

## ORYANTASYON VERİLERİ

**Konum** (*attitude*): Bir şeyin uzaydaki yönelimini ifade eder. Bir düzlemin konumu doğrultu ve eğimi ile tanımlanır. Bir çizginin konumu ise yönelim ve dalım ile tanımlanır.

**Cihet** (*bearing*): Bir doğrunun/çizginin yatay düzlemde (referans koordinat sistemi içerisinde) referans doğrultusuna göre yaptığı açıdır. Jeolojide kullanılan referans doğrultusu genelde coğrafik kuzeydir. Başka bir deyişle cihet yatay düzlemdeki bir doğrunun kuzeye göre yaptığı açıdır.

**Doğrultu** (*strike*): Eğik bir düzlemin yatay ile olan arakesitinin cihetidir (yani kuzeyden yaptığı açıdır). Dolayısı ile ölçüm yatay düzlem içerisinde yapılır.

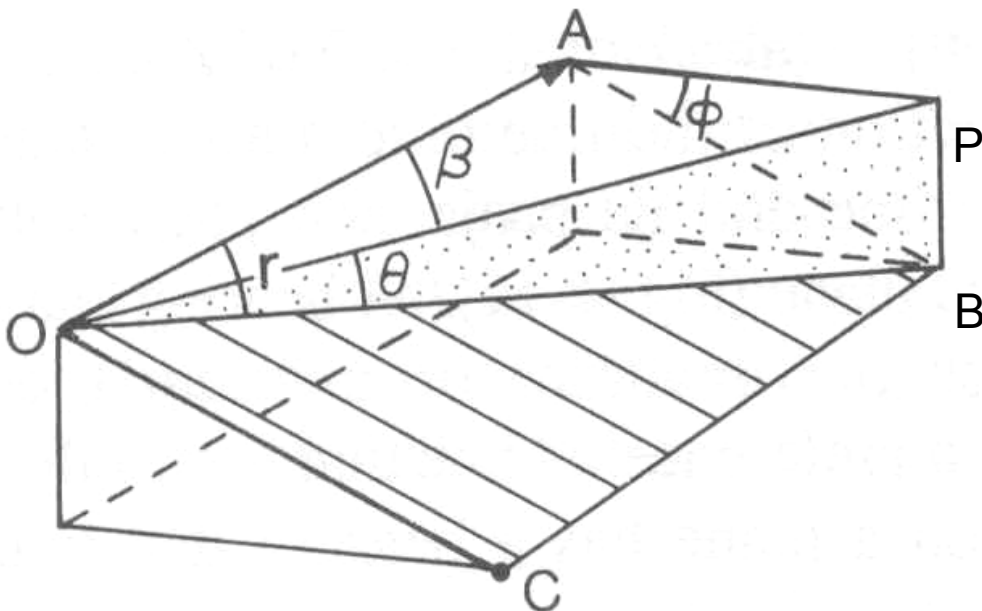
**Gerçek eğim** (*true dip*): Eğik bir düzlem ile bu düzlemin doğrultusuna dik yöndeki düşey düzlemin arakesitinin oluşturacağı çizgi ile bu çizginin yatay düzleme olan izdüşümü arasındaki açıdır. Eğim düşey düzlemde doğrultuya dik yönde ölçülür. Gerçek eğim düzlemin alabileceği en büyük eğim değeridir.

**Görünür eğim** (*apparent dip*): Doğrultuya dik olmayan herhangi bir yöndeki eğime görünür eğim denir. Görünür eğim(ler) gerçek eğimden her zaman daha küçüktürler.

**Yönelim** (*trend*): Yatay olmayan çizgilerin (vektörlerin) yerin içine doğru olan uçlarının yatay düzleme olan projeksiyonlarının cihetidir (kuzeyle yaptıkları açı). Bir düzlemin yönelimi eğim yönü olarak da adlandırılır.

**Dalım** (*plunge*): Yatay olmayan bir çizgi ile bu çizginin yatay düzlemdeki iz düşümü arasındaki açıdır.

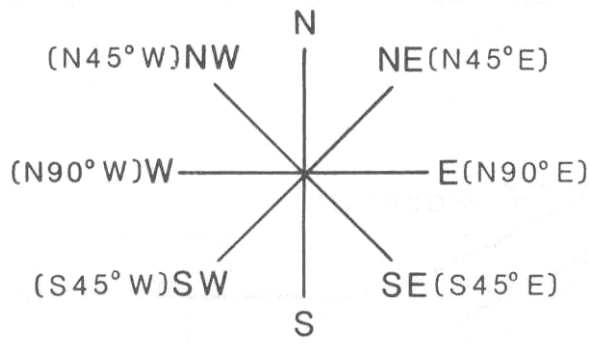
**Yatım** (*rake/pitch*): Bir düzlem içerisindeki çizginin aynı düzlem içerisindeki düzlemin doğrultusu ile yaptığı açıdır.



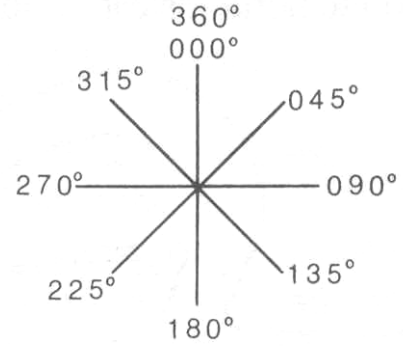
## Haritalarda oryantasyon

Harita üzerinde bir doğrunun ciheti, o doğrunun kuzeyden yaptığı açı, açı ölçer yardımı ile doğrudan ölçülebilir. Ölçülen açı yaygın olarak iki değişik yöntemle ifade edilebilir. Bunlar:

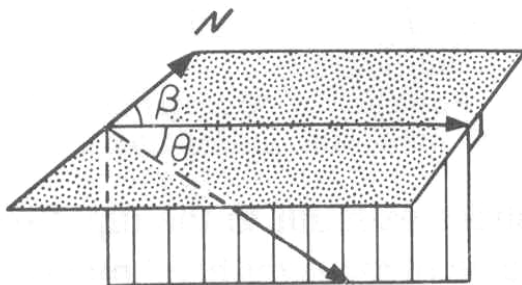
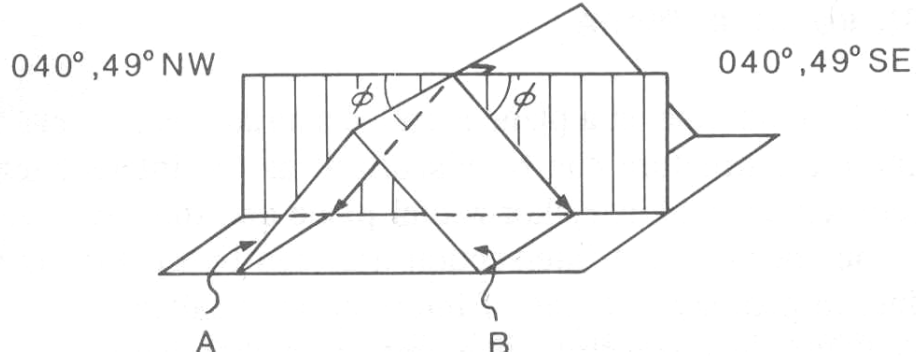
1. **Azimut (azimuth) yöntemi.**  $360^\circ$  üzerinden hesaplanır. Ölçüm kuzeyden başlayarak saat yönünde yapılır ve üç basamaklı sayılarla ifade edilir ( $245^\circ$ ,  $112^\circ$ ,  $039^\circ$ ,  $095^\circ$  gibi).
2. **Kadran (quadrant) yöntemi.** Çizginin cihetine göre saat yönünde veya tersi yönde, her zaman çizginin kuzeyden yaptığı dar açı ölçülerek, ölçümün doğu veya batı yönlerinden hangisinde yapıldığı belirtilerek ifade edilir ( $K35^\circ B$ ,  $K56^\circ D$ ,  $K85^\circ D$ ,  $K90^\circ B$ ,  $K00^\circ D$  gibi).



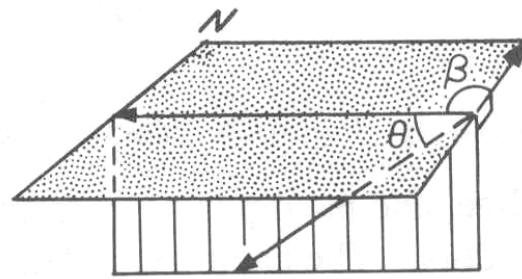
(a)  
Kadran yöntemi



(b)  
Azimut yöntemi



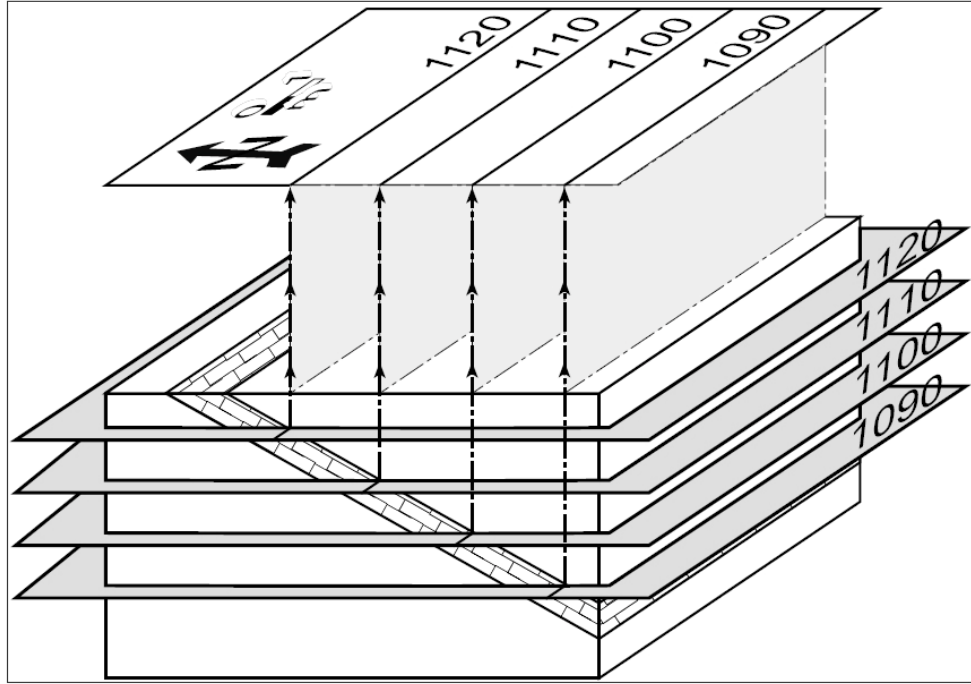
(a)



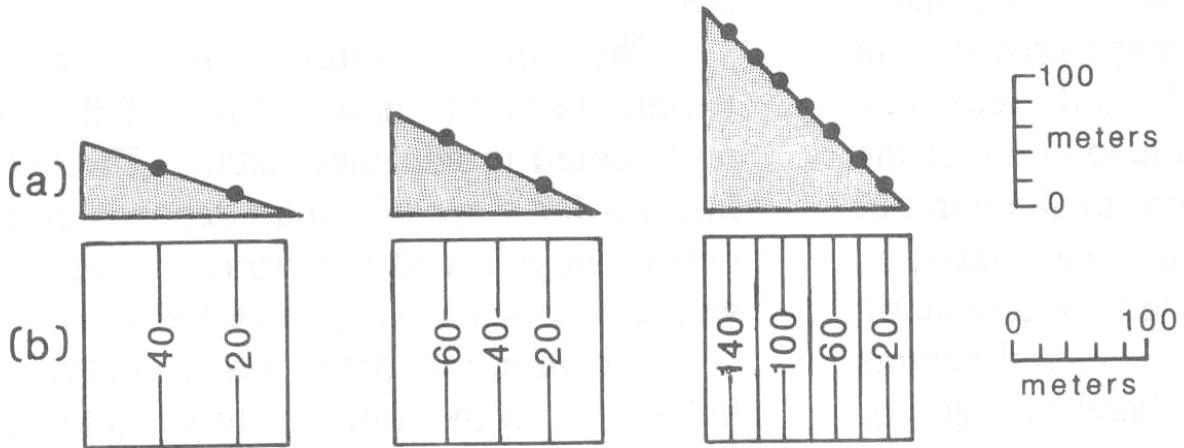
(b)

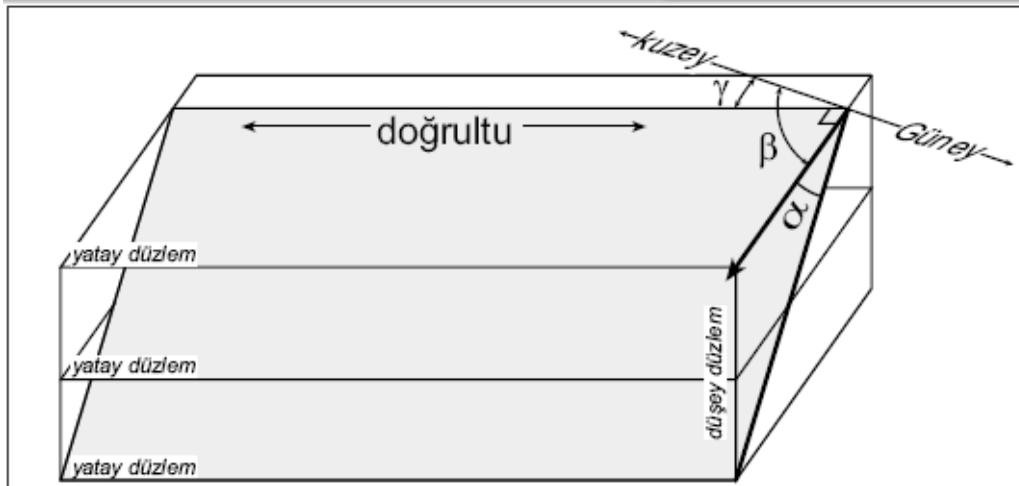
## YAPISAL KONTURLAR

Yapısal konturlar topografik konturlar gibi bir yapısal yüzey/düzlem üzerinde aynı yüksekliğe sahip noktaları birleştiren eğrilere verilen addır. Yapısal konturlar topografik konturlarla aynı özelliklere sahiptir. Yapısal konturların topografik konturlardan farkı onların bir yapısal düzleme ait olmalarıdır. Topografik konturlarda olduğu gibi aynı düzleme ait yapısal konturlar birbirini kesemezler (yapının düşey veya devrik olması durumları hariç). Yapısal konturların devamlılığı ait oldukları yapının başka bir yapı (fay veya uyumsuzluk düzlemi gibi) kesilip kesilmemesi ile belirlenir. Yapısal konturlar topografik konturlarda olduğu gibi, yapısal bir düzlem ile yatay referans düzlemle olan kesişim çizgilerinin bir harita düzlemine projeksiyonudur. Sık yapısal konturlar daha yüksek eğimi, seyrek yapısal konturlar daha az eğimli yüzeyleri gösterir.

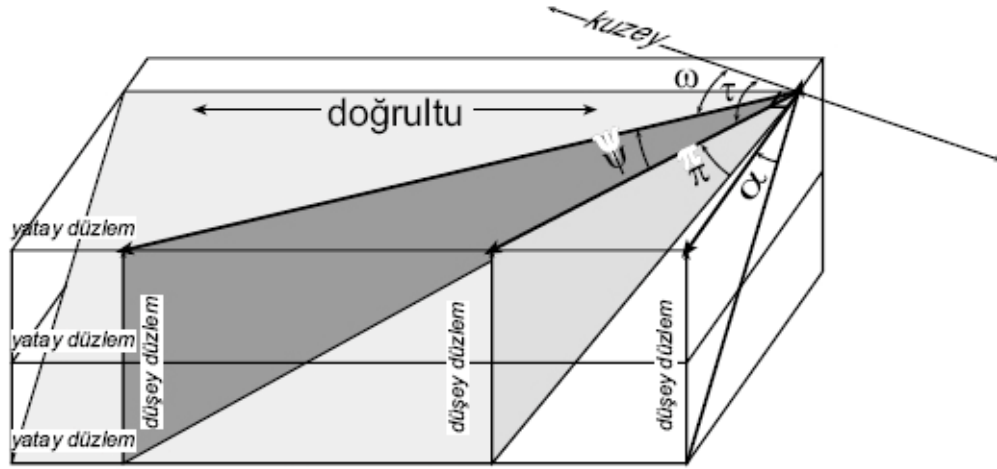


Yapısal Konturların oluşturulması

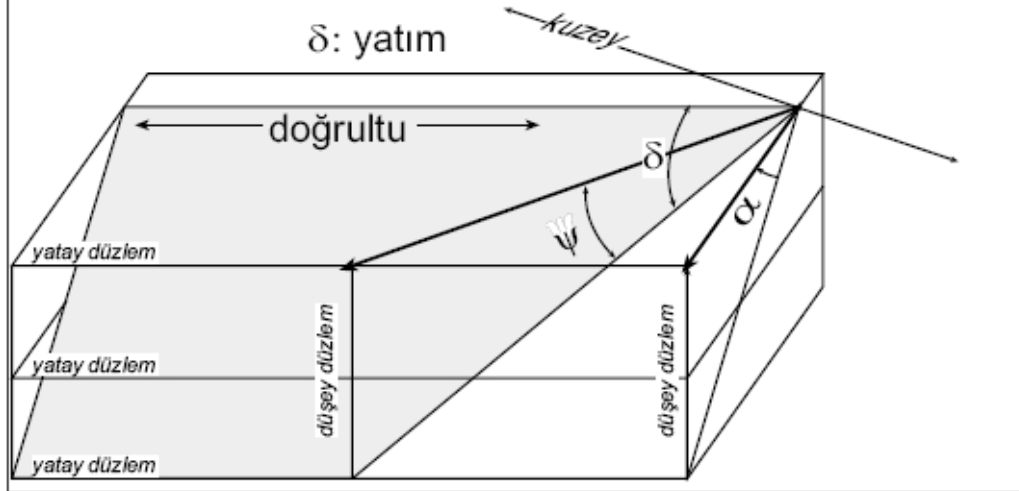




$\beta$ : Doğrultu     $\gamma$ : Eğim yönü     $\alpha$ : Eğim (gerçek)

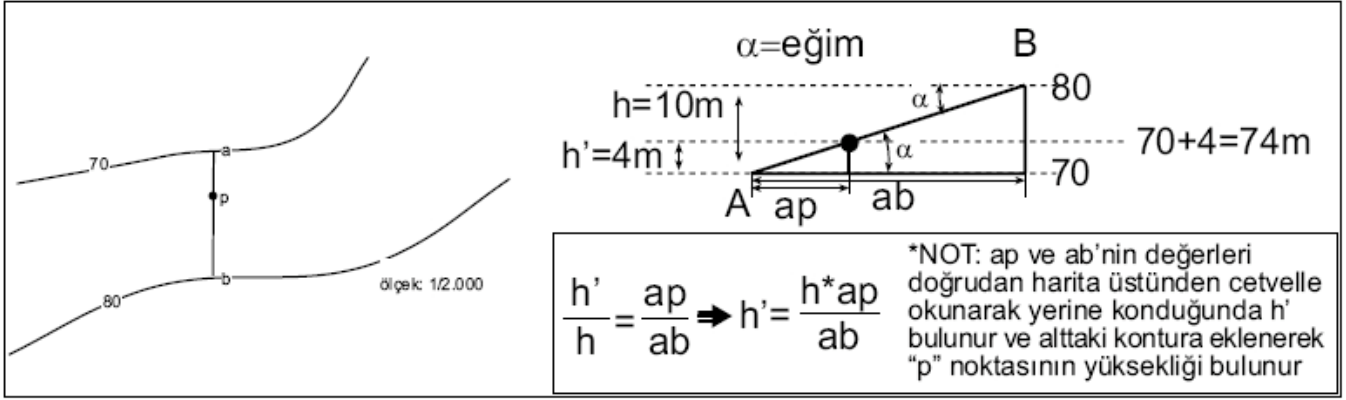


$\omega, \tau$ : Görünür eğim yönleri  
 $\psi, \pi$ : görünür eğim miktarları

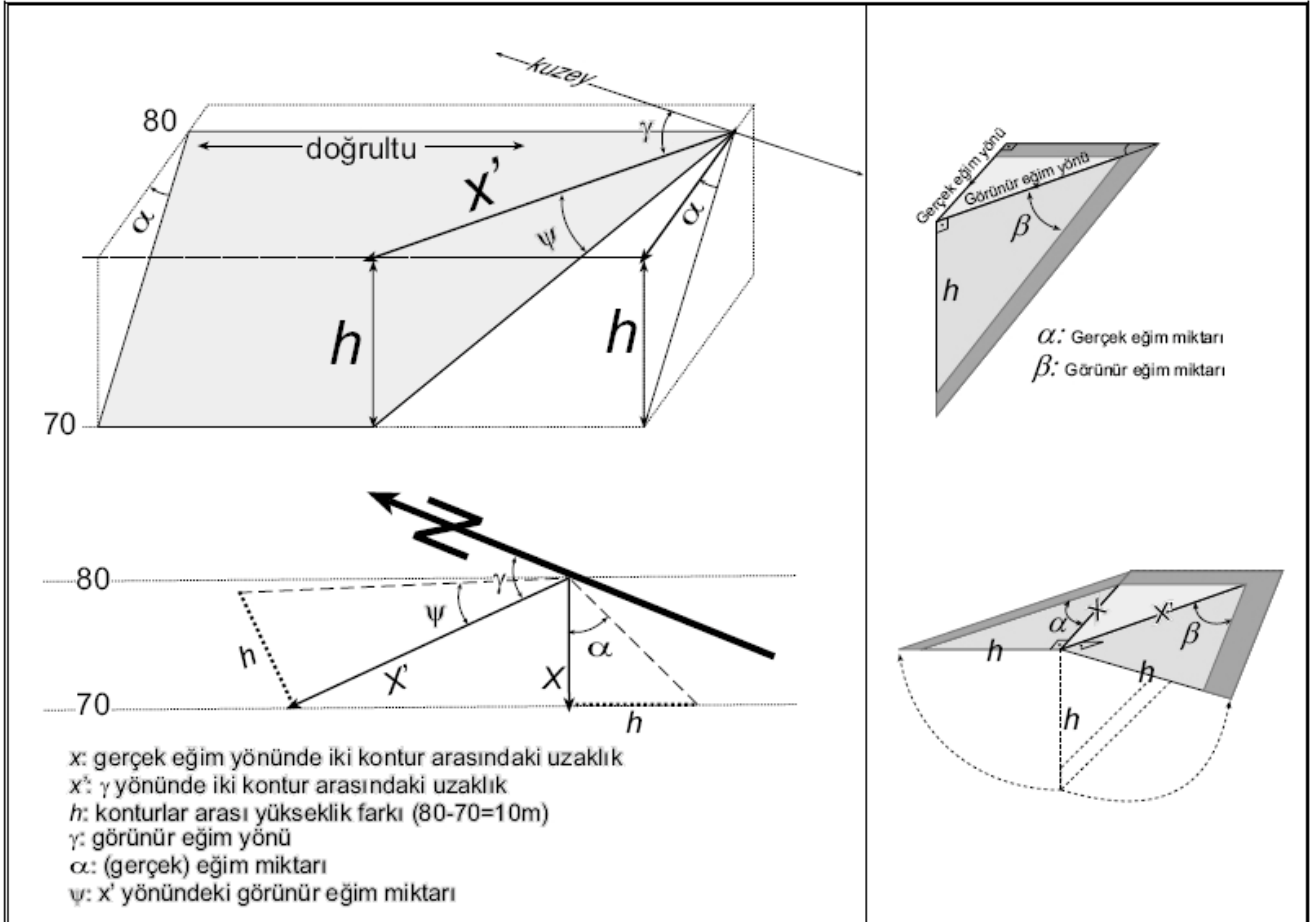


$\delta$ : yatım

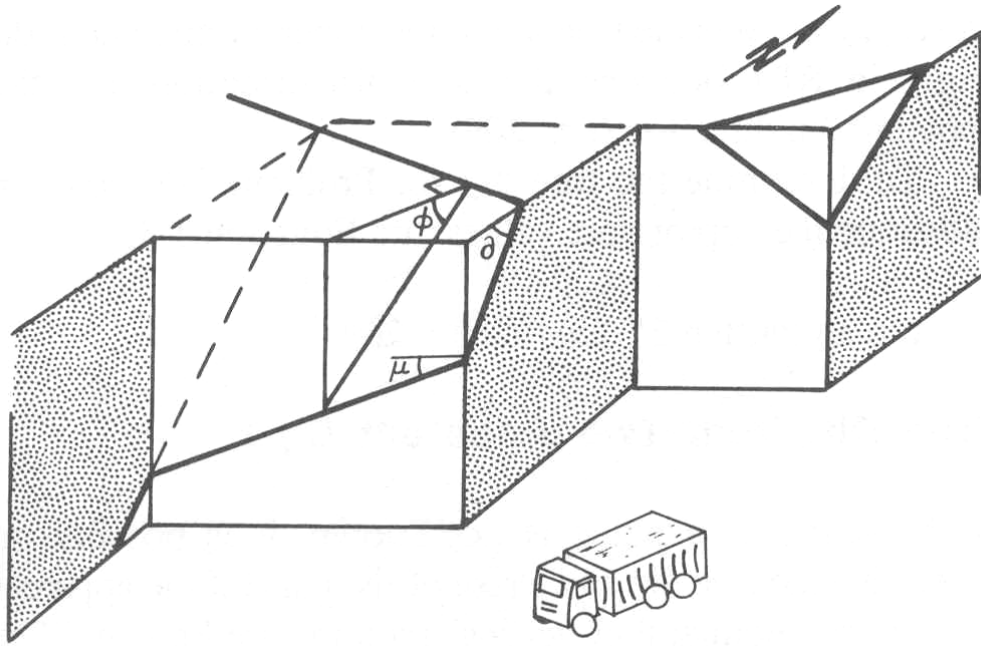
Doğrultu, eğim yönü, eğim miktarı ve görünür eğim



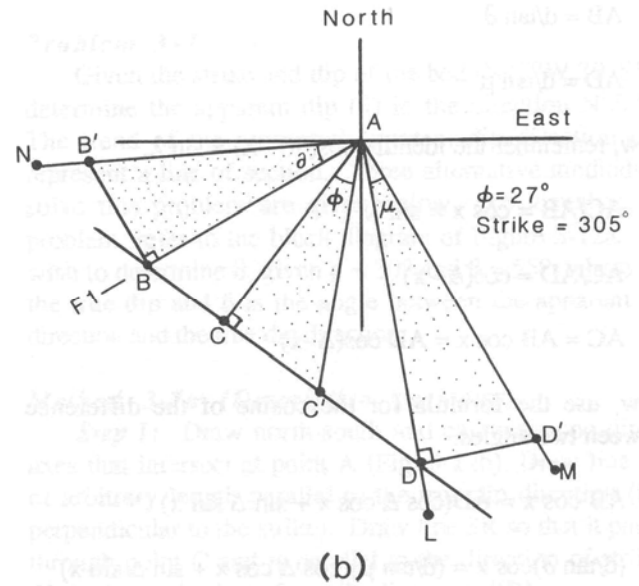
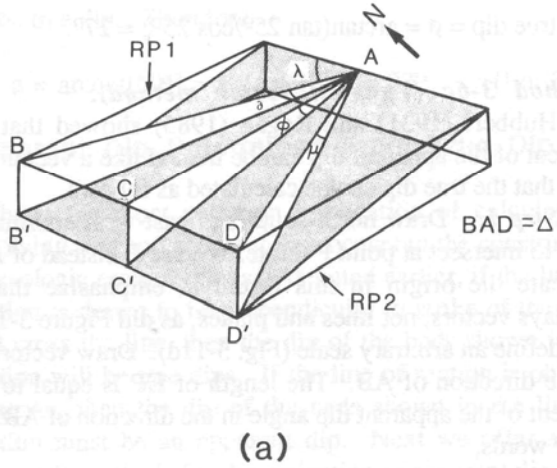
Harita üzerinde herhangi bir noktanın yüksekliğinin ve eğimin hesaplanması



Gerçek eğim ve görünür eğim ilişkisi



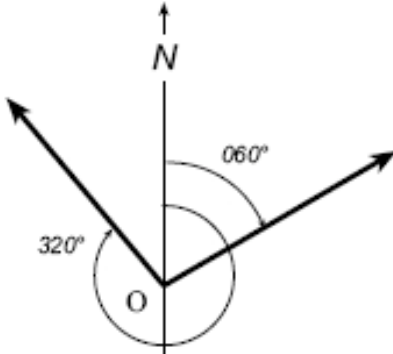
### İki görünür eğimden gerçek eğimin bulunması



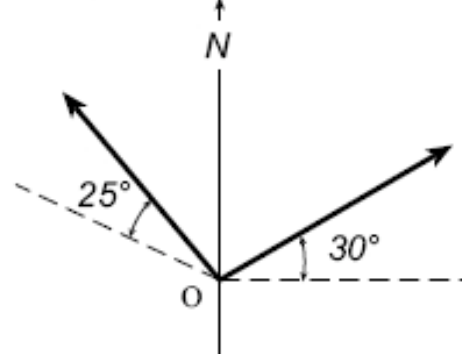
Görünür eğim miktarları  $240^\circ$  yönünde  $25^\circ$ ,  $170^\circ$  yönünde  $20^\circ$  olan bir tabakanın gerçek eğim miktarı ve eğim yönünün bulunması

## İKİ GÖRÜNÜR EĞİMDEN DOĞRULTU VE EĞİMİN BULUNMASI

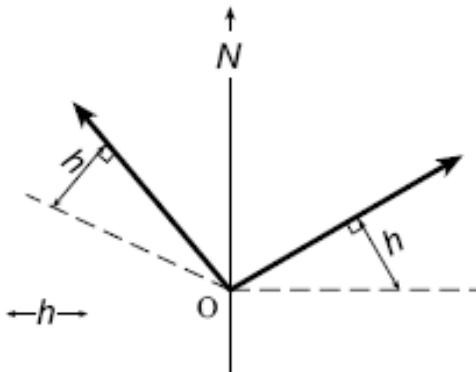
Aşağıda görünür eğim değerleri verilmiştir. Doğrultu ve gerçek eğimi bulunuz  
görünür eğim 1:  $320^\circ\text{N}$ ,  $25^\circ$  ( $320^\circ$  yönünde, eğim miktarı:  $25^\circ$ )  
görünür eğim 2:  $060^\circ, 30^\circ$  ( $060^\circ$  yönünde, eğim miktarı:  $30^\circ$ )



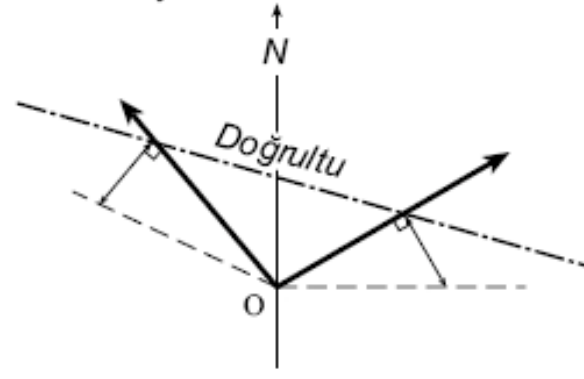
1. Eğim yönlerini kuzey'e göre O noktasına göre çiziniz



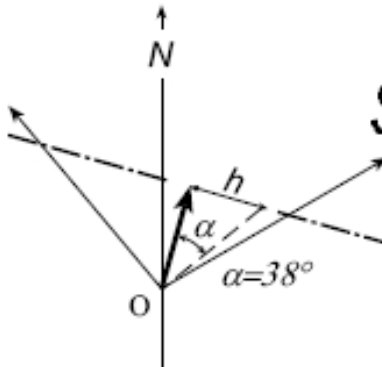
2. Görünür eğim miktarlarını açı ölçerle belirleyiniz



3. Rastgele bir  $h$  uzunluğu belirleyip görünür eğim yönüne dik gelecek şekilde yerine koyunuz

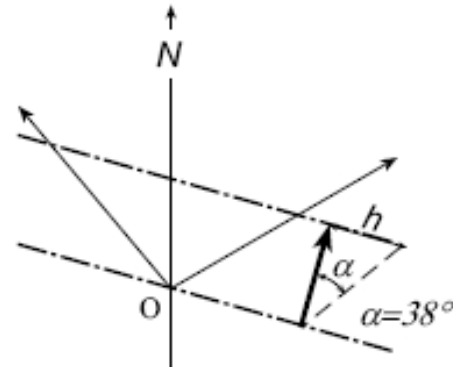


4 Görünür eğim yönleri ile  $h$ 'ların dik olarak kestiği noktaları birleştirerek doğrultu bulunur



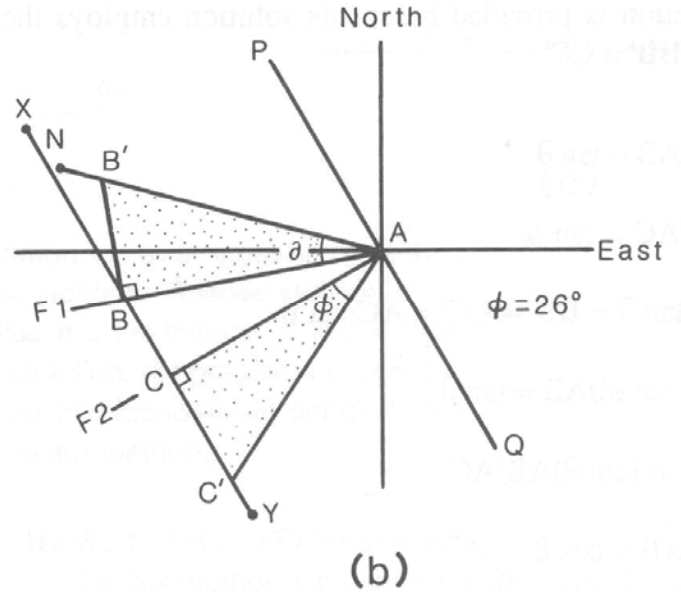
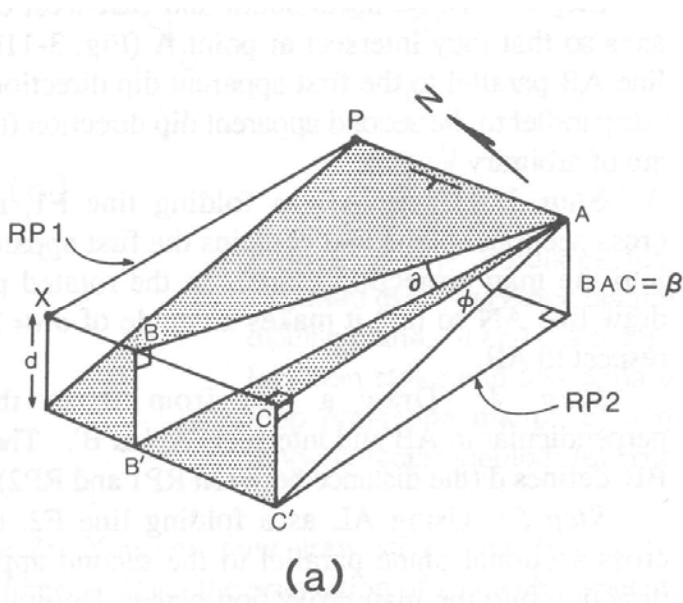
5. O noktasından doğrultuya çizilecek dik çizgi eğim yönünü verecektir. Eğim yönüne dik yönde  $h$  kadar açıp aradaki açı açı ölçerle okunur.

Sekil. 8



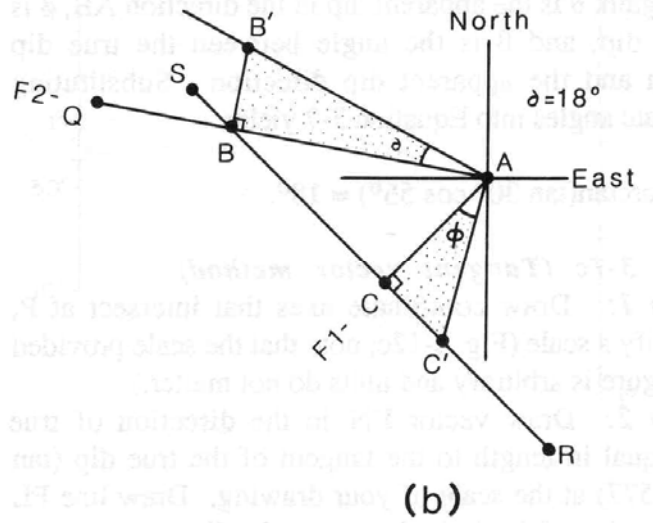
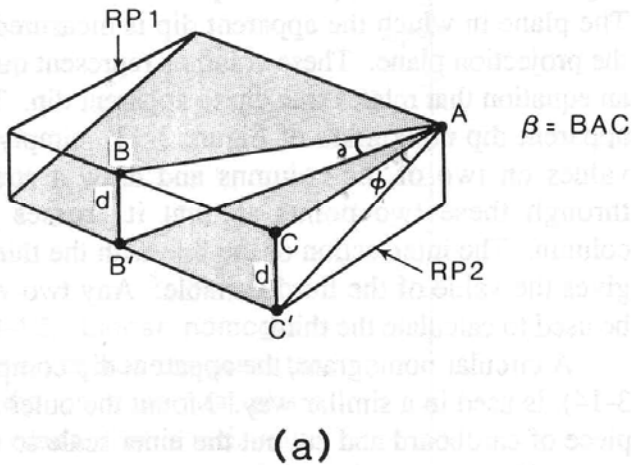
6. Bir başka yöntem olarak, O noktasından ikinci bir doğrultu çizilerek aynı  $h$  değeri kullanılarak eğim bulunur.

## Doğrultu ve görünür eğimden faydalanarak gerçek eğimin bulunması



Doğrultusu  $330^\circ$ , ve görünür eğim miktarı  $26^\circ$  yönünde  $25^\circ$ , olan tabakanın gerçek eğim miktarı ve eğim yönünün bulunması

## Gerçek eğimden görünür eğimin bulunması

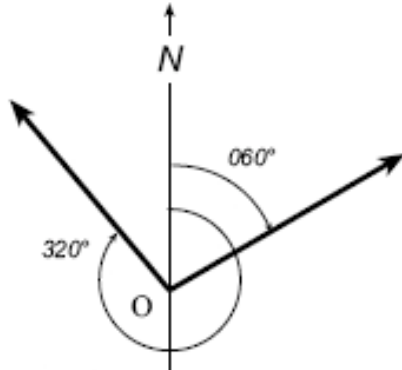


Doğrultusu  $K45^\circ B$  ve eğimi  $30^\circ GB$  olan bir tabakanın  $K80^\circ B$  yönündeki görünür eğiminin bulunması

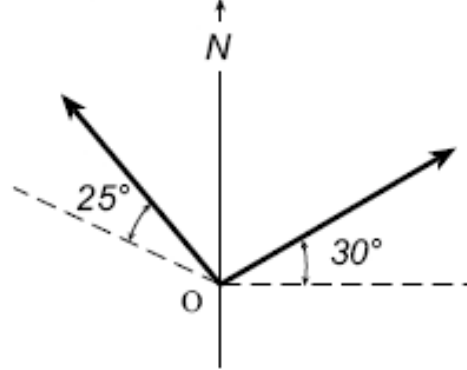


## İKİ GÖRÜNÜR EĞİMDEN DOĞRULTU VE EĞİMİN BULUNMASI

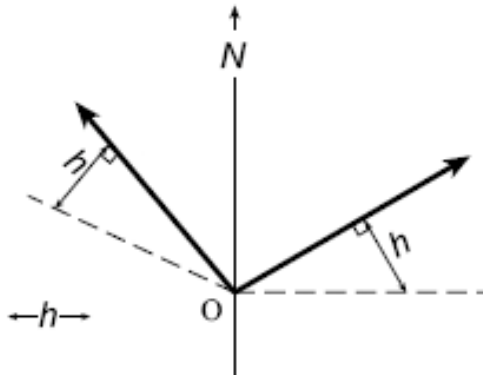
Aşağıda görünür eğim değerleri verilmiştir. Doğrultu ve gerçek eğimi bulunuz  
görünür eğim 1:  $320^\circ N, 25^\circ$  ( $320^\circ$  yönünde, eğim miktarı:  $25^\circ$ )  
görünür eğim 2:  $060^\circ, 30^\circ$  ( $060^\circ$  yönünde, eğim miktarı:  $30^\circ$ )



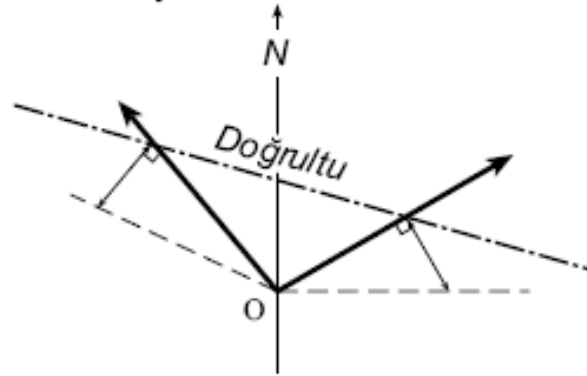
1. Eğim yönlerini kuzey'e göre O noktasına göre çiziniz



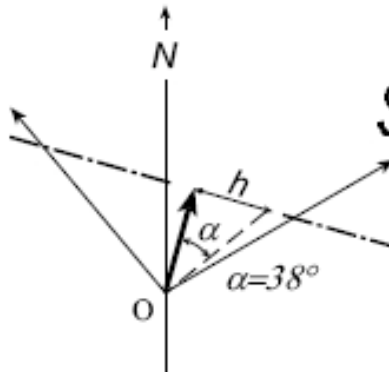
2. Görünür eğim miktarlarını açı ölçerle belirleyiniz



3. Rastgele bir  $h$  uzunluğu belirleyip görünür eğim yönüne dik gelecek şekilde yerine koyunuz

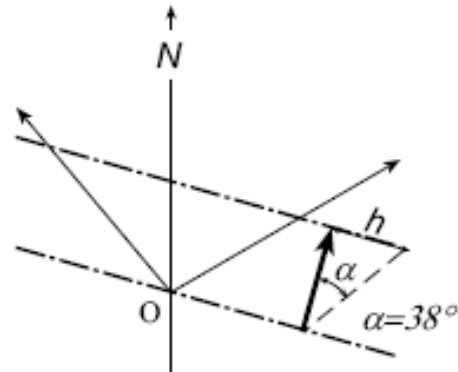


4 Görünür eğim yönleri ile  $h$ 'ların dik olarak kesiştiği noktaları birleştirerek doğrultu bulunur



5. O noktasından doğrultuya çizilecek dik çizgi eğim yönünü verecektir. Eğim yönüne dik yönde  $h$  kadar açıp aradaki açı açı ölçerle okunur.

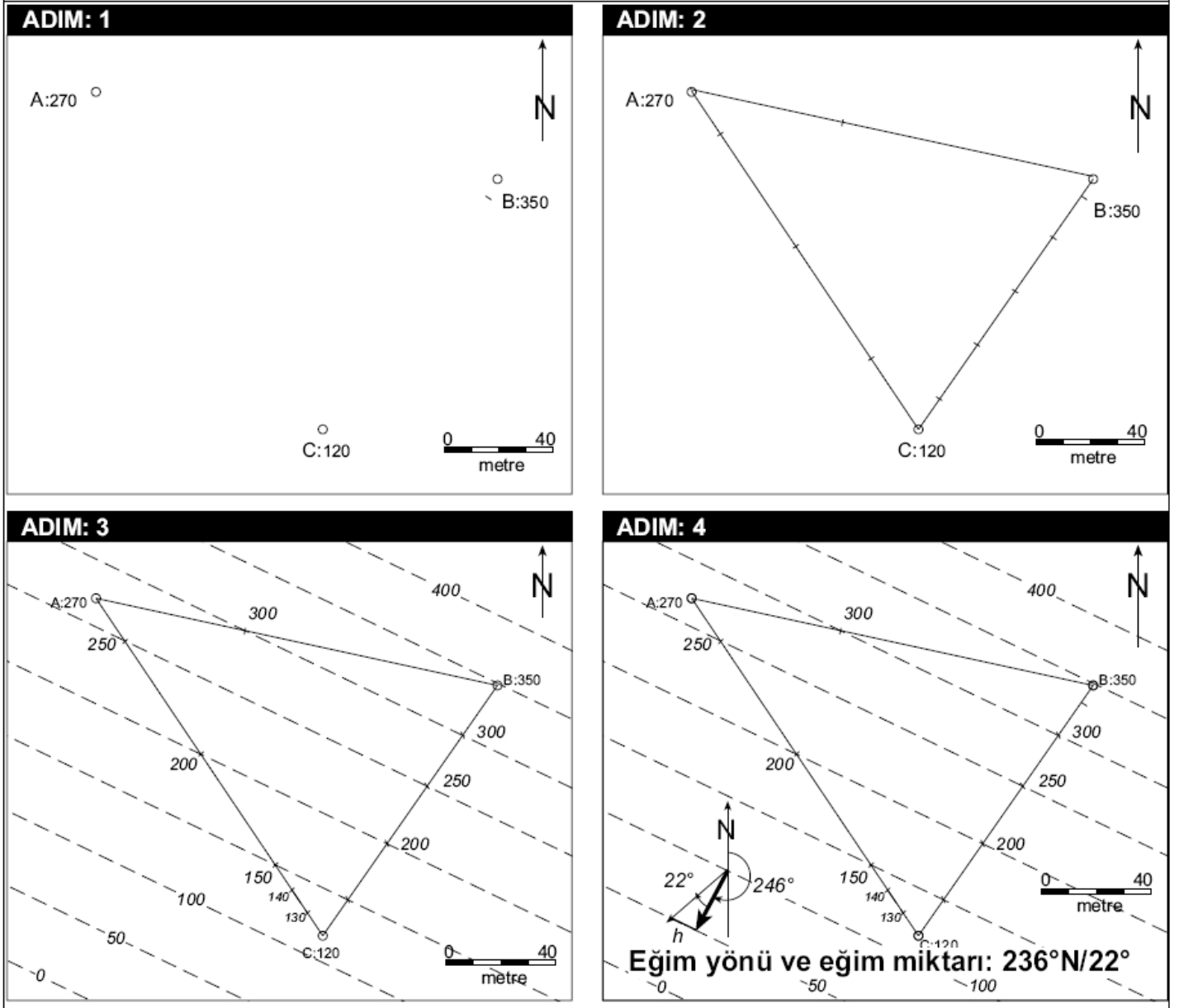
**Sekil. 8**



6. Bir başka yöntem olarak, O noktasından ikinci bir doğrultu çizgisi (yapısal kontur) çizilerek aynı  $h$  değeri kullanılarak eğim bulunur.

## ÜÇ NOKTA PROBLEMLERİ

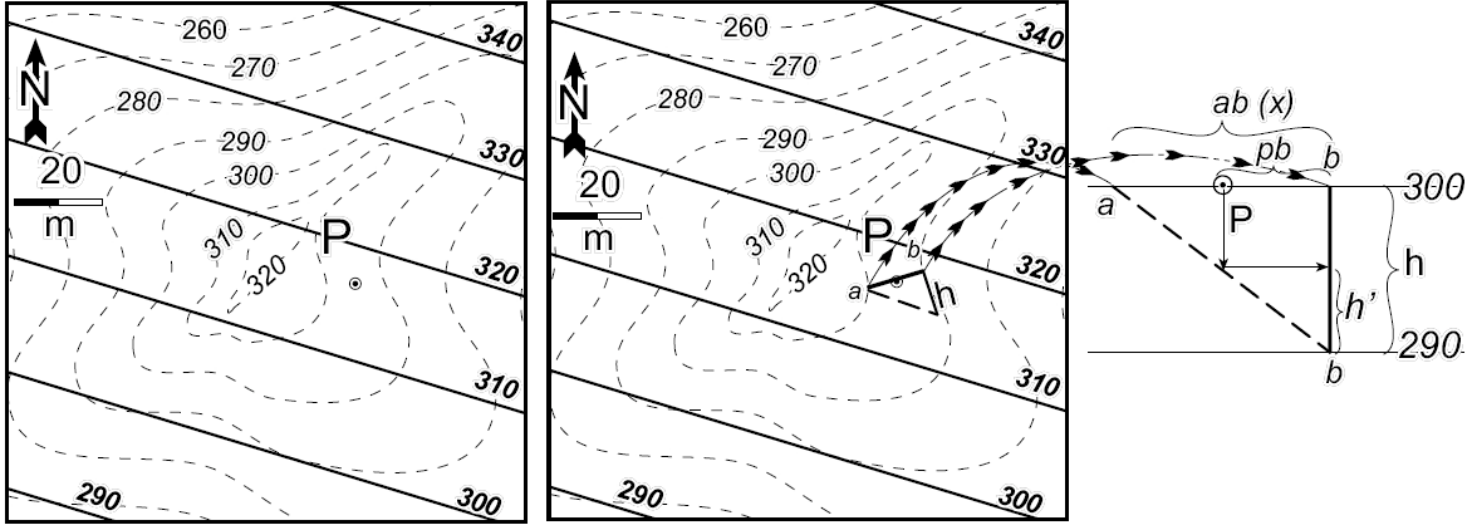
Matematiksel olarak bir düzlemi tanımlamak için en az iki doğru veya üç tane nokta gereklidir. Bu nedenle herhangi bir jeolojik yüzey/düzlem için verilecek üç nokta o düzlemi tanımlamamız için yeterlidir. Noktaların ya deniz seviyesinden yükseklikleri, ya da belli bir noktadan yapılmış sondaj derinlikleri verilebilir. Yüksekliği bilinen üç nokta kullanılarak o düzleme ait yapısal konturlar aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi çizilebilir.



*Bir düzleme ait üç noktanın yüksekliğini kullanarak, düzlemin yapısal konturlarının bulunması ve yapısal konturlardan eğim yönü ve eğim miktarının hesaplanması*

## Harita üzerinde bir noktanın yüksekliğinin bulunması

Harita üzerinde verilen herhangi bir noktanın yüksekliğinin bulunabilmesi için önce o noktanın (topografyaya, herhangi bir yapısal yüzey veya yüzeylere göre ayrı ayrı olarak) hangi yüzeye göre yüksekliğinin bulunacağı belirtilmelidir. Noktanın hangi yüzeye ya da yüzeylere göre yüksekliğinin bulunacağı belirtildikten sonra yapılacak şey o noktanın içinde bulunduğu ilgili yüzeye ait en yakın iki farklı yükseklikteki iki konturdan alınacak dik uzaklık (x) ve konturlar arasındaki düşey fark (h) kullanılarak yükseklik oran orantı yöntemi ile veya cetvelle yapılacak ölçümler arasındaki oranlar kullanılarak bulunur.



1. noktasından geçecek şekilde farklı yükseklik değerlerine sahip en yakındaki iki kontura dik çizilerek ab doğrusu elde edilir. a ve b den geçen konturların değerleri bir birinden çıkarılarak konturlar arası düşey fark (yani h yüksekliği) bulunur. Örneğin, 1/1000 ölçekli bir haritada kontur değerleri farkı 10m olsun (300-290=10m gibi).

ab doğrusunun eğim aşağı ucundan ab doğrusuna dik yönde h yüksekliği çizilir. Daha sonra şekilde gösterildiği gibi p noktasından hipotenüs çizgisine yapılan projeksiyon h çizgisine projekte edilerek h' değeri cetvelle ölçülür ve ölçekle çarpılır. Bulunan değer az olan kontura eklenir.

2. Benzer üçgenler yöntemi:

$$(h'/h) = (pb/x) \Rightarrow h' = (pb \cdot h) / (x)$$

buradan bulacağımız h' değerini alttaki kontura ekleyerek yani (290+h') P noktasının yüksekliğini bulmuş oluruz.

3. Oran-orantı yöntemi ile:

a noktasının yüksekliği 300m,

b noktasının yüksekliği 290m

ab uzunluğu düşey düzlemde 10m lik farkı temsil ediyor (yani 300-290=10m). Bu durumda ap uzunluğunun düşey olarak kaç metreyi temsil ettiği orantı ile bulunur. Yani;

$$x \Rightarrow 10m$$

$$ap \Rightarrow h' \quad \text{buradan içler dışlar çarpımı ile } h' = (10 \cdot ap) / x \text{ bulunur.}$$

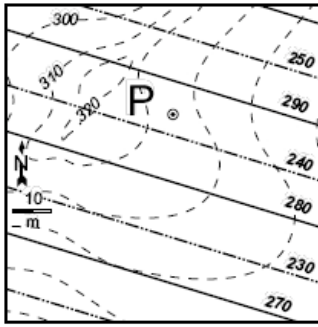
NOT: ap ve ab nin uzunlukları cetvelle harita üzerinde ölçülüp ölçeğe çevrilerek bulunur

## Harita üzerindeki her hangi bir noktadan düşey kesit (kuyu logu) hazırlanması

Düşey kesit veya kuyu logu, verilen herhangi bir noktadan yapılacak herhangi bir sondaj sonucu kesilecek topografik veya yapısal düzlemlerin (yüzeylerin) yükseklik, derinlik ve düşey kalınlıklarının bir diyagram üzerinde gösterilmesidir.

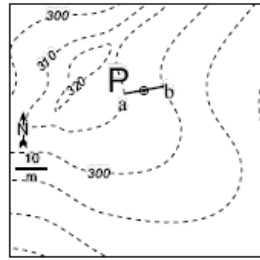
Kuyu logu hazırlanması, aslında verilen herhangi bir nokta için topografya ve her bir yapısal düzlem için (kaç tane düzlem varsa) ayrı ayrı yüksekliklerin hesaplanması, bulunan yüksekliklerden derinlik ve düşey kalınlık hesaplanmasıdır. Bulunan yükseklik, derinlik ve düşey kalınlıklar bir diyagramda topluca gösterilir. Böylece o nokta için tüm yüzeylerin birbirleriyle olan uzaklık ilişkileri gösterilmiş olur.

### PROBLEM : AŞAĞIDAKİ HARİTADAKİ P NOKTASINDAN DÜŞEY KESİT (KUYU LOGU) HAZIRLAYINIZ

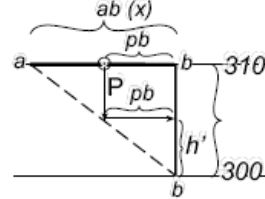


#### AÇIKLAMA

- Topografik kontur
- Yapısal kontur -I
- Yapısal kontur II

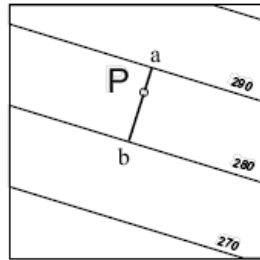


1. İlk önce sanki yapısal yüzeyler yokmuş gibi sadece topografik konturlar kullanılarak P noktasının topografya üzerindeki yüksekliği bulunur.

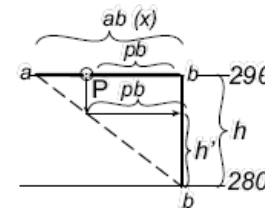


x değerini haritadan cetvelle ölç ve ölçekle çarp  
 $h=(310-300)=10\text{m}$      $h'=(h*pb)/x$      $h'=5\text{m}$

**P nin topografyadaki yüksekliği=305m**



2. İkinci aşamada, topografik konturlar ve diğer yapısal konturlar yokmuş gibi P noktasının yüksekliği birinci yapısal yüzey için bulunur.

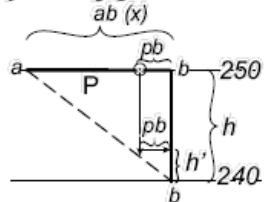


x değerini haritadan cetvelle ölç ve ölçekle çarp  
 $h=(290-280)=10\text{m}$      $h'=(h*pb)/x$      $h'=7\text{m}$

**P nin birinci yapısal yüzeydeki yüksekliği=287m**



3. Üçüncü aşamada, topografik konturlar ve birinci yüzeye ait yapısal konturlar yokmuş gibi P noktasının yüksekliği ikinci yapısal yüzey için yeniden hesaplanır.



x değerini haritadan cetvelle ölç ve ölçekle çarp  
 $h=(250-240)=10\text{m}$      $h'=(h*pb)/x$      $h'=3\text{m}$

**P nin birinci yapısal yüzeydeki yüksekliği=243m**



## DÜŞEY KESİT (KUYU LOGU)

Her bir yüzey için bulunan yükseklik değerleri derinlik, ve düşey kalınlık değerleri ile beraber bir diyagram üzerinde gösterilir.

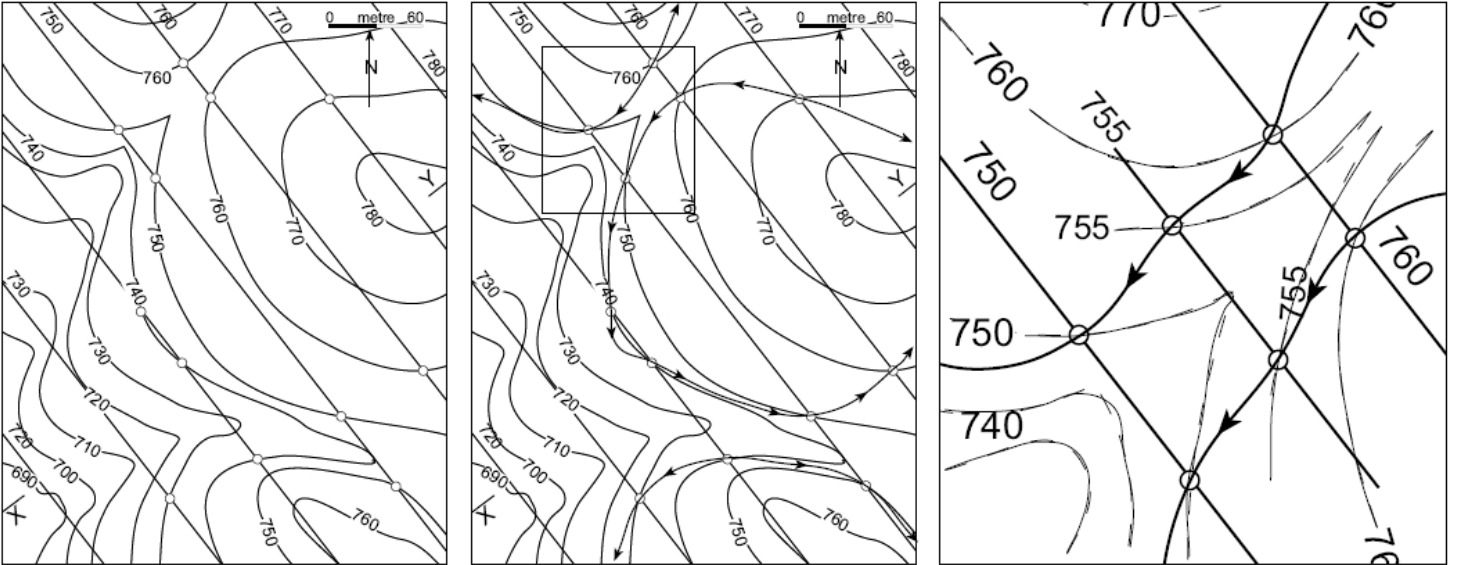
Yükseklik (m)	P noktası	(Düşey kalınlık)	Derinlik (m)
305		(18m)	0
287			18
		(44m)	
243	?		62

NOT-1: Yapısal yüzey sayısının ikiden fazla olması yapılacak işlemleri değiştirmez. yukarıda olduğu gibi eklenecek yeni yüzeyler için ayrıca yeni yükseklik değerleri bulunarak kesite eklenir.

NOT-2: Yapısal yüzey veya yüzeylerin yüksekliği topografik yükseklikten fazla olması durumu yapısal yüzeyin kesitin alındığı noktadan kesilemediğini, yüzeyin o noktada topografyanın üzerinden geçtiğini gösterir. Dolayısıyla kesitte yer alamazlar.

### Topografik ve yapısal konturlar yardımı ile formasyon sınırlarının çizilmesi

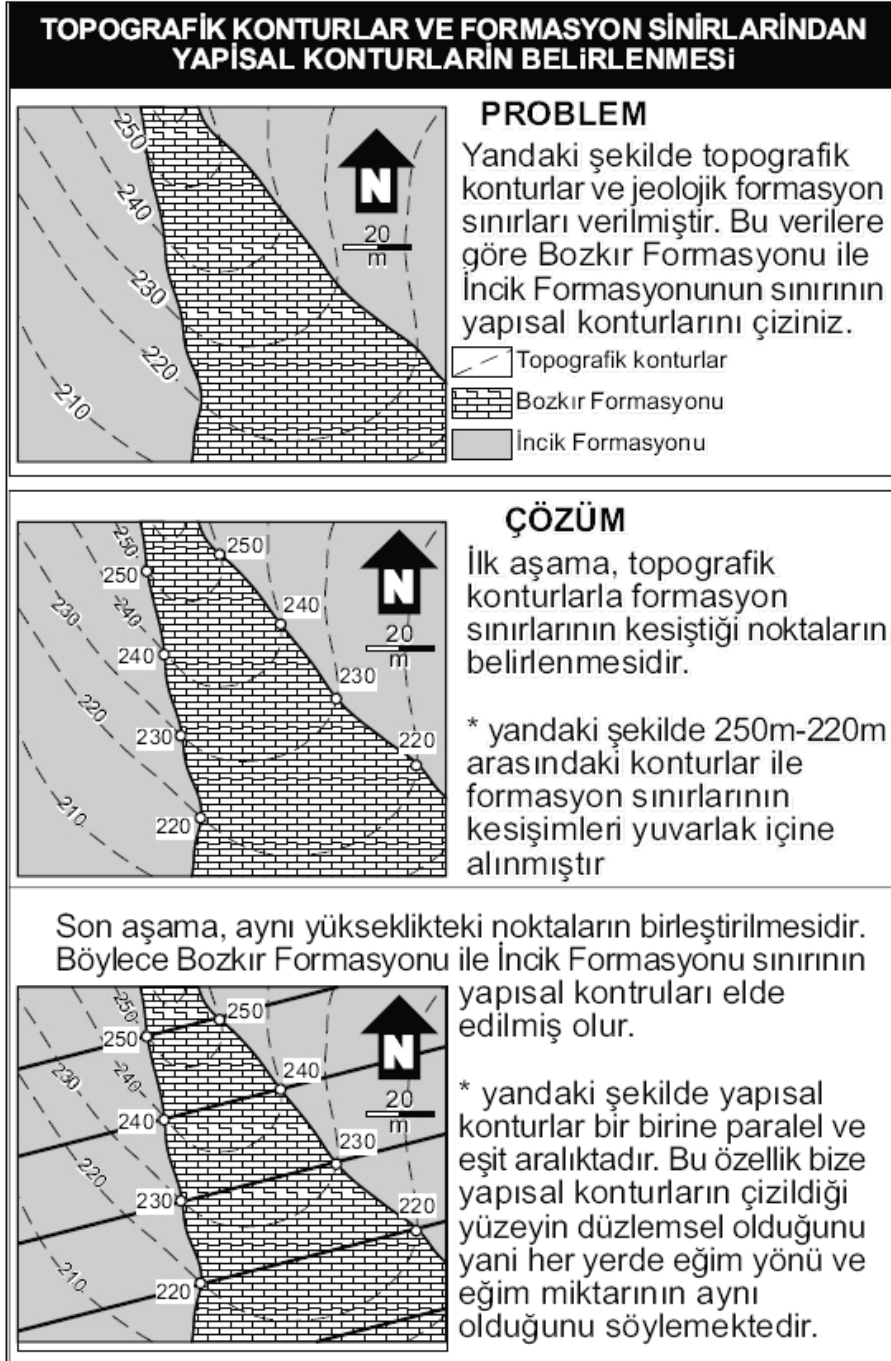
Jeolojik birimlerin topografya üzerinde yüzlek (mostra) verebilmeleri için doğal olarak yapısal konturları ile topografik konturların eşit yükseklikte olması gerekir. Eğer bir formasyon yeryüzünde görülebiliyorsa, o noktada topografya ile aynı yüksekliğe sahip olmak durumundadır. Bu ilişkiyi kullanarak formasyon sınırları kolaylıkla çizilebilir. Yapılması gereken ilk şey topografik konturlarla yapısal konturların eşit yükseklikte kesiştiği noktaları bulmaktır. Kesişim noktaları bulunduktan sonra yapılacak iş kesişim çizgilerinin birleştirilmesidir. Birleştirme işlemi sırasında bazı noktaları birleştirmek problemlili olabilir. Bu noktalar genelde bir noktanın birden fazla nokta ile birleşme ihtimalinin olduğu durumlar ve topografyanın çok yüksek eğimli yani çok sık konturlu olduğu durumlar veya birleştirilecek nokta sayısının olmadığı durumlardır. Bu tip durumlarda ara konturlar yaklaşık olarak (göz kararı çizilerek çizgilerin hangi yönde gideceğine karar verilebilir.



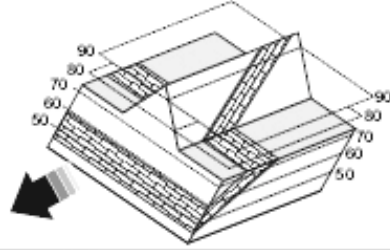
*Formasyon sınırlarının çizimi. En sağdaki şekil ortada küçük kutucukta gösterilen alanın büyütülmüş halidir. Ortadaki ve en sağdaki şekilde de gösterildiği gibi formasyon sınırlarının çizimini kolaylaştırmak için istenirse 755 konturunda olduğu gibi ara konturlar çizilerek daha hassas derecede sınırın gidiş yönü belirlenebilir.*

## Topografik kontur ve tabaka sınırları (formasyon sınırı/dokanak) kullanarak yapısal konturların çizilmesi

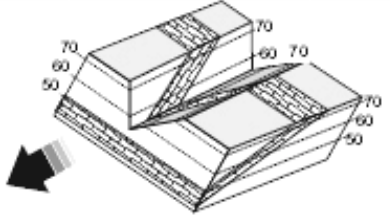
Jeolojik haritalarda, topografik konturlarla formasyon sınırlarının kesiştiği noktalar, o formasyon sınırının oluşturacağı yapısal konturlarla, topografik konturların aynı yüksekliğe sahip olduğu noktalardır. Yani, yapısal konturun değeri topografik konturla aynı sayısal değeri taşır. Formasyona ait yapısal konturları çizmek için formasyon sınırı boyunca topografik konturlarla formasyon sınırının kesiştiği tüm noktalar işaretlenir. Daha sonra aynı yüksekliğe sahip noktalar birleştirilerek o formasyon sınırına ait yapısal konturlar elde edilmiş olur. Aralıkları eşit ve birbirine paralel konturlar o formasyon yüzeyinin düzlemsel olduğunu ve her yerde eğiminin aynı olduğunu gösterir. Tersisi durum, düzlemsel olmayan, düzensiz geometriye sahip yüzeyi gösterir.



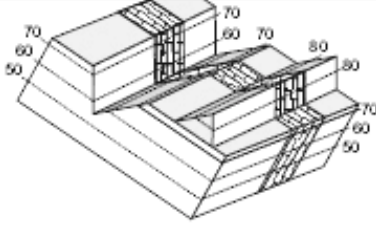
## EĞİMLİ TABAKALAR: TEPE VE SIRTLARDA



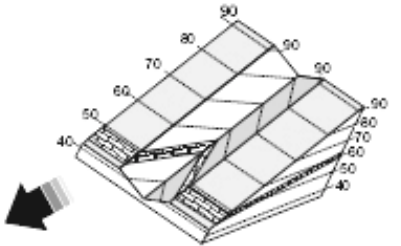
## EĞİMLİ TABAKALAR: VADİLERDE



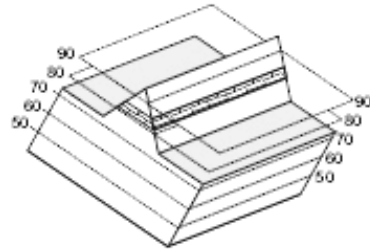
## DÜŞEY TABAKALAR



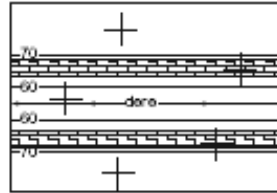
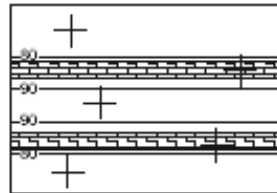
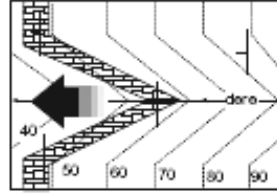
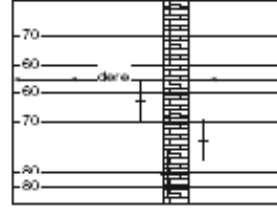
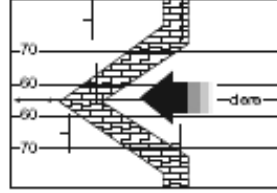
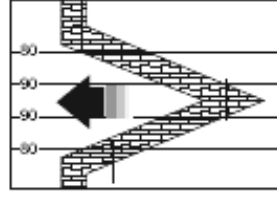
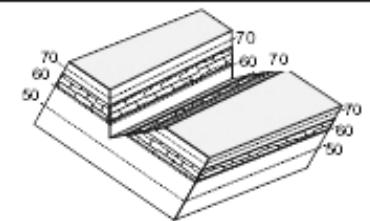
## ÖZEL DURUM: TABAKA EĞİMİNİN TOPOGRAFIK EĞİMDEN AZ OLMASI



## YATAY TABAKALAR: TEPE VE SIRTLARDA



## YATAY TABAKALAR: VADİLERDE



Tepeelerde ve sırtlarda tabaka sınırlarının oluşturacağı V-şekli eğimin tersi yönü gösterir.

Vadilerde tabaka sınırlarının oluşturacağı V-şekli her zaman tabakanın eğim yönünü gösterir. Sadece topografik eğimin tabaka eğiminden fazla olduğu durumlarda bu kural geçerli değildir.

Düşey tabakalar topografyadan hiç bir şekilde etkilenmezler. Dolayısıyla tepelerde ve vadilerde de her zaman doğrusal/lineer tabaka sınırları oluştururlar.

Eğimli tabakalar sadece topografyanın eğiminden daha az eğime sahip oldukları zaman V-kuralına uymazlar. Dolayısıyla vadilerde oluşan V-şekli, eğim aşağıyı değil eğim yukarıyı gösterir.

Yatay tabakalar her zaman topografyaya paralel formasyon sınırları oluştururlar ve formasyon sınırları asla topografik konturları kesemezler. Bu durum tepelerde ve vadilerde de aynıdır.

← EĞİM YÖNÜ

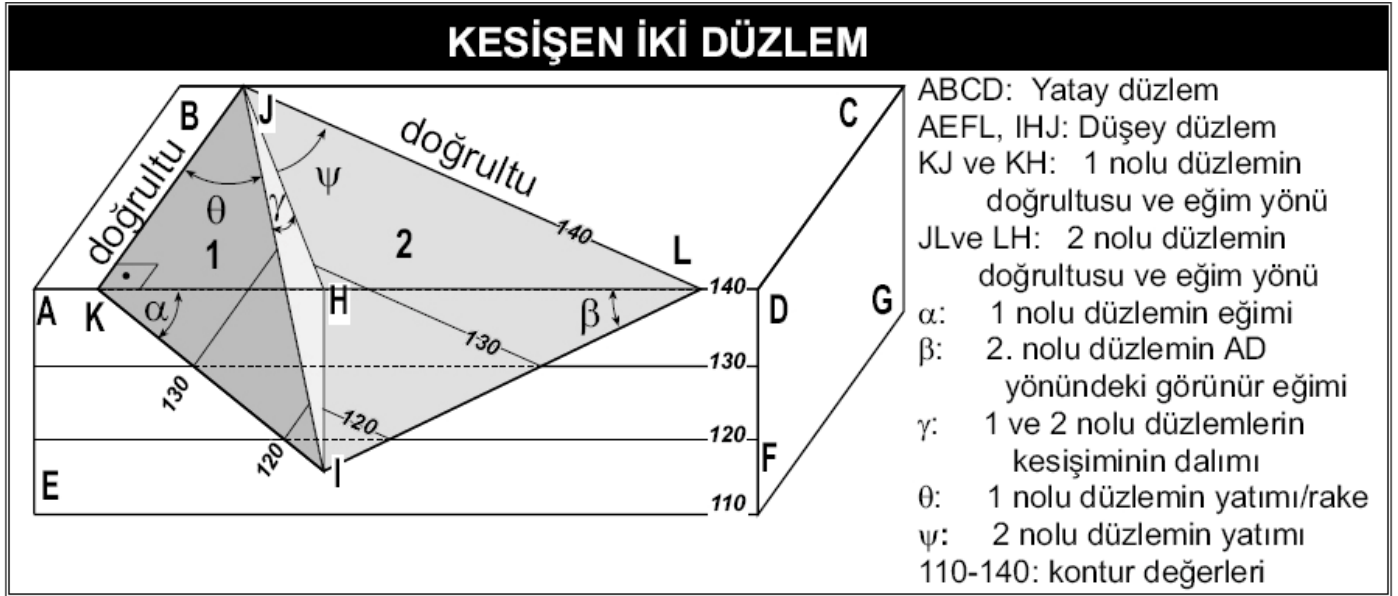
+ YATAY TABAKA

— DOĞRULTU VE EĞİM

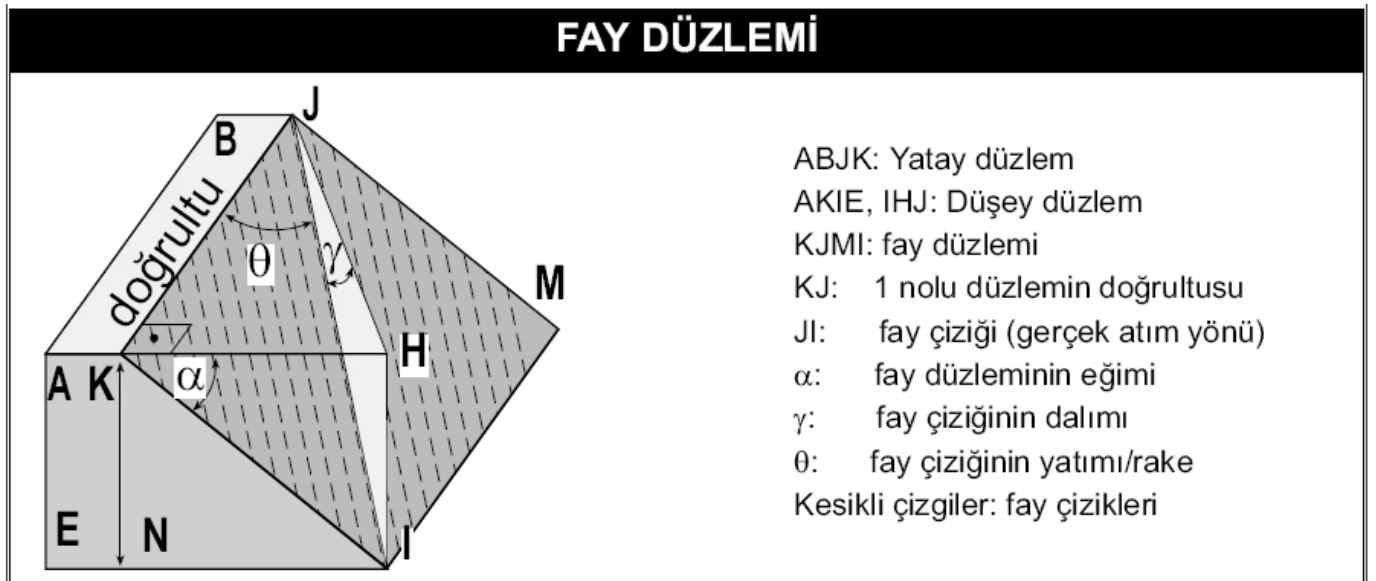
| DÜŞEY TABAKA

## Kesişen düzlemler

Düzlemsel yapıların kesişmesi sonucu meydana gelen bazı geometrik ve jeolojik özelliklerin yapısal jeolojide önemli bir yeri vardır. İki düzlemin kesiştiği hat, her iki düzlemin ortak noktalarını üzerinde taşır. Bu ortak noktalar bir doğru ile birleştirildiğinde meydana gelen çizgiye **arakesit** denir. Düzlemsel yapıların kesişmesi sonucu oluşan arakesit çizgisi tam bir doğru şeklindedir. Ancak düzlemlerden birinin veya ikisinin kavisli/düzensiz olması durumunda arakesit çizgisi eğri/kavisli olabilir. Jeolojik çalışmalarda düzlemsel yapılar sıklıkla karşımıza çıkmakta ve bunlarla ilgili problemlerin çözülmesi gerekmektedir. Faylar, kıvrım kanatları, tabakalar, eklemler, damarlar, ve bunların kesişmesiyle oluşan arakesitler bu problemler arasında önemli yer tutmaktadır.

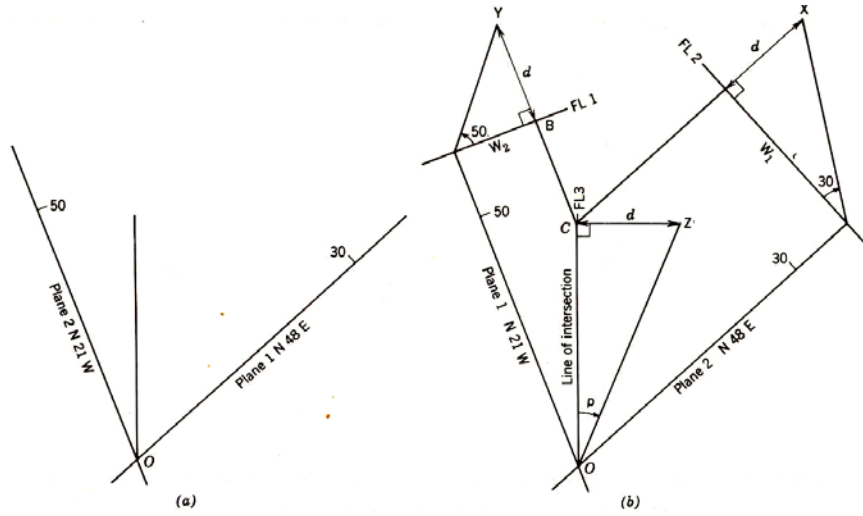


*Düzlemlerin kesişmesi ve oluşan arakesitler*



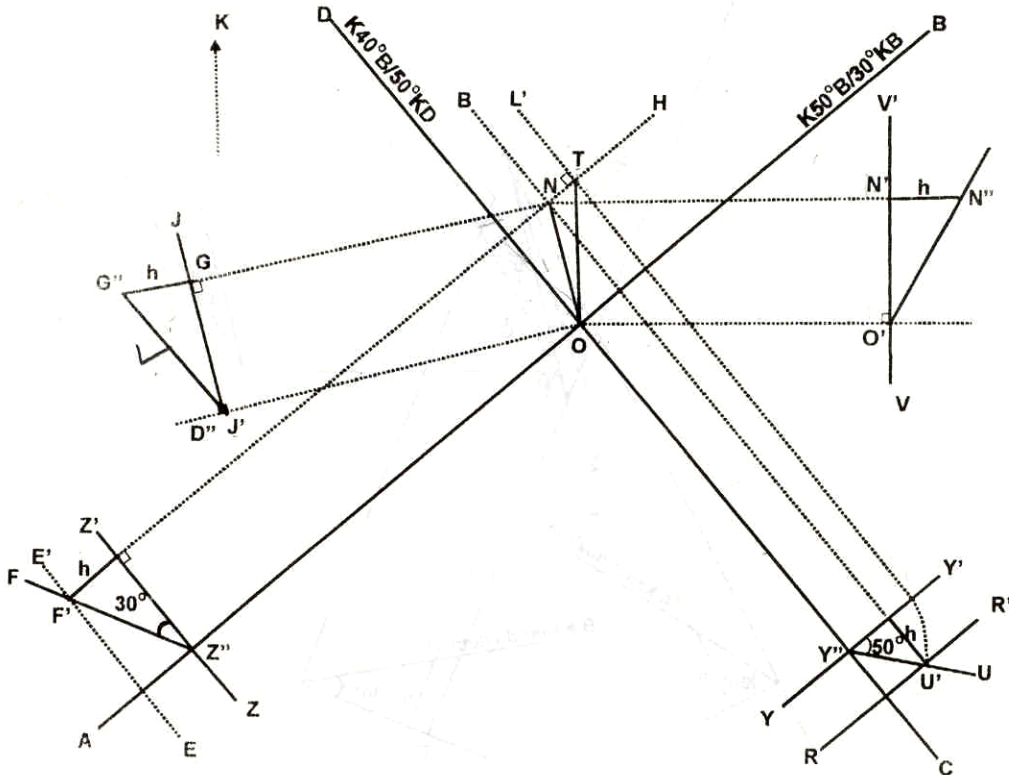


**PROBLEM:** Kıvrım kanatlarının konumu  $K48^\circ D$ ,  $30^\circ KB$  ve  $K21^\circ B$ ,  $50^\circ KD$  olan bir kıvrıma ait kıvrım ekseninin yönünün ve dalım miktarının bulunması.



**PROBLEM:** Konumu  $K40^\circ B$ ,  $50^\circ KD$  olan bir fay ile konumu  $K50^\circ D$ ,  $30^\circ KB$  olan bir damarın kesişmesi ile oluşan arakesit boyunca zengin bir cevher gelişmiştir.

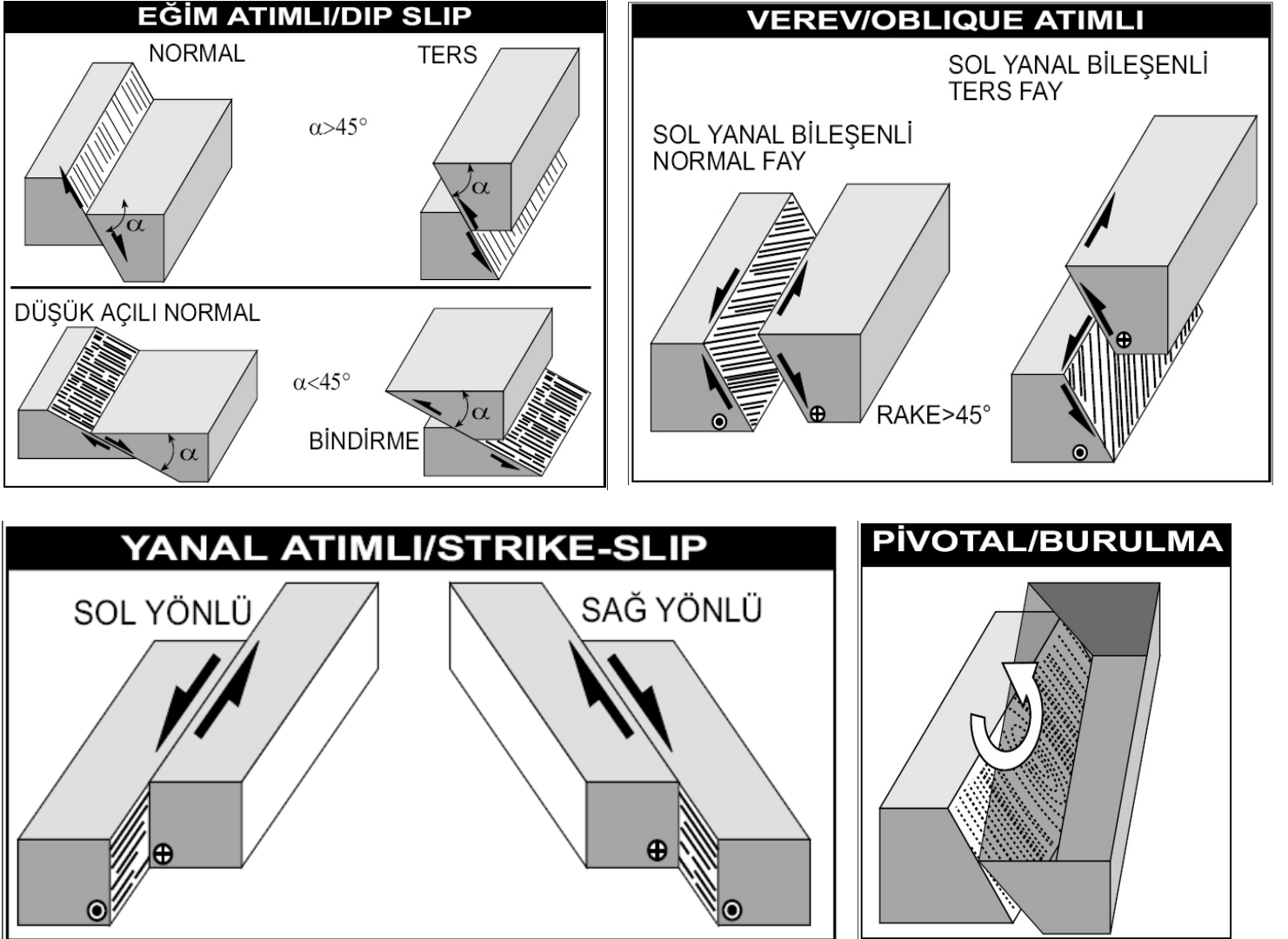
- Bu cevherin gidişini (yönünü) ve dalım miktarını,
- $K-G$  doğrultulu düşey düzlem üzerindeki izini
- $K50^\circ D$  doğrultulu damarın fay düzlemi üzerindeki yatımını bulunuz



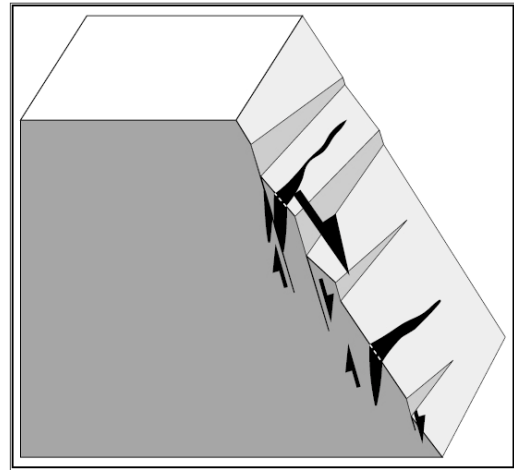
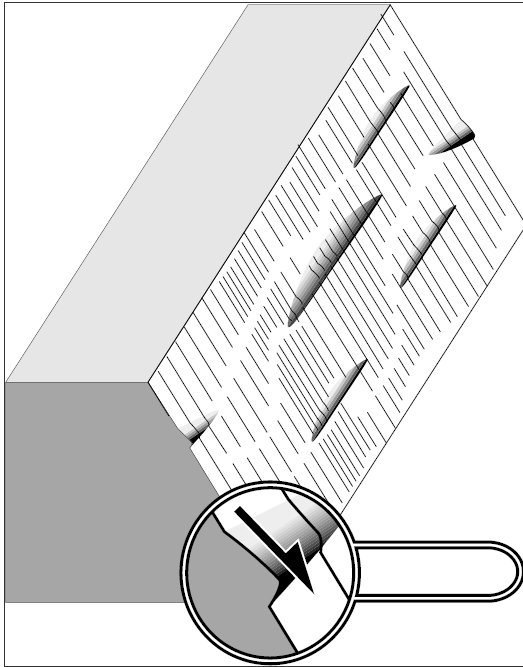
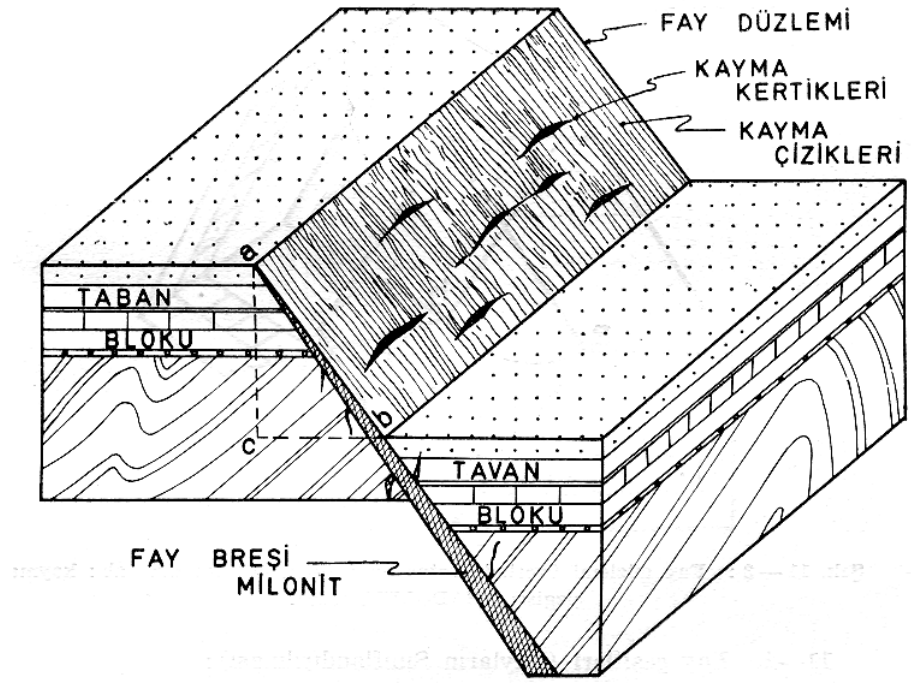
## Faylar

Üzerinde makaslama hareketine bağlı olarak (düzleme paralel yönde) gözle görülebilir miktarlarda ötelenme (1 cm ve daha büyük) olan her türlü kırığa fay adı verilir. Gerçek atım yönü ve biçimin belli olduğu durumlarda faylar atıma göre sınıflandırılır. Diğer durumlarda ise sınıflama ötelenmeye göre yapılır.

Atım/kayma faylanmadan önce bitişik olan ve faylanma ile birbirinden ayrılmış iki noktayı birleştiren vektöre verilen isimdir. Atıma göre üç temel çeşit fay tanımlanmış olup bunlar: 1. eğim atımlı faylar (hareket fay düzlemi eğimine paralel); 2. yanal atımlı faylar (strike-slip) yatay atıma sahiptirler ve sağ yönlü (dextral) veya sol yönlü (sinistral) olmak üzere iki biçimde tanımlanırlar. Fay düzlemi genelde düşey veya düşeye yakındır ( $90^\circ$  ile  $75^\circ$  arası). Atım/kayma vektörü fay düzlemi içinde olup doğrultuya paralel veya yarı paraleldir; 3. Verev atımlı faylardır.



Kayma vektörüne göre fayların sınıflandırılması

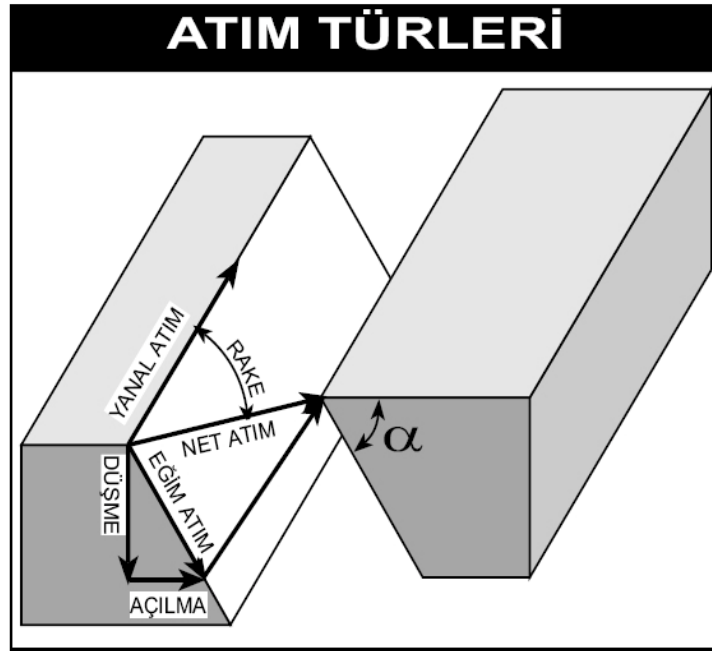


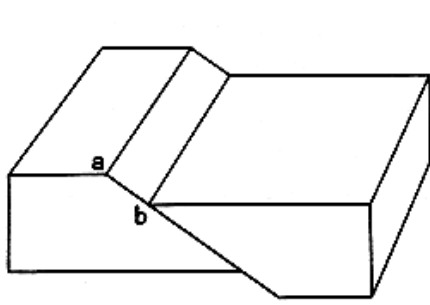
## Atımın değerlendirilmesi

Bir fay düzlemi boyunca fay atımının değerlendirilmesi o fay boyunca ötelenmiş bir noktanın ötelenmeden önceki konumuna geri getirilmesi ile yapılır. Yanal atımlı faylarda ve eğim atımlı faylarda işlemler daha kolay iken verev atımlı faylarda işlemler daha karmaşıktır. Konu ile ilgili beş önemli kavram olup bunlar:

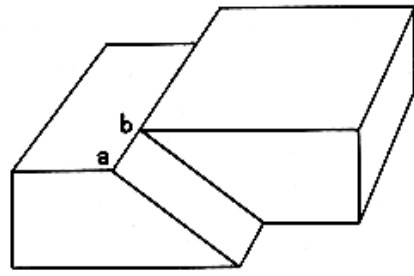
1. Gerçek atım (net atım): bir fayın gerçek hareket vektörüdür.
2. Yanal atım: Yanal veya verev atımlı faylarda gerçek hareket vektörünün fayın doğrultusu yönündeki bileşenidir.
3. Eğim/düşey atım: gerçek atımın fay düzlemi üzerinde ve eğim yönündeki bileşenidir.
4. Düşme: fay bloklarının düşey düzlemde yeryüzüne göre olan hareket miktarıdır. Düşme aynı zamanda normal bir fayın yer kabuğunda oluşturduğu incelme veya ters faylarda ise kalınlaşma miktarına karşılık gelir.
5. Açılma/daralma: fay bloklarının yatay düzlemde doğrultuya dik yöndeki hareket miktarıdır. Açılma aynı zamanda fayın yer kabuğunda yarattığı daralma (ters faylarda) veya uzamaya (normal faylarda) karşılık gelir.

Fay ve diğer düzlemlerle ilgili bir diğer önemli tanım rake/pitch/yatım kavramıdır. Yatım ilgilenilen düzlemin kendi içerisinde ölçülen bir ölçüdür.

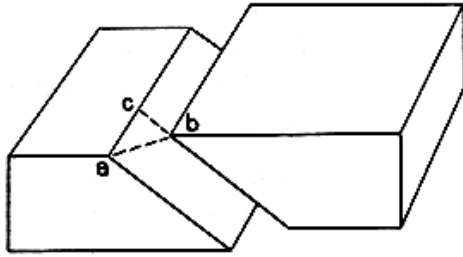




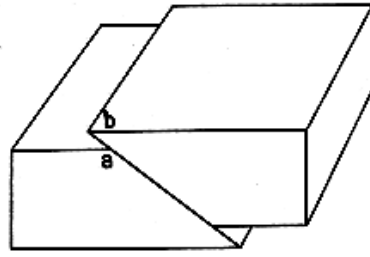
A



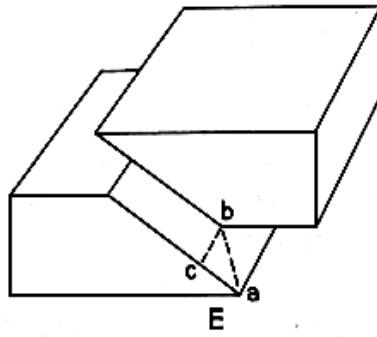
B



C

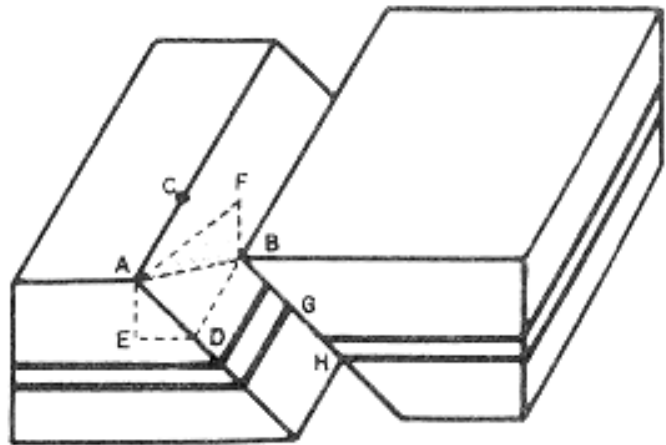


D



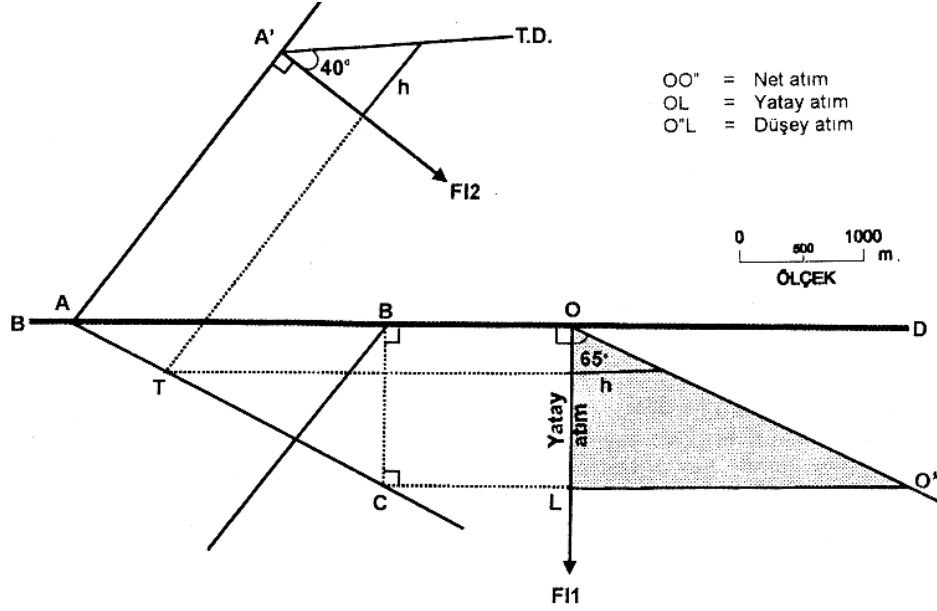
E

- AB:
- AE:
- ED:
- AD:
- DB:
- CAB açısı:
- FAB açısı:



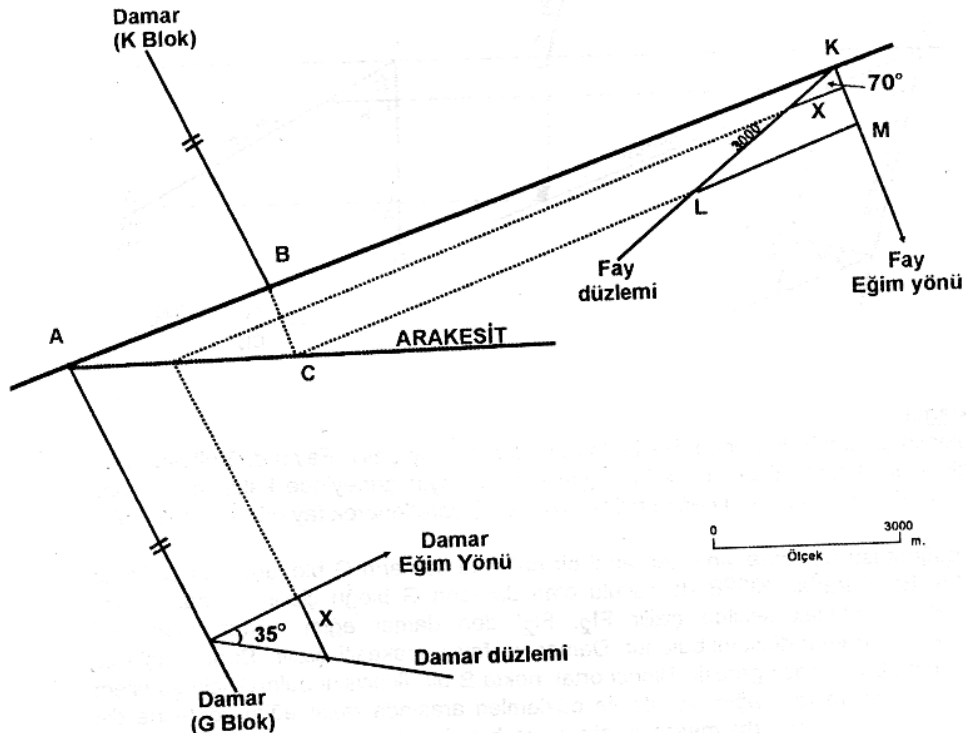
**PROBLEM:** D-B doğrultulu,  $65^\circ$ G eğimli bir eğim atımlı fay, K37°D doğrultulu ve  $40^\circ$ G eğimli bir damarı ötelemiştir. Fayın kuzey bloğundaki bu damarın fay üzerindeki yatay seperasyonu doğuya doğru 2450 metre olduğuna göre fayın: a) net atımını, b) düşey atımını, c) yatay atımını ve d) fayın çeşidini bulun.

**ÇÖZÜM:**



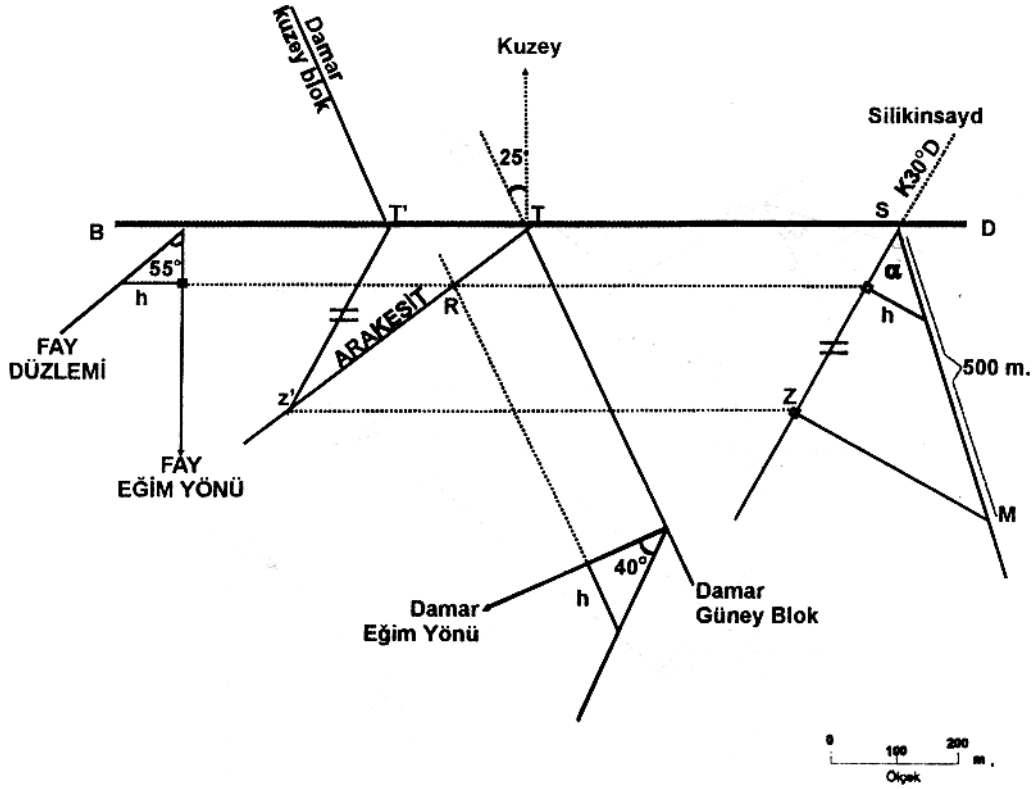
**PROBLEM:** K25°B doğrultulu  $35^\circ$ KD eğimli bir damar, K70°D doğrultulu  $70^\circ$ G eğimli bir fay tarafından kesilmiş olup, fayın 3000 metrelik bir net atımı vardır. Fayın güney bloktaki yeri bilindiğine göre: a) yatay atımı, b) düşey atımı, c) damarın fayın doğrultusu üzerinde kuzey bloktaki yerini tespit ederek yatay seperasyonu ve d) fayın çeşidini bulun.

**ÇÖZÜM:**



**PROBLEM:** D-B doğrultulu,  $55^\circ G$  ye eğimli bir fayın güney bloğunda  $K25^\circ B/40^\circ GB$  konumlu bir damar bulunmuştur. Fay düzlemi üzerinde gözlenen silikinsaydların (fay çizikleri) doğrultusu  $K30^\circ D$  olup, bunlar üzerinde ölçülen net atım 500 metredir. Bu verilere göre:  
a) Damarın fay bloğunun kuzeyindeki yerini, b) fayın yatay atımını, c) düşey atımını, d) doğrultu seperasyonunu ve e) fayın çeşidini bulun.

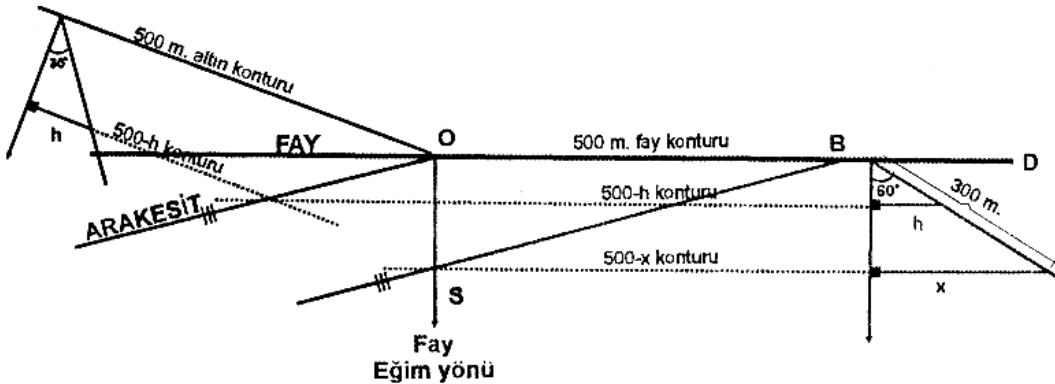
**ÇÖZÜM:**

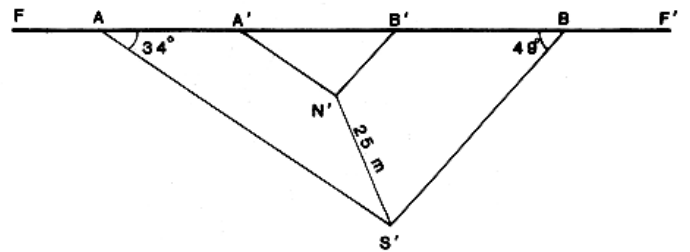
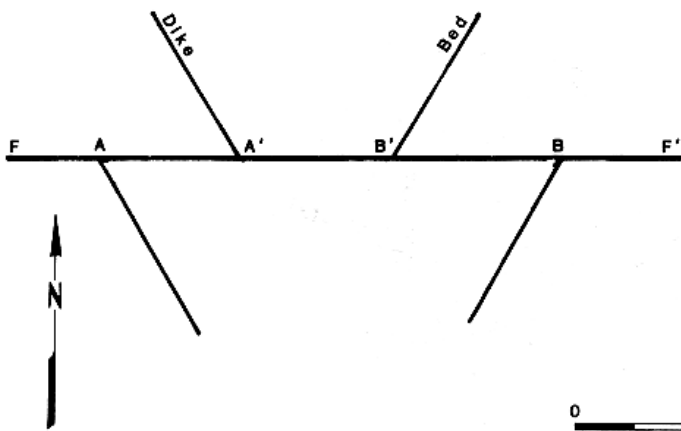
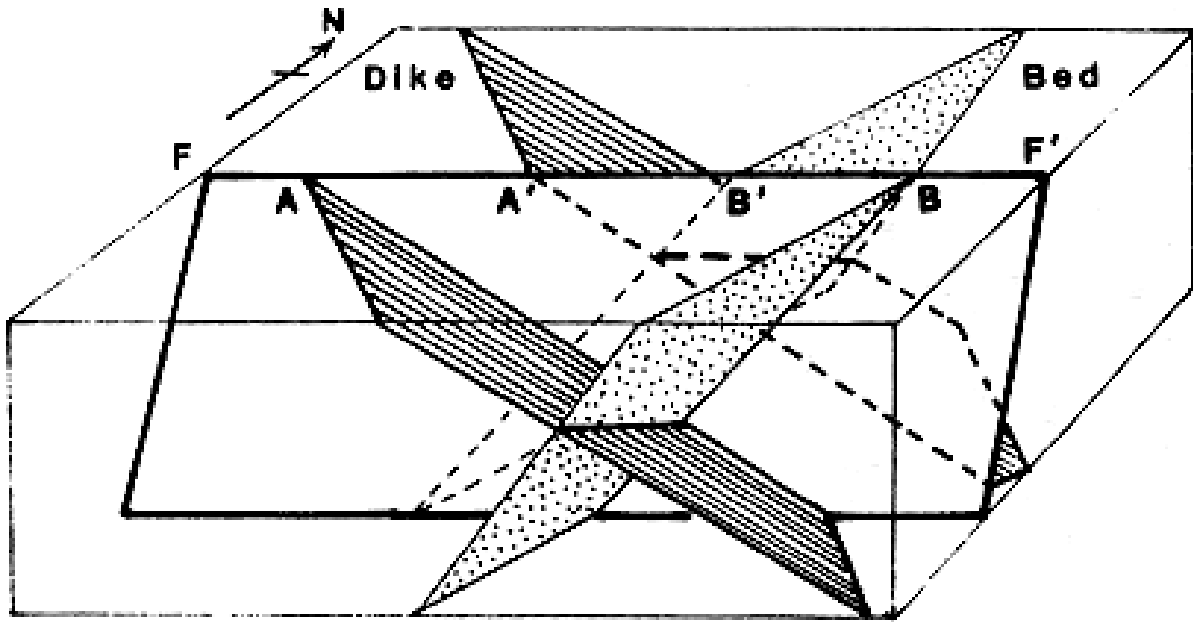


TT': doğrultu seperasyonu,  $\alpha$ : Fayın silikinsayd doğrultusundaki görünür eğimi

**PROBLEM:**  $K70^\circ B/35^\circ GB$  konumlu bir altın damarı, 500 metre kotunda doğrultusu boyunca GD'ya doğru takip edilirken, D-B/ $60^\circ G$  konumlu bir fay tarafından kesilerek kaybedilmiştir. Bu kesilme noktasından başlayarak fay düzlemi üzerinde, fayla eşit eğimli bir baca açılmış ve 300 metre altın damarına tekrar rastlanmıştır. Bu verilere göre, fay hattı boyunca damara nerede tekrar rastlanacağını bulunuz.

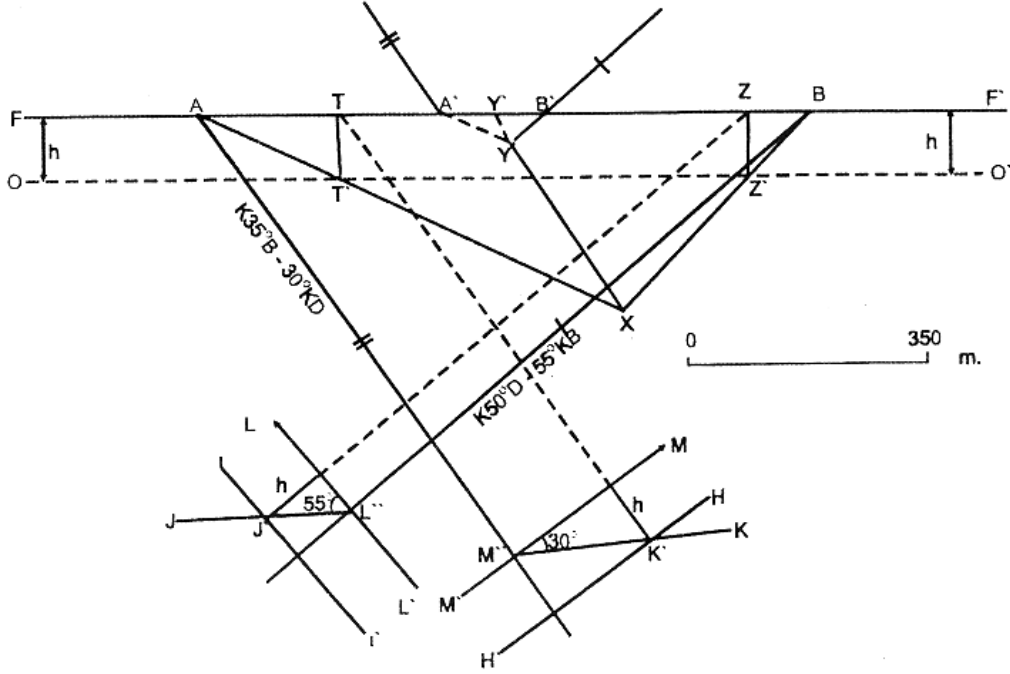
**ÇÖZÜM:**







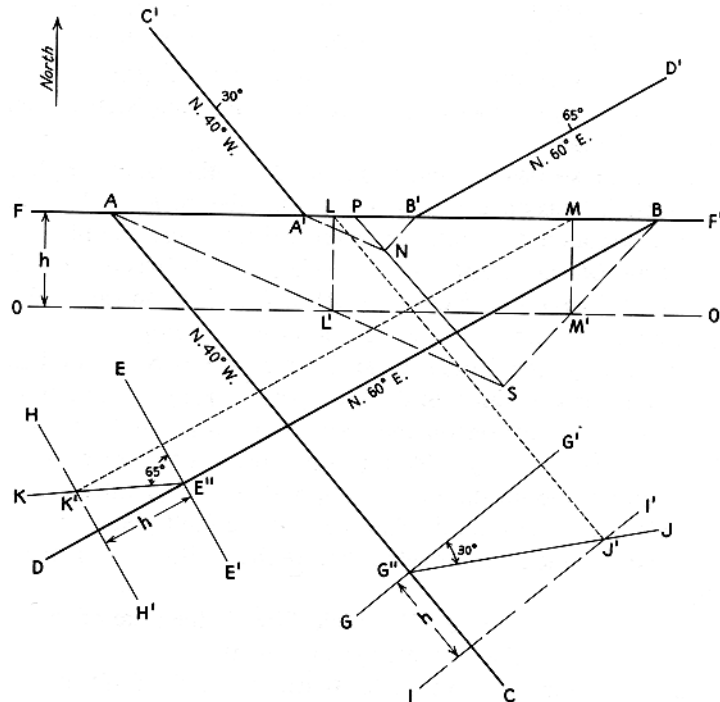
**PROBLEM:** D-B doğrultulu düşey bir fay,  $K50^\circ B/55^\circ KB$  ve  $K35^\circ B/30^\circ KD$  konumlu iki ayrı damarı ötelemiştir. Fay düzlemi üzerinde batıdan doğuya doğru ölçülen doğrultu seperasyonları şöyledir:  $AA'=350$  m,  $AB'=500$  m,  $AB=900$  m olduğuna göre, a) fayın net atımını, b) Net atımın fay düzlemi üzerindeki sapma açısını, c) dalımını bulunuz.



### ÇÖZÜM:

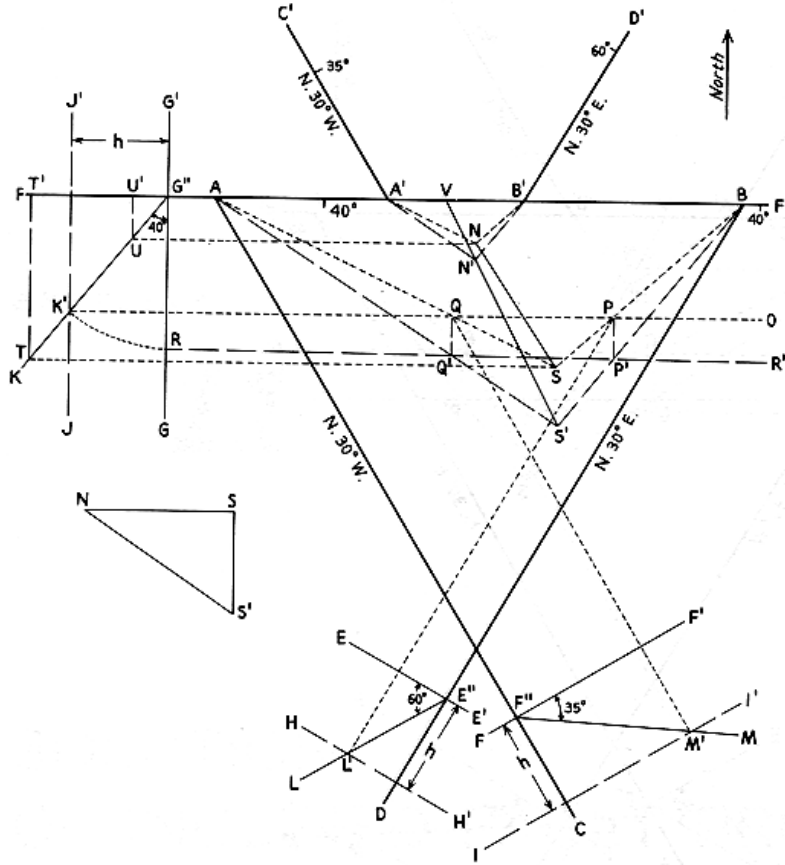
'T' ve 'Z' noktaları fay ile güney bloktaki damarların kesişme noktaları. 'X' noktası fayın güney bloğundaki damarların kesim noktası. 'Y' noktası fayın kuzey bloğundaki damarların kesim noktası. XY: net atım (300m). XY'F': net atımın fay düzlemi üzerindeki sapma açısı. Dik faylarda sapma açısı ile dalım miktarı birbirine eşittir.

### PROBLEM:



**PROBLEM:**  $K90^\circ D$  doğrultulu,  $40^\circ G$  eğimli bir fay,  $K30^\circ B/35^\circ KD$  ve  $K30^\circ D/60^\circ KB$  konumlu iki ayrı damarı kesmiştir. Fay düzlemi üzerinde batıdan doğuya doğru ölçülen doğrultu seperasyonları şöyledir:  $AA'=220$  m,  $AB'=400$  m,  $AB=680$  m olduğuna göre, a) Net atımın yatay düzlemdeki doğrultusunu, b) fayın net atımını, c) net atımın dalımını, d) fay düzlemi üzerindeki hareket yönünü, e) net atımın fay düzlemi üzerindeki sapma açısını bulunuz.

**ÇÖZÜM:**

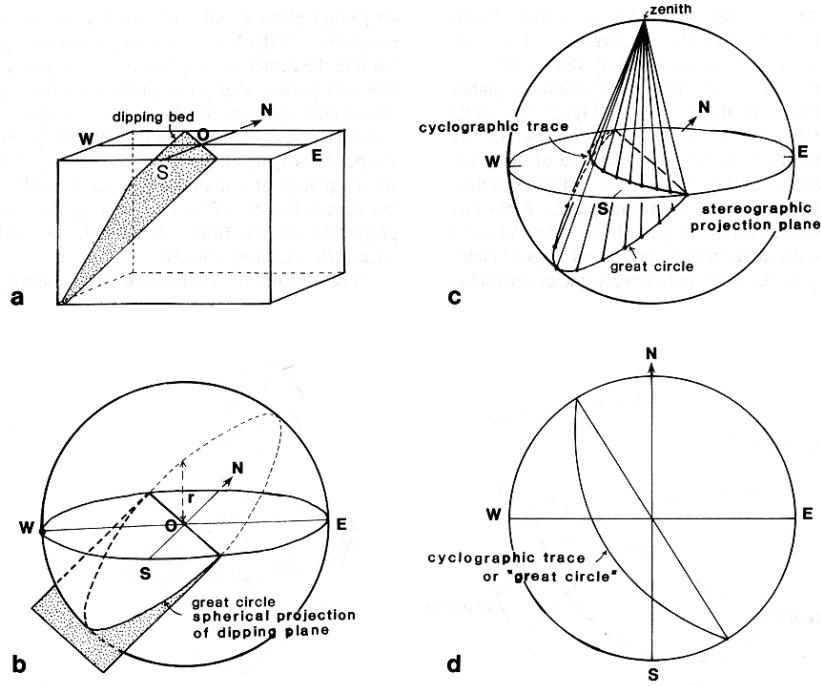


P ve Q noktaları fay ile güney bloktaki damarların kesişme noktaları. AS:  $K30^\circ B$  konumlu damar ile fay düzlemi arakesitinin yataydaki izi. BS:  $K30^\circ D$  konumlu damar ile fay düzlemi arakesitinin yataydaki izi. S noktası güney bloktaki iki damarın kesim noktalarının yataydaki izdüşümü. N noktası kuzey bloktaki iki damarın kesim noktalarının yataydaki izdüşümü.

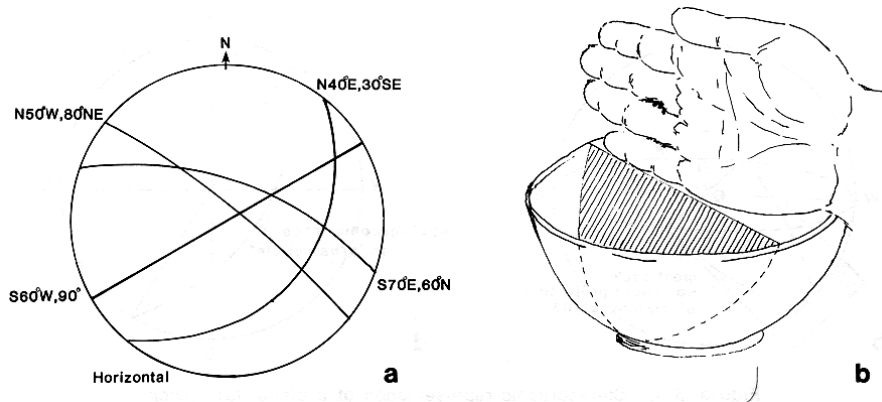
- NS net atımın yataydaki izdüşümü (kuzey ile yaptığı açı net atımın doğrultusunu verecek).
- $N'S'$  fay düzlemi yataya döndürüldükten sonra elde edilen gerçek net atım uzunluğu.
- $SNS'$  açısı net atımın düşey düzlemde yatay ile yaptığı açı yani net atımın dalımı.
- S noktası N'ye göre daha aşağıda olduğu için hareket güneye doğru
- $S'VB$  açısı net atımın sapma açısı.

## STEREOGRAFİK İZDÜŞÜM (PROJEKSİYON) PRENSİPLERİ

Stereografik izdüşüm tekniği izdüşüm açısı kullanılarak düzlemsel veya çizgisel yapıları ve bunların birbirleri ile olan ilişkilerinin topluca bir arada gösterebilme, bu ilişkileri üç boyutlu olarak yorumlayabilme esasına dayanır. Stereografik izdüşüm çalışmalarında Wulf ve Schmith izdüşüm ağları kullanılır. Her iki izdüşüm yönteminin esası, bir kürenin alt yarısının, kürenin üst kısmındaki başucu noktasından (zenith) bakılarak yatay bir düzlem (ekvator düzlemi) üzerine izdüşürülmesi esasına dayanır. Küre merkezinden geçen K-G doğrultulu D veya B'ya eğimli birçok düzlemin küre ile olan arakesitleri boylamları yani büyük daireleri; küre merkezinden geçmeyen fakat merkezleri K-G doğrultusu üzerinde olan bir seri düzlemin küre ile olan arakesitleri enlemleri yani küçük daireleri verir. Stereografik ağ, bu boylam ve enlemlerin bir başucu noktasına göre yatay bir düzlem üzerine izdüşürülmesi ile elde edilmiştir.



Konumu  $330^\circ / 50^\circ$  GB olan bir tabakanın blok diyagramı (a) ve stereografik izdüşümü (d)



Değişik konumlu tabakaların stereografik izdüşümleri

## Stereografik izdüşüm tekniği kullanılarak çeşitli yapıların belirlenmesi

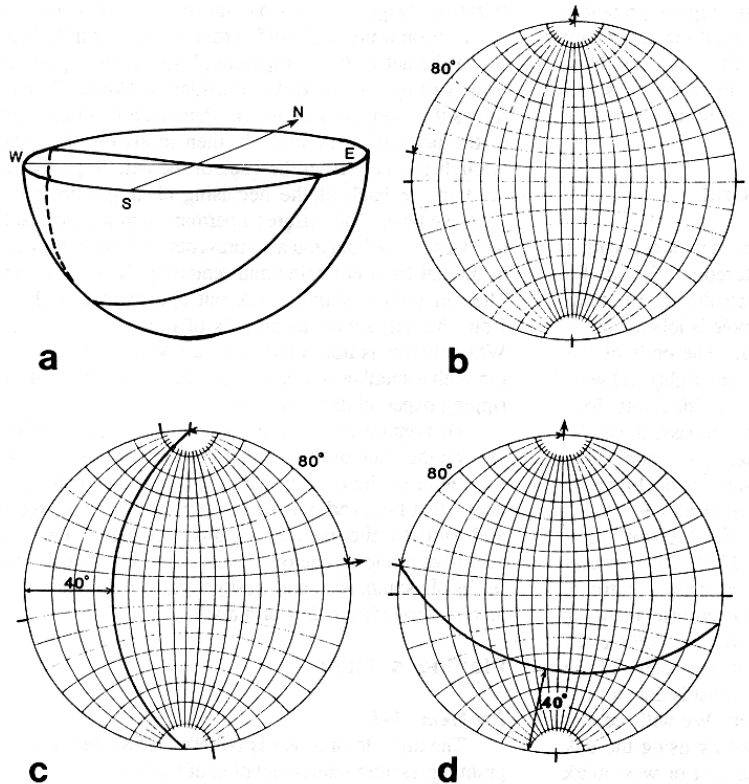
Stereografik ağ üzerinde her türlü düzlemsel ve çizgisel yapıların konumları gösterilebilir. Bunun için enlem ve boylam derecelerinden yararlanılır. Eşit alanlı izdüşüm ağına bakıldığında ağın birbirleri ile 4 eşit parçaya ayrıldığı görülür. Ağın en üstte kalan kısmı kuzeyi, alttaki kısmı güneyi, kuzeyin  $90^\circ$  sağ tarafı doğu, aksi ise batıyı temsil eder. Bu yönlerin her birinin arası 9 tane 10 ar derecelik bölümlere ayrılmıştır. Her bir bölümdeki enlemler ile dış dairenin kesişmesi sonucu bulunan ve araları 10 ar derece taksimatlı bu dış daire üzerindeki noktalar yardımı ile **yapısal elemanların doğrultu değerleri** belirlenir. Bunlar kuzeyden saat yönü istikametinde 10 ar derecelik bölümlere ayrılırsa tekrar kuzeyde  $360^\circ$  derece ile kapanır. K ve G kutup noktalarında birleşen boylamlar ise toplam  $180^\circ$  dir ve merkezin sağ ve sol tarafında  $10^\circ$  lik 9 bölüm oluştururlar. Merkez noktasından geçen eksen (D-B eksenini) üzerinde bu boylam dereceleri yardımı ile **düzlemsel yapıların eğimi, çizgisel yapıların ise dalımı** belirlenir.

Stereografik ağın en dış dairesi tamamıyla yatay konumlu bir düzlemsel yapının izine karşılık gelir. Bu durum eğimi  $0^\circ$  olan bir yapısal düzlemin bu daire üzerinde bulunacağını gösterir. Eğimli düzlemlerde ise eğim derecesinin artması söz konusu düzlem yayının izdüşüm ağının merkezine doğru yaklaşacağı anlamına gelir. Düzlemin eğimi  $90^\circ$  ise düzlem yayı K-G boylamı ile çakışık düz bir doğru olur. Kısaca dik düzlemler stereografik ağ üzerinde düz bir çizgi ile temsil edilirken yatay düzlemler ağın en dış dairesi ile temsil edilir. Eğimli düzlemler ise eğim derecelerine göre bunların arasında yer alan yaylar ile gösterilir.

### Bir düzlemin stereografik izdüşümünün ağ üzerinde çizimi

*Konumu  $K80^\circ B$ ,  $40^\circ G$  olan bir tabakanın stereografik izdüşümünün ağ üzerinde çizimi*

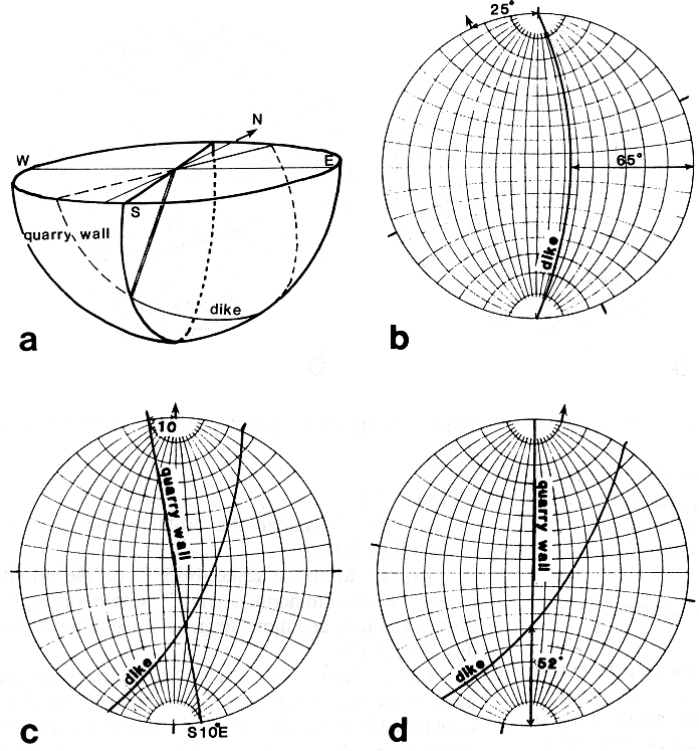
Önce kuzeyden batıya doğru ağın en dış dairesindeki  $10^\circ$  lik bölümlerden yararlanılarak  $80^\circ$  lik nokta bulunur (a). Aydınger üzerindeki bu nokta izdüşüm ağı üzerindeki kuzey ile çakışıcaya kadar aydınger dış daire üzerinde çevrilir. Ağın K-G kutbu merkezden geçecek şekilde birleştirilirse tabakanın doğrultusu çizilmiş olur. Ağın üzerinde eğim yönünü belirlemek için, aydınger bu durumda iken D-B çapı üzerinde dıştan merkeze doğru  $40^\circ$  lik bir değer alınır ve bu noktayı taşıyan boylam çizilir (c, d).



## Gerçek eğim, görünür eğim problemleri

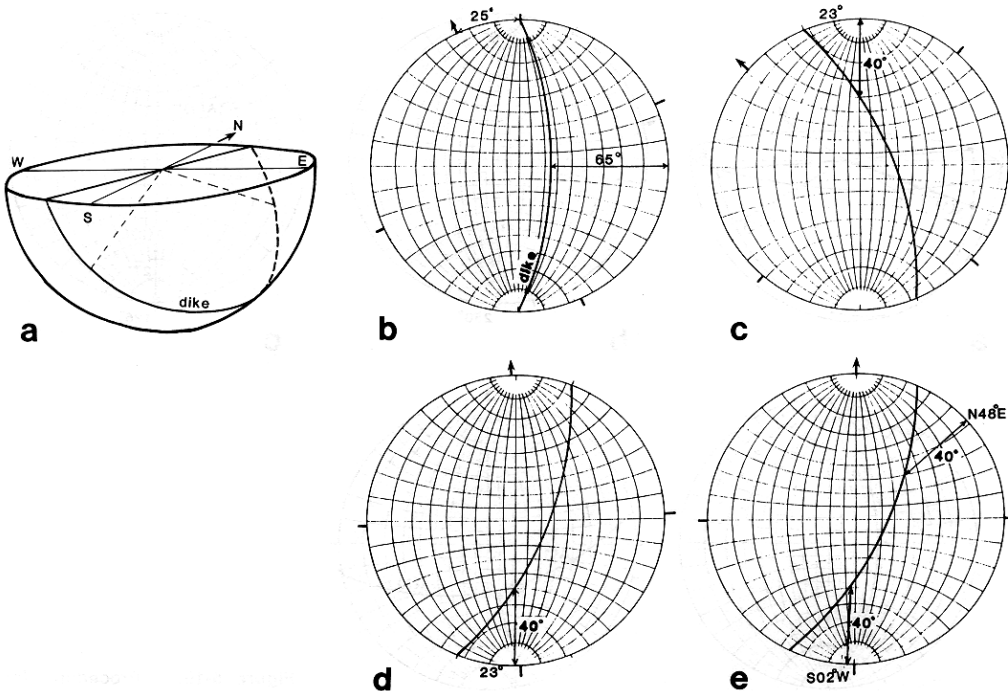
### Görünür eğim miktarının belirlenmesi

Doğrultusu ve gerçek eğim miktarı  $K25^{\circ}D$ ,  $65^{\circ}GD$  olan bir dayk, doğrultusu  $K10^{\circ}B$  olan bir taş ocağı aynasında (ön duvar) (quarry wall) yüzeylemiştir. Düşey konumdaki taş ocağı aynasındaki daykın görünür eğimini bulun.



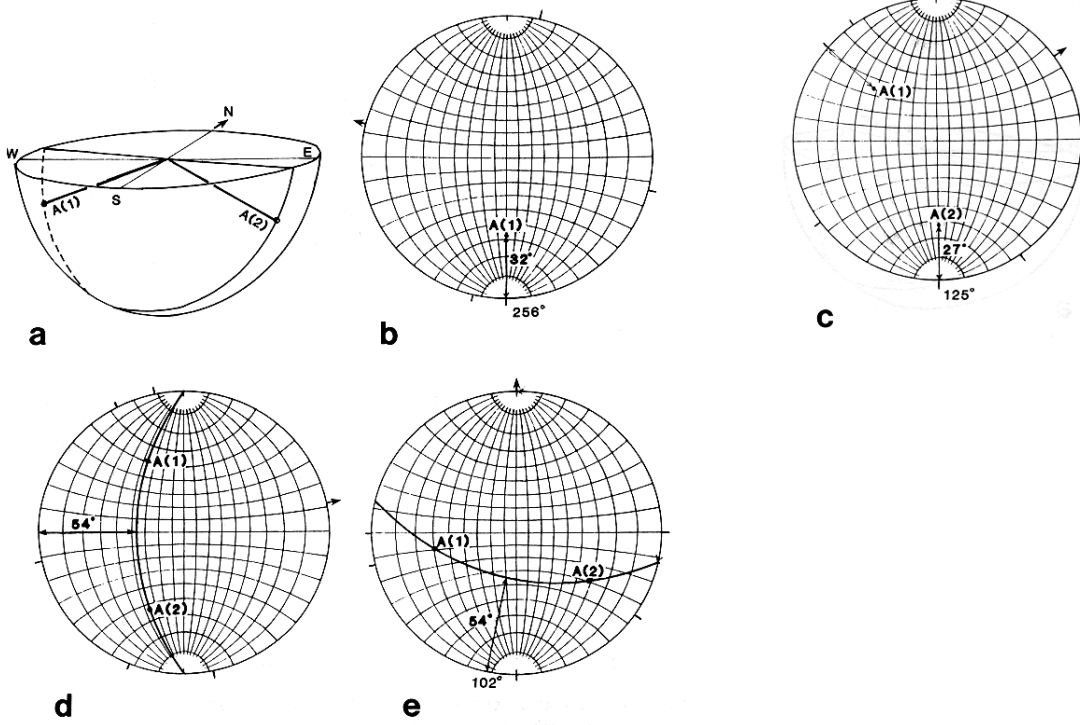
Önce dayka ait düzlem çizilir (b). Daha sonra bu düzlemi kesen taş ocağındaki aynanın yönü çizilir ve dayka ait düzlemi temsil eden büyük daireyi kestiği nokta belirlenir (c). Taş ocağı aynasını temsil eden çizgi K-G eksenine getirilerek işaretlenen kesişme noktası ile en dış daire arasındaki  $52^{\circ}$  görünür eğim açısı okunur (d).

Bir daykın gerçek konumu:  $K25^{\circ}D$ ,  $65^{\circ}GD$  dur. Bir taş ocağında, aynı dayka ait  $40^{\circ}$ lik görünür eğim ölçülebilmesi için ikinci düşey duvarın doğrultusu ne olmalıdır?



## İki görünür eğimden gerçek eğimin bulunması

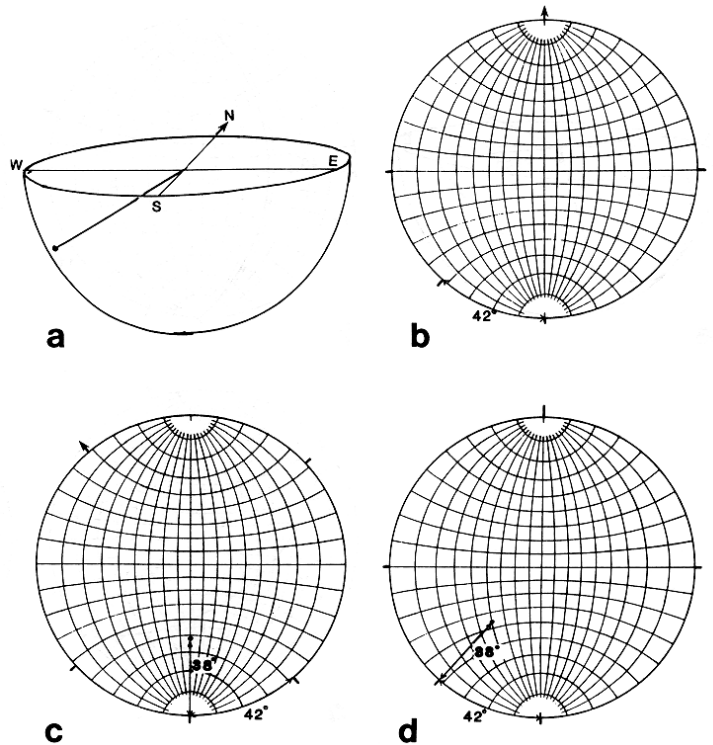
Bir otoyol boyunca mevcut yol yarmasının bir ucunda ölçülen görünür eğim miktarı ve yönü:  $32^\circ$ ,  $256^\circ$  dir. Yol üzerindeki bir kaviste ölçülen görünür eğim ise  $27^\circ$ ,  $125^\circ$  olduğuna göre tabakanın gerçek eğimini bulun.



## Bir çizgisel yapının izdüşüm açısı üzerinde gösterilmesi

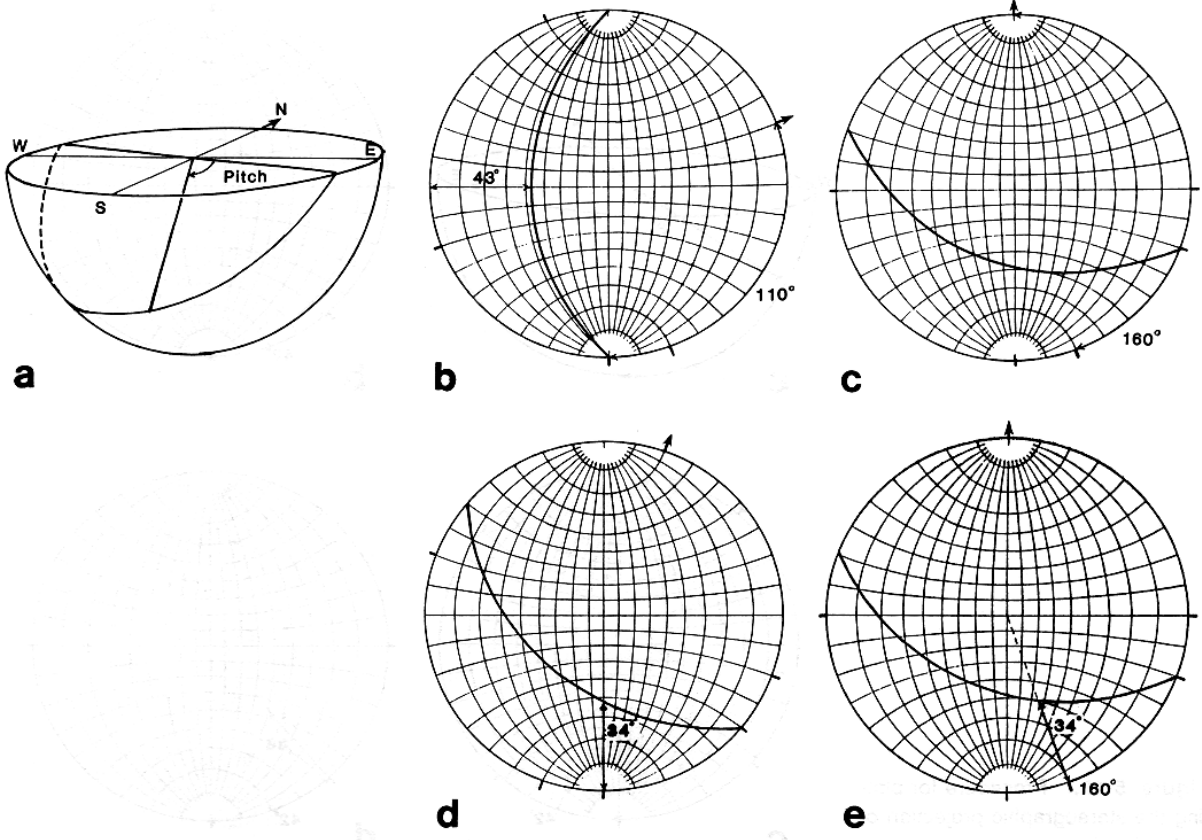
Dalımlı kıvrım ekseninin dalım miktarı  $38^\circ$ , dalım yönü ise  $G42^\circ B$  olduğuna göre bu eksen (hinge line) stereogram üzerinde gösterin

Projeksiyon açısını kullanma durumuna getirdikten sonra aydınlar kağıdı üzerinde G'den itibaren batıya doğru  $42^\circ$  ölçülür ve işaretlenir (b). Böylece kıvrım ekseninin yönelim derecesi ağ üzerinde belirlenmiş olur. Aydınlar üzerinde  $42^\circ$  değerini belirleyen nokta döndürülerek K-G (veya D-B) doğrultusu ile çakıştırılır. Bu doğrultular üzerinde dıştan içe doğru toplam  $90^\circ$  olacak şekilde 9 adet  $10^\circ$  lik bölümler vardır. Dıştan içe doğru  $38^\circ$  alınarak bulunan nokta işaretlenir ve dış çember üzerindeki nokta ile birleştirilir (c,d). Bu çizgi eksen temsil eder (a).



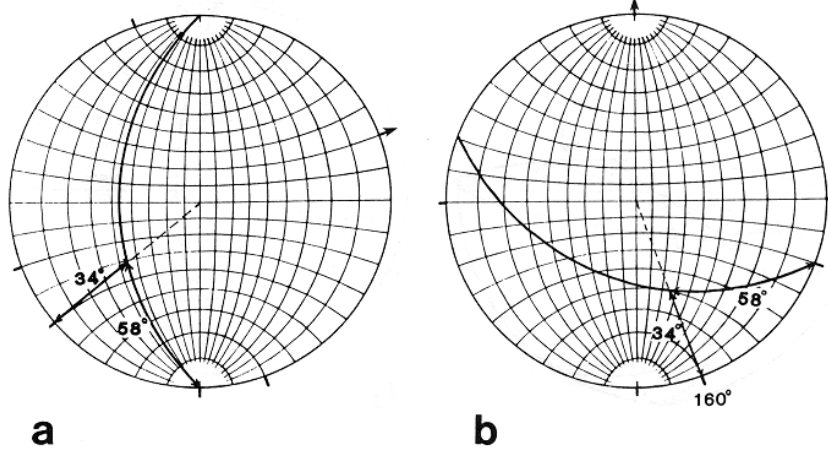
## Bir düzlem üzerindeki çizgisel yapının ağ üzerinde gösterilmesi

Bir çalışma alanında klivaj doğrultusu ve eğimi  $110^\circ$ ,  $43^\circ$ GB olarak belirlenmiştir. Klivaj üzerindeki mineral lineasyon yönü  $160^\circ$  olduğuna göre, bu lineasyonu ifade eden çizgiyi ağ üzerinde gösterin ve dalımını bulun.



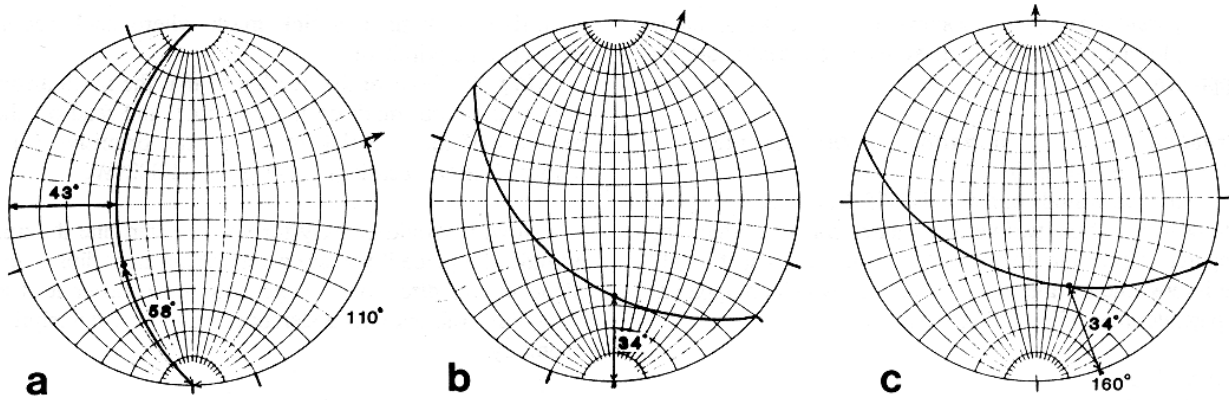
**Çizgisel bir yapının, bir düzlem üzerindeki yatımı'nın/sapma açısı'nın (rake / pitch) bulunması**

*Klevaj düzleminin oryantasyonu:  $110^\circ$ ,  $43^\circ G$ , mineral lineasyonu  $34^\circ$ ,  $160^\circ$  olduğuna göre lineasyonun klivaj düzlemi üzerindeki yatımını (sapma açısını) bulunuz (cevap:  $58^\circ$ ).*



**Dalım ve doğrultunun yatım kullanılarak bulunması**

*Klevaj düzleminin oryantasyonu:  $110^\circ$ ,  $43^\circ G$ , düzlem üzerindeki mineral lineasyonunun yatımı  $58^\circ D$  olduğuna göre bu lineasyonun yönünü ve dalım miktarını bulun.*

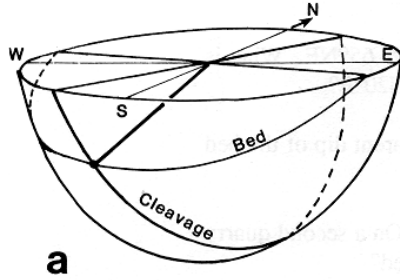


Lineasyonun dalım miktarı:  $34^\circ GD$ , yönü:  $160^\circ$

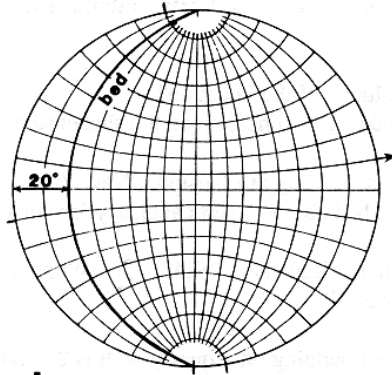


## Kesişen iki düzlemin ara kesitlerinin bulunması

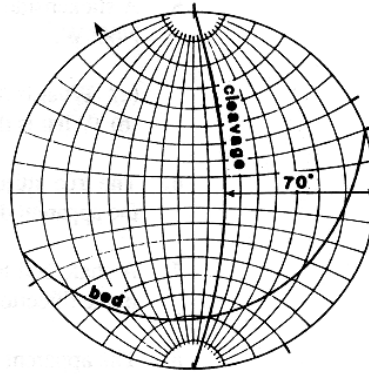
Bir mostrada gözlenen tabakanın doğrultu ve eğimi:  $G80^{\circ}D$ ,  $20^{\circ}G$ , klevaj düzleminin ise  $K30^{\circ}D$ ,  $70^{\circ}D$  olarak bulunmuştur. Tabaka/Klivaj düzlemlerinin arakesitinin yönünü ve dalım miktarını bulun.



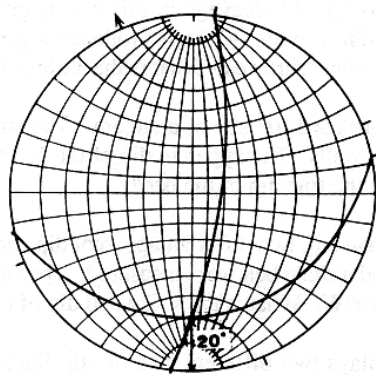
a



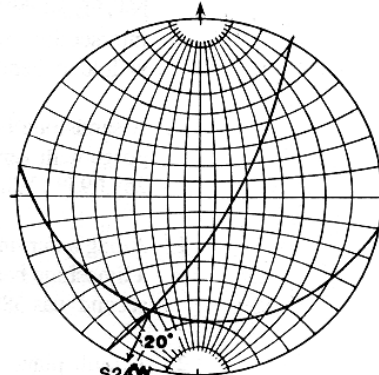
b



c



d

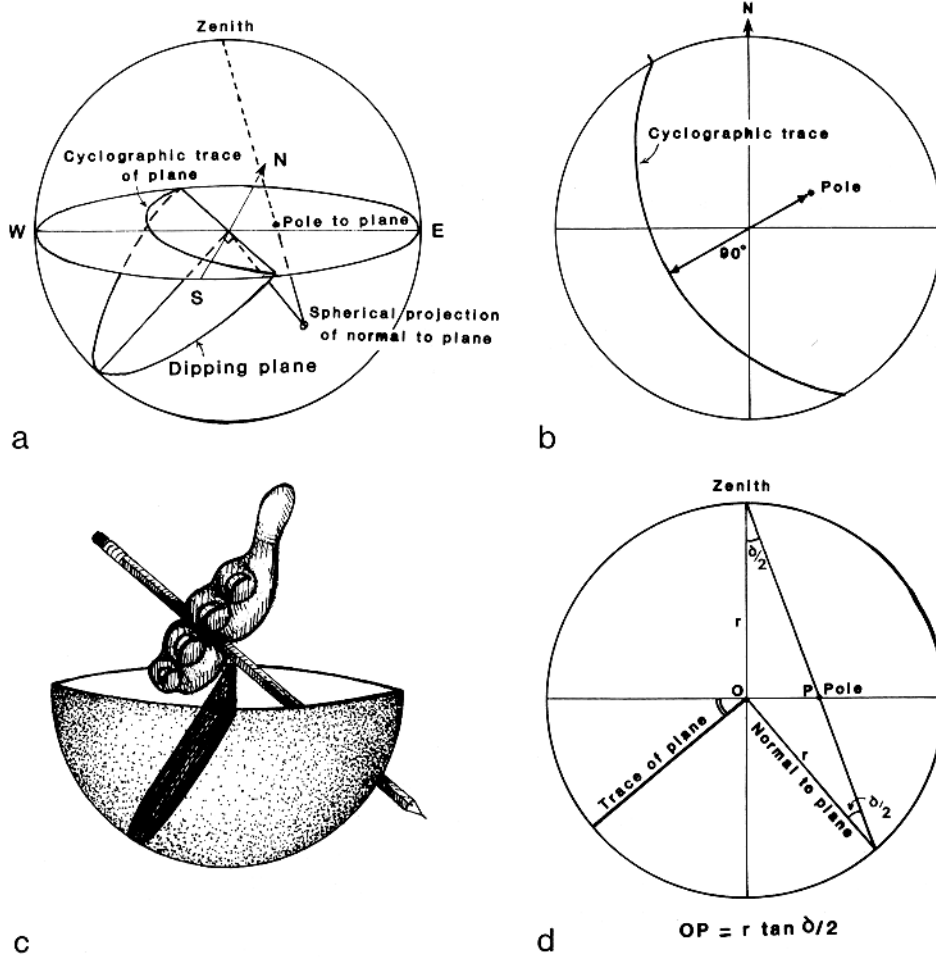


e

Arakesitin yönü:  $G24^{\circ}B$ , dalımı:  $20^{\circ}GB$

## STEREOGRAFİK KUTUPLAR VE ROTASYONLAR

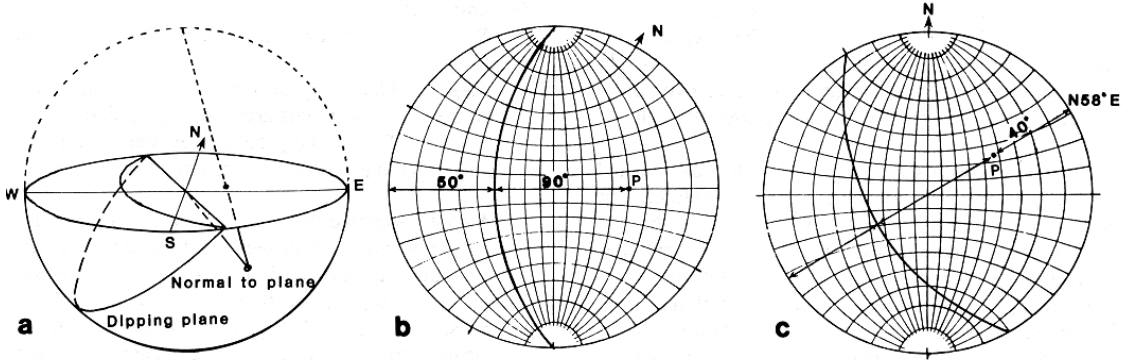
Birbirini kesen birçok düzlemin büyük çemberini gösteren bir stereogramı, değişik düzlemlere ait birçok çemberi birbirinden ayırmanın gittikçe zorlaşması nedeniyle, değerlendirmek ve anlamakta gittikçe güçleşir. Bereket düzlem normallerinin oryantasyonunu belirterek herhangi bir düzlemin oryantasyonunu tanımlamak mümkündür. *Normalin* düzleme dik bir çizgi olduğunu hatırlayın; bir düzlemin stereografik izdüşümü dairesel bir ark şeklinde olurken, bir çizgi olan *düzlem normalinin* izdüşümü nokta olacaktır. Stereogram üzerinde düzlem normalinin izdüşümünü temsil eden nokta *düzlemin kutbu* (pole to plane) olarak tanımlanır.



Bir düzlem ve kutbu arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram. (a) Eğimli düzlemi ve onun normalini, bunların yatay ekvator düzlemi üzerindeki izdüşümlerini gösteren izdüşüm küresi; (b) eğimli düzlemin izini ve kutbunu gösteren stereografik izdüşüm; (c) kutbun ne anlama geldiğini daha iyi canlandıran diyagram; (d) Eğimli düzlemin izini ve onun normalini izdüşüm küresini kesen düşey kesit üzerinde gösteren diyagram.

## Düzlem kutbunu yerleştirme yöntemi

Doğrultusu ve eğimi  $K30^\circ B$ ,  $50^\circ GB$  olan bir tabakanın stereografik izdüşümünü ve kutbunu yerleştirin. Ayrıca kutbun dalımını da bulun.



Kutbun dalımı eğim miktarını  $90^\circ$  ye tamamlayan ( $40^\circ + 50^\circ = 90^\circ$ ), yönelimi ise tabaka doğrultusunu  $90^\circ$  ye tamamlayan ( $30^\circ + 60^\circ = 90^\circ$ ) açılal değerlerdir.

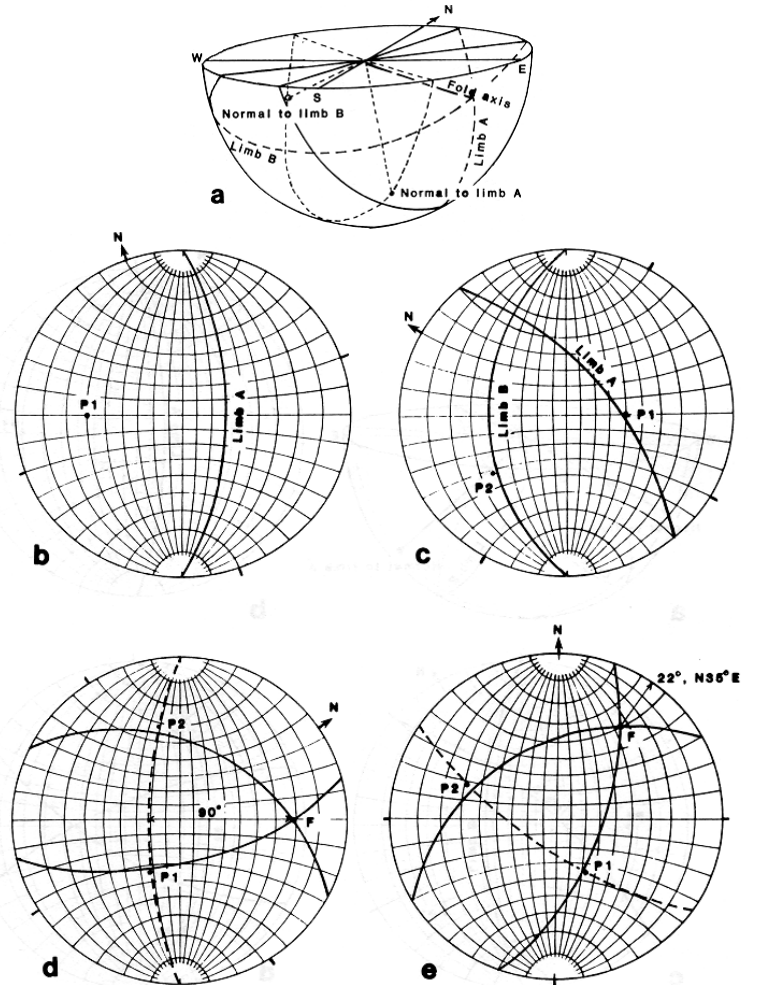
## Kesişme (arakesit) lineasyonu'nun tespiti

Bir kıvrımın A kanadının oryantasyonu  $020^\circ$ ,  $60^\circ GD$  iken B kanadının oryantasyonu  $060^\circ$ ,  $40^\circ KB$  olarak ölçülmüştür. Bu kıvrımın kıvrım ekseninin (hinge line) dalımı ve yönü nedir?

Kıvrım eksenini, iki kıvrım eksenini normallerini içeren düzlemin kutup noktasıdır. Önce Her iki kanadın büyük-daire izlerini çizin. Daha sonra bu düzlemlerin kutuplarını yerleştirin ( $P_1, P_2$ ).

Asetatı  $P_1$  ve  $P_2$  aynı büyük daire üzerine gelecek şekilde ayarlayın ve bu daireyi çizin. Bu konumdayken E-W eksenini üzerinde sağa doğru  $90^\circ$  gidildiğinde F noktası bulunacaktır. Bu düzlemin kutbu olan F noktası aynı zamanda iki kanadın kesişme noktasıdır. Yani kıvrım eksenini temsil eder.

Kıvrım ekseninin oryantasyonu:  $22^\circ, N35^\circ E$ .



## Eğimli düzlemlerin yataya döndürülmesi

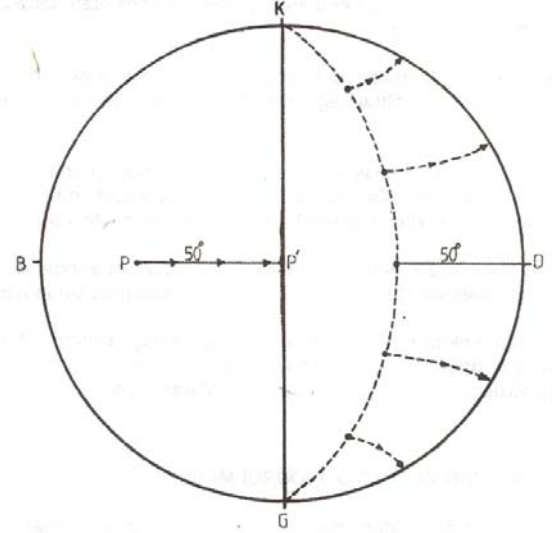
Düşey düzlemler ağ üzerinde düz bir çizgi olarak gösterilirken yatay düzlemler düzlemi temsil eden büyük daire ağın en dış dairesine çakışık bir halde bulunur. Yatay düzlemlerin kutup noktası merkezde bulunurken eğimli düzlemlerin büyük daireleri ile kutup noktaları merkezle en dış daire arasında herhangi bir yerde bulunur. Buna göre eğimli herhangi bir düzlemi yataya döndürmek için, eğimli düzlemin büyük dairesinin en dış daire ile çakışması, yani eğimli düzlemin kutup (P) noktasının merkeze taşınması gerekir.

*K-G doğrultulu ve  $50^\circ$ D eğimli olan bir düzlemi yataya döndürünüz.*

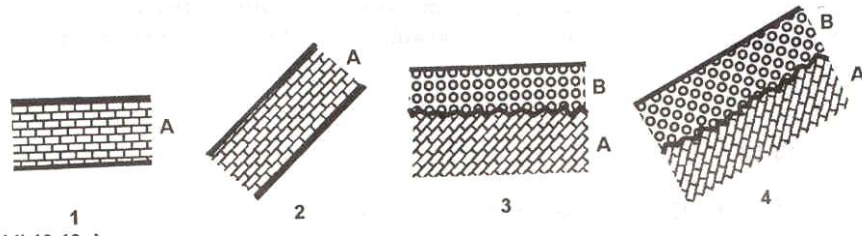
Önce aydıngeç üzerine düzlem çizilir ve kutup noktası işaretlenir.

Düzlemin doğrultusu, ağın K-G eksenini ile çakışıkken, kutup noktası (P),  $50^\circ$  ile merkeze taşındığı varsayılarak (P') kutbu işaretlenir (bu işlemi yaparken düzlemin büyük dairesinin de  $50^\circ$  ile ağın en dış dairesine taşınır).

P kutbu merkeze gelmekle eğimli düzlem yataya döndürülmüş olur.



Yapısal düzlemlerin yataya döndürülmesi yapısal problemlerin çözümü sırasında kullanılan önemli bir yöntemdir. Aşağıdaki şekilde ilk çökelen 'A' formasyonuna ait kireçtaşı tabakaları (1), deformasyon sonucu eğim kazanmış olsun (2, birinci deformasyon evresi). Aşınmayı takip eden evrede eğimli kireçtaşlarının üzerine 'B' formasyonunun yatay çakıltaşları çökelmiş olsun (3). Bu durumda B formasyonu A formasyonu üzerinde açısal uyumsuz olarak bulunmaktadır. İkinci deformasyon evresinde her iki formasyon aynı yönde eğim kazansın (4). İkinci deformasyon evresinden önce uyumsuzluk düzlemi (aynı zamanda çakıltaşı) altında yer alan A formasyonunun konumu; başka bir deyişle 1. deformasyon evresinden sonra A formasyonunun kazandığı eğim ve doğrultu sorusu sorulabilir. Bu soruyu cevaplayabilmek için uyumsuzluk düzlemini eski haline getirmek, bir başka deyişle yataya döndürmek gerekmektedir.



Uyumsuzluk düzlemi altındaki kireçtaşı serisinin doğrultusu  $K30^\circ B$  eğimi ise  $35^\circ G$  dir. Uyumsuzluk düzlemine paralel olan üstteki çakıltı serisinin oryantasyonu ise  $K70^\circ D$ ,  $60^\circ K$  dir. Bu verilere göre ikinci deformasyondan önce uyumsuzluk düzlemi altında yer alan kireçtaşı serisinin doğrultusu, eğim yönü ve eğim miktarını bulunuz.

Önce oryantasyonu  $K30^\circ B$ ,  $35^\circ G$  olan kireçtaşı düzlemi ile oryantasyonu  $K70^\circ D$ ,  $60^\circ K$  olan uyumsuzluk düzlemleri çizilir ve her iki düzlemin kutup noktaları aydıngere işaretlenir.

İkinci deformasyon evresinden önceki kireçtaşının durumunu bulmak için uyumsuzluk düzleminin yatay konumuna döndürmemiz gerekir. Bunu sağlamak için uyumsuzluk düzleminin kutup noktasının  $60^\circ$  ile merkeze taşınması gerekecektir.

Bu işlemi yapmak için aydıngerdeki  $K70^\circ D$  noktası döndürülerek ( $P_1$ ) ağın K-G eksenine ile çakıştırılır. Bu durumda uyumsuzluk düzleminin  $P_1$  kutup noktası eğim miktarı kadar ( $60^\circ$ ) merkeze taşınır ve  $P_1'$  noktası bulunur.

Aydıngerin ağ üzerindeki konumu bozulmadan, bu kez kireçtaşı düzleminin  $P_2$  kutup noktası, üzerinde bulunduğu enlem dairesinden yararlanarak aynı istikamete doğru  $60^\circ$  döndürülerek  $P_2$  kutup noktası bulunur. Bulunan  $P_2'$  noktası, ikinci deformasyon evresi öncesi düzlemin kutbudur.

$P_2'$  kutup noktası belli olan bu düzlemin projeksiyonu çizilerek, doğrultusu, eğim yönü ve eğim miktarı okunur.

Problemin cevabı:  $K76^\circ B$ ,  $80^\circ G$  dir.

