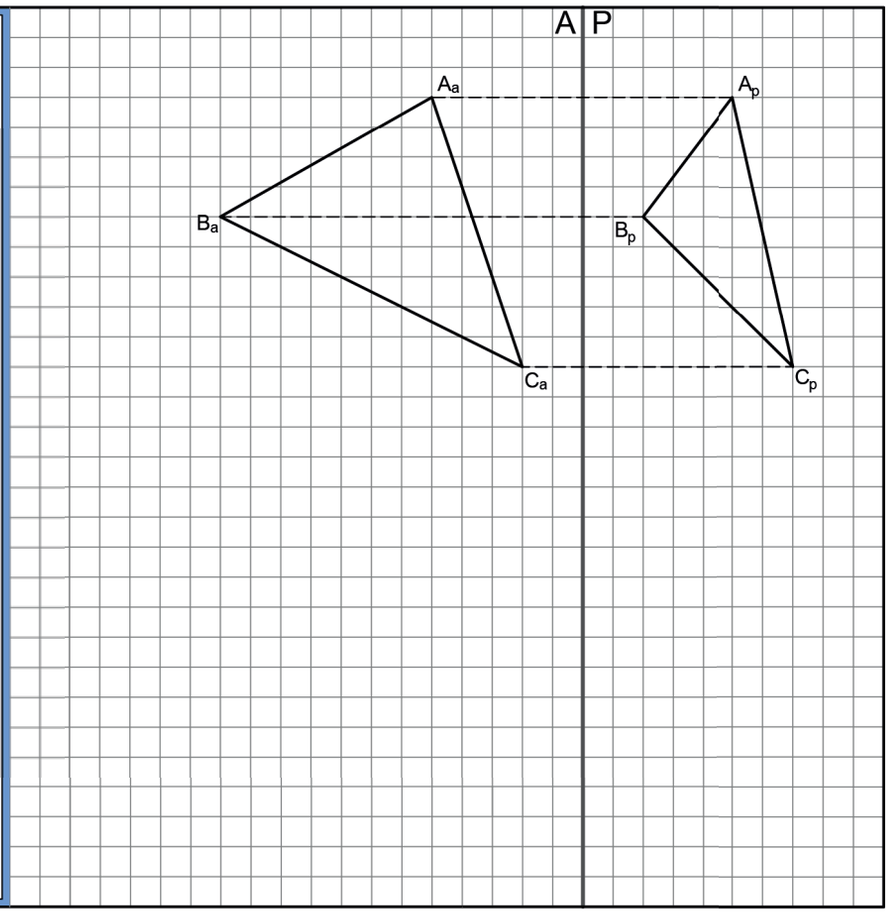
SIRA SİZDE

1.4.5

Alın ve yatay izdüşümü verilen **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü alına dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.



Alın ve profil izdüşümü verilen **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü alına dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

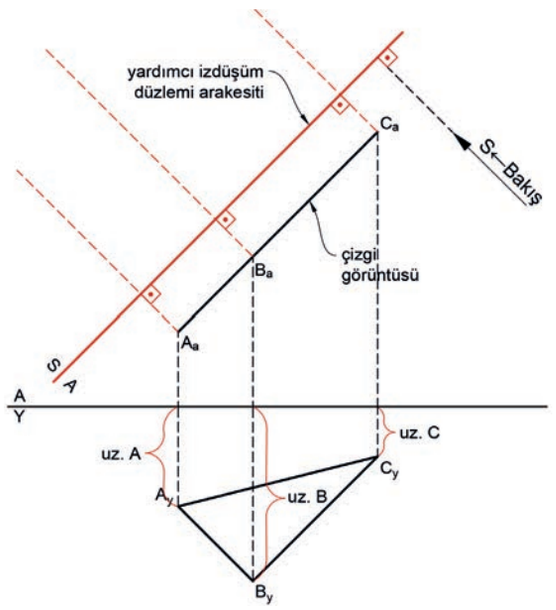


1.4.6. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Özel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma

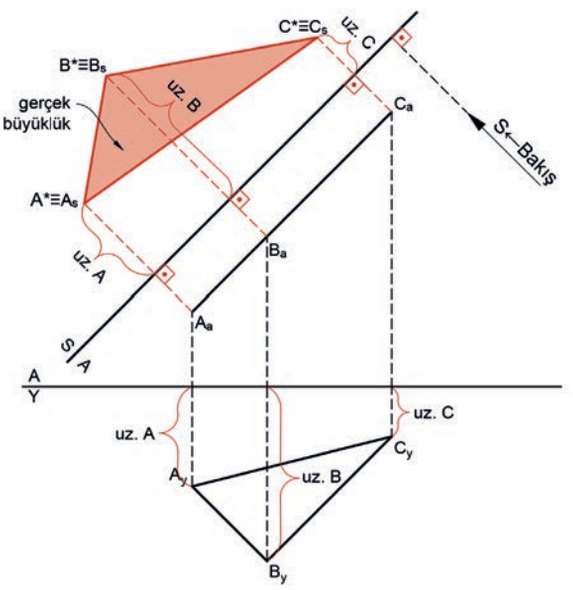
Bir düzlemin herhangi bir izdüşüm düzlemine paralel veya dik konumda olması o düzlemin özel bir düzlem olduğunun göstergesidir. Herhangi bir izdüşüm düzlemine paralel olan düzlemin izdüşümü gerçek büyüklükte olacağı için bu düzlemin gerçek büyüklüğünü aramak gerekmeyecektir. Özel düzlemler herhangi bir temel izdüşüm düzlemine **dik**, diğer temel izdüşüm düzlemlerine **gelişigüzel** konumda olan düzlemlerdir.

Özel düzlemlerin gerçek büyüklüklerinin yardımcı izdüşüm metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

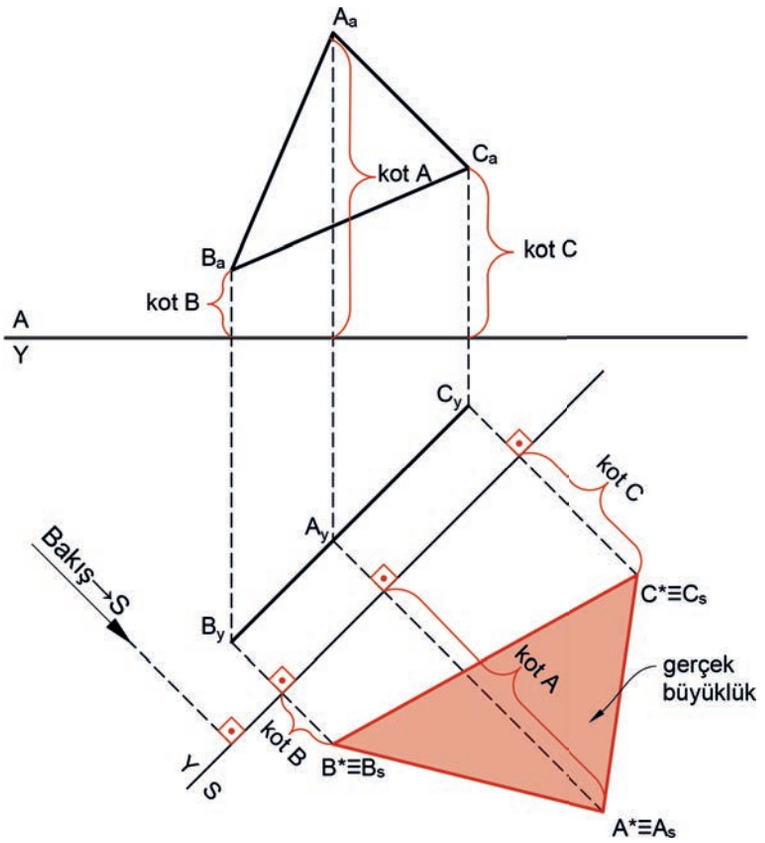
- Gerçek büyüklük, düzlemin dik konumda olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerinde elde edilir.
- Bakış doğrultusu, düzlemin çizgi görüntüsüne dik olmalıdır.
- Yardımcı izdüşüm düzlemi, bakış doğrultusuna dik konumda olmalıdır. Başka bir ifadeyle düzlemin çizgi görüntüsü verdiği temel ve yardımcı izdüşüm düzlemlerinin arakesiti, düzlemin çizgi görüntüsüne paralel olmalıdır.
- Düzlemin çizgi görüntüsü üzerindeki köşe noktalarından düzlemin çizgi görüntüsü verdiği temel izdüşüm düzleminin **yardımcı izdüşüm düzlemi ile olan arakesitine** dikler inilir ve çıkılır (Şekil 1.88).
- Çıkılan bu dikler üzerinde arakesitten itibaren;
  - Gerçek büyüklük **alın**da bulunuyorsa **uzaklık**,
  - Gerçek büyüklük **yatay**da bulunuyorsa **kot**,
  - Gerçek büyüklük **profil**de bulunuyorsa **aralık** mesafeleri alınarak düzlemi belirleyen köşe noktalarının yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri elde edilir.
- Yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki düzlemin köşe noktalarının izdüşümleri o düzlemin **gerçek büyüklüğünü** verir (Şekil 1.89-1.91).



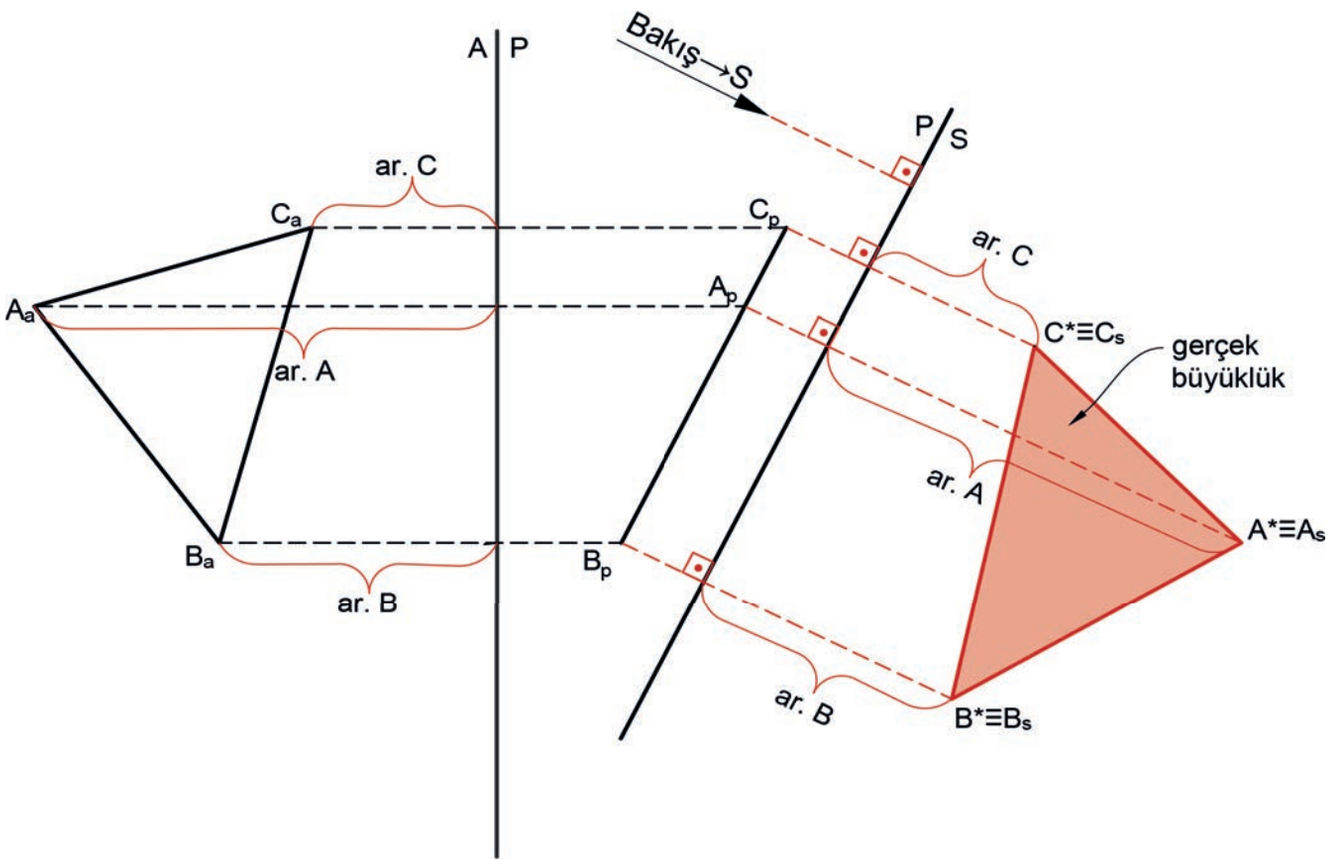
Şekil 1.88: Alına dik yardımcı izdüşüm düzleminin çizimi



Şekil 1.89: Alına dik düzlemin gerçek büyüklüğünün bulunması



Şekil 1.90: Yataya dik bir düzlemin gerçek büyüklüğünün bulunması

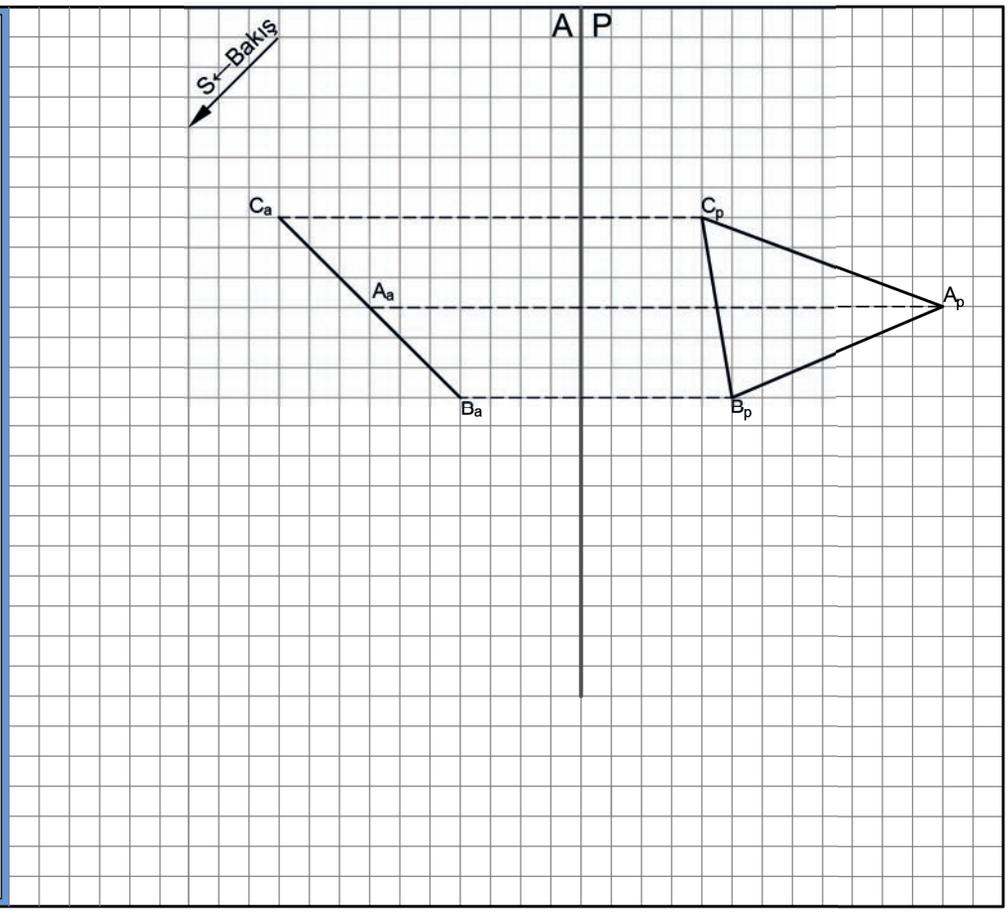


Şekil 1.91: Profile dik bir düzlemin gerçek büyüklüğünün bulunması

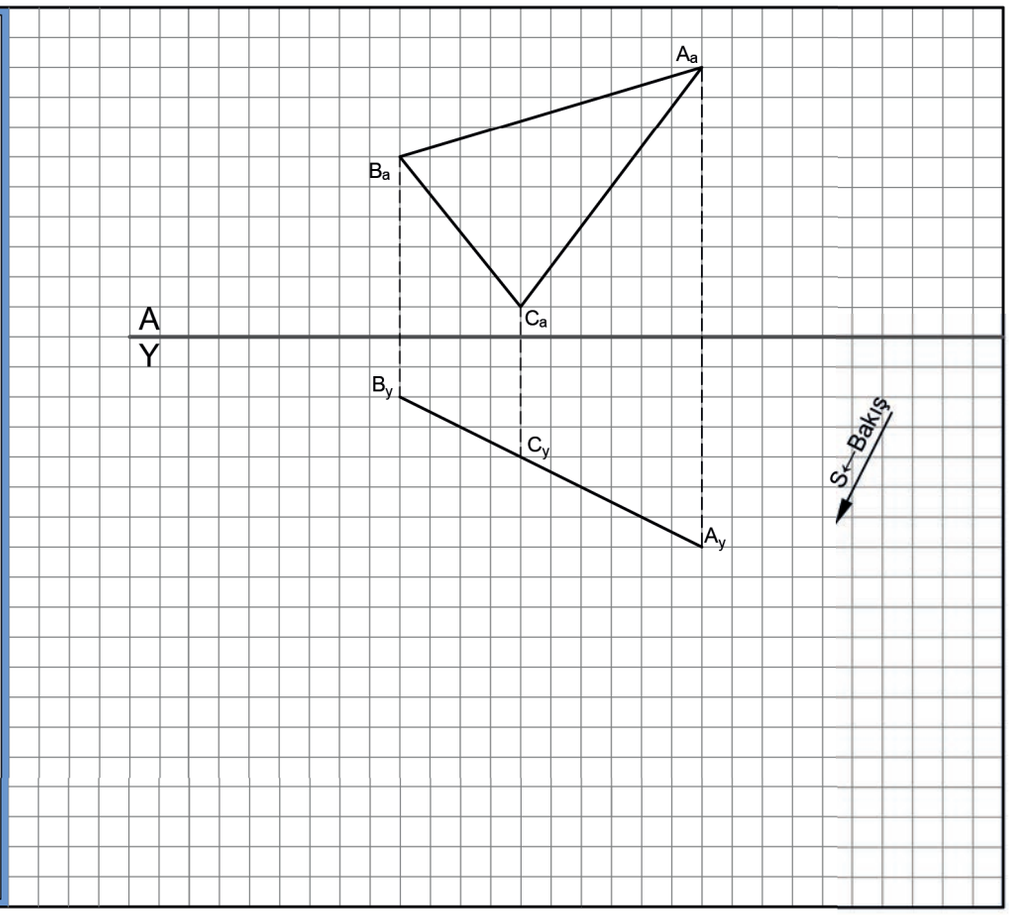
SIRA SİZDE

1.4.6

Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **yardımcı izdüşüm metodu** ile bulunuz.



Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **yardımcı izdüşüm metodu** ile bulunuz.



1.4.7. Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Gelişigüzel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma

Temel izdüşüm düzlemlerinin hiçbirine paralel veya dik konumda olmayan düzlemler **gelişigüzel düzlemler**dir.

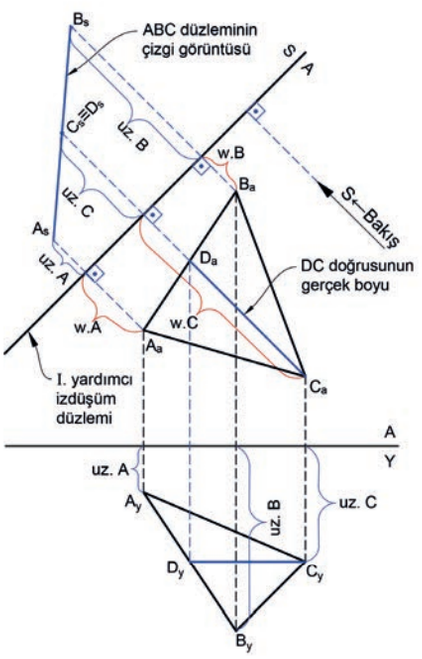
Gelişigüzel düzlemlerin gerçek büyüklüğünün yardımcı izdüşüm metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Herhangi bir temel izdüşüm düzlemine dik olan I. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek büyüklüğü bulunmak istenen **düzlemin çizgi görüntüsü elde edilir** (Şekil 1.92).

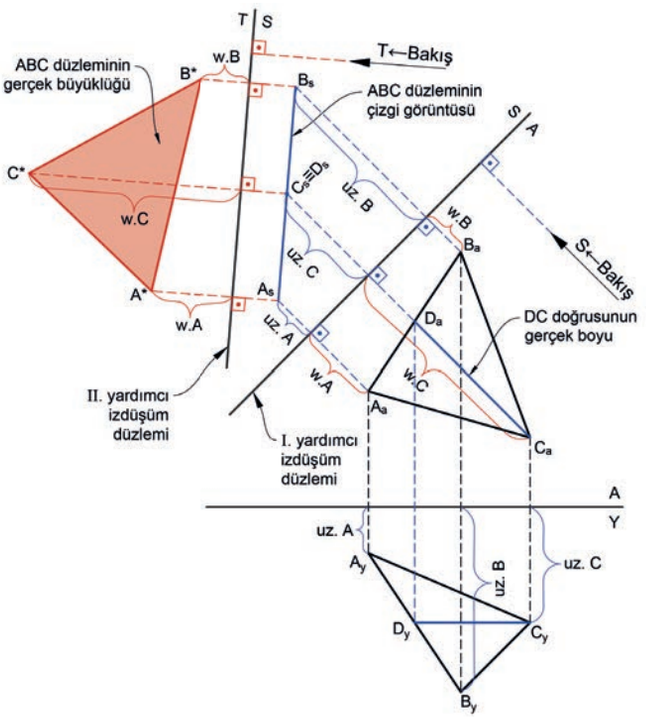
Not: Burada dikkat edilirse **düzlemin** yardımcı izdüşüm düzleminin dik olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerindeki **izdüşümü ile** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki **çizgi görüntüsü**; bir izdüşümü bir düzlemine dik, diğerinde gelişigüzel olan **özel düzlemlerin izdüşümlerindeki özellikleri** oluşturmaktadır.

Bundan sonraki aşamada **özel (dik) düzlemlerin** işlem basamakları uygulanır:

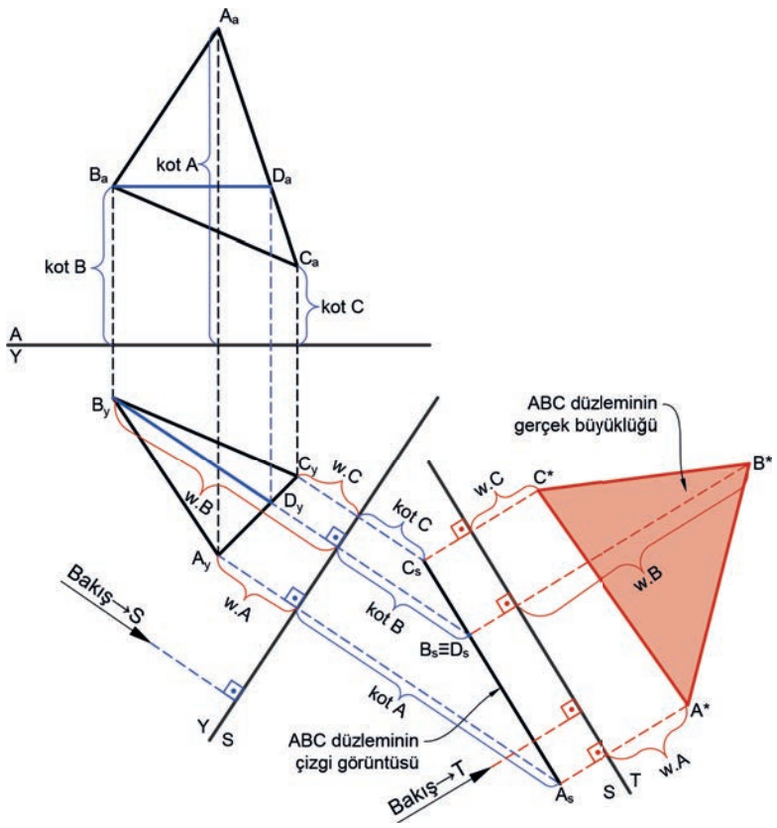
- Çizgi görüntüsüne paralel olarak II. yardımcı izdüşüm düzlemi alınır ve düzlemin köşe noktaları bu yardımcı izdüşüm düzlemi üzerine taşınır. Taşınan bu köşe noktalarının birleştirilmesiyle II. yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde düzlemin gerçek büyüklüğü elde edilir.
- II. yardımcı izdüşüm düzleminde (**T**) gerçek büyüklük elde edilirken I. ve II. yardımcı izdüşüm düzlemlerinin arakesitine çıkılan dikler üzerinde alınması gereken mesafe, düzlemin köşe noktalarının I. yardımcı izdüşüm düzlemine (**S**) olan mesafeleridir. Bu mesafeler örneklerde **w** ile gösterilmiştir (Şekil 1.93-1.95).



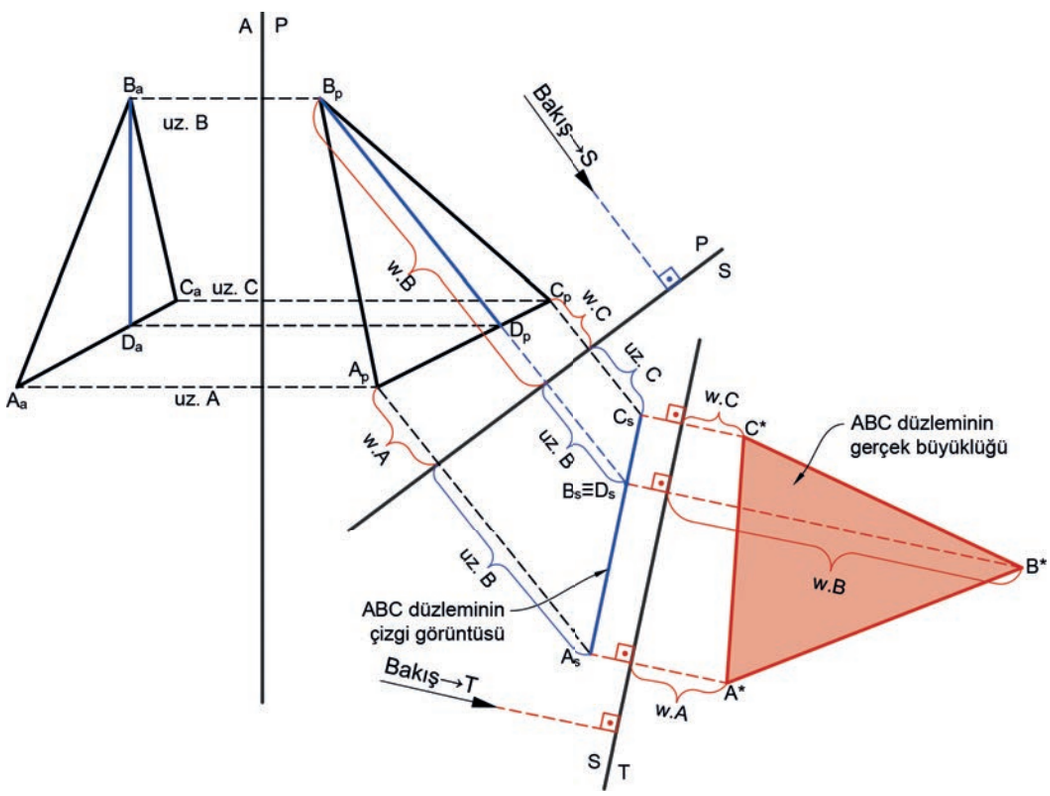
Şekil 1.92: Gelişigüzel konumlu düzlemin birinci yardımcı izdüşümü



Şekil 1.93: Gelişigüzel konumlu düzlemin gerçek büyüklüğünün yardımcı izdüşüm metoduyla **alın**da bulunması



Şekil 1.94: Gelişigüzel konumlu düzlemin gerçek büyüklüğünün yardımcı izdüşüm metoduyla **yatay**da bulunması



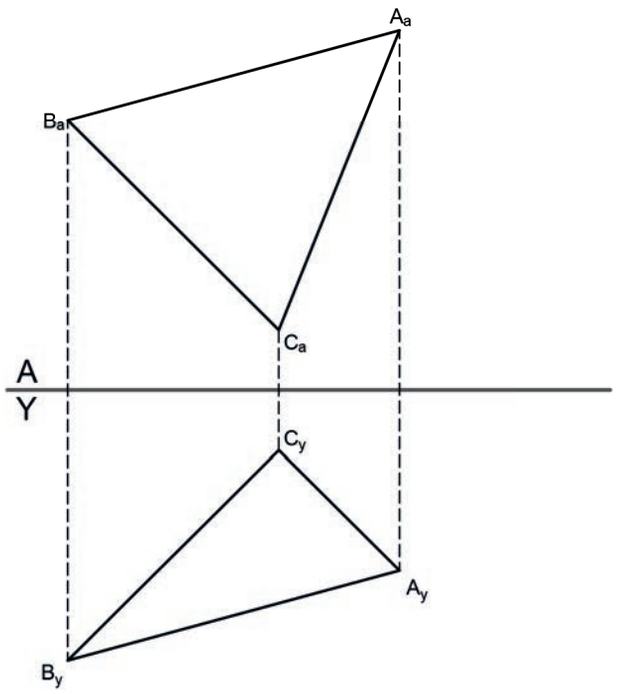
Şekil 1.95: Gelişigüzel konumlu düzlemin gerçek büyüklüğünün yardımcı izdüşüm metoduyla **profil**de bulunması

SIRA SİZDE

1.4.7a

ABC düzleminin gerçek büyüklüğünü birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini alarak bulunuz.

Not: I. yardımcı izdüşüm düzlemi, **alın** izdüşüm düzlemi üzerinde alınacaktır.

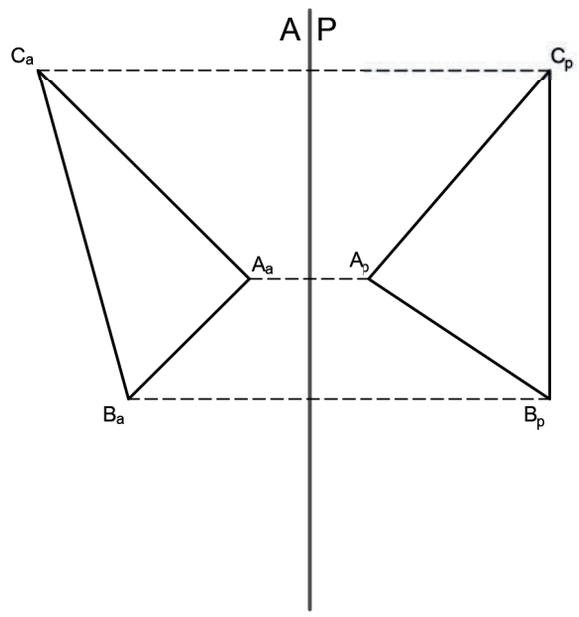


SIRA SİZDE

1.4.7b

ABC düzleminin gerçek büyüklüğünü birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini alarak bulunuz.

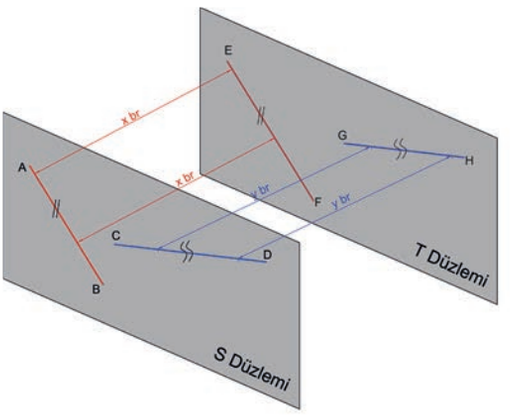
Not: I. yardımcı izdüşüm düzlemi, **profil** izdüşüm düzlemi üzerinde alınacaktır.



1.4.8. Düzlemlerde Paralellik Kontrolü

İki düzlemin paralelliğinin incelenmesi için her bir düzlem üzerinde birbirine paralel olmayan en az iki doğru alınır ve bu doğrular karşılaştırılır.

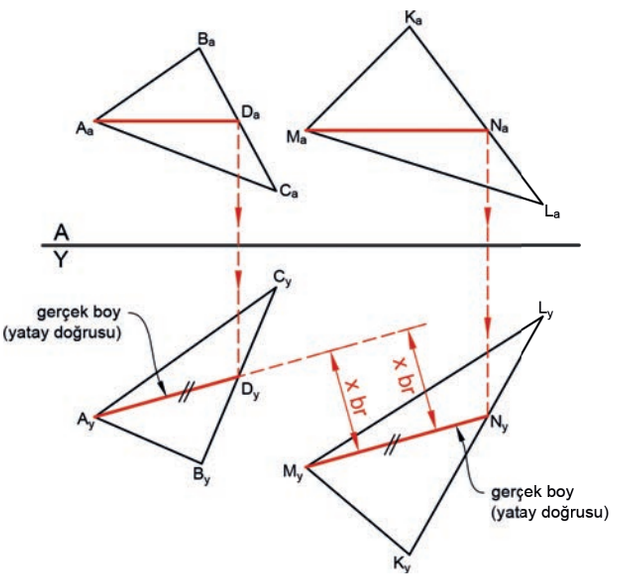
Eğer karşılaştırılan bu doğrular birbirine paralel ise incelenen düzlemlerin de paralel olduğu anlaşılır. Şekil 1.96'da **AB**//**EF** ve **CD**//**GH** olduğuna göre **S** ve **T** düzlemleri birbirine paralel (**S**//**T**) demektir.



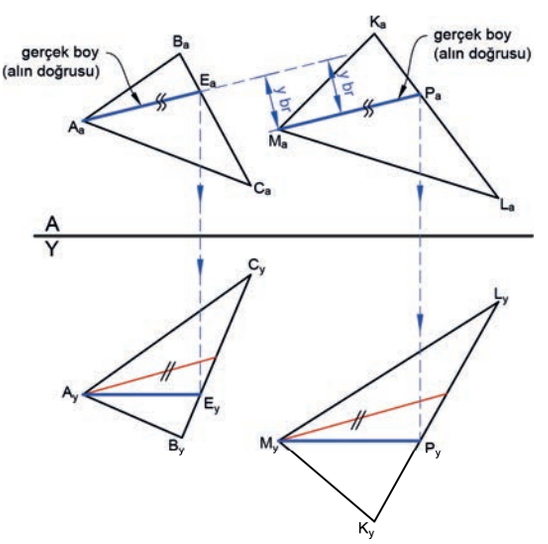
Şekil 1.96: Parelel düzlemlerin üç boyutlu görünümü

Alın ve yatay izdüşümleri verilen ABC ve KLM düzlemlerinin paralelliği incelenirken sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Düzlemlere ait alın ve yatay doğruları sırasıyla bulunur. Hangi düzlemin hangi özel doğrusundan başlanacağının bir önemi yoktur. **ABC** ve **KLM** düzlemlerinin yatay doğruları çizilir.
- **ABC** düzleminin yatay doğrusu ($\mathbf{A_yD_y}$), ölçüm yapabilmek için uzatılır.
- En az iki ölçüm yapılarak doğruların paralelliği kontrol edilir.



- Aynı düzlemlere ait alın doğruları çizilir.
- **ABC** düzleminin alın doğrusu ($\mathbf{A_aD_a}$), ölçüm yapabilmek için uzatılır.
- En az iki ölçüm yapılarak doğruların paralelliği kontrol edilir.
- İzdüşümü verilen her düzlem için yapılan bu işlemler sonucunda her iki özel doğru da paralellik sağlıyorsa düzlemlerin paralel olduğu kabul edilir.



1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

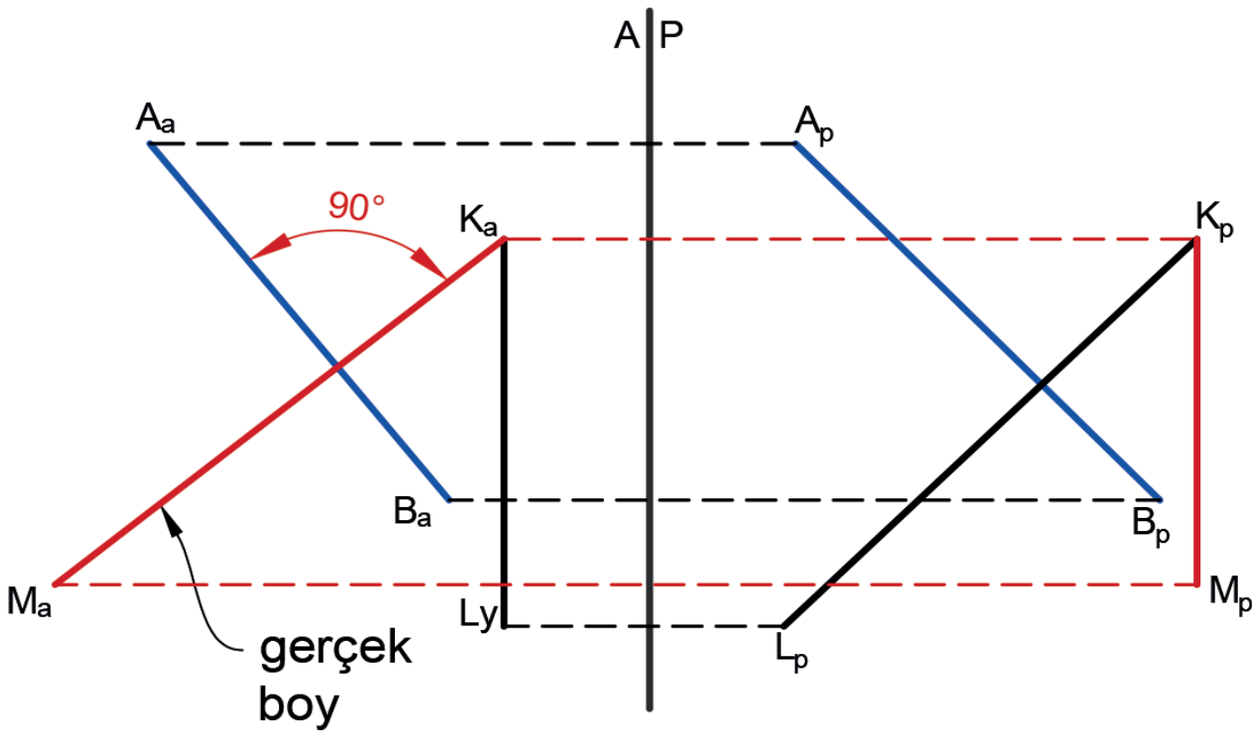
Yönerge
Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Koordinat bilgileri verilen noktaların izdüşümlerini çizdi.					
2	Koordinat bilgileri verilen doğruların izdüşümlerini çizdi.					
3	Doğruların üzerindeki ve dışındaki noktaların izdüşümlerini çizdi.					
4	Eksik koordinat bilgileri olan noktaların koordinat değerlerini tespit etti.					
5	Noktanın birinci yardımcı izdüşümünü çizdi.					
6	Noktanın birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini çizdi.					
7	En az iki izdüşümü verilen doğrunun gerçek boyunu yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
8	İzdüşümleri verilen doğrunun nokta görüntüsünü yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
9	En az iki izdüşümü verilen özel ya da gelişigüzel konumlu doğruların nokta görüntüsü yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
10	Koordinatları verilen aykırı, kesişen veya özel doğruların izdüşümlerini çizdi.					
11	Aykırı, kesişen veya özel doğruların özelliklerini göz önünde bulundurarak koordinat tablosundaki eksik koordinat değerlerini tespit etti.					
12	Koordinatları verilen çakışık veya özel doğruların izdüşümlerini çizdi.					
13	Çakışık veya özel doğruların özelliklerini göz önünde bulundurarak koordinat tablosundaki eksik koordinat değerlerini tespit etti.					
14	Paralel doğruların arasındaki uzaklığı yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak tespit etti.					
15	Doğruların temel izdüşüm düzlemleri ile yapmış olduğu açıları yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
16	Koordinat bilgileri verilen düzlemin izdüşümlerini çizdi.					
17	Koordinat bilgileri verilen düzlemin ve noktanın izdüşümlerini çizdi.					
18	Eksik koordinat bilgileri olan noktaların koordinat değerlerini tespit etti.					
19	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak düzlemin çizgi görüntüsünü buldu.					
20	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak düzlemin gerçek büyüklüğünü buldu.					
21	Gelişigüzel konumlu düzlemlerin birinci ve ikinci yardımcı izdüşümlerini alarak gerçek büyüklüğünü buldu.					
22	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**
Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 22 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 22 x 5 = 110 dur.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 110]

Değerlendirme
Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.



DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DİKLİK

KONULAR

2.1. DOĞRULARDA DİKLİK KONTROLÜ

2.2. BİR NOKTADAN DOĞRUYA DİK İNME VE ÇIKMA

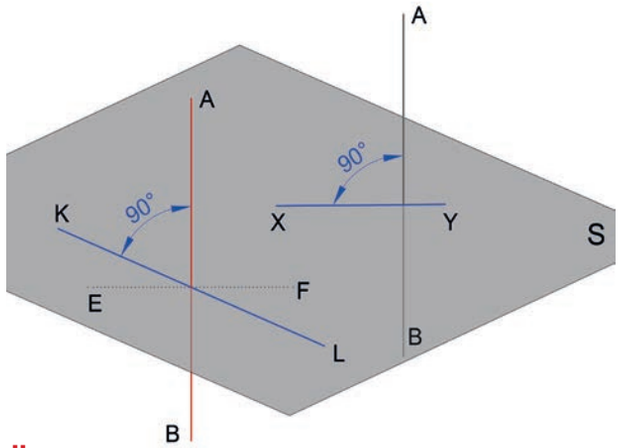
2.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM DÜZLEMİ METODU İLE DÜZLEME DİK KONUMLU DOĞRU ÇİZME

2.4. DOĞRUYA DİK KONUMLU DÜZLEM ÇİZME

2. DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DİKLİK

Bir doğru bir düzleme dik ise o doğru düzlemin üzerinde duran tüm doğrulara da diktir.

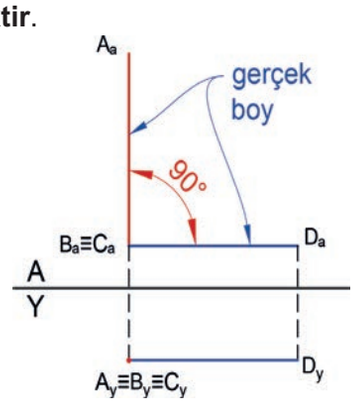
Şekil 2.1'de **AB** doğrusu, **S** izdüşüm düzlemine diktir. **AB** doğrusu, **KL** doğrusuna ve delme noktasından geçen **EF** gibi düzlem üzerinde olan tüm doğrulara dik olduğu gibi düzlem üzerinde olup da delme noktasından geçmeyen **XY** gibi noktalara da diktir.



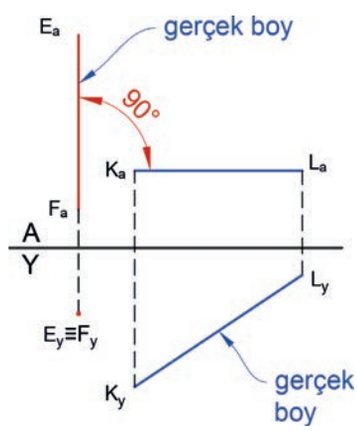
Şekil 2.1: Düzleme dik doğru

2.1. DOĞRULARDA DİKLİK KONTROLÜ

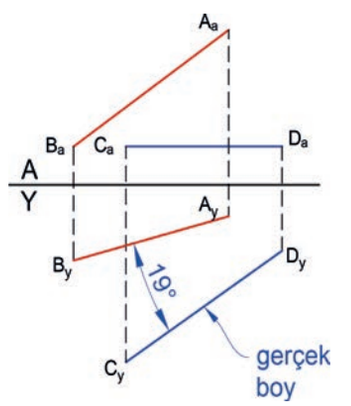
Uzayda birbirine dik doğruların izdüşümlerinden en az biri gerçek boyda ve diğer izdüşümler ile yaptığı açı aynı izdüşüm düzlemi üzerinde **90°** ise bu doğrular birbirine **diktir**.



AB ve **CD** doğrularının alın izdüşümlerinin gerçek boyda olduğu görülmektedir. İki doğrunun birbiriyle yaptığı açı, **gerçek boy** görüntüsünün oluştuğu izdüşüm düzlemi üzerinde açıölçer (iletki) yardımıyla ölçülerek bu doğruların dik olup olmadığı tespit edilir.

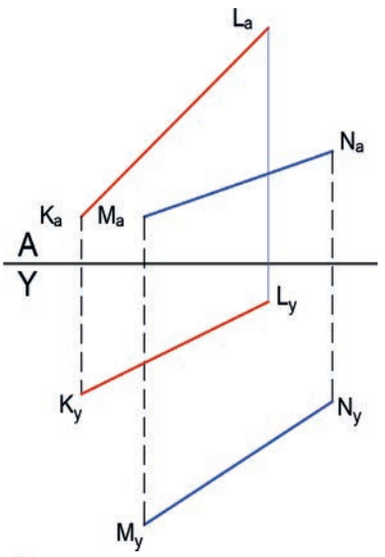


EF ve **KL** doğrularının izdüşümleri incelendiğinde **EF** doğrusunun **alın**da, **KL** doğrusunun ise yatay izdüşüm düzleminde **gerçek boyda** olduğu görülür. Alın izdüşüm düzleminde **EF** doğrusu **gerçek boyda** ve **KL** doğrusu da çizgi görüntüsünde olduğu için iki doğrunun birbiriyle yaptığı açı, açıölçer yardımıyla ölçülür. Yapılan ölçüm sonucu iki doğru arasındaki açı **90°** olduğu için bu doğruların dik oldukları anlaşılır.



AB ve **CD** doğrularının izdüşümleri incelendiğinde **CD** doğrusunun yatay izdüşüm düzleminde **gerçek boyda** olduğu görülür. Bundan dolayı iki doğrunun birbiriyle yaptığı açı, yatay izdüşüm düzleminde açıölçer yardımıyla ölçülür. Yapılan ölçüm sonucu iki doğru arasındaki açı **90°** olmadığı için bu doğruların dik olmadıkları anlaşılır.

KL ve **MN** doğruları incelendiğinde iki doğrunun gelişigüzel doğrular olduğu görülür. Bu doğruların diklik kontrolünün yapılabilmesi için herhangi birinin gerçek boy görüntüsünün bulunması gerekir. Hangi doğrunun gerçek boyunun hangi izdüşüm düzleminde bulanacağının bir önemi yoktur.

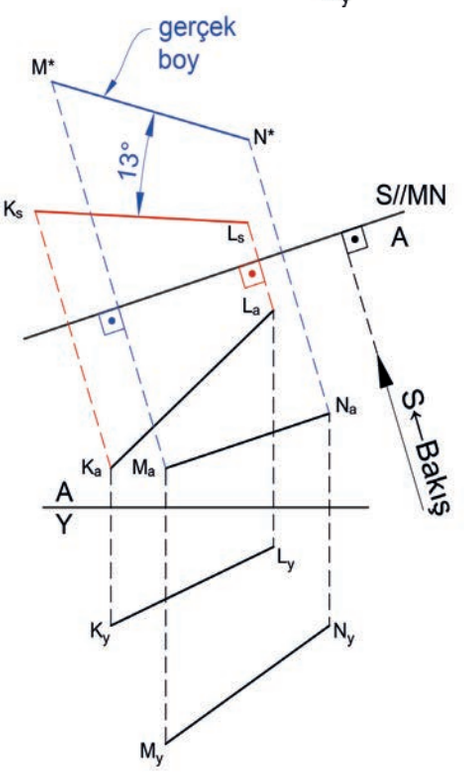


Gelişigüzel doğruların diklik kontrolünün yapılabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Bu örmekte alın izdüşüm düzlemine dik ve **MN** doğrusuna paralel duran **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **MN** doğrusuna ait gerçek boy bulunacaktır.
- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi, **Bakış S**'ye dik olacak şekilde çizilir.

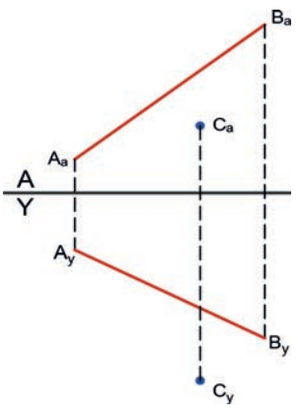
Not: Burada **Bakış S**'nin aynı zamanda **MN** doğrusunun alın izdüşümüne de dik olduğu unutulmamalıdır.

- Sırasıyla K_a, L_a, M_a ve N_a noktalarından **A/S** arakesitine dikler inilip çıkılır.
- Bu dik çizgiler üzerinde **A/S** arakesitinden sonra her bir noktanın uzaklık değeri işaretlenerek **KL** ve **MN** doğrularının **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri elde edilmiş olur.
- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki **M*N*** doğrusu gerçek boydadır.
- **M*N*** ile K_sL_s doğruları arasındaki açı, açıölçer yardımıyla ölçülür. Ölçüm sonucu **90°**den farklı bir değer çıktığı için bu doğruların uzayda dik olmadıkları anlaşılır.



2.2. BİR NOKTADAN DOĞRUYA DİK İNME VE ÇIKMA

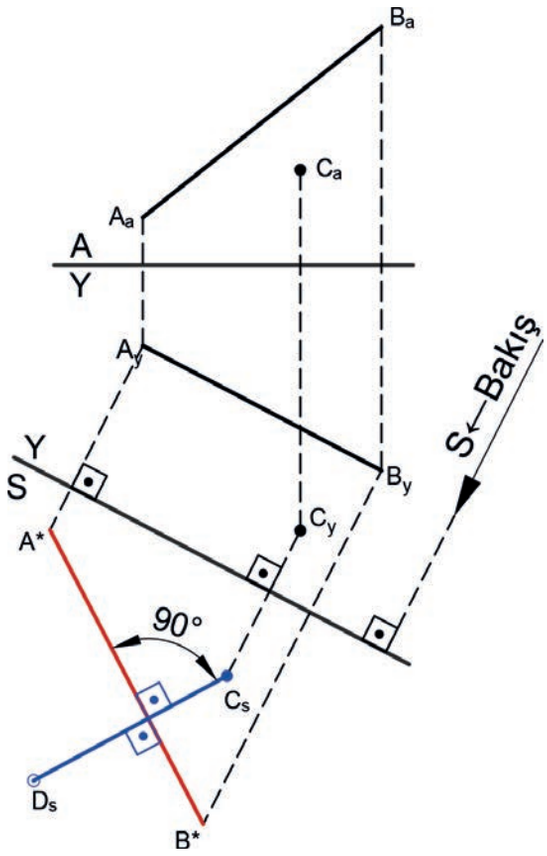
Temel izdüşüm düzlemleri üzerinde izdüşümleri verilen bir doğruya dışındaki bir noktadan dik inmek ve çıkmak için doğrunun gerçek boyunun olduğu izdüşüme ihtiyaç vardır.

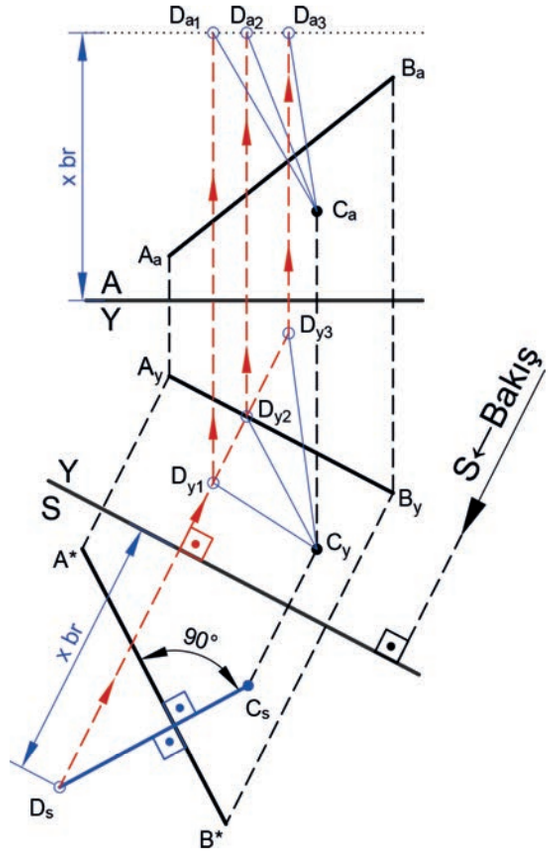


Bir noktadan bir doğruya dik inmek ve çıkmak için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusu ile **C** noktası incelendiğinde **AB** doğrusunun gelişigüzel bir doğru, **C** noktasının ise bu doğrunun dışındaki bir nokta olduğu görülmektedir.

- **C** noktasından **AB** doğrusuna dik inip çıkabilmek için **AB** doğrusunun gerçek boyunun göründüğü izdüşümüne ihtiyaç vardır. Gerçek boy görüntüsünün elde edilebilmesi için herhangi bir temel izdüşüm düzlemine dik, **AB** doğrusuna paralel olan yardımcı izdüşüm düzlemi kullanılmalıdır.
- Örnekte yatay izdüşüm düzlemine dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde, **AB** doğrusunun **A*B*** gerçek boy görüntüsü ile **C** noktasının C_s izdüşümü bulunmuştur.
- C_s noktasından **A*B*** doğrusuna açıölçer yardımıyla dik inilip çıkılır. **A*B*** doğrusundan çıkan dik, sonsuz uzunluktadır. Ancak problem çözümünün devam edebilmesi için bu dik, D_s noktasında sonlandırılmıştır. Bu nokta, çıkılan dik üzerindeki herhangi bir noktadır.
- D_s noktasından **S/Y** arakesit çizgisine dik inilip çıkılır.
- D_y noktası, çıkılan bu dik üzerindeki herhangi bir nokta olabilir. D_{y1}, D_{y2} ve D_{y3} noktaları bunlardan birkaçına örnektir ve rastgele seçilmiştir.
- D_{y1}, D_{y2} ve D_{y3} noktaları ile C_y noktası birleştirildiğinde ortaya çıkan doğrular, problemin yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki olası çözümlerine örnektir.
- Sırasıyla D_{y1}, D_{y2} ve D_{y3} noktaları alın izdüşüm düzlemine taşınarak D_{a1}, D_{a2} ve D_{a3} noktaları elde edilir. Alındaki bu noktaları bulabilmek için kullanılacak kot değeri, **S/Y** arakesiti ile D_s noktasının ölçümü sonucu elde edilen **x** değeridir.
- D_{a1}, D_{a2} ve D_{a3} noktaları ile C_a noktası birleştirildiğinde ortaya çıkan doğrular, problemin alın izdüşüm düzlemi üzerindeki olası çözümlerine örnektir.

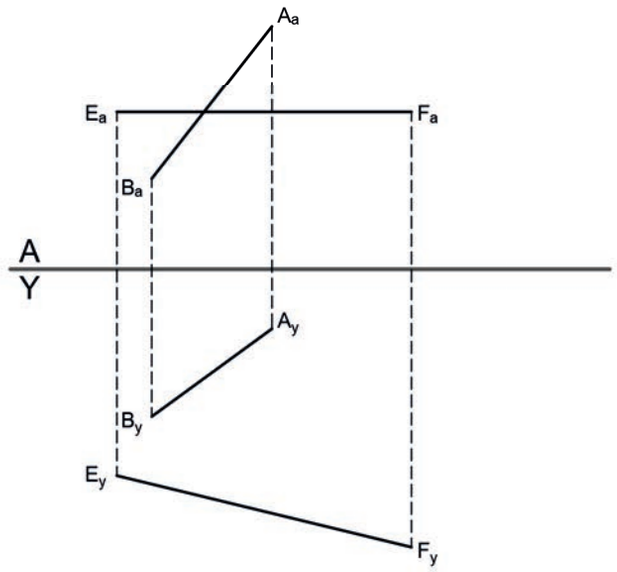


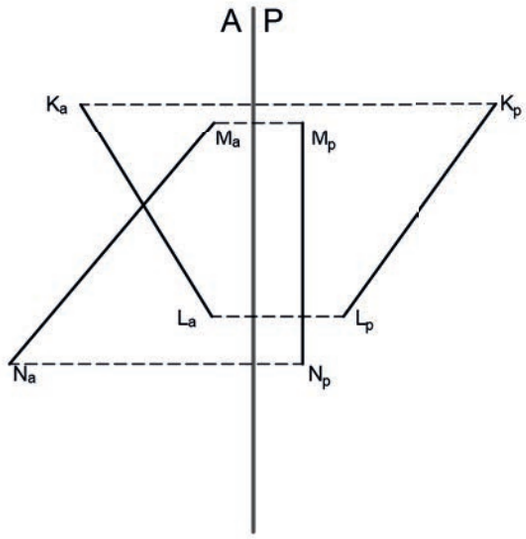


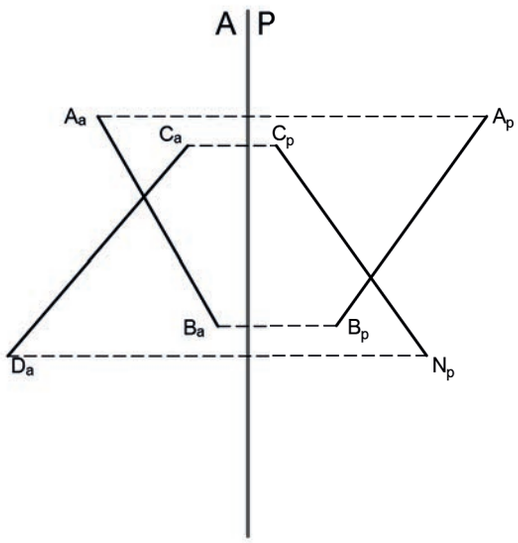
SIRA SİZDE

2.1

Temel izdüşüm düzlemleri üzerinde ikişer izdüşümü verilen doğruların **diklik kontrolünü** yaparak arasındaki açıyı tespit ediniz.



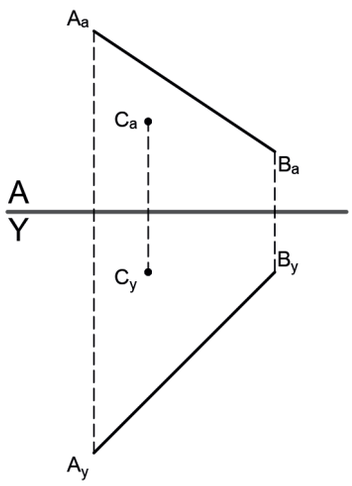


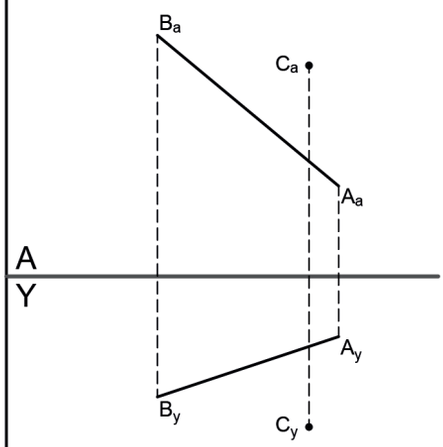


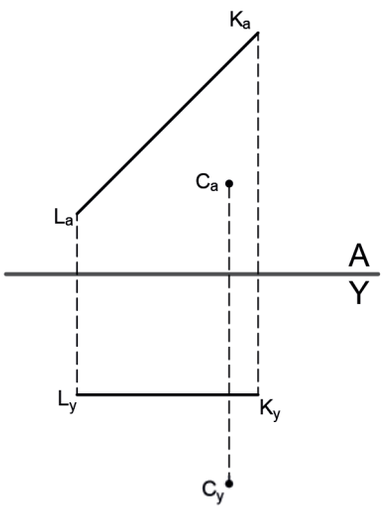
SIRA SİZDE

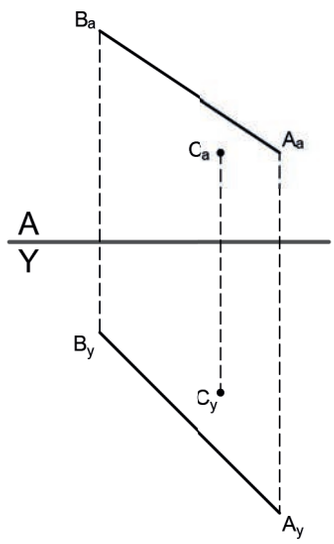
2.2a

Alın ve yatay izdüşümleri verilen doğrulara **C** noktasından dik inip dik çıkınız.





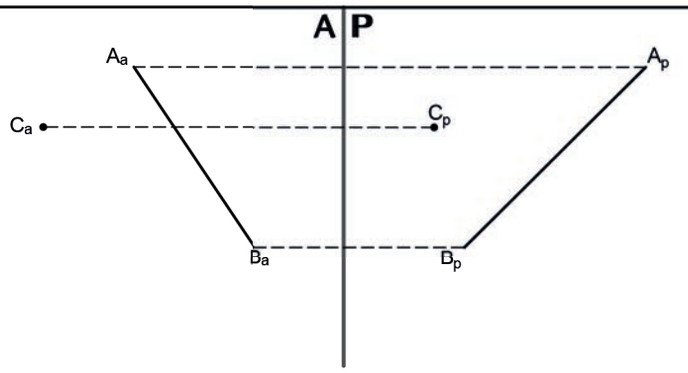


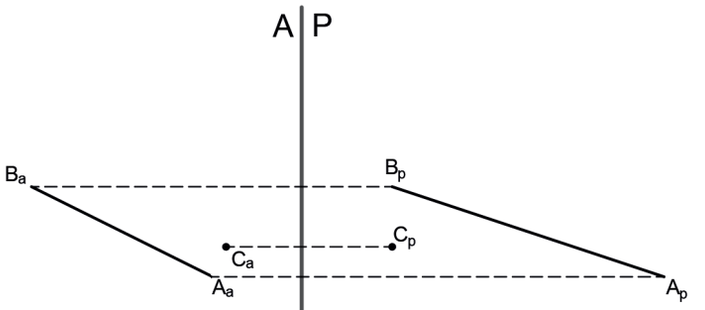


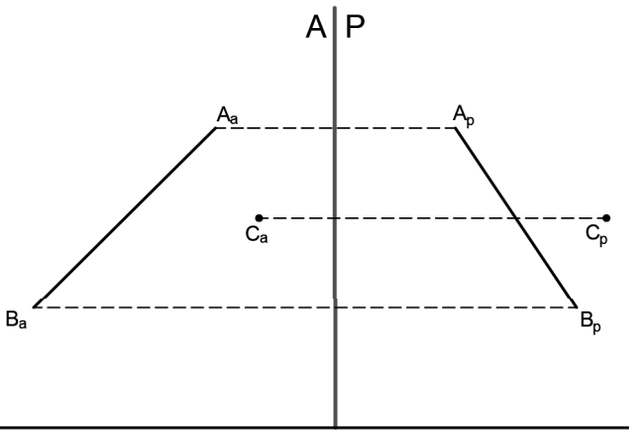
SIRA SİZDE

2.2b

Alın ve profil izdüşümleri verilen doğrulara **C** noktasından dik inip dik çıkınız.

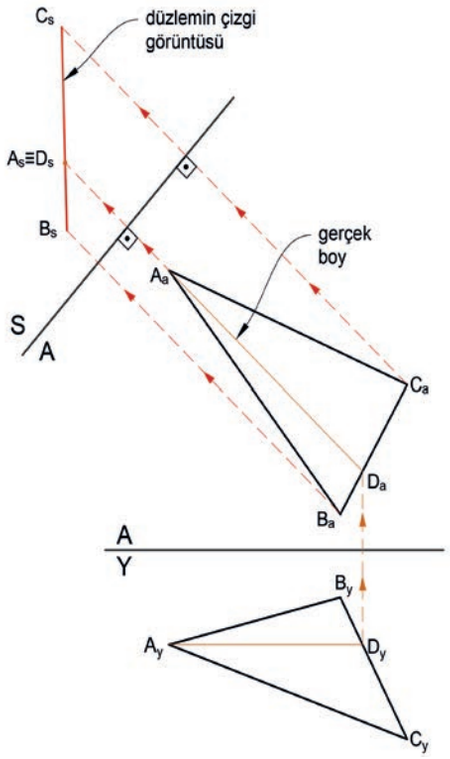






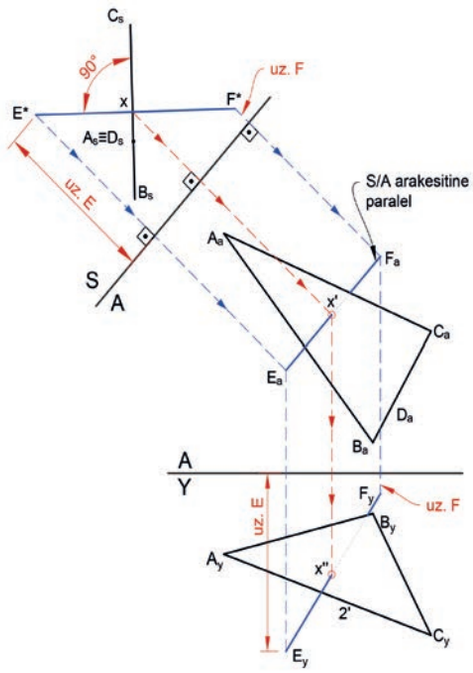
2.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM DÜZLEMİ METODU İLE DÜZLEME DİK KONUMLU DOĞRU ÇİZME

Bir izdüşümde düzlem çizgi görüntüsündeyse, doğrunun gerçek boyu görünüyorsa ve ikisinin arasındaki açı **90°** ise düzlem ile doğru birbirine diktir.



Şekildeki **ABC** düzlemine dik konumlu bir doğru çizilmek istenmektedir. **Bu işlemi gerçekleştirebilmek için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

- Yardımcı izdüşüm düzlemi metodu kullanılarak düzlemin çizgi görüntüsü elde edilmelidir. Yardımcı düzlemin hangi temel izdüşüm düzlemine dik olduğunun bir önemi yoktur.
- Bu örnek çözümde yardımcı izdüşüm düzlemi alına dik konumlandırılacağı için düzlemin özel doğrusunun çizimine yatay izdüşüm düzleminden başlanır. **A/Y** arakesitine paralel olacak şekilde **AD** doğrusu çizilir.
- **D_y** noktası **alın**a taşınarak **D_a** noktası bulunur. **A_a** ile **D_a** noktaları birleştirilerek düzlemin gerçek boyda olan alın doğrusu çizilmiş olur.
- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi, düzlemin alın doğrusu olan **A_aD_a** doğrusuna dik olacak şekilde uygun bir mesafede çizilir.
- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü elde edebilmek için yatay izdüşüm düzlemi üzerinden **uzaklık** mesafeleri ölçülerek **A_s**, **B_s** ve **C_s** noktaları tespit edilir. Bu noktalar birleştirilerek **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü elde edilir.

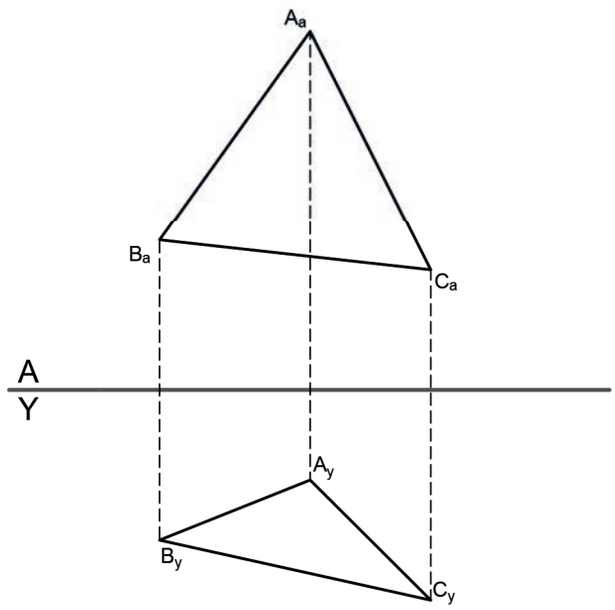


- **E*F*** doğrusu, düzlemin çizgi görüntüsüne dik olacak şekilde açıölçer yardımıyla çizilir. **E*F*** doğrusu, sınırlı doğrularla çalışıldığı için sonsuz uzunluktaki doğrunun üzerinde bulunan herhangi iki noktadır.
- **E*** ve **F*** noktalarından **S/A** arakesitine dik inilip çıkılır. **EF** doğrusunun alındaki izdüşümü; **S/A** arakesitine paralel olan **ABC** düzleminin içinde, herhangi bir noktada konumlandırılarak çizilir.
- **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü ile **E*F*** doğrusunun kesişim noktası **x** (delme noktası) olarak işaretlenir ve **alın**a **x'** olarak taşınır.
- **E_a** ve **F_a** noktaları, yatay izdüşüm düzlemi üzerine taşınır. **E_y** ve **F_y** noktalarının bulunabilmesi için **E*** ve **F*** noktalarının **S/A** arakesitine olan **uzaklık** mesafeleri ölçülür. Ölçülen **uzaklık** mesafeleri, **E_y** ve **F_y** noktalarının yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümlerini bulabilmek için kullanılır.
- **Alın**daki delme noktası (**x'**) **yatay**da **E_yF_y** doğrusu üzerine taşınarak **x''** noktası bulunur.

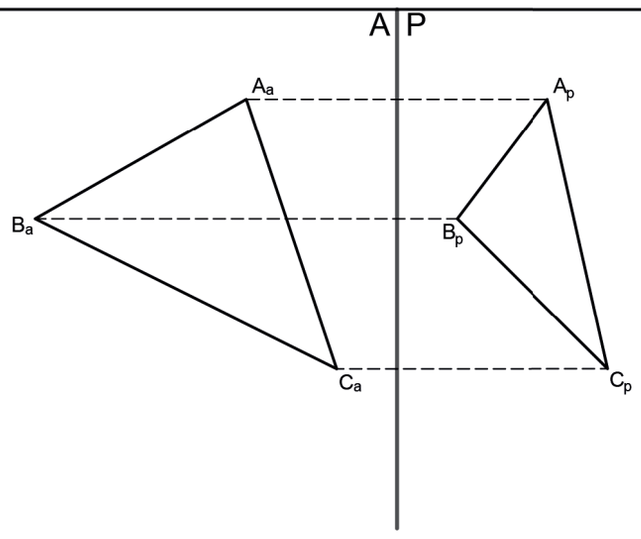
SIRA SİZDE

2.3a

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzlemine, yardımcı izdüşüm düzlemi metodunu kullanarak dik konumlu doğru çiziniz.



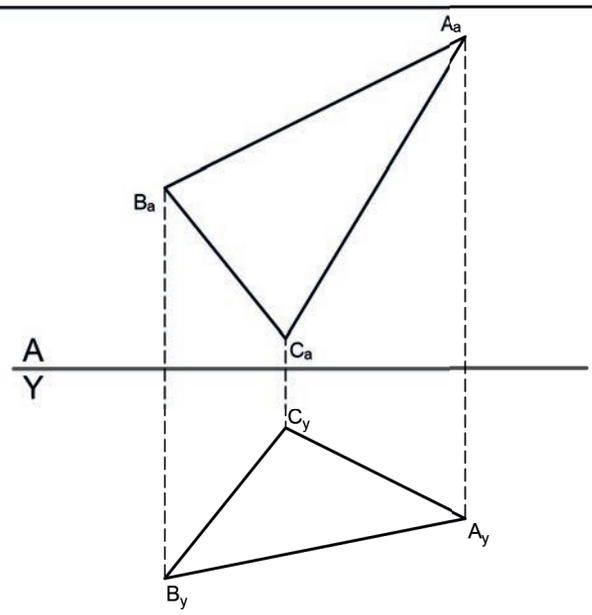
Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzlemine, yardımcı izdüşüm düzlemi metodunu kullanarak dik konumlu doğru çiziniz.



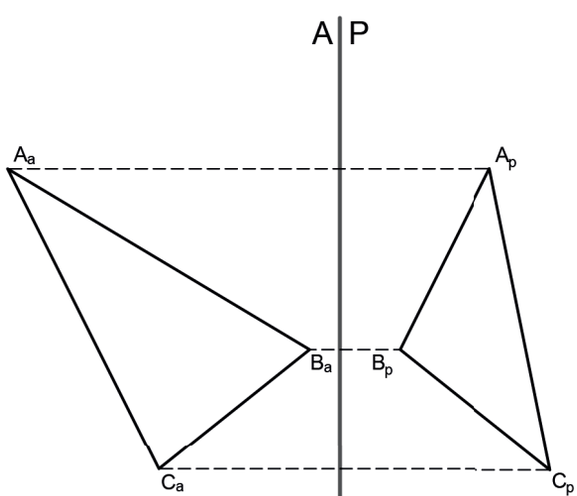
SIRA SİZDE

2.3b

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzlemine, yardımcı izdüşüm düzlemi metodunu kullanarak dik konumlu doğru çiziniz.

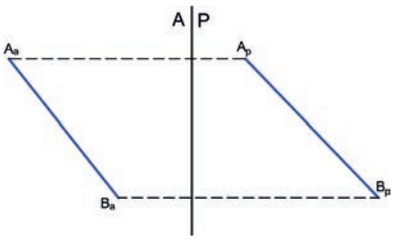


Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzlemine, yardımcı izdüşüm düzlemi metodunu kullanarak dik konumlu doğru çiziniz.



2.4. DOĞRUYA DİK KONUMLU DÜZLEM ÇİZME

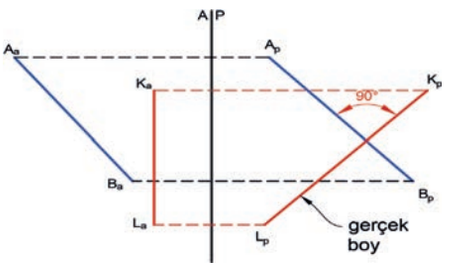
Bir doğrunun bir düzleme dik olabilmesi için düzlemin içinde bulunan ve birbirine paralel olmayan en az iki doğruya dik olması gerekir.



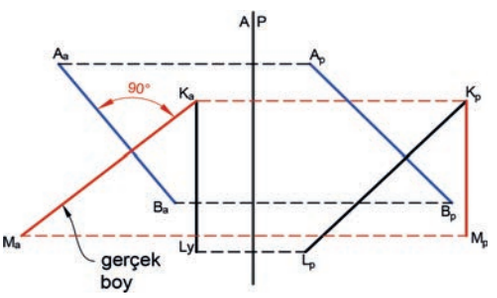
İki izdüşümü verilen gelişigüzel konumlu bir doğruya dik konumlu düzlem çizmek için kullanılacak yöntemlerden biri **iki görünüş metodudur**. Bu metotta düzlem, düzlemi oluşturacak olan iki kenar doğrusunun verilen doğruya dik olması sağlanarak çizilir.

İki görünüş metodu ile doğruya dik konumlu düzlem çizebilmek için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

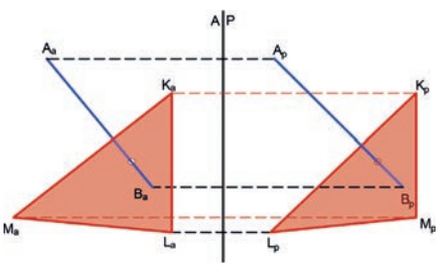
- Alın ve profil izdüşümleri verilmiş olan **AB** doğrusuna dik duran iki doğru çizilmesi gerekir. Alın ve profil izdüşümleri verildiği için çizilecek bu doğrulardan biri alın, diğeri profil doğrusu olmalıdır. Hangisinin önce çizileceğinin bir önemi yoktur.



- Profil doğrusu çizebilmek için alın izdüşüm düzlemine **A/P** arakesitine paralel olacak şekilde **KL** doğrusu çizilir. Çizilen bu doğrunun yerinin ve boyunun bir önemi yoktur.
- Alındaki **KL** doğrusunun profildeki izdüşümü çizilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, **AB** ve **KL** doğrularının profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin birbiriyle yaptıkları açının **90°** olmasıdır. Bunun için açıölçer kullanılır. Başka bir deyişle **ApBp ⊥ KpLp** olmalıdır. Çizilen **KL** doğrusu, düzlemin birinci kenarını oluşturacaktır.
- Düzlemin ikinci kenarı için bir alın doğrusu olan **KM** doğrusu çizilir. Bunun için profil izdüşüm düzlemine **A/P** arakesitine paralel **KM** doğrusu çizilir. Çizilen bu doğrunun boyunun bir önemi yoktur.



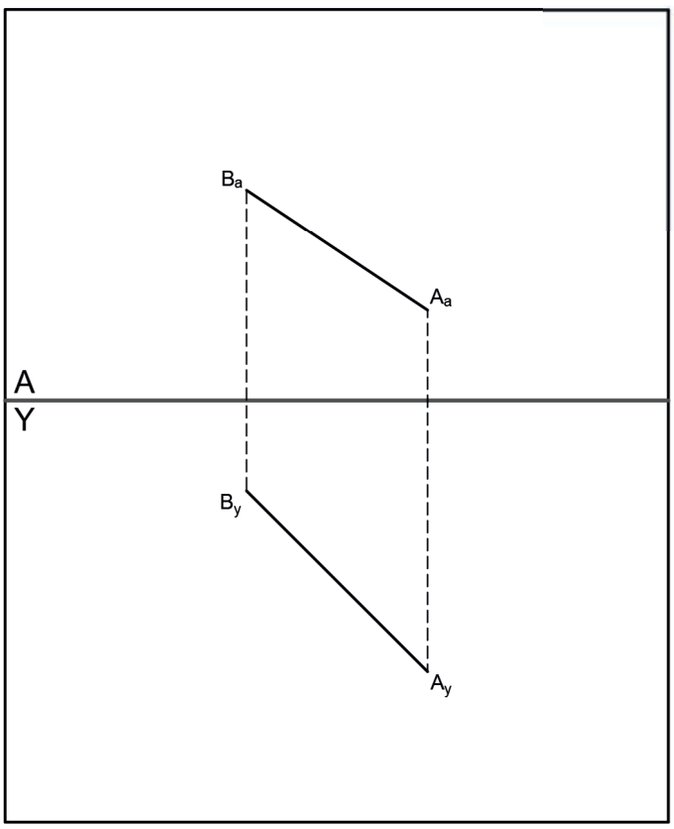
- Profildeki **KM** doğrusunun alındaki izdüşümü çizilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, **AB** ve **KM** doğrularının alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin birbiriyle yaptıkları açının **90°** olmasıdır. Bunun için açıölçer kullanılır. Başka bir deyişle $\mathbf{A_aB_a} \perp \mathbf{K_aM_a}$ olmalıdır.
- Son olarak alın ve profil izdüşüm düzlemleri üzerindeki **M** ve **L** noktaları birleştirilerek düzlem tamamlanır.

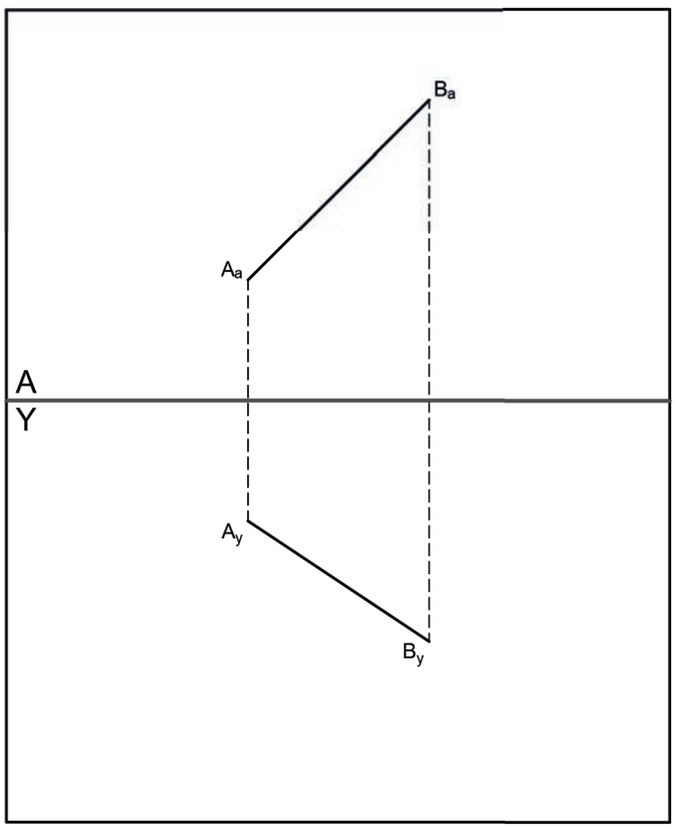


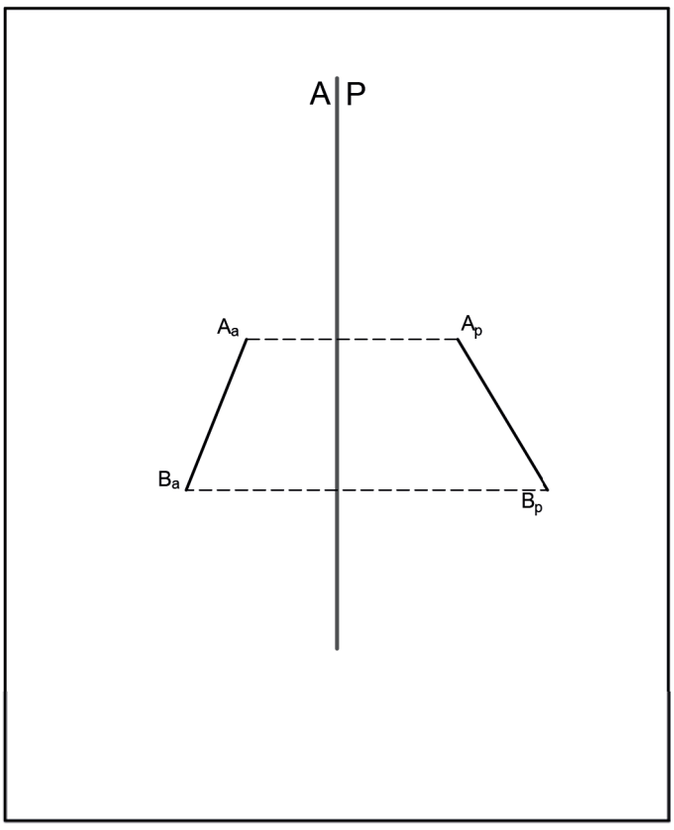
SIRA SİZDE

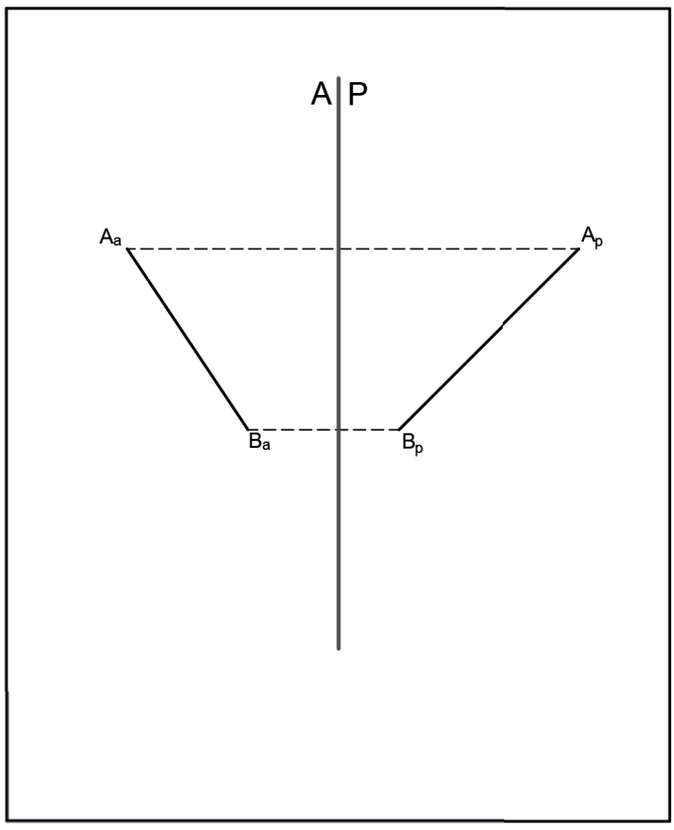
2.4

Aşağıda iki temel izdüşümü verilen **AB** doğrusuna **iki görünüş metodu** yardımıyla dik konumlu düzlem çiziniz.









2. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge

Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Temel izdüşüm düzlemleri üzerinde ikişer izdüşümü verilen doğruların diklik kontrolünü yaptı.					
2	Temel izdüşüm düzlemleri üzerinde ikişer izdüşümü verilen doğruların arasındaki açıyı tespit etti.					
3	İki izdüşümü verilen bir doğruya dışındaki bir noktadan dik inip çıktı.					
4	En az iki izdüşümü verilen düzleme yardımcı izdüşüm metodu yardımıyla dik konumlu doğru çizdi.					
5	En az iki izdüşümü verilen doğruya iki görünüş metodu yardımıyla dik konumlu düzlem çizdi.					
6	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**

Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 6 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 6 x 5 = 30 dur.

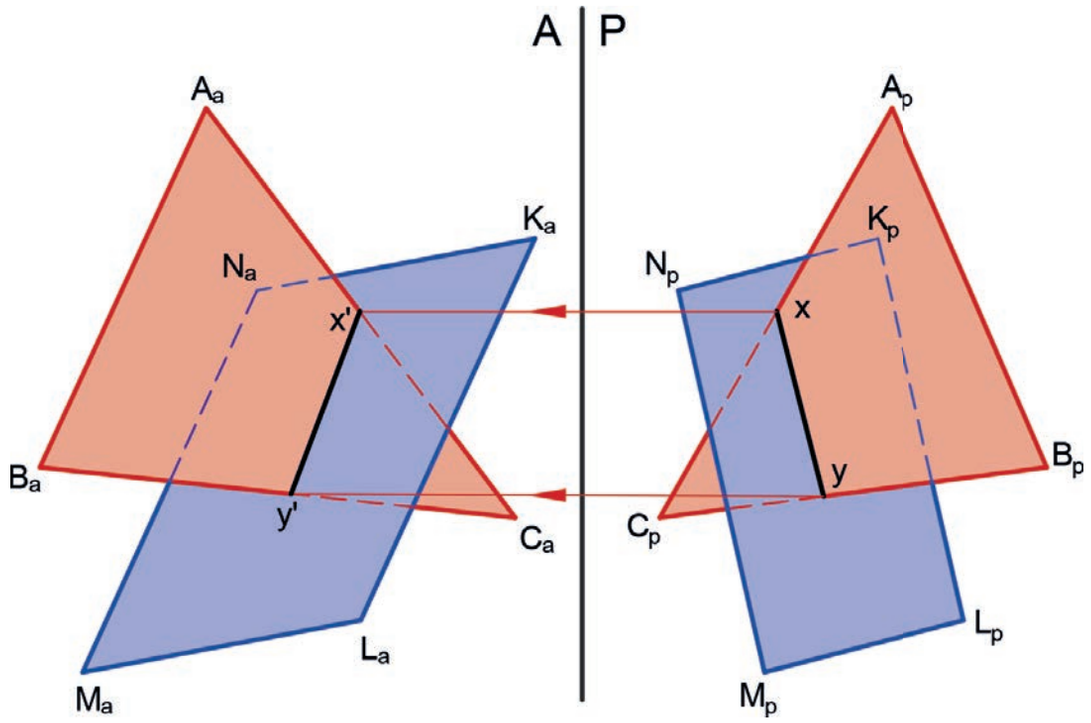
100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 30]

Değerlendirme

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.

Not Defterim

3. ÖĞRENME BİRİMİ



DÜZLEMLERİN KESİŞMESİ VE ARAKESİTİ

KONULAR

3.1. BİRİ TEMEL İZDÜŞÜM DÜZLEMİNE PARALEL VEYA DİK OLAN İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

3.2. HER İKİSİ DE ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA

3.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE TEMEL İZDÜŞÜM DÜZLEMLERİNE GÖRE GELİŞİGÜZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA

3.4. KESME DÜZLEMİ METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

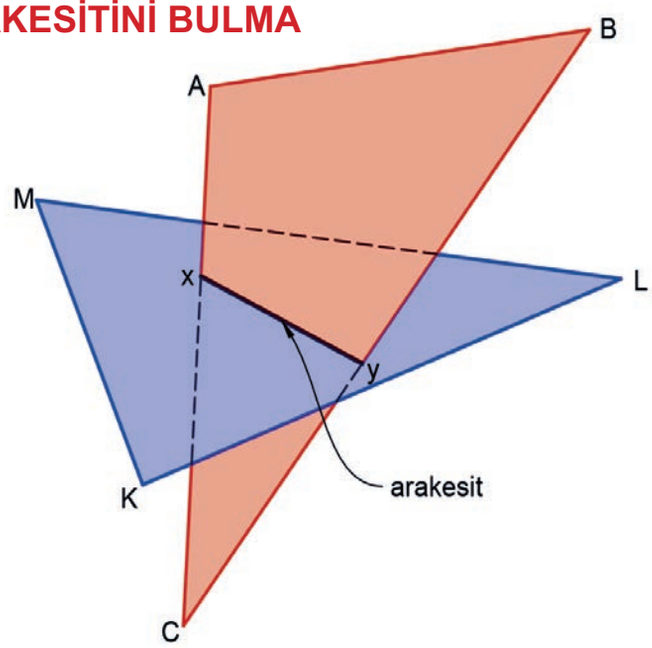
3.5. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

3. DÜZLEMLERİN KESİŞMESİ VE ARAKESİTİ

Birbirine paralel olmayan iki düzlem kesişir. Kesiştiklerinde iki düzlemin de üzerinde olan bir doğru meydana gelir. Bu doğruya **arakesit** denir. Şekil 3.1'de **ABC** düzlemi ile **KLM** düzleminin kesişmesi sonucu ortaya çıkan **xy** doğrusu bu kesişimin **arakesitini** oluşturmaktadır.

3.1. BİRİ TEMEL İZDÜŞÜM DÜZLEMİNE PARALEL VEYA DİK OLAN İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

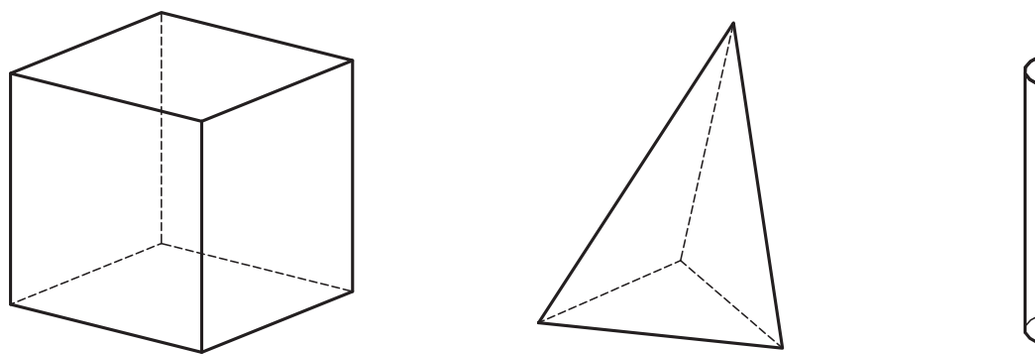
Kesişen düzlemler bakış doğrultusunda incelendiğinde düzlemlerin önde veya geride olmalarına göre görünürlük durumları ortaya çıkar.



Şekil 3.1: Kesişen düzlemlerin arakesiti

➤ Görünürlük

Cisimlerin ayrıtları veya düzlemlerin görünen kenarları düz kalın çizgiyle, başka bir düzlem veya cismin arkasında kalan bundan dolayı görünmeyen kenar veya ayrıtlar ise ince kesik çizgiyle çizilir (Şekil 3.2).

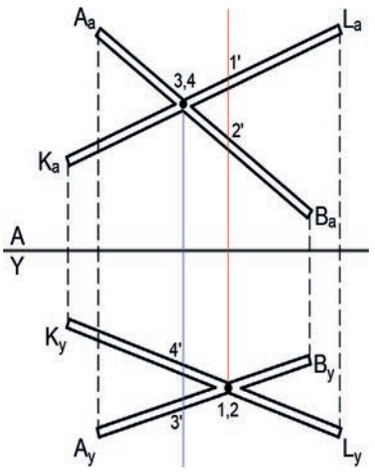


Şekil 3.2: Geometrik cisimler

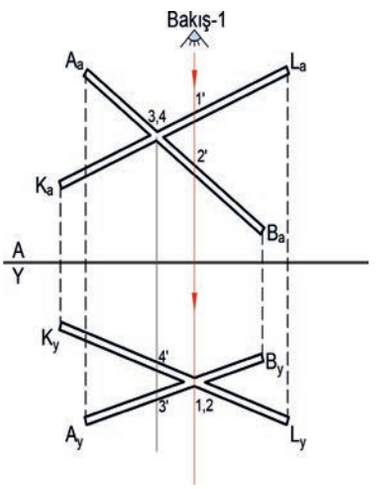
Cismin kenar veya ayrıtlarının görünürlük durumlarını, başka bir ifadeyle hangisinin önde ya da arkada olduğunu tespit edebilmek için en az iki izdüşümüne ihtiyaç vardır. Kenar ve ayrıtlar bakış doğrultusuna göre görünür ya da görünmez olabilir.

İki temel izdüşüm düzlemi üzerinde izdüşümleri verilen **AB** ve **KL** doğrularının önde veya arkada olma durumlarını belirlemek için **sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

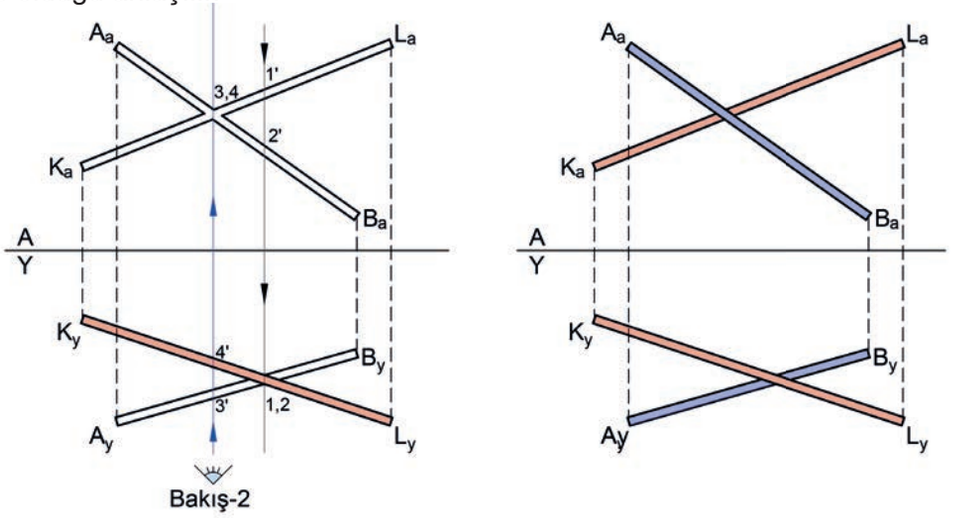
AB ve **KL** doğrularının alın ve yatay izdüşümlerinde kesişiyormuş gibi görünen noktaları isimlendirilir. İsimlendirmede kullanılacak harf ve rakamların sırasının veya isminin herhangi bir önemi yoktur. Bu örnekte **yatay** izdüşüm düzlemi üzerindeki kesişim noktası **1, 2; alın** izdüşüm düzlemi üzerindeki kesişim noktası ise **3, 4** olarak numaralandırılmıştır.



- Kesişim noktaları olan **1**,**2** ve **3**,**4** No.lu noktalar diğer izdüşüm düzlemine taşınır ve sırasıyla **1'**, **2'**, **3'** ve **4'** olarak adlandırılır.
- Alın ve yatay izdüşümlerinde **kesişen doğrular** gibi görünmelerine rağmen taşıma çizgileri **A/Y** arakesiti üzerinde çakışmadığı için bu doğruların aykırı doğrular olduğu görülmektedir. Bakış doğrultusuna göre aykırı doğruların biri diğerine göre daha üsttedir.
- **Yatay izdüşüm düzleminde** hangi doğrunun üstte olduğunu bulabilmek için **alın izdüşüm düzleminden** yatayda kesişen görüntü veren **1**,**2** noktasına bakılır.
- **Bakış-1**'e göre **1'** No.lu noktanın **KL** doğrusu üzerinde olduğu görülür.
- Yine bu bakış doğrultusuna göre **KL** doğrusunun yatay izdüşüm düzlemindeki izdüşümünün üstte olduğu anlaşılır.
- **Alın izdüşüm düzleminde** hangi doğrunun üstte olduğunu bulabilmek için **yatay izdüşüm düzleminden** alında kesişen görüntü veren **3,4** noktasına bakılır.

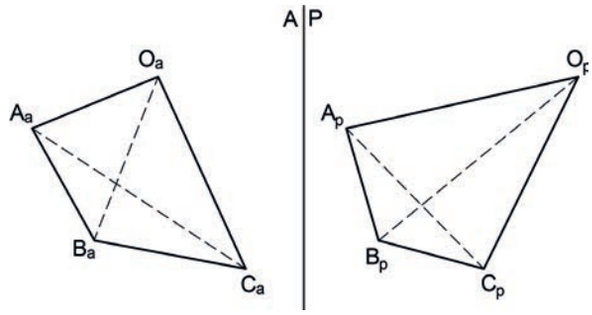


- **Bakış-2**'ye göre **3'**No.lu noktanın **AB** doğrusu üzerinde olduğu görülür (Şekil 3.3).
- Yine bu bakış doğrultusuna göre **AB** doğrusunun alın izdüşüm düzlemindeki izdüşümünün üstte olduğu anlaşılır.

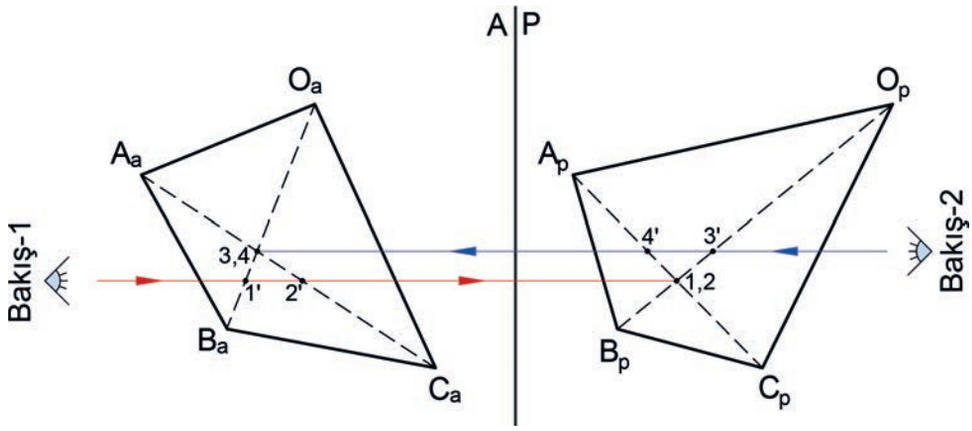


Şekil 3.3: Doğruların önde veya arkada olma durumlarını belirleme

Alın ve profil izdüşümleri verilen dörtyüzlü incelendiğinde dörtyüzlüyü çevreleyen ayrıtların görünür çizgiler olduğu anlaşılır. Alın ve profil izdüşüm düzlemlerinde içte kalan **AC** ve **BO** ayrıtları **kesişen doğrular** gibi görünmektedir ve kesik çizgi ile çizilmiştir. Kesik çizgi ile verilen bu ayrıtlardan hangilerinin üstte ve görünür olduğunu bulabilmek için **sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

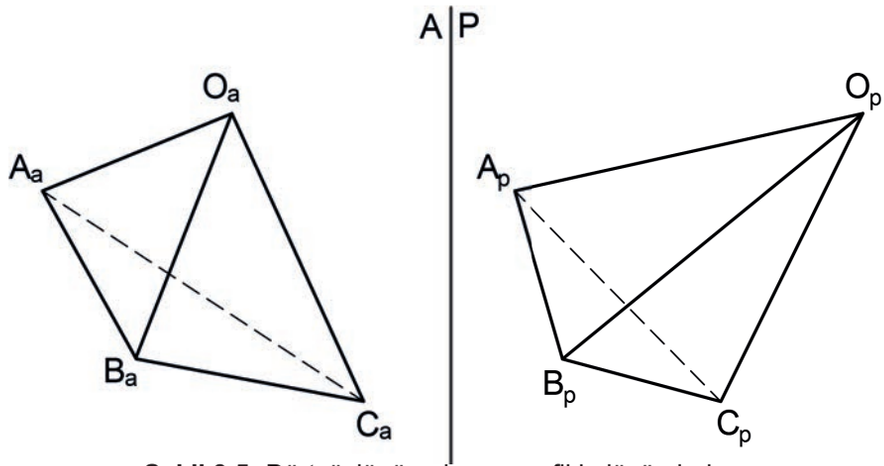


- Alın ve profil izdüşüm düzlemlerinden karşılıklı olarak kesişim noktalarına bakıldığında **AC** ve **BO** doğrularının kesişmediği ve bunların **aykırı doğrular** olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.4).
- Profil izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümün eksik ayrıtlarının tamamlanabilmesi için **Bakış-1**'den profil izdüşüm düzlemi üzerindeki **1**,**2** noktasına bakılır.
- **Bakış-1**'e göre **1'** noktasının **OB** doğrusu üzerinde olduğu ve bundan dolayı **OB** doğrusunun profil izdüşüm düzlemi üzerinde görünür olduğu anlaşılır.
- Alın izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümün eksik ayrıtlarının tamamlanabilmesi için **Bakış-2**'den alın izdüşüm düzlemi üzerindeki **3**,**4** noktasına bakılır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Dörtyüzlünün görünürlük açısından incelenmesi

Bakış-2'ye göre **3'** No.lu noktanın yine **OB** doğrusu üzerinde olduğu ve bundan dolayı **OB** doğrusunun alın izdüşüm düzlemi üzerinde görünür olduğu anlaşılır (Şekil 3.5).

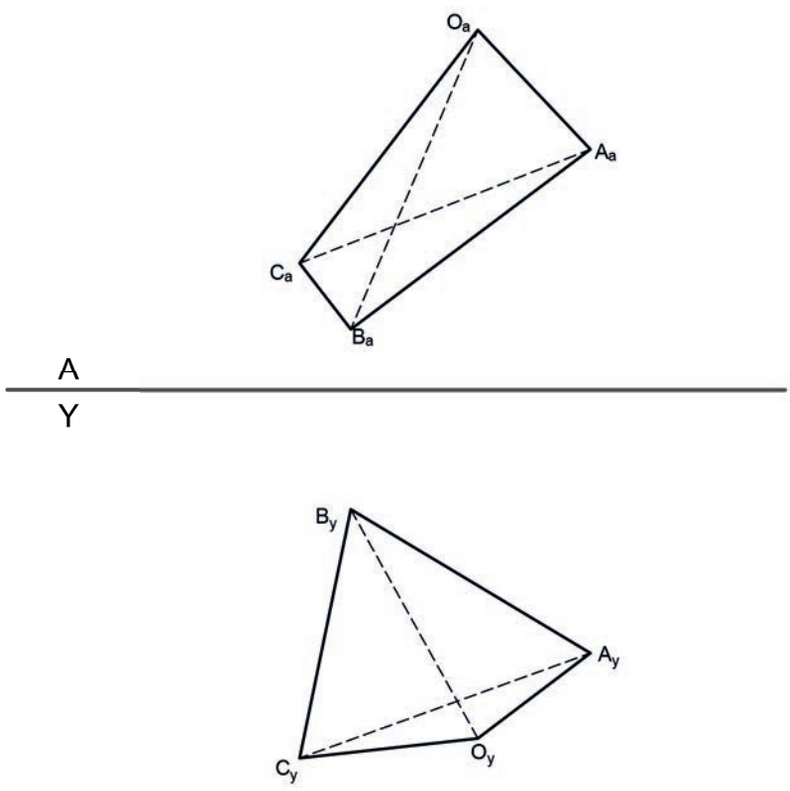


Şekil 3.5: Dörtyüzlünün alın ve profil izdüşümleri

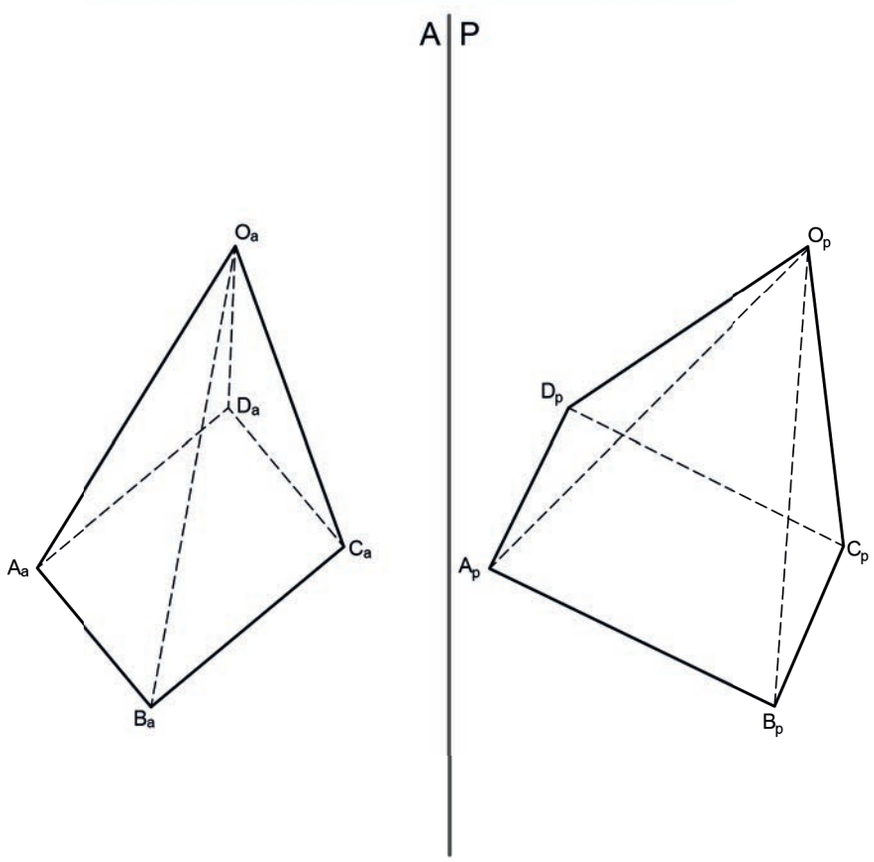
SIRA SİZDE

3.1

Alın ve yatay izdüşümleri verilen dörtyüzlünün eksik bırakılan ayrıtlarını **görünürlük ilkelerine göre** tespit edip çiziniz.

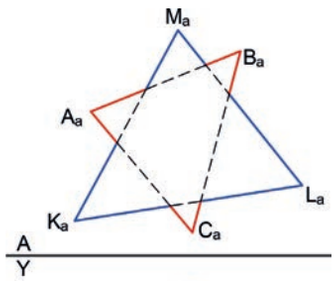


Alın ve profil izdüşümleri verilen dikdörtgen tabanlı piramidin eksik bırakılan ayrıtlarını **görünürlük ilkelerine göre** tespit edip çiziniz.



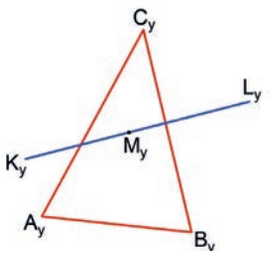
➤ Biri Özel Konumlu, Kesişen İki Düzlemin Arakesitini Bulma

Şekilde **ABC** ve **KLM** düzlemlerinden **KLM** düzleminin yatay izdüşüm düzleminde çizgi görüntüsü verdiği görülmektedir. Bu da **KLM** düzleminin **yataya** dik konumlu özel bir düzlem olduğunu gösterir.

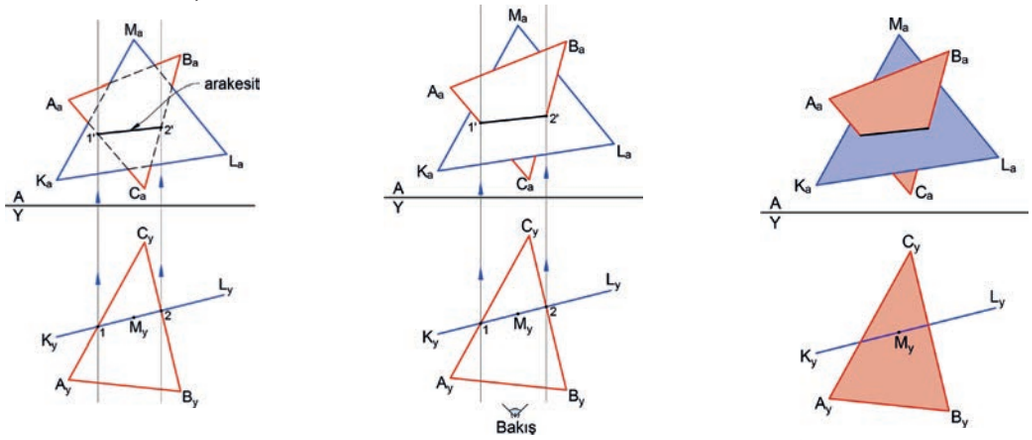


Özel konumlu düzlemlerin arakesiti ve görünürlüğü, gelişigüzel görüntü veren izdüşüm düzlemi üzerinde oluşur.

Arakesitin bulunabilmesi ve görünürlüğün tespit edilebilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:



- Düzlemlerin alın izdüşümü üzerinde oluşacak **arakesitini** bulabilmek için yatay izdüşümü üzerindeki kesişim noktaları **1** ve **2** olarak numaralandırılır.
- **Yatay izdüşüm** incelendiğinde **1** No.lu noktanın **ABC** düzlemine ait $\mathbf{A_yC_y}$ doğrusunun üzerinde, **2** No.lu noktanın ise aynı düzlemin $\mathbf{B_yC_y}$ doğrusunun üzerinde olduğu görülür.
- Sırasıyla **1** ve **2** No.lu noktalardan **A/Y** arakesitine dikler inilir ve çıkılır.
- Alın izdüşümü üzerindeki **1'** ve **2'** noktaları tespit edilmiş olur.
- **1'** ve **2'** noktaları birleştirildiğinde **ABC** ve **KLM** düzlemlerine ait arakesit çizgisi bulunmuş olur (Şekil 3.6.a).
- Yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki bakış noktasından **1** ve **2** No.lu noktalara doğru bakıldığında $\mathbf{A_yB_y}$ doğrusunun bakışa en yakın doğru olduğu, bundan dolayı da **AB** doğrusunun alın izdüşüm düzleminde önde olduğu ve görünmesi gerektiği anlaşılır. Alın izdüşüm düzleminde **ABC** düzleminin $\mathbf{A_aB_a}$ kenarı çizilir.
- **Yatay izdüşüm düzlemi** üzerindeki bakış noktasından bakılmaya devam edildiğinde $\mathbf{A_y}$ noktasından **1** No.lu, $\mathbf{B_y}$ noktasından **2** No.lu noktaya kadar olan kısmın alın izdüşüm düzleminde görünmesi gerektiği anlaşılır ve bu düzlem üzerinde **ABC** düzleminin $\mathbf{A_a1'}$ ile $\mathbf{B_a2'}$ kenarları çizilir.
- **ABC** düzleminin arakesite kadar olan görünürlüğü alın izdüşüm düzlemi üzerinde bulunmuş olur. Bu görünürlüğe göre **KLM** düzleminin $\mathbf{K_aL_a}$ kenarı çizilerek görünürlük tamamlanır (Şekil 3.6.b ve 3.6.c).



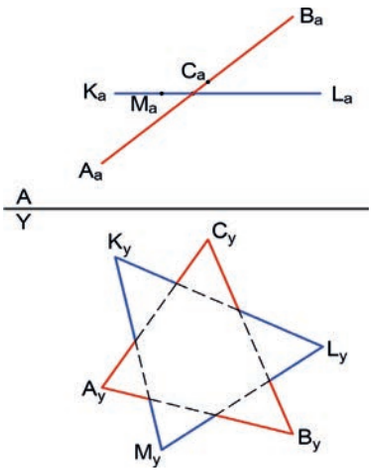
a) Arakesitin bulunması

b) Görünürlüğün tespit edilmesi

c) Kesişen düzlemlerin görünürlüğü

Şekil 3.6: Biri özel konumlu, kesişen iki düzlemin arakesitinin bulunup görünürlüğünün belirlenmesi

3.2. HER İKİSİ DE ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA

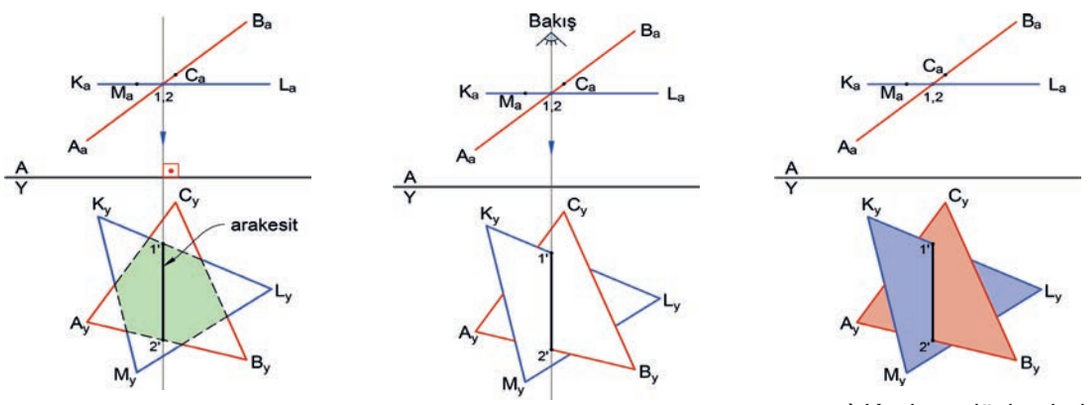


Şekilde görülen **ABC** ve **KLM** düzlemleri incelendiğinde alın izdüşüm düzleminde iki düzlemin de çizgi görüntüsünde olduğu, **KLM** düzleminin alın izdüşümünün ise **A/Y** arakesitine paralel olduğu görülmektedir. Bu izdüşüm özelliklerinden dolayı her iki düzlem de **alına dik** düzlemlerdir. Ayrıca **KLM** düzlemi, yatay izdüşüm düzlemine paralel olan özel konumlu bir düzlemdir.

Özel konumlu düzlemlerin arakesiti ve görünürlüğü, gelişigüzel görüntü veren izdüşüm düzlemi üzerinde oluşur.

Her ikisi de özel konumlu olan düzlemlerin arakesitinin bulunabilmesi ve görünürlüğünün tespit edilebilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Düzlemlerin yatay izdüşümü üzerinde oluşacak **arakesitini** bulabilmek için alın izdüşümü üzerindeki kesişim noktası **1**,**2** olarak numaralandırılır.
- Alın izdüşümdeki **1**,**2** No.lu noktayı yatay izdüşüm düzlemine taşıyabilmek için **A/Y** arakesitine dikler inilir ve çıkılır.
- Arakesit çizgisi yatay izdüşümdeki ortak (boyalı) alan içinde oluşacağı için **1'** ve **2'** noktaları **KL** ve **AB** kenarları üzerinde işaretlenir.
- **1'** ve **2'** noktaları birleştirildiğinde **ABC** ve **KLM** düzlemlerine ait **arakesit** çizgisi bulunmuş olur (Şekil 3.7.a).
- **Alın izdüşüm düzlemi** üzerindeki bakış noktasından **1**,**2** No.lu noktaya doğru bakıldığında B_aC_a ve K_aM_a doğrularının tam olarak göründüğü ve bundan dolayı yatay izdüşüm düzleminde bu doğrularının kesintisiz görünmesi gerektiği anlaşılır. Yatay izdüşüm üzerinde **ABC** düzleminin B_yC_y kenarı, **KLM** düzleminin ise K_yM_y kenarı çizilir.
- Bakış noktasına göre görünürlük tespitine devam edildiğinde K_a noktasından **1** No.lu, B_a noktasından **2** No.lu noktaya kadar olan kısmın yatay izdüşüm düzleminde görünmesi gerektiği anlaşılır ve yatay izdüşüm düzlemi üzerinde **ABC** düzleminin K_y1' ile B_y2' kenarları çizilir. Yatay izdüşümde **ABC** ve **KLM** düzlemlerinin görünürlüğü tamamlanmış olur (Şekil 3.7.b ve 3.7.c).



a) Arakesitin bulunması

b) Görünürlüğün tespit edilmesi

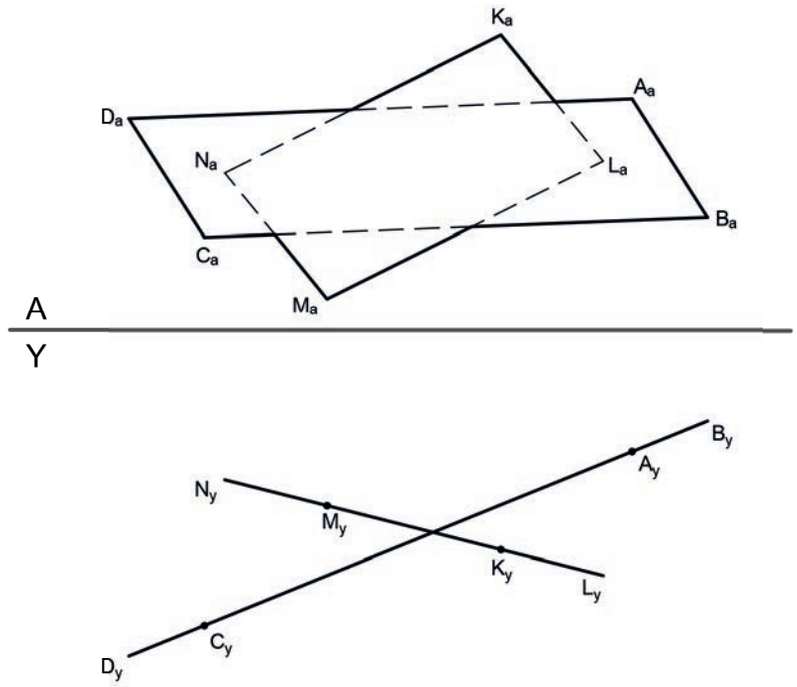
c) Kesişen düzlemlerin görünürlüğü

Şekil 3.7: Her ikisi de özel konumlu, kesişen iki düzlemin arakesitinin bulunup görünürlüğünün belirlenmesi

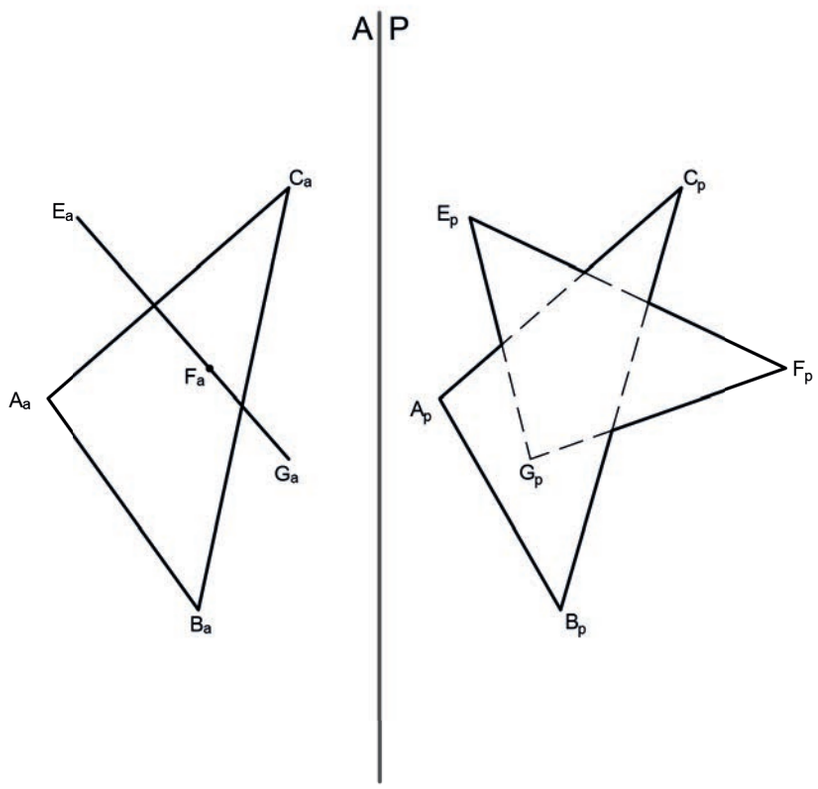
SIRA SİZDE

3.2a

Her ikisi de alın izdüşüm düzlemine dik konumlu olan düzlemlerin arakesitini çizip görünürlüğünü tespit ediniz.



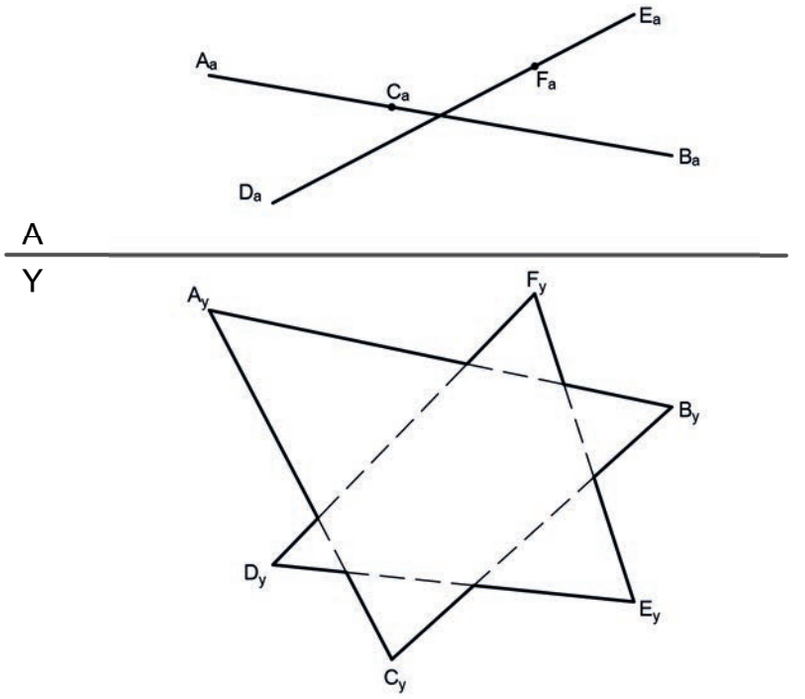
Biri profil izdüşüm düzlemine dik konumlu olan iki düzlemin arakesitini çizip görünürlüğünü tespit ediniz.



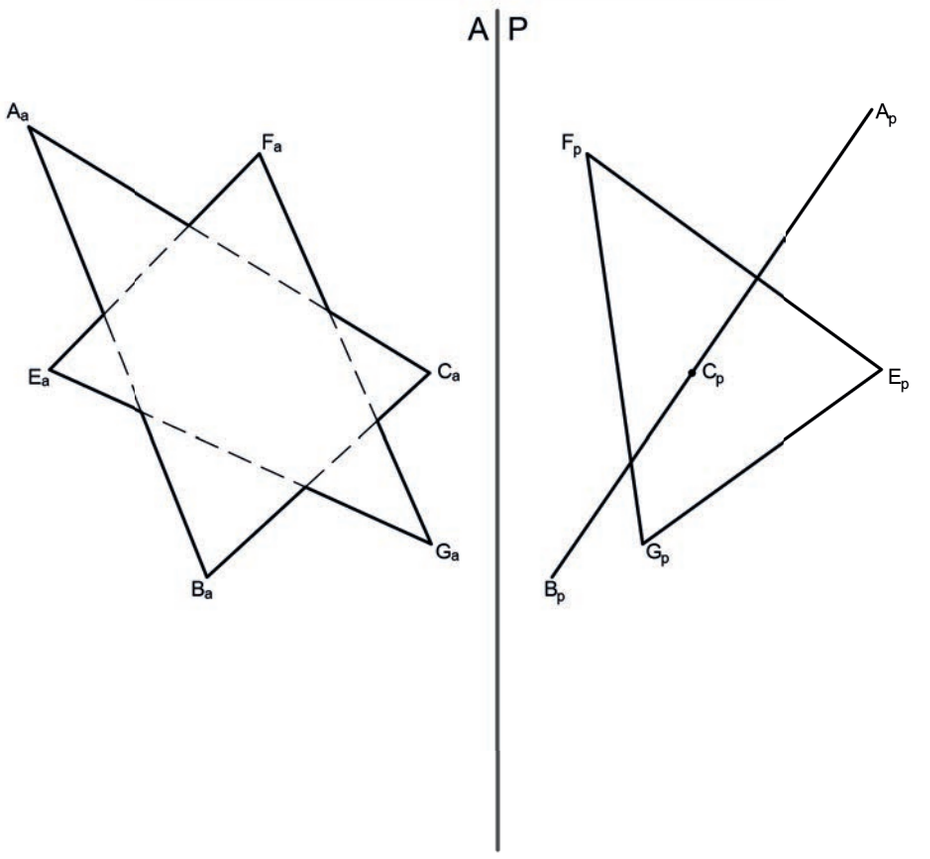
SIRA SİZDE

3.2b

Her ikisi de alın izdüşüm düzlemine dik konumlu olan düzlemlerin arakesitini çizip görünürlüğünü tespit ediniz.

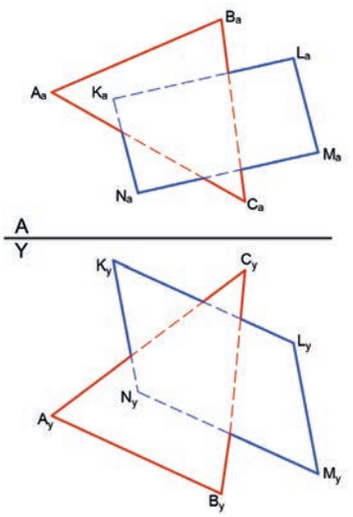


Biri profil izdüşüm düzlemine dik konumlu olan iki düzlemin arakesitini çizip görünürlüğünü tespit ediniz.



3.3. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARAKESİTİNİ BULMA

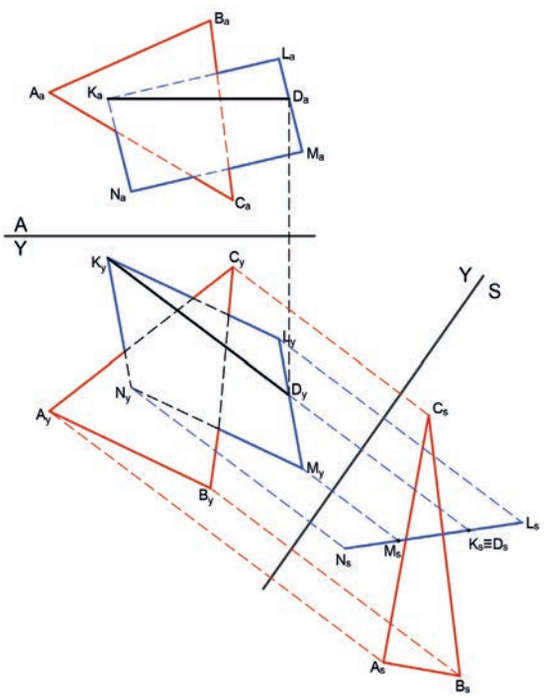
Alın ve yatay izdüşümü verilen **ABC** ve **KLMN** düzlemleri gelişigüzel düzlemlerdir. Bu düzlemlerin kesişmesinden dolayı oluşan **arakesit** çizgisini bulabilmek için herhangi bir düzlemin çizgi görüntüsünü bulmak gerekir.

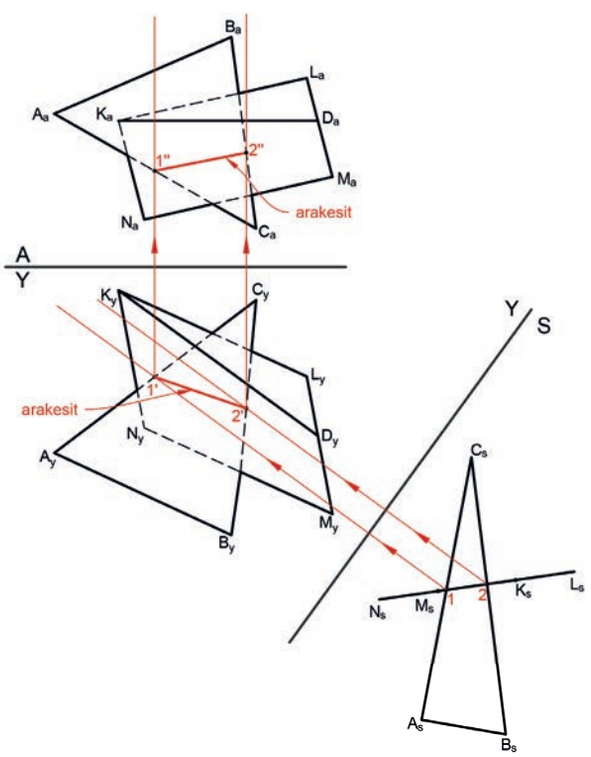


Hangi düzlemin çizgi görüntüsüne ulaşılacağının ve yardımcı izdüşüm düzleminin hangi temel izdüşüm düzlemine dik alınacağının herhangi bir önemi yoktur. Çalışma alanının uygunluğuna göre buna karar verilir. Bu örnekte yardımcı izdüşüm düzlemi, yatay izdüşüm düzlemi üzerinde alınacaktır.

Gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitinin bulunabilmesi ve görünürlüğünün tespit edilebilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Şeklin yatay izdüşümü incelendiğinde **ABC** düzleminin **KLMN** düzlemine saplandığı izlenimi oluşmaktadır. Bundan yola çıkılarak **KLMN** düzleminin çizgi görüntüsüne ulaşılacaktır. **KLMN** düzleminin çizgi görüntüsünü elde edebilmek için **yatay**da gerçek boy görüntüsü veren özel doğrusunun çizilmesi gerekir (K_aD_a). Bunun için de alın izdüşümü üzerinde **A/Y** arakesitine **paralel**, **KLMN** düzleminin özel doğrusu çizilir.



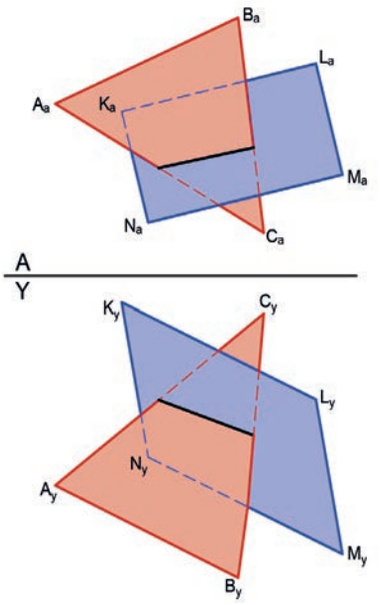


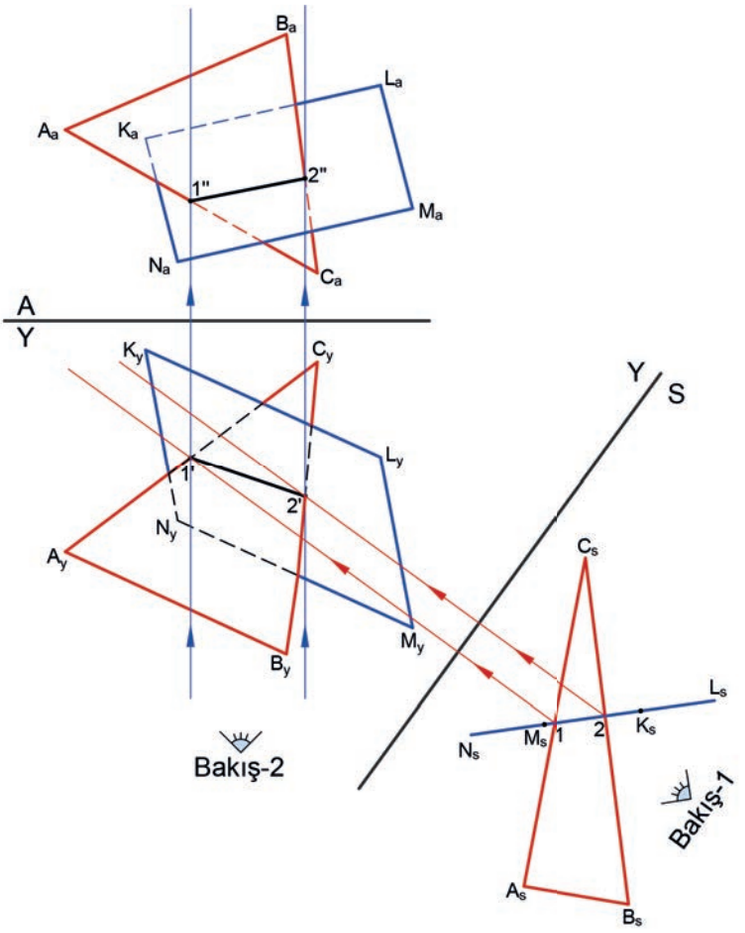
Bu tespitlerden sonra **Yardımcı İzdüşüm Metodu ile Düzlemlerin Çizgi Görüntüsü** konu başlığında anlatılanlar uygulanır.

- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **KLMN** düzleminin çizgi görüntüsü elde edildikten sonra **Biri Özel Konumlu, Kesişen İki Düzlemin Arakesitini Bulma** konu başlığında anlatılanlar uygulanır.

Burada unutulmaması gereken en önemli ayrıntı, **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde işaretlenen **1** No.lu noktanın **ABC** düzleminin **AC** kenarı, **2** No.lu noktanın ise **ABC** düzleminin **BC** kenarı üzerinde olduğudur. **1** ve **2** No.lu noktalar sırasıyla **ABC** üçgeninin diğer izdüşümleri üzerine taşınarak iki düzlemin kesişmesi sonucu ortaya çıkan **arakesit** çizgisi çizilir.

- Görünürlüğü tespit etmeye çizgi görüntüsünün elde edildiği izdüşümden başlanır. **Bakış-1**'e göre **ABC** düzlemine ait $\mathbf{A_s1}$ ve $\mathbf{B_s2}$ kenarlarının görünür olduğu anlaşılır. **Yatay izdüşüm düzlemi** üzerinde $\mathbf{A_y}$ noktasından **1'** noktasına, $\mathbf{B_y}$ noktasından **2'** noktasına kadar olan kenar çizgileri çizilir. Yine aynı bakış doğrultusuna göre **KLMN** düzleminin $\mathbf{K_sL_s}$ kenarının yatay izdüşüm düzlemi üzerinde görünür olduğu anlaşılır ve $\mathbf{K_yL_y}$ kenarı çizilir (Şekil 3.6).
- **Alın izdüşüm düzlemi** üzerinde görünürlüğü tespit edebilmek için **Bakış-2** noktası esas alınır. **Bakış-2**'ye göre **ABC** düzlemine ait $\mathbf{A_y1'}$ ve $\mathbf{B_y2'}$ kenarlarının görünür olduğu anlaşılır. Alın izdüşüm düzlemi üzerinde $\mathbf{A_a}$ noktasından **1"** noktasına, $\mathbf{B_a}$ noktasından **2"** noktasına kadar olan kenar çizgileri çizilir. **ABC** düzleminin alındaki izdüşümüne göre **KLMN** düzleminin **NM** kenarının görünür olduğu tespit edilir ve $\mathbf{N_aM_a}$ kenarı çizilir (Şekil 3.6).





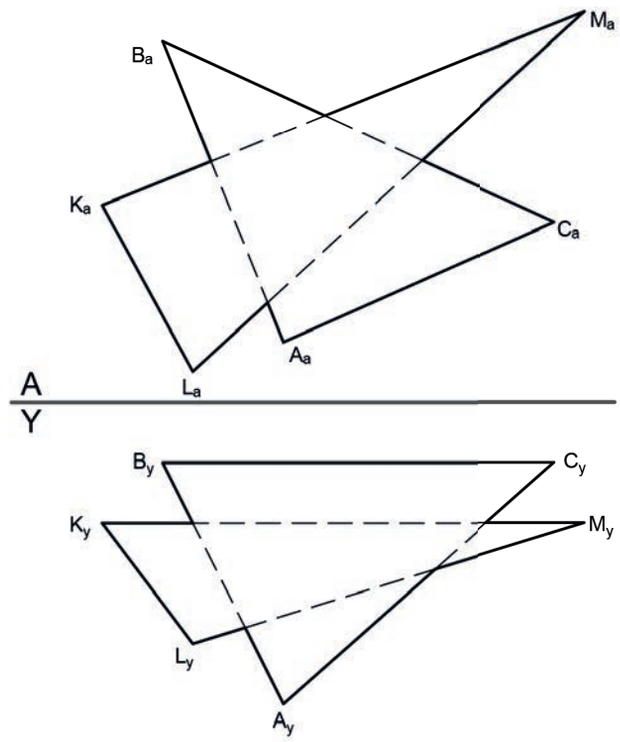
Şekil 3.6: Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini bulma

SIRA SİZDE

3.3a

Alın ve yatay izdüşümleri verilen düzlemler için aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Arakesitlerini **yardımcı izdüşüm metodu** ile bulunuz.
- Görünürlüklerini tespit ediniz.

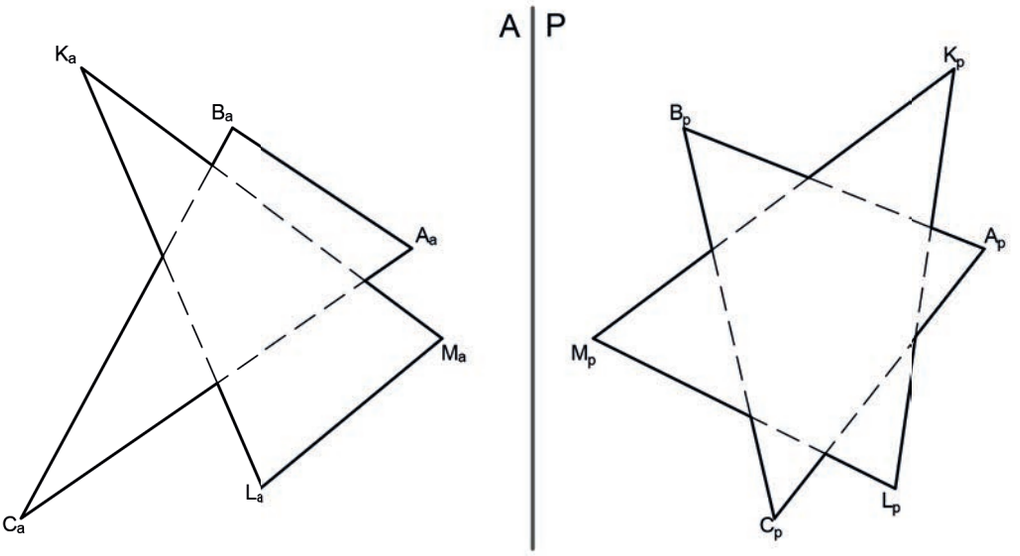


SIRA SİZDE

3.3b

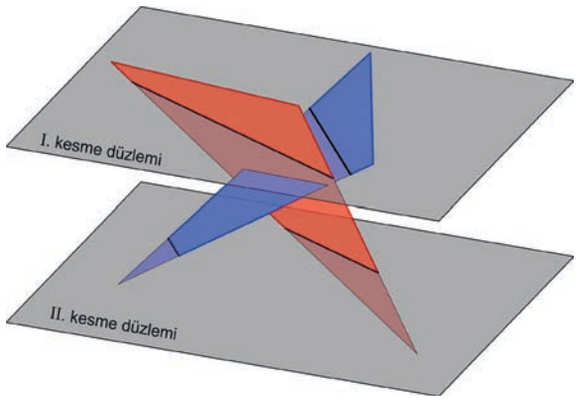
Alın ve profil izdüşümleri verilen düzlemler için aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Arakesitlerini **yardımcı izdüşüm metodu** ile bulunuz.
- Görünürlüklerini tespit ediniz.



3.4. KESME DÜZLEMİ METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

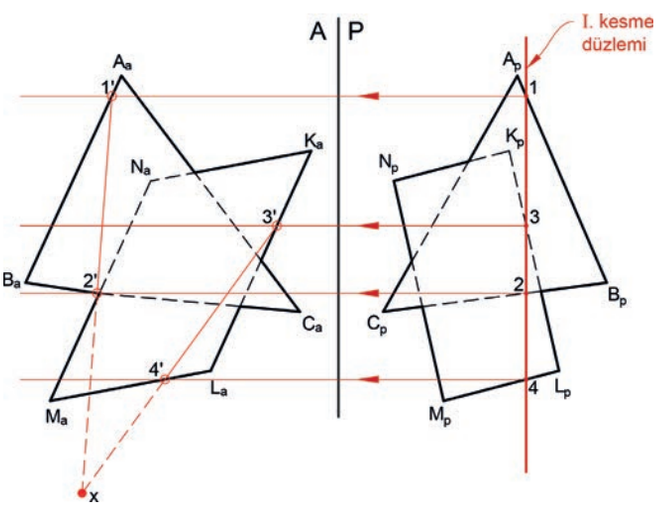
Gelişigüzel düzlemlerin arakesitini bulabilmek için kullanılan yöntemlerden biri de **kesme düzlemi metodudur**. Arakesiti bulabilmek için düzlemleri kesecek şekilde çizilen **kesme düzlemi**, arakesit üzerindeki bir noktanın bulunmasını sağlar. Bir doğrunun çizilebilmesi için iki noktaya ihtiyaç duyulduğundan iki ayrı kesme düzlemi çizilir. Şekil 3.7'de görüldüğü gibi her iki düzlemi kesecek şekilde, sonsuz büyüklükte olduğu varsayılan iki ayrı kesme düzlemi çizilir. Kesme düzlemleri hem birbirine hem de temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine paralel olmalıdır. Bu kesme düzlemleri, paralel olduğu temel izdüşüm düzlemlerinin dışındaki izdüşüm düzlemlerine dik konumlu olacaktır.



Şekil 3.7: Kesme düzlemi metodu

Gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitinin bulunabilmesi ve görünürlüğünün tespit edilebilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

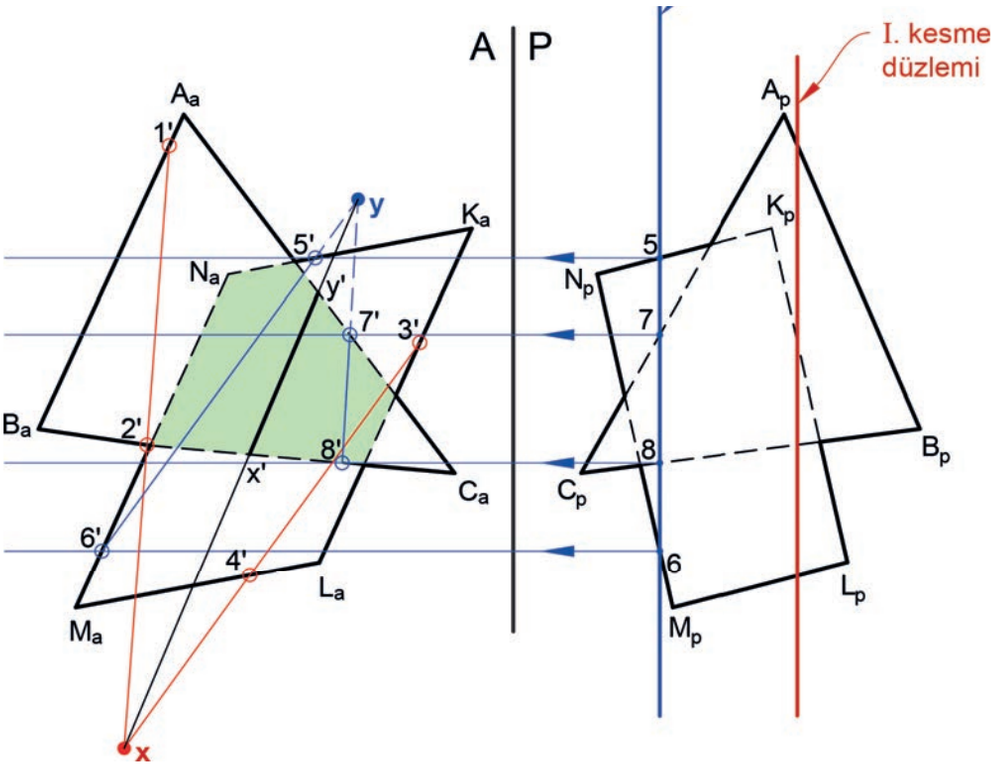
- **ABC** düzlemi ile **KLMN** düzleminin arakesitinin bulunacağı bu örnekte **I. kesme düzlemi**nin alın izdüşüm düzlemine paralel olduğu düşünülmüş, bundan dolayı da profildeki izdüşümü arakesite paralel düz bir çizgi olarak çizilmiştir.
- **I. kesme düzlemi**nin profil izdüşüm düzleminde **ABC** düzlemine ait kestiği noktalar **1** ve **2**, **KLMN** düzlemine ait kestiği noktalar ise **3** ve **4** olarak numaralandırılmıştır.
- İşaretlenen bu noktaların sırasıyla diğer izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri bulunurken;
  - **AB** kenarı üzerinde bulunan **1** No.lu nokta, alındaki **AB** kenarı üzerine **1'**,
  - **BC** kenarı üzerinde bulunan **2** No.lu nokta, alındaki **BC** kenarı üzerine **2'**,
  - **KL** kenarı üzerinde bulunan **3** No.lu nokta, alındaki **KL** kenarı üzerine **3'**,
  - **LM** kenarı üzerinde bulunan **4** No.lu nokta ise alındaki **LM** kenarı üzerine **4'** olarak taşınır ve numaralandırılır.



Not: Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, her bir noktanın diğer izdüşümde ait olduğu kenarın üzerine taşınması gerektiğidir.

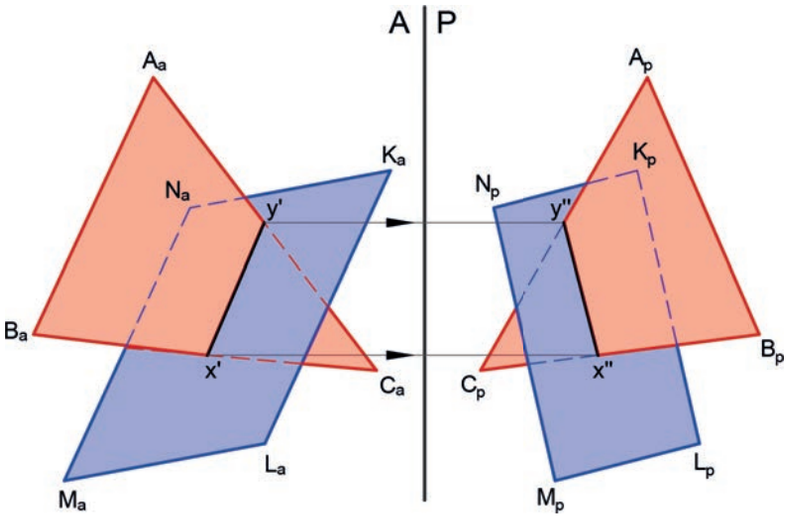
- Alın izdüşüm düzlemi üzerinde bulunan **1'** ve **2'** noktaları birleştirildikten sonra **3'** ve **4'** noktaları birleştirilir. Bu birleştirme işlemi sonucunda **I. kesme düzlemi**nin **ABC** ve **KLMN** düzlemleri üzerindeki arakesitleri bulunmuş olur. Bulunan bu arakesit çizgilerinin doğrultuları (**1'2'** ve **3'4'** doğruları) birbiriyle kesişinceye kadar uzatılır. Bu kesişme sonucu ortaya çıkan nokta **x** olarak adlandırılır. Bulunan bu **x** noktası, **ABC** düzlemi ile **KLMN** düzleminin kesişmesi sonucu ortaya çıkacak olan arakesitin doğrultusuna ait ilk noktadır.

- I. kesme düzlemi için yapılan işlemlerin aynısı **II. kesme düzlemi** için de yapılır. Bu işlemler sonucunda **y** noktası elde edilir. Bulunan **y** noktası, kesişen iki düzlemin arakesitinin doğrultusuna ait ikinci noktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Kesme düzlemi metodu ile gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini bulma

- **x** ve **y** noktaları birleştirilerek **ABC** ve **KLMN** düzlemlerine ait arakesit bulunmuş olur. Arakesit çizgisinin iki düzlemin kesişmesi sonucu oluşan boyalı alanın içinde olması gerekir. Bu alan içinde kalan **arakesit çizgisi x'** ve **y'** olarak işaretlenir.
- Alın izdüşümündeki **x'** ve **y'** noktaları profil izdüşümüne taşınarak **x"y"** arakesit çizgisi bulunur (Şekil 3.9).
- Görünürlük ilkelerine göre izdüşümler incelenerek düzlemlerin görünürlükleri tespit edilir.

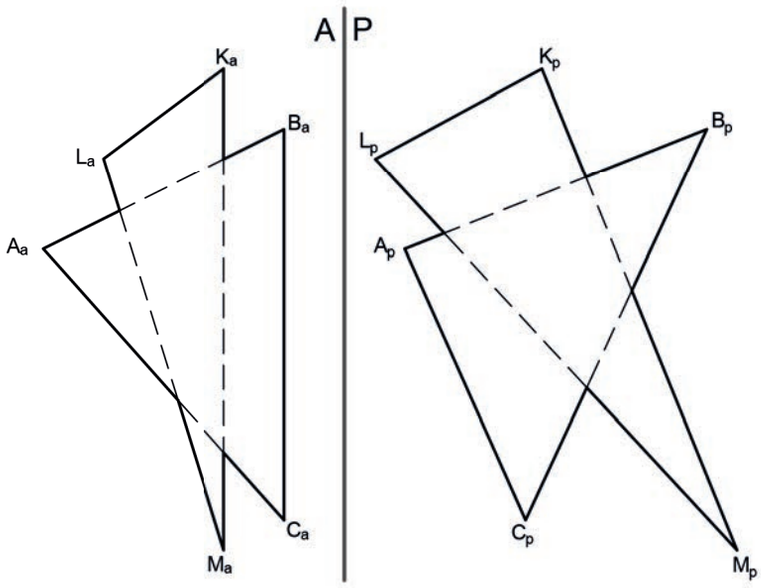


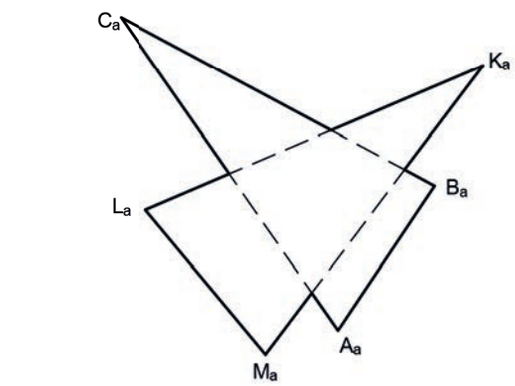
Şekil 3.9: Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesiti ve görünürlüğü

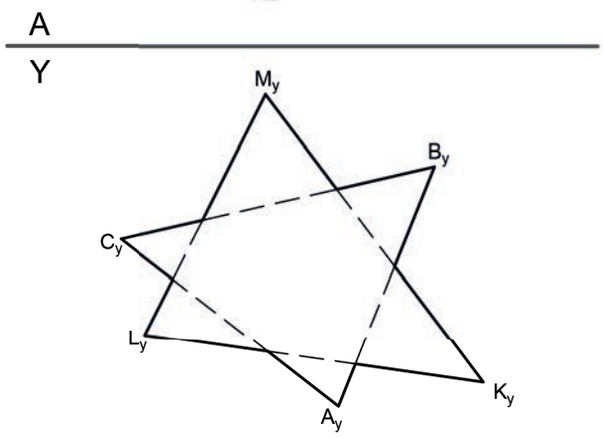
SIRA SİZDE
3.4

İkişer izdüşümü verilen düzlemler için aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Arakesitlerini **kesme düzlemi metodu** ile bulunuz.
- Görünürlüklerini tespit ediniz.

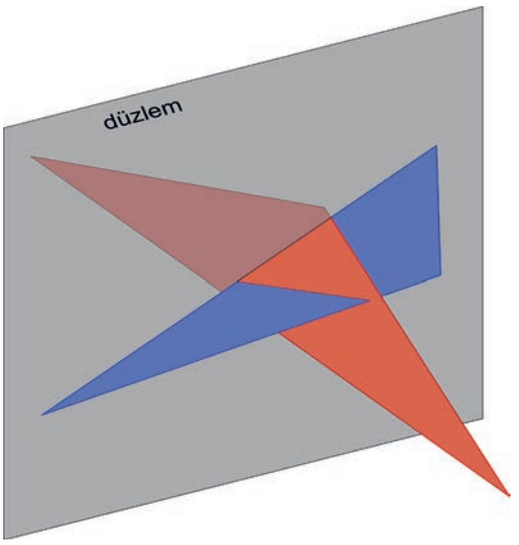






3.5. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE GELİŞİGÜZEL KONUMLU İKİ DÜZLEMİN ARAKESİTİNİ BULMA

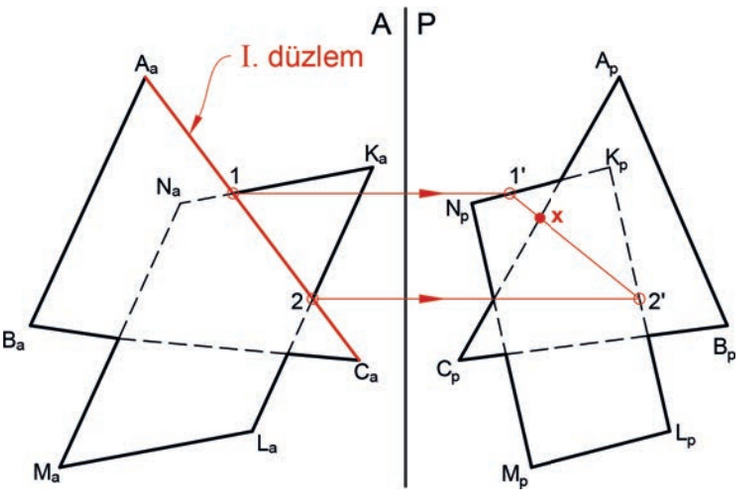
Gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini bulabilmek için kullanılan bir başka yöntem ise **düzlem geçirme metodudur**. Bu metotta izdüşümü verilen düzlemlere ait herhangi bir kenar, doğru olarak kabul edilir ve bu doğrunun içinde bulunduğu bir düzlem tarafından diğer düzlemi kestiği düşünülür (Şekil 3.10). Bu kesişme sonucu ortaya çıkan noktalardan faydalanılarak bulunması istenen arakesite ait ilk nokta tespit edilir. Tek bir nokta, arakesiti bulmak için yeterli olmayacağından aynı yöntem farklı bir kenar için tekrar uygulanır.



Şekil 3.10: Düzlem geçirme metodu

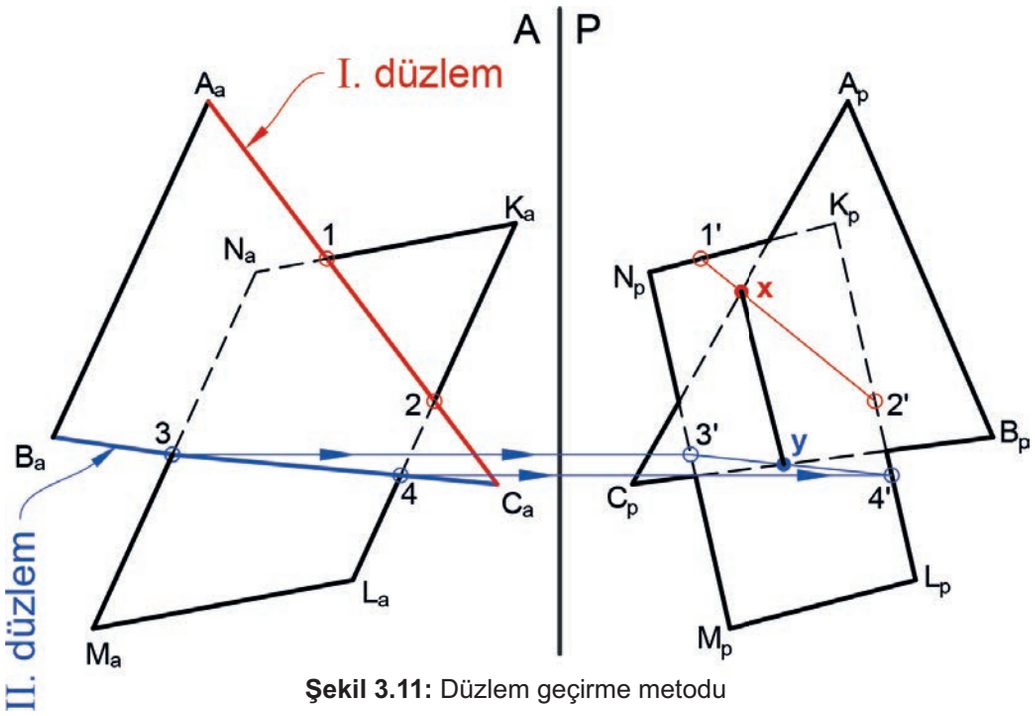
Gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitinin bulunabilmesi ve görünürlüğünün tespit edilebilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** ve **KLMN** dörtgenlerinin arakesit çizgisini bulmak için hangi düzlemin hangi kenarının seçileceği sonucu değiştirmez. Ancak işin kolay yürütülmesi ve yapılacak olan çizimin çalışma alanı içinde kalabilmesi adına bazı öngörülerde bulunup kenar seçimini buna göre yapmak işlemleri kolaylaştırır. Arakesiti çizilecek olan **ABC** ve **KLMN** düzlemlerine bakıldığında **ABC** düzleminin **KLMN** düzlemini deldiği izlenimi oluşmaktadır. Bundan dolayı **AC** kenarı, **I. düzlem** olarak seçilmiştir.



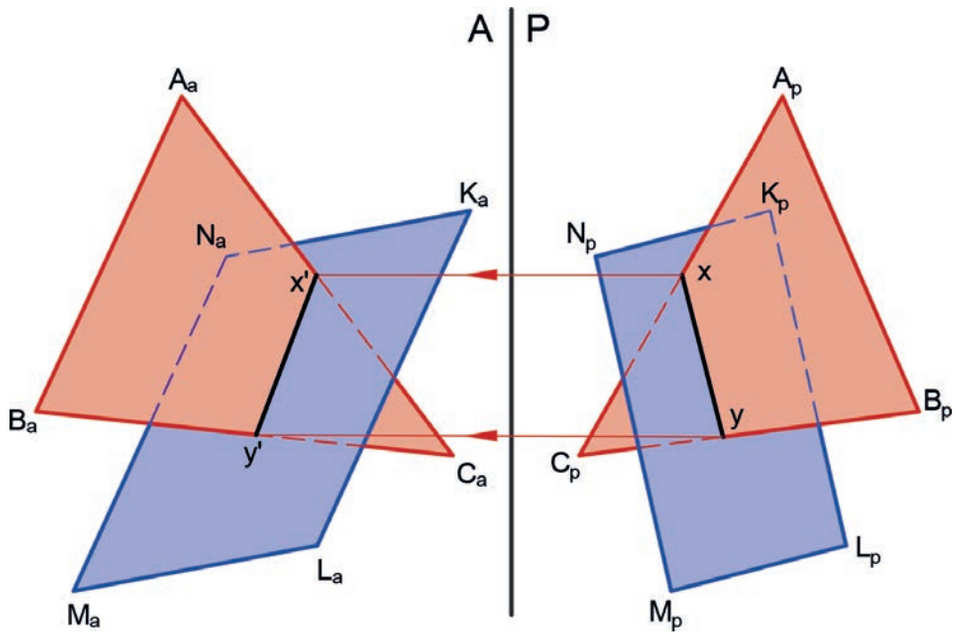
- **I. düzlem** alına dik, sonsuz büyüklükte bir düzlemdir. Çizim kolaylığı sağlaması için **AC** kenarı uzunluğunda sınırlandırılmıştır. İzdüşüm düzlemine dik olduğu için de çizgi görüntüsündedir. I. düzlemin **KLMN** düzlemini kestiği noktalar **1** ve **2** olarak numaralandırılır.
- Numaralandırılan bu noktaların diğer izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri sırasıyla bulunacaktır. **KN** kenarı üzerinde bulunan **1** No.lu nokta, profildeki **KN** kenarı üzerine **1'** olarak; **KL** kenarı üzerinde bulunan **2** No.lu nokta, profildeki **KL** kenarı üzerine **2'** olarak taşınır ve numaralandırılır. Her bir noktanın ait olduğu kenar üzerine taşınması gerektiği unutulmamalıdır.
- Profil izdüşüm düzlemi üzerinde bulunan **1'** ve **2'** noktaları birleştirilir. Birleştirme işlemi sonucunda **1'2'** doğrusunun **AC** doğrusunu kestiği görülür. Kesişme sonucu ortaya çıkan nokta **x** olarak adlandırılır. Bulunan **x** noktası, **ABC** düzlemi ile **KLMN** düzleminin kesişmesi sonucu ortaya çıkacak olan arakesitin doğrultusuna ait ilk noktadır.

- **ABC** düzleminin **KLMN** düzlemini deldiği varsayıldığından düzlem olacak ikinci kenar için **BC** doğrusunun seçilmesi daha uygundur. **I. düzlem** için yapılan işlemlerin aynısı **II. düzlem** için de yapılarak **y** noktası bulunur.
- **x** ve **y** noktaları birleştirilerek **ABC** ve **KLMN** düzlemlerine ait profil izdüşüm düzlemindeki arakesit bulunmuş olur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Düzlem geçirme metodu

- Profil izdüşümündeki **x** ve **y** noktaları alın izdüşümüne taşınarak **x'y'** arakesit çizgisi bulunur (Şekil 3.12).
- Görünürlük ilkelerine göre izdüşümler incelenerek düzlemlerin görünürlükleri tespit edilir.



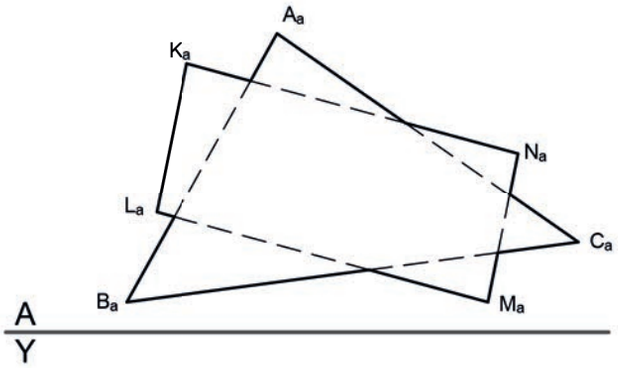
Şekil 3.12: Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesiti ve görünürlüğü

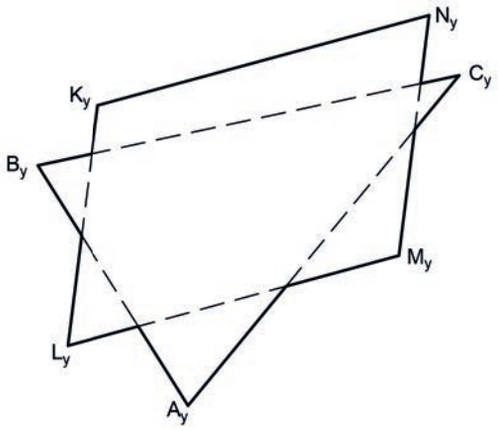
SIRA SİZDE

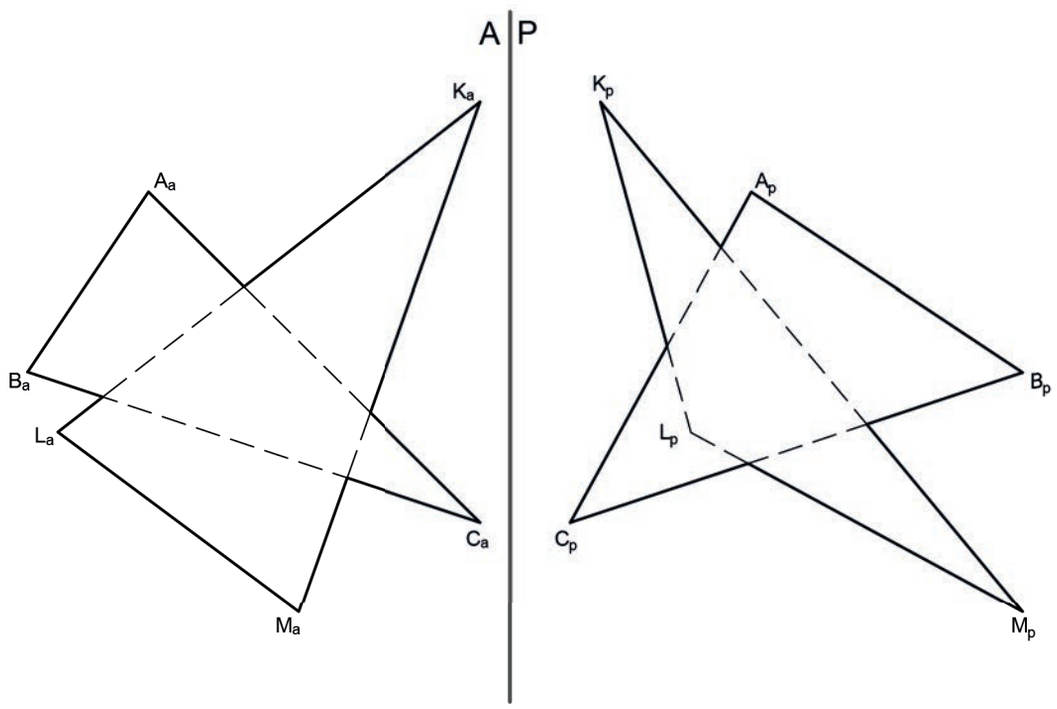
3.5

İkişer izdüşümü verilen düzlemler için aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Arakesitlerini **düzlem geçirme metodu** ile bulunuz.
- Görünürlüklerini tespit ediniz.







3. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge

Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	En az iki izdüşümü verilen cisimlerin görünürlüğünü tespit edip eksik ayrıtlarını çizdi.					
2	Özel konumlu düzlemlerin arakesitini buldu.					
3	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini buldu.					
4	Kesme düzlemi metodunu kullanarak gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini buldu.					
5	Düzlem geçirme metodunu kullanarak gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini buldu.					
6	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**

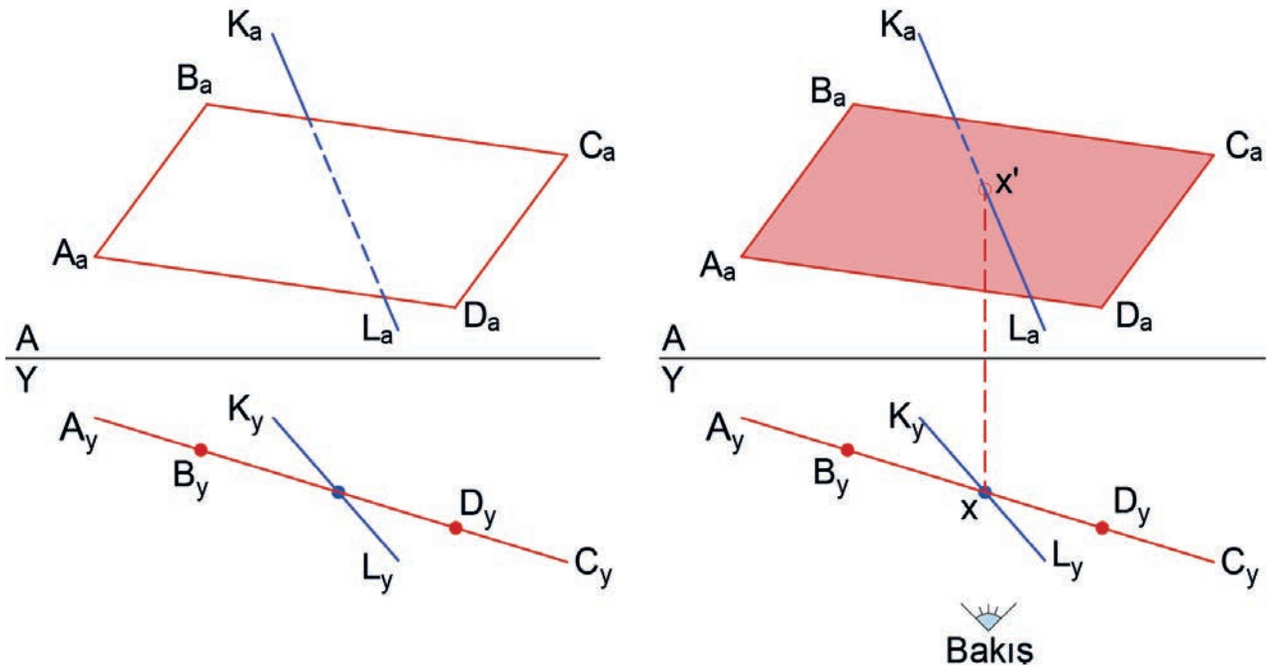
Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 6 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 6 x 5 = 30 dur.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 30]

Değerlendirme

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.

4. ÖĞRENME BİRİMİ



DELME NOKTALARI

KONULAR

4.1. ÖZEL KONUMLU DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DELME NOKTALARINI BULMA

4.2. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA

4.3. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA

4.4. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA

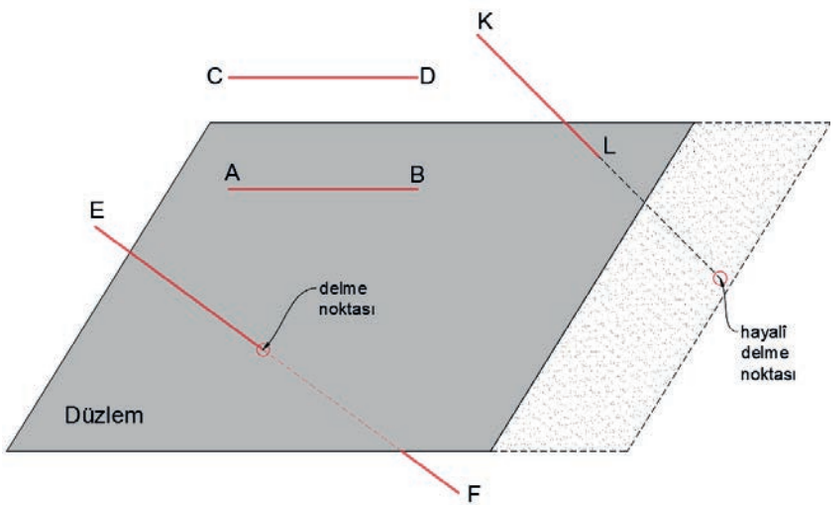
4.5. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA

4.6. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN CİSMİ DELME NOKTALARINI BULMA

4. DELME NOKTALARI

Uzayda bir doğru ile düzlemin birbirine göre konumları şu şekillerde tanımlanabilir (Şekil 4.1):

- Doğru, düzlemin üzerinde olabilir. Başka bir ifadeyle doğru ile düzlem çakışık olabilir (**AB** doğrusu ile düzlemin birbiriyle olan durumu).
- Doğru, düzlemin dışında ve düzleme paralel bir şekilde konumlanmış olabilir (**CD** doğrusu ile düzlemin birbiriyle olan durumu).
- Doğru ile düzlem birbirine dik veya farklı bir açıda olabilir. Böyle bir durumda doğru ile düzlem bir noktada kesişir. Kesişim noktası, her ikisinin de üzerinde olan ortak bir noktadır. Bu ortak noktaya **delme noktası** denir (**EF** doğrusu ile düzlem arasındaki durum).
- Düzlem ile doğru sınırlandırıldıkları için kesişmiyor gibi görünseler bile sonsuz büyüklükte olduğu düşünülen düzlem ve doğru bir noktada kesişir. Bu kesişme sonucu oluşan ortak nokta, **hayalî delme noktası** olarak adlandırılır (**KL** doğrusu ile düzlem arasındaki durum).



Şekil 4.1: Doğru ve düzlemlerin olası konumları

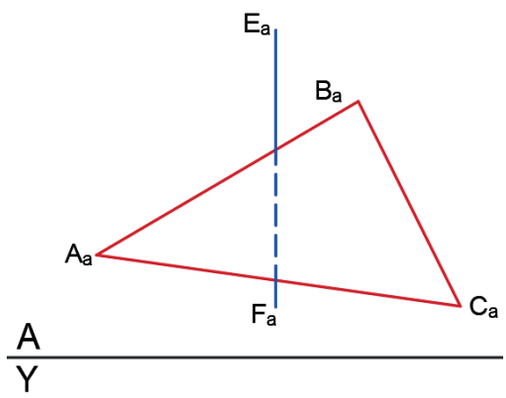
4.1. ÖZEL KONUMLU DOĞRU VE DÜZLEMLERDE DELME NOKTALARINI BULMA

Doğru ve düzlemlerin birbiriyle olan konumları düşünüldüğünde;

» Doğruların veya düzlemlerin özel konumlu,

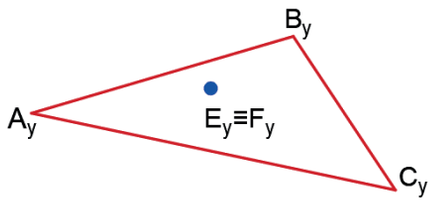
» Her ikisinin de özel konumlu,

» Her ikisinin de gelişigüzel konumlu olma olasılıkları vardır.



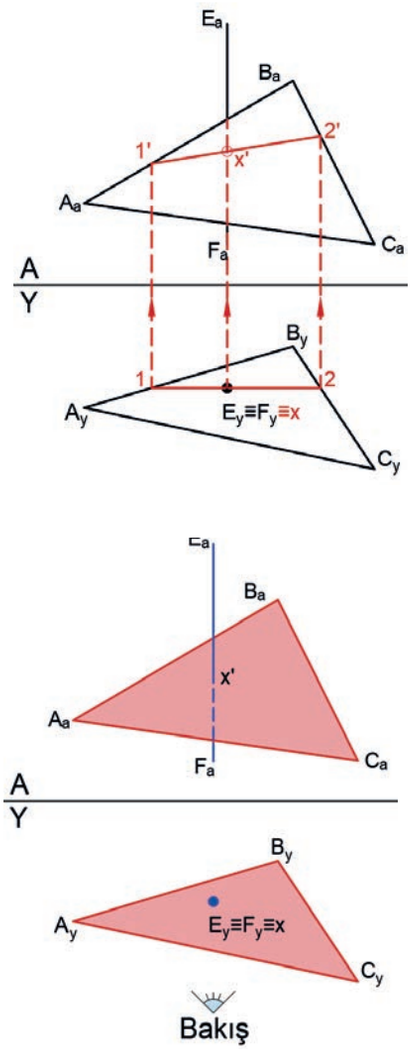
➤ Özel Konumlu Doğru

İzdüşümlerinden birinde nokta görüntüsü olan doğru **özel doğru**dur. Doğru, temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi bir tanesine dik ise bu doğrunun izdüşümlerinden biri **nokta**, diğer iki izdüşümü ise gerçek boy olan **çizgi** görüntüsünde olur.



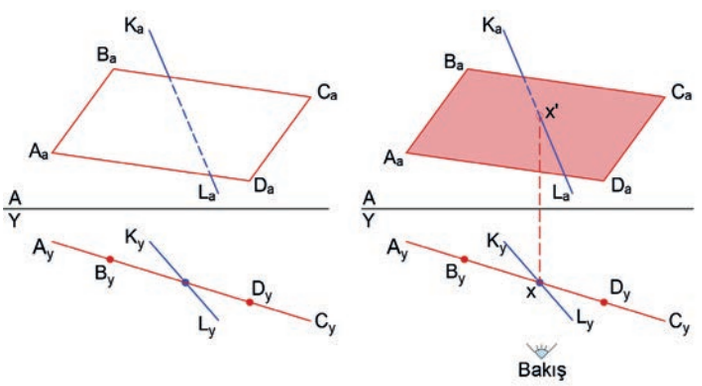
Özel konumlu EF doğrusu ile ABC düzleminin kesişmesi sonucu oluşan delme noktasının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Delme noktası (**x**), yatay izdüşüm düzlemi üzerinde E_y ve F_y noktalarına özdeştir ($E_y \equiv F_y \equiv x$). Başka bir ifadeyle doğrunun düzlem üzerindeki nokta görüntüsünün olduğu izdüşümü aynı zamanda **delme noktasıdır.** Delme noktası düzlemin ve doğrunun ortak noktası olduğuna göre **EF** doğrusunun nokta görüntüsünün göründüğü **yatay izdüşüm düzlemi** üzerinde $E_y \equiv F_y \equiv x$ noktasından geçen yardımcı bir doğru çizilir.
- Çizilen bu doğrunun düzlemi kestiği noktalar **1** ve **2** olarak işaretlenir.
- Düzlemin **AB** kenarı üzerinde bulunan **1** No.lu nokta ile **BC** kenarı üzerinde bulunan **2** No.lu nokta, alın izdüşüm düzlemi üzerinde ait oldukları kenarlara **1'** ve **2'** olarak taşınır.
- Alındaki izdüşümde **1'** ve **2'** noktaları birleştirilir.
- E_aF_a doğrusu ile **1'2'** doğrusunun kesişim noktası (**x'**), delme noktasının alındaki izdüşümüdür.
- Delme noktası (**x**) bulunduktan sonra alın izdüşüm düzleminde **EF** doğrusunun görünürlüğü tespit edilir.
- Alındaki durumu görünürlük ilkelerine göre tespit edebilmek için **Bakış** doğrultusunda yatay izdüşüm düzleminden düzlemin yataydaki izdüşümüne bakılır.
- Görülen ilk kenarın düzleme ait **AC** kenarı olmasından dolayı **EF** doğrusunun **x'** noktasından **AC** kenarına kadar olan kısmı görünmeyecektir.



➤ Özel Konumlu Düzlem

Düzlem özel konumlu ise temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi bir tanesinde çizgi görüntüsünde olur. Böyle bir durumda düzlemin çizgi görüntüsü ile doğrunun kesiştiği nokta, delme noktası olacaktır. Delme noktası (**x**), alın izdüşüm düzlemine taşınarak **KL** doğrusu ile kesiştirilir. Bu kesişim (**x'**), delme noktasının alındaki izdüşümüdür. Delme noktası bulunduktan sonra görünürlük tespit edilir (Şekil 4.2).



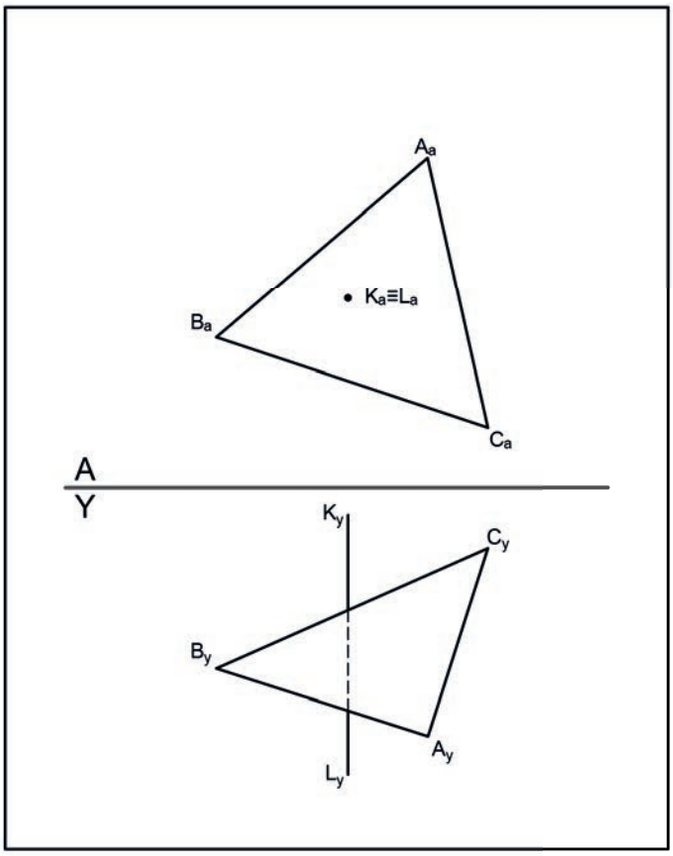
Şekil 4.2: Özel konumlu düzlemlerde delme noktasının bulunması

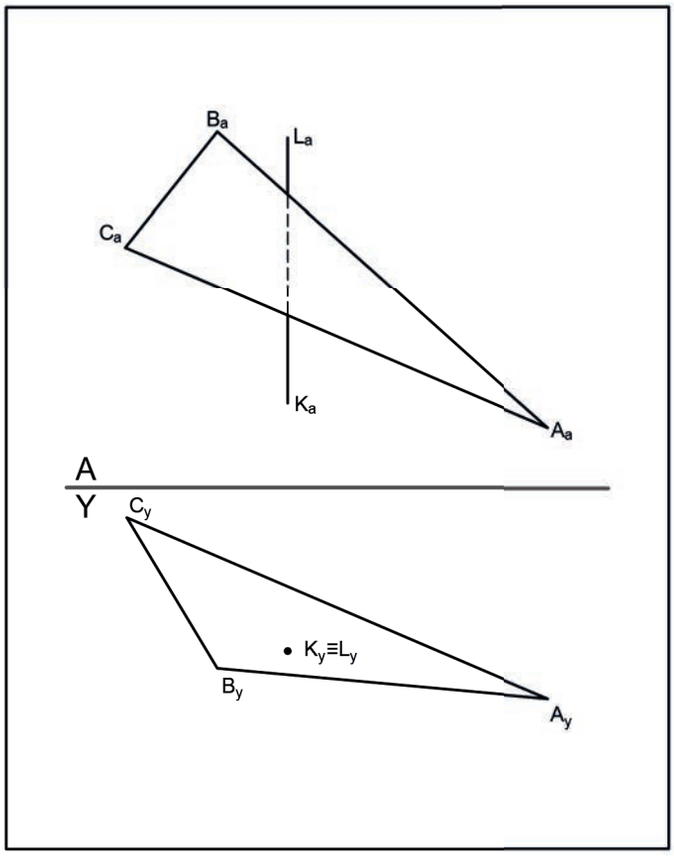
Not: Düzlem ve doğru her ikisi de gelişigüzel konumlu olursa delme noktasının bulunabilmesi için yardımcı izdüşüm veya düzlem geçirme metodu kullanılır.

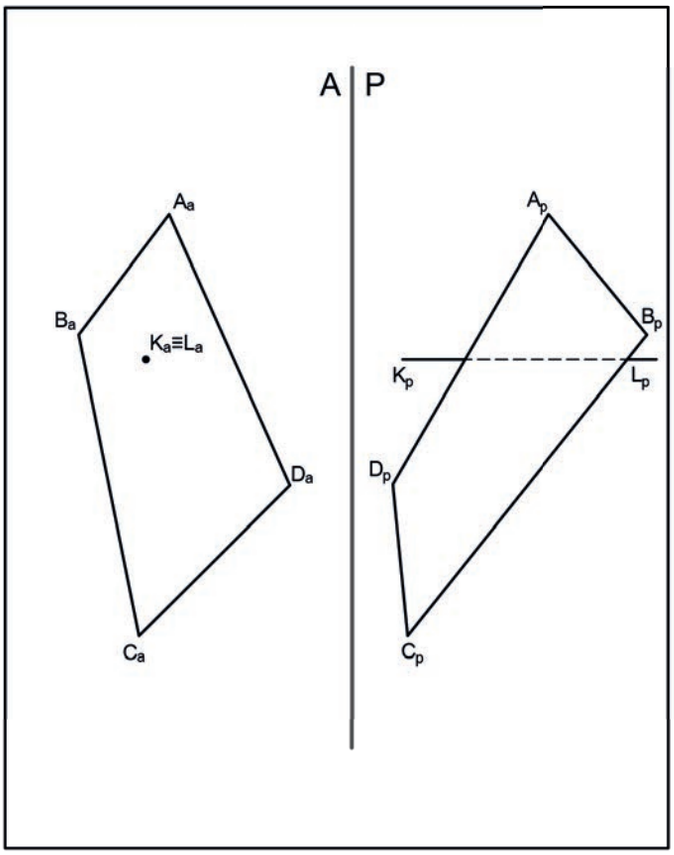
SIRA SİZDE

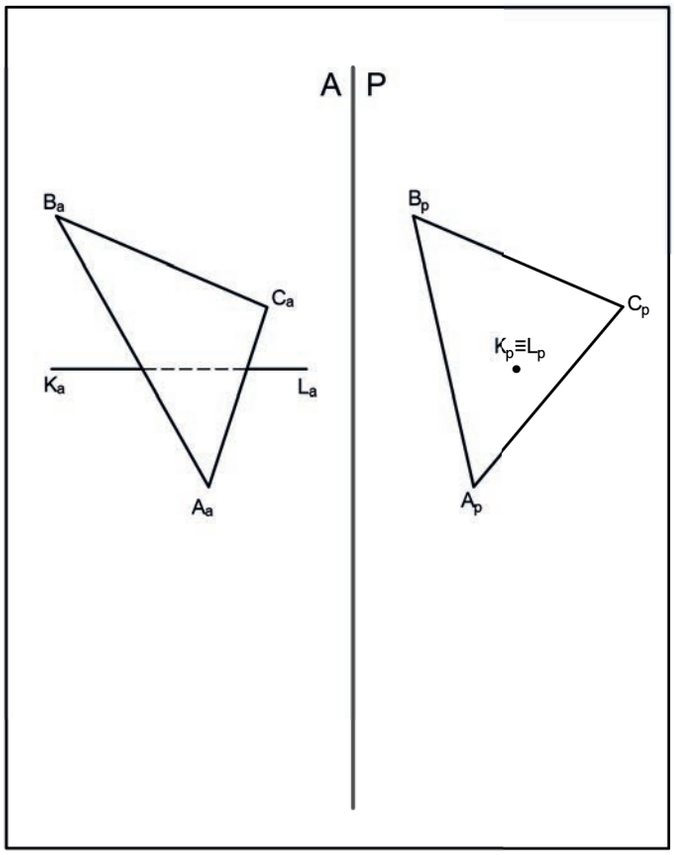
4.1a

Özel konumlu doğrunun düzlemi delme noktasını bularak doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.





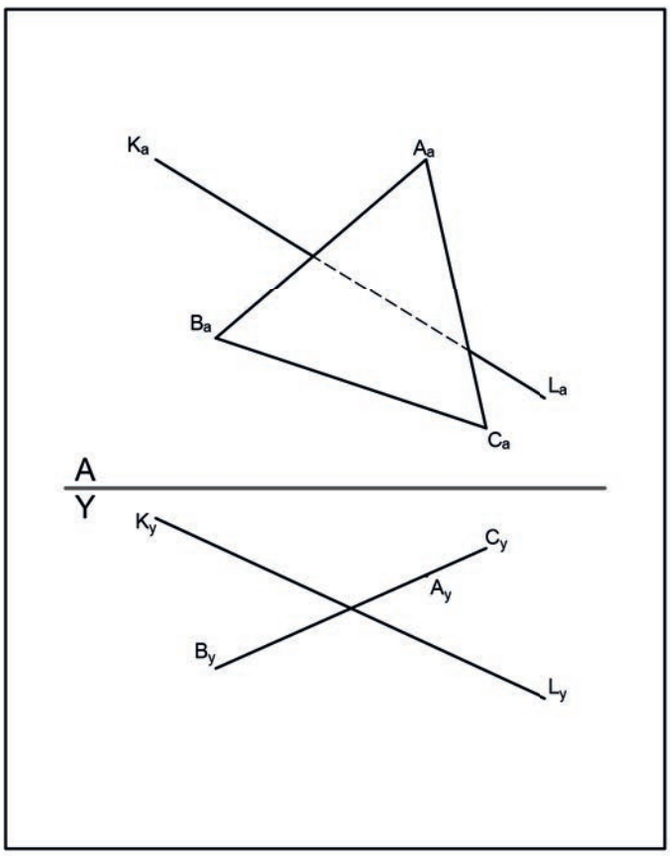


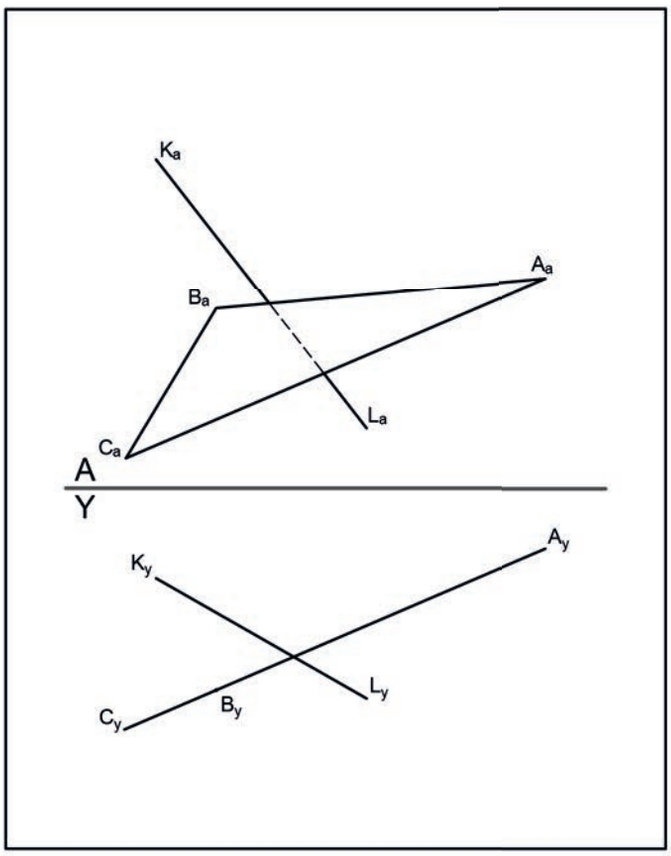


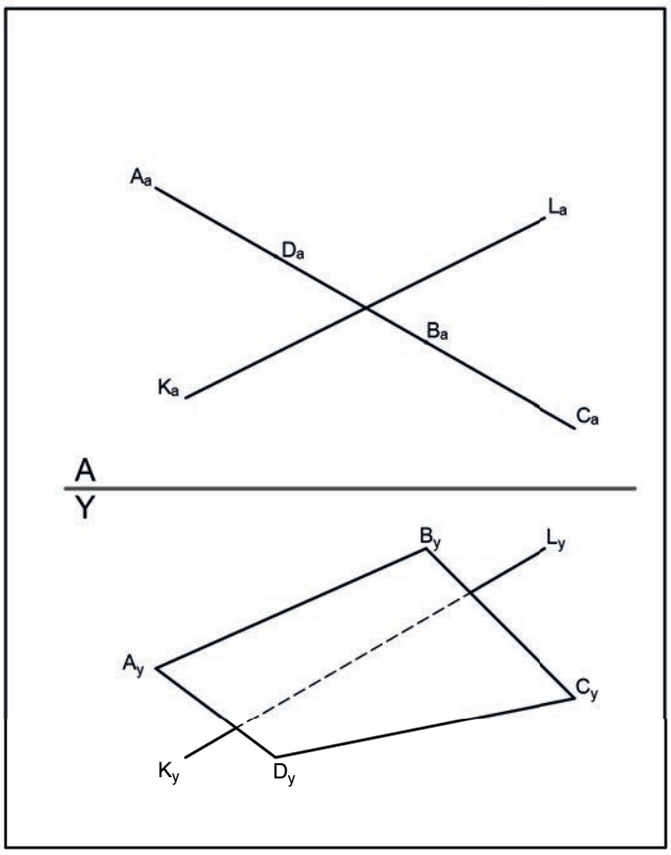
SIRA SİZDE

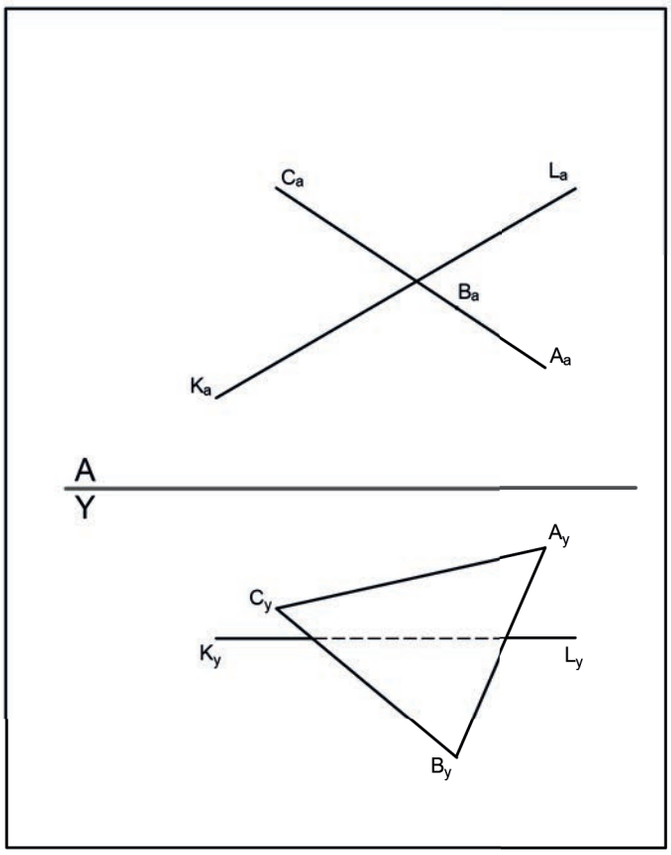
4.1b

Özel konumlu düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını bularak doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.





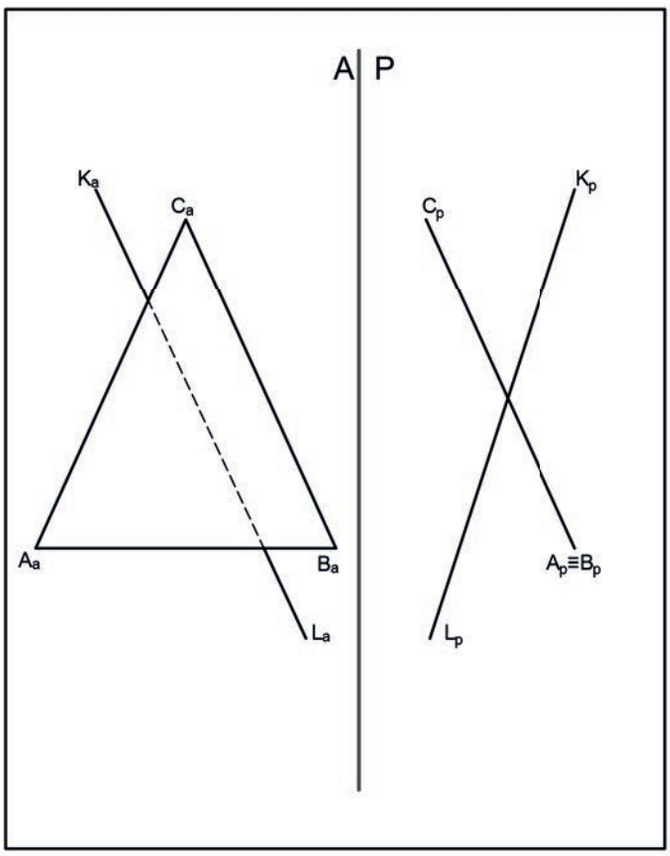


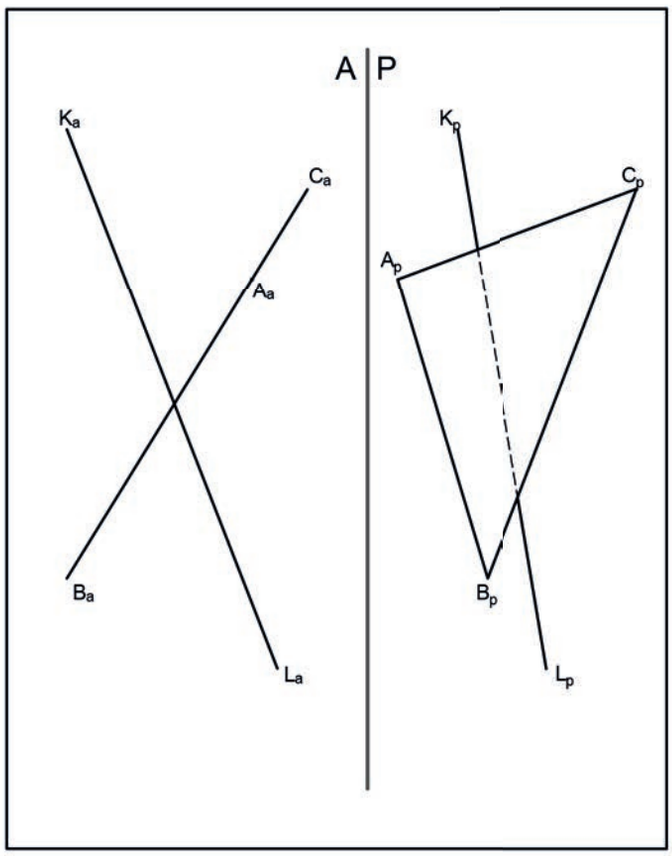


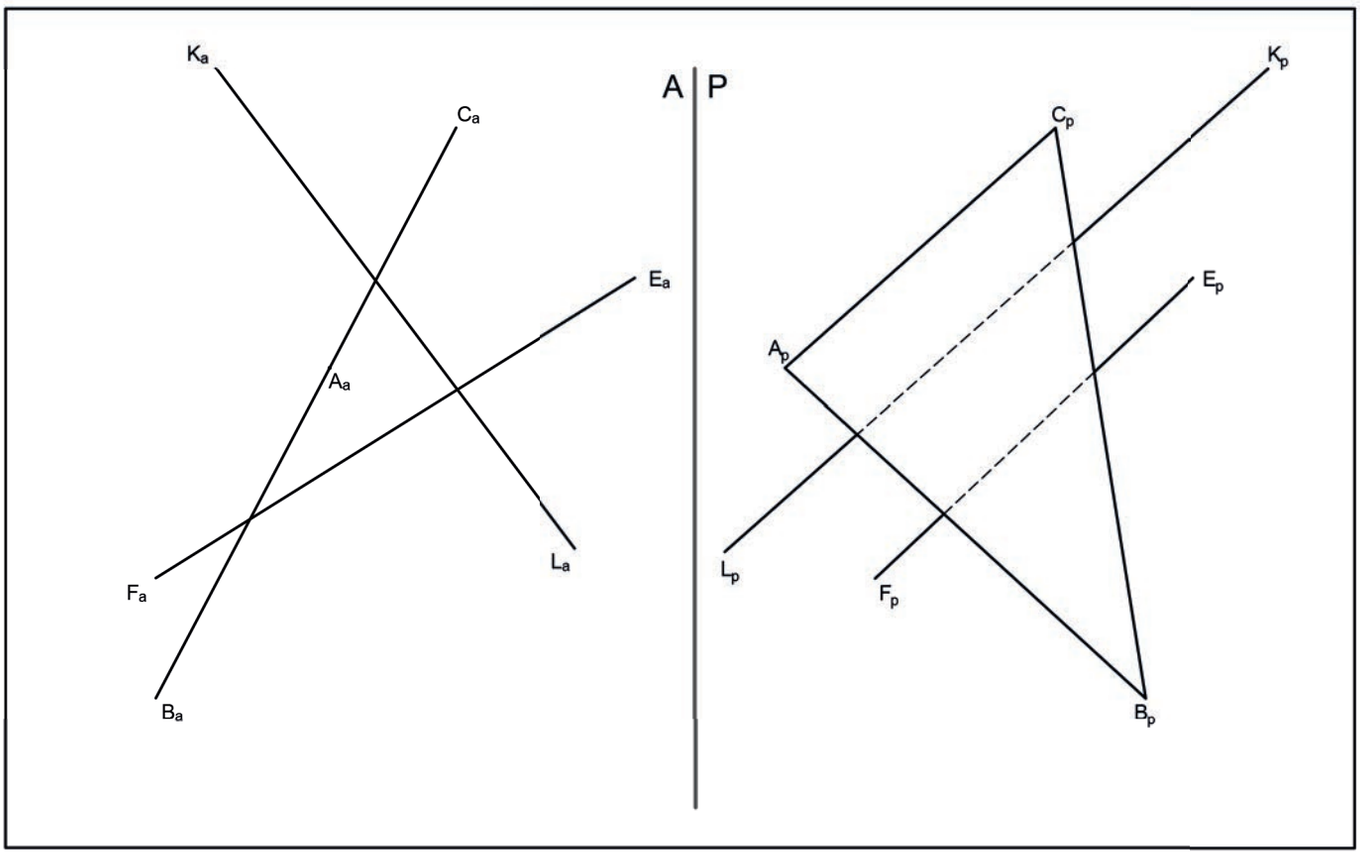
SIRA SİZDE

4.1c

Özel konumlu düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını bularak doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.

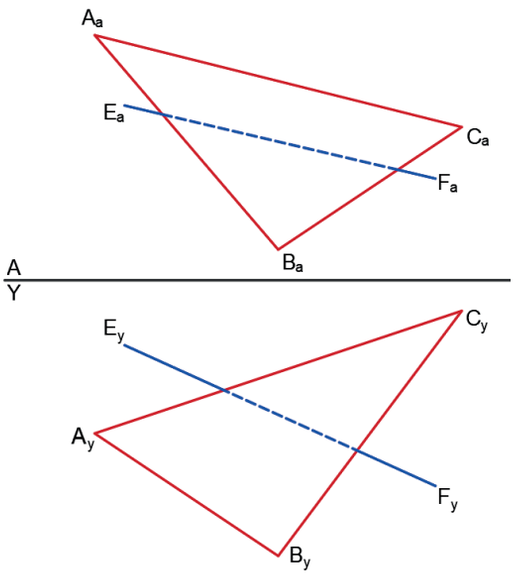






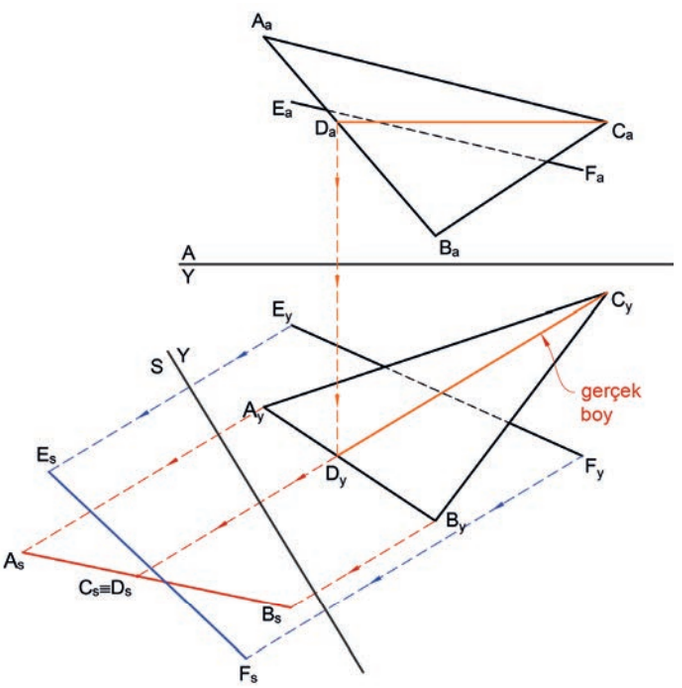
4.2. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA

Düzlemin herhangi bir temel izdüşüm düzleminde çizgi görüntüsü, doğrunun da nokta görüntüsü yoksa doğru ile düzlem gelişigüzel konumlu demektir. Delme noktasını bulabilmek için düzlemin çizgi görüntüsüne ulaşılması gerekir. Düzlemin çizgi görüntüsünü elde etmek için kullanılan metotlardan biri de yardımcı izdüşüm metodudur.

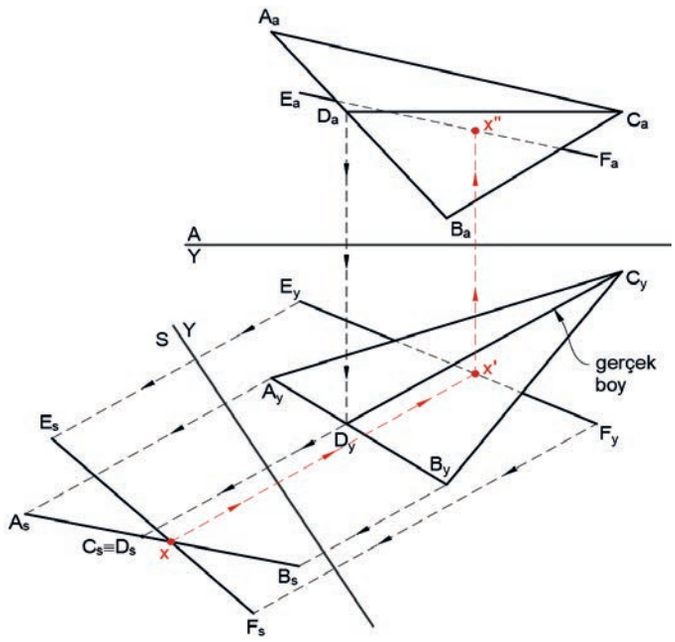


EF doğrusunun ABC düzlemi ile kesişmesi sonucu oluşacak delme noktasının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

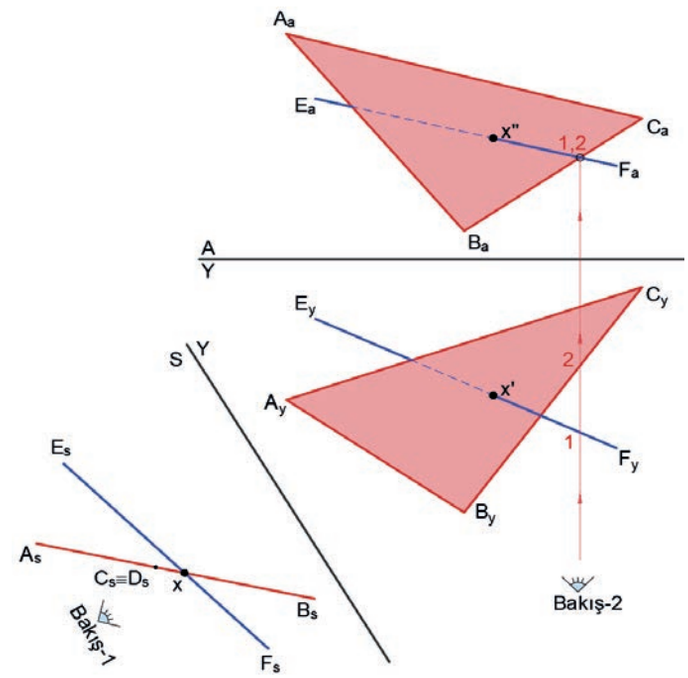
- Çizgi görüntüsü elde edebilmek için kullanılacak yardımcı düzlemin hangi temel izdüşüm düzlemi üzerinde olacağının bir önemi yoktur. Çalışma alanının uygunluğuna göre tercih yapılır.
- Yataya dik konumlu yardımcı izdüşüm düzlemi (**S**) üzerinde **ABC** düzlemine ait çizgi görüntüsünü elde edebilmek için **ABC** düzleminin yatayda gerçek boy görüntüsü veren özel doğrusuna ihtiyaç vardır. Bu özel doğruyu elde edebilmek için alın izdüşüm düzleminde **A/Y** arakesitine paralel olacak şekilde D_aC_a doğrusu çizilir.
- **DC** doğrusunun yataydaki izdüşümü gerçek boydadır.
- D_yC_y doğrusuna dik olan **S** yardımcı izdüşüm düzlemi uygun şekilde konumlandırılır.
  - **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **ABC** düzlemi ile **EF** doğrusunun izdüşümleri çizilir.
  - Bu izdüşümler için **ABC** düzlemi ve **EF** doğrusunun kot değerleri kullanılır.



- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde elde edilen izdüşümün kesişim noktası (**x**), **EF** doğrusunun **ABC** düzlemini deldiği noktadır.
- Yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki **x** delme noktasından **S/Y** arakesitine dik inilip çıkılarak oluşturulan çizgi **EF** doğrusu ile kesiştirilir. Bu kesişim noktası **x'** olarak adlandırılır. Bulunan bu nokta, delme noktasının yataydaki izdüşümüdür.
- Yataydaki **x'** üzeri noktasından **A/Y** arakesitine dik inilip çıkılarak oluşturulan çizgi alındaki **EF** doğrusu ile kesiştirilir. Bu kesişim noktası **x"** olarak adlandırılır. Bulunan bu nokta, delme noktasının alındaki izdüşümüdür.



- Delme noktaları bulunduktan sonra görünürlük ilkeleri uygulanarak doğrunun görünürlüğü araştırılır.
- Düzlemin çizgi görüntüsünde olduğu **S** yardımcı izdüşüm düzleminden yatay izdüşüm düzlemine **Bakış-1** doğrultusunda bakılır.
- Doğrunun görünürlüğü araştırıldığı için doğruya ait noktanın incelenmesi gerekir. F_s ile **x** noktaları arasının görünür olduğu tespit edilir. **EF** doğrusu, yatay izdüşümde F_y'den başlanarak **x'** noktasına kadar görünür olarak çizilir.
- **EF** doğrusunun yataydaki görünürlüğü bu duruma göre şekillendirilir.

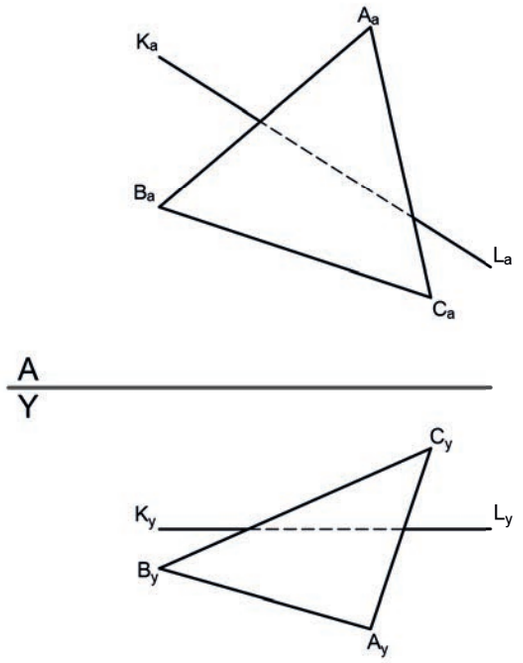


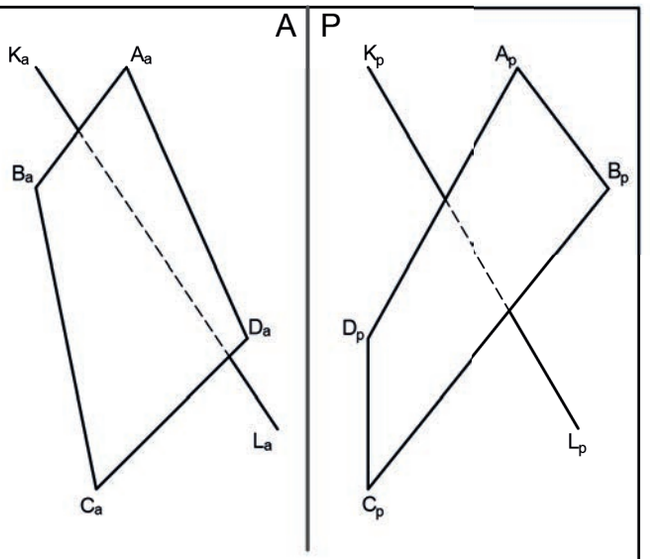
- Alındaki görünürlüğü tespit edebilmek için alın izdüşümde **1,2** kesişim noktası işaretlenir ve bu noktaya **Bakış-2** doğrultusunda bakılır.
- Bu bakış doğrultusuna göre F_y ile **x'** noktaları arasının görünür olduğu tespit edilir ve **EF** doğrusu, alında F_a noktasından **x"** noktasına kadar görünür olarak çizilir.
- **EF** doğrusunun alındaki görünürlüğü bu duruma göre şekillendirilir.

SIRA SİZDE

4.2a

Düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak bulup doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.

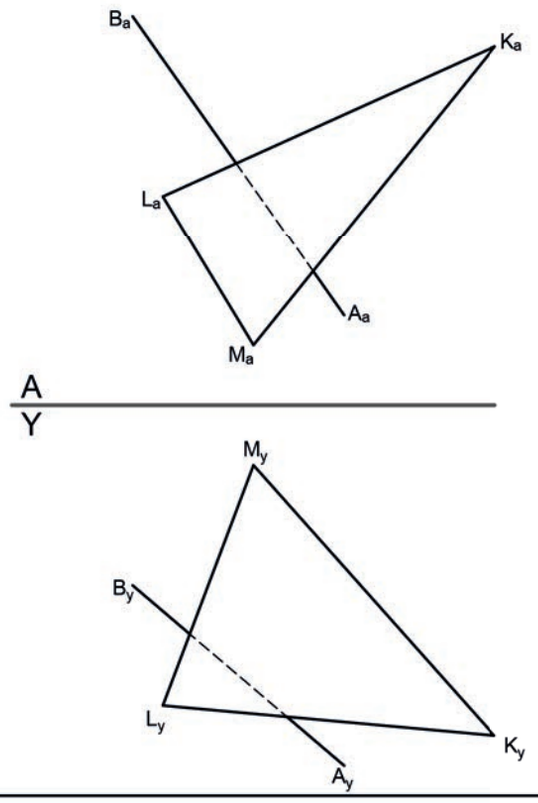


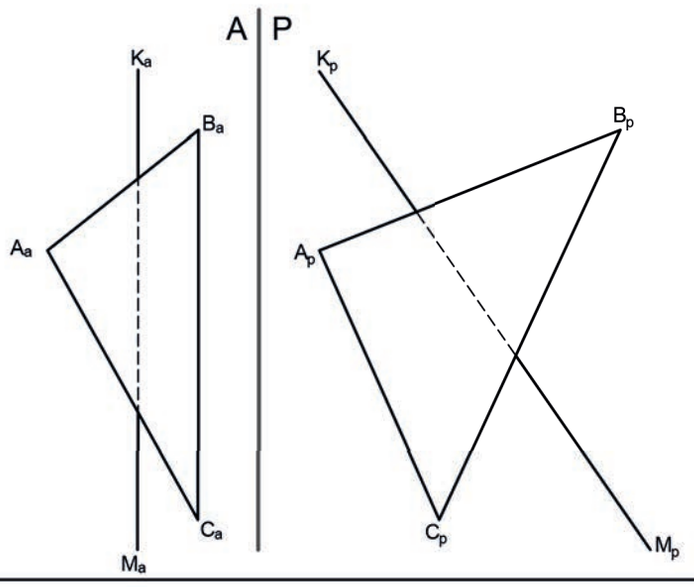


SIRA SİZDE

4.2b

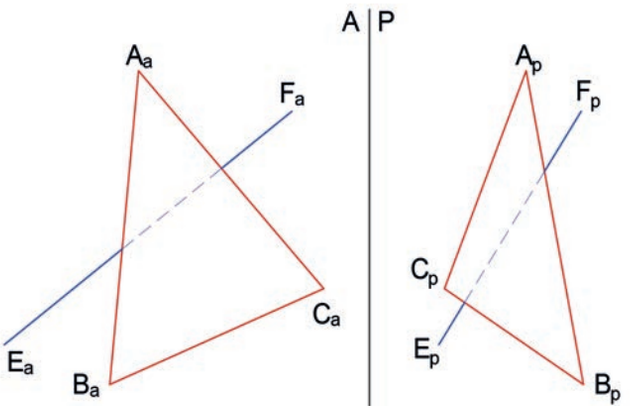
Düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak bulup doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.





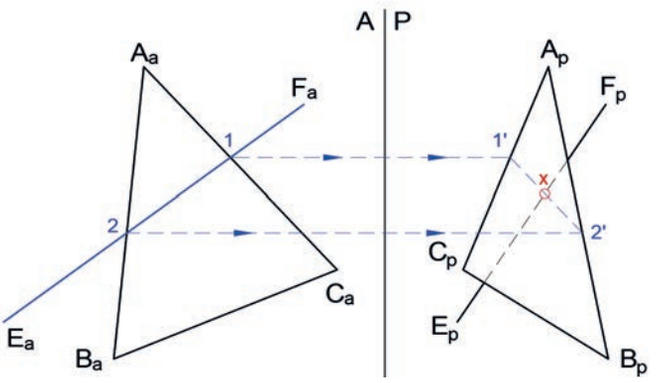
4.3. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN DÜZLEMİ DELME NOKTASINI BULMA

Şekildeki **EF** doğrusu, **ABC** düzlemini bir noktada delmektedir. **EF** doğrusunun düzlemi deldiği noktayı bulabilmek için kullanılacak yöntemlerden biri de düzlem geçirme metodudur.



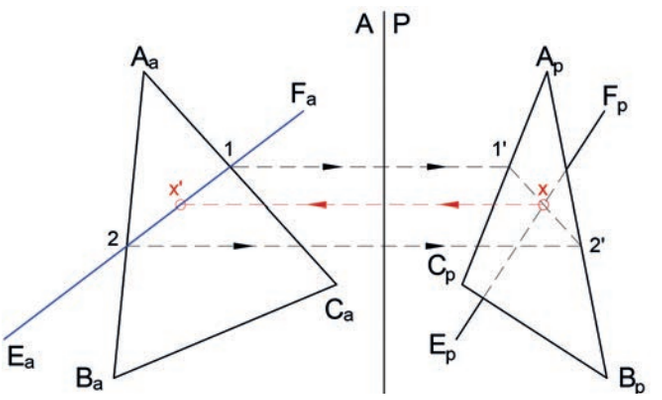
Düzlem geçirme metodunda düzlemi delen ya da delme ihtimalî olan doğru da bir düzlem olarak kabul edilir. **Bu kabule göre delme noktasının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

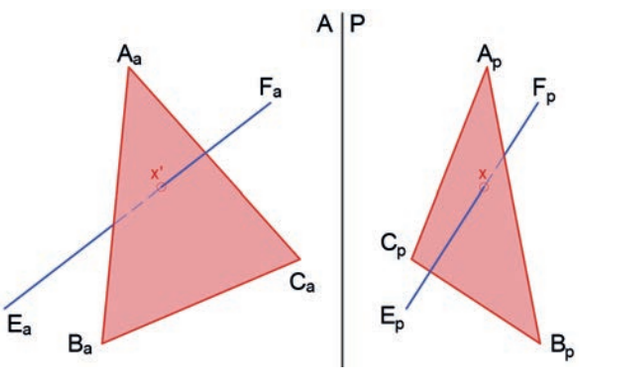
- Bu örnekte **EF** doğrusu, alına dik duran bir düzlem olarak kabul edilmiştir. Dik konumlu olduğu için çizgi görüntüsündedir. İşlemin hangi temel izdüşüm düzleminden başlatılacağı sonucu değiştirmeyecektir.
- Alın izdüşüm düzleminde **EF** doğrusunun **ABC** düzlemini kestiği noktalar **1** ve **2** No. lu noktalar olarak adlandırılır.
- **ABC** düzleminin **AC** kenarı üzerinde olan **1** No.lu nokta, **A/P** arakesitine dik inilip çıkılarak diğer izdüşümdeki **AC** kenarının üzerine taşınır ve **1'** noktası olarak adlandırılır.



Not: Aynı işlem **2** No.lu nokta için de gerçekleştirilir. Burada dikkat edilecek en önemli husus, kesişim noktalarının diğer izdüşüm üzerinde aynı kenarın üzerine taşınması gerektiğidir.

- **1'** ve **2'** noktalarının birleştirilmesiyle elde edilen **EF** doğrusu üzerindeki kesişim noktası bu düzlem üzerindeki delme noktasıdır ve **x** olarak adlandırılır.
- Delme noktası (**x**), diğer izdüşüm düzlemi üzerine taşınarak **EF** doğrusu ile kesiştirilir. Bu kesişim noktası, alın izdüşüm düzlemi üzerindeki delme noktasıdır ve **x'** olarak adlandırılır.
- Delme noktası bulunduktan sonra **EF** doğrusunun görünürlüğü tespit edilir.
- **EF** doğrusu ile **ABC** düzleminin kesişim noktalarına sırasıyla bakılarak görünürlük ilkelerine göre **EF** doğrusu çizilir.

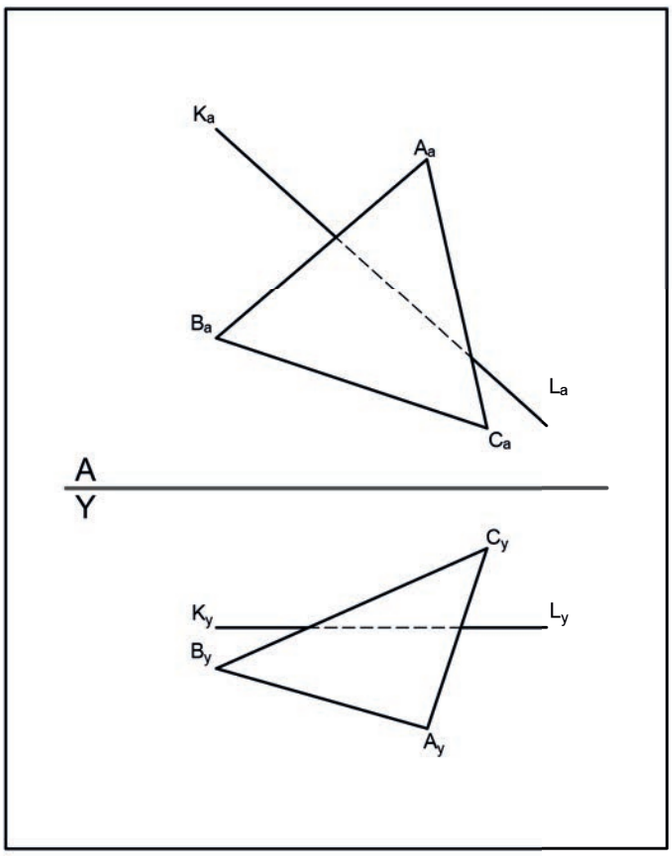


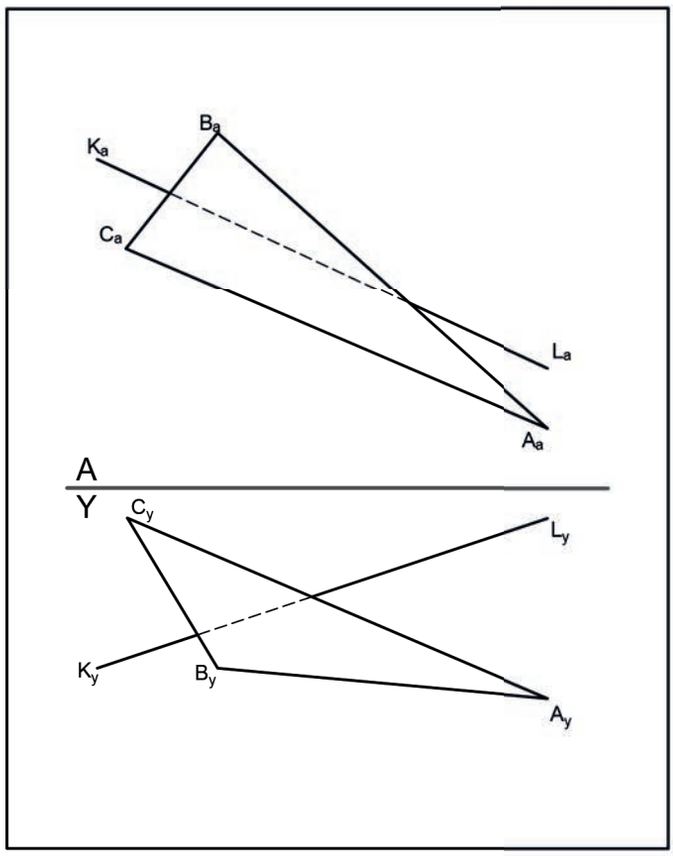


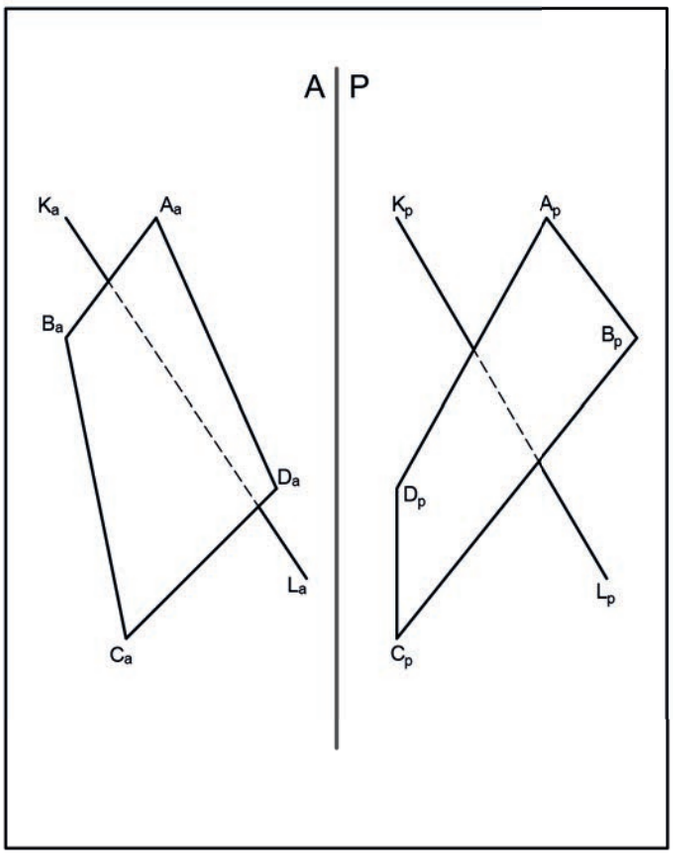
SIRA SİZDE

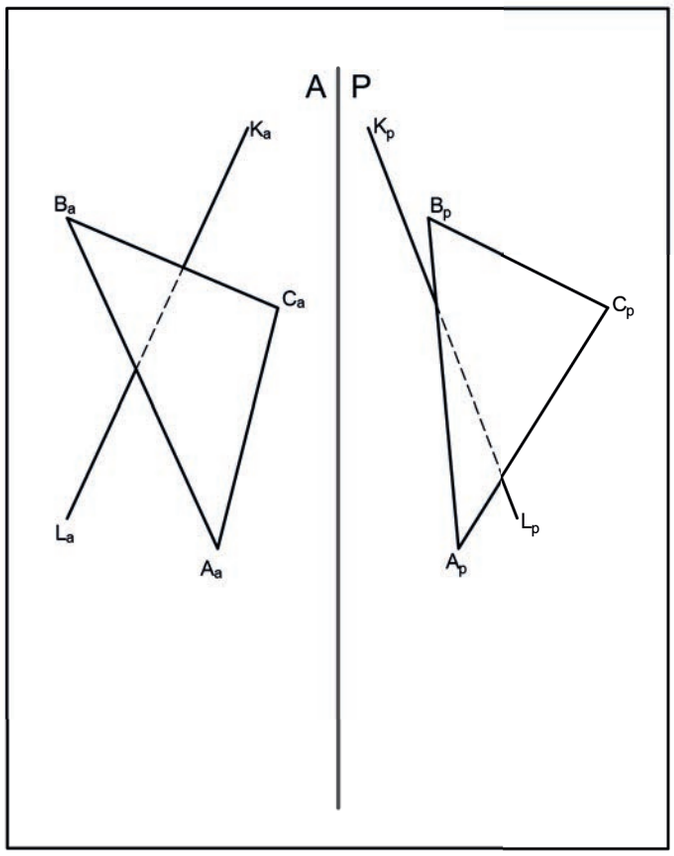
4.3

Düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını **düzlem geçirme metodunu** kullanarak bulup doğrunun görünürlüğünü belirleyiniz.





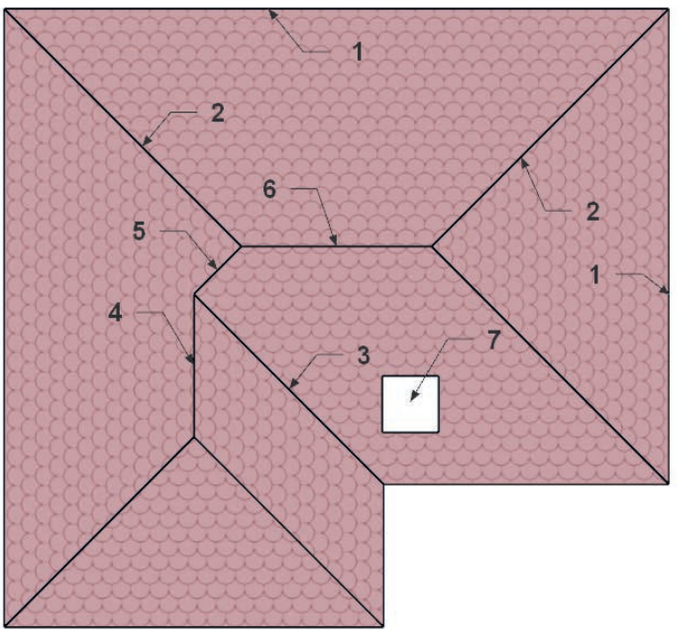




4.4. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA

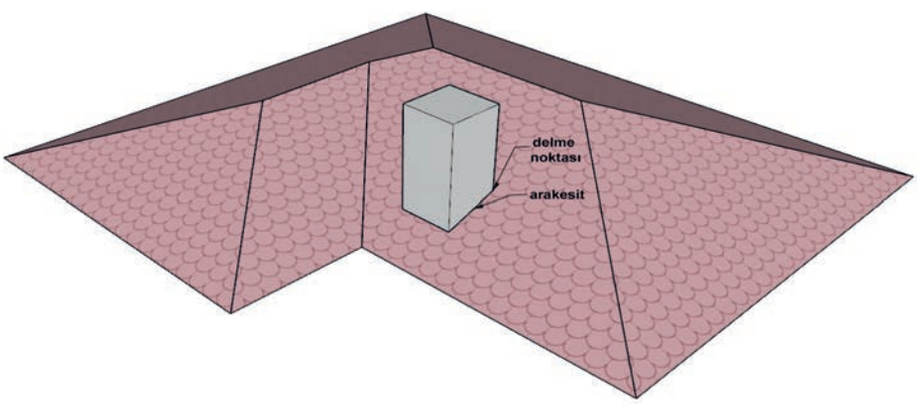
Bir çatıya üstten bakılarak çatının yatay izdüşümü (plan ya da üst görünüş) çizildiğinde düzlemlerin kesişmesi sonucu oluşan arakesit çizgileri ve diğer yapı elemanları görünür (Şekil 4.3). Bu arakesit çizgileri ile yapı elemanları şu şekilde isimlendirilir:

1. Damlalık / oluk / saçak sınırı
2. Eğik mahya
3. Dere mahya
4. Düz mahya
5. Düşük mahya
6. Tepe mahya
7. Baca



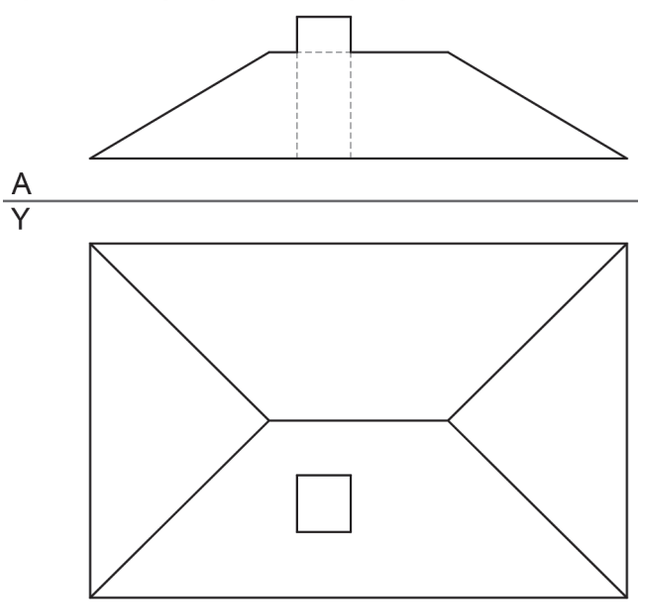
Şekil 4.3: Karışık kırma çatı planı ve elemanları

Aynı çatı, perspektif olarak incelendiğinde bacanın çatı yüzeyinden çıkarak yükseldiği görülmektedir. Bacanın çatı yüzeyine temas ettiği noktalar **delme noktası**, bu delme noktalarının birleşimi sonucu oluşan çizgi de **arakesit** olarak adlandırılır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Üç boyutlu kırma çatı görünümü

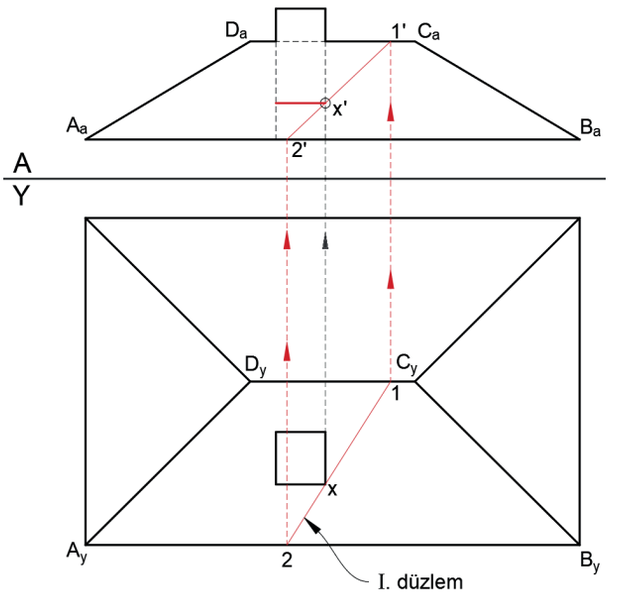
Şekilde en basit hâliyle bir kırma çatı yer almaktadır. İzdüşüm incelendiğinde çatıya ait yatay ve alın izdüşümlerin verildiği görülmektedir. Yatay izdüşüm **plan** ya da **üst görünüş** olarak, alın izdüşüm ise **ön görünüş** olarak adlandırılır.



Not: Çatı ve bacaya ait birçok nokta olduğu için anlatım sırasında sadece kullanılacak noktalar isimlendirilecektir.

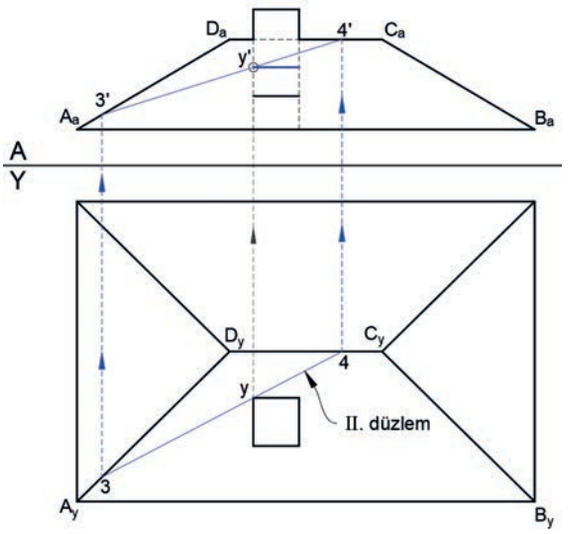
Bacanın çatıyı deldiği noktaların bulunabilmesi için düzlem geçirme metodu kullanılır. **Bunun için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

- **I. düzlem**, bacanın **x** köşesinden geçecek şekilde, yatay izdüşüm düzlemine dik olarak herhangi bir doğrultuda çizilir.
- **I. düzlem**in çatıya ait kenarlarla kesiştiği noktalar **1** ve **2** olarak işaretlenir.
- **1** ve **2** No.lu noktalar, alın izdüşüm düzlemine taşınarak ait oldukları kenarlar ile kesiştirilir; **1'** ve **2'** olarak adlandırılır.
- Alın izdüşüm düzlemi üzerinde elde edilen **1'** ve **2'** noktaları birleştirilerek **1'2'** doğrusu elde edilir.
- Bu doğrunun bacanın **x** kenarına ait kenarı ile kesiştiği nokta **x'** olarak işaretlenir. Bulunan bu nokta, ilk delme noktasıdır.

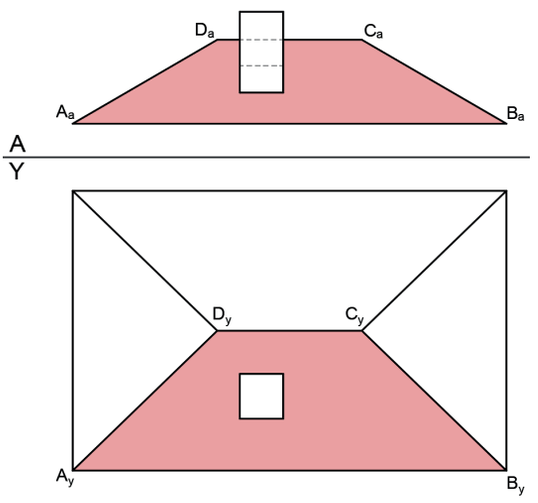


- Yatay izdüşüm düzleminde **AB** kenarına paralel olduğu görülen bacanın alt ve üst kenarı; alın izdüşüm düzleminde de bacanın genişliği kadar bir uzunlukta, **x'** noktasından başlanarak A_aB_a kenarına paralel olacak şekilde çizilir.
- Böylece bacaya ait arakesit çizgilerinden ilki ve delme noktası tespit edilmiş olur.

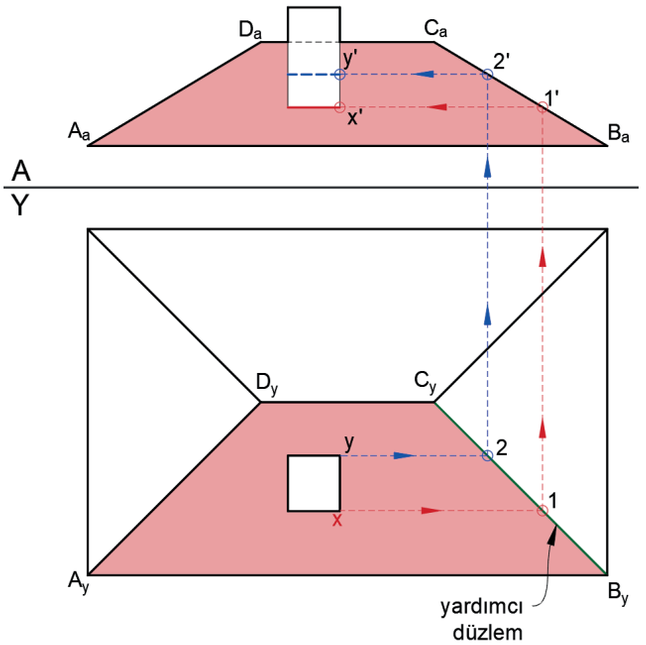
- Bacanın arkasında kalan delme noktası ve arakesit çizgisini bulabilmek için yatay izdüşüm düzleminde **y** ile işaretlenen köşe noktasından geçen **II. düzlem** çizilir.
- **II. düzlem**, bacanın **y** köşesinden geçecek şekilde, yatay izdüşüm düzlemine dik olarak herhangi bir doğrultuda çizilir.
- **I. düzlem** için yapılan işlemlerin aynısı **II. düzlem** için de yapılır. Bu işlemler sonucu bacanın arka tarafındaki arakesit çizgisi bulunmuş olur.



- Bakış doğrultusundaki izdüşüm incelenerek bacanın kenar çizgileri görünürlük ilkelerine göre çizilir.
- Alın izdüşümünde arkada kalan görünmeyen çizgiler kesik çizgi ile ifade edilerek izdüşüm tamamlanır.



İki düzlem kullanılarak elde edilen delme noktaları ve arakesit çizgisi herhangi bir ilave düzleme ihtiyaç duyulmadan, çatı üzerindeki eğik mahyalardan biri kullanılarak da elde edilebilir.

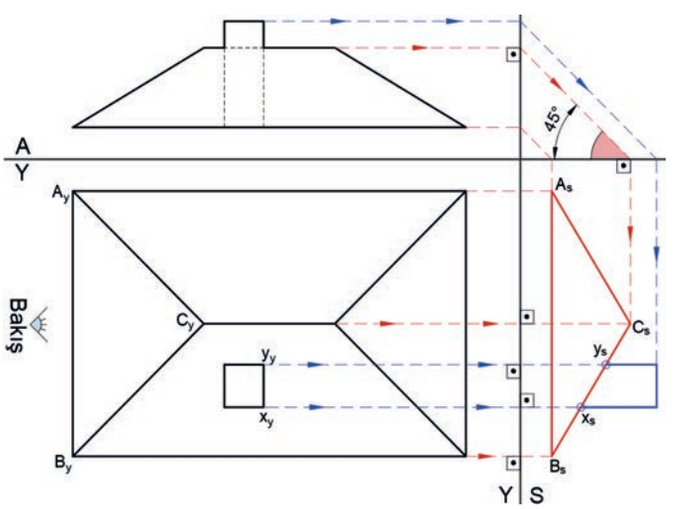


Bunun için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Bacanın iki kenarına ait köşe noktaları **x** ve **y** olarak işaretlenir.
- **x** köşe noktası, yardımcı düzlem olarak seçilen **BC** kenarına **A/Y** arakesit çizgisine paralel olacak şekilde taşınır ve **1** No.lu nokta olarak işaretlenir.
- **1** No.lu nokta, **A/Y** arakesit çizgisine dik inilip çıkılarak alındaki **BC** doğrusunun üzerine taşınır.
- Kesişim noktası **1'** olarak adlandırılır. **1'** noktası, **A/Y** arakesit çizgisine paralel olarak bacanın olduğu yere taşınır ve **x'** delme noktası ile bu noktaya ait arakesit çizgisi tespit edilir.
- Aynı işlemler yatay izdüşüm düzlemi üzerinde işaretlenen **y** noktası için de yapılır.
- Görünürlük ilkeleri göz önünde bulundurularak görünen çizgiler düz, arkada kalıp görünmeyen çizgiler ise kesik çizgi olarak çizilir.

4.5. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE ÇATILARDA DELME NOKTASINI BULMA

Çatıda baca delme noktası bulmanın bir başka yolu da yardımcı izdüşüm metodudur. Yardımcı izdüşüm düzlemi, temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi birine dik olarak yerleştirilir ve çatının yardımcı izdüşümü (görünüşü) elde edilerek delme noktalarına ulaşılır.

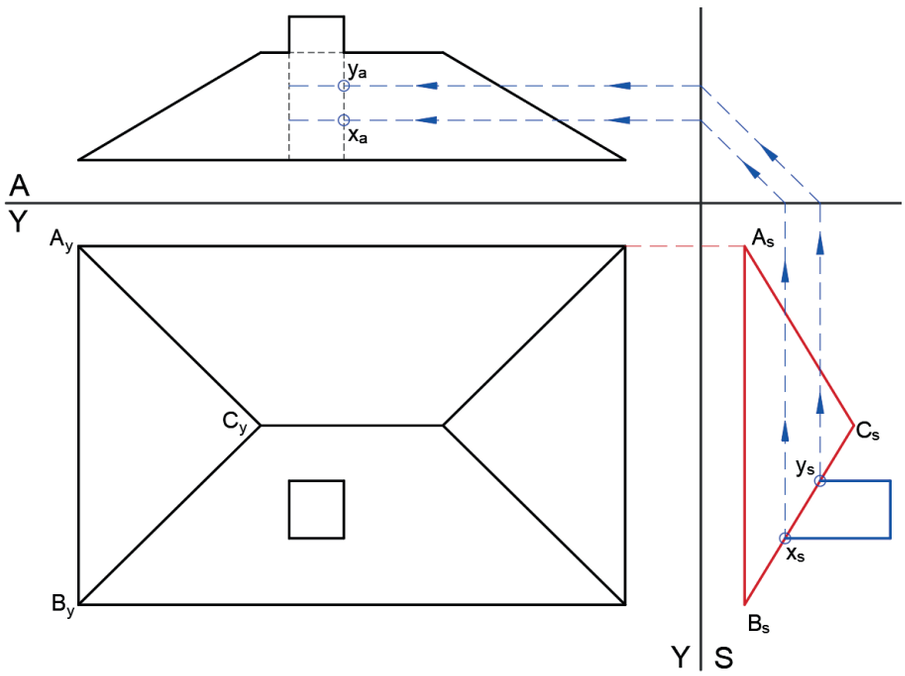


Bu örnekte yardımcı izdüşüm düzlemi, yatay izdüşüm düzlemine ve **A/Y** arakesit çizgisine paralel olan kenarlara dik olacak şekilde konumlandırılmıştır.

Yardımcı izdüşüm metodu ile delme noktalarının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

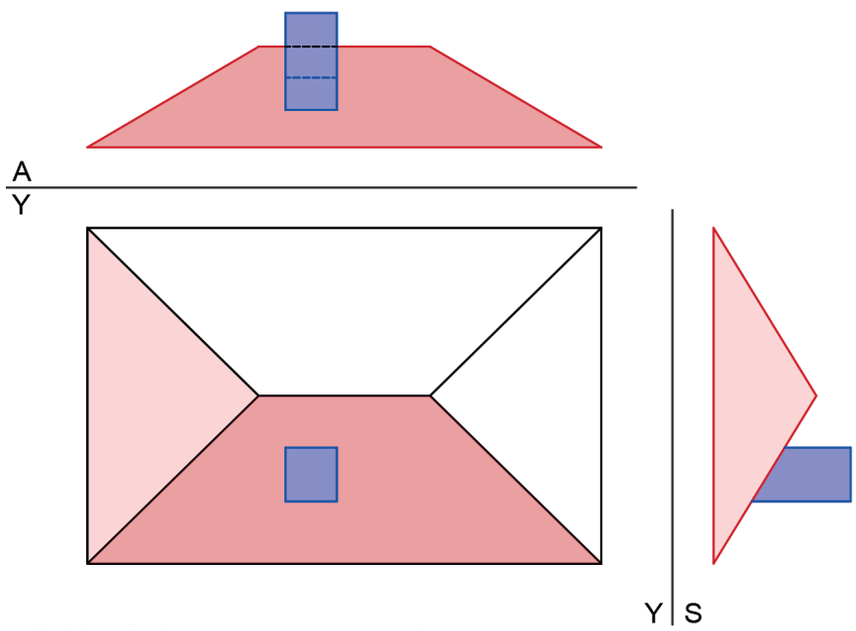
- **Bakış** yönü doğrultusuna göre görünüşe giren noktalardan **Y/S** arakesitine dikler inilip çıkılır.
- Yardımcı izdüşümde kullanılacak olan yükseklikler alın izdüşümünden taşınır. Yükseklikleri taşımak için arakesit çizgileri uzatılarak kesiştirilir. Çatı görünüşüne ait yükseklikler diğer izdüşüm düzlemine **45°**lik açı ile aktarılır.

- Çatıya ait görünüş, ilgili noktalar birleştirilerek **S** izdüşüm düzlemi üzerinde oluşturulmuş olur. Bacanın çatıyı deldiği noktalar yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde $\mathbf{x_s}$ ve $\mathbf{y_s}$ olarak işaretlenir.
- **S** izdüşüm düzlemi üzerinde tespit edilen $\mathbf{x_s}$ ve $\mathbf{y_s}$ delme noktaları arakesit çizgileri üzerinden alın izdüşüm düzlemine taşınarak $\mathbf{x_a}$ ve $\mathbf{y_a}$ noktaları elde edilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Yardımcı izdüşüm metodu ile çatıda baca delme noktalarının bulunması

- Bu noktalar **A/Y** arakesitine paralel olacak şekilde bacanın diğer kenarına kadar çizilir. Bu çizgi, bacanın çatıyı deldiği yerdeki arakesit çizgisidir.
- Görünürlük ilkeleri göz önünde bulundurularak, görünen çizgiler düz, arkada kalıp görünmeyen çizgiler ise kesik çizgi olarak çizilir (Şekil 4.6).

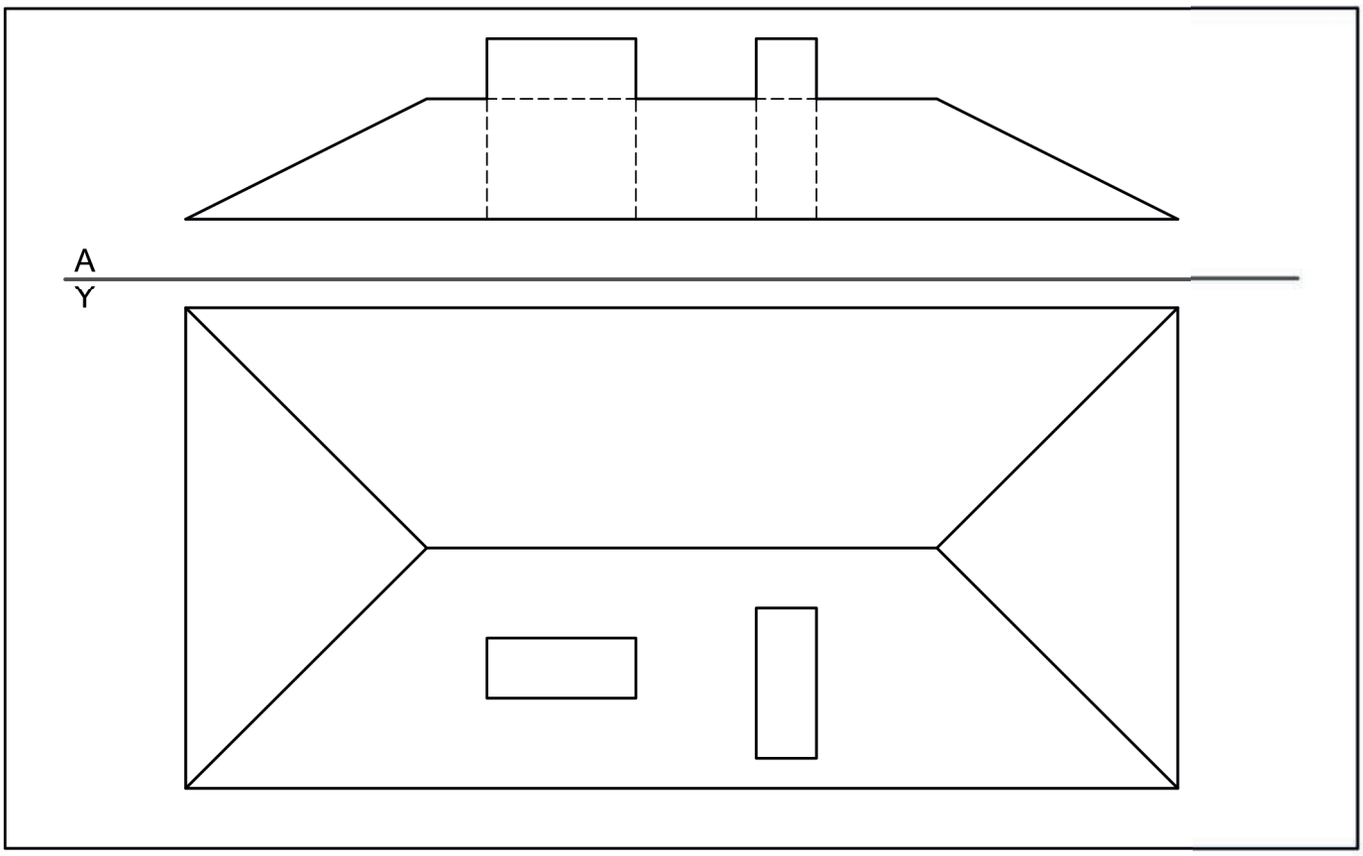


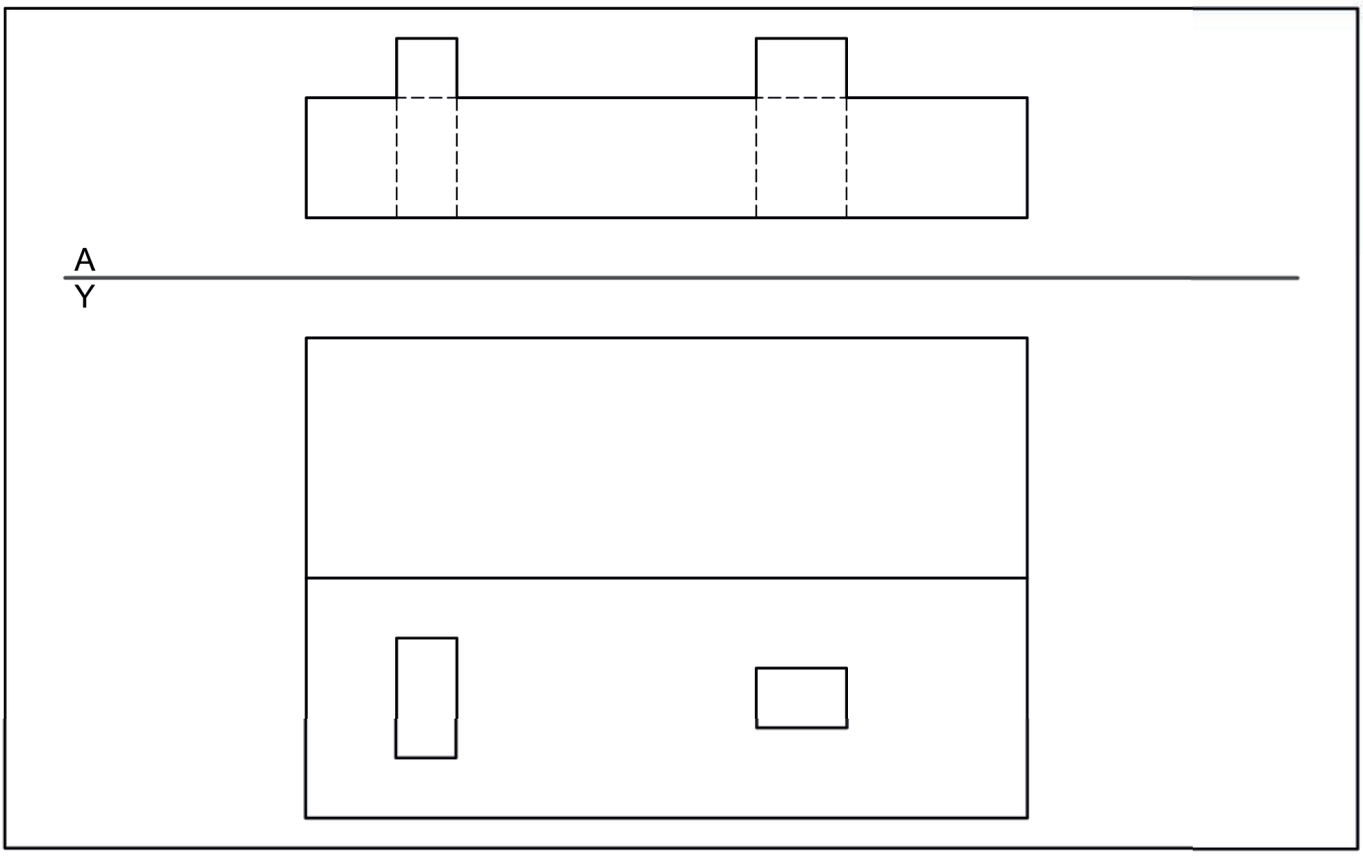
Şekil 4.6: Çatıda baca görünürlüğünün belirlenmesi

SIRA SİZDE

4.4a

Düzlem geçirme metodunu kullanarak bacaların çatıyı delme noktalarını bulup, görünürlüğünü tespit ederek çiziniz.

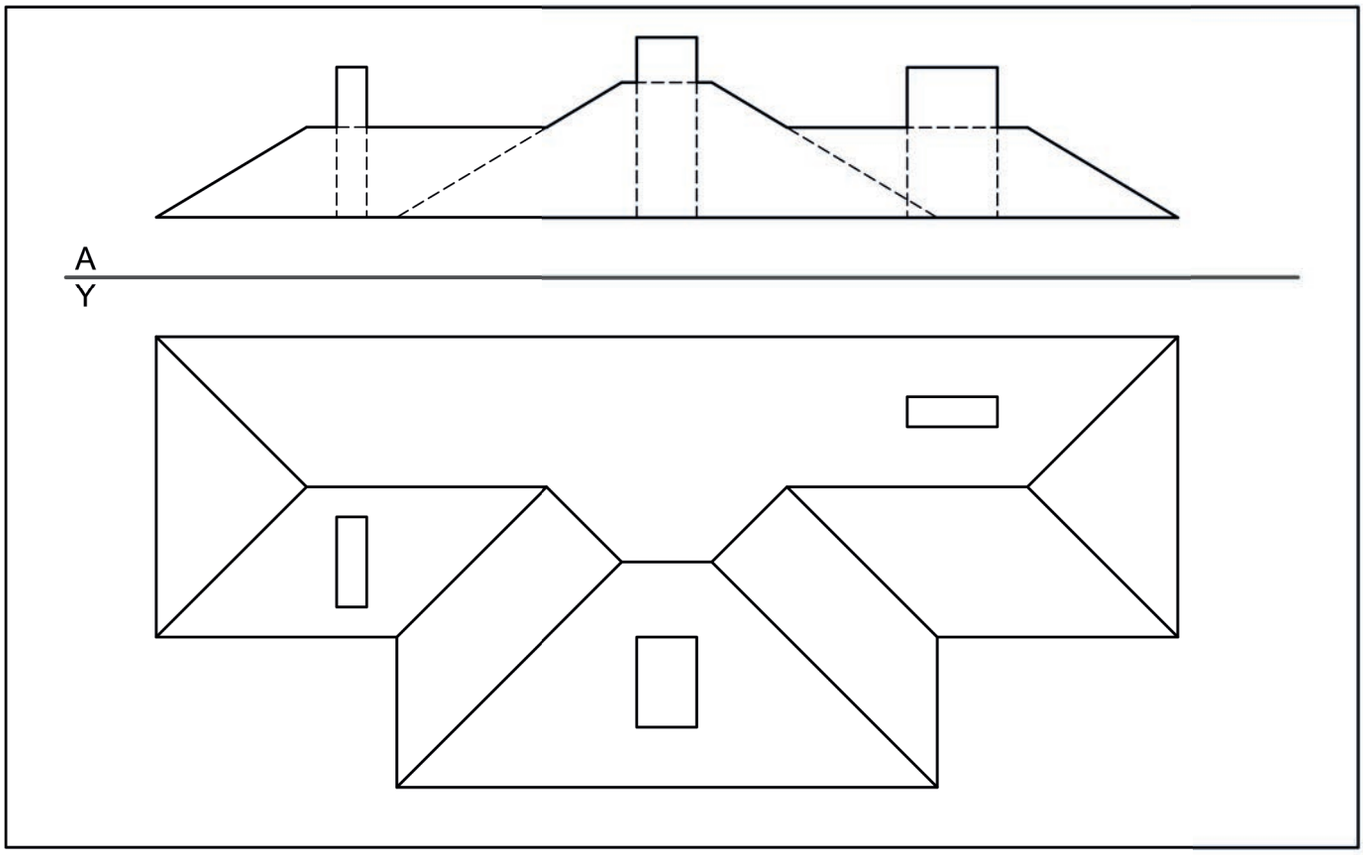


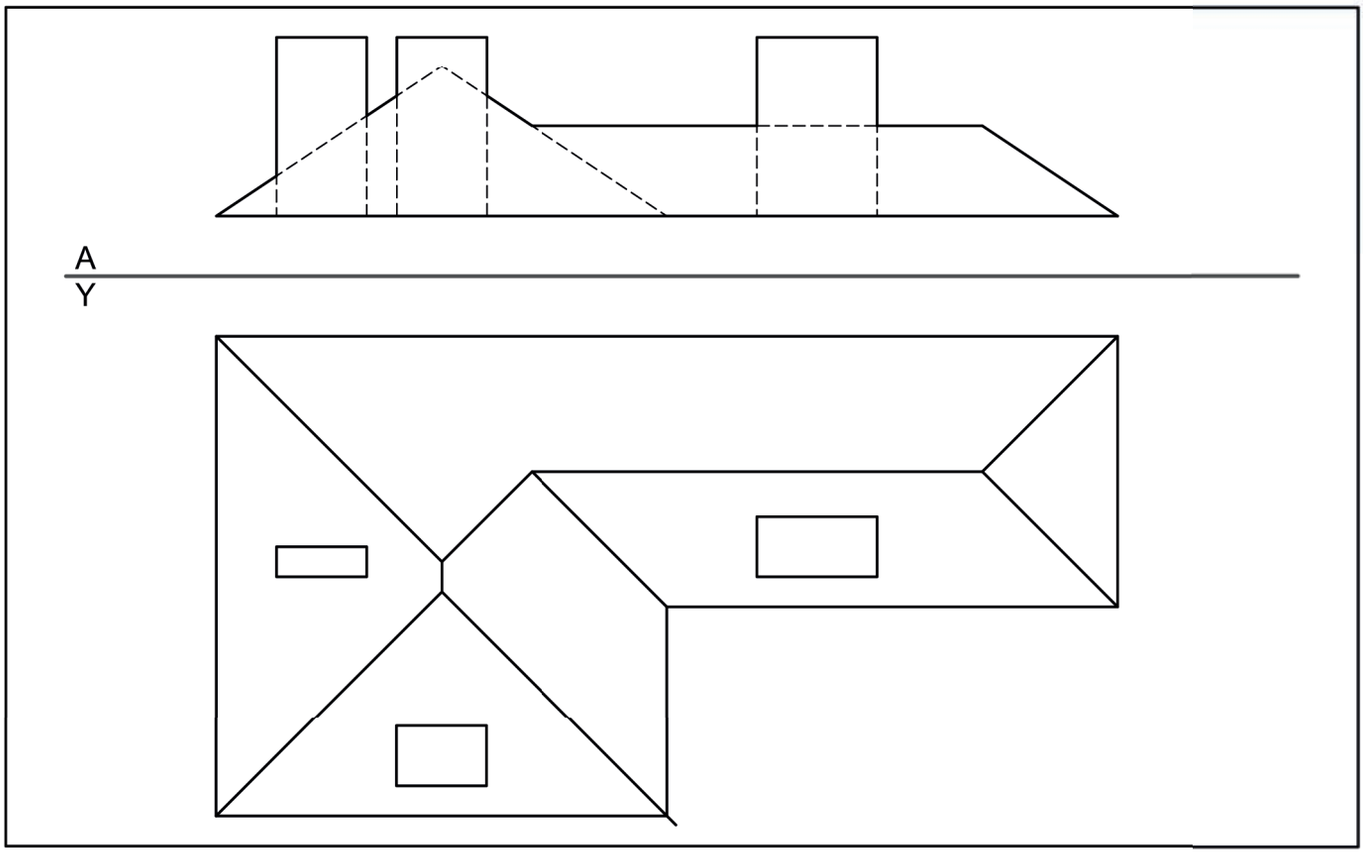


SIRA SİZDE

4.4b

Düzlem geçirme metodunu kullanarak bacaların çatıyı delme noktalarını bulup, görünürlüğünü tespit ederek çiziniz.

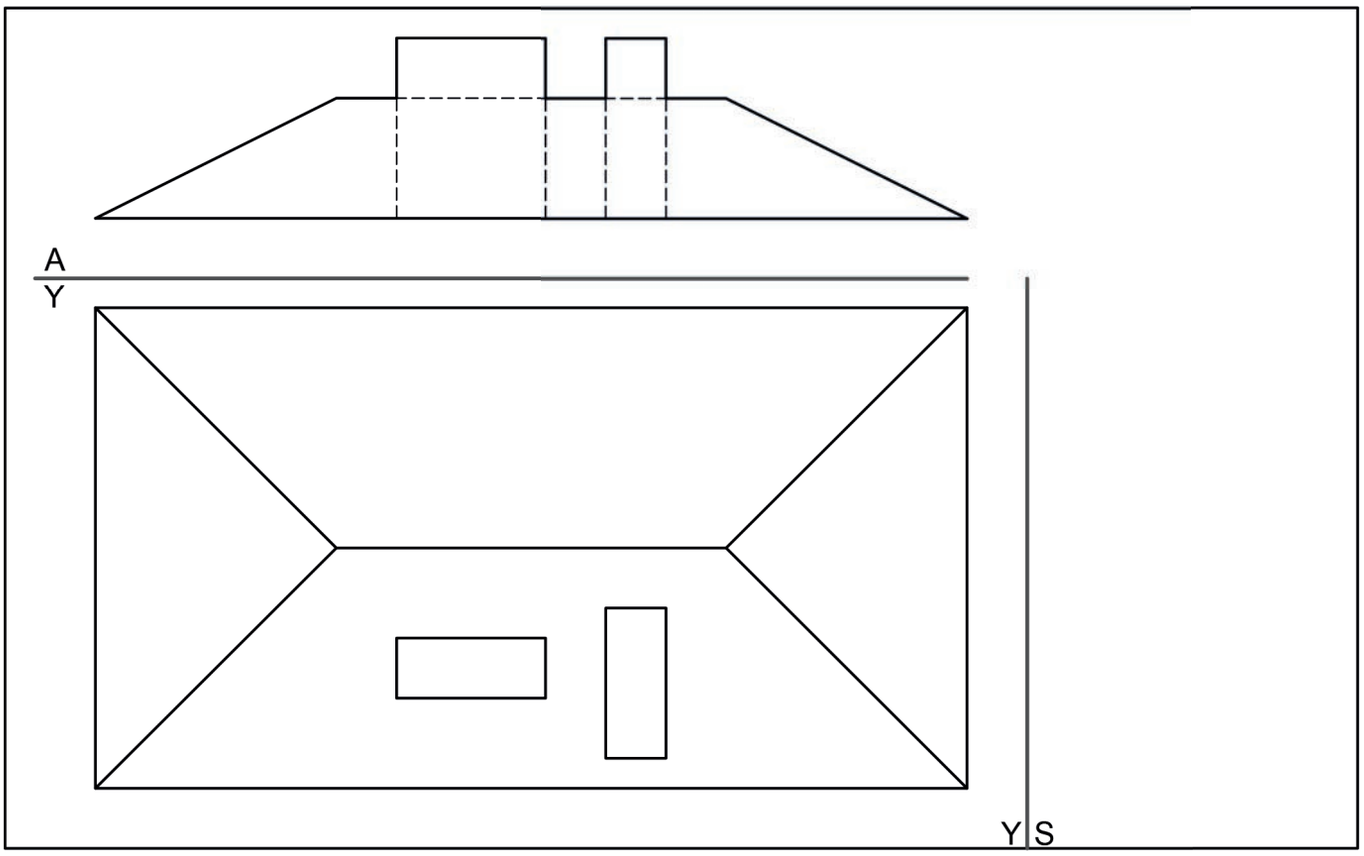


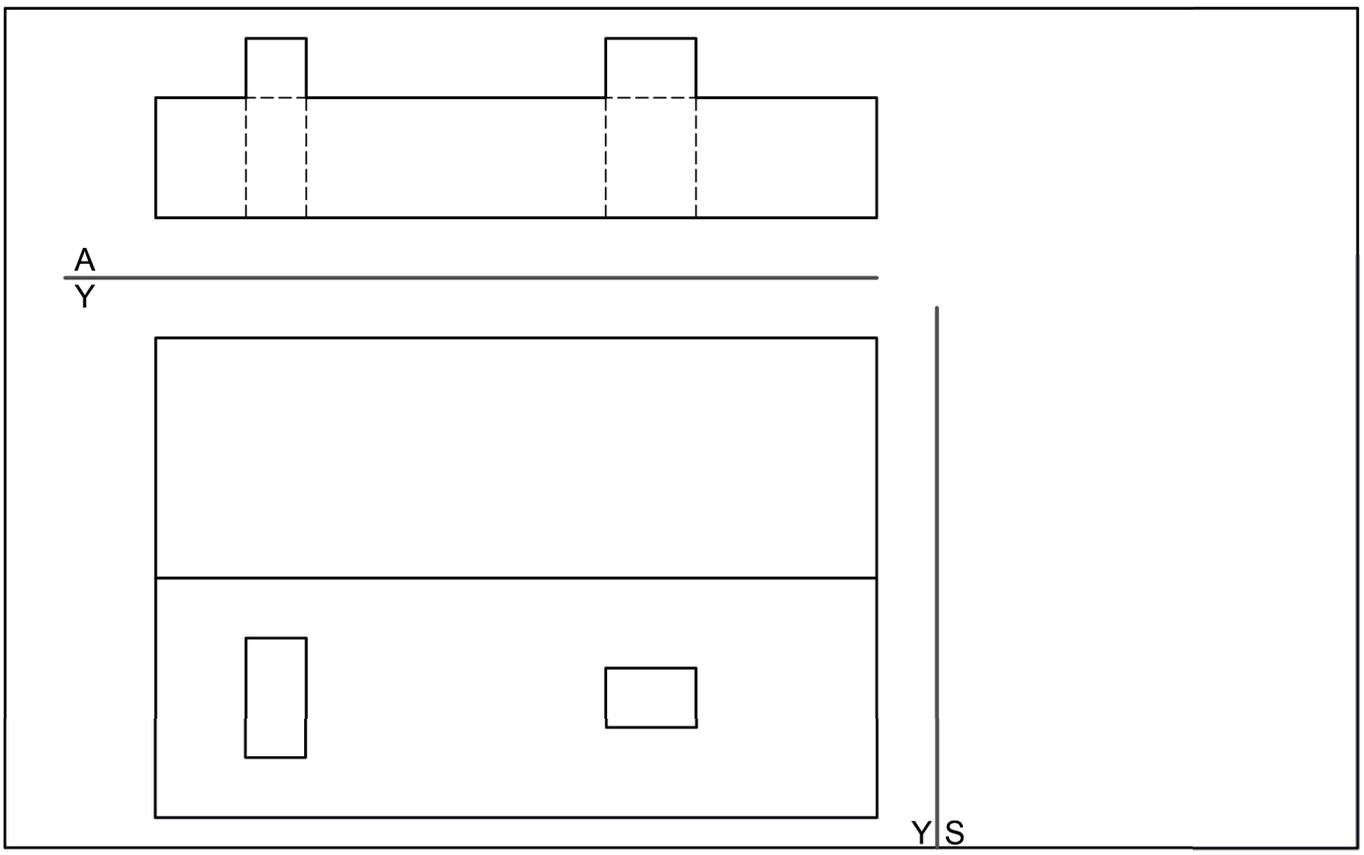


SIRA SİZDE

4.5a

Yadımcı izdüşüm metodunu kullanarak bacaların çatıyı delme noktalarını bulup, görünürlüğünü tespit ederek çiziniz.

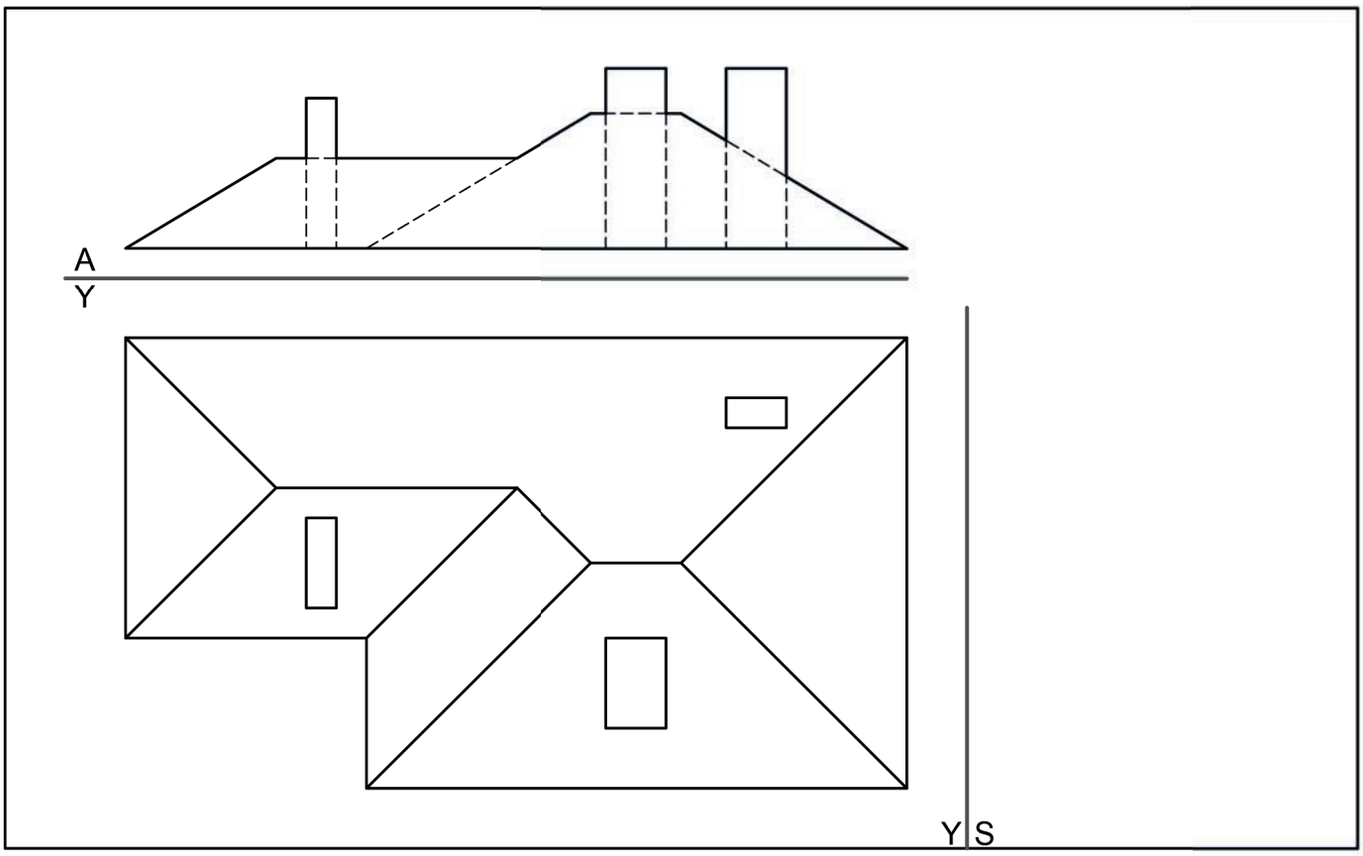


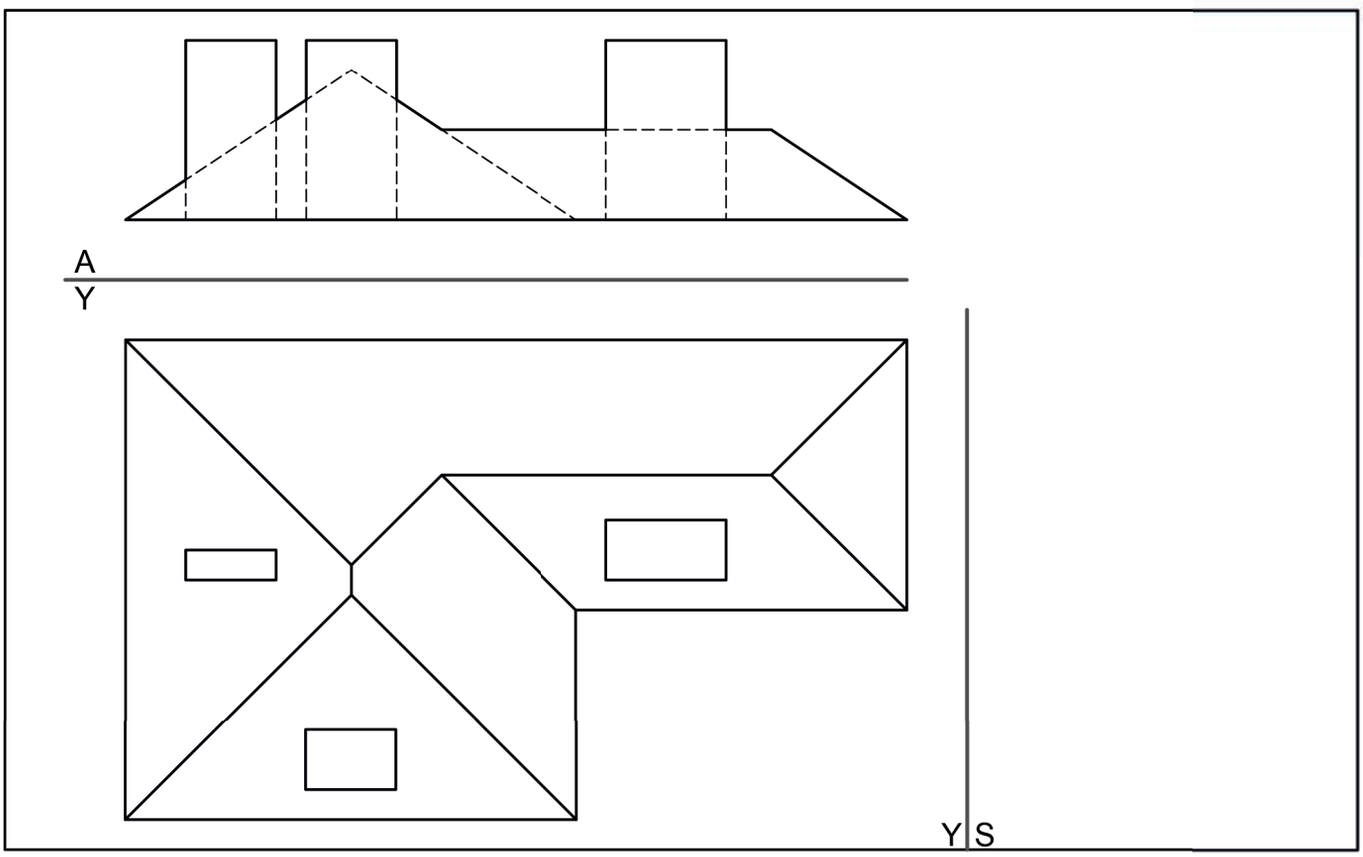


SIRA SİZDE

4.5b

Yadımcı izdüşüm metodunu kullanarak bacaların çatıyı delme noktalarını bulup, görünürlüğünü tespit ederek çiziniz.

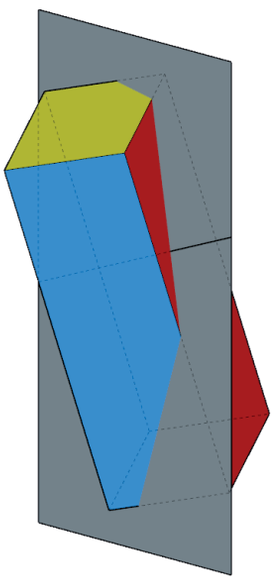




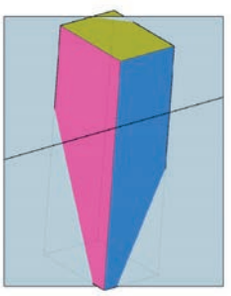
4.6. DÜZLEM GEÇİRME METODU İLE DOĞRUNUN CİSMİ DELME NOKTALARINI BULMA

Doğrunun cismi delme noktaları düzlem geçirme metodu kullanılarak bulunabilir. (Bu metot daha önce düzlem-düzlem kesişmeleri ile doğru-düzlem kesişmelerinde kullanıldı.)

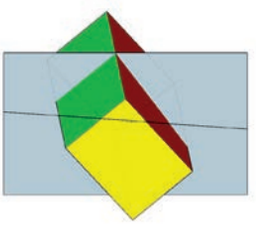
Düzlem geçirme metoduna göre doğruyu bünyesinde barındıran temel izdüşüm düzlemlerine dik konumlu olduğu varsayılan bir düzlem yardımı ile doğrunun cismin yanal yüzeyini deldiği noktalar tespit edilir (Şekil 4.7).



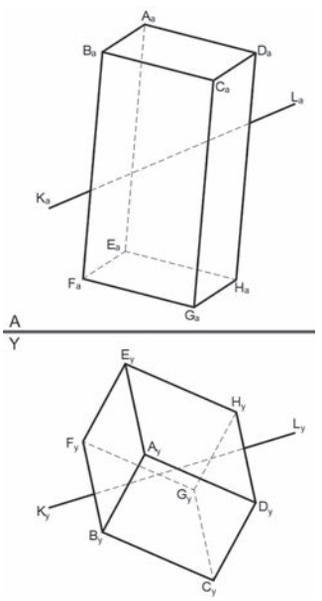
a) Perspektif görünümü



b) Ön görünümü



c) Üst görünümü

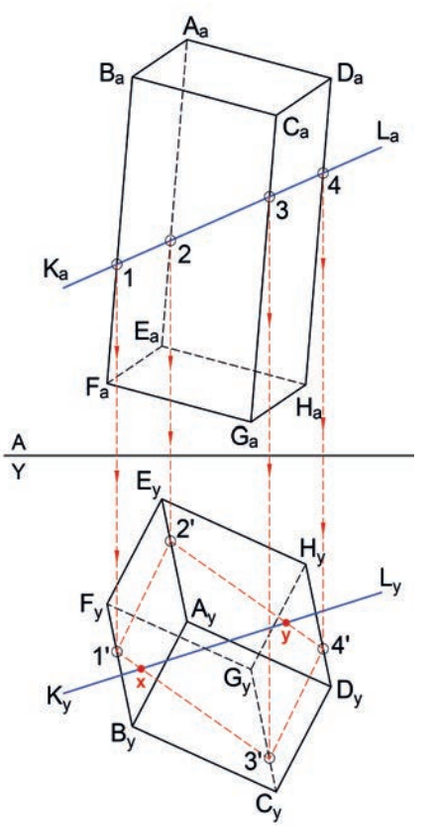


d) Epür görünümü

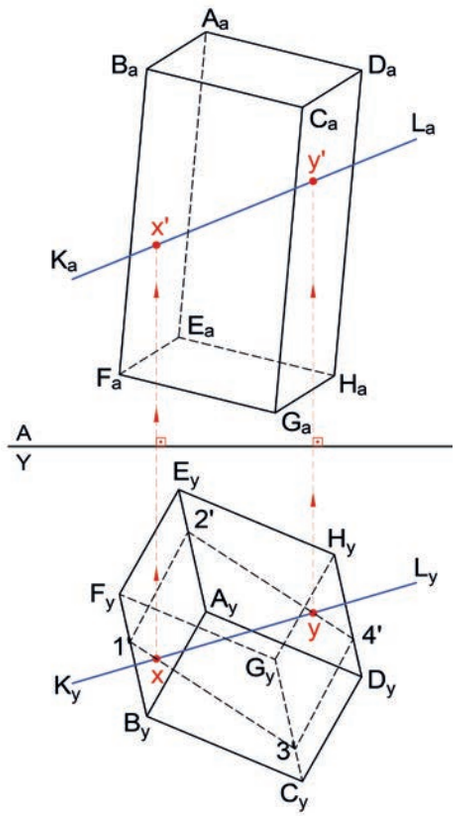
Şekil 4.7: Cisim-doğru kesişiminde kullanılan düzlem geçirme metoduna ait görünümler

Doğrunun cismi deldiği noktaların düzlem geçirme metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

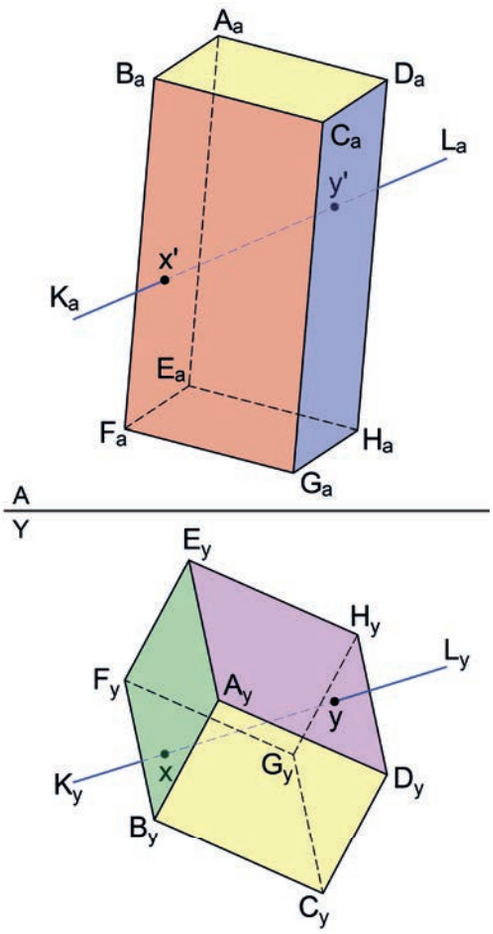
- Şekilde dikdörtgen tabanlı prizma ile **KL** doğrusunun kesiştiği görülmektedir.
- **KL** doğrusu, bulunduğu düzleme dik duran bir düzlem olarak düşünülmektedir.
- Doğrunun hangi temel izdüşüm düzlemine dik durduğunun problemin çözümü açısından bir önemi yoktur. Bu örnekte **alın** izdüşüm düzlemine dik durduğu düşünülmüş ve çözüme **alın**dan başlanmıştır.
- Alın izdüşüm düzleminde **KL** doğrusundan geçen düzlemin cismi kestiği noktalar **1**, **2**, **3** ve **4** olarak adlandırılır.
- Bu noktalar, yatay izdüşümde ait oldukları ayrıtlara taşınarak **1'**, **2'**, **3'** ve **4'** olarak adlandırılıp birleştirilir.
- **1'3'** doğrusunun **KL** doğrusunu kestiği nokta **x** olarak **2'4'** doğrusunun **KL** doğrusu ile kesiştiği nokta **y** olarak işaretlenir.



- Yatay izdüşüm düzlemi üzerinde tespit edilen **x** ve **y** delme noktaları, **A/Y** arakesit çizgisine dik inilip çıkılarak alın izdüşümdeki **KL** doğrusu üzerine taşınır ve işaretlenir.
- İşaretlenen bu noktalar **x'** ve **y'** olarak adlandırılır. Böylece delme noktaları alın ve yatay izdüşümlerde bulunmuş olur.
- Görünürlük ilkelerine göre delme noktaları incelenerek **KL** doğrusunun görünürlüğü tespit edilir.
- Yatay izdüşüm düzlemindeki **x** delme noktasının **1'3'** doğrusu üzerinde ve **1'3'** doğrusunun da cismin **BCFG** yüzeyinde olduğu tespit edilir.
- **BCFG** düzleminin ayrıtlarından (kenar çizgilerinden) **FG** ve **GC** ayrıtı yatay izdüşüm düzleminde kesik çizgi ile çizilmiş olduğu için **BCFG** düzleminin yatayda görünür olmadığı, bundan dolayı üzerindeki **x** delme noktasının da görünür olmayacağı anlaşılır.



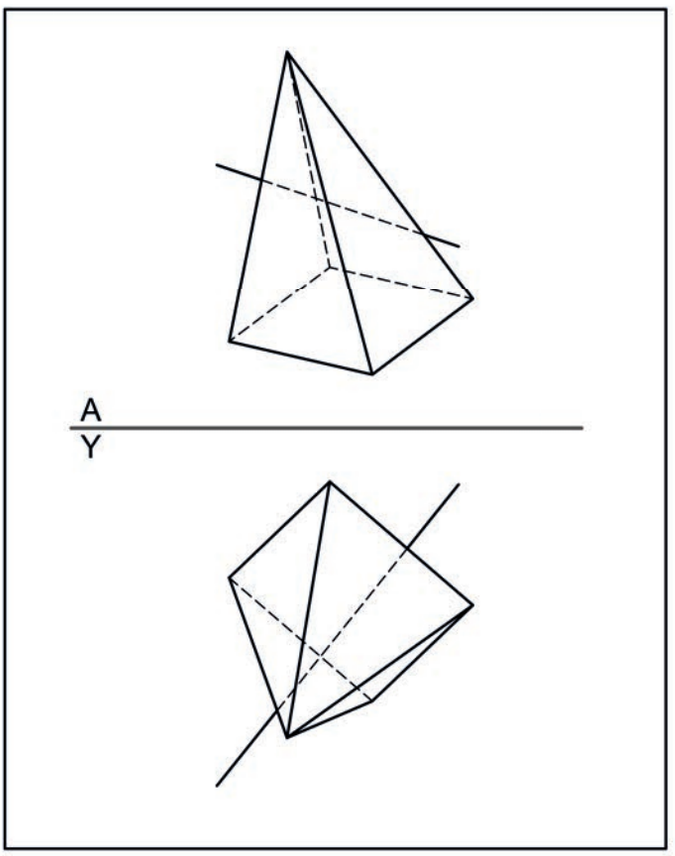
- **BCFG** düzleminin ayrıtları alın izdüşüm düzleminde düz çizgi ile çizilmiş olduğu için bu düzlemin görünür olduğu, bundan dolayı üzerindeki **x'** delme noktasının da görünür olacağı anlaşılır.
- **x** delme noktası için yapılan bu incelemeye göre;
  - ✧ Alında $\mathbf{K_a}$'dan **x'** noktasına kadar düz (görünür),
  - ✧ Yatayda $\mathbf{K_y}$'den cismin ayrıtına kadar düz (görünür),
  - ✧ Ayrıttan **x** delme noktasına kadar kesik çizgi olduğu tespit edilerek çizilir.
- Aynı inceleme **y** delme noktası için de yapılırsa;
  - ✧ **y** delme noktasının yatayda **2'4'** doğrusunun üzerinde, **2'4'** doğrusunun da **EHDA** düzlemi üzerinde olduğu,
  - ✧ **EHDA** düzleminin yatayda görünür olduğu bundan dolayı **y** delme noktasının da yatayda görünür olacağı,
  - ✧ **EHDA** düzleminin alında görünmez olduğu bundan dolayı **y** delme noktasının da alında görünmez olacağı tespit edilir.
  - ✧ Başka bir deyişle cismi delen doğruların delme noktaları tespit edildikten sonra doğrunun görünürlüğü cismin yüzeyinin görünürlüğüne göre belirlenir.

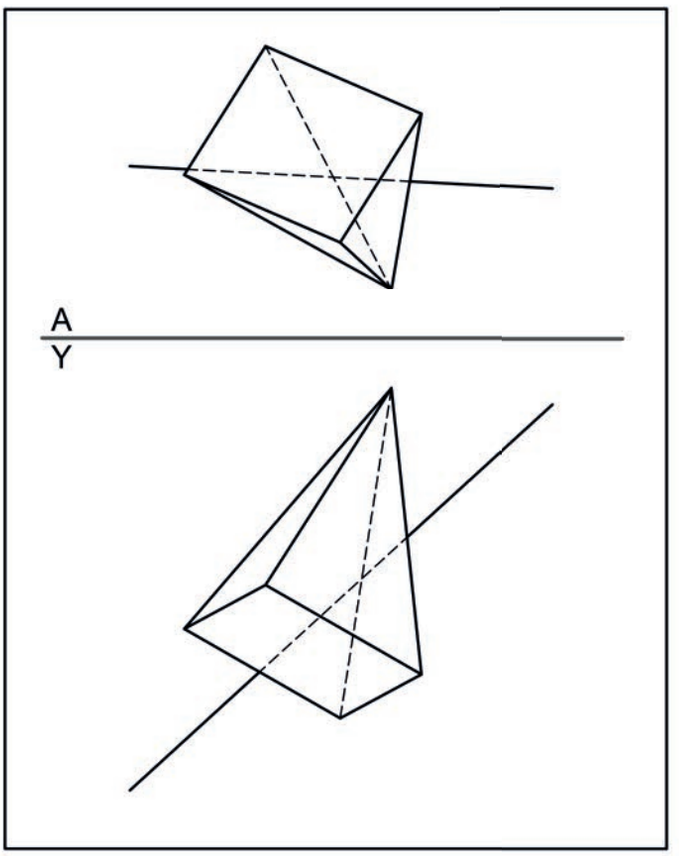


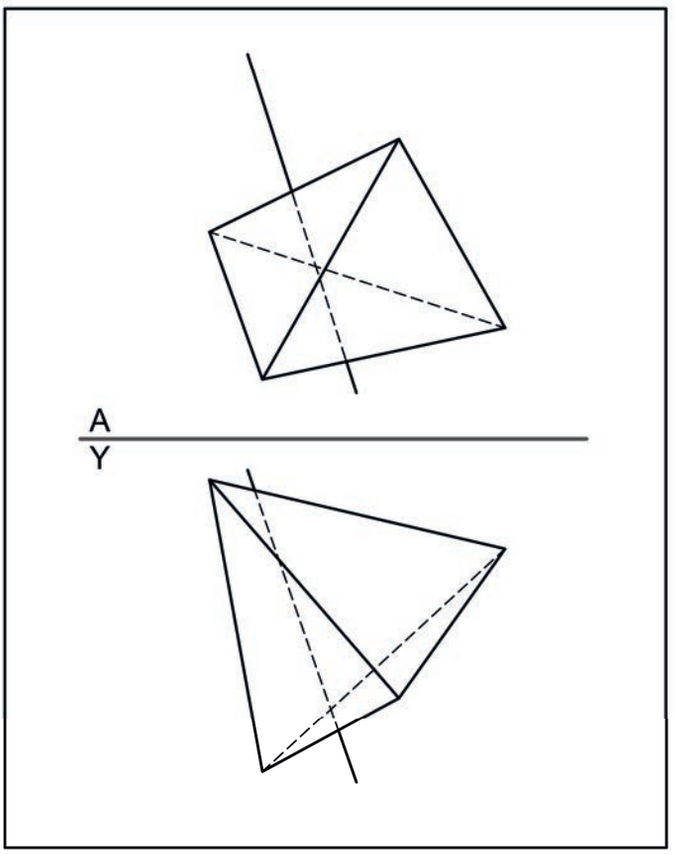
SIRA SİZDE

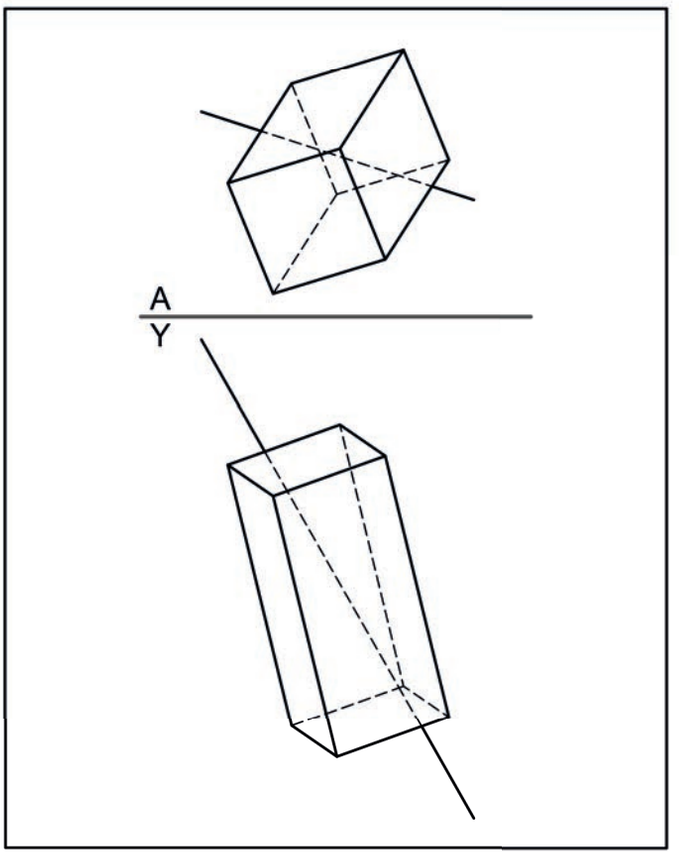
4.6

Doğrunun cismi deldiği noktaları bularak görünürlüğünü belirleyiniz.









4. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge

Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Özel konumlu doğruyla düzlemin kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını buldu.					
2	Özel konumlu düzlemle doğrunun kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını buldu.					
3	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak gelişigüzel konumlu doğru ve düzlemlerin kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını buldu.					
4	Düzlem geçirme metodunu kullanarak gelişigüzel konumlu doğru ve düzlemlerin kesişmesi sonucu oluşan delme noktasını buldu.					
5	Düzlem geçirme metodunu kullanarak bacanın çatıyı delme noktasını, arakesitini ve görünürlüğünü buldu.					
6	Yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak bacanın çatıyı delme noktasını, arakesitini ve görünürlüğünü buldu.					
7	Doğrunun cismin yanal yüzeylerini delme noktalarını bulup görünürlüğünü belirledi.					
8	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**

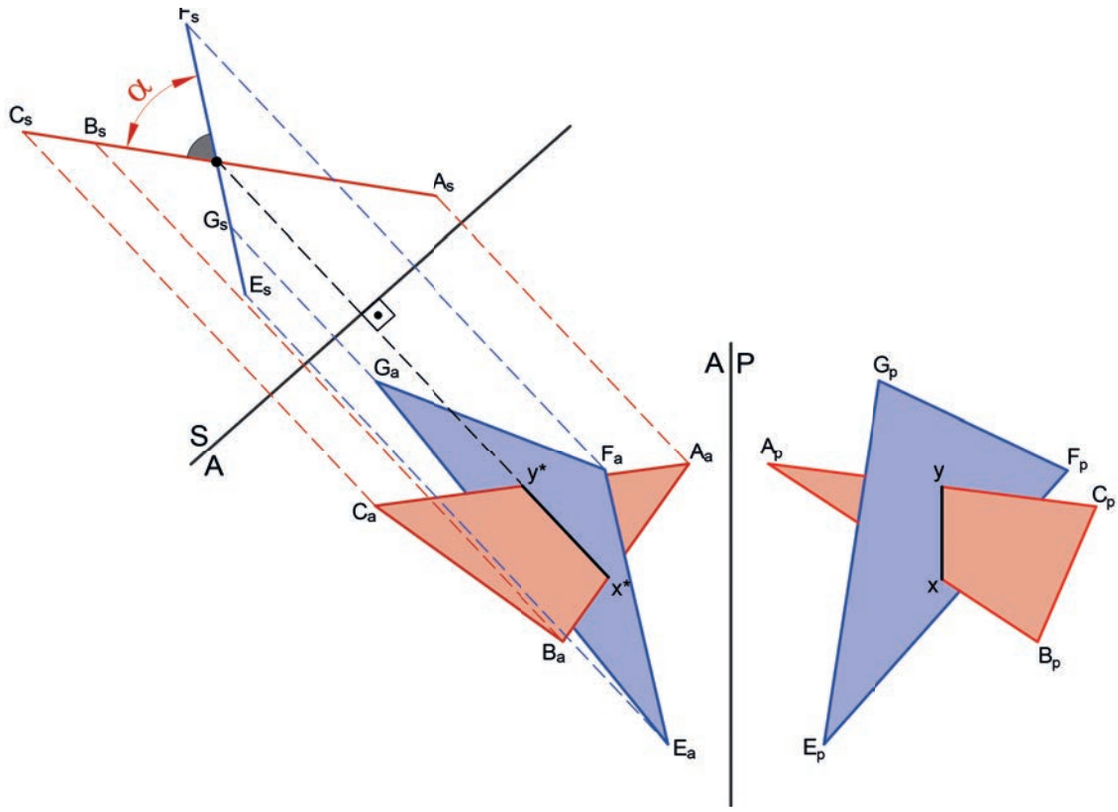
Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 8 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 8 x 5 = 40 tır.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 40]

Değerlendirme

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.

5. ÖĞRENME BİRİMİ



DOĞRU VE DÜZLEMİN ARAKESİT AÇILARI

KONULAR

5.1. DOĞRULARIN KESİŞİM AÇISINI BULMA

5.2. GELİŞİGÜZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

5.3. ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

5.4. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE YER DÜZLEMİNDE GERÇEK AÇIYI BULMA

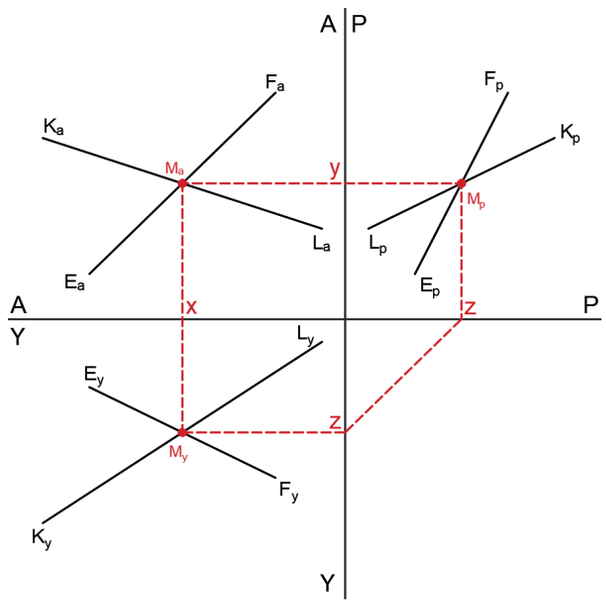
5. DOĞRU VE DÜZLEMİN ARAKESİT AÇILARI

Uzayda birbirlerine paralel veya çakışık olmayan düzlemlerin arasında bir açı vardır ve bu düzlemler birbirlerini keser. Kesişen düzlemlerin arasındaki gerçek açının bulunabilmesi için arakesitinin oluşturduğu doğru (çizgi) kullanılır.

5.1. DOĞRULARIN KESİŞİM AÇISINI BULMA

İki doğrunun bir ortak noktası varsa **kesişen doğrular,** hiçbir ortak noktası yoksa ve her biri ayrı bir düzlem üzerinde bulunuyorsa **aykırı doğrulardır.** Uzaydaki iki doğrunun -ister **kesişen** ister **aykırı** olsun- epürdeki temel izdüşümleri **kesişen iki doğru** görünümündedir.

Doğruların uzayda **kesişen** ya da **aykırı** konumdaki doğrular olup olmadıklarının anlaşılması için epür iz-düşümlerde doğruların kesişim noktası gibi görünen noktaya bakılır (Şekil 5.1). Bu noktalardan arakesite inilen dikler arakesit çizgisi üzerinde özdeş ise doğruların kesişen doğrular olduğu anlaşılır.



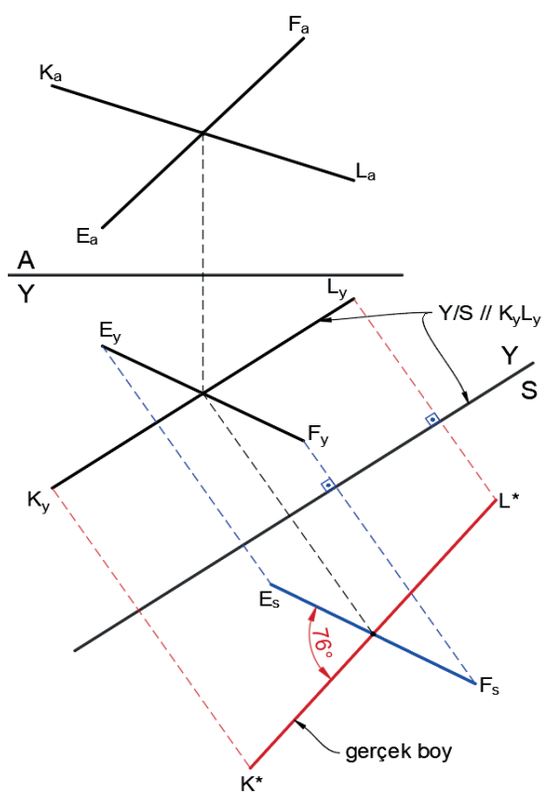
Şekil 5.1: Kesişen doğrular

Kesişen doğruların birbiriyle yaptıkları açının tespit edilebilmesi için doğrulardan herhangi birinin gerçek boy görüntüsünün olması yeterlidir. Aralarındaki açı, gerçek boy görüntüsü olan izdüşüm düzlemi üzerinde ölçülebilir.

Not: İzdüşümlerin birinde **gerçek boy görüntüsü** varsa bu onun özel bir doğru olduğunu gösterir.

İzdüşümü verilen doğrulardan birinin **gerçek boy görüntüsü** yardımcı izdüşüm veya döndürme metodu kullanılarak elde edilebilir. Yardımcı izdüşüm düzleminin hangi temel izdüşüm düzlemine dik konumlandırılacağının bir önemi yoktur.

S yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde **gerçek boy görüntüsü** elde edilen **K*L*** doğrusu ile $\mathbf{E_sF_s}$ doğrusunun birbiriyle yaptıkları açı, doğruların kesişim açısıdır (Şekil 5.2).

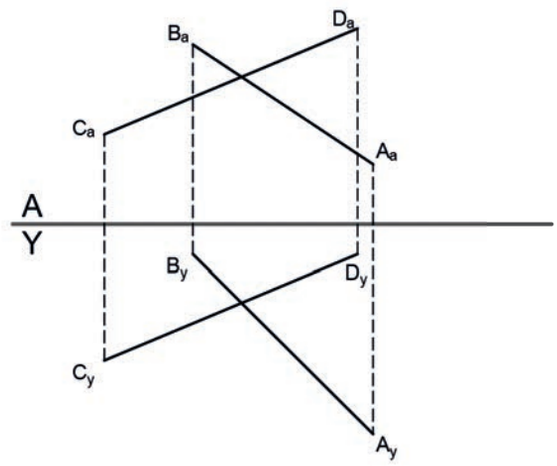


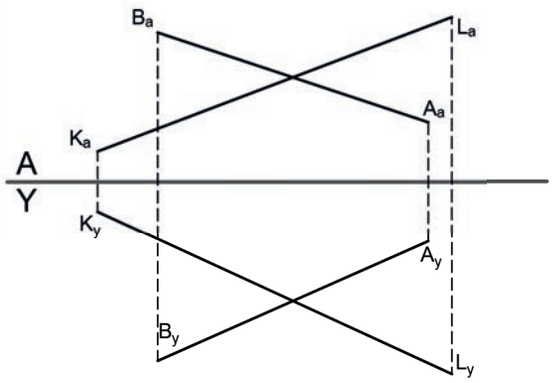
Şekil 5.2: Kesişen doğruların arasındaki açının bulunması

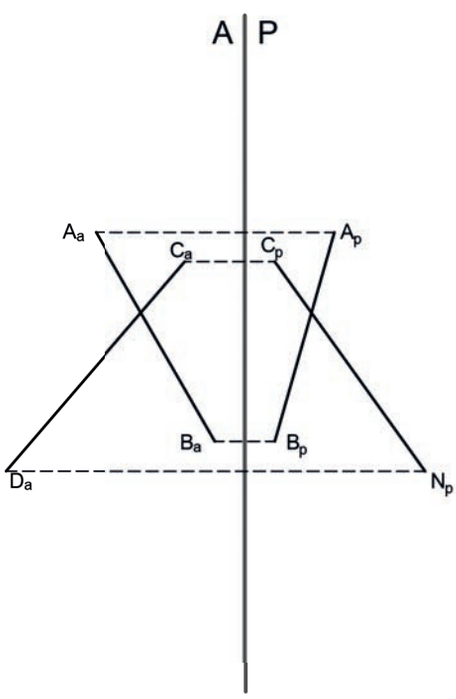
SIRA SİZDE

5.1

Kesişen gelişigüzel konumlu doğruların aralarındaki açıyı bulunuz.





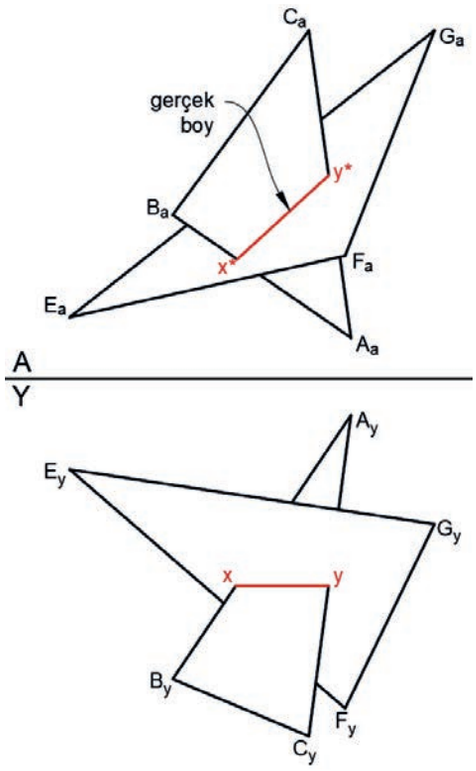


5.2. GELİŞİGÜZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

Temel izdüşüm düzlemlerine paralel veya dik konumda olmayan düzlemler **gelişigüzel düzlemler**dir. Birbirine paralel veya çakışık olmayan iki düzlem arasında belli bir açı vardır ve bu açıdan dolayı düzlemler belirli bir noktada birbirini keser. Gelişigüzel düzlemler arasındaki açı, arakesiti belli olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplandırılarak incelenebilir.

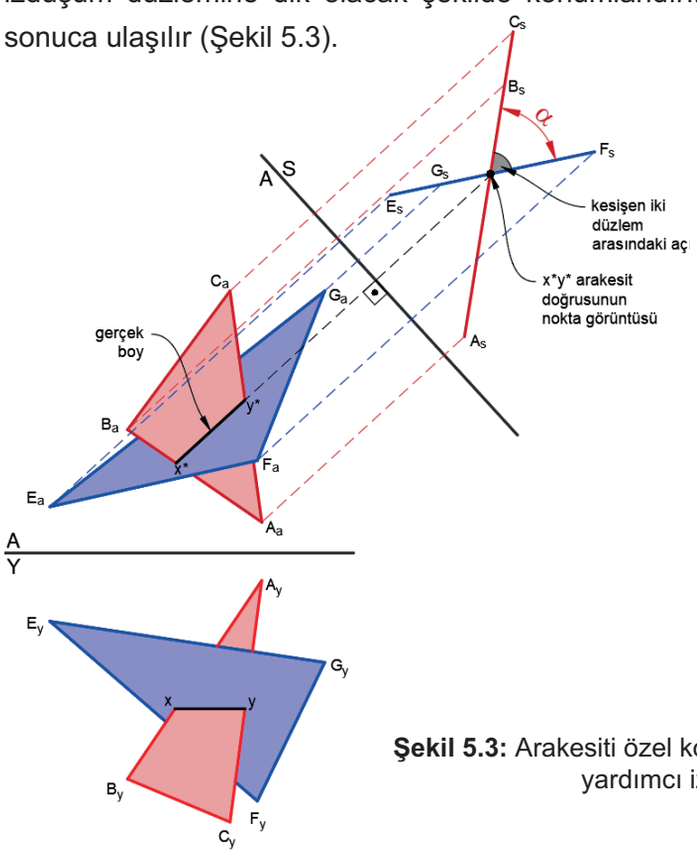
5.2.1. Gelişigüzel Konumlu, Arakesitleri Belli, Kesişen İki Düzlemin Arasındaki Açıyı Bulma

Kesişen iki düzlemin arasındaki açının bulunabilmesi için düzlemlerin her ikisinin de çizgi görüntüsünde olduğu izdüşümüne ve bu izdüşüm görüntüsüne ulaşabilmesi için de arakesit çizgisine ihtiyaç vardır.



Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** ve **EFG** düzlemlerinin **arakesiti bellidir.** Yatayda **xy** doğrusu olarak adlandırılmış olan arakesit çizgisi incelendiğinde bu doğrunun **A/Y** arakesit çizgisine paralel olduğu görülmektedir **(xy // A/Y).** Bu paralellik, **xy** doğrusunun özel bir doğru olduğunu ve alın izdüşümünde de gerçek boy görüntüsünün oluştuğunu gösterir.

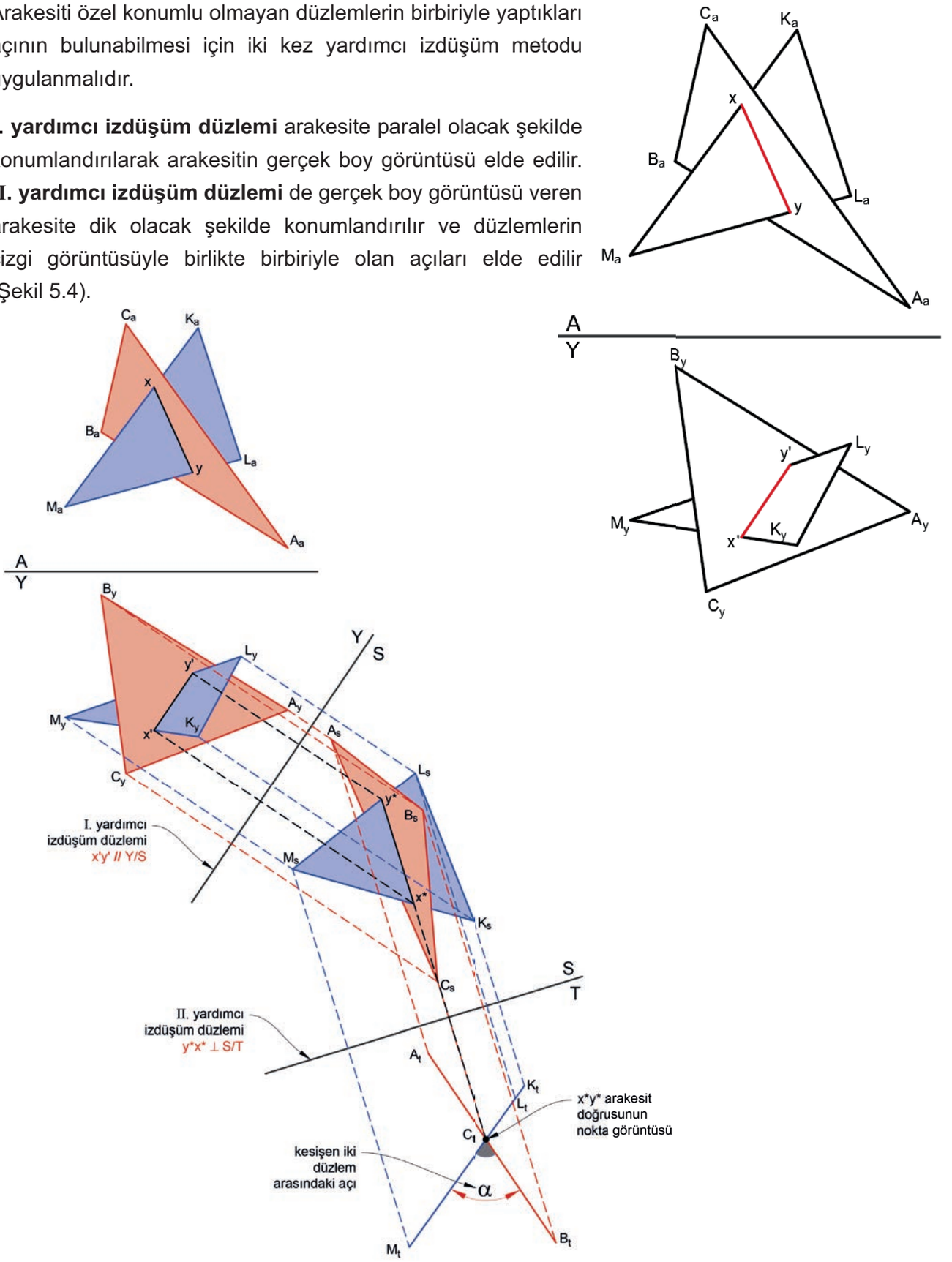
S yardımcı izdüşüm düzlemi, kesişen düzlemlerin gerçek boy görüntüsünü veren arakesit çizgisine ve bulunduğu izdüşüm düzlemine dik olacak şekilde konumlandırılarak sonuca ulaşılır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Arakesiti özel konumlu kesişen düzlemlerin arasındaki açının yardımcı izdüşüm metodu ile bulunması

Arakesiti özel konumlu olmayan düzlemlerin birbiriyle yaptıkları açının bulunabilmesi için iki kez yardımcı izdüşüm metodu uygulanmalıdır.

I. yardımcı izdüşüm düzlemi arakesite paralel olacak şekilde konumlandırılarak arakesitin gerçek boy görüntüsü elde edilir. **II. yardımcı izdüşüm düzlemi** de gerçek boy görüntüsü veren arakesite dik olacak şekilde konumlandırılır ve düzlemlerin çizgi görüntüsüyle birlikte birbiriyle olan açıları elde edilir (Şekil 5.4).

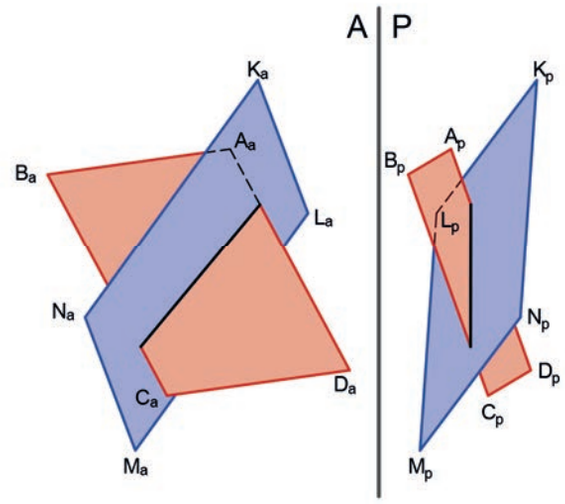


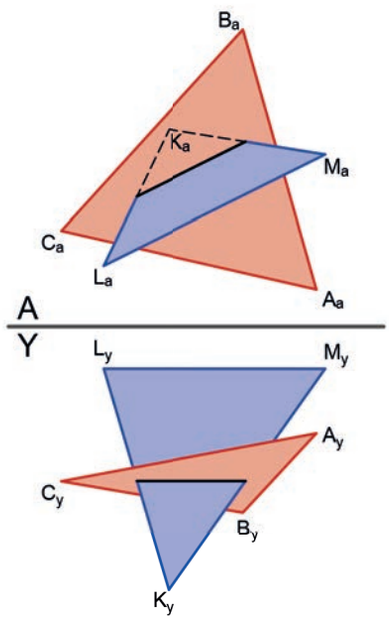
Şekil 5.4: Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arasındaki açının yardımcı izdüşüm metodu ile bulunması

SIRA SİZDE

5.2.1a

Arakesiti belli olan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.

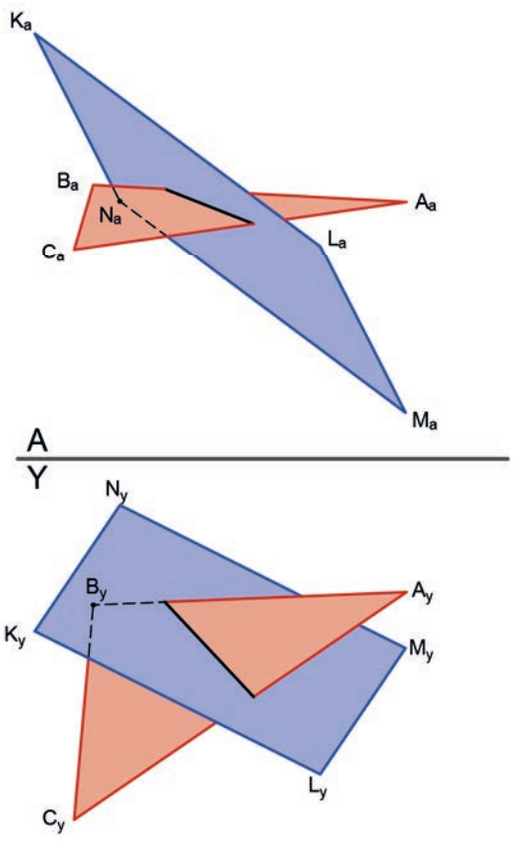




SIRA SİZDE

5.2.1b

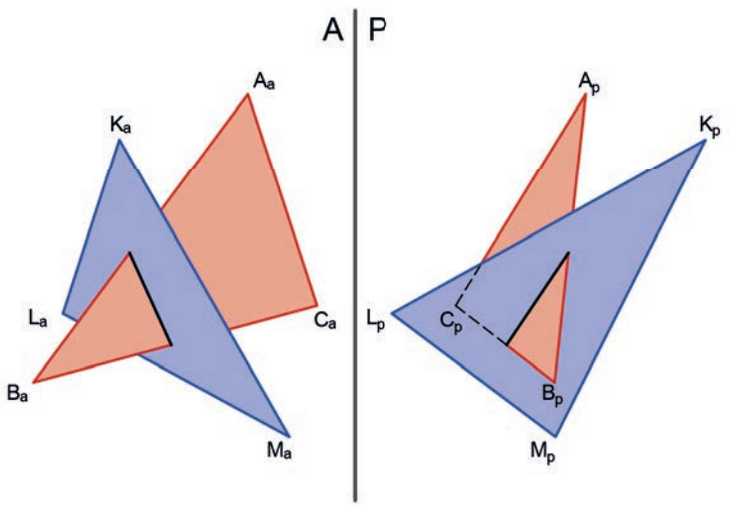
Arakesiti belli olan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.



SIRA SİZDE

5.2.1c

Arakesiti belli olan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.



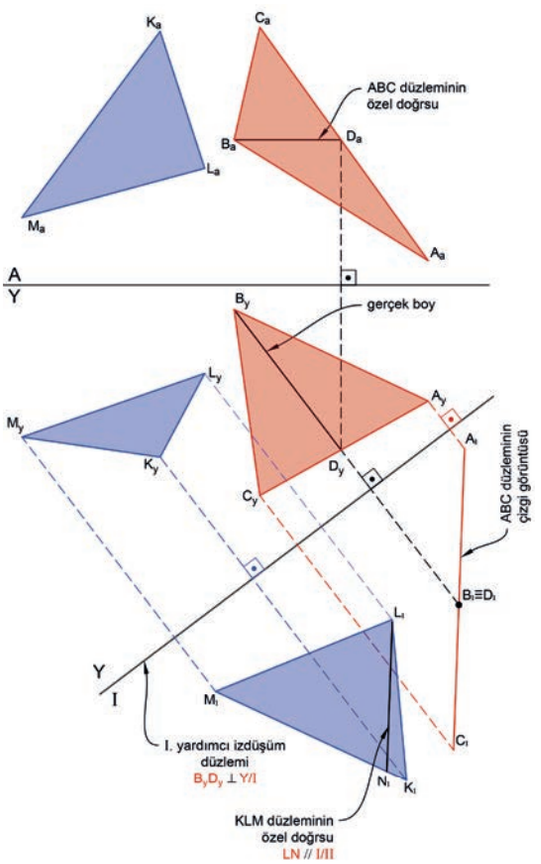
5.2.2. Gelişigüzel Konumlu, Arakesitleri Belli Olmayan, Kesişen İki Düzlemin Arasındaki Açıyı Bulma

Arakesiti belli olmayan düzlemlerin arasındaki açıyı bulmak için kullanılabilecek iki ayrı yol vardır. Bunlardan ilki, önce arakesiti bulup arakesitin nokta görüntüsünü elde ettikten sonra açıyı bulmaktır. Diğeri ise arakesiti bulmadan önce düzlemlerin ikisinin de çizgi görüntüsüne ulaşıp aralarındaki açıyı tespit etmektir.

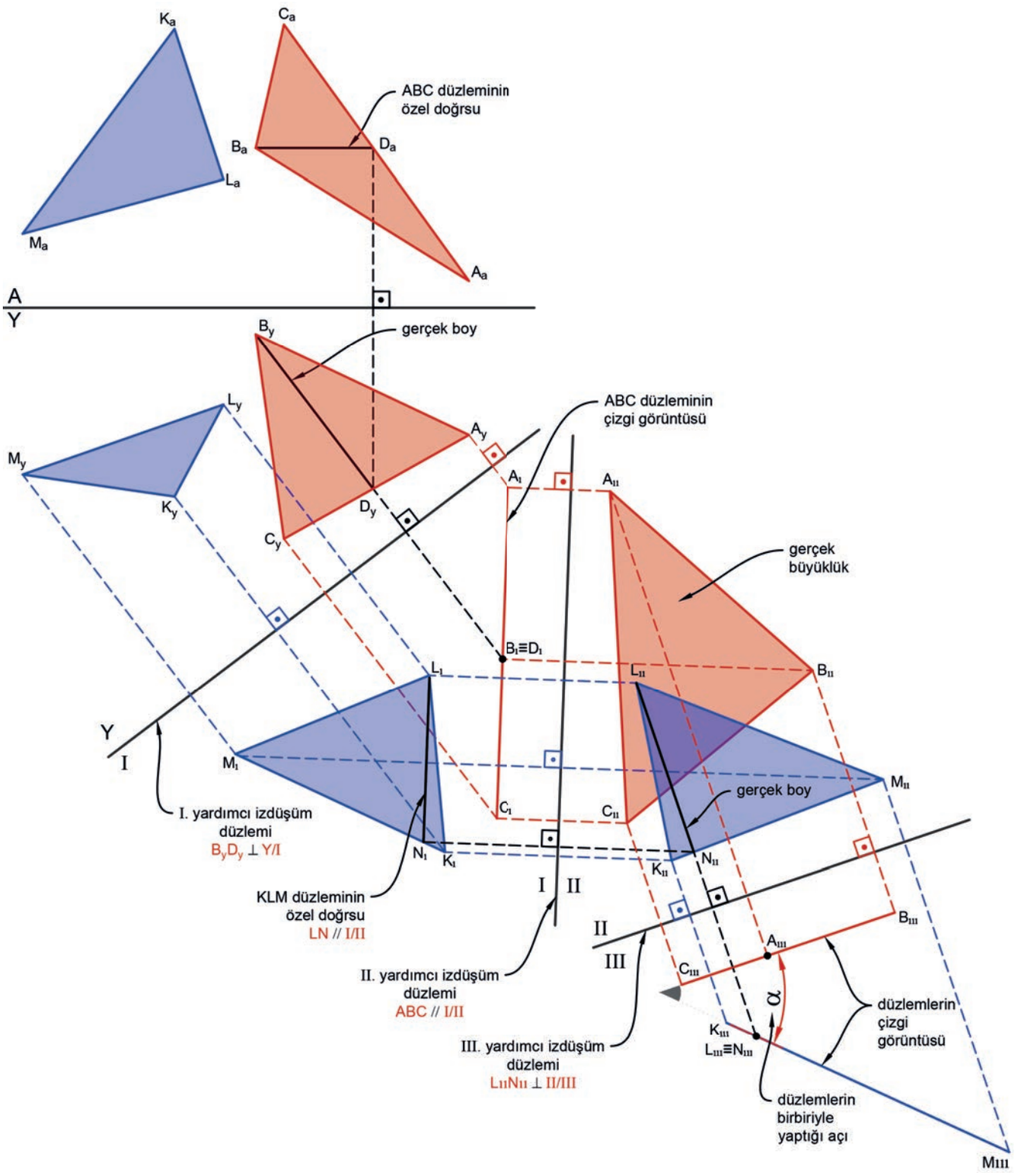
Arakesiti bulmadan açıyı tespit edebilmek için birden fazla yardımcı izdüşüm metodu uygulanır. Buna **sıralı izdüşüm** de denir.

Düzlemler arasındaki açının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- **I**. yardımcı izdüşümde düzlemlerden birinin çizgi görüntüsü elde edilir (Şekil 5.5).
- **II**. yardımcı izdüşümde çizgi görüntüsü elde edilen düzlemin **gerçek büyüklük** görüntüsüne ulaşılır. II. yardımcı izdüşüm düzlemi, **çizgi görüntüsüne paralel** konumlandırılmalıdır.
- İkinci düzlemin **özel doğrusunun gerçek boyu II.** yardımcı izdüşümde elde edilir.
- **III**. yardımcı izdüşümde ise iki düzlemin aynı izdüşümdeki **çizgi görüntüsüne** ulaşılır. **III**. yardımcı izdüşüm düzlemi, özel doğrusu çizilen düzlemin **gerçek boy** görüntüsü veren özel doğrusuna **dik** konumlandırılmalıdır (Şekil 5.6).



Şekil 5.5: Arakesiti belli olmayan düzlemlerin I. yardımcı izdüşümü

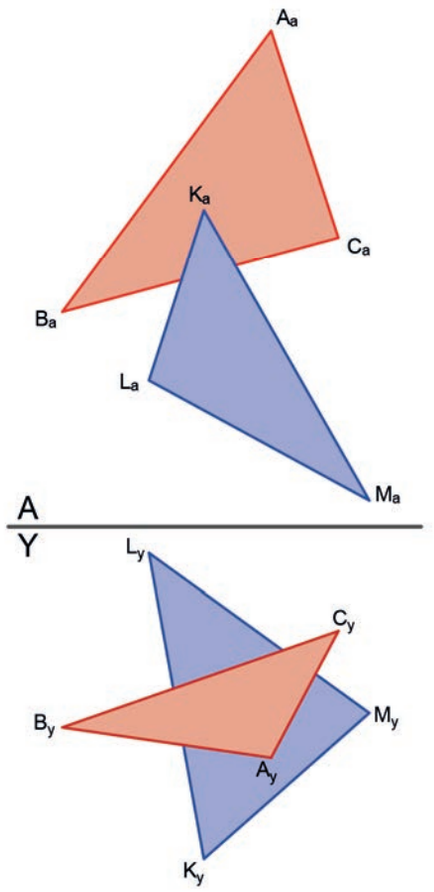


Şekil 5.6: Arakesiti belli olmayan düzlemlerin birbiriyle yaptığı açının yardımcı izdüşüm metoduyla bulunması

SIRA SİZDE

5.2.2a

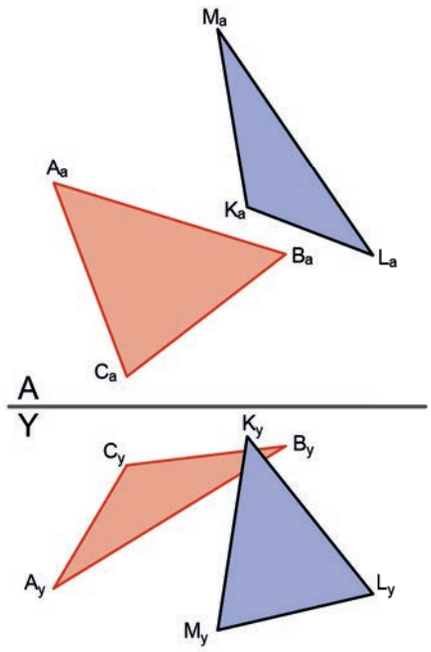
Arakesiti belli olmayan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.



SIRA SİZDE

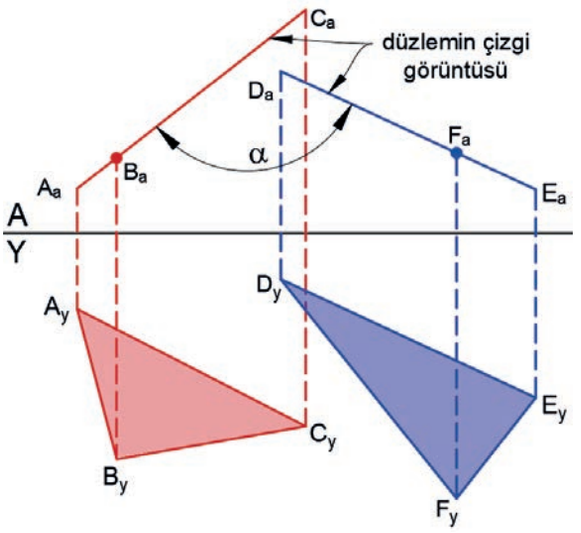
5.2.2b

Arakesiti belli olmayan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.



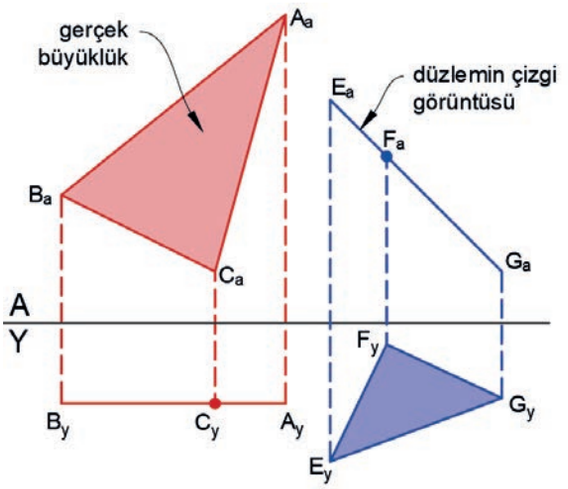
5.3. ÖZEL KONUMLU DÜZLEMLERİN ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

Diklik kontrolünde düzlemlerin temel izdüşüm düzlemlerine göre konumları esas alınır. Özel düzlemlerin temel izdüşüm düzlemlerinden herhangi bir tanesi çizgi görüntüsündedir.



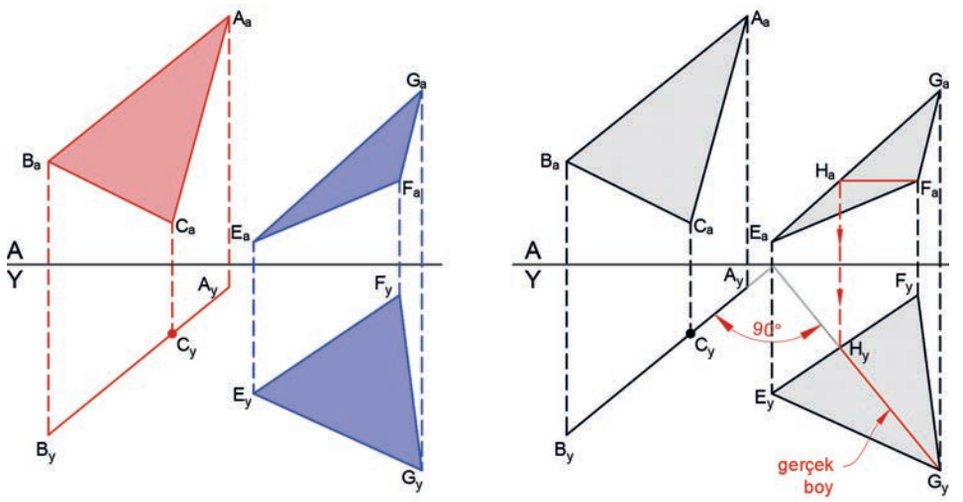
Her iki düzlemin de herhangi bir izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümleri çizgi görüntüsünde ise bu düzlemlerin birbiriyle yaptıkları açı (α) ölçülerek **dik (90°)** olup olmadıkları gözlemlenebilir.

Düzlemlerden biri herhangi bir temel izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek büyüklükteyse ve diğer düzleminde aynı izdüşüm düzlemi üzerinde çizgi görüntüsü varsa bu iki düzlem birbirine **diktir.**



Bir başka durum ise düzlemlerden biri çizgi görüntüsünde iken diğer düzlemin gelişigüzel konumlu olmasıdır. Yandaki şekilde görünen **ABC** düzlemi, yatay izdüşüm düzlemine dik konumlu özel bir düzlem olduğu için **yatay**da çizgi görüntüsündedir. **EFG** düzlemi ise gelişigüzel konumludur.

Diklik kontrolü yapabilmek için **EFG** düzleminin yatay doğrusunu çizip bu doğrunun **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü ile yaptığı açıyı ölçmek yeterlidir (Şekil 5.7).

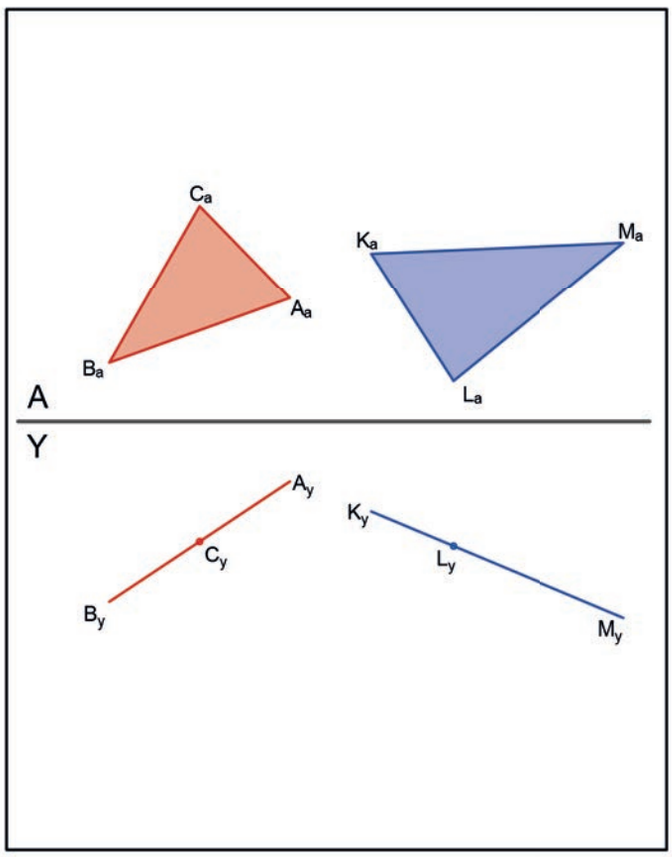


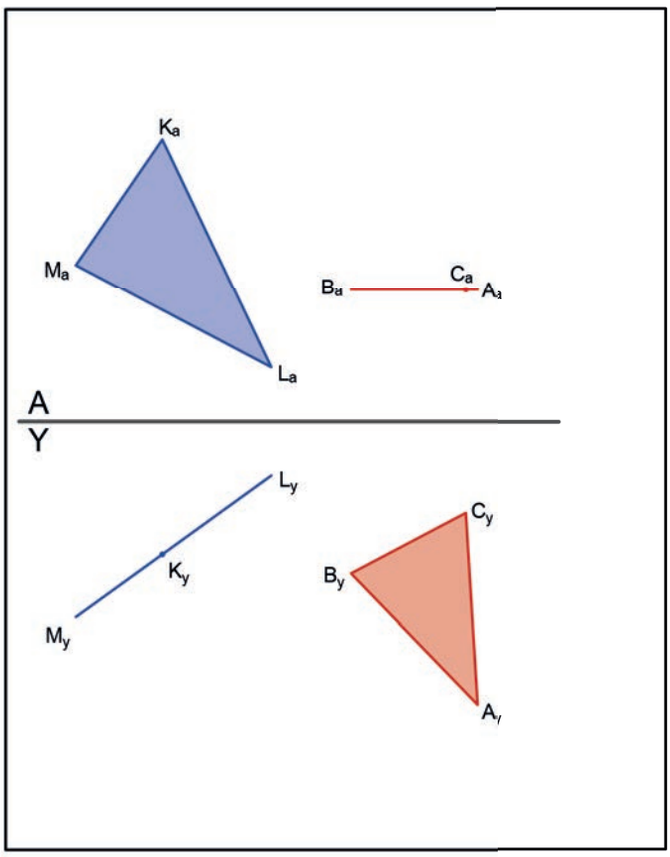
Şekil 5.7: Biri özel konumlu olan iki düzlemin arasındaki açının bulunması

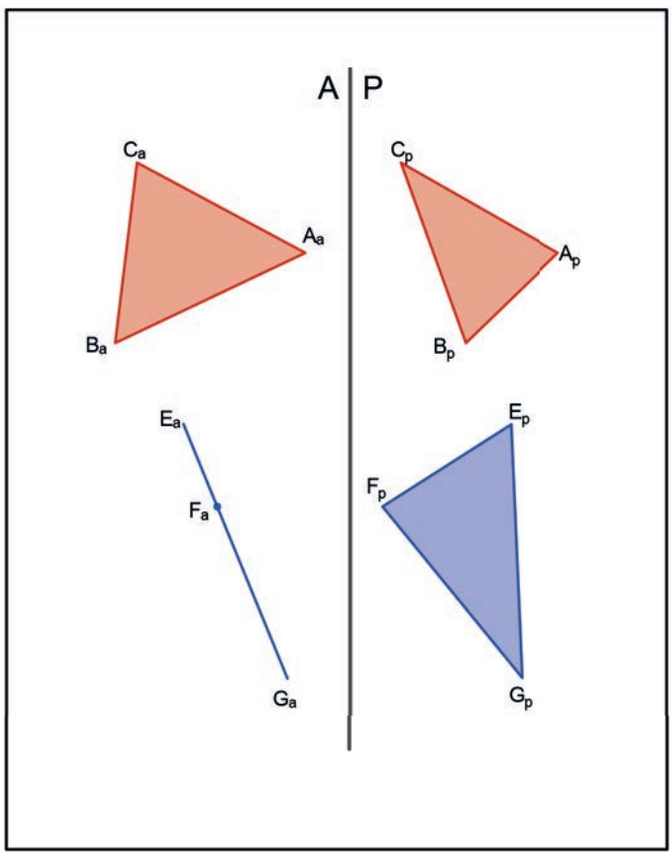
SIRA SİZDE

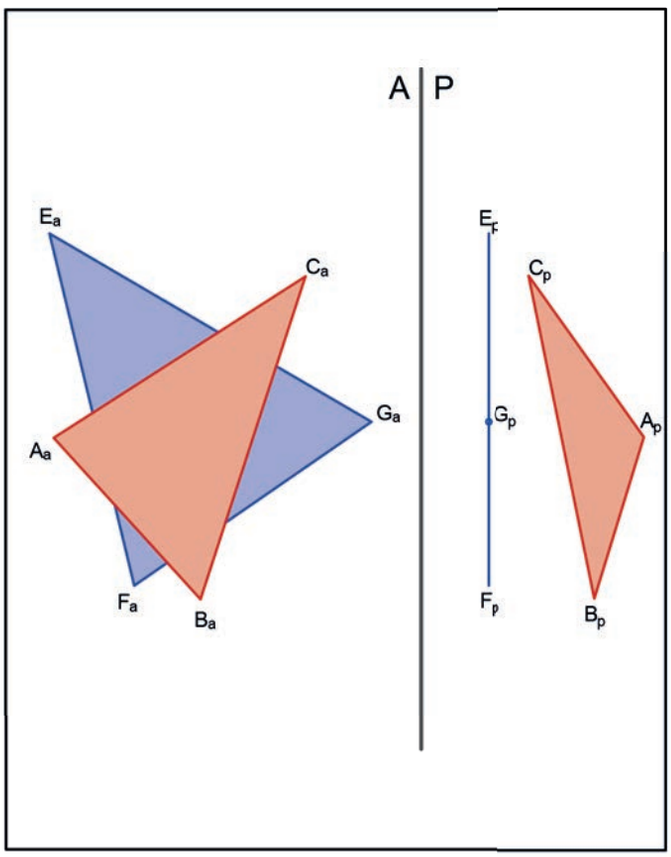
5.3a

Özel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.





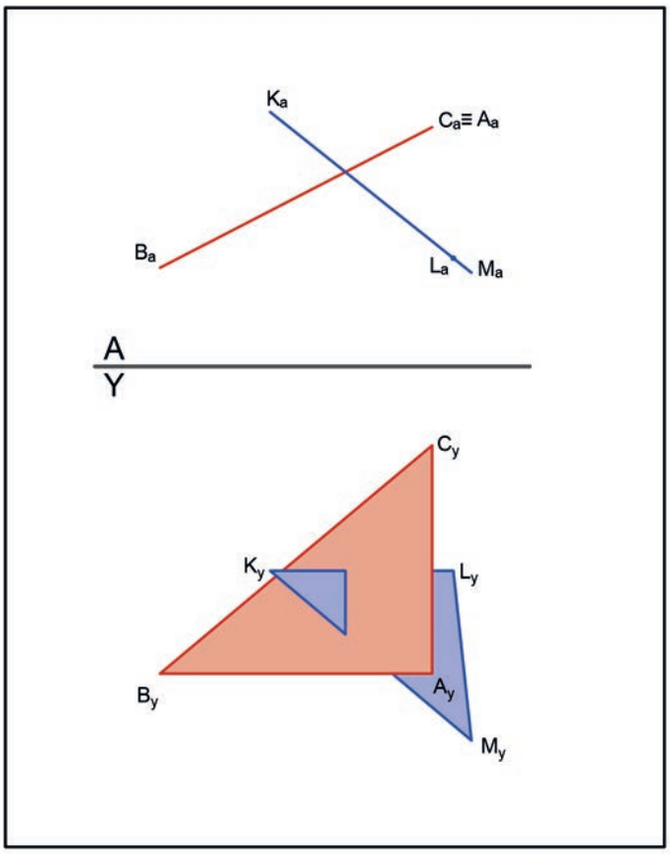


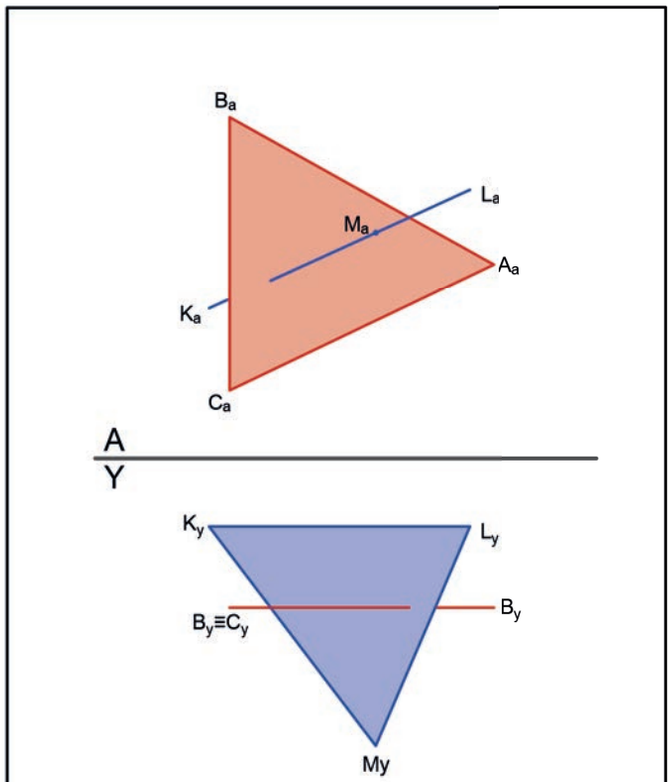


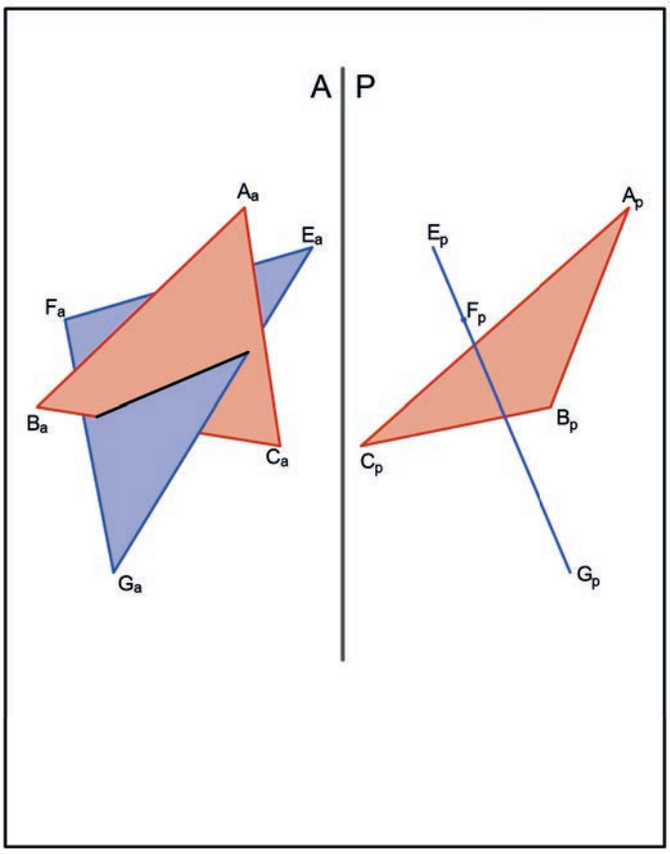
SIRA SİZDE

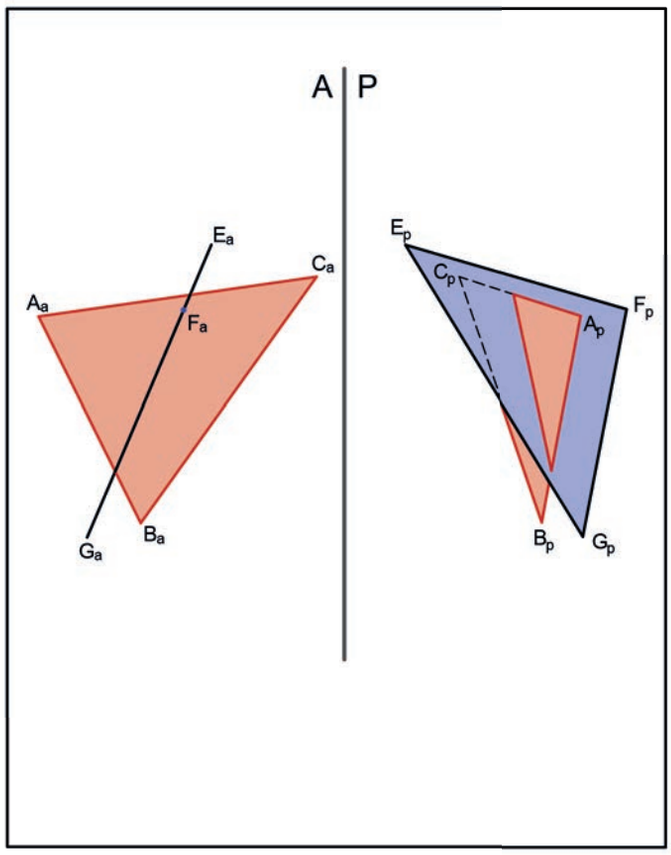
5.3b

Özel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı bulunuz.



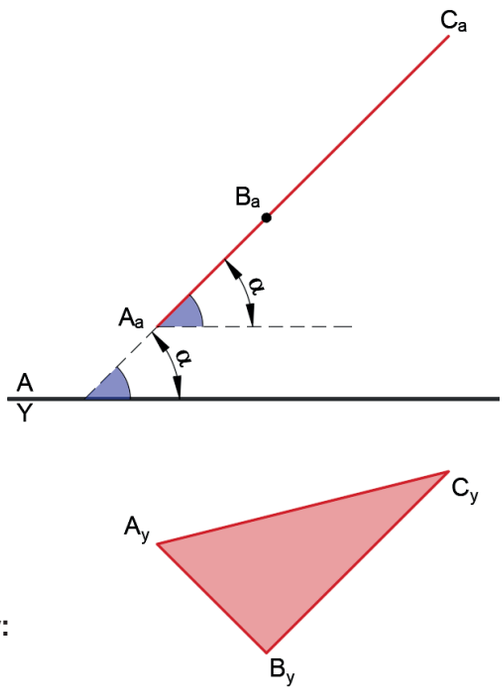






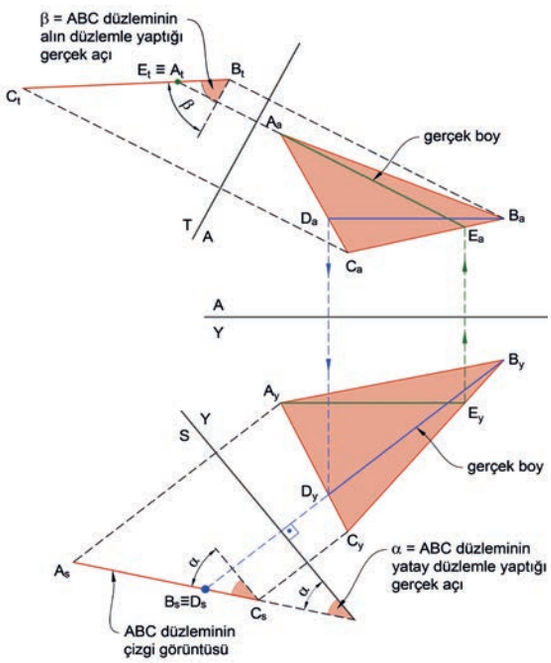
5.4. YARDIMCI İZDÜŞÜM METODU İLE YER DÜZLEMİNDE GERÇEK AÇIYI BULMA

İzdüşümü verilen düzlemin temel izdüşüm düzlemleri ile yaptığı gerçek açıyı bulabilmek için düzlemin çizgi görüntüsüne ihtiyaç vardır. Özel düzlemlerin temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki izdüşümlerinden biri muhakkak çizgi görüntüsünde olur. Bu nedenle özel düzlemlerde çizgi görüntüsüne ulaşmak için herhangi bir işlem yapmaya gerek yoktur. Düzlemin çizgi görüntüsünün arakesit çizgisiyle yaptığı açı, komşu izdüşüm düzlemi ile arasındaki gerçek açıyı verir. **ABC** düzleminin **alın**daki çizgi görüntüsünün arakesitle yaptığı **α** (alfa) açısı, **yer düzlemi** (yatay) ile yaptığı gerçek açıdır.



Gelişigüzel konumlu düzlemlerde ise gerçek açının bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- İzdüşümü verilen düzlemin hangi temel izdüşüm düzlemi ile yaptığı gerçek açı bulunacaksa o temel izdüşüm düzlemi üzerinde **gerçek boy** görüntüsü olan özel doğrusu çizilir.
- Bu özel doğrunun arakesite paralel izdüşümü, komşu izdüşüm düzlemi üzerinde çizilir.
- Alında B_aD_a doğrusu çizilerek yatayda B_yD_y doğrusuna ait gerçek boy elde edilmiş olur.
- Yardımcı izdüşüm düzlemi (**S**), özel doğrunun gerçek boy görüntüsü veren özel doğrusuna dik olacak şekilde konumlandırılır.
- **S** yardımcı izdüşüm düzlemi üzerinde düzleme ait aralık mesafeleri kullanılarak **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü elde edilmiş olur.
- Çizgi görüntüsünün arakesitle veya arakesite paralel doğruyla yaptığı açı, **ABC** düzleminin komşu izdüşüm düzlemi (**profil**) ile olan gerçek açısını verir.
- **α** açısı, **ABC** düzleminin yatay izdüşüm düzlemi ile yaptığı gerçek açıyı göstermektedir.
- Yatay izdüşüm düzleminde arakesite paralel A_yE_y doğrusu çizilerek **ABC** düzleminin **alın**la yaptığı gerçek açı da bulunmuş olur. **β** (beta) açısı, **ABC** düzleminin alın izdüşüm düzlemi ile yaptığı gerçek açıyı göstermektedir (Şekil 5.8).

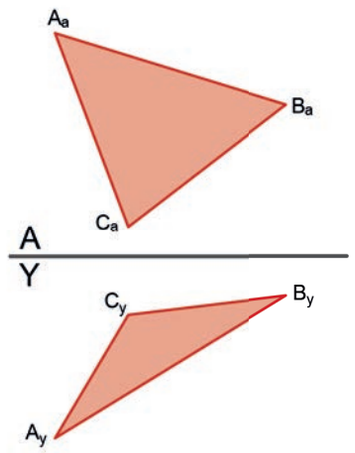


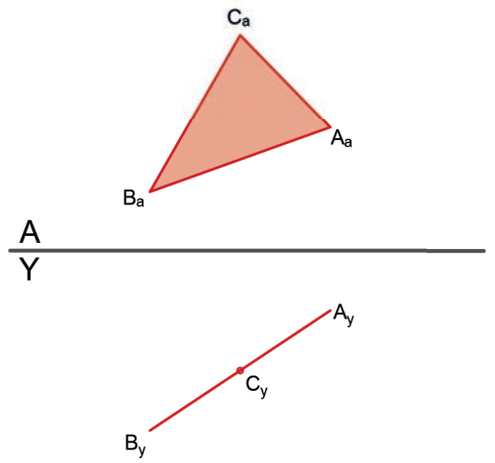
Şekil 5.8: Temel izdüşüm düzlemlerinde gerçek açının bulunması

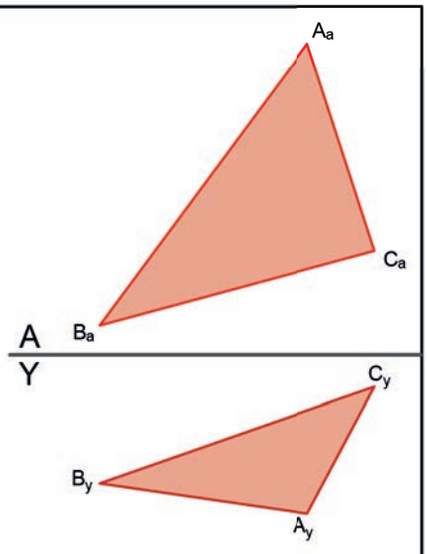
SIRA SİZDE

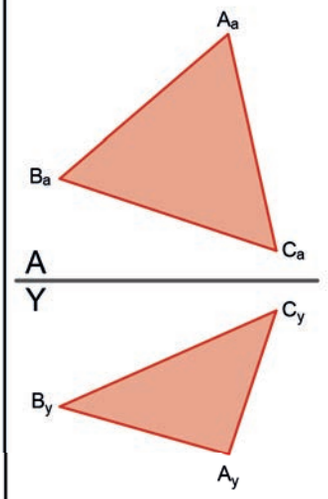
5.4a

Alın ve yatay izdüşümleri verilen düzlemlerin **yatay izdüşüm düzlemi** ile yaptığı açıyı bulunuz.





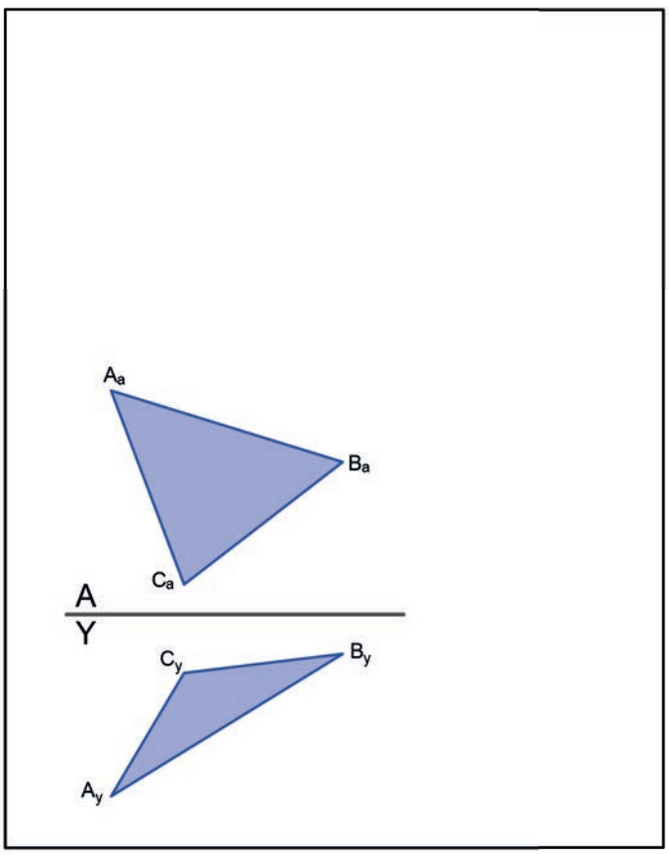


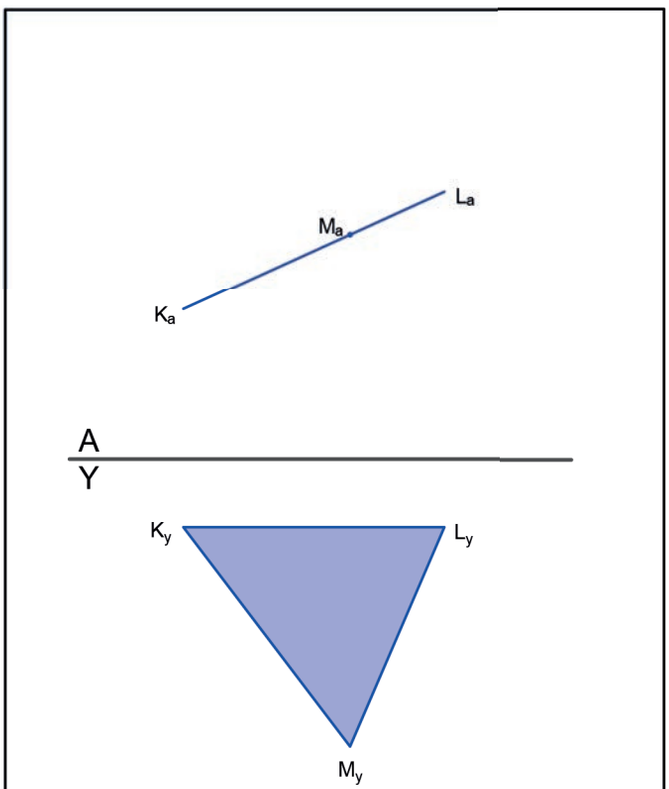


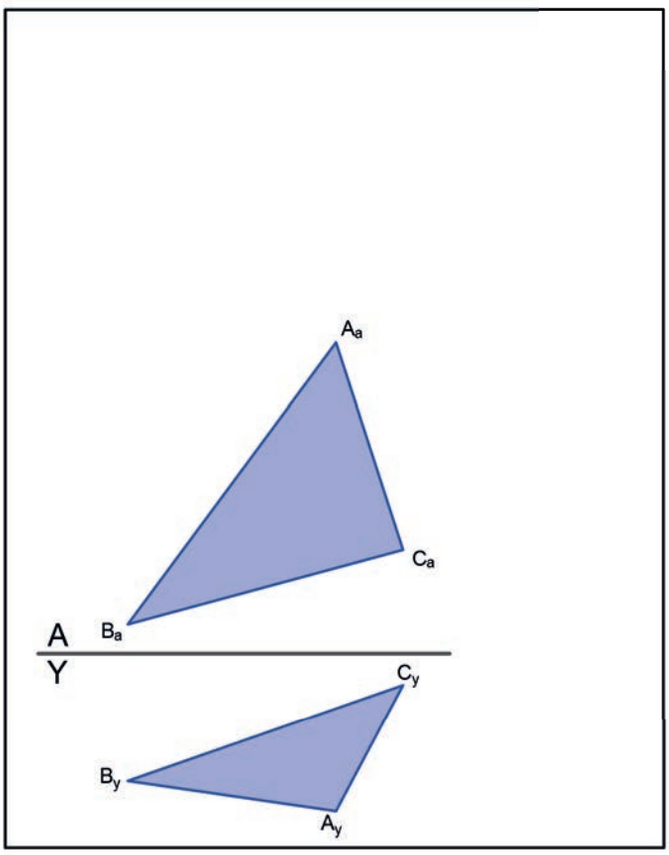
SIRA SİZDE

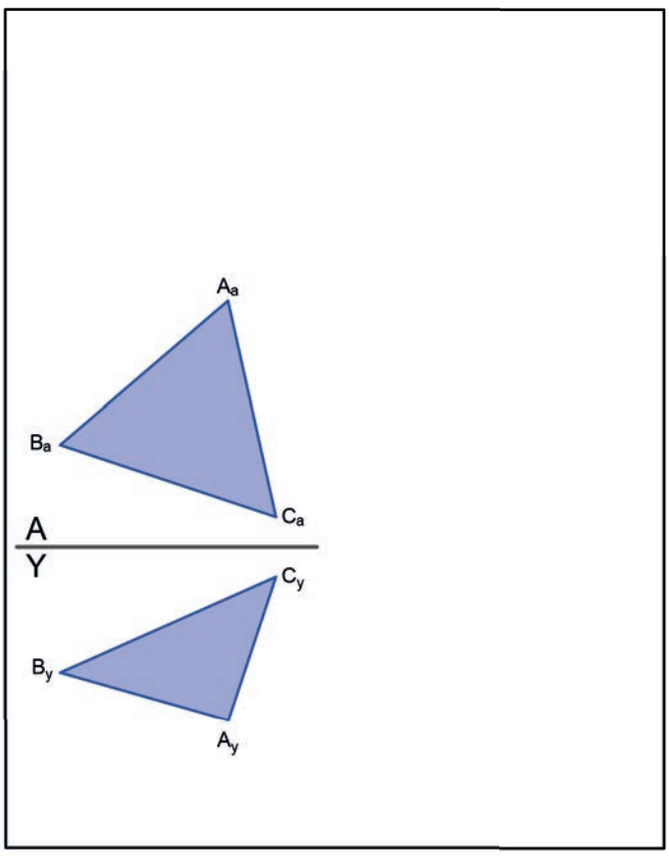
5.4b

Alın ve yatay izdüşümleri verilen düzlemlerin **alın izdüşüm düzlemi** ile yaptığı açıyı bulunuz.





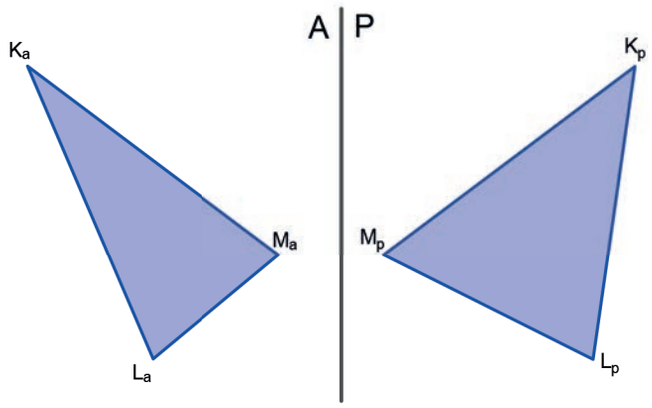


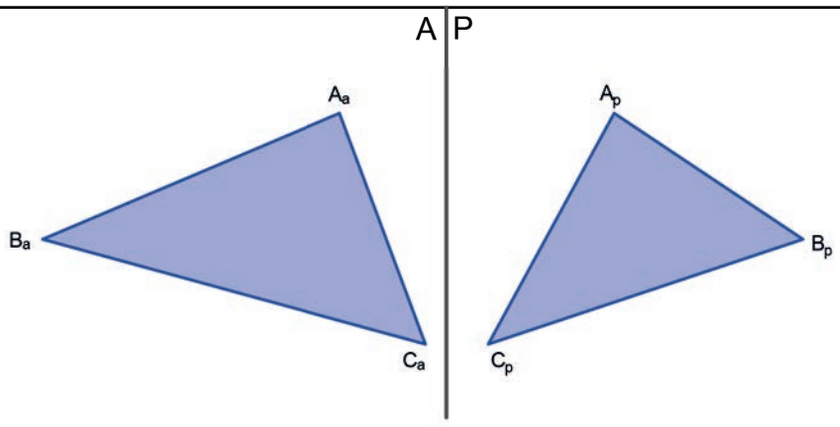


SIRA SİZDE

5.4c

İzdüşümleri verilen düzlemlerin **alın** ve **profil izdüşüm düzlemleri** ile yaptığı açıyı bulunuz.





5. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge

Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Kesişen gelişigüzel konumlu doğruların aralarındaki açıyı buldu.					
2	Arakesiti belli olan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı buldu.					
3	Arakesiti belli olmayan gelişigüzel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı buldu.					
4	Özel konumlu düzlemlerin birbiriyle yaptığı açıyı buldu.					
5	Düzlemin temel izdüşüm düzlemleriyle yaptığı açıyı buldu.					
6	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**

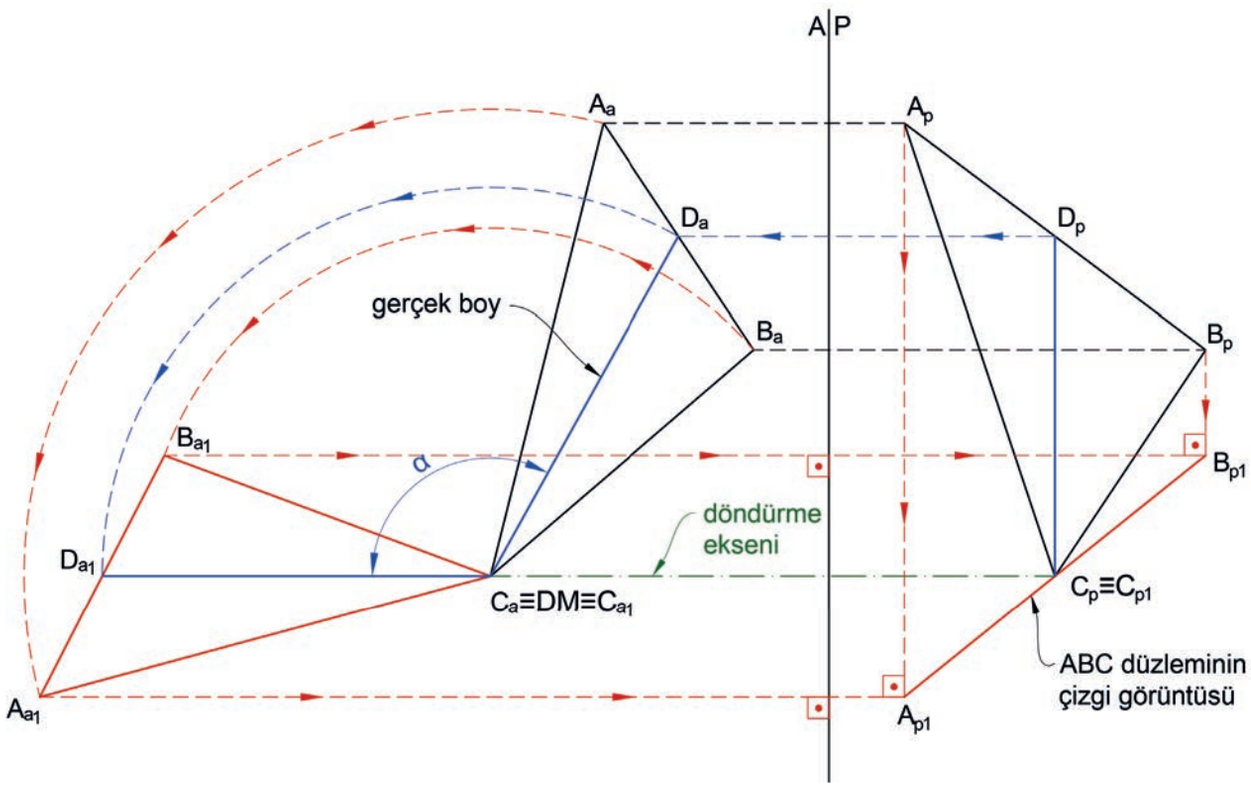
Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 6 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 6 x 5 = 30 dur.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 30]

Değerlendirme

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.

6. ÖĞRENME BİRİMİ



DÖNDÜRME METODU

KONULAR

6.1. DÖNDÜRME METODU İLE DOĞRUNUN GERÇEK BOYUNU BULMA

6.2. DÖNDÜRME METODU İLE DÜZLEMİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA

6.3. DOĞRU İLE DÜZLEM ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

6.4. ÇATI YÜZEYLERİNİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA

6.5. DÖNDÜREREK CİSİMLERİN GERÇEK BOYUTLARINI BULMA

6. DÖNDÜRME METODU

Tasarı geometri problemlerinin çözülebilmesi için yardımcı izdüşüm metodu dışında kullanılabilecek bir yöntem de döndürme metodudur. Yardımcı izdüşüm metodunda cisim sabit tutularak bakış doğrultusu değiştirilir ve farklı bir bakış doğrultusu ile elde edilen görünüşler üzerinden problemler çözülür. Bunun yerine cismin döndürülüp yeni bir görünüşün elde edilmesine olanak sağlayan döndürme metodu da kullanılabilir.

Bakış doğrultusunu değiştirmeden mevcut düzlem üzerinde cismi döndürerek yeni görünüşler elde etme işlemine **döndürme metodu** denir.

6.1. DÖNDÜRME METODU İLE DOĞRUNUN GERÇEK BOYUNU BULMA

Temel izdüşüm düzlemlerine paralel doğruların sonuçlarına göre;

» Bir doğrunun herhangi bir temel izdüşüm düzlemine paralel olması hâlinde o temel izdüşüm düzlemindeki izdüşümü **gerçek boyda**,

» Doğrunun paralel olmadığı diğer temel izdüşüm düzlemlerindeki izdüşümleri ise temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitlerine **paralel durumdadır.**

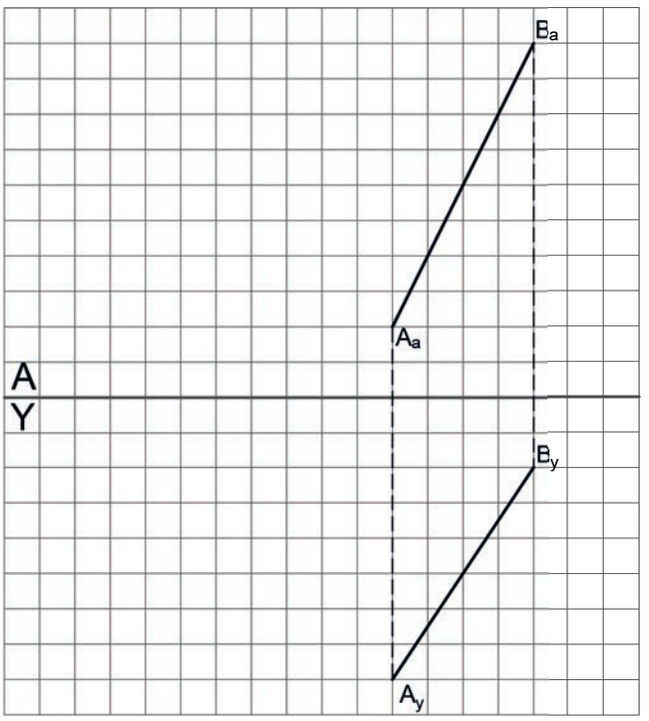
Bu bilgiler ışığında gelişigüzel bir doğrunun bir eksen etrafında döndürülerek herhangi bir temel izdüşüm düzlemine paralel konuma getirilmesinden sonra o temel izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek boyu elde edilir.

Döndürme işlemi için bilinmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır:

- Döndürme işlemi, bir **döndürme ekseni (DE)** etrafında olmalıdır. Bu nedenle öncelikle döndürme ekseninin geçirileceği doğru üzerinde bir nokta belirlenmesi gerekir.
- Döndürme ekseni, doğru üzerindeki sonsuz sayıdaki noktaların herhangi birinden geçirilebilir. Ancak döndürme ekseninin doğruyu belirleyen bir uç noktasından geçirilmesi döndürme işlemini kolaylaştırır.
- Döndürme ekseni, epürde döndürme işleminin yapılacağı temel izdüşüm düzlemine dik konumda olmalıdır.
- Döndürme ekseni dik olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerinde **nokta görüntüsünde** olup bu noktaya **döndürme merkezi (DM)** denir.
- Epürde döndürme işlemi, **döndürme merkezinin** (döndürme ekseninin nokta görüntüsünün) olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerinde yapılır. Bu düzlem, gerçek boyun bulunacağı temel izdüşüm düzleminin dışında kalan diğer iki temel izdüşüm düzleminden biridir.
- Döndürmenin yönü, saat ibresi yönünde sağa ya da saat ibresinin tersi yönünde sola doğrudur.
- **Döndürme işlemi,** döndürmenin yapıldığı temel izdüşüm düzlemi üzerindeki doğrunun izdüşümünün temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitine paralel hâle getirilmesi işidir. Böylece doğrunun diğer temel izdüşüm düzlemi üzerindeki izdüşümü gerçek boyda olacaktır.

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **AB** doğrusunun gelişigüzel konumlu bir doğru olduğu görülmektedir. Döndürme metodu kullanılarak **AB** doğrusunun gerçek boyu alın izdüşüm düzleminde bulunmak istenmektedir.

Döndürme işlemi için kullanılacak **döndürme ekseninin** (**DE**), **A** noktasından geçtiği kabul edilmektedir.



Döndürme ekseni **A** noktasından geçtiği için;

» Döndürme merkezi (**DM**) ≡ $\mathbf{A_y}$,

» Döndürme işleminin yapılacağı yer ise **yatay izdüşüm düzlemidir.**

AB doğrusunun gerçek boyunun bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

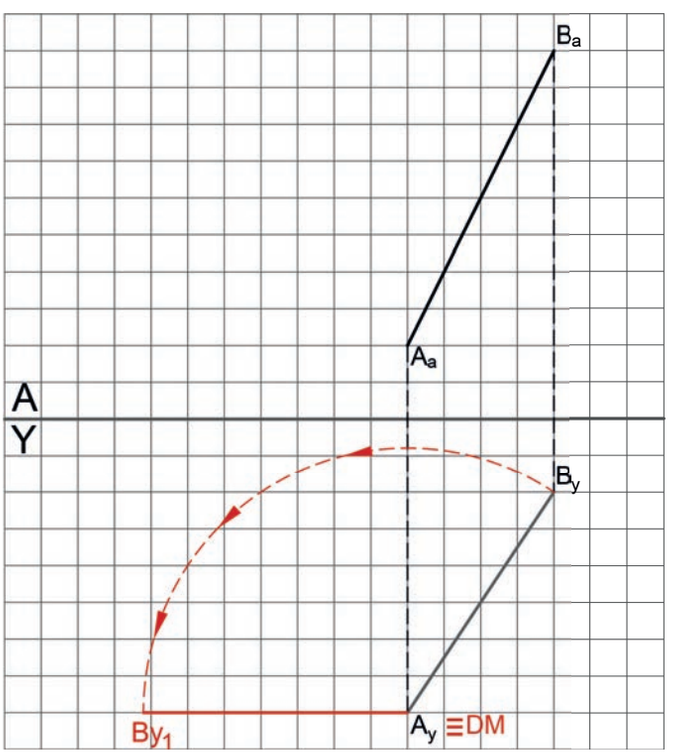
✦ **AB** doğrusunun yatay izdüşümü; **A/Y** arakesitine paralel konuma gelinceye kadar döndürme merkezi (**DM**) etrafında, saat ibresi ya da saat ibresinin tersi yönünde döndürülür.

Not: Bu örnekte döndürme işlemi, saat ibresinin tersi yönünde yapılmıştır.

Böylece doğrunun yatay izdüşümü

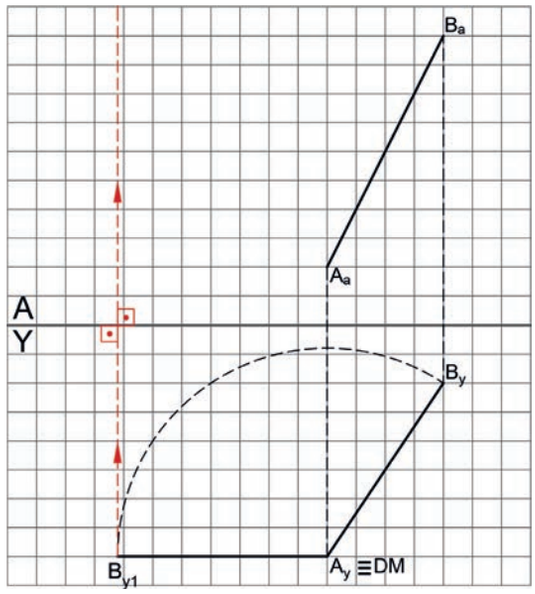
$\mathbf{A_yB_{y1}}$ **// A/Y** konumuna gelmiş olur.

Döndürme ekseni **A** noktasından geçtiği için **A**'nın yatay izdüşümü olan $\mathbf{A_y}$ noktasının yeri sabittir.



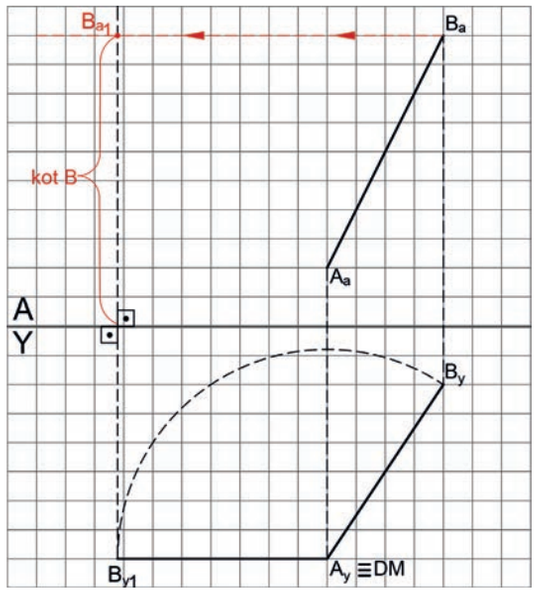
Doğrunun **A** noktası sabittir. **B** noktası ise döndürüldüğü için uzayda yeri değişen **B** noktasının alın izdüşümündeki yeri de doğal olarak değişecektir.

- **B** noktasının alın izdüşüm düzlemindeki yeni yerini bulmak için B_{y1} noktasından **A/Y** arakesitine dik inilir. İnilen bu dikin arakesiti kestiği noktadan arakesite dik çıkılır.



Not: B noktasının uzaydaki yeri değişmiş ancak **kotu** değişmemiştir.

- Çıkılan bu dik üzerinde **A/Y** arakesitinden yukarı doğru **B** noktasının kot mesafesi alınarak B_{a1} noktası elde edilir.
- Bir başka yöntem ise **B** noktasının kotu alınırken B_a noktasından **A/Y** arakesitine paralel ışın çizgisi çizilmesidir. İkisinin kesiştikleri nokta B_{a1}'dir.



- B_{a1} noktasının A_a noktası ile birleştirilmesi sonucu **AB** doğrusunun gerçek boyu olan **A*B*** doğrusu elde edilir.

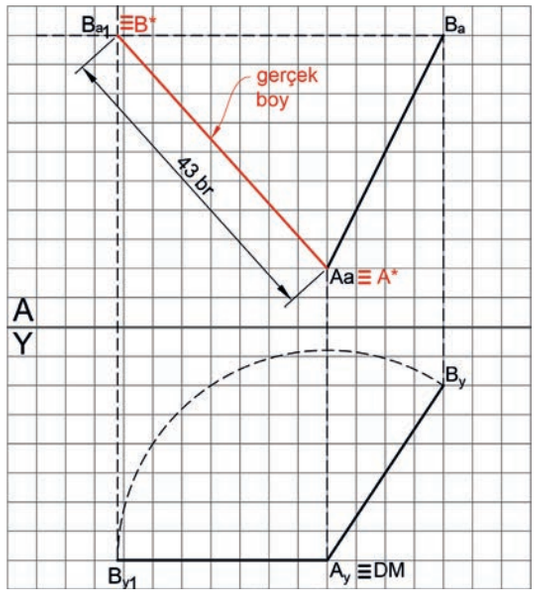
Bu işlemler;

» Başka döndürme merkezleri seçilerek,

» Döndürme yönü saat ibresi veya tersi yönde seçilerek,

» Farklı temel izdüşüm düzlemleri seçilerek,

» Doğrunun gerçek boyu farklı temel izdüşüm düzlemlerinde bulunarak **yapılabilir.**



Bir doğrunun gerçek boyu, farklı döndürme merkezi ve döndürme yönü ile de bulunabilir.

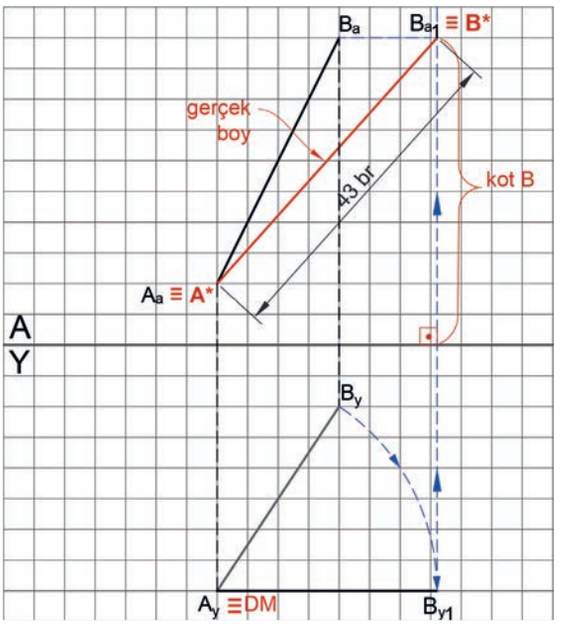
Döndürme ekseni (**DE**), doğrunun **A** noktasından **yataya dik** olarak geçmektedir.

Buna göre **A_y ≡ DM**'dir.

Döndürme işlemi **yatayda**, saat ibresinin

dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.

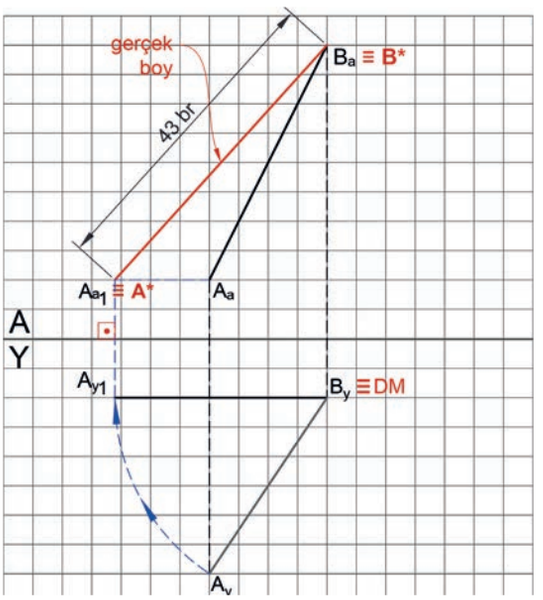


Döndürme ekseni (**DE**), doğrunun **B** noktasından **yataya dik** olarak geçmektedir.

Buna göre **B_y≡ DM'**dir.

Döndürme işlemi **yatayda,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.

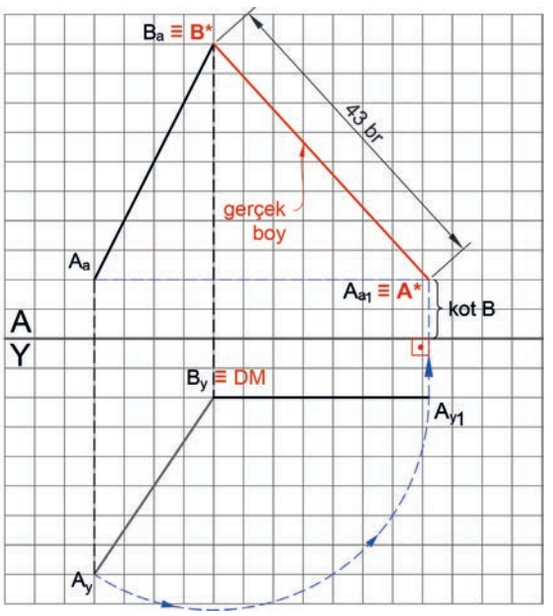


Döndürme ekseni (**DE**), doğrunun **B** noktasından **yataya dik** olarak geçmektedir.

Buna göre **B_y≡ DM'**dir.

Döndürme işlemi **yatayda,** saat ibresi dönüşünün **tersi** yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.



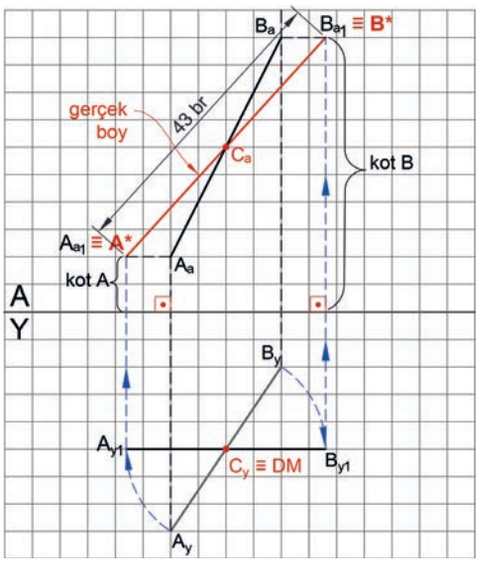
Döndürme ekseni (**DE**), doğru üzerindeki bir **C** noktasından **yataya dik** olarak geçmektedir.

Not: Burada **C** noktası doğrunun tam orta noktası olarak alınmıştır.

Buna göre $\mathbf{C_y \equiv DM}$'dir.

Döndürme işlemi **yatayda,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.

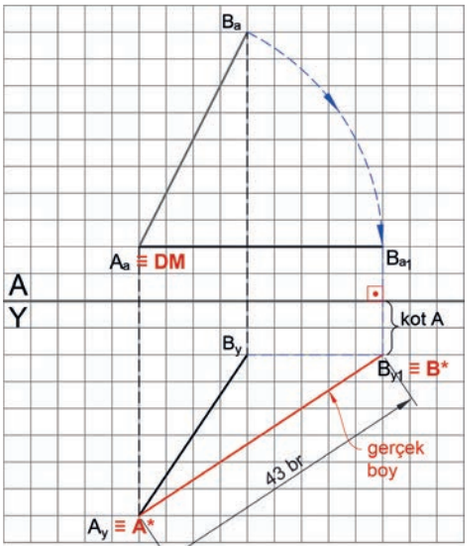


Döndürme ekseni (**DE**), doğrunun **A** noktasından **alına dik** olarak geçmektedir.

Buna göre $\mathbf{A_a \equiv DM}$'dir.

Döndürme işlemi **alında,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** yatay izdüşüm düzlemi üzerindedir.

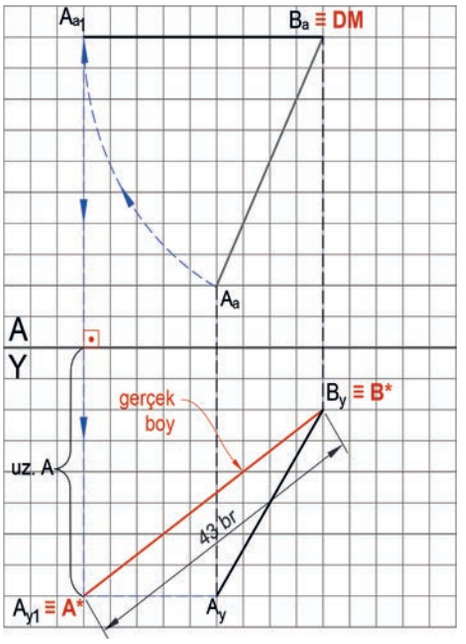


Döndürme ekseni (**DE**), doğrunun **B** noktasından **alına dik** olarak geçmektedir.

Buna göre $\mathbf{B_a \equiv DM}$'dir.

Döndürme işlemi **alında,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** yatay izdüşüm düzlemi üzerindedir.



204

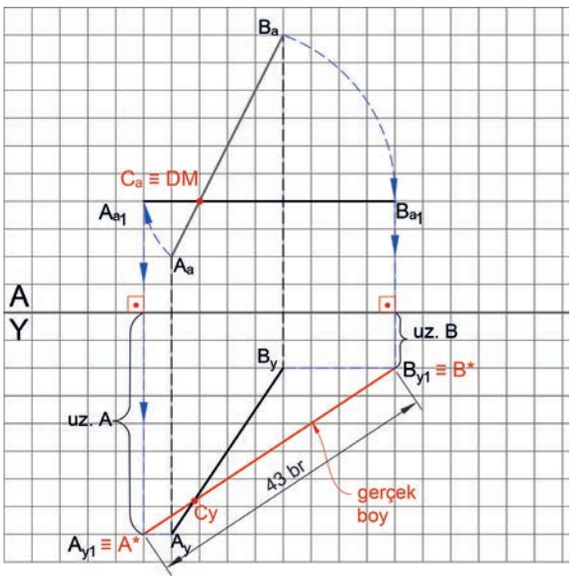
Döndürme ekseni (**DE**), doğru üzerindeki bir **C** noktasından **alına dik** olarak geçmektedir.

Not: Burada **C** noktası doğru üzerinde herhangi bir yerde alınmıştır.

Buna göre **C_a≡ DM'**dir.

Döndürme işlemi **alında,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** yatay izdüşüm düzlemi üzerindedir.

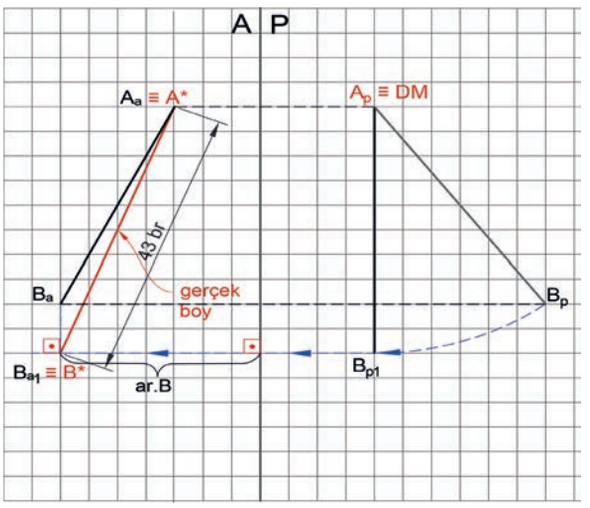


Döndürme ekseni (**DE**), doğru üzerindeki bir **A** noktasından **profile dik** olarak geçmektedir.

Buna göre **A_p≡ DM**'dir.

Döndürme işlemi **profilde,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.



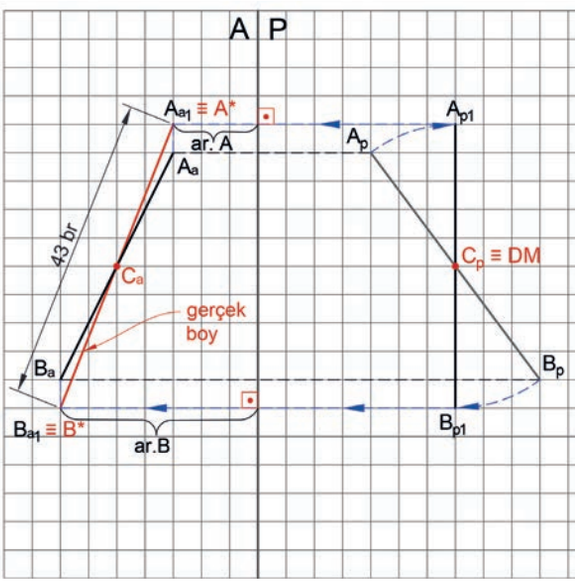
Döndürme ekseni (**DE**), doğru üzerindeki bir **C** noktasından **profile dik** olarak geçmektedir.

Buna göre **C_p≡ DM**'dir.

Döndürme işlemi **profilde,** saat ibresinin dönüş yönünde yapılmıştır.

Gerçek boy **A*B*,** alın izdüşüm düzlemi üzerindedir.

Not: Çözüm farklılıklarının gerçek boyu değiştirmediği gözlemlenmektedir.

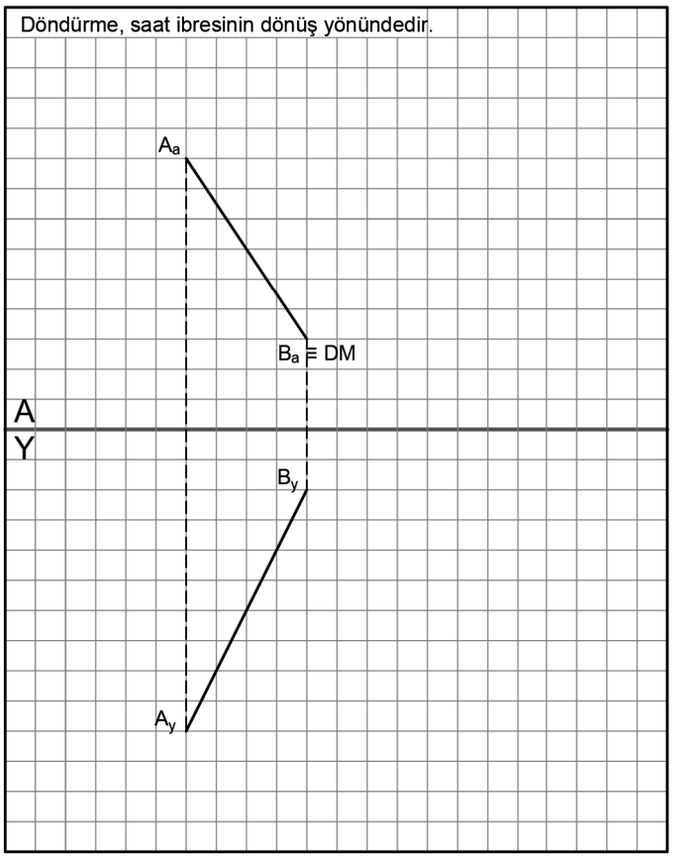


SIRA SİZDE

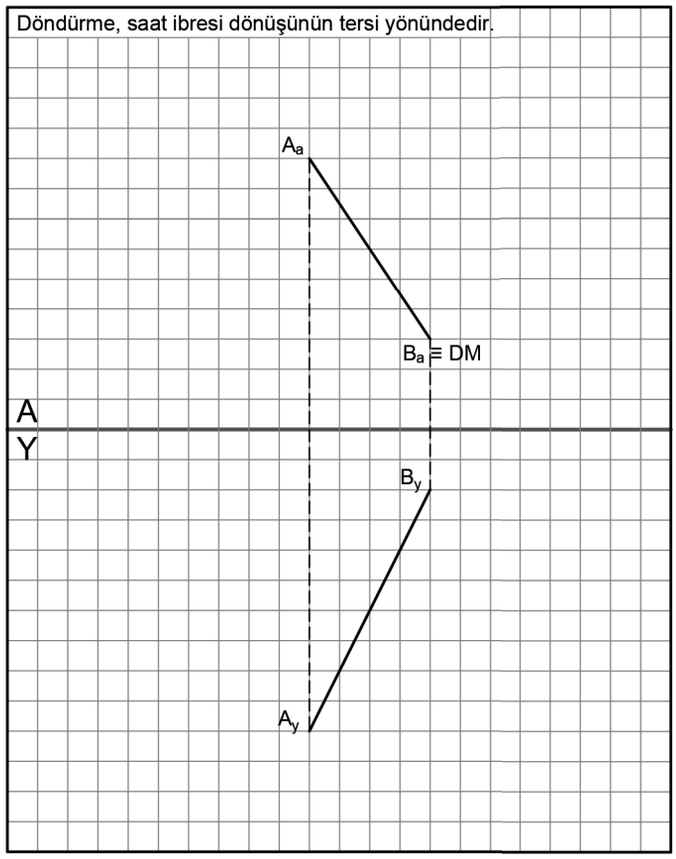
6.1a

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların **gerçek boylarını** verilen **döndürme merkezi** ve **döndürme yönüne** göre bulunuz.

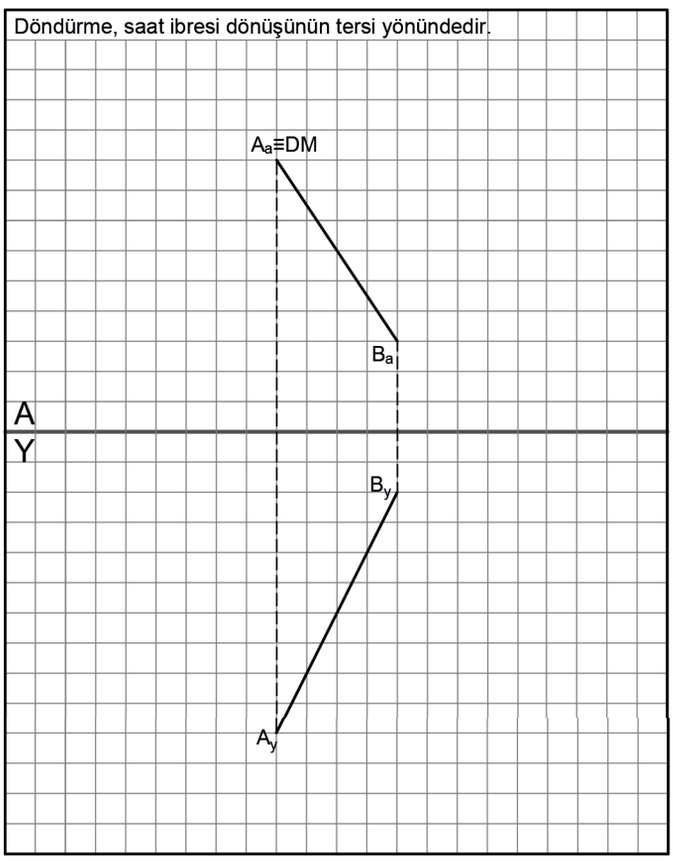
Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.



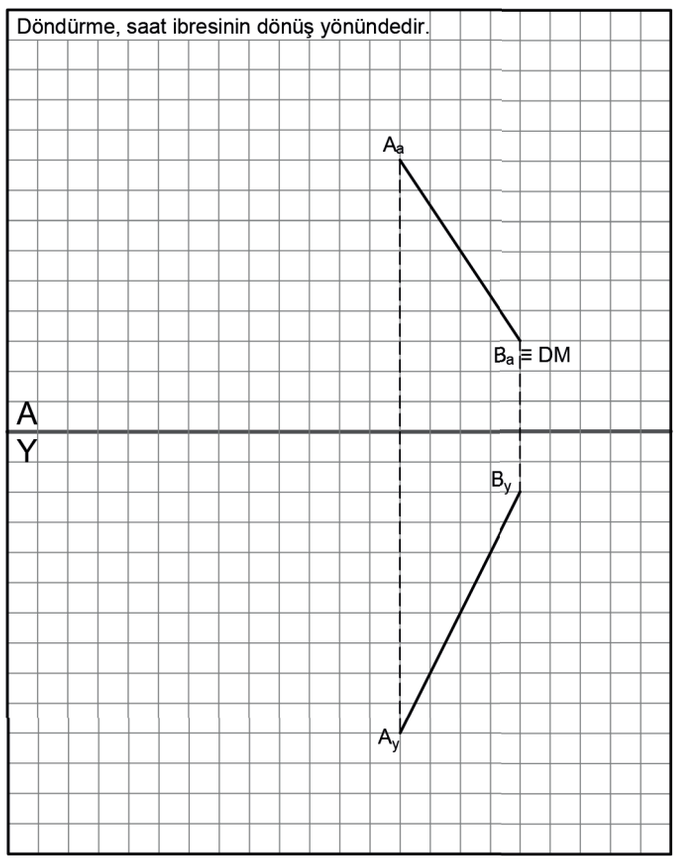
Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.

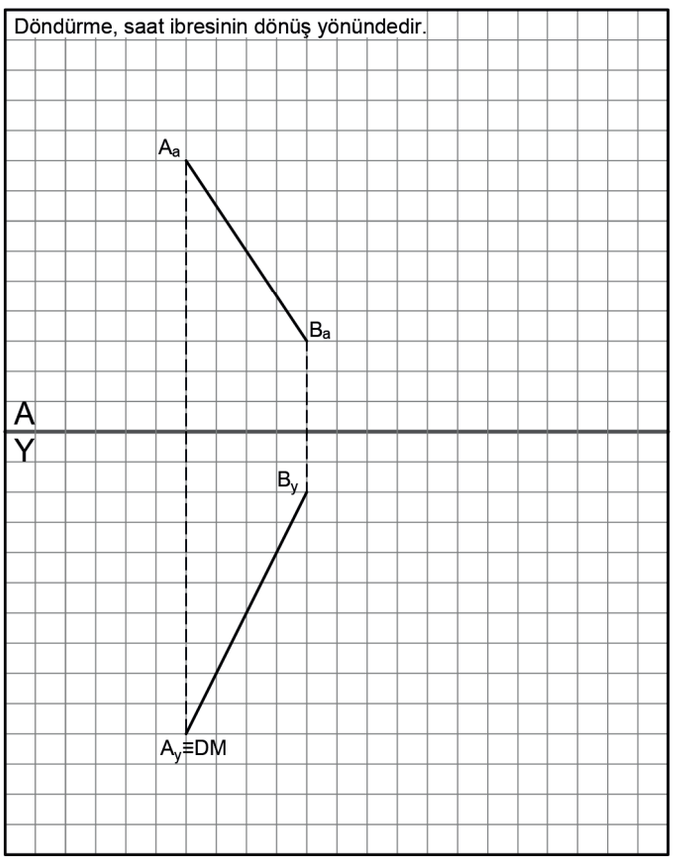


SIRA SİZDE

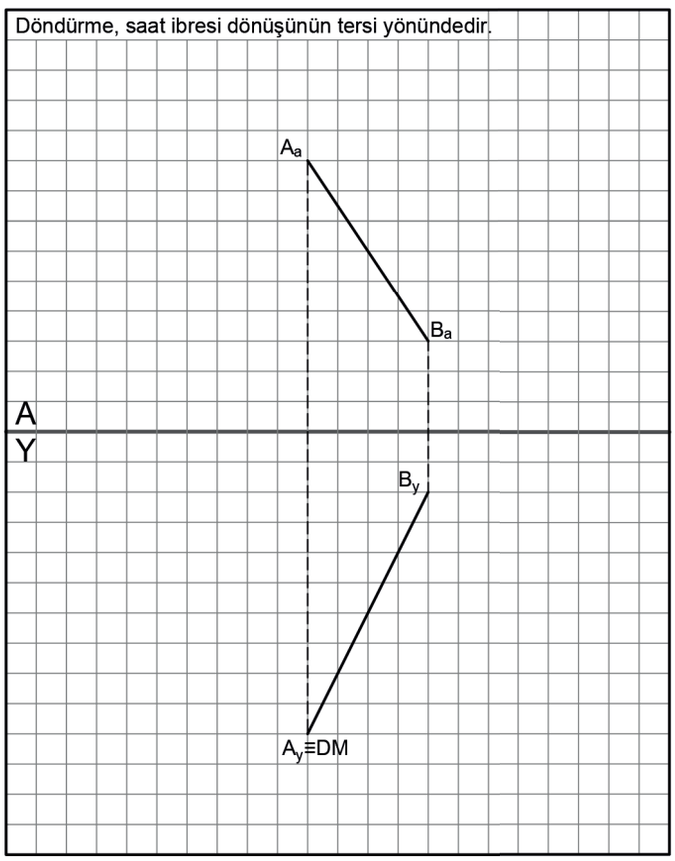
6.1b

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların **gerçek boylarını** verilen **döndürme merkezi** ve **döndürme yönüne** göre bulunuz.

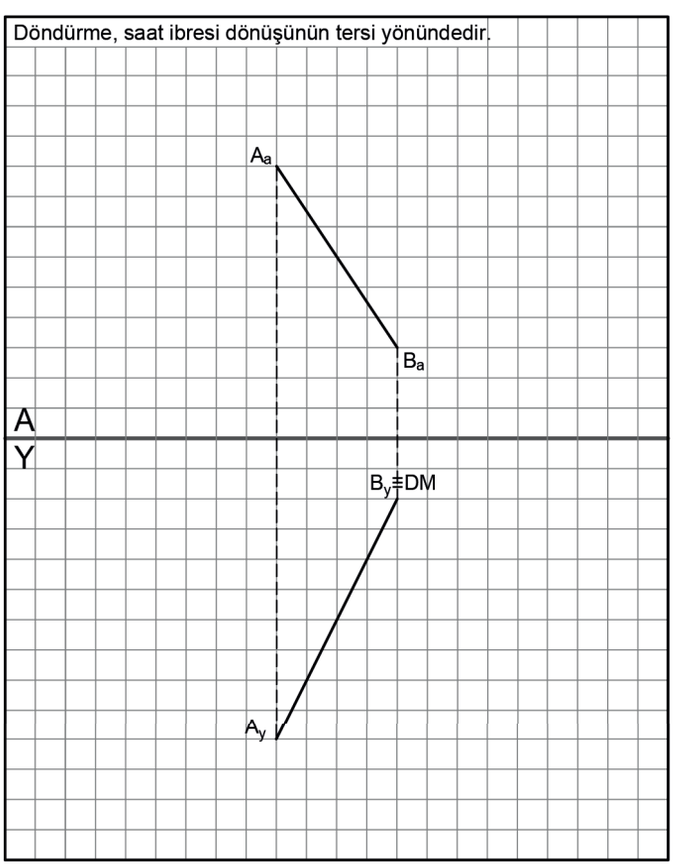
Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.



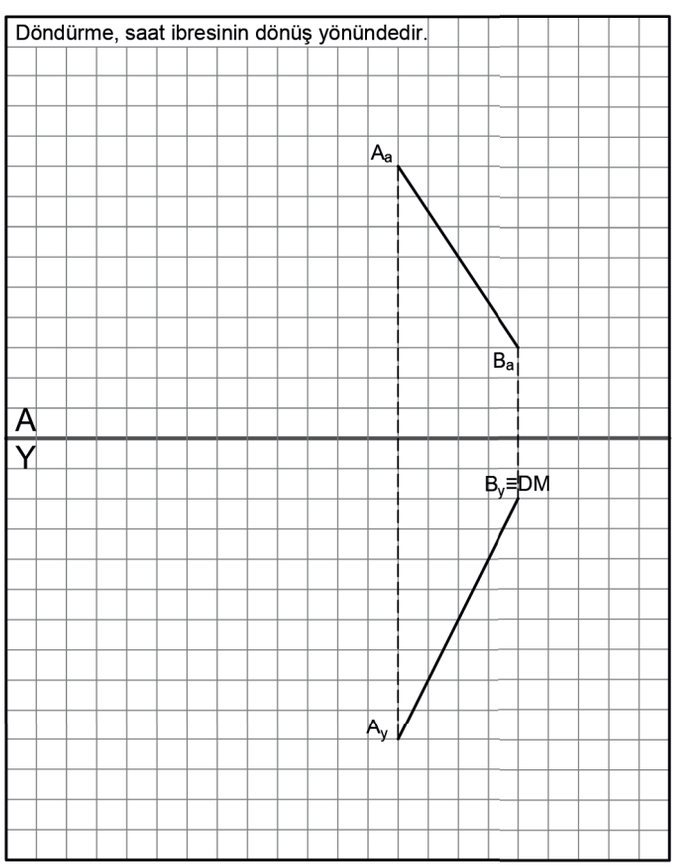
Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.

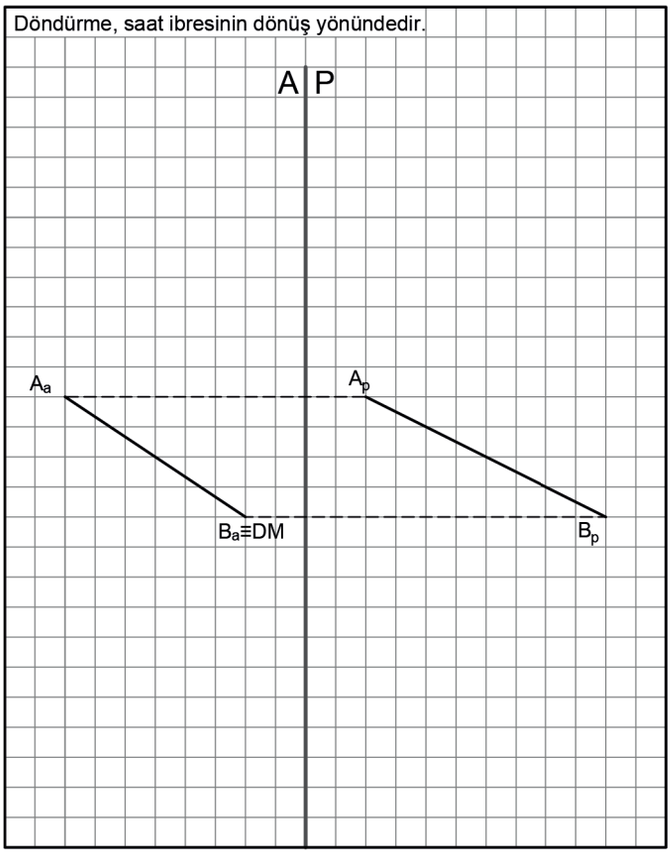


SIRA SİZDE

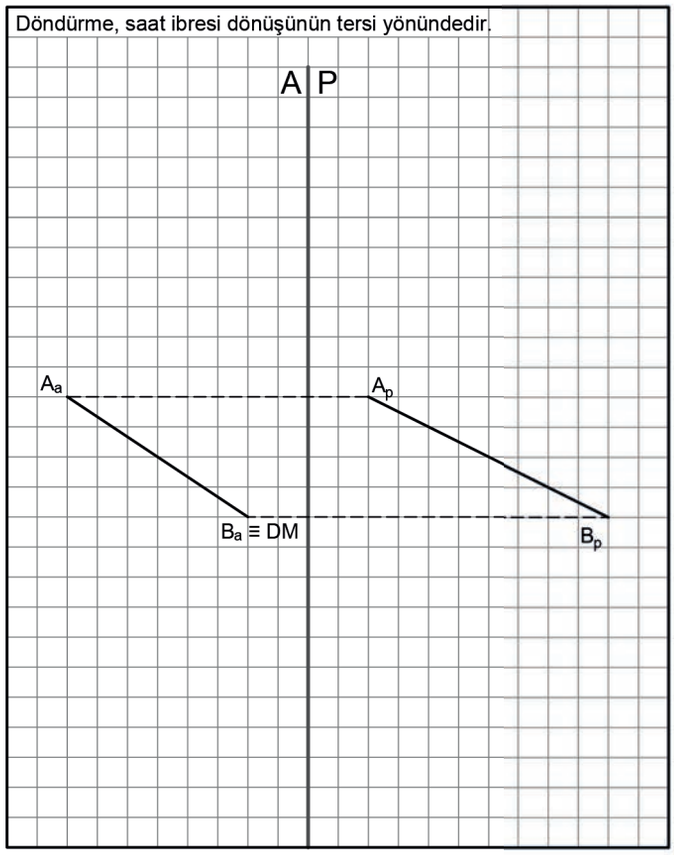
6.1c

Aşağıda alın ve profil izdüşümleri görülen doğruların **gerçek boylarını** verilen **döndürme merkezi** ve **döndürme yönüne** göre bulunuz.

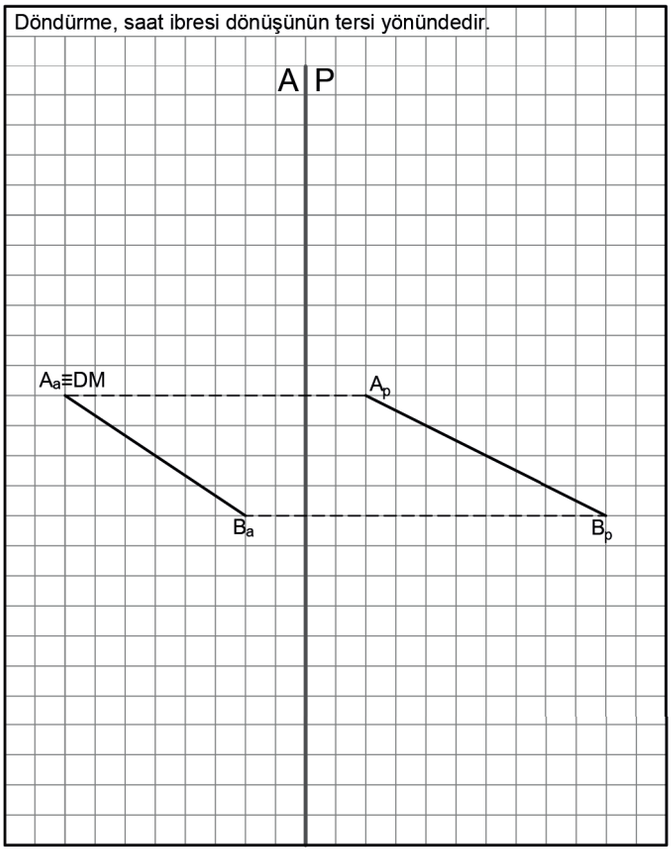
Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.



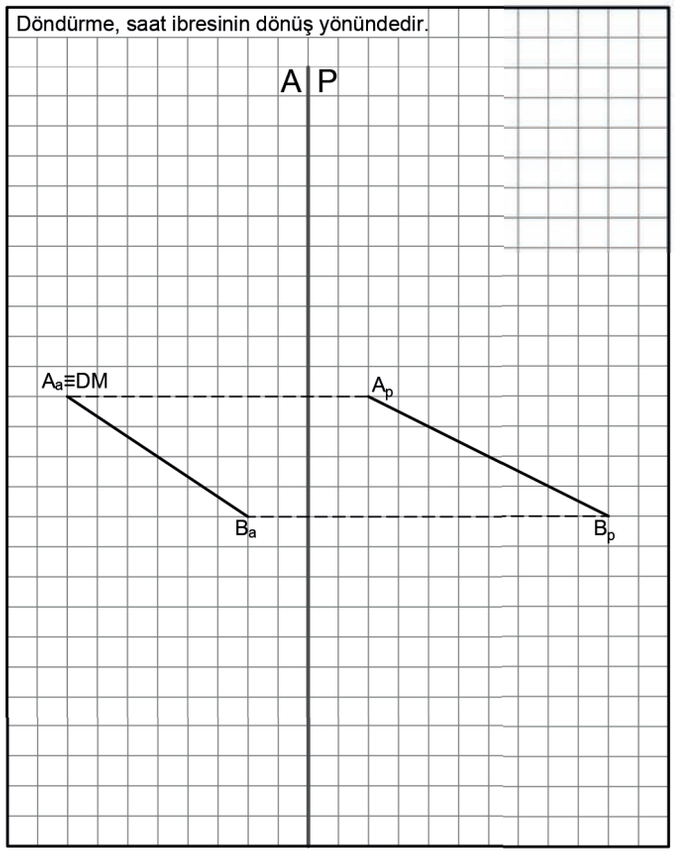
Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.

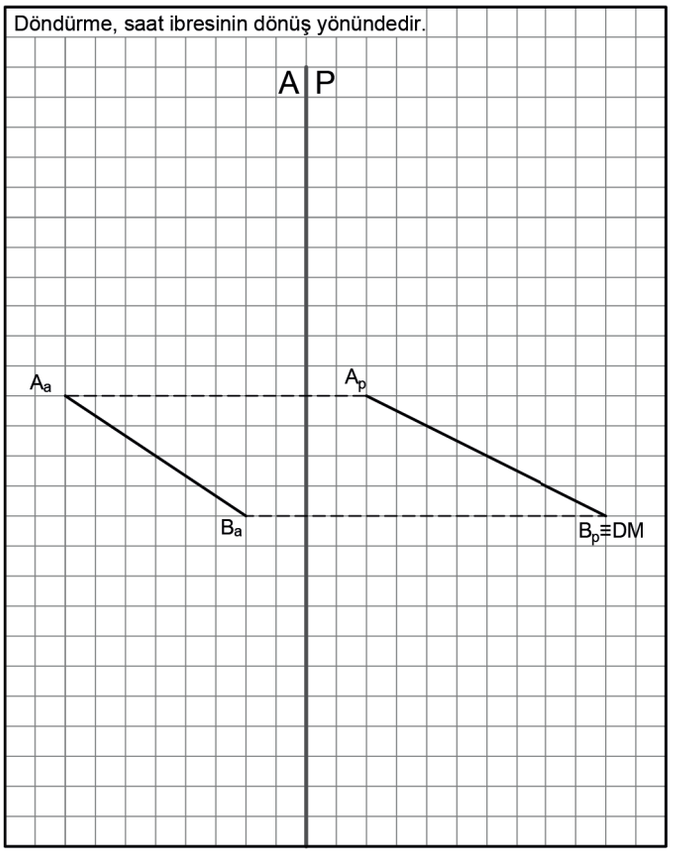


SIRA SİZDE

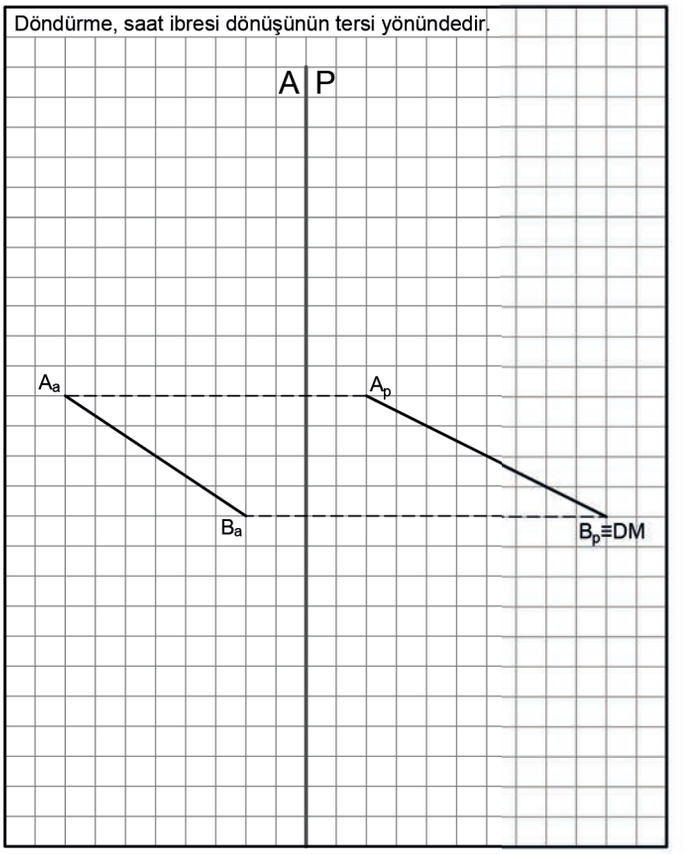
6.1d

Aşağıda alın ve profil izdüşümleri görülen doğruların **gerçek boylarını** verilen **döndürme merkezi** ve **döndürme yönüne** göre bulunuz.

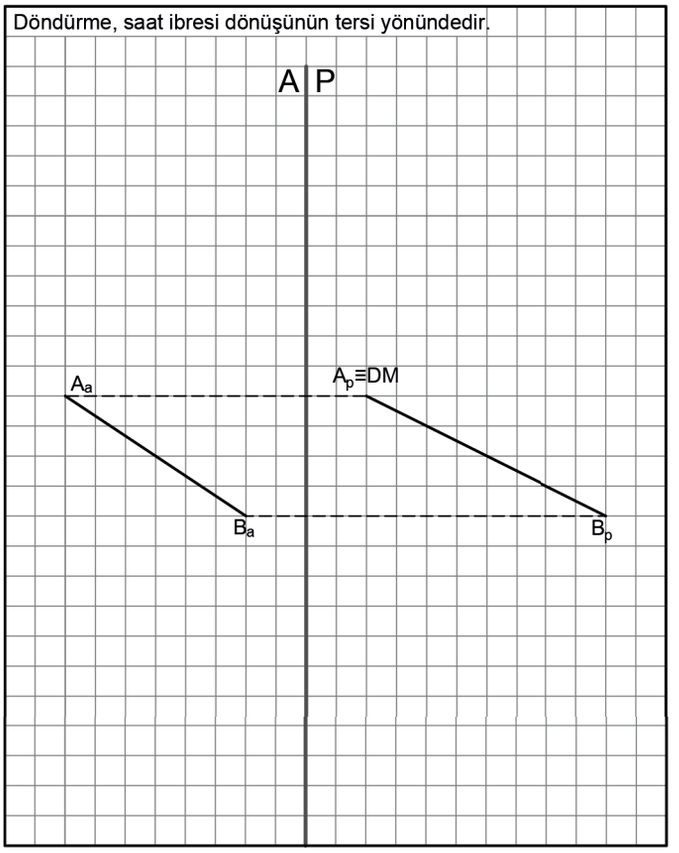
Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.



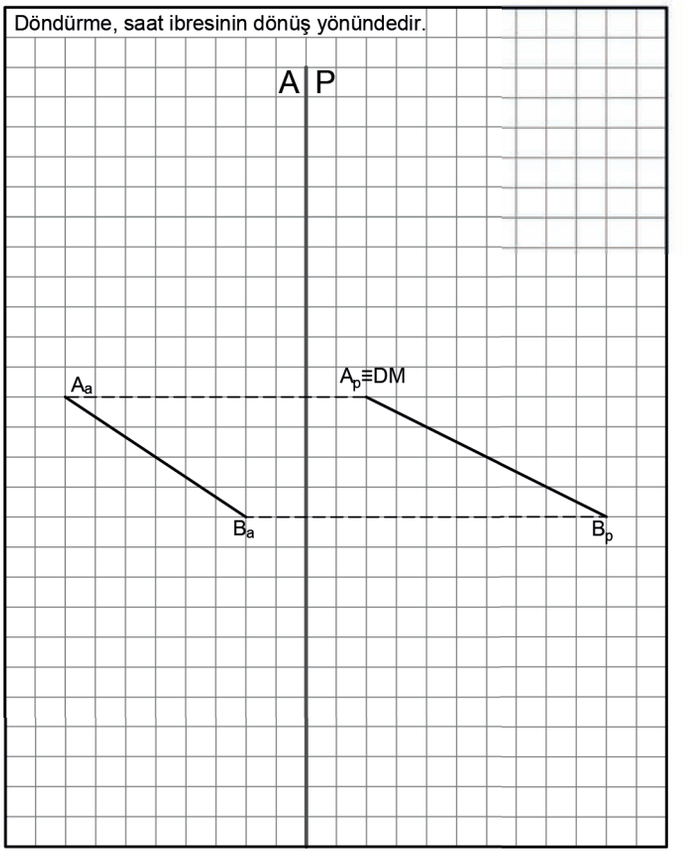
Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.

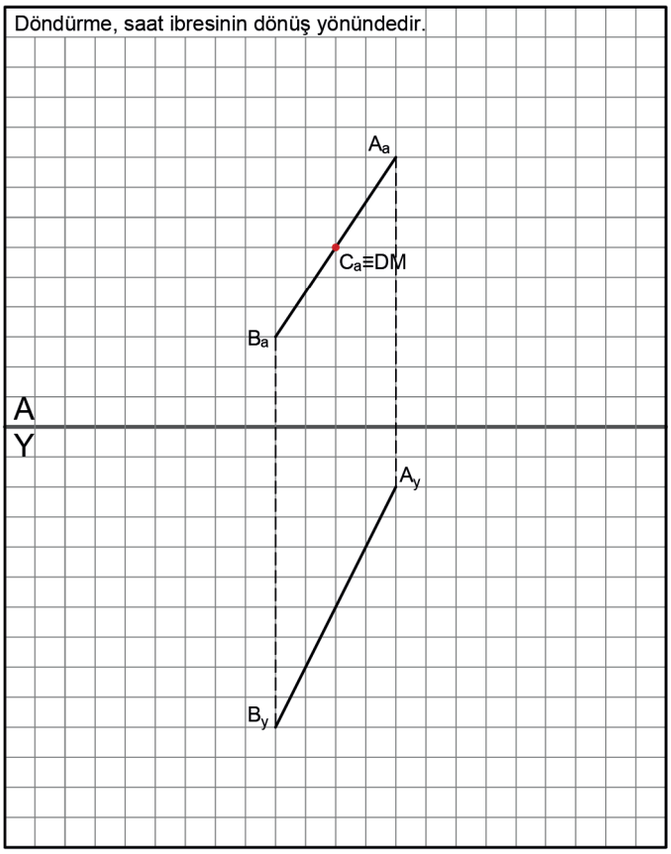


SIRA SİZDE

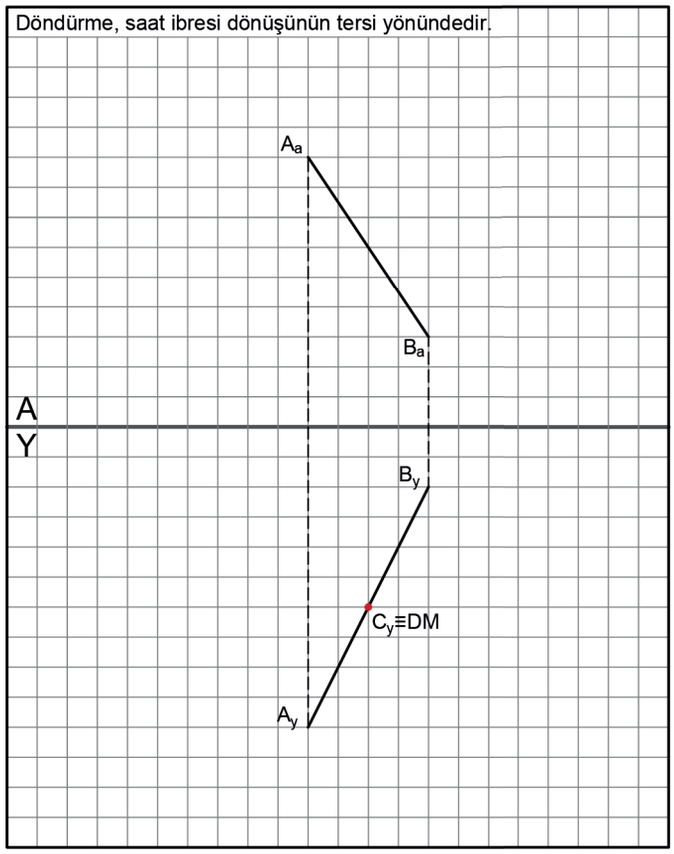
6.1e

Aşağıda alın-yatay ve alın-profil izdüşümleri görülen doğruların **gerçek boylarını** verilen **döndürme merkezi** ve **döndürme yönüne** göre bulunuz.

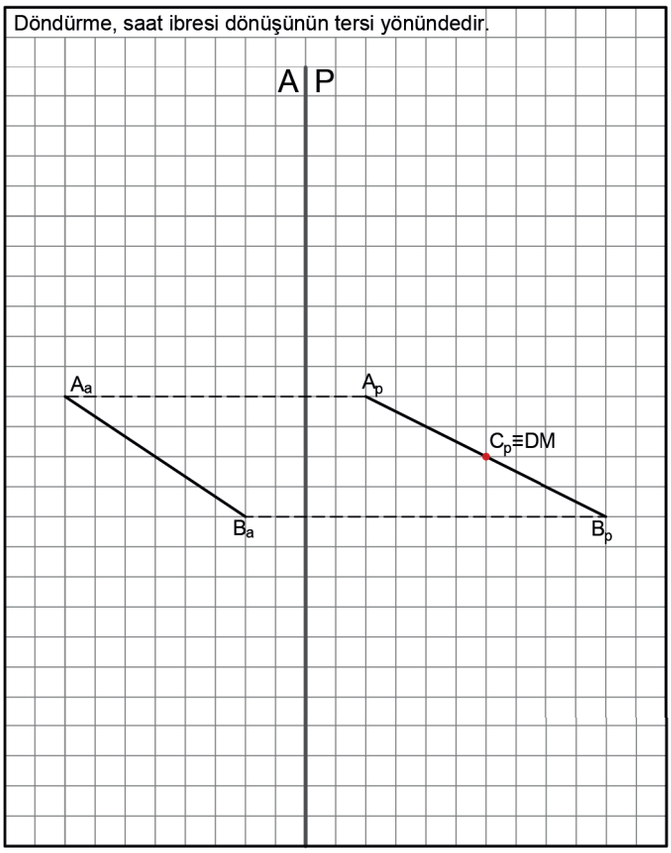
Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.



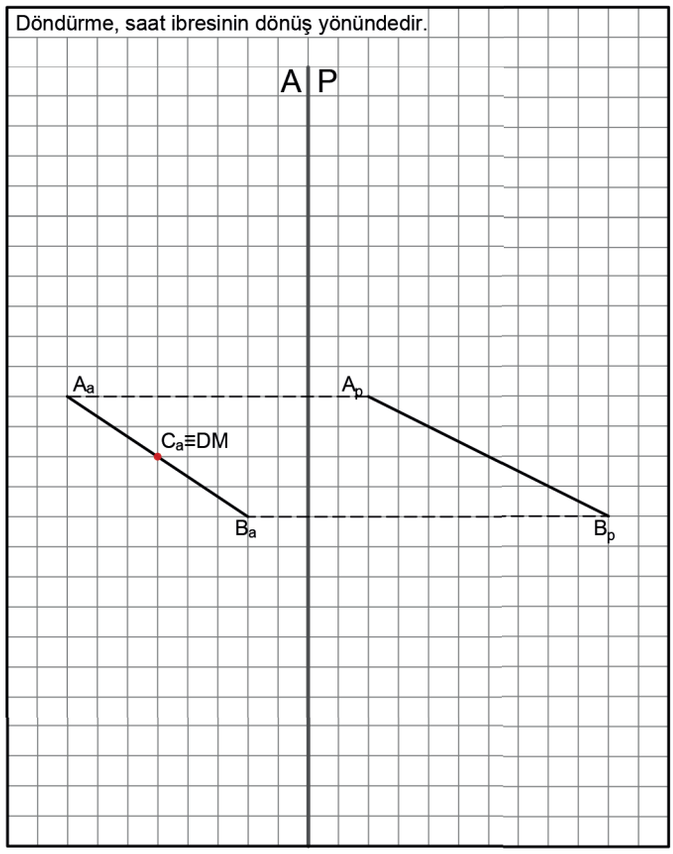
Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresi dönüşünün tersi yönündedir.



Döndürme, saat ibresinin dönüş yönündedir.

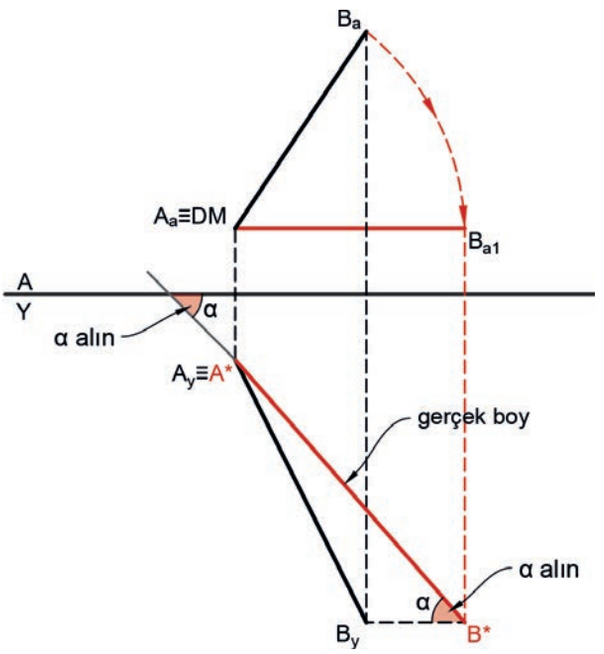


➤ Doğrunun Temel İzdüşüm Düzlemleriyle Yaptığı Açıyı Döndürme Metodu ile Bulma

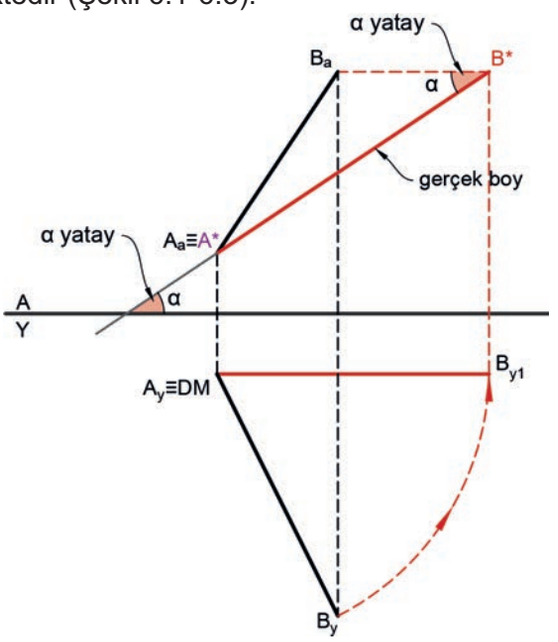
Doğrunun hangi temel izdüşüm düzlemi ile yaptığı açı bulunmak isteniyorsa döndürme ekseni (**DE**) o temel izdüşüm düzlemine dik olmalıdır. Bu da döndürme merkezinin (**DM**) o temel izdüşüm düzlemi üzerinde olduğunu ve döndürme işleminin o temel izdüşüm düzlemi üzerinde yapılacağını gösterir.

Döndürme metodu ile gerçek boy bulunduktan sonra aranılan açı, döndürmenin yapıldığı ve gerçek boyun bulunduğu temel izdüşüm düzlemlerinin arakesiti ile gerçek boyun uzantısı arasında kalan **α (alfa)** açısıdır.

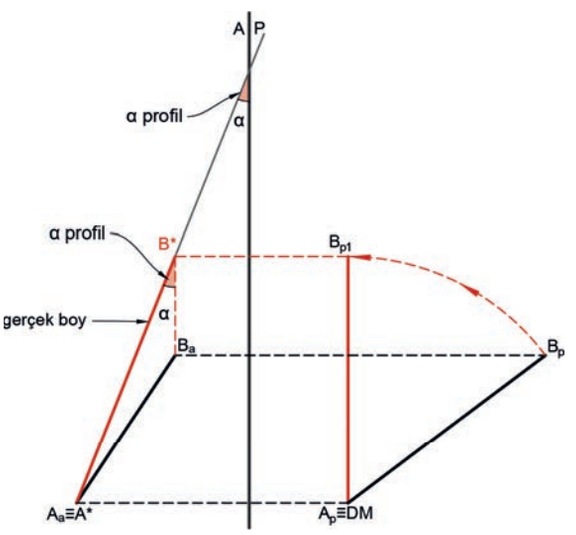
Aşağıdaki örneklerde döndürme metodu ile gerçek boyu bulunmuş bir **AB** doğrusunun temel izdüşüm düzlemleri ile yapmış olduğu açılar görülmektedir (Şekil 6.1-6.3).



Şekil 6.1: Doğru ile alın izdüşüm düzlemi arasındaki açı



Şekil 6.2: Doğru ile yatay izdüşüm düzlemi arasındaki açı

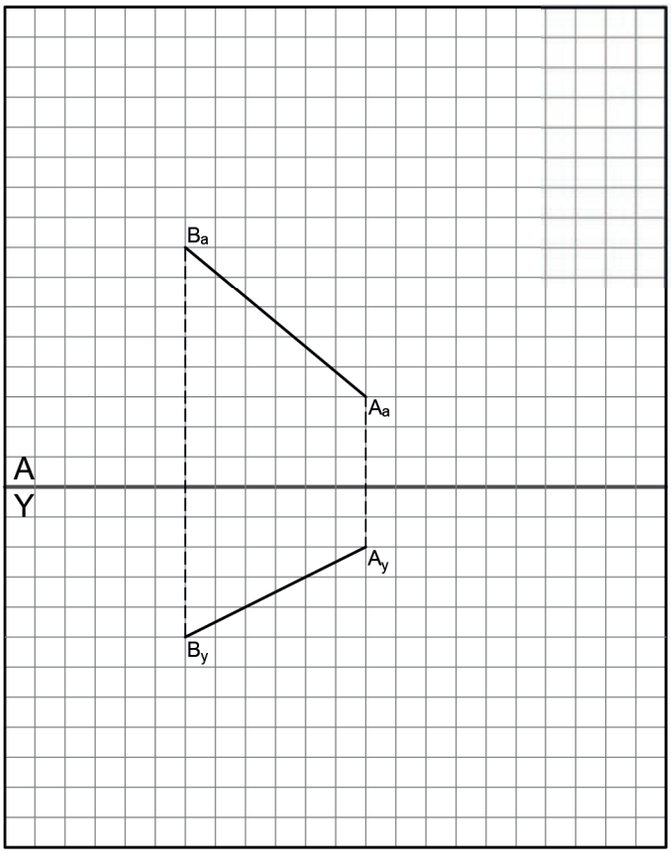


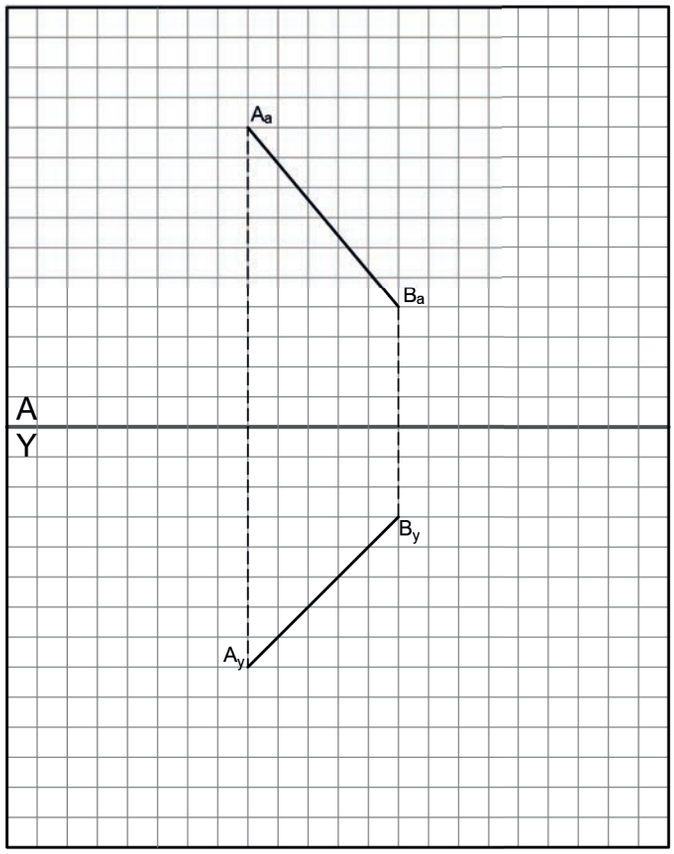
Şekil 6.3: Doğru ile profil izdüşüm düzlemi arasındaki açı

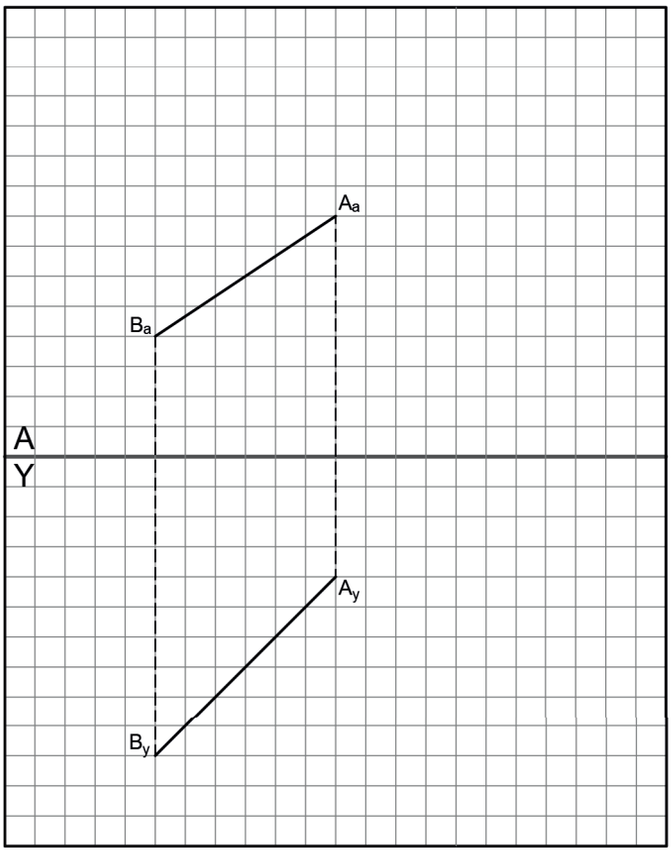
SIRA SİZDE

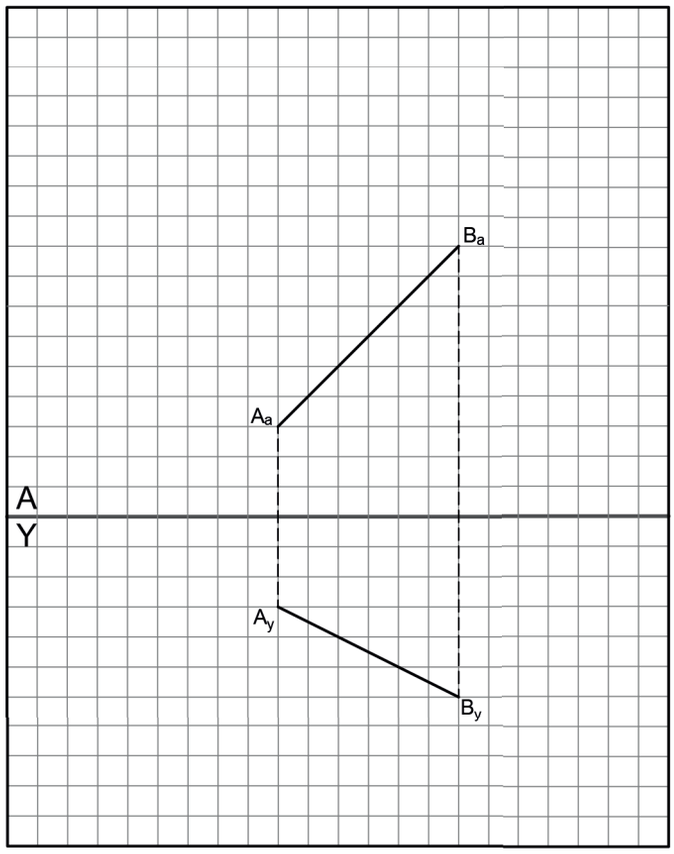
6.1f

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların alın izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **döndürme metodunu** kullanarak gösteriniz.





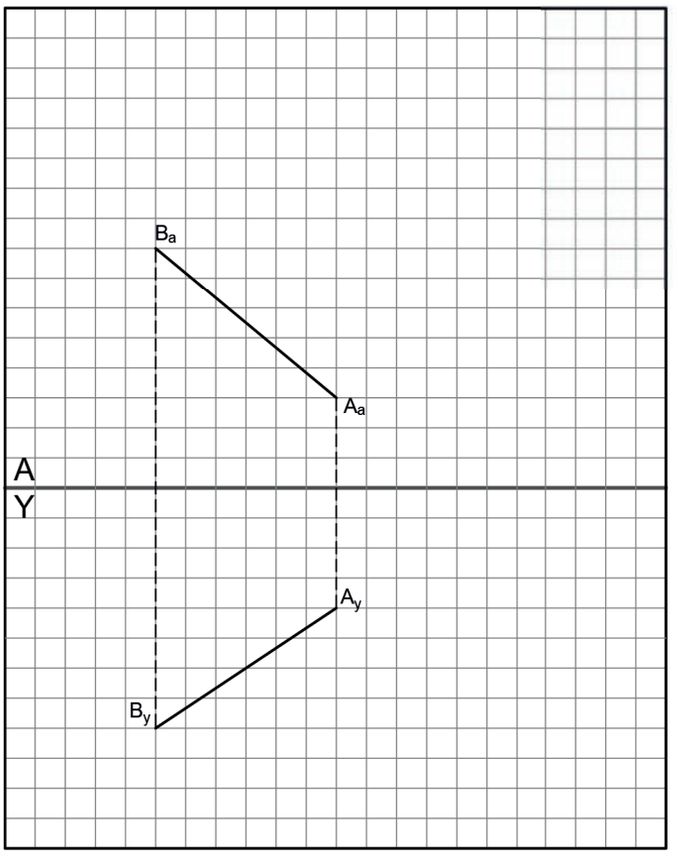


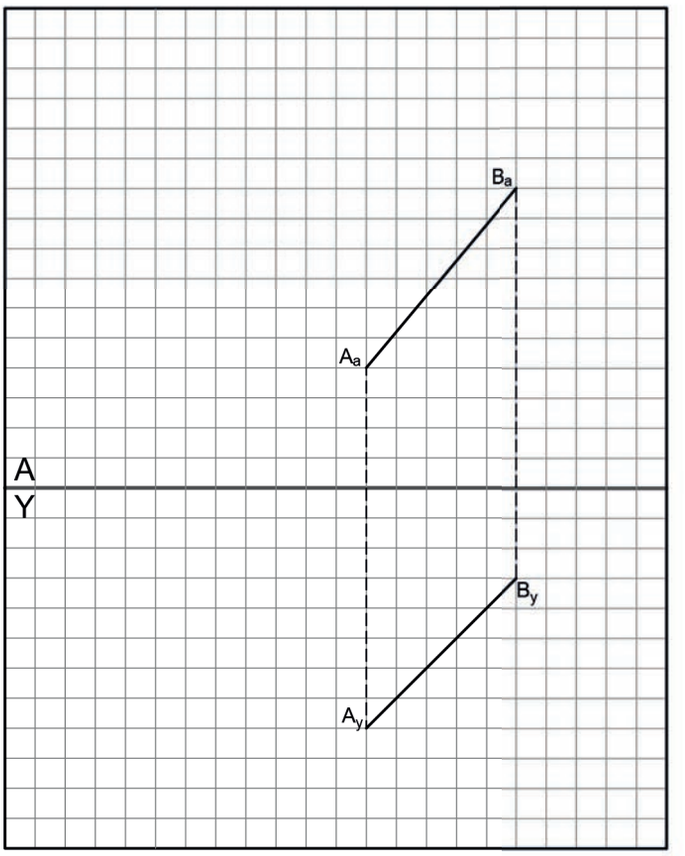


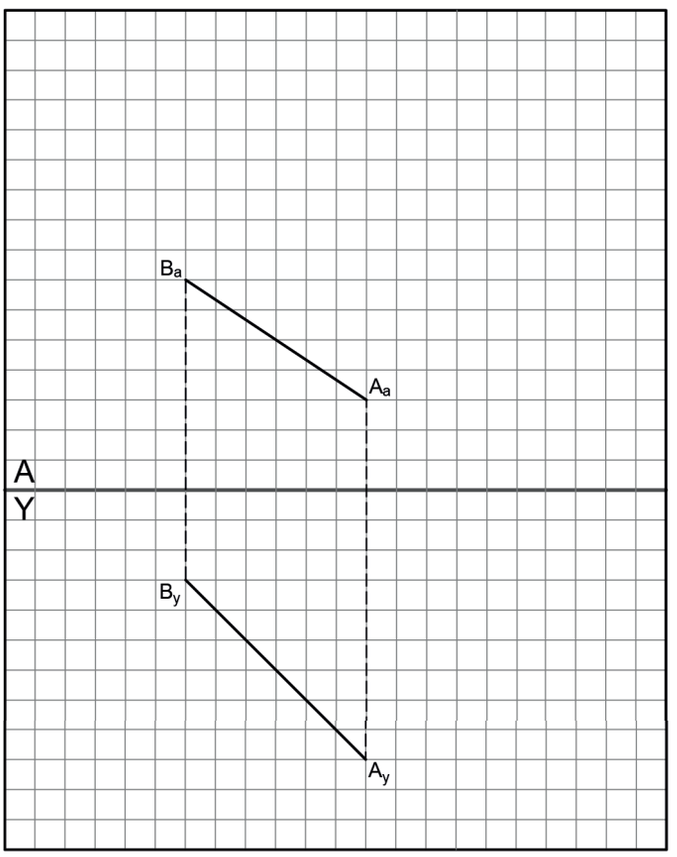
SIRA SİZDE

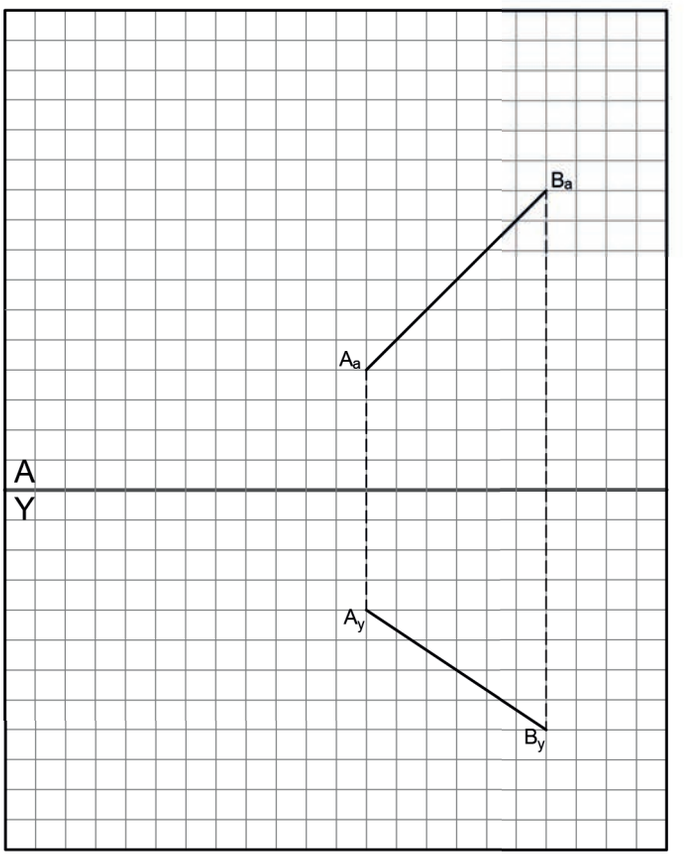
6.1g

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri görülen doğruların alın izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **döndürme metodunu** kullanarak gösteriniz.





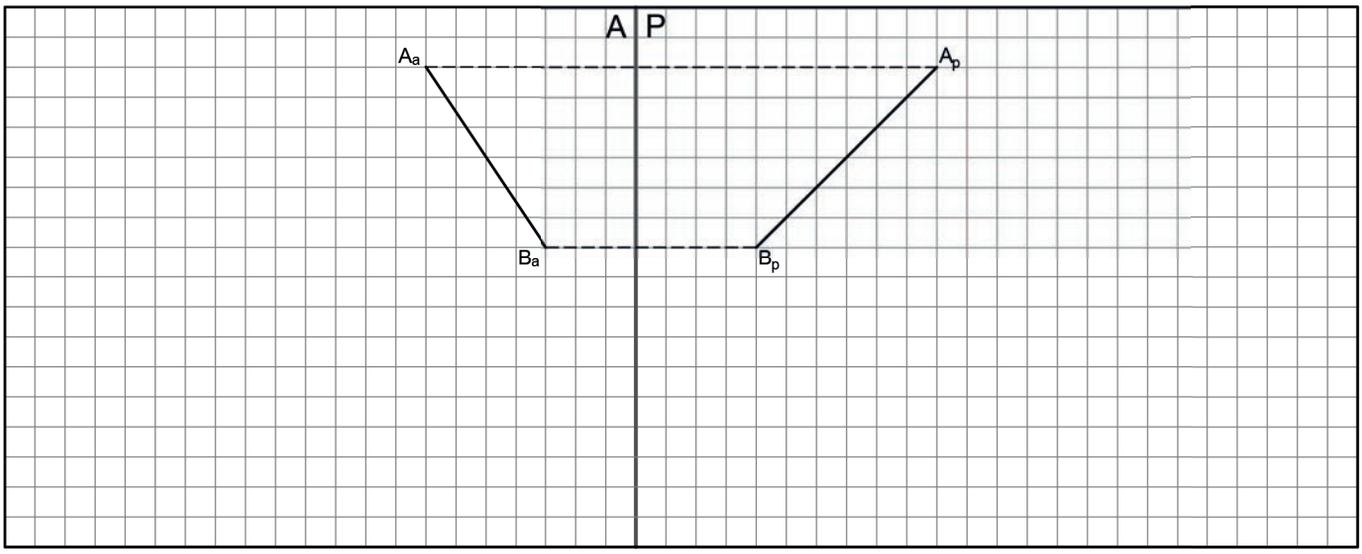


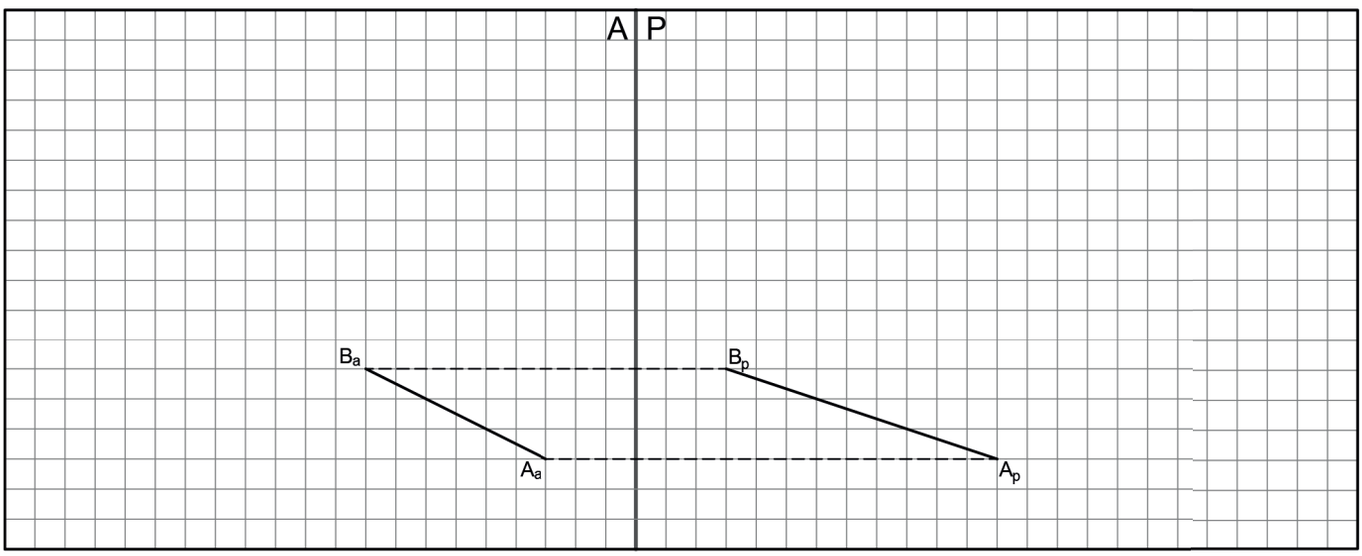


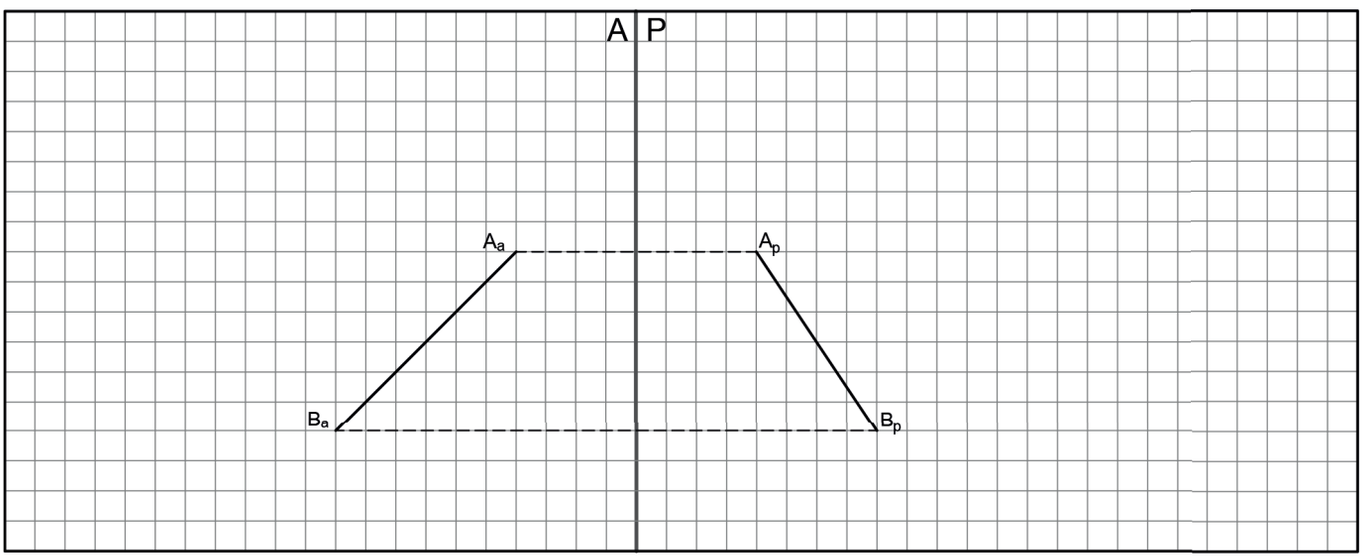
SIRA SİZDE

6.1h

Aşağıda alın ve profil izdüşümleri görülen doğruların profil izdüşüm düzlemi ile yapmış olduğu açıları **döndürme metodunu** kullanarak gösteriniz.







6.2. DÖNDÜRME METODU İLE DÜZLEMİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA

Gelişigüzel konumlu düzlemlerin gerçek büyüklüğünü bulabilmek için öncelikle çizgi görüntüsünün bulunması gerekir.

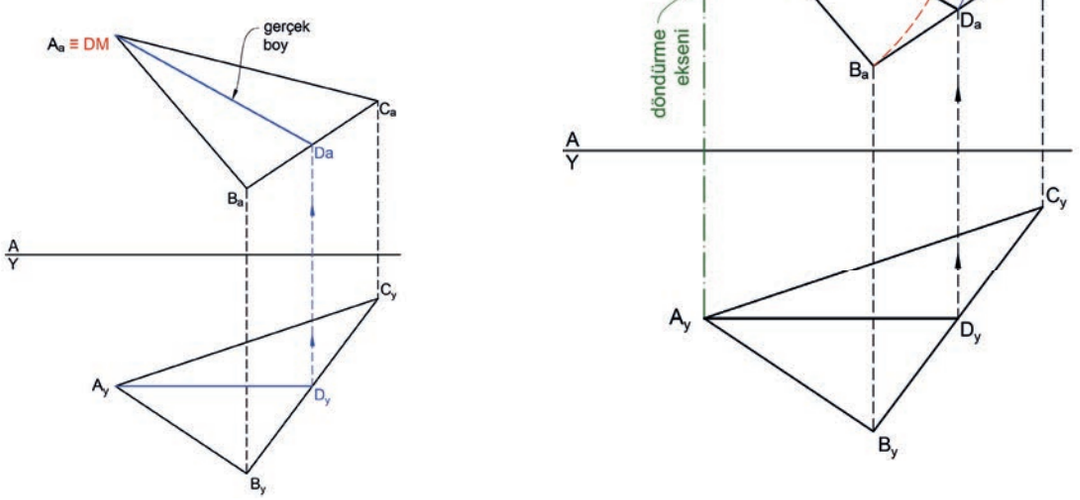
6.2.1. Döndürme Metodu ile Gelişigüzel Konumlu Düzlemin Çizgi Görüntüsünü Bulma

Bir düzlem, herhangi bir temel izdüşüm düzlemi üzerinde döndürme metodu ile çizgi konumuna getirilebilir. Bunun için düzlemin temel izdüşümlerinden herhangi ikisi alınarak **sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:**

- Çizgi görüntüsünün hangi temel izdüşüm düzleminde bulunması isteniyorsa döndürme işlemi diğer temel izdüşüm düzlemi üzerinde yapılır. Örnekte çizgi görüntüsünün **yatay**da bulunması istendiği için döndürme işlemi alın izdüşüm düzleminde yapılmalıdır.

- Döndürmenin yapılacağı temel izdüşüm düzlemi üzerinde düzlemin gerçek boy görüntüsü veren özel doğrusu belirlenir. Bu özel doğrunun düzlemin köşe noktalarının birinden geçmesi ve aynı zamanda döndürme ekseninin de aynı köşe noktadan geçirilmesi işlemlerde kolaylık sağlar.

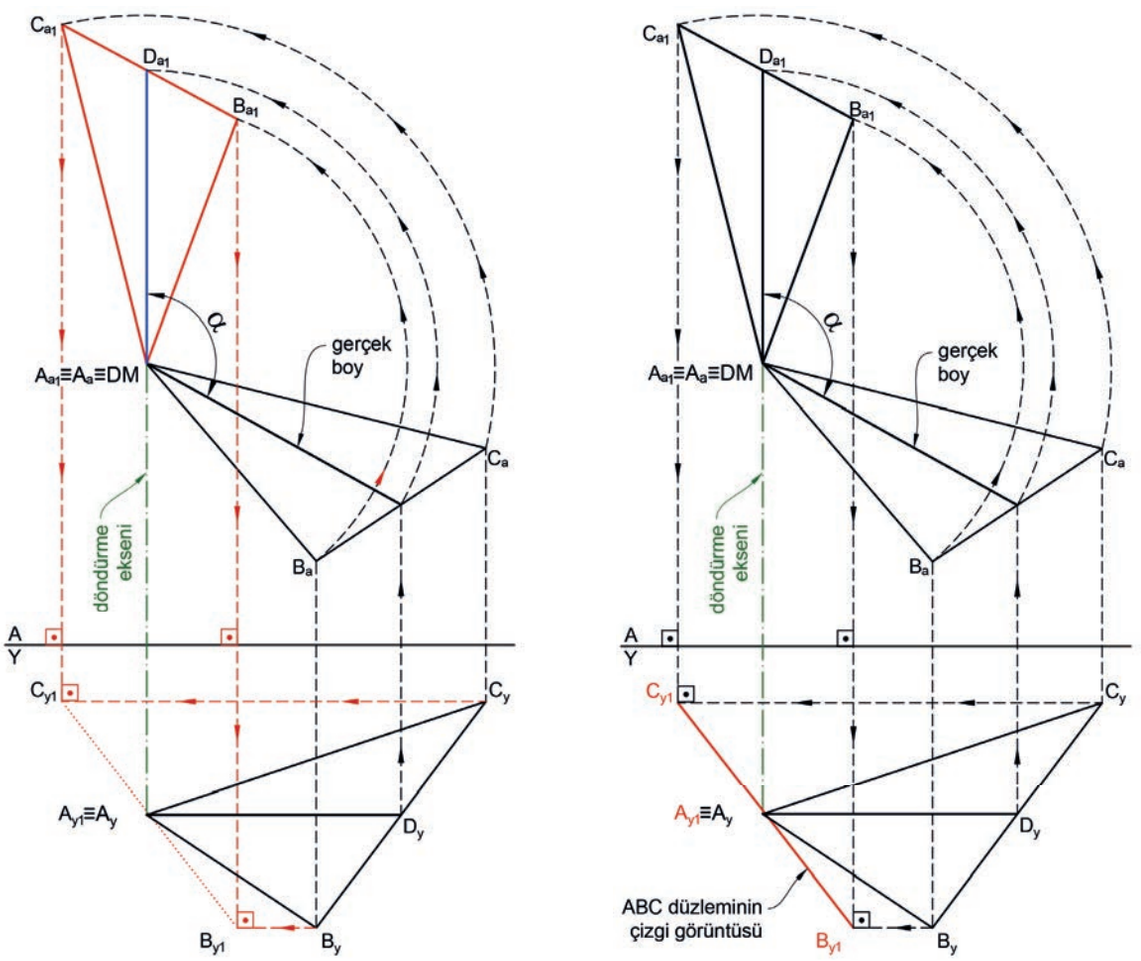
Not: Döndürme işlemi **alın**da yapılacağı için düzlemin **AD** alın doğrusu çizilmiştir. Döndürme ekseni, **A** köşe noktasından geçmektedir. Buna göre $\mathbf{A_a}$ noktası döndürme merkezidir **(A_a≡DM).**



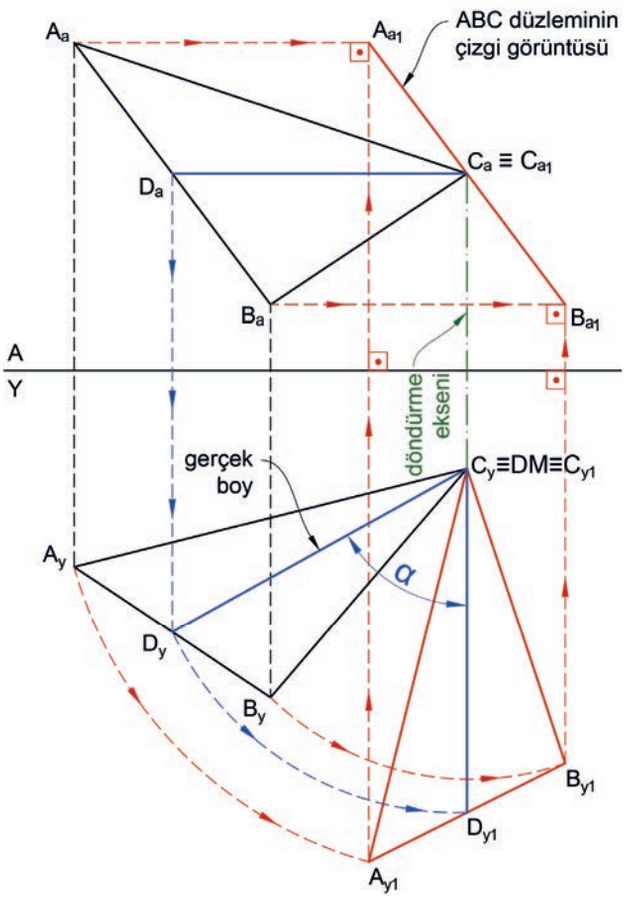
Şekil 6.4: Gelişigüzel konumlu düzlemin özel doğrusunun çizimi ve döndürme açısının (**α**) tespiti

- Doğrunun gerçek boyu, temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitine dik konuma gelinceye kadar, döndürme merkezi etrafında bir **α** açısı kadar döndürülür. Şekil 6.4'te **AD** alın doğrusu, **döndürme merkezi (A_a)** etrafında **A/Y** arakesitine dik konuma gelinceye kadar, bir **α açısı** kadar döndürülmüştür.

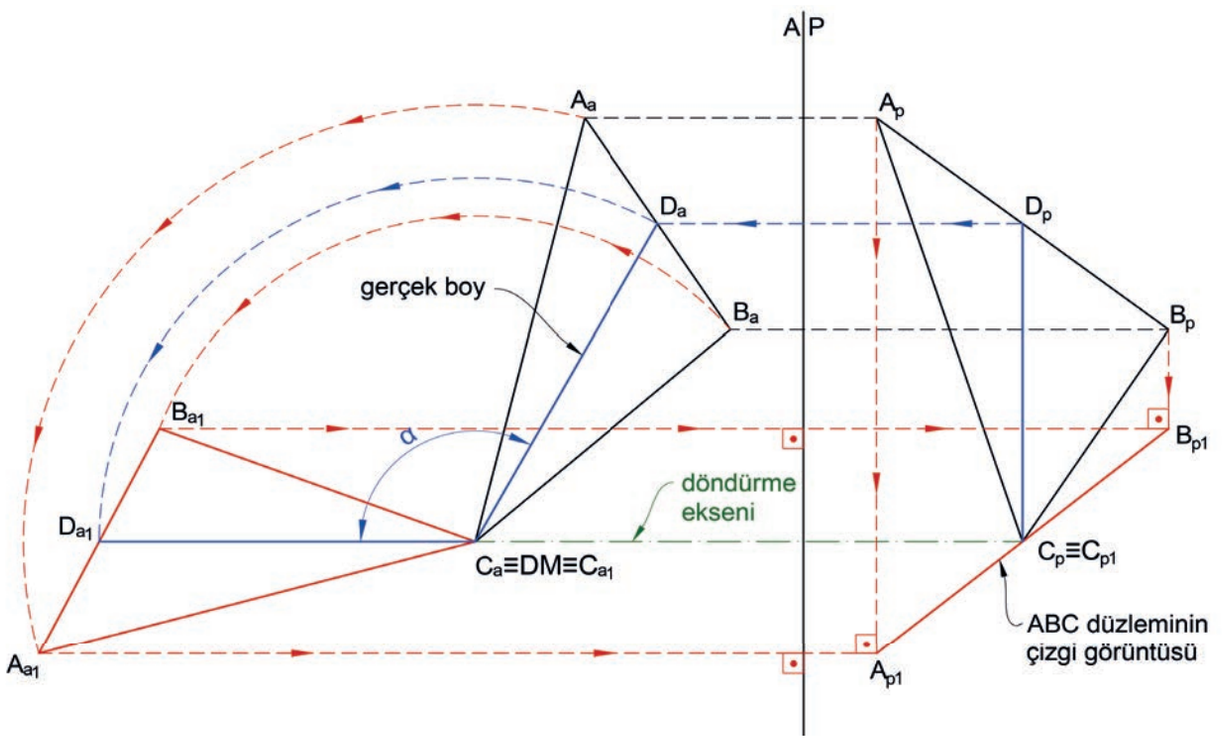
- Düzlemin döndürme merkezine bağlı kenarları da döndürme merkezi (**DM**) etrafında **α açısı** kadar döndürülür. Bu döndürme sonucunda döndürme merkezine bağlı bu kenarların diğer uç noktaları yer değiştirecektir. Şekil 6.5'te bu kenarlar **AB** ve **AC** kenarlarıdır, döndürme merkezi etrafında **α açısı** kadar döndürülmüşlerdir. Bu işlemler sonucunda epürde yeri değişen $\mathbf{B_a}$ ve $\mathbf{C_a}$ köşe noktaları da $\mathbf{B_{a1}}$ ve $\mathbf{C_{a1}}$ konumuna gelir ($\mathbf{A_a \equiv DM \equiv A_{a1}}$).
- Bu işlemler sonucunda **ABC** düzlemi, döndürme işleminin yapıldığı temel izdüşüm düzlemi üzerinde $\mathbf{A_{a1}B_{a1}C_{a1}}$ konumuna gelir.
- Düzlemin döndürme merkezi olan köşe noktasının dışında döndürülmüş diğer iki noktasından temel izdüşüm düzleminin arakesitine dikler inilir ve çıkılır. Çıkılan bu diklere düzlemin o temel izdüşüm düzlemi üzerindeki köşe noktalarından dikler inilir. Bu diklerin kesim noktaları, düzlemin döndürme merkezi olan köşe noktasının dışındaki köşe noktalarının o temel izdüşüm düzlemi üzerindeki yeri yani $\mathbf{C_{y1}}$ ve $\mathbf{B_{y1}}$ noktalarıdır. **A** noktası sabit olduğu için $\mathbf{A_{y1} \equiv Ay}$'dir.
- Sonuç olarak $\mathbf{A_{y1}B_{y1}C_{y1}}$ **yatay**da aynı doğrultu üzerinde olup **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü verirler (Şekil 6.5-6.7).



Şekil 6.5: ABC düzleminin **yatay**daki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi



Şekil 6.6: ABC düzleminin **alın**daki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi



Şekil 6.7: ABC düzleminin **profil**deki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi

SIRA SİZDE

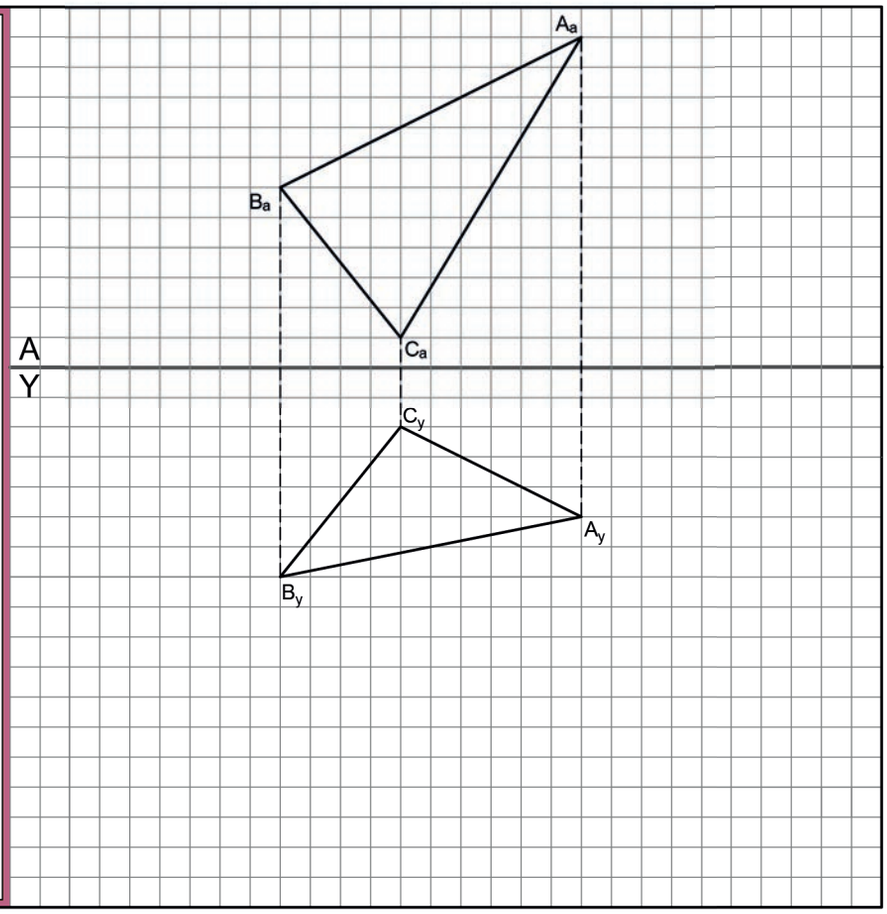
6.2.1

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü döndürme metodunu kullanarak yatay izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresinin dönüş yönünde yapılacaktır.

* Döndürme merkezi

$(\mathbf{DM}) \equiv \mathbf{B_y}$

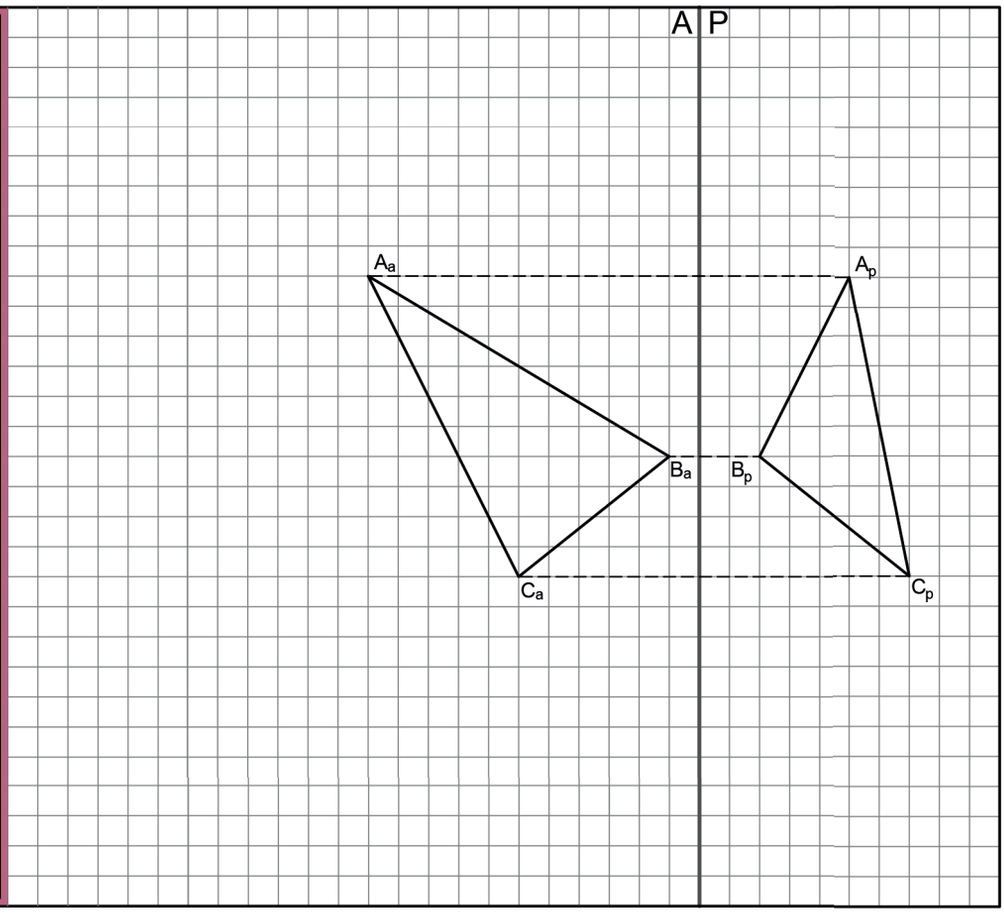


Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin çizgi görüntüsünü döndürme metodunu kullanarak profil izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresinin dönüş yönünde yapılacaktır.

* Döndürme merkezi

$(\mathbf{DM}) \equiv \mathbf{A_a}$



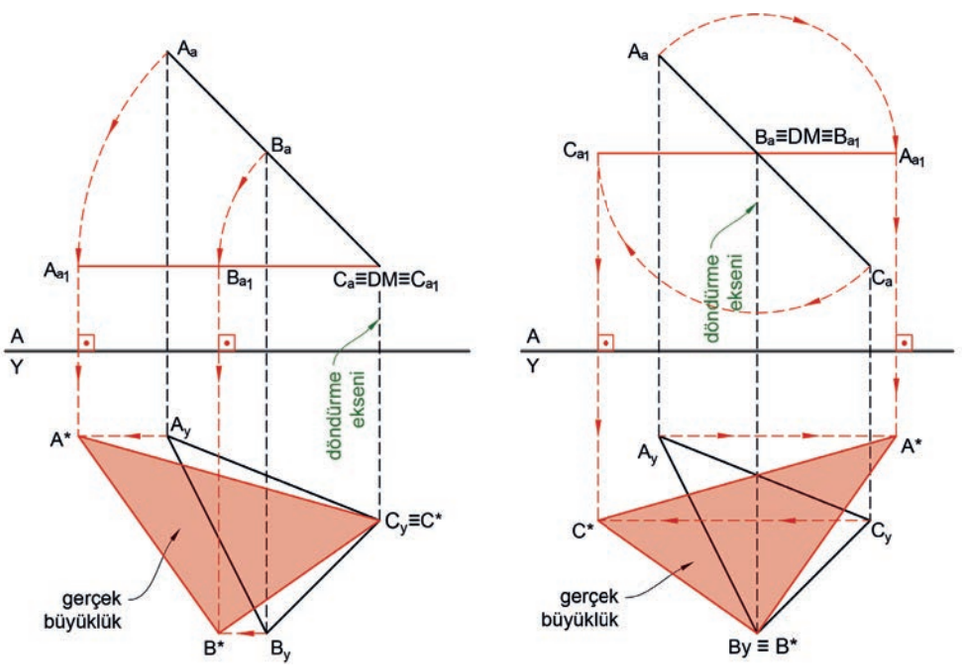
6.2.2. Döndürme Metodu ile Özel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma

Yardımcı izdüşüm metodunda belirtildiği gibi özel düzlemler herhangi bir temel izdüşüm düzlemine dik, diğer temel izdüşüm düzlemlerine gelişigüzel konumda olan düzlemlerdir.

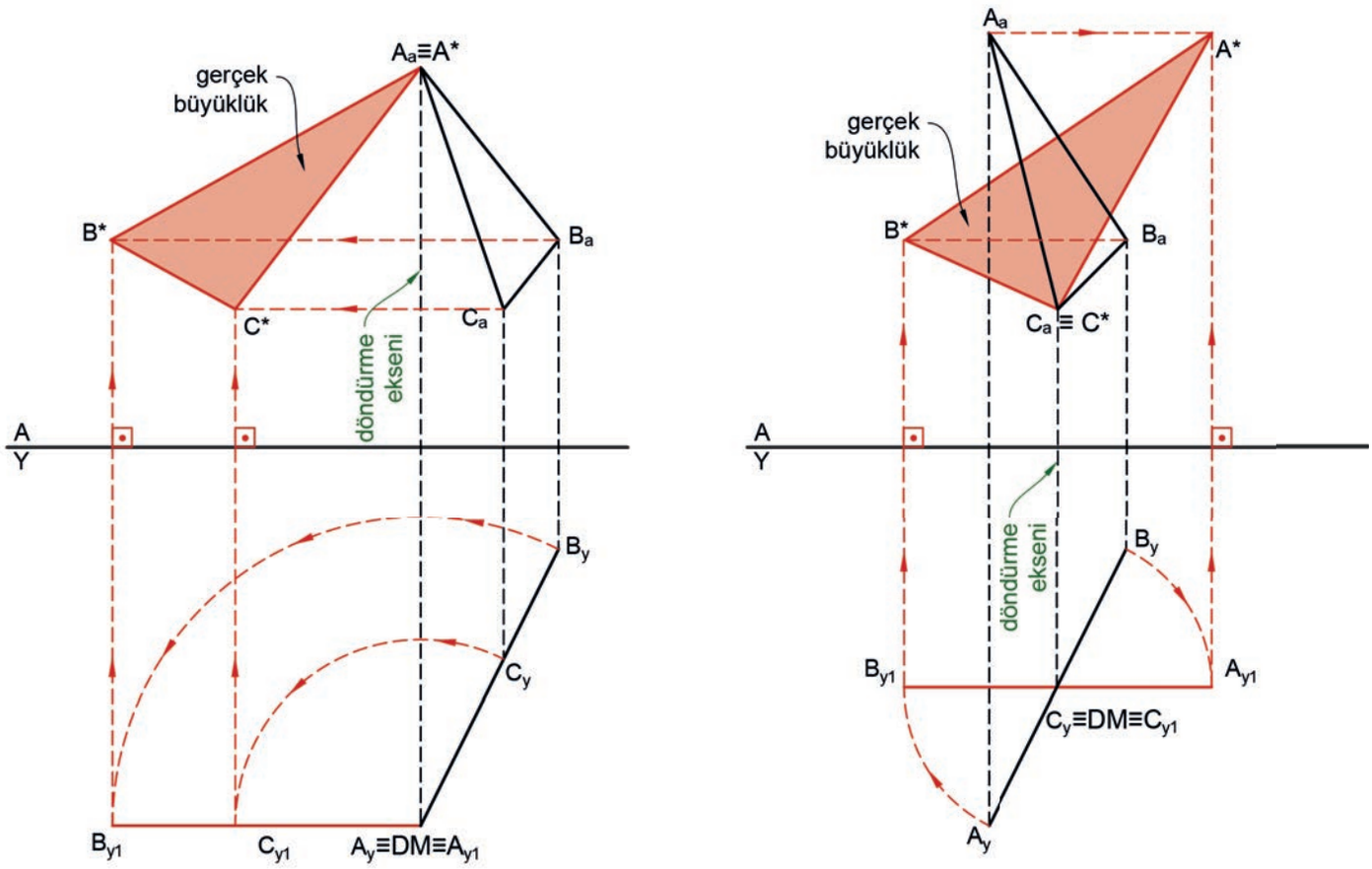
Özel düzlemlerin gerçek büyüklüklerinin döndürme metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Gerçek büyüklüğü bulunacak özel düzlemin çizgi görüntüsü olan herhangi iki temel izdüşümü alınır.
- Döndürme işlemi, düzlemin çizgi görüntüsünün bulunduğu temel izdüşüm düzlemi üzerinde yapılır. Gerçek büyüklük diğer temel izdüşüm düzlemi üzerinde olacaktır.
- Döndürme ekseni (**DE**), düzlemi belirleyen köşe noktalarının birinden geçirilir. Buna göre döndürme merkezi (**DM**), düzlemin çizgi görüntüsündeki döndürme ekseninin geçtiği köşe noktasıdır.
- Doğruların döndürülmesinde olduğu gibi düzlemin çizgi görüntüsü de temel izdüşüm düzlemlerinin arakesitine paralel oluncaya kadar saat ibresi veya saat ibresinin tersi yönünde döndürülür.
- Dönme işlemi sonunda düzlemin döndürme merkezi (**DM**) olan köşe noktası sabit kalıp diğer köşe noktalarının yeri değişecektir.
- Düzlemin yeri değişen köşe noktalarının diğer temel izdüşüm düzlemi üzerindeki yeni izdüşüm yerlerini saptamak için düzlemin köşe noktaları, doğruların döndürülmesinde olduğu gibi diğer temel izdüşüm düzlemi üzerine taşınır.

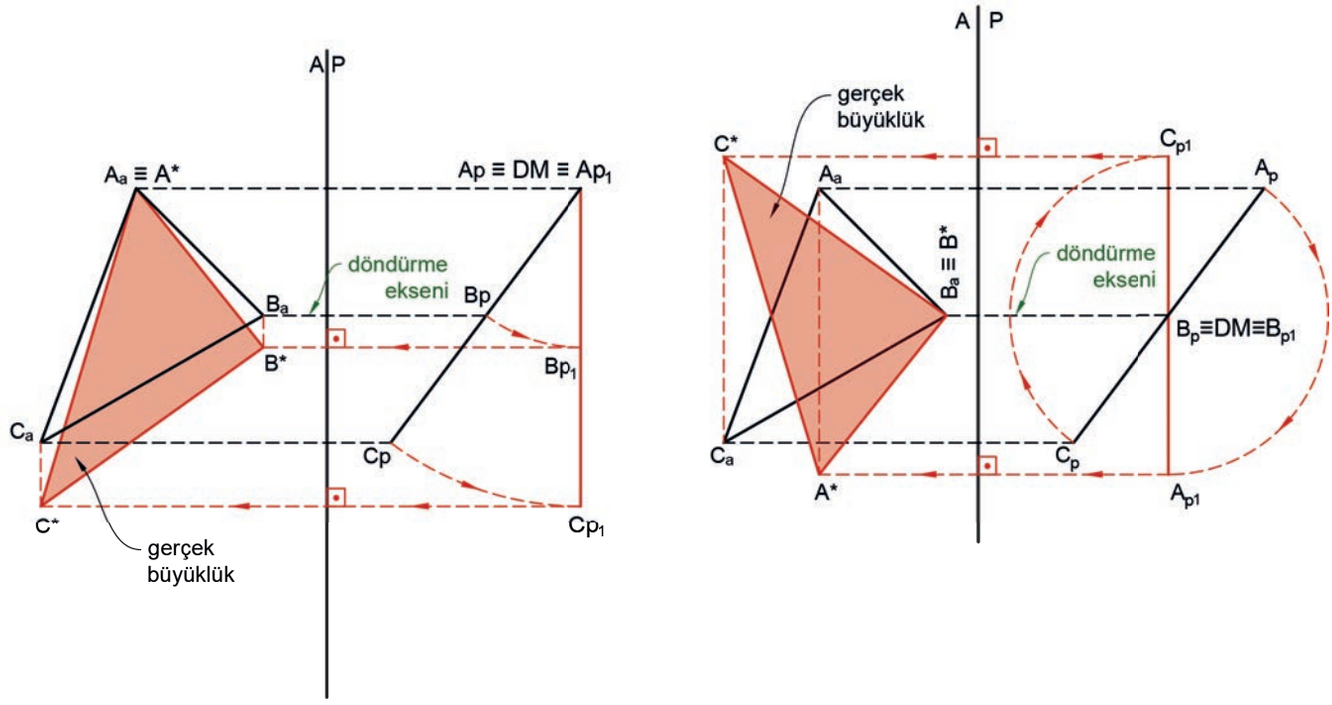
Döndürme merkezi (**DM**) sabit olduğu için döndürme ekseninin geçtiği bu köşe noktası da diğer temel izdüşüm düzleminde sabittir. Sonuç olarak düzlemin gelişigüzel konumda olduğu temel izdüşüm düzlemi üzerindeki döndürme ekseninin geçtiği köşe noktası ile bu temel izdüşüm düzlemine taşınan noktalar o temel izdüşüm düzlemi üzerinde gerçek büyüklüğü verir (Şekil 6.8-6.10).



Şekil 6.8: Alına dik **ABC** düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğünü bulma



Şekil 6.9: Yataya dik **ABC** düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğünü bulma



Şekil 6.10: Profile dik **ABC** düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğünü bulma

SIRA SİZDE

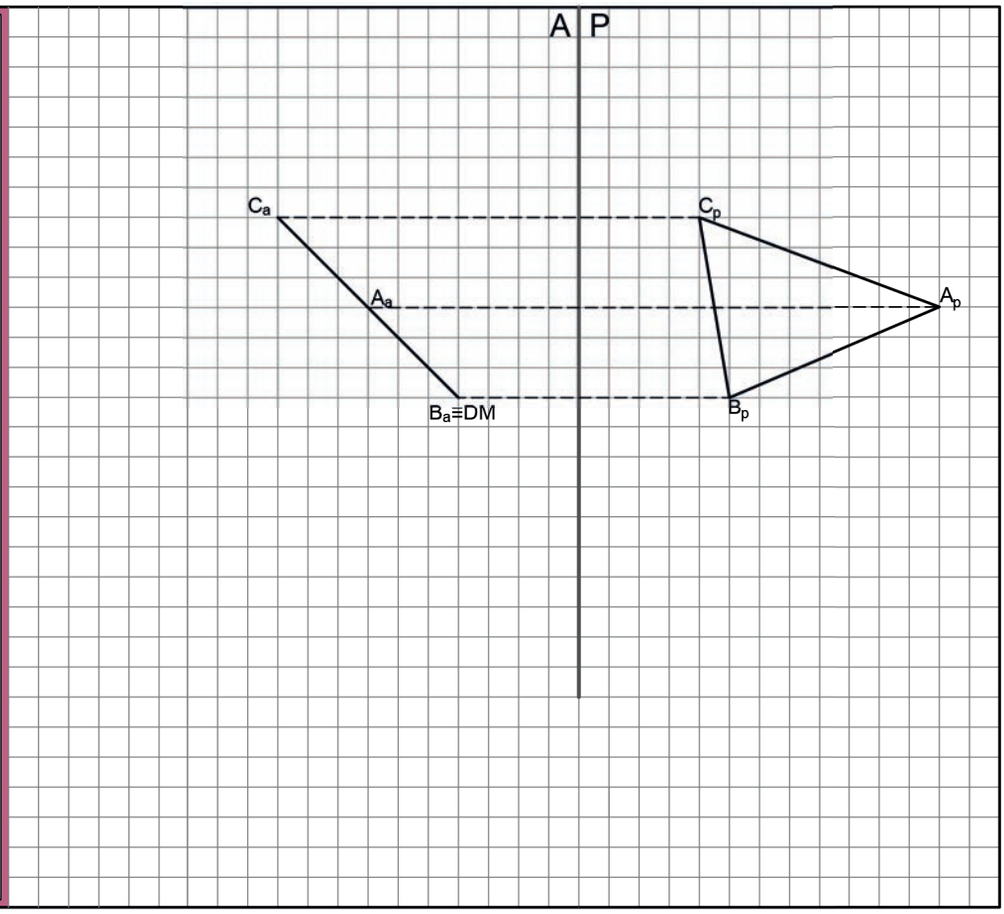
6.2.2

Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **döndürme metodunu** kullanarak profil izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresi dönüşünün tersi yönünde yapılacaktır.

* Döndürme merkezi

(DM) ≡ B_a

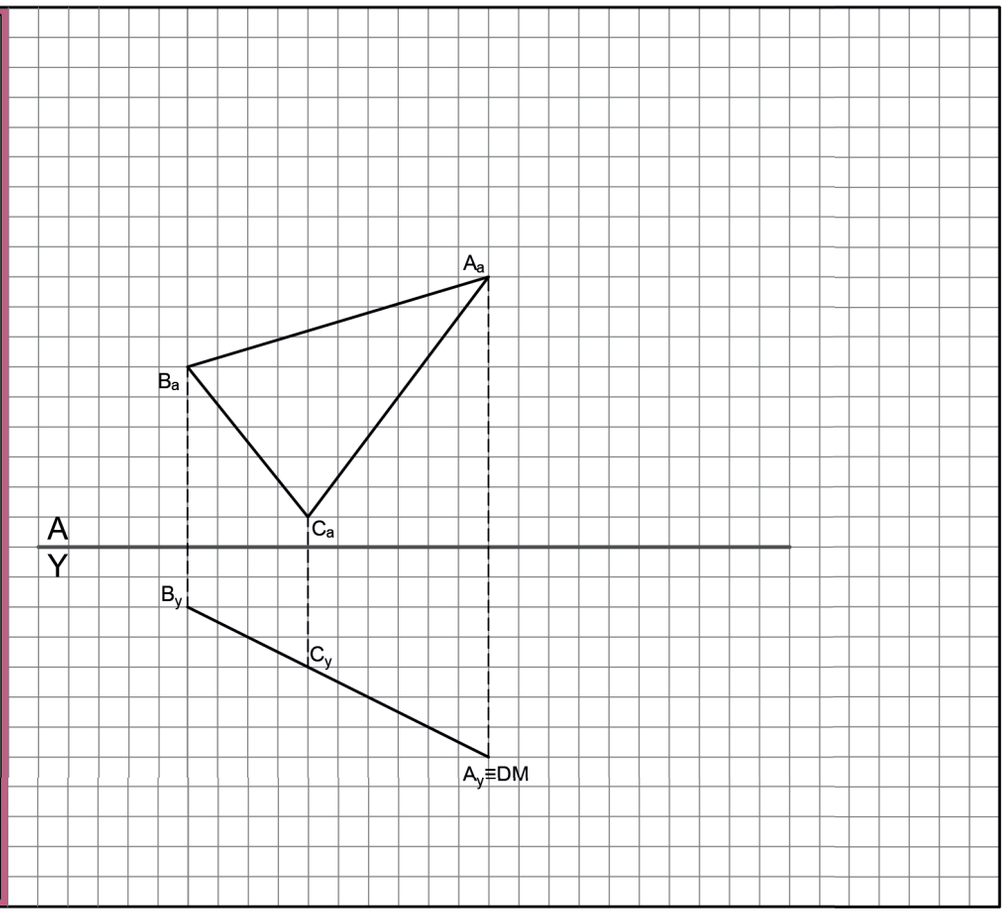


Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **döndürme metodunu** kullanarak alın izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresinin dönüş yönünde yapılacaktır.

* Döndürme merkezi

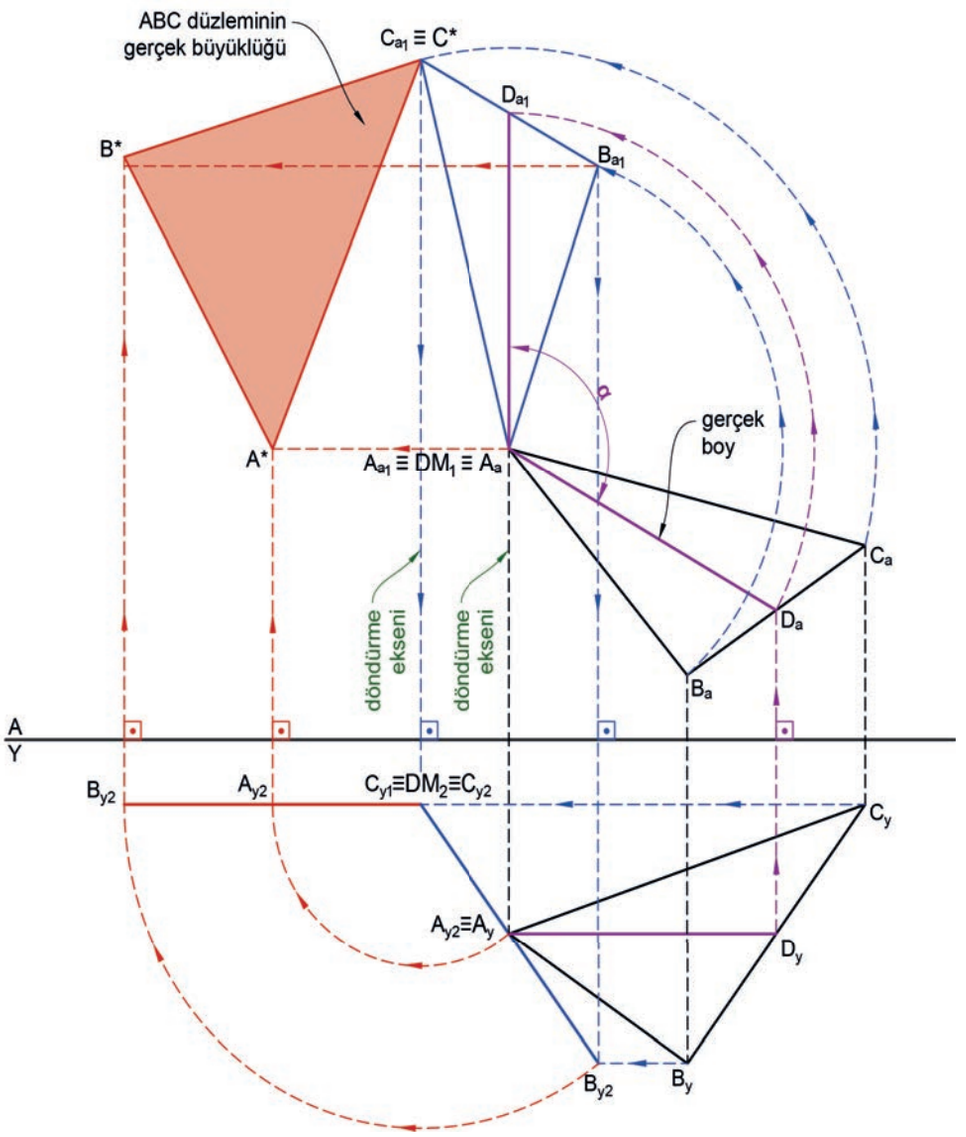
(DM) ≡ A_y



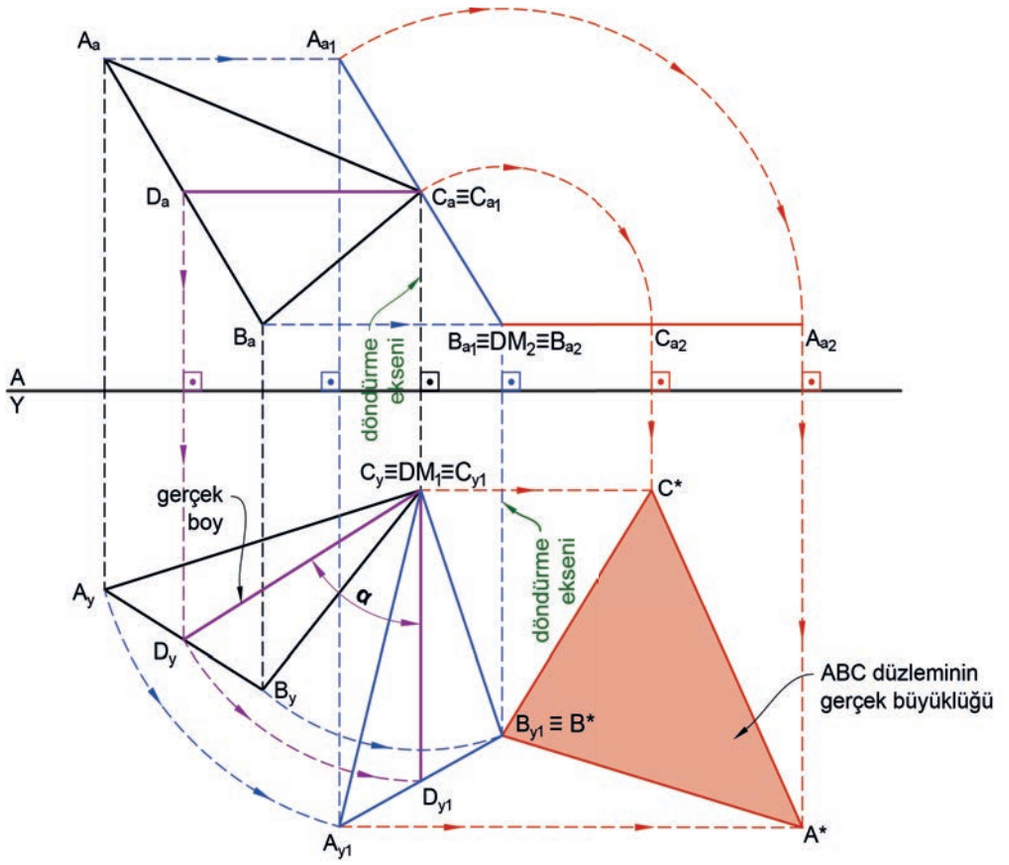
6.2.3. Döndürme Metodu ile Gelişigüzel Düzlemlerin Gerçek Büyüklüğünü Bulma

Gelişigüzel bir düzlemin gerçek büyüklüğünün döndürme metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

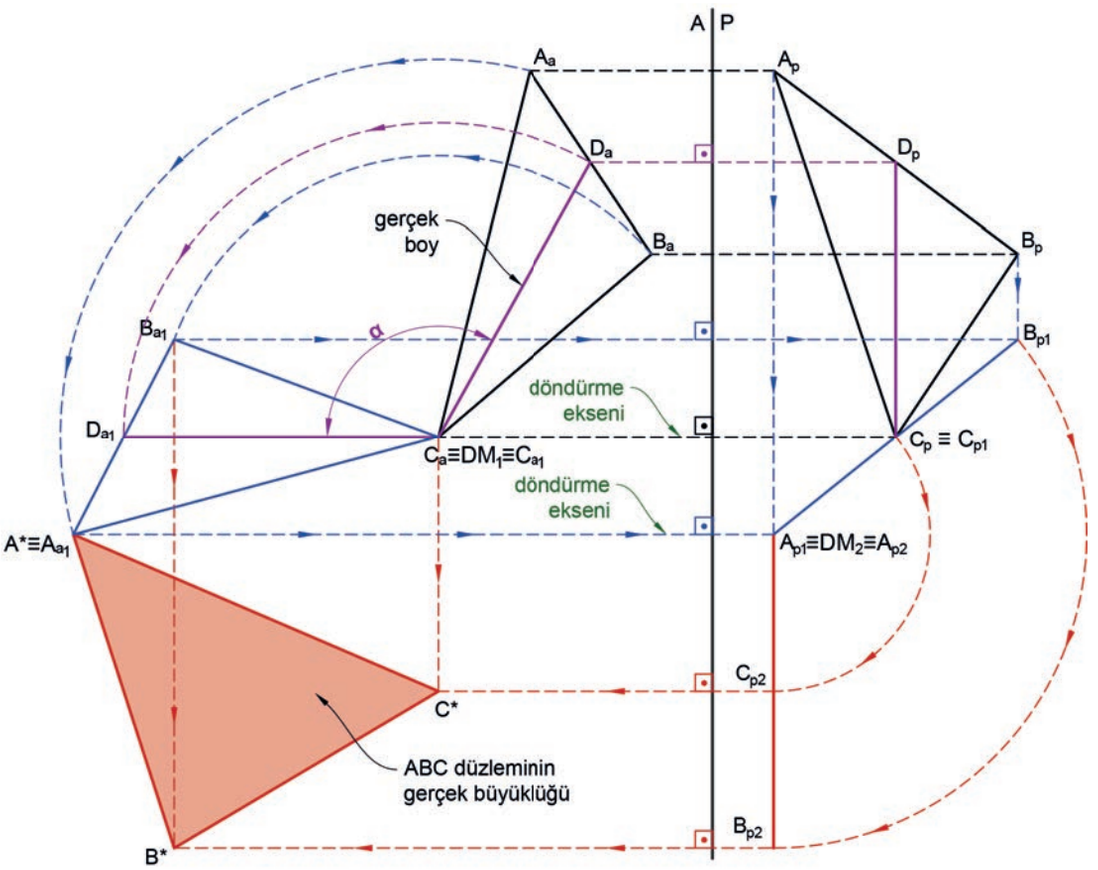
- Düzlem, alınan iki temel izdüşümünün biri üzerinde döndürme metodu yardımıyla çizgi görüntüsü konumuna getirilir.
- Düzlemin çizgi görüntüsü ile diğer temel izdüşüm düzlemi üzerindeki döndürülmüş konumuna bakıldığında çizgi görüntüsünün bulunduğu temel izdüşüm düzlemine dik bir düzlem konumuna geldiği görülür.
- Düzlemin döndürüldükten sonra elde edilen bu konumları için **temel izdüşüm düzlemlerine dik düzlemlerin gerçek büyüklükleri bulunurken uygulanan** işlem basamakları uygulanır ve düzlemin gerçek büyüklüğü elde edilir (Şekil 6.11-6.13).



Şekil 6.11: Gelişigüzel konumlu **ABC** düzleminin **alın**da gerçek büyüklüğünün bulunması



Şekil 6.12: Gelişigüzel konumlu **ABC** düzleminin **yatay**da gerçek büyüklüğünün bulunması



Şekil 6.13: Gelişigüzel konumlu **ABC** düzleminin **profil**de gerçek büyüklüğünün bulunması

SIRA SİZDE

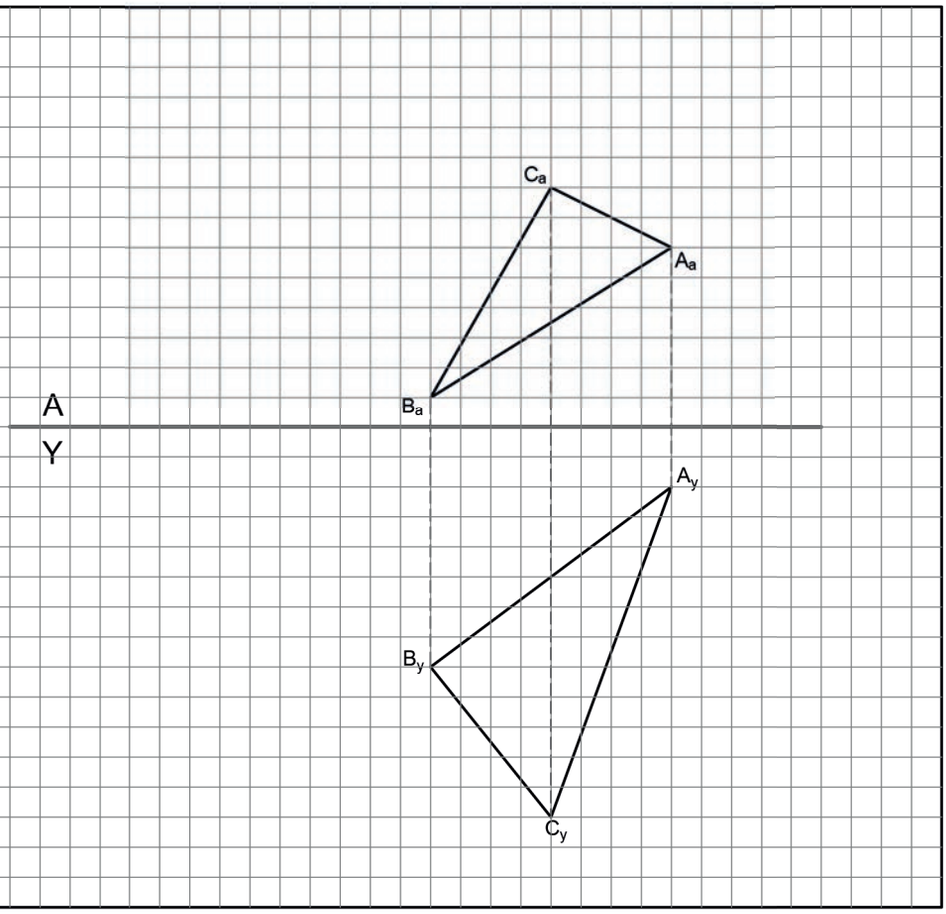
6.2.3

Alın ve yatay izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **döndürme metodunu** kullanarak alın izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresi dönüşünün tersi yönünde yapılacaktır.

* Döndürme merkezi

(DM) ≡ B_a

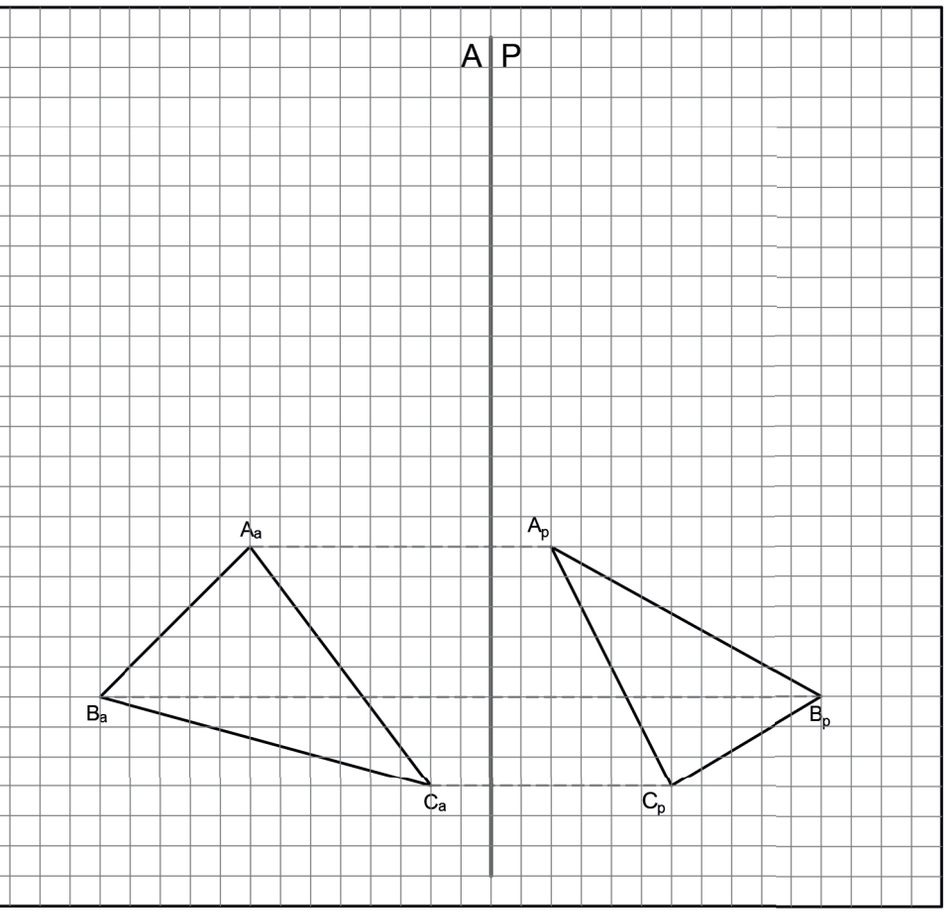


Alın ve profil izdüşümleri verilen **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü **döndürme metodunu** kullanarak profil izdüşüm düzlemi üzerinde gösteriniz.

* Döndürme işlemi, saat ibresi dönüşünün tersi yönünde yapılacaktır.

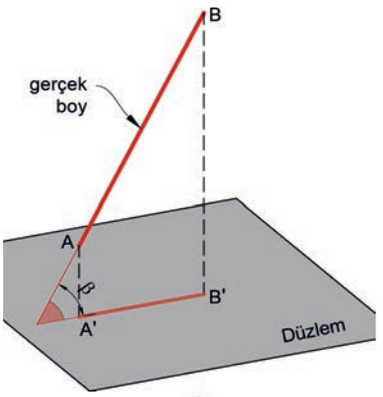
* Döndürme merkezi

(DM) ≡ A_p



6.3. DOĞRU İLE DÜZLEM ARASINDAKİ AÇIYI BULMA

Bir doğru ile düzlem arasındaki gerçek açıyı (β) ölçebilmek için doğrunun gerçek boy görüntüsünde, düzlemin ise çizgi görüntüsünde olduğu izdüşümüne ihtiyaç vardır. Yani doğrunun gerçek boyda, düzlemin ise çizgi görüntüsünde olduğu izdüşümdeki açı **doğru ile düzlem arasındaki gerçek açıdır.**

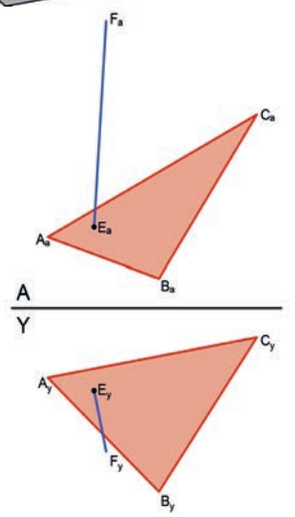


Düzlemin çizgi, doğrunun ise gerçek boy görüntüsünü elde edebilmek için yardımcı izdüşüm veya döndürme metodu kullanılır.

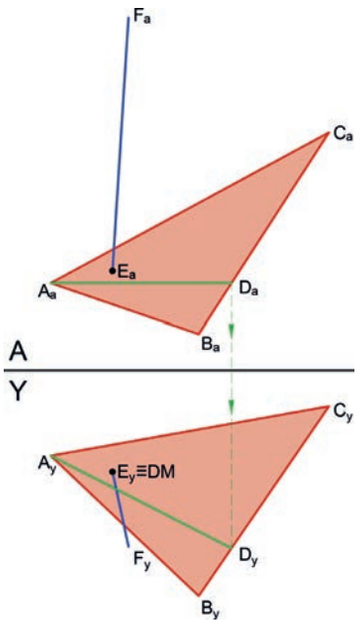
Bir doğru ile düzlem arasındaki gerçek açının döndürme metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Döndürme metodu kullanılarak yapılacak bu uygulamada **döndürme merkezi** (**DM**), doğru ve düzlemin ortak bir noktası olmalıdır. Bu ortak nokta yani **döndürme merkezi**, kesişen doğru ve düzlem için delme noktasıdır. Ancak doğru, düzleme bir noktada temas ediyorsa **çakışma noktasıdır.**

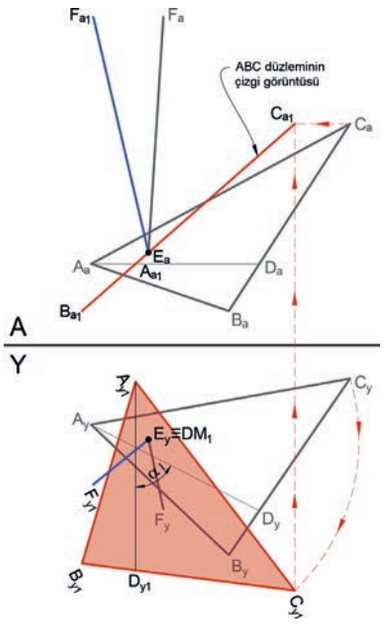
Not: Ortak noktaları yoksa doğru ve düzlem uzatıldığında aralarındaki açıdan dolayı oluşacak çakışma noktası döndürme merkezi olarak alınmalıdır.



- **E** noktası, **ABC** düzleminin üzerinde bir noktadır. Yani **EF** doğrusu, **ABC** düzlemiyle **E** noktasında çakışıktır. Bu nedenle **E** noktası döndürme merkezi olmak zorundadır (Şekil 6.14).
- $\mathbf{E_y}$ noktası döndürme merkezi olarak seçilmiştir. Bundan dolayı **ABC** düzleminin yatayda gerçek boy görüntüsünü veren özel doğrusu, alın izdüşüm düzleminde **A/Y** arakesitine paralel olacak şekilde çizilmiştir (Şekil 6.15).
- **I. döndürme işlemi**, yatayda bulunan $\mathbf{DM_1}$ noktasına göre yapılır. **ABC** düzlemi ve **EF** doğrusu, **AD** doğrusu **A/Y** arakesitine dik oluncaya dek, α^1 (alfa) açısı kadar döndürülür. Döndürme işlemi tamamlandıktan sonra, **ABC** düzleminin **alın**da **çizgi görüntüsü** elde edilir (Şekil 6.15).

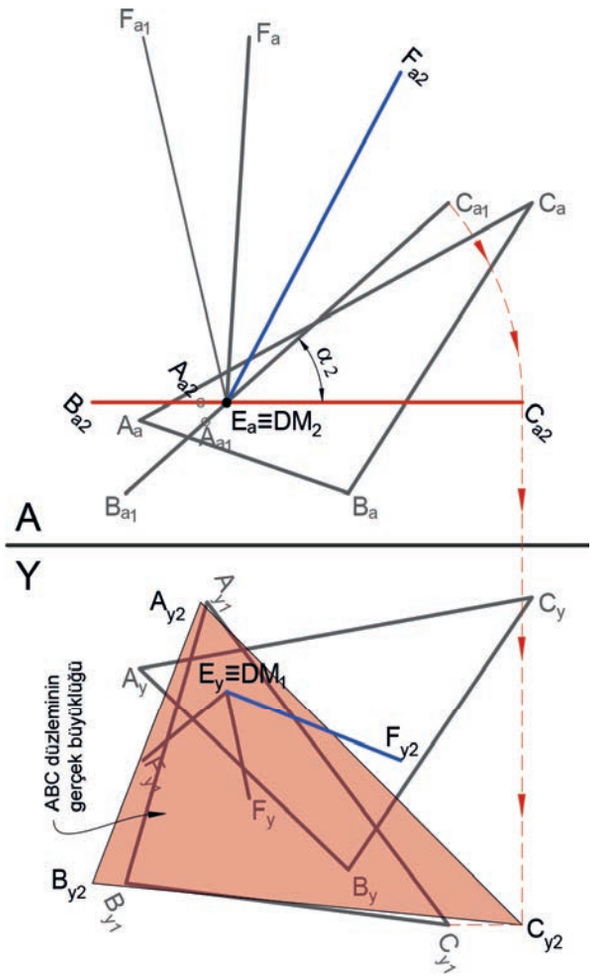


Şekil 6.14: ABC düzleminin özel doğrusu

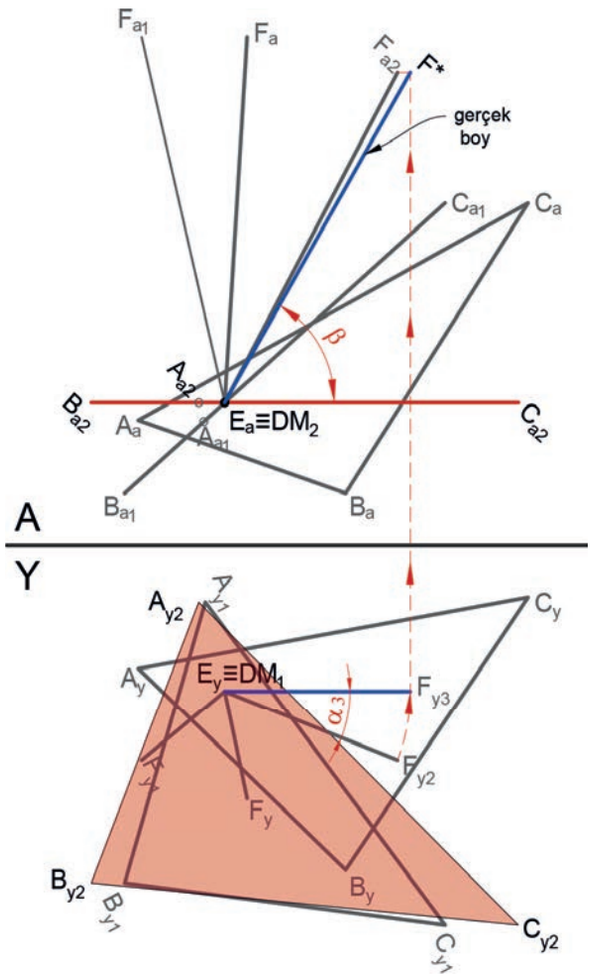


Şekil 6.15: DM_1 noktasına göre döndürme işlemi

- **II. döndürme işlemi**, alında bulunan **DM_2** noktasına göre yapılır. **EF** doğrusu ve **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü, **A/Y** arakesitine paralel oluncaya dek, **α_2** açısı kadar döndürülür. Döndürme işlemi tamamlandıktan sonra, **ABC** düzleminin **yatay**da **gerçek büyüklüğü** elde edilir (Şekil 6.16).
- **III. döndürme işlemi,** yatayda bulunan **DM_3** noktasına göre yapılır. Bu döndürme işleminde sadece **EF** doğrusu, **A/Y** arakesitine paralel oluncaya dek, **α_3** açısı kadar döndürülür. Döndürme işlemi tamamlandıktan sonra, **EF** doğrusunun **alın**da **gerçek boy** görüntüsü veren izdüşümü oluşturulur (Şekil 6.17).
- Alın izdüşüm düzlemi üzerinde **ABC** düzleminin **çizgi görüntüsü** ile **EF** doğrusunun **gerçek boyu** arasındaki açı ölçüldüğünde düzlem ile doğru arasındaki gerçek açı (**β**) bulunmuş olur (Şekil 6.17).



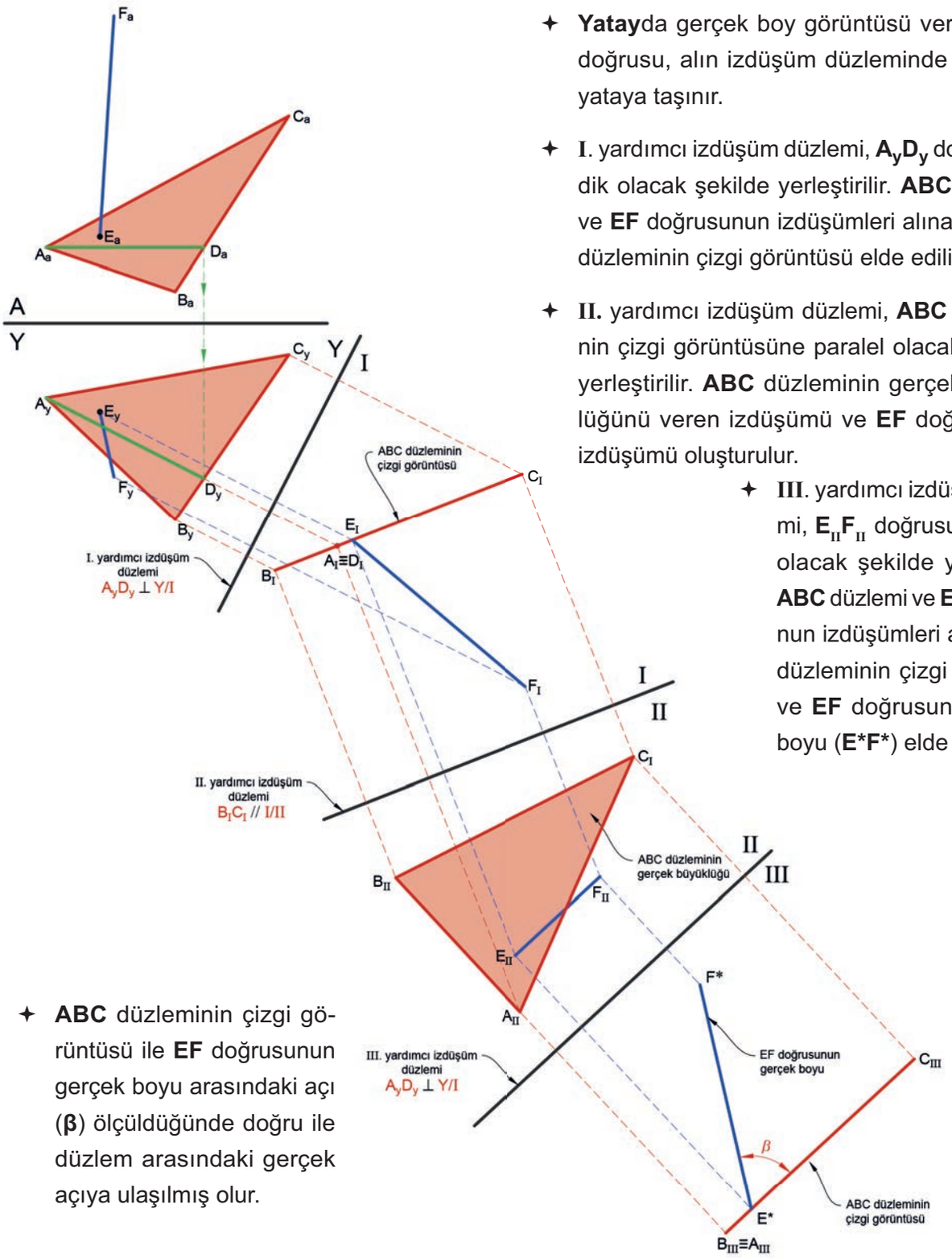
Şekil 6.16: DM_2 noktasına göre döndürme işlemi



Şekil 6.17: DM_3 noktasına göre döndürme işlemi

Not: Düzlem ile doğru arasındaki açıyı döndürme metodu ile bulmak için yapılan işlemler çizimlerin oldukça karışık bir hâle gelmesine neden olmuştur. Şekil 6.16 ve 6.17 incelendiğinde taşıma çizgilerinin tamamı gösterilmediği hâlde çizgilerin yoğun olduğu görülmektedir. Bu nedenle çizimlerin daha kolay yapılıp anlaşılır olabilmesi için yardımcı izdüşüm metodu tercih edilebilir.

Bir doğru ile düzlem arasındaki gerçek açının yardımcı izdüşüm metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:



- **Yatay**da gerçek boy görüntüsü veren A_aD_a doğrusu, alın izdüşüm düzleminde çizilir ve yataya taşınır.
- **I.** yardımcı izdüşüm düzlemi, A_yD_y doğrusuna dik olacak şekilde yerleştirilir. **ABC** düzlemi ve **EF** doğrusunun izdüşümleri alınarak **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü elde edilir.
- **II.** yardımcı izdüşüm düzlemi, **ABC** düzleminin çizgi görüntüsüne paralel olacak şekilde yerleştirilir. **ABC** düzleminin gerçek büyüklüğünü veren izdüşümü ve **EF** doğrusunun izdüşümü oluşturulur.
- **III.** yardımcı izdüşüm düzlemi, $E_{II}F_{II}$ doğrusuna paralel olacak şekilde yerleştirilir. **ABC** düzlemi ve **EF** doğrusunun izdüşümleri alınır. **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü ve **EF** doğrusunun gerçek boyu (**E*F***) elde edilir.
- **ABC** düzleminin çizgi görüntüsü ile **EF** doğrusunun gerçek boyu arasındaki açı (**β**) ölçüldüğünde doğru ile düzlem arasındaki gerçek açıya ulaşılmış olur.

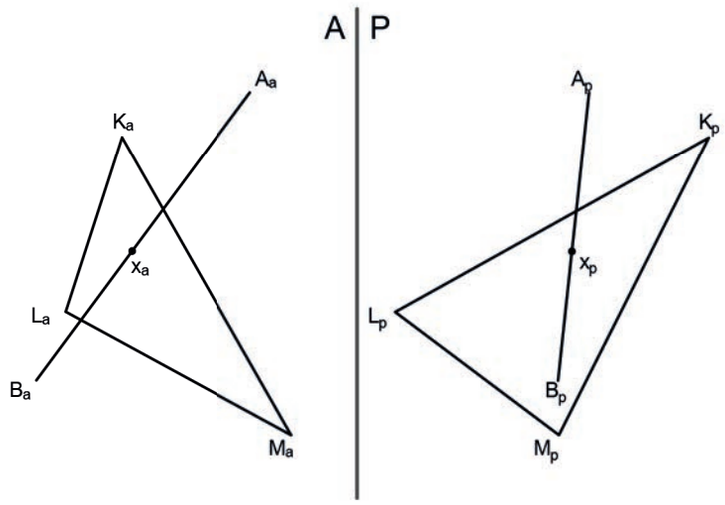
Şekil 6.18: Doğru ile düzlem arasındaki gerçek açının yardımcı izdüşüm metoduyla bulunması

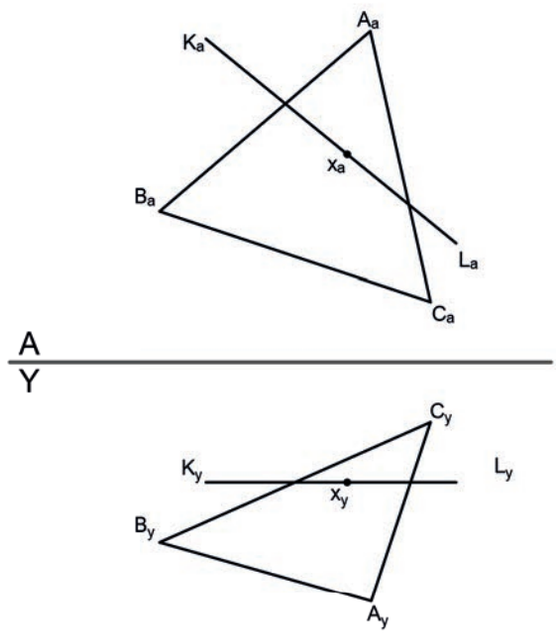
SIRA SİZDE

6.3a

Aşağıda izdüşümleri verilen doğru ile düzlemin arasındaki açıyı **döndürme metodunu** kullanarak bulunuz.

Not: Doğru, düzlemi **x** noktasında delmektedir.

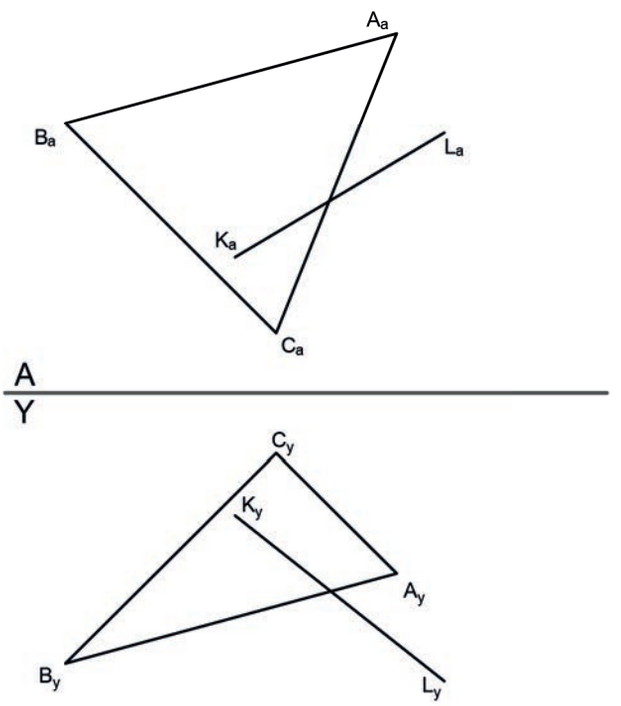




SIRA SİZDE

6.3b

Aşağıda izdüşümleri verilen doğru ile düzlemin arasındaki açıyı **yardımcı izdüşüm metodunu** kullanarak bulunuz.



6.4. ÇATI YÜZEYLERİNİN GERÇEK BÜYÜKLÜĞÜNÜ BULMA

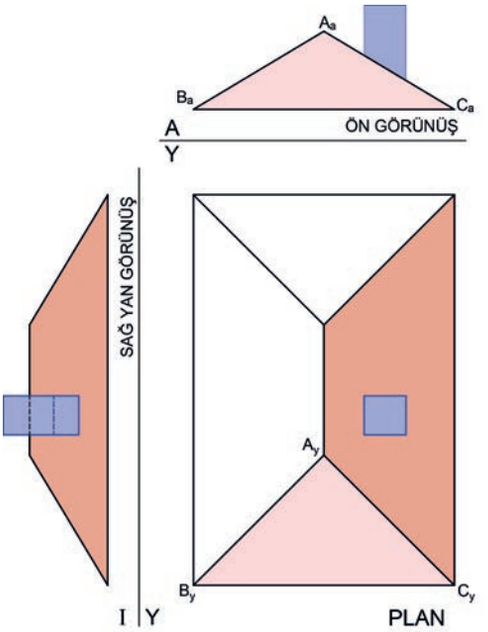
Çatı yüzeylerinin ve buna bağlı olarak bacaların çatı yüzeyinde oluşturduğu boşluğun **gerçek büyüklükleri** döndürme metodu ile bulunabilir. Özellikle maket yapımında eğimli yüzeylerin ve çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

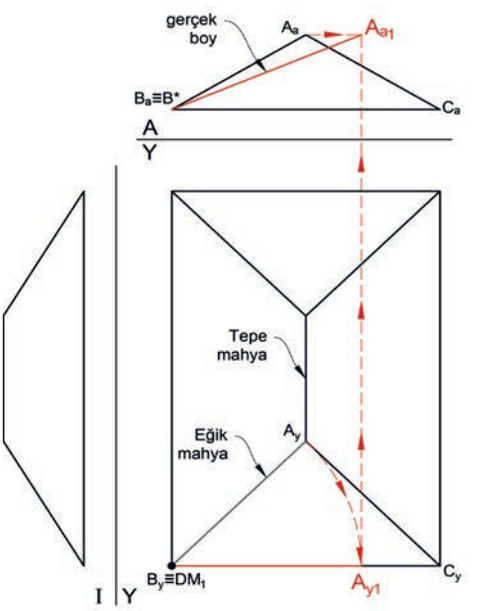
Çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüğünün döndürme metodu ile bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

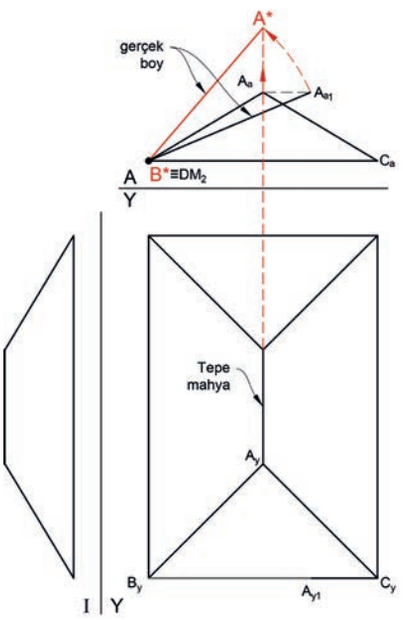
- Şekilde kırma çatının yatay izdüşüm düzleminde planı, alın ve birinci yardımcı izdüşüm (**I**) düzlemlerinde ise **görünüşleri** (izdüşümleri) gösterilmiştir.

Not: Baca da aynı izdüşümler üzerinde yer almaktadır ancak çizgi karışıklığını engellemek için işlem sırası gelene kadar sonraki görsellerden bacaya ait çizimler çıkarılmıştır.

- Gerçek büyüklüğü bulunacak düzleme ait köşe noktaları isimlendirilir. Öncelikle alın izdüşümün gerçek büyüklüğü bulunacaktır.
- **ABC** düzlemine ait **AB** ve **AC** doğruları (kenarları) **eğik mahya** olarak adlandırılır. Çalışmaya bu eğik mahyalardan biriyle başlanır.
- **AB** doğrusunun gerçek boyunu alında bulabilmek için yataydaki B_y noktası **I. döndürme merkezi (DM_1)** olarak seçilmiştir. **AB** doğrusu, **A/Y** arakesitine paralel oluncaya kadar döndürülür.
- A_{y1} noktası alın izdüşüm düzlemine taşınarak A_{a1} noktası bulunur. Elde edilen B_aA_{a1} doğrusu, eğik mahyanın gerçek uzunluğudur.

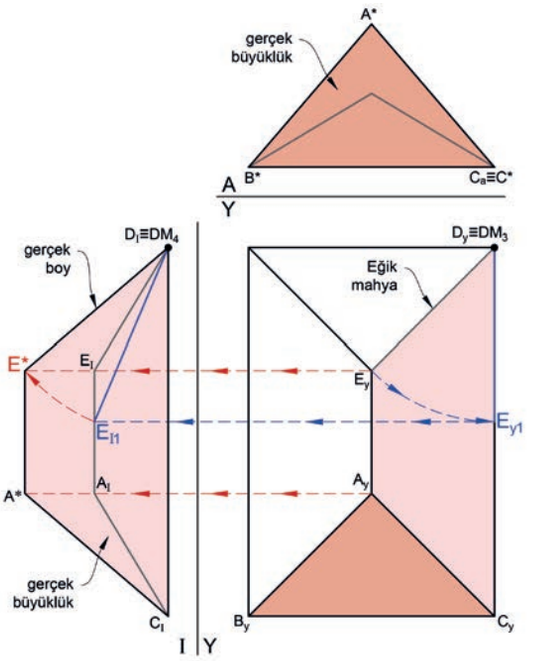




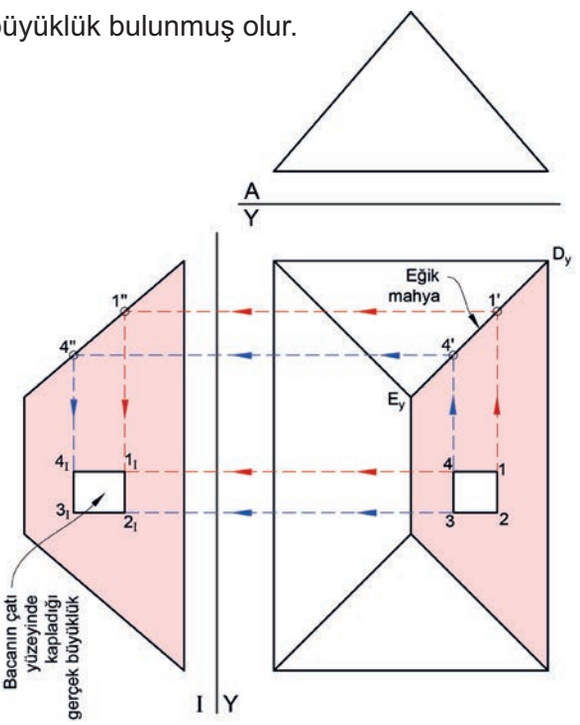


- Bulunan A_{a1} noktasının gerçekte tepe mahyanın doğrultusunda olması gerekir.
- A_{a1} noktasını tepe mahya doğrultusuna taşıyabilmek için alındaki **B** noktası **II. döndürme merkezi (DM_2)** olarak alınmalıdır.
- A_{a1} noktası, tepe mahya doğrultusuna gelinceye kadar döndürülür. Böylece **AB** doğrusunun gerçek boy görüntüsü, olması gereken konuma taşınmış olur.

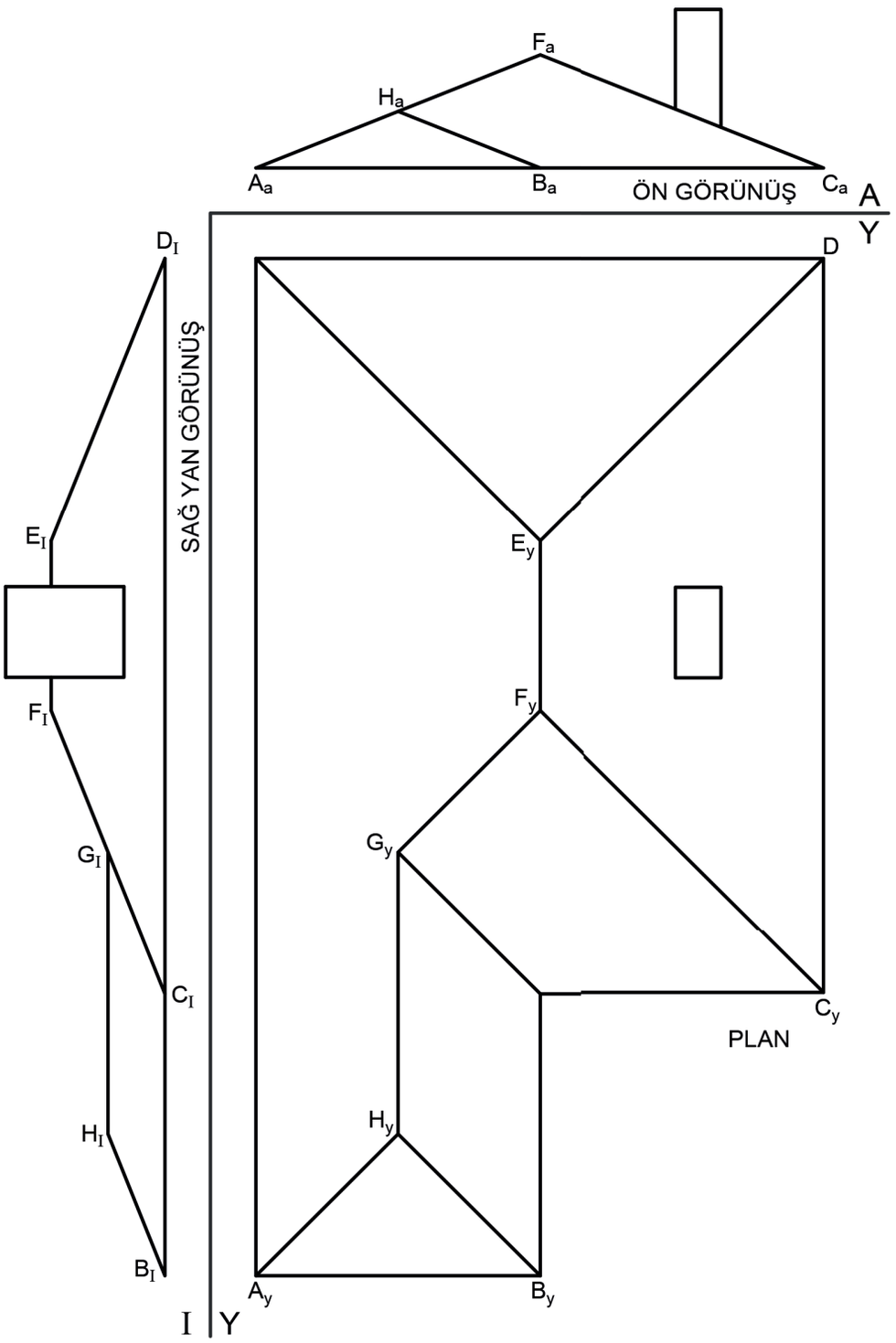
- Alındaki C_a noktası ile **A*** noktası birleştirilerek **A*C*** kenarı çizilir. Böylece **ABC** düzlemine ait gerçek büyüklük elde edilmiş olur.
- Aynı işlemler birinci yardımcı izdüşüm düzlemi (**I**) için de gerçekleştirilir.
- D_y noktası, **III. döndürme merkezi (DM_3)** olarak seçilmiştir. C_y noktası döndürme merkezi olarak seçilse de sonuç değişmeyecektir.
- **DE** doğrusu, DM_3'e göre **I/Y** arakesitine paralel oluncaya kadar döndürülür.
- Bu işlem sonucu elde edilen E_{y1} noktası, yardımcı izdüşüm düzlemine taşınır ve E_I noktasından gelen taşıma çizgisiyle kesiştirilerek E_{I1} noktası elde edilir.



- Bu işlem sonucunda yatay izdüşüme göre E_y noktasının doğrultusunun değiştiği görülmektedir. E_y noktasını eğik ve tepe mahyaların kesişim noktasının doğrultusuna taşıyabilmek için D_I noktası **IV. döndürme merkezi (DM_4)** olmalıdır.
- D_IE_{I1} doğrusu, DM_4'e göre plandaki E_y noktasının hizasına gelinceye kadar döndürülür ve **E*** noktası elde edilir.
- Birinci yardımcı izdüşüm düzlemi (**I**) üzerinde **A*** noktasını elde etmek için **E*** ve A_y noktalarından taşıma çizgileri çizilir.
- Çatı yüzeyine ait ilgili noktalar birleştirilerek gerçek büyüklük bulunmuş olur.
- Çatı yüzeyinde bulunan bacanın bu yüzeyde oluşturacağı boşluğun gerçek büyüklüğünün bulunması gerekir. Bunun için doğruların gerçek boy uzunluğu bulunurken kullanılan düzlem geçirme metodu kullanılır. Burada düzlem olarak D_yE_y doğrusu (eğik mahya) seçilmiştir.
- **Yatay**da bacaya ait köşe noktaları numaralandırılır.
- **1** ve **4** No.lu noktalar tepe mahyaya paralel olacak şekilde eğik mahya çizgisine taşınarak **1'** ve **4'** noktaları bulunur.
- **1'** ve **4'** noktaları birinci yardımcı izdüşüm düzlemindeki (**I**) aynı eğik mahya çizgisi üzerine **I/Y** arakesit çizgisine dik olacak şekilde taşınarak **1"** ve **4"**noktaları bulunur.

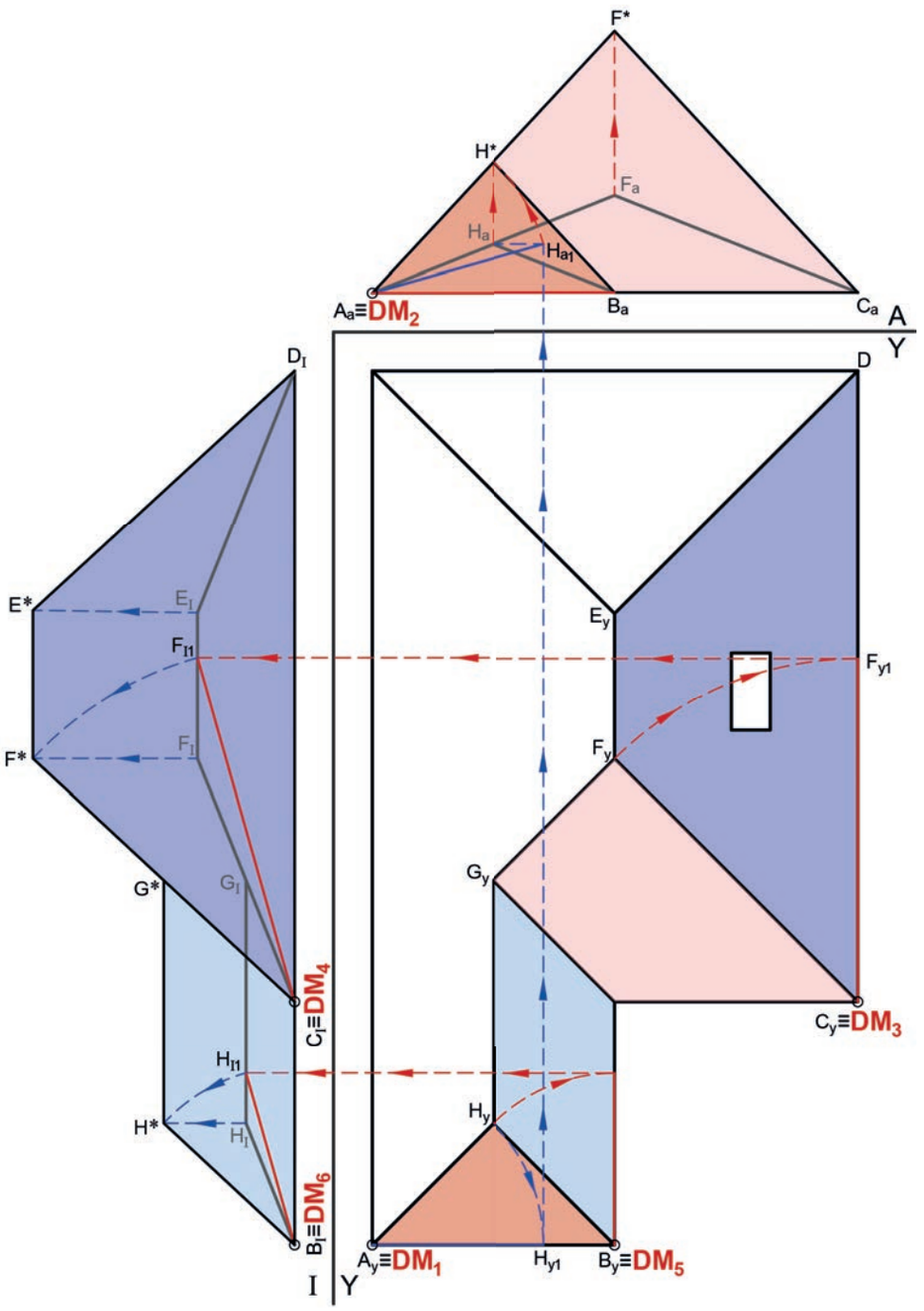


- **1"** ve **4"** noktaları tepe mahyaya paralel olacak şekilde yatay izdüşüm düzleminden gelen taşıma çizgileriyle kesiştirilir ve 1_I, 2_I, 3_I, 4_I No.lu noktalar bulunur.
- Bulunan bu noktalar birleştirildiğinde çatı yüzeyinin gerçek büyüklüğü üzerinde bacaya ait boşluğun gerçek büyüklüğü ve yeri bulunmuş olur.
- Şekil 6.19'da çatının yatay (plan), alın (ön görünüş) ve birinci yardımcı izdüşümleri (sağ yan görünüş) verilmiştir. Verilen görünüşler üzerinde gerçek büyüklük Şekil 6.20'deki gibi bulunur.



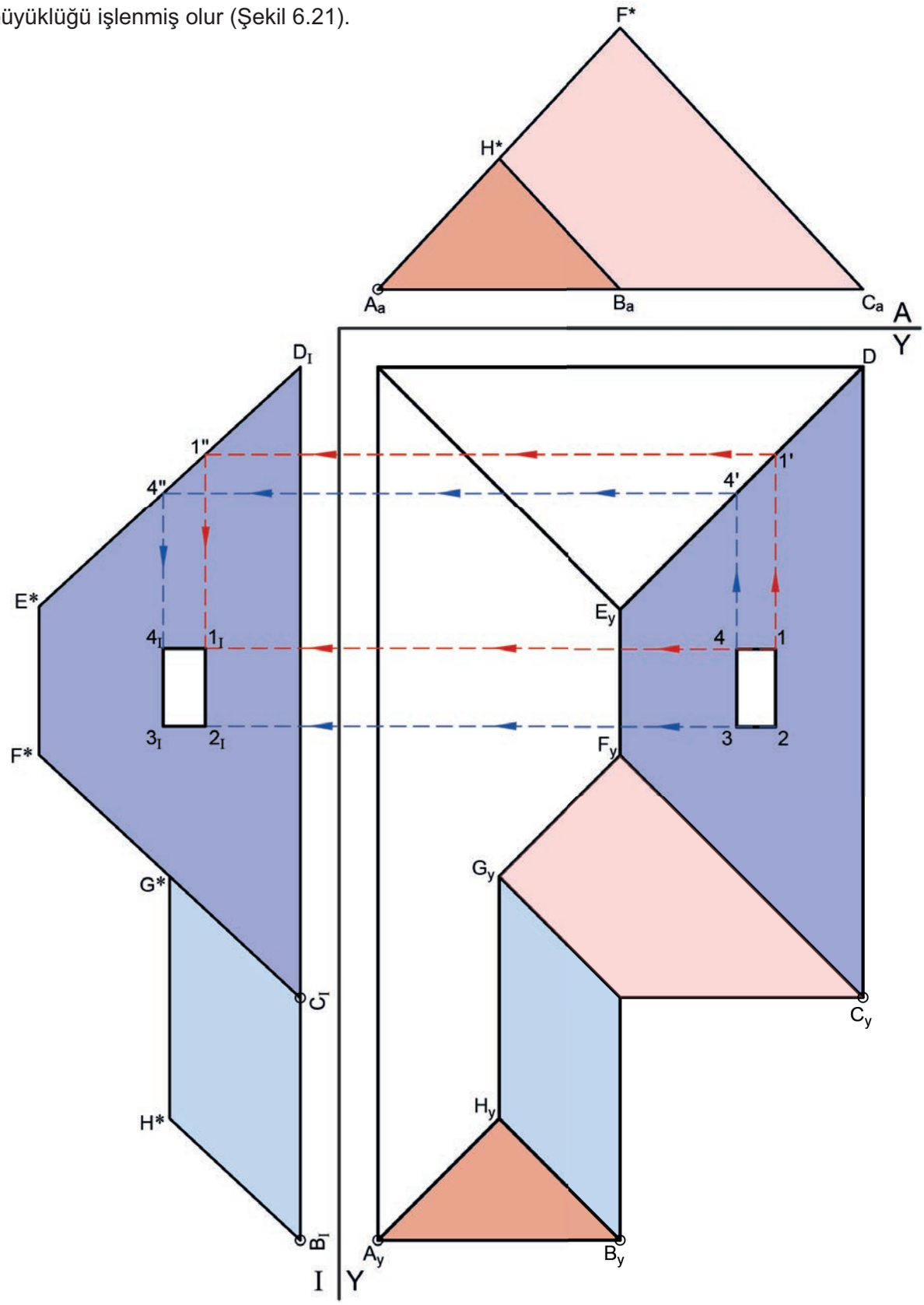
Şekil 6.19: Karışık kırma çatının izdüşümleri

- A_yH_y doğrusu, I. döndürme merkezine (DM_1) göre döndürülüp alına taşınarak bu doğrunun alındaki izdüşümü bulunur. A_aH_{a1} doğrusu, DM_2'ye göre H_a noktasının dikey doğrultusuna kadar döndürülür ve eğik mahyanın gerçek boy ve yeri bulunur. **Aa**, **H*** ve **Ba** noktaları birleştirilerek gerçek büyüklük bulunmuş olur. A_aH^* doğrusunun uzantısı ile F_a noktasından çıkılan dik kesiştirilerek **F*** noktası bulunur.
- Burada DM_1 ve DM_2 ile yapılan uygulamaların aynısı diğer düzlemlerin büyüklüğünü bulabilmek için DM_3-DM_4 ve DM_5-DM_6 döndürme merkezlerine uygulanır ve çatının verilen görünüşlerine ait gerçek büyüklükleri bulunur (Şekil 6.20).



Şekil 6.20: Çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüğü

Bacaya ait köşe noktalar isimlendirilir ve eğik mahya üzerinden ait olduğu düzlemin üzerine taşınır. Böylece gerçek büyüklüğü bulunan düzlemin üzerine bacaya ait boşluğun gerçek büyüklüğü işlenmiş olur (Şekil 6.21).

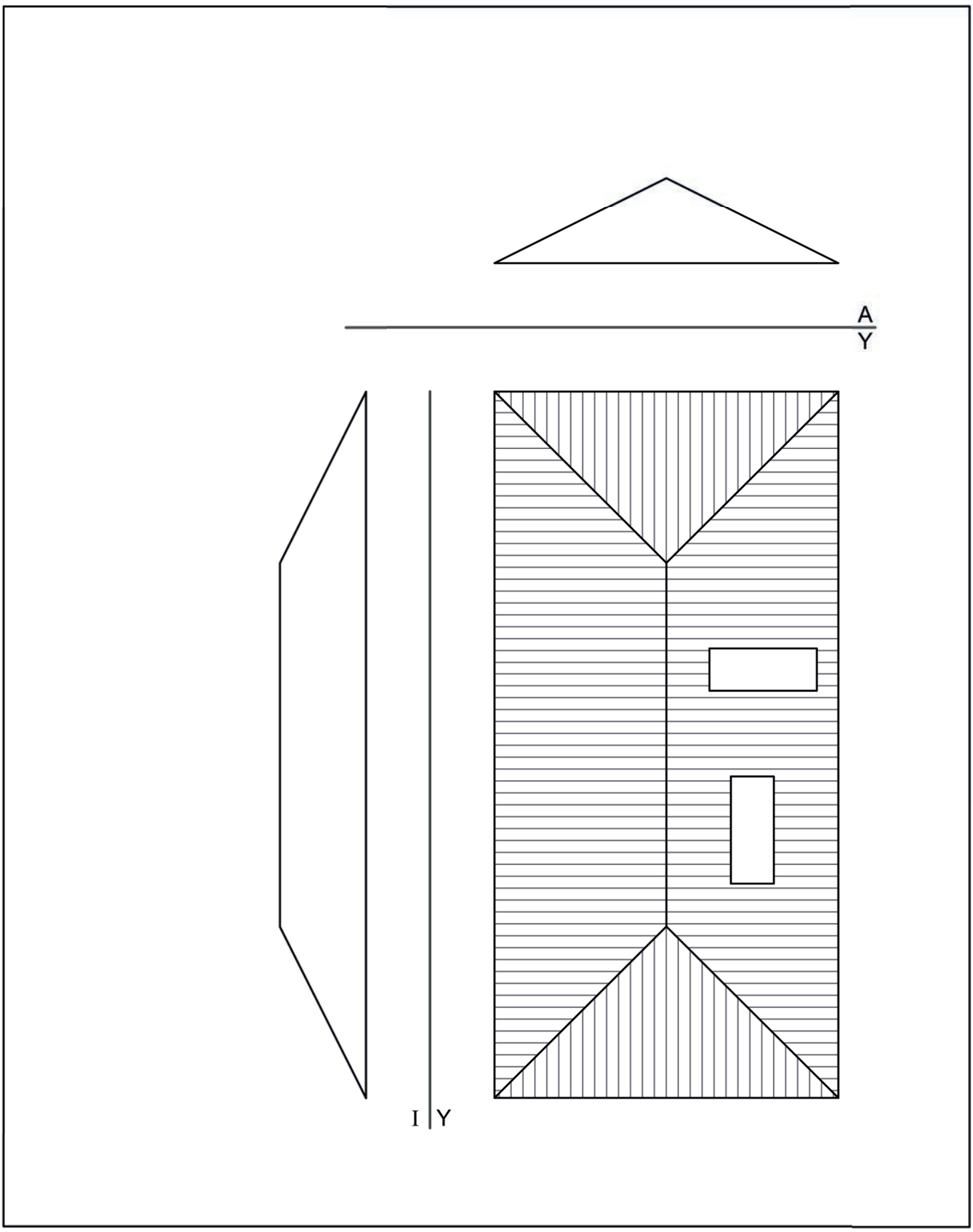


Şekil 6.21: Baca boşluğunun gerçek büyüklüğü

SIRA SİZDE

6.4a

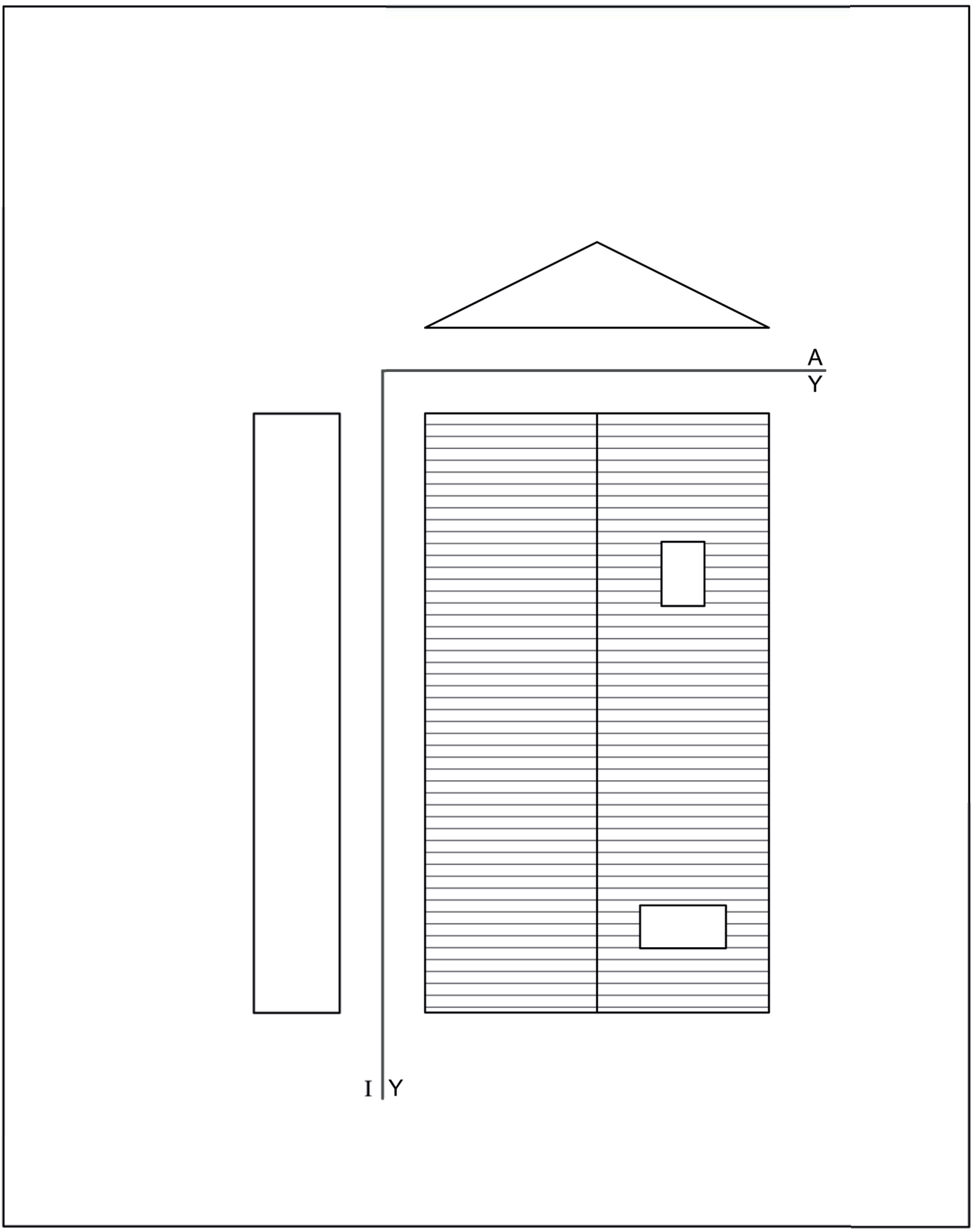
- Aşağıda yatay, alın ve birinci yardımcı izdüşümleri verilen çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüklerini alın ve I. yardımcı izdüşüm düzlemleri üzerinde **döndürme metodu** yardımıyla bulunuz.
- Bacaya ait boşluğu ilgili çatı yüzeyine işleyiniz.



SIRA SİZDE

6.4b

- Aşağıda yatay, alın ve birinci yardımcı izdüşümleri verilen çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüklerini alın ve I. yardımcı izdüşüm düzlemleri üzerinde **döndürme metodu** yardımıyla bulunuz.
- Bacaya ait boşluğu ilgili çatı yüzeyine işleyiniz.



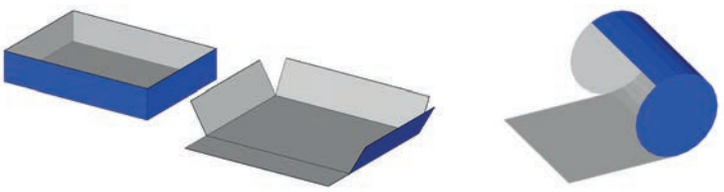
6.5. DÖNDÜREREK CİSİMLERİN GERÇEK BOYUTLARINI BULMA

Günlük hayatta kullandığımız bazı ürünlerin üretilebilmesi için iki boyutlu düzleme gerçek büyüklüklerinin çizilmesi gerekir. Bu ürünler yağ tenekesi, soba borusu, ilaç, kibrit ve konserve kutuları gibi üç boyutlu ürünlerdir. Genellikle katlanarak elde edilen bu ürünlerin üretilebilmesi için açık hâldeki çizimlerine ihtiyaç vardır. Açık hâldeki çizimler, cismin her bir yüzeyinin gerçek büyüklüğünü verir. Çizim işlemi sırasında kapalı olan cismin görünmeyen iç yüzeyi ortaya çıkar. Yapılan işlem **açınım** olarak adlandırılır (Şekil 6.22). Açınımların temel amacı, cisimlerin gerçek boyutlarını elde etmek ve üretimde kullanılacak iki boyutlu çizimlere ulaşmaktır.

Açınım çizimi için kullanılan farklı yöntemler vardır:

- Merkezî açınım
- Paralel doğruların açınımı
- Üçgenleme açınımı
- Dilimleme açınımı

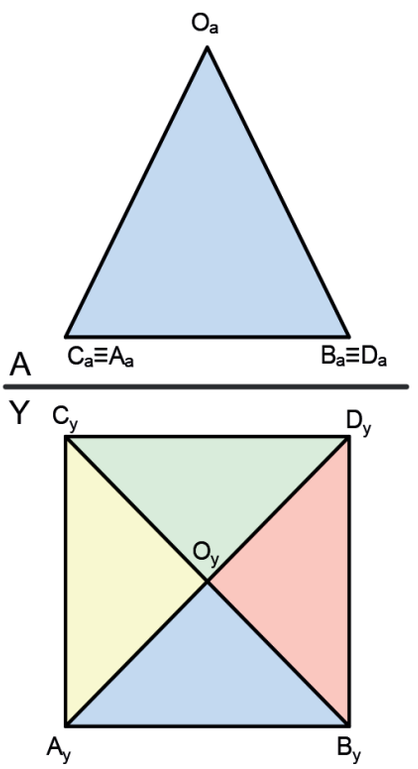
Hangi yöntemin kullanılacağı cismin geometrik şekliyle ilgilidir.



Şekil 6.22: Bazı cisimlere ait açınımlar

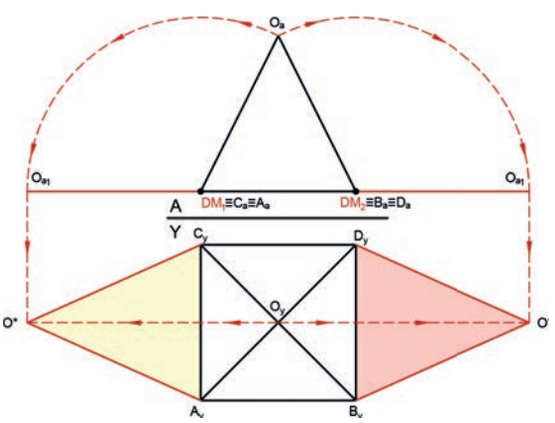
Düzgün geometrik şekillerin yüzeylerine ait gerçek büyüklükler cisimlerin yüzeylerinin döndürülmesiyle bulunabilir.

Şekilde kare tabanlı bir piramit görülmektedir. Kare tabanlı piramit, **x** ve **y** doğrultusunda simetriktir ve bu piramidin tüm yüzeyleri birbirine eşittir. Yanal yüzeylerin eğik ayrıtları ise **O** merkez noktasında birleşmiştir.



Kare tabanlı piramidin tüm yüzeylerinin gerçek büyüklüğünün bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

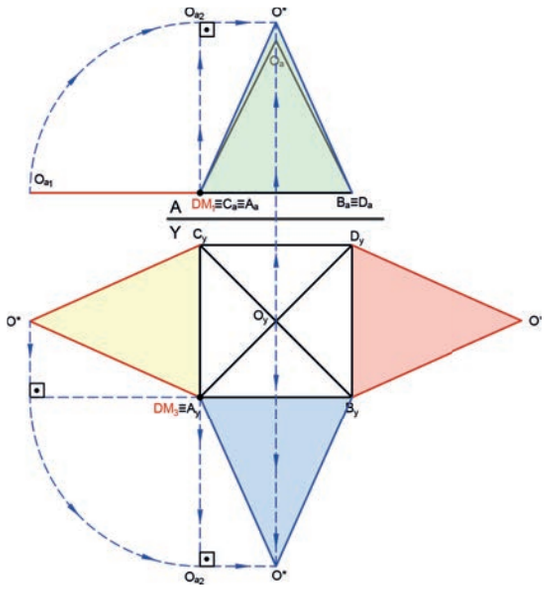
- Piramidin alın izdüşümünde döndürme merkezlerinin yeri belirlenir.
- **OA** ayrıtı, **DM_1**'e göre **A/Y** arakesitine paralel oluncaya kadar döndürülür.



- **O_{a1}** noktası ile **O_y** noktasından dik çıkılan taşıma çizgilerinin kesiştiği nokta **O*** olarak işaretlenir.
- **O*** noktası ile **C_y** ve **A_y** köşe noktaları birleştirilerek gerçek büyüklük bulunur.

- Aynı işlemler **DM_2**'ye göre de yapılarak **DOB** düzleminin gerçek büyüklüğü bulunur.

- **O_{a1}** noktası **DM_1'**e göre **90°** döndürülerek **O*** noktası bulunur.
- **O*** noktası ile **C_a** ve **D_a** köşe noktaları birleştirilerek gerçek büyüklük bulunur.
- **O_{a1}** noktası **DM_3**'e göre **90°** döndürülerek **O*** noktası bulunur.
- **O*** noktası ile **A_y** ve **B_y** köşe noktaları birleştirilerek gerçek büyüklük bulunur (Şekil 6.23).

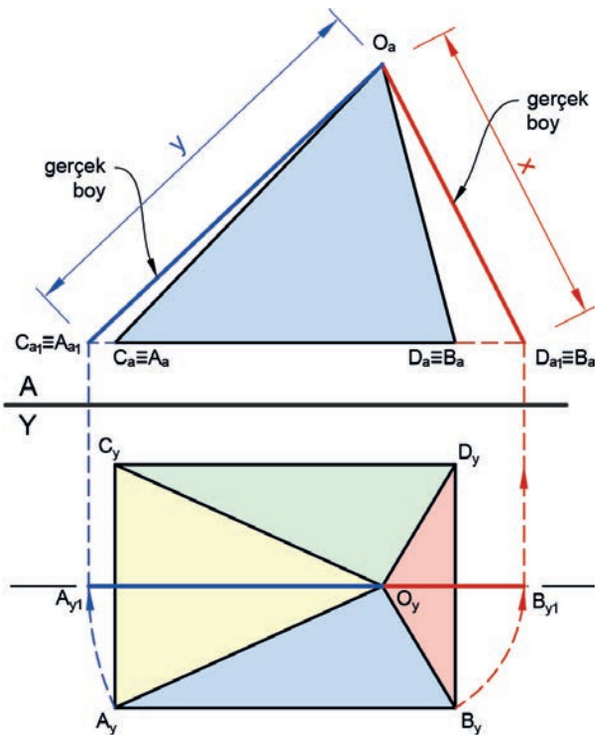


Şekil 6.23: Kare tabanlı piramidin yan yüzeylerine ait gerçek büyüklüklerin döndürme metodu ile bulunması

➤ Merkezî Açınım

Ayrıtları bir merkezde toplanan piramit gibi cisimlerin açınımında kullanılan yöntemdir.

Yandaki şekil incelendiğinde dikdörtgen tabanlı ve **x** ekseninden simetrik bir piramit görülmektedir. Piramide ait yatay ve alın izdüşümleri verilmiştir. Yatay izdüşümde, **ABCD** taban dikdörtgeninin **AB** ve **CD** ayrıtlarının **A/Y** arakesitine paralel olduğu görülmektedir. Bundan dolayı tabana ait ayrıtlar gerçek boyda, taban düzlemi de gerçek büyüklüktedir. Piramidin yanal yüzeylerine ait ayrıtlar **O** tepe noktasında birleşmektedir. Piramit **x** ekseninde simetrik olduğu için **OCD** ve **OAB** yüzeyleri eşittir **(OC=OA** ve **OB=OD).**

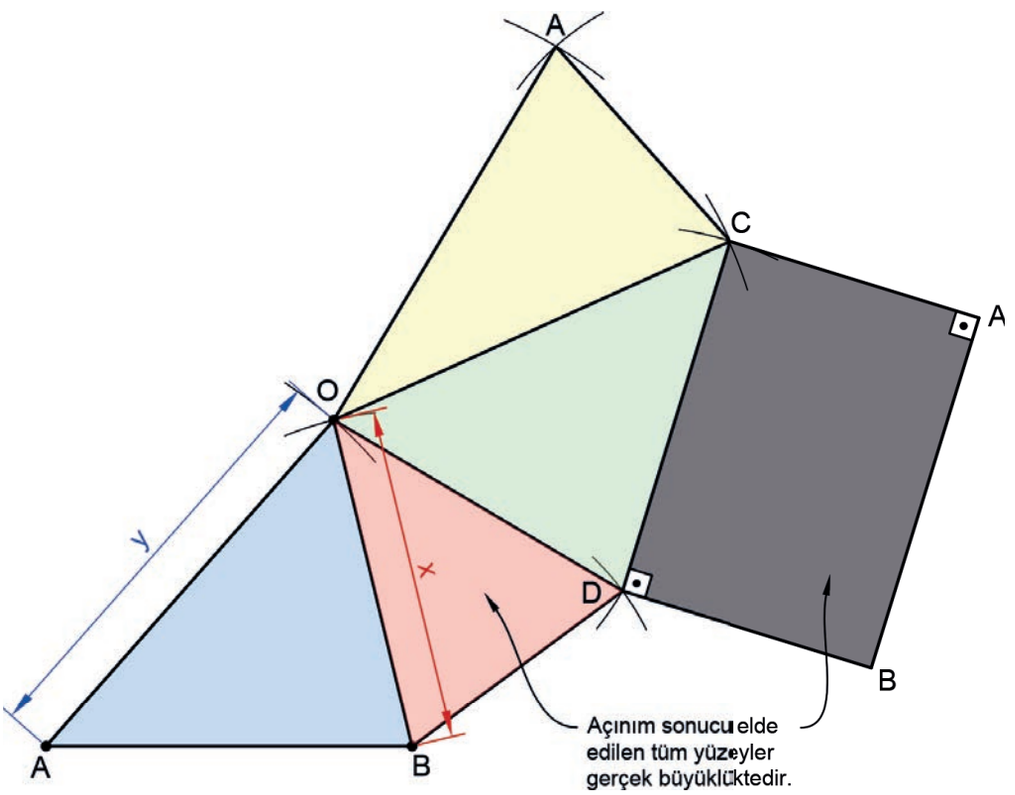


Yüzeyleri farklı eğimde olan dikdörtgen tabanlı piramidin tüm yüzeylerinin gerçek büyüklüğünün bulunabilmesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır:

- Piramidin **O** merkezli ayrıtlarının gerçek boylarını bulabilmek için uygulanacak en pratik yöntem döndürme metodudur. **OB** doğrusu, **A/Y** arakesitine paralel oluncaya kadar **O_y** döndürme merkezi etrafında döndürülür ve **B_{y1}** noktası elde edilir. Bu nokta alına taşınarak **B_{a1}** noktası bulunur. **B_{a1}** noktası ile **O_a** noktası birleştirilerek **OB** ve **OD** doğrularının gerçek boyları bulunmuş olur. Aynı işlem yatayda **OA** doğrusu için de yapılarak **alın**da **OA** ve **OC** doğrularının gerçek boyları bulunur.

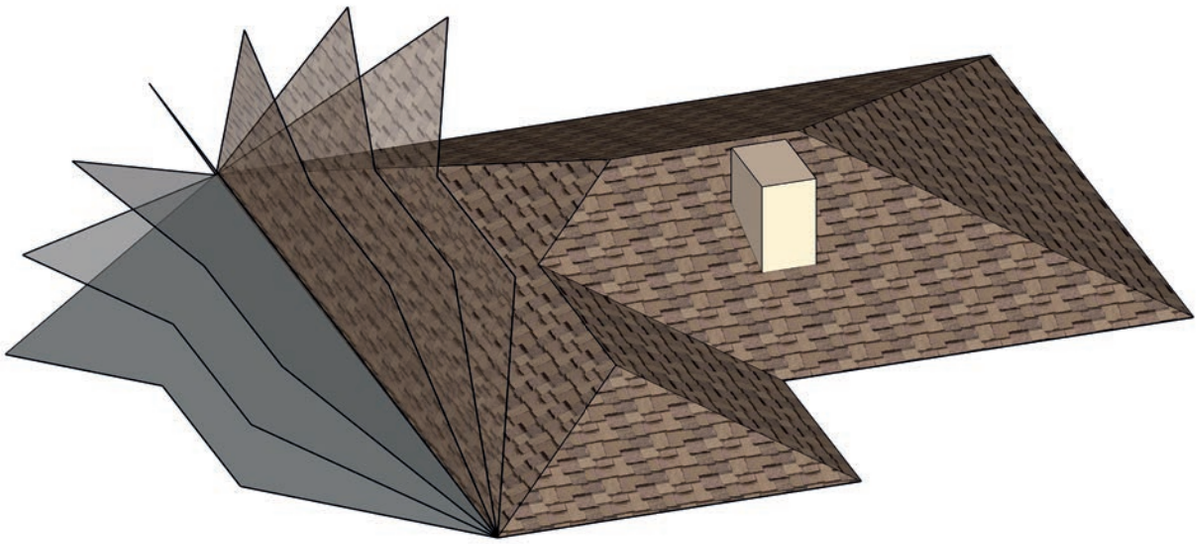
- Tüm ayrıtların gerçek boyları bulunduktan sonra, çizim yapılacak alanın uygun bir yeri başlangıç noktası olarak belirlenir ve ilk ayrıt çizilir. Burada başlangıç noktası **A** noktası olarak belirlenmiştir. **A** noktasından başlanarak **AB** doğrusu çizilir. **AB** doğrusunun uzunluğu yatay izdüşüm düzleminde gerçek boyda olduğu için çizimi ölçülerek yapılır ve çizim açısının bir önemi yoktur.
- Öncelikle **AOB** düzlemi oluşturulacaktır. **A** ve **B** noktaları belli olan **AOB** üçgeninin **O** noktasının bulunması gerekir. Bunun için pergel, alın izdüşüm düzlemindeki **y** mesafesi kadar açılır ve **açınımın çizileceği A** noktasına konularak bir yay çizimi yapılır.
- Çizilen bu yay üzerinde **O** noktasının yerinin bulunabilmesi için bir yay daha çizilmesi gerekir. Bunun için pergel, alın izdüşüm düzlemindeki **x** mesafesi kadar açılır ve **açınımın çizildiği yerdeki B** noktasına konularak bir yay çizimi daha yapılır. Çizilen iki yayın kesişimi **O** noktasıdır. Böylece **AOB** düzlemi çizilmiş olur.
- **AOB** düzleminin **OB** ayrıtı **BOD** düzlemi ile ortaktır. **BOD** düzleminin çizilebilmesi için **D** noktası aynı yöntemle belirlenir ve çizilir.
- Piramide ait dört düzlemde bu şekilde çizildikten sonra tabanın çizilmesi gerekir.Tabanın kısa kenar uzunluğu yatay izdüşümden ölçülür ve tabana ait ortak kenarlara dikkat edilerek çizilir. Taban dikdörtgen olduğu için kenarların dik olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 6.24).

Not: Tabanın dörtgen olması hâlinde dörtgen, üçgenlere ayrılıp pergel yardımıyla ortak köşe noktalar bulunarak çizilir.



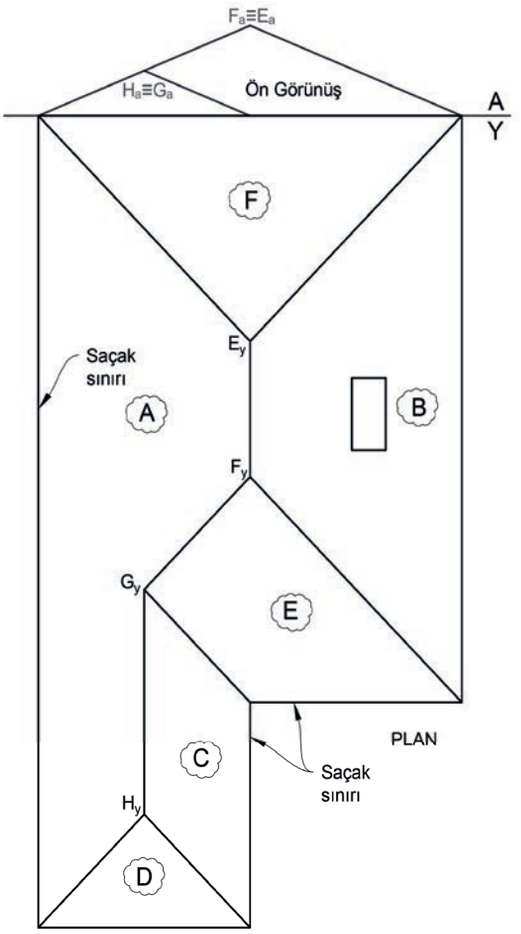
Şekil 6.24: Dikdörtgen tabanlı piramidin gerçek büyüklüğünün merkezî açınım yöntemi ile bulunması

Geometrik cisimlerin açınımları, döndürme metodu yardımıyla tabana ait ortak kenarlar etrafında yüzeyleri döndürülerek de yapılabilir. Çatıya ait tüm yüzeylerin gerçek büyüklüklerinin bulunması istendiğinde bu yöntem kullanılabilir (Şekil 6.25).



Şekil 6.25: Döndürme metoduyla çatı açınımının üç boyutlu görünümü

Açınımı yapılacak olan çatının yatay (plan) ve alın (ön görünüş) izdüşümleri Şekil 6.26'da görülmektedir.



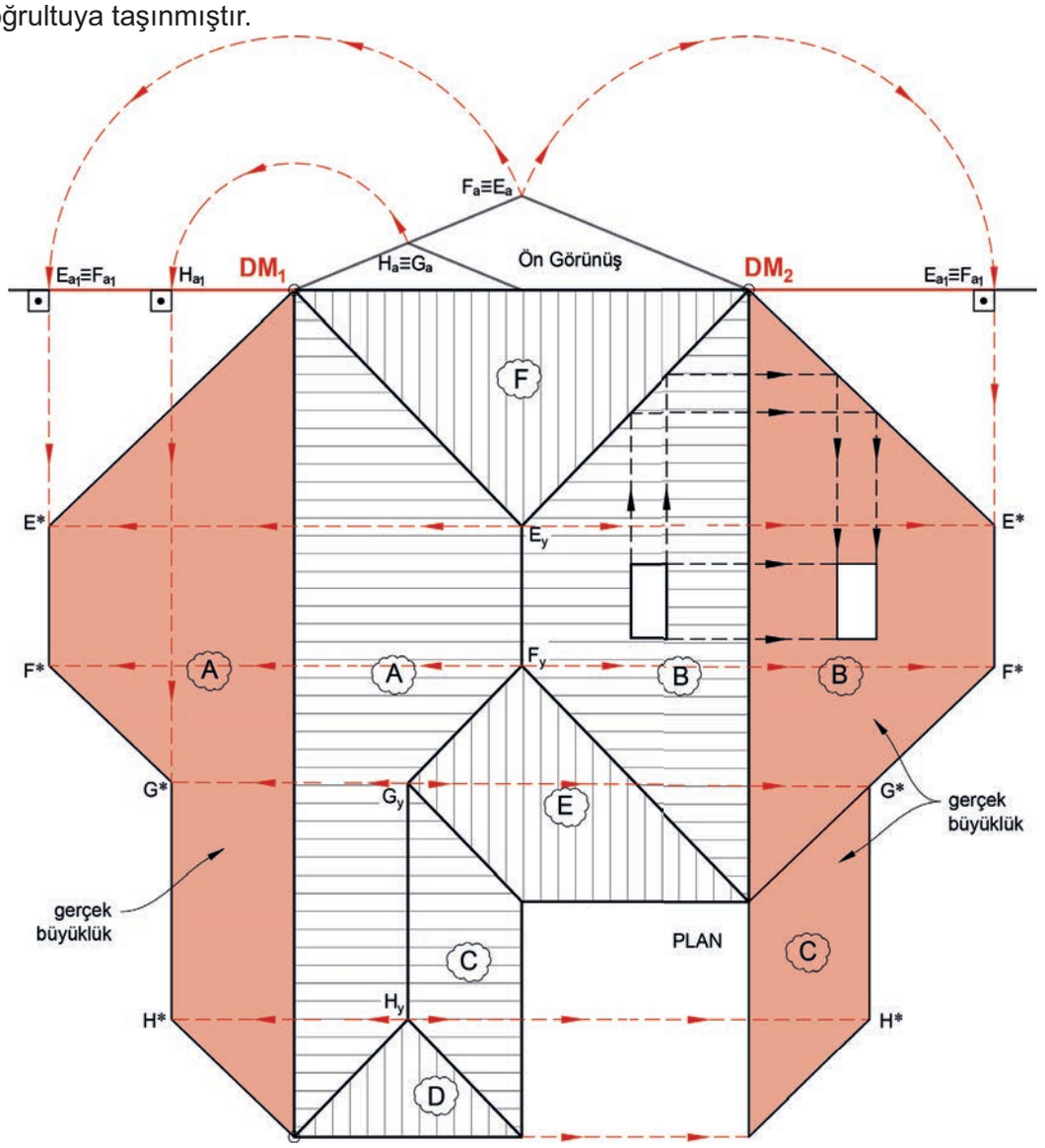
Plan ve ön görünüşün alın ve yatay arakesitine çakışık olacak şekilde konumlandırılmış olması komşu iki yüzeyin döndürme merkezinin ortak olmasını sağlayacaktır. Burada amaç görünüşlerin çizilmesi değil çatıya ait yüzeylerin gerçek büyüklüklerinin bulunmasıdır. Bundan dolayı baca, ön görünüşe işlenmemiştir.

Çatı üzerinde harflerle isimlendirilmiş yüzeyler saçak sınırı çizgisi üzerinde yataya paralel oluncaya kadar döndürülecek ve bu yüzeylerin gerçek büyüklükleri elde edilecektir (Şekil 6.26).

Şekil 6.26: Karışık kırma çatının izdüşümü

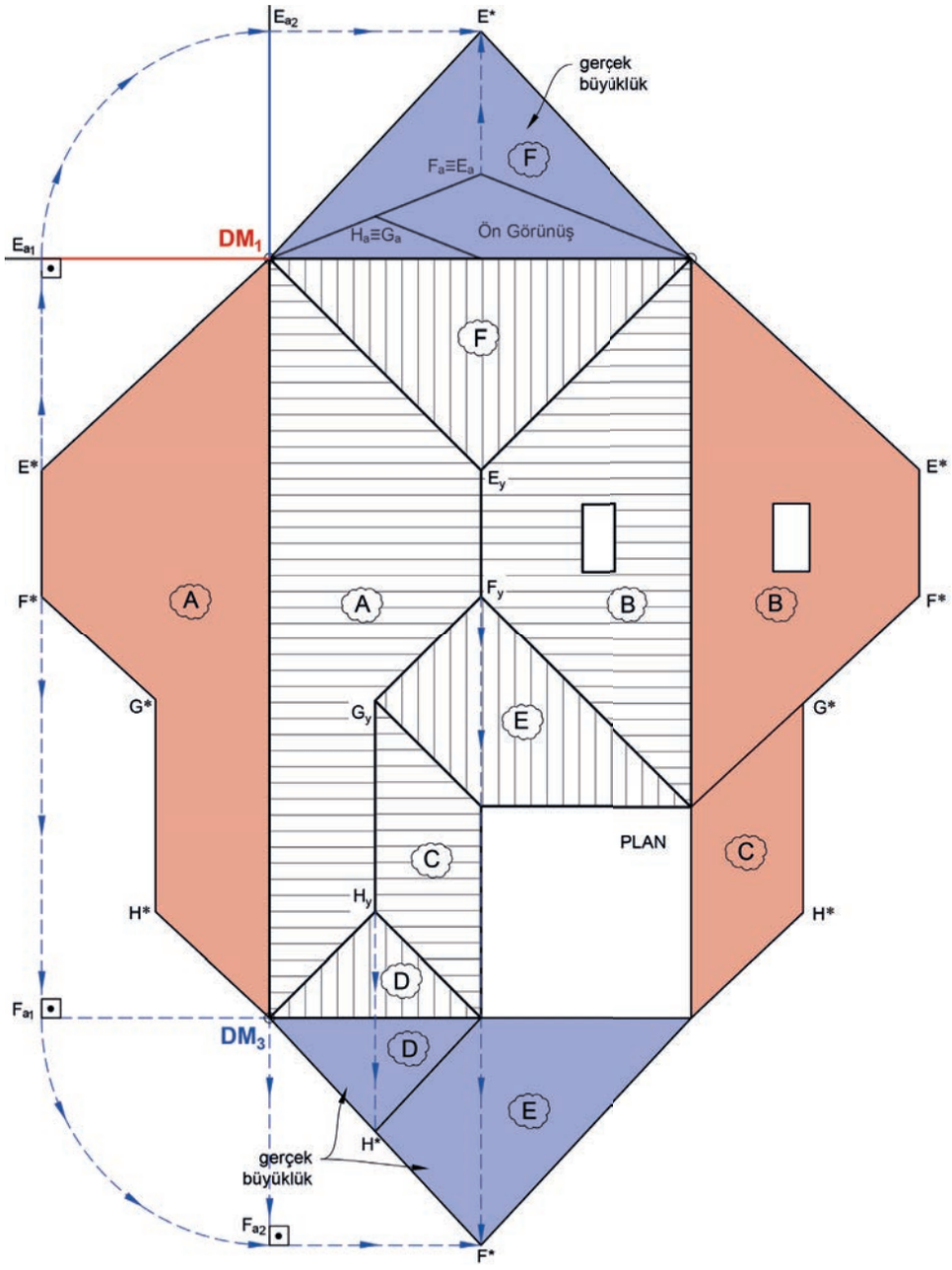
Çatı açınımı çizimi yapılırken sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanır (Şekil 6.27):

- Plan ve ön görünüşün kesiştiği köşelerden biri döndürme merkezi (**DM_1**) olarak seçilir.
- **H_a** ve **E_a** noktaları, saatin dönüş yönünün tersi istikamette **A/Y** arakesitine paralel oluncaya kadar pergel yardımıyla **DM_1** noktasına göre döndürülür ve **H_{a1}** ile **E_{a1}** noktaları bulunur.
- **E_{a1}** ve **H_{a1}** noktalarından dik çıkılan taşıma çizgileri ile çatı planının üzerindeki mahya kesişim noktaları olan **E_y**, **F_y**, **G_y** ve **H_y** noktalarından dik çıkılan taşıma çizgilerinin kesiştiği noktalar birleştirilir.
- **E***, **F***, **G*** ve **H*** noktaları birleştirilip çatıya ait **A** yüzeyinin gerçek büyüklüğü bulunur.
- Aynı işlem **DM_2**'ye göre de yapılarak **B** ve **C** yüzeylerinin gerçek büyüklükleri bulunur.
- **C** yüzeyinin **açınımı**, saçak sınırı üzerinde olmalıdır. Ancak açınım ile çatı planının içe içe girip çizimin karışık hâle gelmemesi için **açınım** yan görünüşte görünmesi gereken doğrultuya taşınmıştır.



Şekil 6.27: Karışık kırma çatının yan yüzeylerine ait gerçek büyüklüklerin açınım ile bulunması

- E_{a1} noktası, DM_1'e göre saatin dönüş yönünde **90°** döndürülerek E_{a2} noktası bulunur. Buradan dik çıkılan taşıma çizgisi ile E_a tepe noktasından çıkılan dikin kesişim noktası **E*** noktası olarak işaretlenir. **E*** noktası ile çatının köşe noktaları birleştirilerek **F** yüzeyinin gerçek büyüklüğü bulunmuş olur.
- Aynı işlemler F_{a1} noktası için DM_3'e göre yapılır. **F*** noktası ile çatının köşe noktaları birleştirilerek **E** yüzeyi bulunur.
- Plandaki H_y tepe noktasından çıkılan dik ile **F*** köşesine ait eğik mahyanın kesiştiği nokta **H*** olarak işaretlenir. **H*** noktası ile köşe noktalar birleştirilerek **D** yüzeyinin gerçek büyüklüğü bulunmuş olur (Şekil 6.28).

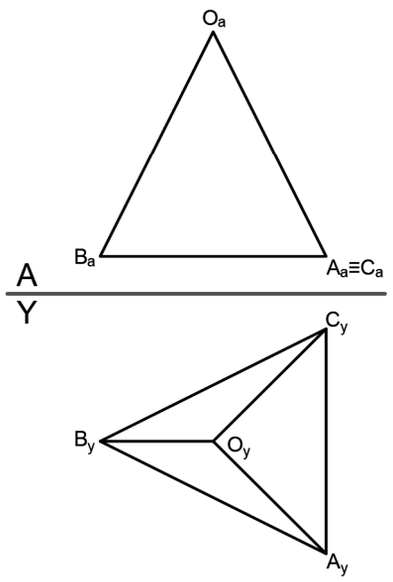


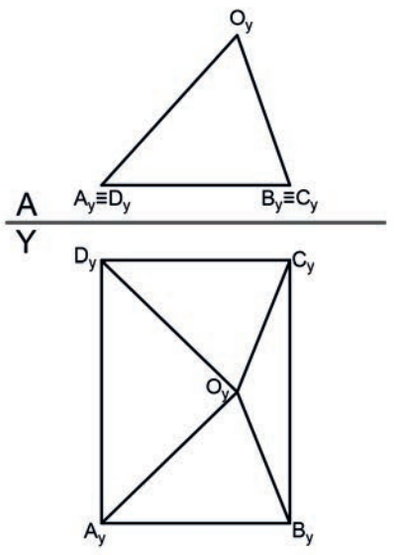
Şekil 6.28: Karışık kırma çatıya ait tüm yüzeylerin gerçek büyüklüklerinin açınım ile bulunması

SIRA SİZDE

6.5a

Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri verilen dörtyüzlünün ve dikdörtgen tabanlı piramidin yüzeylerine ait gerçek büyüklükleri **merkezî açınım yöntemini** kullanarak bulunuz.

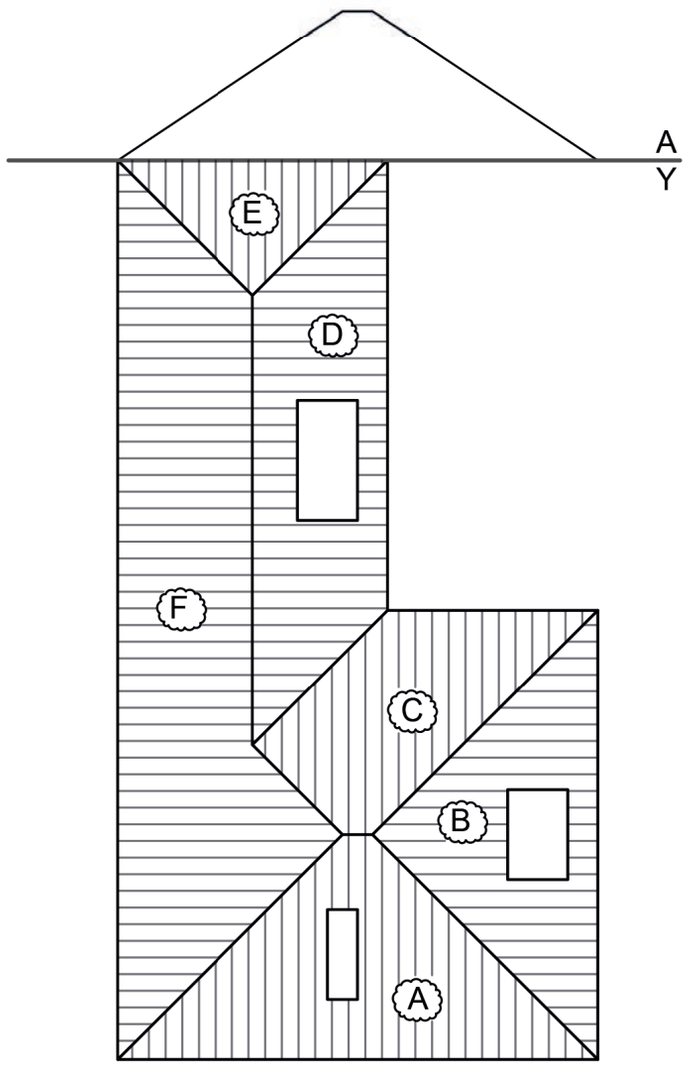




SIRA SİZDE

6.5b

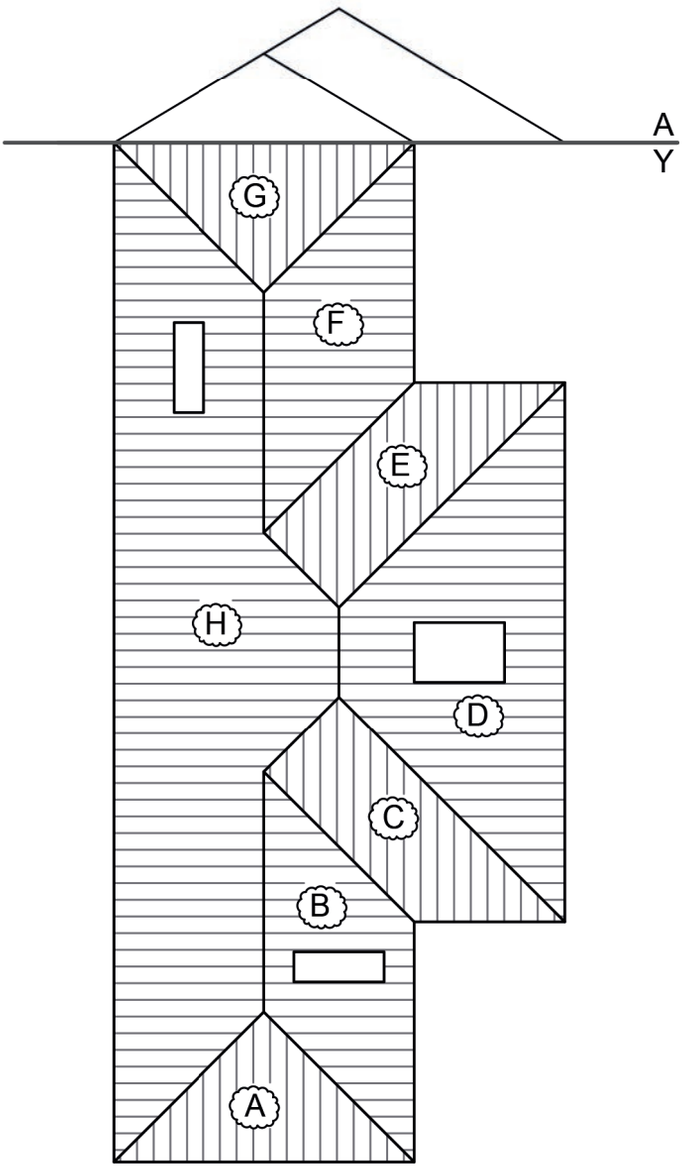
- Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri verilen çatının tüm yüzeylerinin **gerçek büyüklüğünü**, çatı yüzeylerini **tabana ait ayrıtların etrafında döndürerek** bulunuz.
- Baca boşluklarının yer ve büyüklüklerini ilgili yüzeyler üzerinde gösteriniz.



SIRA SİZDE

6.5c

- Aşağıda alın ve yatay izdüşümleri verilen çatının tüm yüzeylerinin **gerçek büyüklüğünü**, çatı yüzeylerini **tabana ait ayrıtların etrafında döndürerek** bulunuz.
- Baca boşluklarının yer ve büyüklüklerini ilgili yüzeyler üzerinde gösteriniz.



6. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME FORMU

Sınıf	No.	Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Tarihi

Yönerge

Bu uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenilen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak belirlenen ölçütlerin mükemmellik derecesini (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ilgili kutucuğa **(X)** işaretleyiniz.

	Ölçütler	**Derece**				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Döndürme metodunu kullanarak doğrunun gerçek boyunu buldu.					
2	Döndürme metodunu kullanarak doğrunun temel izdüşüm düzlemleri ile yaptığı açıyı buldu.					
3	Döndürme metodunu kullanarak düzlemin çizgi görüntüsünü buldu.					
4	Özel konumlu düzlemlerin gerçek büyüklüğünü döndürme metodunu kullanarak buldu.					
5	Gelişigüzel konumlu düzlemlerin gerçek büyüklüğünü döndürme metodunu kullanarak buldu.					
6	Düzlem ile doğrunun arasındaki açıyı döndürme metodunu kullanarak buldu.					
7	Düzlem ile doğrunun arasındaki açıyı yardımcı izdüşüm metodunu kullanarak buldu.					
8	Çatı yüzeyinin gerçek büyüklüğünü döndürme metodu yardımıyla buldu.					
9	Baca boşluklarının yer ve büyüklüklerini ilgili yüzeyler üzerinde gösterdi.					
10	Cisimlerin yüzeylerine ait gerçek büyüklüklerini merkezî açınım yöntemini kullanarak buldu.					
11	Çatının tüm yüzeylerinin gerçek büyüklüğünü, çatı yüzeylerini tabana ait ayrıtların etrafında döndürerek buldu.					
12	Baca boşluklarının yer ve büyüklüklerini ilgili yüzeyler üzerinde gösterdi.					
13	Çalışmaları zamanında bitirdi.					
	SÜTUN TOPLAMI					
	ÖLÇEK PUANI					
	100 Üzerinden Alınan Puan					

*** Tablodaki ölçek puanını 100'lük sisteme dönüştürme işlemi**

Tabloda her bir ölçüt için belirlenen en yüksek puan 5'tir. Tabloda toplam 13 ölçüt vardır. Dolayısıyla tablodan alınabilecek en yüksek puan 13 x 5 = 65 tir.

100 Üzerinden Alınan Puan = [(Ölçek Puanı x 100) / 65]

Değerlendirme

Eğer bu ölçekten 100 üzerinden 70 puan aldıysanız bu öğrenme için başarınız yeterli düzeyde demektir.

KAYNAKÇA

1. Dericioğlu, N., Karabay, M. (1966). *Teknik Tasarı Geometri (1. Baskı).* İstanbul: San Matbaası.

2. Karagöz, S. (2018). *Tasarı Geometri (1. Baskı).* Ankara: Tarcan Matbaası.

3. Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). *İnşaat Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı.* Ankara.

4. Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). *İnşaat Teknolojisi Alanı Yapıda Tasarı Geometri Dersi Bilgi Formu.* Ankara.

5. Türk Dil Kurumu. (2011). *Güncel Türkçe Sözlük* (11. Baskı). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

6. Türk Dil Kurumu. (2012). *Yazım Kılavuzu (27. Baskı)*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

1. https://www.britannica.com/biography/Gaspard-Monge-comte-de-Peluse (03.04.2021, 08:16)

*Kaynakça APA." 6.0" ya göre düzenlenmiştir.

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 1.1:	Noktanın izdüşümü	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 1.2:	İzdüşüm çeşitleri	
Şekil 1.3:	Merkezî izdüşüm	
Şekil 1.4:	Cisim, izdüşüm düzleminin arkasında	
Şekil 1.5:	Cisim ile izdüşüm düzlemi çakışık	
Şekil 1.6:	Eğik izdüşüm	
Şekil 1.7:	Dik izdüşüm	
Şekil 1.8:	İzdüşüm düzlemine paralel doğrunun izdüşümü	
Şekil 1.9:	İzdüşüm düzlemine dik doğrunun izdüşümü	
Şekil 1.10:	Gelişigüzel doğrunun izdüşümü	
Şekil 1.11:	İzdüşüm düzlemine paralel düzlemin izdüşümü	
Şekil 1.12:	İzdüşüm düzlemine dik düzlemin izdüşümü	
Şekil 1.13:	Gelişigüzel düzlemin izdüşümü	
Şekil 1.14:	Temel izdüşüm düzlemleri	
Şekil 1.15:	Kapalı temel izdüşüm düzlemleri (1. bölge)	
Şekil 1.16:	Açık temel izdüşüm düzlemleri (epür düzlem)	
Şekil 1.17:	Kot, uzaklık ve aralık kavramları	
Şekil 1.18:	Noktanın temel izdüşümleri	
Şekil 1.19:	Noktanın temel izdüşümleri	
Şekil 1.20:	A noktasının temel izdüşümleri	
Şekil 1.21:	Düzleme göre ihtiyaç duyulan koordinat bilgileri	
Şekil 1.22:	D doğrusu	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 1.23:	Doğru ve doğru parçası	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 1.24:	AB doğru paçası	
Şekil 1.25:	Alın doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.26:	Yatay doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.27:	Profil doğrusunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.28:	Alın izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.29:	Yatay izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.30:	Profil izdüşüm düzlemine dik doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.31:	Gelişigüzel konumlu bir doğrunun kapalı ve açık epürdeki izdüşümleri	
Şekil 1.32:	Doğrunun üzerindeki ve dışındaki noktalara ait çizim örnekleri	
Şekil 1.33:	Kapalı epürde yardımcı izdüşüm düzlemlerinin görünümü	
Şekil 1.34:	Yardımcı izdüşüm düzlemlerinin yatay izdüşüm düzlemi üzerindeki çizgi görünümü	
Şekil 1.35:	Yatay izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.36:	Alın izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.37:	Profil izdüşüm düzleminde noktanın birinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.38:	Noktanın yatayda ikinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.39:	Noktanın alında ikinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.40:	Noktanın profilde ikinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 1.41:	Doğrunun alına dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu	
Şekil 1.42:	Doğrunun yataya dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu	
Şekil 1.43:	Doğrunun profile dik yardımcı izdüşüm düzlemi üzerindeki gerçek boyu	
Şekil 1.44:	Doğrunun, yardımcı izdüşüm metodu ile gerçek boyunun bulunması	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 1.45:	Doğrunun temel izdüşüm düzlemleri üzerindeki nokta görüntüsü	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 1.46:	Alın doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması	
Şekil 1.47:	Yatay doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması	
Şekil 1.48:	Profil doğrusunun nokta görüntüsünün bulunması	
Şekil 1.49:	Gelişigüzel doğrunun nokta görüntüsünün bulunması	
Şekil 1.50:	Kesişen doğruların izdüşümü	
Şekil 1.51:	Aykırı doğruların izdüşümü	
Şekil 1.52:	Kesişen ve aykırı doğruların izdüşümü	
Şekil 1.53:	Kesişen ve aykırı doğruların izdüşümü	
Şekil 1.54:	Çakışık görünümlü doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.55:	Alın izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.56:	Yatay izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.57:	Profil izdüşüm düzlemine paralel doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.58:	Alına izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.59:	Yatay izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.60:	Profil izdüşüm düzlemine dik doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.61:	Gelişigüzel konumlu paralel doğruların izdüşümleri	
Şekil 1.62:	İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular	
Şekil 1.63:	Paralel doğruların izdüşümü	
Şekil 1.64:	İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular	
Şekil 1.65:	Aykırı doğruların izdüşümü	
Şekil 1.66:	İki temel izdüşüm düzleminde paralel görüntü veren doğrular	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 1.67:	Paralel doğruların izdüşümü	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 1.68:	Alına dik iki doğru arasındaki en kısa mesafe	
Şekil 1.69:	Yataya dik iki doğruarasındaki en kısa mesafe	
Şekil 1.70:	Profile dik iki doğru arasındaki en kısa mesafe	
Şekil 1.71:	Birbirine paralel iki alın doğrusu arasındaki uzaklık	
Şekil 1.72:	Birbirine paralel iki yatay doğrusu arasındaki uzaklık	
Şekil 1.73:	Birbirine paralel iki profil doğrusu arasındaki uzaklık	
Şekil 1.74:	Gelişigüzel konumlu paralel doğruların arasındaki uzaklığın bulunması	
Şekil 2.1:	Düzleme dik doğru	
Şekil 3.1:	Kesişen düzlemlerin arakesiti	
Şekil 3.2:	Geometrik cisimler	
Şekil 3.3:	Doğruların önde ve arkada olma durumlarını belirleme	
Şekil 3.4:	Dörtyüzlünün görünürlük açısından incelenmesi	
Şekil 3.5:	Dörtyüzlünün alın ve profil izdüşümleri	
Şekil 3.6:	Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini bulma	
Şekil 3.7:	Kesme düzlemi metodu	
Şekil 3.8:	Kesme düzlemi metodu ile kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesitini bulma	
Şekil 3.9:	Kesişen gelişigüzel konumlu düzlemlerin arakesiti ve görünürlüğü	
Şekil 3.10:	Düzlem geçirme metodu	
Şekil 3.11:	Düzlem geçirme metodu	
Şekil 3.12:	Düzlem geçirme metodu	
Şekil 4.1:	Doğru ve düzlemlerin olası konumları	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 4.2:	Özel konumlu düzlemlerde delme noktasının bulunması	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 4.3:	Karışık kırma çatı planı ve elemanları	
Şekil 4.4:	Üç boyutlu kırma çatı görünümü	
Şekil 4.5:	Yardımcı izdüşüm metodu ile çatıda delme noktasının bulunması	
Şekil 4.6:	Çatıda baca görünürlüğünün belirlenmesi	
Şekil 4.7:	Cisim-doğru kesişiminde kullanılan düzlem geçirme metoduna ait görünümler	
Şekil 5.1:	Kesişen doğrular	
Şekil 5.2:	Kesişen doğruların arasındaki açının bulunması	
Şekil 5.3:	Arakesiti özel konumlu kesişen düzlemlerin arasındaki açının yardımcı izdüşüm metodu ile bulunması	
Şekil 5.4:	Gelişigüzel konumlu kesişen düzlemlerin arasındaki açının yardımcı izdüşüm metodu ile bulunması	
Şekil 5.5:	Arakesiti belli olmayan düzlemlerin birinci yardımcı izdüşümü	
Şekil 5.6:	Arakesiti belli olmayan düzlemlerin birbiriyle yaptığı açının yardımcı izdüşüm metoduyla bulunması	
Şekil 5.7:	Biri özel konumlu düzlemlerin arasındaki açının bulunması	
Şekil 5.8:	Temel izdüşüm düzlemlerinde gerçek açının bulunması	
Şekil 6.1:	Doğru ile alın izdüşüm düzlemi arasındaki açı	
Şekil 6.2:	Doğru ile yatay izdüşüm düzlemi arasındaki açı	
Şekil 6.3:	Doğru ile profil izdüşüm düzlemi arasındaki açı	
Şekil 6.4:	Gelişigüzel konumlu düzlemin özel doğrusunun çizimi ve α açısının tespiti	
Şekil 6.5:	Bir ABC düzleminin yataydaki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 6.6:	Bir ABC düzleminin alındaki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi	KOMİSYON TARAFINDAN OLUŞTURULMUŞTUR.
Şekil 6.7:	Bir ABC düzleminin profildeki çizgi görüntüsünün döndürme metodu ile elde edilmesi	
Şekil 6.8:	Alına dik ABC düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğü	
Şekil 6.9:	Yataya dik ABC düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğü	
Şekil 6.10:	Profile dik ABC düzleminin farklı döndürme merkezlerine göre gerçek büyüklüğü	
Şekil 6.11:	Gelişigüzel konumlu ABC düzleminin alında gerçek büyüklüğünün bulunması	
Şekil 6.12:	Gelişigüzel konumlu ABC düzleminin yatayda gerçek büyüklüğünün bulunması	
Şekil 6.13:	Gelişigüzel konumlu ABC düzleminin profilde gerçek büyüklüğünün bulunması	
Şekil 6.14:	ABC düzleminin özel doğrusu	
Şekil 6.15:	DM1 noktasına göre döndürme işlemi	
Şekil 6.16:	DM2 noktasına göre döndürme işlemi	
Şekil 6.17:	DM3 noktasına göre döndürme işlemi	
Şekil 6.18:	Yardımcı izdüşüm metodu ile doğru ile düzlemin arasındaki gerçek açının bulunması	
Şekil 6.19:	Karışık kırma çatının izdüşümleri	
Şekil 6.20:	Çatı yüzeylerinin gerçek büyüklüğü	
Şekil 6.21:	Baca boşluğunun gerçek büyüklüğü	
Şekil 6.22:	Bazı cisimlere ait açınımlar	

ŞEKİL NO.	ŞEKİL ADI	
Şekil 6.23:	Kare tabanlı piramidin yan yüzeylerini döndürme metodu ile gerçek büyüklüğünü bulma	
Şekil 6.24:	Dikdörtgen tabanlı piramidin merkezi açınım yöntemi ile gerçek büyüklüğünün bulunması	
Şekil 6.25:	Döndürme metoduyla çatı açınımının elde edilmesi	
Şekil 6.26:	Karışık kırma çatının izdüşümü	
Şekil 6.27:	Karışık kırma çatının yan yüzeylerine ait gerçek büyüklüklerin açınım ile bulunması	
Şekil 6.28:	Karışık kırma çatıya ait tüm yüzeylerin gerçek büyüklüklerinin açınım ile bulunması	

