

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınlarından

No. 146

# Jeolog Pusulası ve Kullanılışı

Yusuf TATAR



Ankara, 1972

BOŞ  
SAYFA

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ.....	5
A. PUSULANIN TANIMI .....	5
B. PUSULANIN YAPISI .....	6
C. KLİNOMETRE (EĞİMÖLÇER) .....	11
D. COĞRAFİ KUZEY, MANYETİK KUZEY, GRİD KUZEYİ.....	12
E. PUSULANIN BİR BÖLGEDEKİ GRİD KUZEYİNE BAĞ- LANMASI .....	13
F. JEOLJİDE PUSULAYLA YAPILAN ÖLÇMELER.....	15
G. ÖLÇÜ DEĞERLERİNİN KAYDEDİLMESİ .....	28
FAYDALANILAN BAZI ESERLER .....	30

BOŞ  
SAYFA

## GİRİŞ

Bu kitapçık jeolog pusulasının kullanılmasında ve ölçü değerlerinin kaydedilmesinde, çoğunlukla uygulanmakta olanlara göre daha pratik bazı kuralları açıklamak amacı ve özellikle jeoloji öğrencilerine yararlı olabilmek ümidiyle hazırlanmıştır.

Bu küçük eserin yayınlanması için çok kıymetli yardım ve ilgilerini esirgemeyen M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörü Sayın Doç. Dr. Sadrettin Alpan'a ve baskı işinde emeği geçmiş diğer Enstitü ilgililerine teşekkürü bir borç bilirim.

### A. PUSULANIN TANIMI

Pusula, daha doğrusu manyetik pusula, yerküresinin manyetik özelliğine dayanılarak yapılmış, yön belirlemeye yarayan bir ölçü aletidir. **İzinsiz ticari amaçla kullanılamaz**

Yerküresinin manyetik özelliği çubuk şeklinde çok büyük bir miktarına benzemektedir. Çubuk şeklindeki bir mıknatısın manyetik alanı içindeki kuvvet çizgilerinin durumu, Şekil 1 de görüldüğü gibi kuzey kutuptan güney kutba yönelmiştir. Yerküresi manyetik alanının kuvvet çizgileri de, ideal durum için Şekil 2 de gösterilmiştir. Bu özelliği açıklamak için yerküresi, merkezine çubuk şekilli büyük bir mıknatıs yerleştirilmiş gibi düşünülebilir. Gerçekte ise, yerküresi manyetik alanının şiddeti ve doğrultusu yersel olarak değişiklikler, sapmalar gösterir. Pusula iğnesinin kuzey ucu coğrafi bakımdan kuzey kutba yönelmiş olduğundan, bu kabullendiğimiz mıknatısın güney kutbu kuzey yarımkürede, kuzey kutbu da güney yarımkürede

bulunmaktadır (Şek. 2). Manyetik kutuplardan geçen manyetik eksenle, coğrafi kutuplardan geçen yerin dönme eksenini arasında  $11^{\circ} 1/2$  kadar bir açı bulunmaktadır.

Yerküresinin manyetik alanı içinde, serbestçe dönebileceği bir ayak üzerinde bulunan bir mıknatıs iğnesi kuvvet çizgilerine paralel olarak ve kuzey kutbu kuvvet çizgileri yönünde denge halindedir.

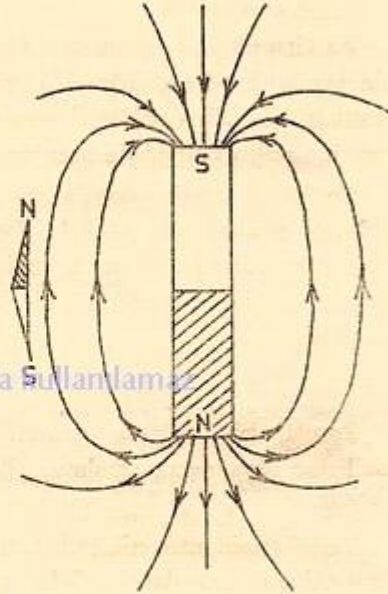
#### B. PUSULANIN YAPISI

Bir manyetik pusulanın esas parçaları şunlardır:

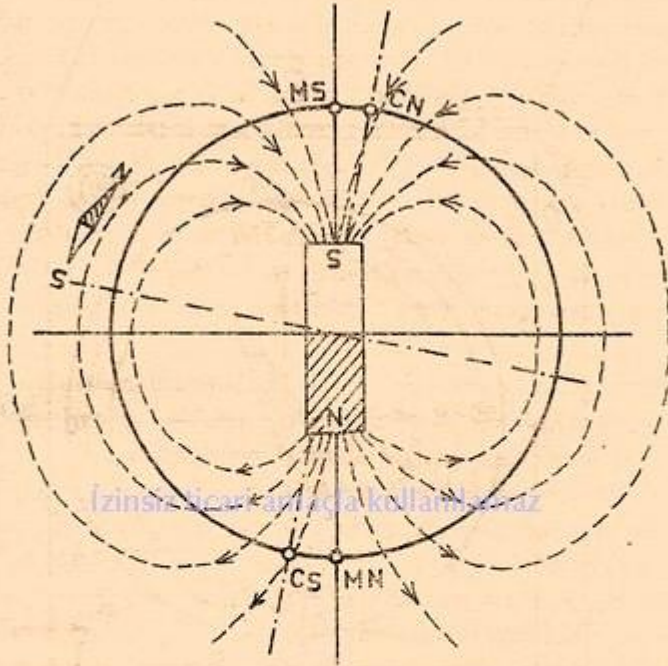
- Pusula iğnesi,
- İğne ayağı,
- Pusula tabanı,
- Ölçek çemberi,
- Nişan delikleri ve nişan kılı,
- Kabarcıklı düzeç.

Bu parçalar Şekil 3 üzerinde gösterilmiştir.

Pusula iğnesi uç kısımları sivrice, çubuk şekilli, küçük bir mıknatıstır. Kuzey yarımkürede kullanılan pusulalarda iğnelerin güney ucuna manyetik olmayan metalden yapılmış, küçük bir ağırlık takılmış-

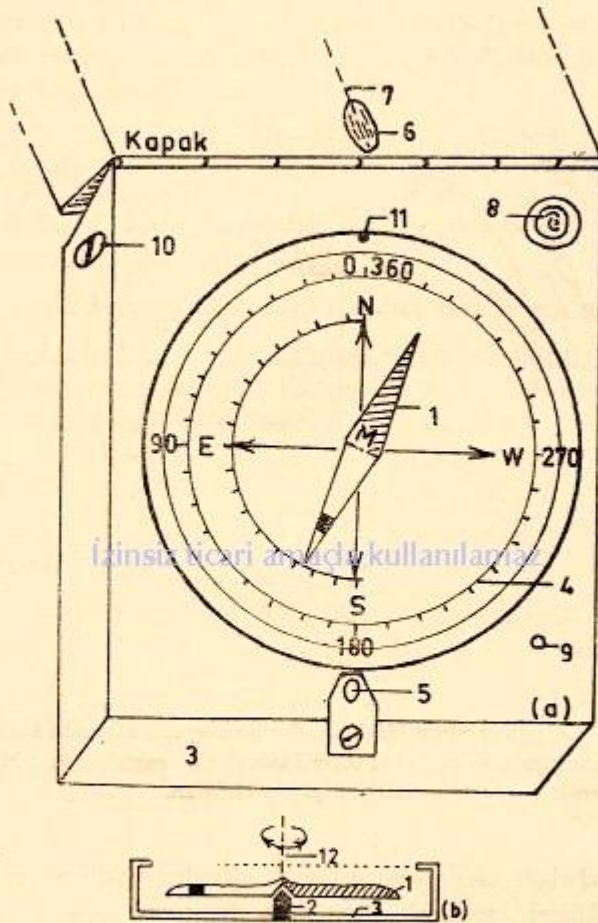


Şek. 1 - Çubuk şekilli bir mıknatısın manyetik alanı içinde kuvvet çizgileri. Serbestçe dönebileceği bir ayak üzerine yerleştirilmiş bir mıknatıs (solda) bu alan içinde kuvvet çizgilerine paralel bir yön alır.



Şek. 2 - Yerküresinin idealleştirilmiş manyetik alanında kuvvet çizgilerinin durumu. CN: coğrafi kuzey; CS: coğrafi güney; MN: manyetik kuzey; MS: manyetik güney kutupları.

tır. Bu ağırlığın esas görevi manyetik eğimden (inklinasyon) doğan iğne eğikliğini düzelterek, onun yatay durmasını sağlamaktır; aynı zamanda iğnenin güney ucunu kuzey ucundan ayırmaya da yarar. İğneden başka pusula yapısında bulunan hiç bir parça manyetik değildir. İğne ayağı pusula tabanına dik bir şekilde tutturulmuştur ve iğne bu ayağın üstüne, pusula tabanına dik olan *ayak eksenini* etrafında



Şek. 3 - Bir manyetik pusulanın ana parçaları. (a) Üstten görünüş. (b) Kesit. 1 - Pusula iğnesi; 2 - iğne ayağı; 3 - pusula tabanı; 4 - ölçek çemberi; 5 - ön nişan deliği; 6 - kapak nişan deliği; 7 - nişan kılı; 8 - kabarcıklı düzce; 9 - iğne bağlama vidası; 10 - ayar vidası; 11 - sabit ayar işareti; 12 - ayak ekseni.



sürtünmesiz olarak dönebilecek şekilde yerleştirilmiştir. Ölçme yapılmadığı zamanlarda iğne, pusula tabanındaki iğne bağlama vidasıyla hareketsiz hale getirilir. Ölçek çemberi sabit bir ölçek çemberi bileziği içine yerleştirilmiştir ve gerektiğinde bu bilezik içinde ve ayak eksenini etrafında, ayar vidası yardımıyla çevrilebilir. Çevirme miktarı ayar bileziğindeki *sabit ayar işareti* (Şek. 3/11) karşısında okunur. Ölçek çemberi ya 360 derecelik veya 400 gradlık bölümlere ayrılmıştır. Kabarcıklı düzecten pusula tabanını yatay duruma getirmek için yararlanılır. Nişan delikleri ve nişan kılı yardımıyla pusula tabanının N-S doğrultusu uzaktan gözetlenen bir yön doğrultusuna getirilebilir.

Pusula tabanı üzerinde yön harfleri bulunur (N: kuzey, S: güney, E: doğu, W: batı). Taban üzerinde E ve W yer değiştirmiş olarak yazılıdır. Ölçü değerlerinin kuzeyde başlayıp saat ibresi yönünde, yani doğu üzerinden büyüdüğü kabul edildiğine göre bu durum şöyle açıklanabilir: eğer kuzeyle doğu arasında bulunan bir  $\overline{OY}$  yönünü ölçmek istiyorsak pusula tabanının  $\overline{MN}$  vektörünü (Şek. 4a) kuzey yönünden ayırıp  $\overline{OY}$  ye paralel duruma getirmek için, tabanı batıdan doğuya doğru  $\overline{MN}$  ile  $\overline{OY}$  arasındaki  $\alpha$  açısı kadar çevirmek gerekir. İğne bu çevirmeye katılmadığından, ölçek çemberindeki değer, pusula tabanını çevirdiğimiz yönde değil, aksi yönde büyümelidir. Bu nedenle pusula tabanı üzerindeki E ve W harflerinin yerleri değiştirilmiştir (Şek. 4).

Pusula taban merkezini M ile gösterelim ve  $\overline{MN}$ ,  $\overline{MS}$ ,  $\overline{ME}$ ,  $\overline{MW}$  vektörlerine *pusula yön vektörleri* adını verelim (burada vektör kavramı, matematiktekinden biraz farklı olarak, başlangıç noktası ve yönü belli bir doğru parçası için kullanılmıştır).

Jeolog pusulalarında bir de pusula kapağı vardır. Kapak koruyuculuk görevi dışında jeolojik ölçülerde, ölçülen yüzeyle pusula tabanı

arasında bağlantı unsuru olarak kullanılır. Kapağı pusula tabanına tutturun menteşe yerine, klinometre olarak kullanılan ölçekli bir silindire sahip pusula modelleri de vardır.

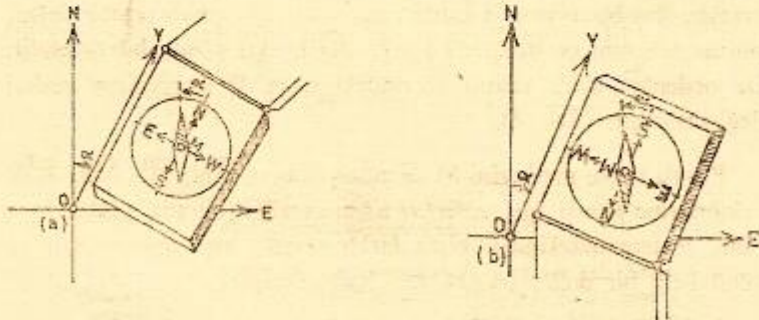
Pusulayla bir yönü ölçmek için pusula tabanının N-S doğrultusu ölçülecek yön doğrultusuna paralel duruma getirilir. Bu işlem:

- Tabanın N-S ye paralel olan kenarını yönü ölçülecek doğrultuya bitişirmek (Şek. 11);
- Pusula kapağı ve kabarcıklı düzleçten yararlanmak (Şek. 15);
- Nişan delikleri ve nişan kılından yararlanmak (Şek. 12) suretiyle yapılabilir. Yön değerleri için dereceli ölçek çemberinde kuzey sıfır, doğu  $90^\circ$ , güney  $180^\circ$ , batı  $270^\circ$ , tekrar kuzey  $360^\circ$  olarak kabul edilmiştir. Ayrıca yön değerlerini okurken aşağıdaki kurala dikkat edilmelidir.

#### Pusula okuma kuralı

*İzinsiz ticari amaçla kullanılamaz.*

Eğer bir yön vektörü  $\vec{OY}$  ölçülürken, pusula tabanının  $\vec{MN}$  vektörü buna paralel duruma getirilmişse, değer pusula iğnesinin kuzey

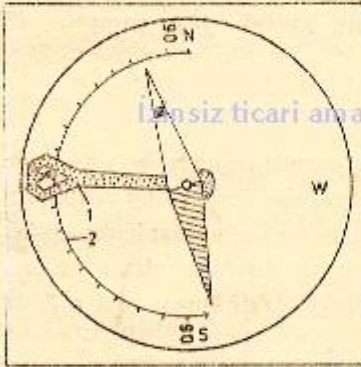


Şek. 4 - Pusula okuma kuralı. (a)  $\vec{OY} // \vec{MN}$ , yön değeri iğnenin kuzey ucundan, (b)  $\vec{OY} // \vec{MS}$ , yön değeri iğnenin güney ucundan okunacaktır.

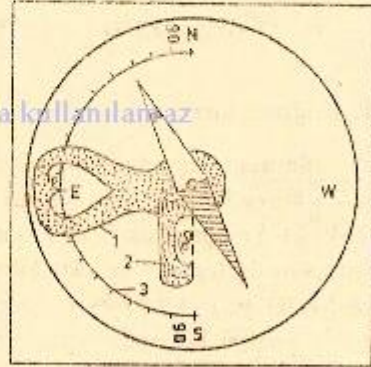
ucundan;  $\overline{MS}$  vektörü  $\overline{OY}$  ye paralel duruma getirilmişse, değer iğnenin güney ucundan okunur (Şek. 4a birinci durumu, 4b ikinci durumu göstermektedir).

### C. KLİNOMETRE (EĞİMÖLÇER)

Jeolog pusulasını bayağı pusulalardan ayıran en önemli fark, jeolog pusulalarında eğim vektörlerinin (Şek. 9) eğim açısını da ölçmeye yarayan bir tertibatın bulunmasıdır. Bu tertibata *klinometre* veya *eğimölçer* adı verilir.



Şek. 5 - Sarkaçlı eğimölçer.  
1 - Sarkaç; 2 - Eğimölçer cetveli.



Şek. 6 - Düzegli eğimölçer.  
1 - Eğim göstergesi; 2 - Kabarcıklı düzeç; 3 - Eğimölçer cetveli.

Eğimölçer en basit haliyle iğne ayağına takılmış ve bu ayak etrafında serbestçe dönebilen küçük bir sarkaçtan ibarettir (Şek. 5). Pusula tabanında, N-E-S veya N-W-S üzerinde, yarım çember şeklinde bir de eğimölçer cetveli bulunmaktadır. Bu cetvelde N ve S in karşısına  $90^\circ$ , E nun (veya W nın) karşısına da  $0^\circ$  gelecek şekilde

bölmeler yazılıdır. Sarkaç serbest bırakıldığında yerçekimi etkisiyle düşey duruma gelir ve ucundaki göstergeden eğim açısı okunur.

Modern pusulalarda sarkaç yerine kabarcıklı düzcele birleştirilmiş bir gösterge kullanılmaktadır (Şek. 6), örneğin Brunton pusulasında. Bu gösterge de iğne ayağına takılıdır ve ayak etrafında istenildiği zaman döndürülebilir. Kabarcıklı düzecen ekseni gösterge ekserine dik durumdadır. Bu bakımdan düzce ekseni yatay duruma getirildiğinde, gösterge düşey duruma gelmiş olur.

Pusula kapağı ile pusula tabanı arasında yerleştirilmiş silindirik biçimli bir eğimölçere yukarıda değinilmişti.

#### D. COĞRAFİ KUZAY, MANYETİK KUZAY, GRİD KUZAYI

##### 1. Coğrafi kuzey

Dünyanın dönme ekseninin kuzey yarımkürede yeryüzünü kestiği nokta kuzey kutup, güney yarımküredeki de güney kutup noktasıdır (Şek. 2). Yerküresi üzerinde bulunduğumuz bir noktayı kuzey kutup noktasına birleştiren ve oku kuzey kutup tarafında olan vektörün gösterdiği yön *coğrafi kuzey* yönüdür. Coğrafi kuzey veya coğrafi güney yönleri boylamlara paraleldir.

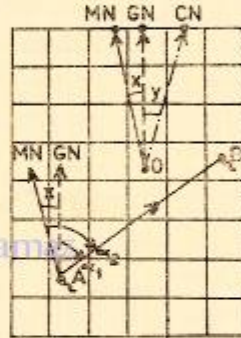
##### 2. Manyetik kuzey

Yerküresinin manyetik alanı içinde bulunduğumuz zaman, serbestçe dönebilen bir mıknatıs iğnesinin kuzey ucunun gösterdiği yöne *manyetik kuzey* denir. Başka bir ifadeyle, yeryüzü üzerinde bulunduğumuz bir noktayı manyetik güney kutup noktasına birleştiren ve oku manyetik güney kutup tarafında bulunan vektörün yönü manyetik kuzey yönüdür.

### 3. Grid kuzeyi

Grid koordinatları birçok ülkede, topografik haritaların hazırlanmasında kullanılan, absis ve ordinatları her yerde birbirine dik bir koordinat sistemidir ve bu sistem Türkiye'de de kullanılmaktadır. Grid koordinatlarının hazırlanışı burada anlatılmayacaktır (bu konuda örneğin bkz. V. Heissler, 1962).

Bir grid boylamı üzerinde, oku kuzey kutup tarafında bulunan vektörün gösterdiği yöne *grid kuzeyi* denir. Grid kuzeyine bağlı olan yönlere grid yönleri veya *harita yönleri* adı verilir. Grid kuzeyi ile manyetik kuzey arasındaki açığa *iğne sapması*; grid kuzeyi ile coğrafi kuzey arasındaki açığa da *boylam açılımı* denir.



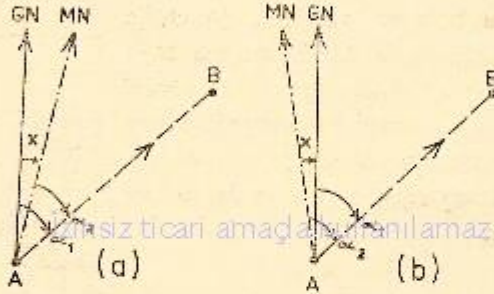
Şek. 7 - Grid koordinatları ile taranmış bir harita üzerinde coğrafi kuzey (CN), manyetik kuzey (MN) ve grid kuzeyi (GN). x: iğne sapması; y: boylam açılımı; x+y: deklinasyon; A ve B harita üzerinde iki kaynak.

### E. PUSULANIN BİR BÖLGEDEKİ GRID KUZEYİNE BAĞLANMASI

Eğer bir harita grid koordinat sistemiyle hazırlanmışsa, pusula ile ölçtüğümüz yönler harita üzerindeki grid yönlerine (yani harita yönlerine) uymaz; aralarında bölgeye ait iğne sapması değerinde bir açı bulunur. Bu noktayı aşağıdaki örnek üzerinde biraz daha açıklayalım:

Grid koordinatları taşıyan bir harita üzerinde A ve B topografik olarak belirgen iki nokta olsun, örneğin iki kaynak. Bu iki kaynaktan bir fay geçtiğini kabul edelim (Şek. 7). Bu fayın doğrultusunu ( $\overline{AB}$  yönünü) hiç pusula kullanmadan, bir açıölçerle, grid kuzeyine göre

ölçelim. Bu değer ( $\alpha_1$ ) olsun. Sonra da arazide A kaynağı üzerinde durarak  $\overline{AB}$  yönünü bir pusula ile ölçelim ( $\alpha_2$ ). Bu değerler karşılaştırıldığında  $\alpha_1 \neq \alpha_2$  olduğu görülecektir. Aralarında  $\alpha_1 = \alpha_2 + |x|$  şeklinde bir bağıntı vardır. Burada  $x$  bölgeye ait iğne sapmasının değeridir. Eğer bölgede GN MN nin batısında ise  $x$  in değeri artı (Şek. 8a), doğusunda ise eksi olur (Şek. 8b).



Şek. 8 - İğne sapması ve düzeltilmesi. (a) GN MN in batısında, bu durumda  $\alpha_1 = \alpha_2 + x$  olur  
(b) GN MN in doğusunda, bu durumda  $\alpha_1 = \alpha_2 - x$  olur.

İğne sapmasının değeri topografik haritaların kenarlarında, yıllık değişimleriyle birlikte kayıtlıdır.

Bir bölgede yapılan yön ölçülerini yukarıdaki eşitlikler yardımıyla teker teker grid yönlerine göre değiştirmek yerine, ölçmeleri yapmadan önce, pusula ayar vidasıyla ölçek çemberi  $x$  değeri kadar çevrilir ve pusula bölge grid kuzeyine bağlanmış olur. Çevirmede geçerli aşağıdaki kural kolayca hatırla tutulabilir.

### Pusulâ ayar kuralı

Bir bölgede GN MN in  $x^\circ$  batısında ise ölçek çemberi  $x^\circ$  batıdan doğuya; GN MN in doğusunda ise doğudan batıya çevrilerek pusula bölge grid yönlerine bağlanır.

Örneğin, pusulâda ayar işareti karşısında  $0^\circ$  varsa ve  $x=5^\circ$  ise birinci durumda ayardan sonra işaret karşısına  $5^\circ$ , ikinci durumda ise  $355^\circ$  gelmiş olacaktır.

Yukarıda anlatılan işlem bir bölgede pusulanın coğrafi kuzeye bağlanması için de yapılabilir. Bu takdirde iğne sapması ( $x^\circ$ ) yerine deklinasyon açısı ( $y^\circ$ ) işleme katılacaktır.

### F. JEOLÖJİDE PUSULAYLA YAPILAN ÖLÇMELER

İzinsiz ticari amaçla kullanılamaz

Jeolojide pusulayla yapılan başlıca ölçme işlemleri şunlardır:

I. Yapısal unsurların doğrultu ve eğim yönleriyle eğim açılarının ölçülmesi (en çok yapılan işlem),

II. Arazi üzerinde herhangi iki nokta arasındaki yükseklik farkının ölçülmesi,

III. Yamaç eğimlerinin ölçülmesi,

IV. Harita üzerinde yer tayininde pusulâdan yararlanma.

**I. Yapısal unsurların doğrultu ve eğim yönleriyle eğim açılarının ölçülmesi**

Pusulâyla doğrultu ve eğimi ölçülerek, uzaydaki duruşu saptanacak olan yapısal unsurları geometrik bakımdan iki grupta toplayabiliriz; bunlar:

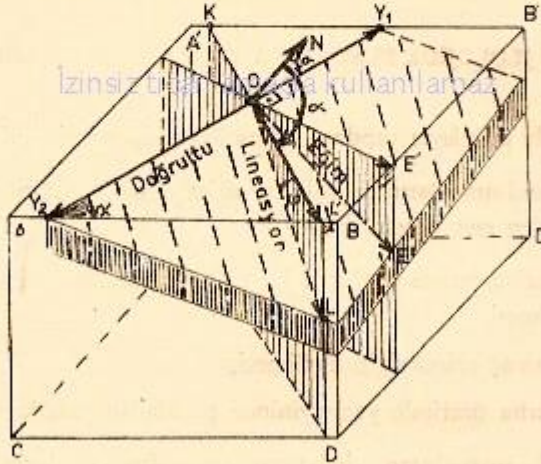
a. Çizgisel yapı unsurları (kıvrım eksenleri, lineasyonlar, fay ve çatlak izleri gibi),

b. Düzlemsel yapı unsurlarıdır (tabaka, klivaj ve çatlak yüzeyleri, fay aynaları gibi).

Ölçme işlemlerinin nasıl yapıldığını açıklamadan önce bazı kavramların aydınlatılması faydalı olacaktır:

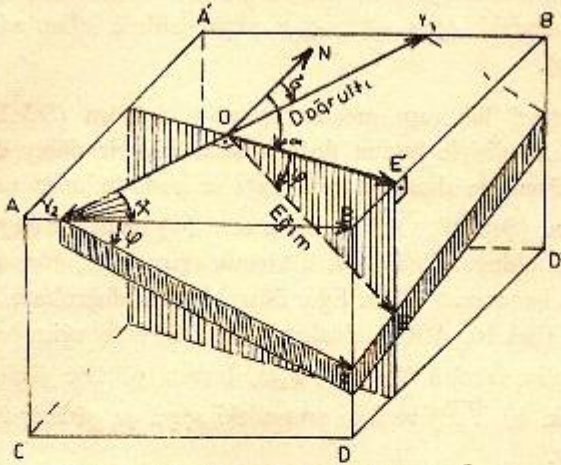
1. *Doğrultu ve doğrultu yönleri.* — Bir çizgisel yapı unsurunun doğrultusu, bu unsurdan geçen düşey düzlemle yatay bir düzlemin arakesitidir (Şek. 9).

Düzlemsel bir yapı unsurunun doğrultusu ise, unsurun kendisi ile yatay bir düzlemin arakesitidir (Şek. 10).



Şek. 9 - Çizgisel yapı unsurunun geometrisi.  $OL$ : Çizgisel yapı unsuru;  $\overline{OL}$ : Eğim vektörü;  $\overline{OL}'$ : Eğim yönü vektörü;  $\varphi$ : Eğim açısı (veya kısaca eğim);  $\alpha$ : Eğim yönü açısı.  $ABB'A'$  düzlemi yatay,  $KL'$  den geçen taraftır düzlem düşeydir.





Şek. 16 - Düzlemsel yapı unsurunun geometrisi.  
 $\overline{OE}$ : Eğim vektörü;  $\overline{OE'}$ : Eğim yönü vektörü;  $Y_1Y_2$ : Doğrultu;  $\alpha$ : Eğim yönü açısı;  $\varphi$ : Eğim açısı;  $\sigma$ :  $OY_1$  doğrultu yönü açısı;  $\overline{Y_2C}$ : Görünür eğim vektörü;  $\varphi'$ : Görünür eğim açısı;  $Y_2B$ : Görünür eğim yönü vektörü;  $x$ : Görünür eğim profili ile doğrultu arasındaki açı.

Her iki halde de doğrultu iki yönlüdür ve bu iki yön arasında  $180^\circ$  lik bir açı vardır. Bu nedenle yönlerden birinin ölçülmesiyle doğrultunun duruşu saptanmış olur.

2. Eğim (eğim açısı) ve eğim yönü. — Çizgisel bir yapı unsuru üzerinde alınan ve oku başlangıç noktasına göre daha aşağı seviyede bulunan vektöre eğim vektörü denir (Şek. 9,  $\overline{OL}$ ). Eğim vektörünün yatay bir düzlem üzerindeki dik izdüşümüne ise eğim yönü vektörü veya sadece eğim yönü denir (Şek. 9,  $\overline{OL'}$ ). Eğim yönü, çizgisel yapı unsurunun doğrultusu (Şek. 9,  $KL$ ) üzerindedir, fakat bu doğrul-

tunun yönlerinden yalnızca biriyle çıkarılır. Eğim vektörüyle eğim yönü arasındaki açıya *eğim açısı* veya sadece *eğim* adı verilir (Şek. 9,  $\varphi$ ).

Düzlemsel bir yapı unsurunun eğim vektörü (Şek.10,  $\overline{OE}$ ), düzlemin kendisiyle bunun doğrultusuna dik bir düşey düzlemin arakesiti üzerinde alınan ve oku aşağı seviyede bulunan vektördür. Eğim yönü (Şek. 10,  $\overline{OE'}$ ) ve eğim açısı ( $\varphi$ ) tanımları çizgisel yapı unsurunda olduğu gibidir. Bir düzlemin eğim yönü, düzlemin doğrultusuna her zaman diktir. Eğer düşey düzlem doğrultuya dik alınmamışsa (Şek.10, ABCD düzlemi), bu takdirde eğim vektörüne *görünür eğim vektörü* (Şek. 10,  $\overline{Y_2e}$ ), bunun yönüne *görünür eğim yönü* (Şek. 10,  $\overline{Y_2B}$ ) ve ikisi arasındaki açıya da *görünür eğim açısı* ( $\varphi'$ ) denir.

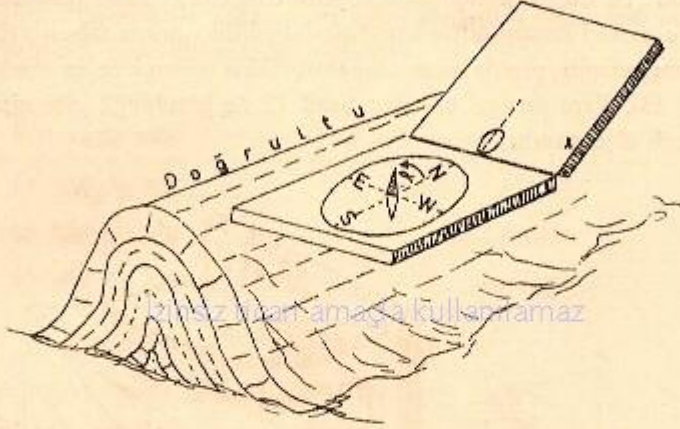
Eğim açısının büyüklüğüne göre bir yapısal unsur yatay ( $\varphi=0^\circ$ ), eğik ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ) veya düşey ( $\varphi=90^\circ$ ) durumda bulunur.

Şimdi pusulayla yapılacak ölçme işlemlerini açıklayalım:

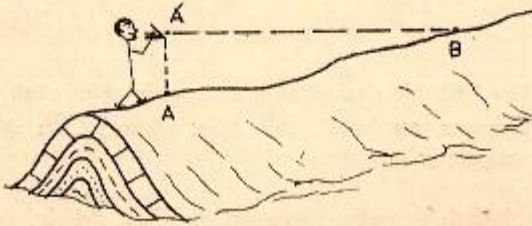
1. Çizgisel bir yapı unsurunda pusulayla eğim yönü ölçülmesi:

a)  $\varphi=0^\circ$  ise: Bu takdirde çizgisel yapı unsuru yatay bir doğru durumundadır ve bunun bir düzlemin doğrultusu gibi iki yönü vardır. Bu durumda pusulanın N-S e paralel olan kenarı yapı unsuruna bitişirilir. Sonra pusula tabanı kabarcıklı düzeç yardımıyla yatay hale getirilir. İğne bağlama vidası açılarak, bu halde sağa sola dönen (bir çeşit salmım hareketi) iğnenin durması beklenir. İğne durduktan sonra iğne bağlama vidası tekrar sıkıştırılarak, doğrultu yönlerinden biri iğne uçlarından birinden okunur (Şek. 11). Burada doğrultunun duruşunu saptamak için, değer iğnenin hangi ucundan okunursa okunsun, istenilen netice elde edilmiş olur.

Eğer çizgisel yapı unsuru büyükse (örneğin büyük bir antiklinal eksenini gibi), önce bunun üzerinde durup nişan alınarak pusulanın N-S doğrultusu yapısal unsurun doğrultusuyla karşıtılır (Şek.12). Bundan sonra yapılacak işlem yukarıdaki gibidir. Büyük yapılarda  $\varphi \neq 0^\circ$  de olsa, eğim yönü aynı şekilde ölçülebilir. Ancak bu durumda pusula okuma kuralına dikkat edilmelidir.

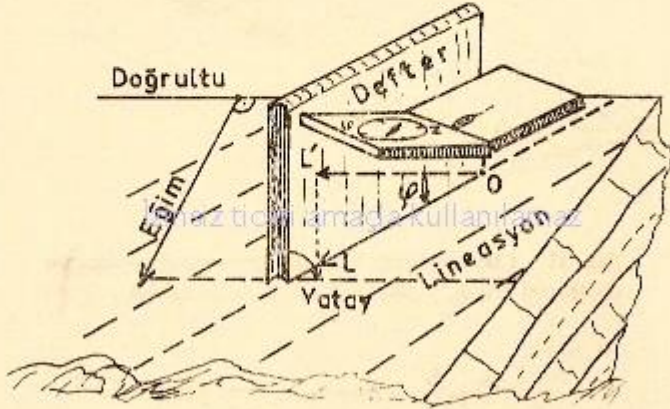


Şek. 11 - Çizgisel yatay bir yapı unsuru doğrultusunun ölçülmesi (küçük yapılarda; Şek. 12 ye de bakınız).



Şek. 12 - Büyük çizgisel yapı unsurlarında eğim yönü (veya doğrultu) ölçülmesi.

b)  $0^\circ < \varphi < 90^\circ$  ise: Bu genel durumdur ve bu takdirde pusula tabanının N-S doğrultusunu yönünü ölçeceğimiz doğrultuya paralel duruma getirmek için düzgün yüzeyli bir parçadan, örneğin jeolog defterinden faydalanabiliriz. Defterin bir kenarını ölçülecek yapı unsuruna bitiştrirdikten sonra, defterin kapak düzlemi dikey duruma getirilir (bu durum eğimölçerle kontrol edilebilir). Şimdi pusulanın N-S e paralel kenarı defter kapağına bitiştririlir, pusula tabanı yatay duruma getirilir, pusula okuma kuralına dikkat edilerek değer okunur (Şek. 13). Yapı unsuru büyük Şekil 12 de görüldüğü gibi nişan alınarak ölçü yapılır.

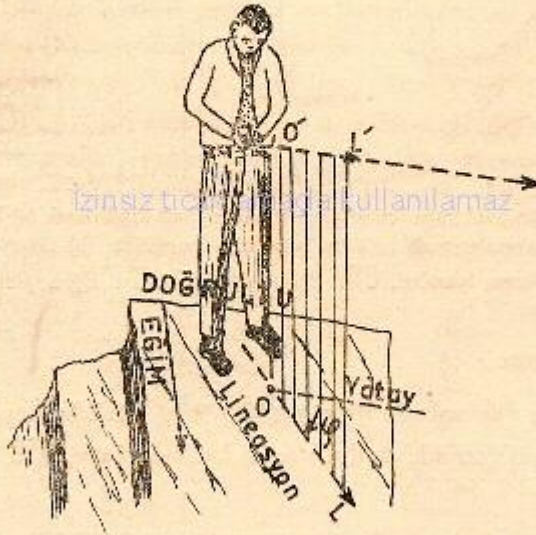


Şek. 13 - Eğik bir çizgisel yapı unsurunda eğim yönü ve eğim açısının ölçülmesi.  $\vec{OL}$ : Eğim vektörü;  $\vec{OL'}$ : eğim yönü vektörü;  $\varphi$ : eğim açısı.

Bazı pusulalarda (örneğin Brunton) ön nişan deliğini de taşıyan uzunca bir kol ve bu kolda da pusula N-S doğrultusunda bir yarık bulunmaktadır. Ölçülecek çizgisel yapı unsuru üzerinde ayakta duran

jeolog bu yarıktan bakarak pusula N-S doğrultusunu, ölçülecek doğrultuya paralel duruma getirebilir (Şek. 14). Bundan sonra yapılacak işlem yukarıdaki açıklamalardan çıkarılabilir.

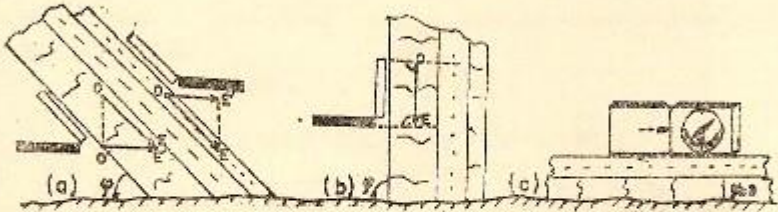
c)  $\varphi = 90^\circ$  ise: Eğim vektörü düşeydir ve bunun yatay bir düzlem üzerindeki dik izdüşümü bir noktadır. Dolayısıyla düşey durumda bulunan çizgisel yapı unsurlarının yönleri söz konusu değildir;  $90^\circ$  olan eğimleri ölçülmekle uzaydaki duruşları saptanmış olur.



Şek. 14 - Brunton tipi pusulayla çizgisel yapıların ölçülmesi.  $\overline{OL}$ : Eğim vektörü;  $\overline{OL'}$ : Eğim yönü vektörü;  $\varphi$ : Eğim açısı (Robert R. Compton'dan (1967) değiştirilerek alınmıştır).

## 2. Düzlemsel yapı unsurlarında eğim yönü ölçülmesi:

Pusula kapağı ölçülecek düzleme bitleştirilir (eğer düzlem çok pürüzlü ise düzlemle kapak arasına defter vb. gibi düzgün bir ara yüzey yerleştirilir); pusula tabanı yatay duruma getirilir, pusula okuma kuralı hatırlanarak değer okunur ve kaydedilir ( $\alpha$ ). Aşağıdaki şekillerde çeşitli duruştaki yüzeylerin eğim yönlerinin ölçülüşü görülmektedir:

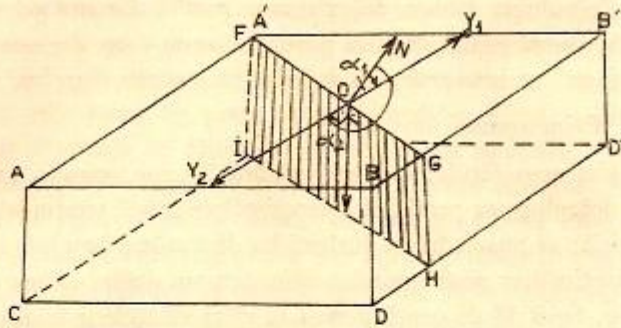


Şek. 15 - Yüzeysel yapı unsurlarında eğim yönü ölçülmesi. (a) Eğik yüzeylerde ölçü, tabakaların alt veya üst yüzeyinde yapılabilir, (b) Düşey, (c) Yatay tabakalarda ölçme işlemleri.  $\overline{OE}$ : Eğim vektörü;  $\overline{OE'}$ : Eğim yönü vektörü;  $\varphi$ : Eğim açısı.

Buna göre:

a) Eğik düzlemlerde ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ) ölçü, tabakaların ya alt veya üst yüzeyleri üzerinde yapılır. Her iki halde de ölçülen  $\overline{OE'}$  yönüdür (Şek. 15 a).

b) Düşey düzlemlerde eğim iki yönlü kabul edilebilir. Düzlemin duruşunu saptamak için pusula kapağı düzleme bitleştirilip, taban yatay duruma getirildikten sonra, iğnenin herhangi bir ucundan okunan değerle (bu değerlerden biri Şek. 16 da görülen  $\overline{OY}_1$ , diğeri de  $\overline{OY}_2$  yönünü verir), eğim açısı da ( $90^\circ$ ) yeterlidir.

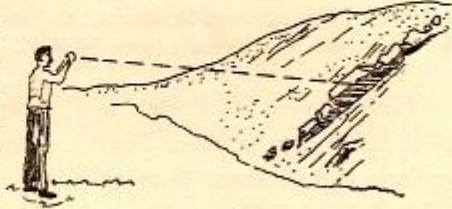


Şek. 16 - Düşey düzlemlerde eğim yönleri ( $\overline{OY}_1$  ve  $\overline{OY}_2$ ) ve eğim açısı ile duruşun saptanması.

c) Yatay düzlemlerde ne eğim, ne de doğrultu söz konusu değildir, düzlemin yatay olduğu eğimölçerle kontrol edilerek duruşu saptanmış olur.

### 3. Uzaktan doğrultu yönü ölçülmesi:

Bazı hallerde ölçülecek yüzeye yaklaşılması olanak dışı olabilir. Örneğin, yüzeyin yüksek bir uçurumda veya geçit vermeyen bir derenin karşı tarafında bulunması gibi. Böyle hal-



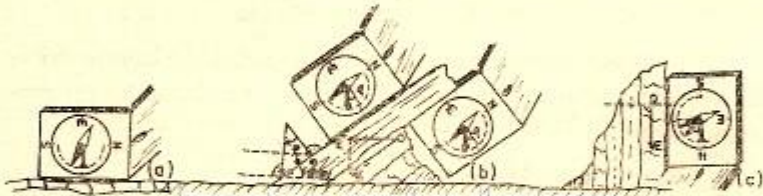
Şek. 17 - Uzaktan doğrultu yönü ölçülmesi (Robert R. Compton'dan (1967) alınmıştır).

lerde uzaktan nişan alma yoluyla pusula N-S doğrultusu, ölçülecek doğrultuya paralel duruma getirilir. Bu işlemi yapmak için düzlemin iyi görülebildiği ve düzlemden 5-10 m kadar uzaktaki bir noktada durulur ve pusulayla nişan alınır. Sonra nişan deliklerinden düzlemi bir çizgi halinde görünceye kadar sağa sola hareket edilir. Bu durumda pusulanın

N-S doğrultusu düzlem doğrultusuna paralel duruma gelmiş olur. Bundan sonra yapılacak işlem pusula tabanını yatay duruma getirip, iğneyi serbest bırakarak yön değerini okumaktan ibarettir.

#### 4. Eğim açısının ölçülmesi:

Eğim açısı ölçülecek eğim vektörü üzerine, pusula tabanının N-S doğrultusuna paralel olan ve eğimölçer cetveli tarafındaki kenarı bitleştirilir ve pusula taban düzlemi bu durumda düşey hale getirilir; sonra eğimölçer göstergesinden eğim açısının değeri okunarak kaydedilir. Şekil 18 de çeşitli durustaki eğim vektörlerinde eğim açılarının ölçülüşü görülmektedir.



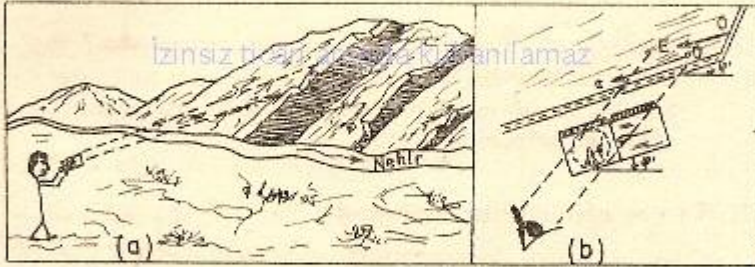
Şek. 18 - Eğim açısının ölçülmesi. (a) Yatay bir eğim vektöründe, (b) Eğik, (c) Düşey eğim vektörlerinde ölçme işlemleri.

Çizgisel veya düzlemsel yapı unsurlarında eğim vektörlerinin eğim açıları aynı tarzlarda ölçülür, aralarında bir fark yoktur. Düzlemlerin eğim açılarını ölçerken dikkat edilecek nokta, seçilen eğim vektörünün doğrultuya dik olmasıdır. Aksi takdirde gerçek eğim açısı değil, görünür eğim açısı ölçülmüş olur. Bunun için eğim yönü ölçülürken eğim vektörünün duruşuna dikkat etmek yeterlidir.

Düzeçli eğimölçerlerde pusula kenarı eğim vektörüne bitleştirilip, pusula tabanı düşey duruma getirildikten sonra, düzeç eksenini yatay duruma getirilir. Böylece eğimölçer göstergesi düşey olur ve cetvel üzerinde eğim açısını gösterir.



Bir düzlemin veya kıvrım eksenleri gibi büyükçe yapı unsurlarının eğim açısını da, uzaktan nişan alarak yaklaşık olarak ölçmek mümkündür (Şek. 19). Bunun için mostrada eğik tabakanın doğrultuya dik veya dike yakın bir profili görülebilmelidir. Pusula tabanının N-S doğrultusunda ve eğimölçer cetvelinin ters tarafında bulunan kenarı uzaktan göz kararı bu profile (veya kıvrım eksenine), başka bir deyimle eğim vektörüne paralel duruma getirilir ve eğim açısı ölçülür. Ancak profilin doğrultuya tam dik olup olmadığı kesinlikle kontrol edilemediğinden ve pusula kenarının eğim vektörüne göz kararı paralel duruma getirilmesi de hatalı olabileceğinden, bu ölçü eğim açısının gerçek değil, yaklaşık bir değerini verebilir.



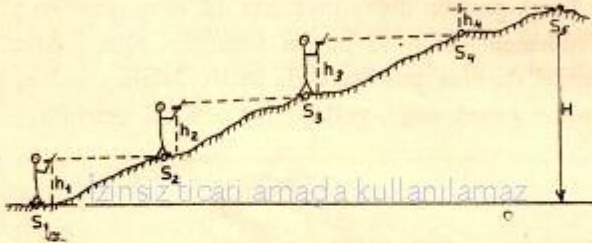
Şek. 19 - Eğimin uzaktan yaklaşık olarak ölçülmesi. (a) Ölçme durumu, (b) Pusulanın eğimölçer cetveli ters tarafındaki kenarının eğim vektörüne paralel hale getirilmesi.

## II. Arazi üzerinde herhangi iki nokta arasında yükseklik farkının ölçülmesi

$S_1$  ve  $S_2$  noktaları arasındaki yükseklik farkını (H) bulmamız gerektiğini kabul edelim. Evvela  $S_1$  noktasında ayakta duran bir jeolog pusula ile  $S_2$  yönünü nişan alır ve bu durumda pusula tabanını yatay hale getirerek nişan deliğinden gördüğü  $S_2$  noktasını aklında tutar. Sonra yürüyerek  $S_2$  noktasına varır ve buradan aynı işlemi

$S_2$ - $S_3$  noktaları arası için tekrarlar. Bu ölçmeler  $S_1$  den  $S_5$  e kadar devam eder. Ölçme noktaları arasındaki yükseklik farkları birbirine eşit ve jeologun boyu (göz seviyesine kadar) kadardır. Son parça ( $h_4$ ) jeologun boyundan küçükse bu fark tahmin edilir ve

$H = h_1 + h_2 + \dots + h_n$  eşitliğine göre istenilen iki nokta arasındaki yükseklik farkı hesaplanır (Şek. 20).

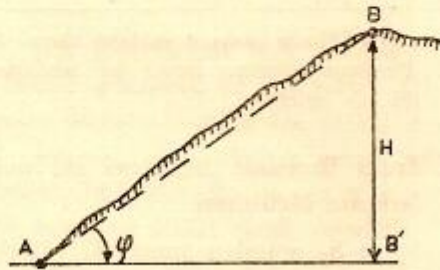


Şek. 20 - Arazide pusula yardımıyla iki nokta arasındaki yükseklik farkının ölçülmesi.

### III. Yamaç eğimlerinin ölçülmesi

A ve B noktaları arasındaki yamaç eğimini ölçmemiz gerekiyorsa, evvelâ bu iki nokta arasındaki  $H$  yükseklik farkı yukarıdaki gibi ölçülür. Haritadan  $AB'$  uzaklığını okumak mümkün

olursa  $\text{tg } \varphi = \frac{H}{AB'}$



Şek. 21

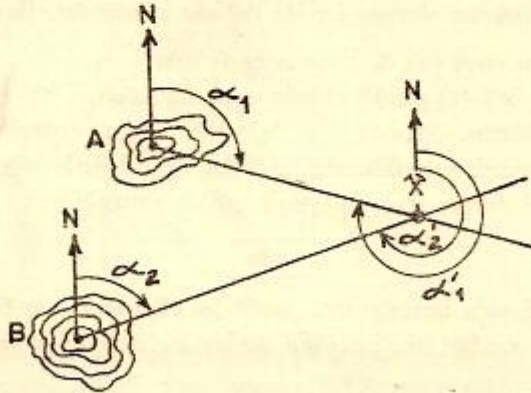
bağıntısından  $\varphi$  hesaplanır. Eğer  $AB'$  yatay uzaklığını ölçebilecek bir haritamız yoksa  $AB$  uzaklığını adımlayarak veya bir şerit metre ile

ölçerek buluruz. Bu takdirde  $\varphi$  eğim açısı yaklaşık olarak  $\sin \varphi = \frac{H}{AB}$  bağıntısından hesap edilir.

#### IV. Harita üzerinde yer tayininde pusuladan yararlanma

Özellikle düz arazilerde, topografik şekillerden faydalanarak bulunduğumuz veya uzağımızda gördüğümüz bir yerin harita üzerinde tayini güç olabilir. Böyle durumlarda pusula yardımıyla kolaylıkla yer tayin edilebilir. Bunun için iki metot vardır:

a) *İleriden kestirme metodu.* — Harita üzerinde tayin edeceğimiz nokta (X) bulunduğumuz civardan uzakta ise, topografik olarak tayin edilebilen ve X in görülebildiği A ve B noktalarında durarak  $\overline{AX}$  ve  $\overline{BX}$  yönleri ölçülür.  $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  yardımıyla (Şek. 22) çizilecek doğruların kesiştiği nokta aranan X noktasıdır. Burada A ve B noktaları X le birlikte bir üçgen meydana getirecek şekilde seçilmelidir.



Şek. 22 - İleriden ve geriden kestirme metotlarıyla yer tayini.

b) Geriden kestirme metodu. — Tayin etmek istediğimiz X noktası üzerinde bulunuyorsak, bu takdirde harita üzerinde tayin edebildiğimiz iki A ve B noktasının (örneğin iki tepe)  $\overline{XA}$  ve  $\overline{XB}$  yönlerini ölçeriz. Yine yön açılarından yararlanarak harita üzerinde A ve B den geçen doğrular çizilir. Bunların kesim noktası X i verir.

Bunlardan başka yön ve uzunluk ölçülerini içine alan, dolayısıyla pusuladan yararlanabilecek başka uygulamalar da vardır. Örneğin iyi topografik haritası bulunmayan arazilerde, dere boyu sınırları görülen bir mostra haritasının hazırlanması vb. gibi. Böyle ihtiyaçların çözümleri de gerektiğinde yukarıda anlatılan temel uygulamalardan çıkarılabilir.

### G. ÖLÇÜ DEĞERLERİNİN KAYDEDİLMESİ

Şekil 9 ve 10 da görüldüğü gibi bir doğrunun veya bir düzlemin uzaydaki duruşu bunların eğim vektörlerinin duruşuyla sabittir. Eğim vektörünün duruşu ise iki değişkene bağlıdır. Bunlar:

1. Eğim yönü ( $\alpha$ ), 2. Eğim açısı ( $\varphi$ ) dir.

Doğrultu yönü ( $\sigma$ ) gerekli olduğu zaman bu  $\sigma = \alpha \mp 90^\circ$  eşitliğinden kolayca çıkarılır. Aslında  $\alpha/\varphi$  değerleri ayrıca doğrultu yönünü gerektirmeyecek yeterliliktedir. O halde ölçü değerlerinin kaydedilmesi, genel durum için basitçe şu şekilde yapılabilir:

$$\boxed{\alpha/\varphi}$$

Çizgisel yapı unsurlarında  $\varphi = 0^\circ$  ise ölçü sonucu  $\varphi/0^\circ$  şeklinde kaydedilir.  $\varphi = 90^\circ$  ise eğim yönü söz konusu değildir ve kayıt  $-/90^\circ$  şeklini alır.

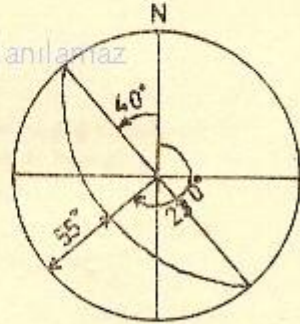
Düzlemsel yapı unsurlarında  $\varphi = 0^\circ$  ise yön söz konusu değildir ve ölçü  $-/0^\circ$  şeklinde kaydedilmelidir.  $\varphi = 90^\circ$  olması halinde de

eğim yönü ölçülebilmektedir (Şek. 16). Bu durumda kayıt  $\varphi/90^\circ$  şeklini alır. Eğik düzlemlerde ( $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ ) kayıt için  $\alpha/\varphi$  genel formülü kullanılır.

Şimdi birkaç sayısal örnekle bu kayıt şeklinin alışlagelmiş kayıt şekline göre daha pratik olduğunu göstereyim. Alışlagelmiş usule göre, düzlemlerde doğrultu ve eğim yönleriyle eğim açısı ayrı ayrı ölçülerek kaydedilmektedir. Örnekler:

<i>Eski kayıt şekli</i>	<i>Aynı yapı unsuru için yeni kayıt şekli</i>
40 NW/55 SW.....	230/55
60 NE/30 NW.....	330/30
60 NW/40 NE.....	30/40

Eski kayıt şeklinde yönlerin açısız değerleri yanına, yönleri belirten harflerin de yazılması gerekmektedir. Bu usulde kesme işaretinin sol tarafındaki değer doğrultu açısı ve yönünü, sağ taraftaki değer de eğim açısı ve yönünü; yeni usulde ise sol taraftaki değer eğim yönünü, ( $\alpha$ ), sağ taraftaki de eğim açısını ( $\varphi$ ) göstermektedir. Şekil 23 te birinci örnekteki düzlemin duruşu yön dairesi içine çizilmiştir.



Şek. 23 - 40 NW/55 SW veya 230/55 değerli düzlemin yön dairesi içinde gösterilişi.

Görüldüğü gibi yeni kayıt şeklinde yönü belirten hiç bir harfin yazılmasına ihtiyaç bulunmamaktadır.

## FAYDALANILAN BAZI ESERLER

COMPTON, Robert R. (1967): Manual of field geology. *John Wiley & Sons*, New York.

LAHEE, F.H. (1961) : Field geology. *McGraw-Hill*, New York.

HEISSLER, V. (1962) : Kartographie. *Sammlung Götschen*, Bd. 30/30a, Berlin.

