

# Pusula ve Şeritmetre Yöntemiyle Stratigrafi Kesiti Ölçümü ve Hesaplamalarının Elektronik Hesaplayıcı ile Değerlendirilmesi

SALİH SANER Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara

**ÖZ:** Arazide stratigrafi kesiti ölçümü için pusula ve şeritmetre yöntemiyle doğrudan gerçek kalınlık değerleri okunamadığından, bir takım hesaplamalar gereklidir. Bu hesaplamalar için zaman kaybı ve yanlış işlem yapma olasılığı vardır. Ölçüm sırasında sık noktalarda gözlem yapılması hesaplamaları çoğaltmakta ve çoğun pusula ve şeritmetre yönteminden kaçınılmaktadır. Ölçülen değerlerin, elektronik hesaplayıcıyla kısa sürede incelikte gerçek kalınlık değerlerine dönüştürülmesi olanaklıdır. İşlem, kimi kurallar çerçevesinde ölçümlerin arazide veri kâğıdına kaydedilmesi biçimindedir.

## GİRİŞ

Arazinin karmaşık problemlerini çözmek veya jeoloğun kendi görüşlerini başkalarına iletmek amacıyla çizimlere başvurulur, örneğin harita, blok diyagram, enine kesit, sütun kesiti, vb hazırlanır. Sütun kesitleri arasında en önemlisi, kaya birimlerinin gerçek kalınlıklarını ve düşey değişimlerini ölçekli gösterenidir. Bu sondajlama verilerinin veya arazide istifin ölçülmesiyle hazırlanır. Jeoloji haritalarından çizim yöntemleriyle veya jeofizik yardımıyla da stratigrafi kesiti yapılabilir de bu, gözleme değil de ölçümlerin yorumuna dayandığından istenilen inceliği sağlayamaz. Bu yöntemler içerisinde doğru olanı ve incelik sağlayıcı stratigrafi istifinin arazide gözlemine ve ölçümüne dayanmaktadır. Bunda istifin kalınlık boyunca özellikleri belirtilmiştir. Amaca göre derlenen numune konumları gösterilmiştir. Ölçülmüş stratigrafi kesitleriyle sağlanan yararlar şunlardır:

- a — Kaya istifinin tanıtımı ve kalınlığının sunulması,
- b — Özel numuneleme ile litoloji ve mikrofosil tanımlarıyla gidişlerinin gösterilmesi,
- c — Stratigrafi ve paleontoloji korelasyonu yürütme ve yöre kaya birimleriyle ilişkileri aydınlatma,

- d — Jeoloji tarihinin yorumlanması,
- e — Karmaşık yapıların çözümü,
- f — Kaya birimleri için gerekli "Tipik Kesit" çıkartımı,
- g — Bölgesel sorunların aydınlatılması,
- h — Çökelme ortamının saptanması,
- i — Kimi alanlarda jeoloji haritası alınmada haritalanacak birimin kestirilmesi, vb.

Kesit ölçülecek yerlerde yapı yalın olmalı, kırıklı, kıvrımlı, diskordanslı ve karmaşık bulunmamalıdır. İstif iyi ve aydın mostralı olmalıdır.

Her kısım jeoloji haritası alınmadan sonra kesit ölçümüne başvurulması olağan olmakla beraber, daha haritalanmaya başlamadan stratigrafinin çözülmesi gereksinebilir. Böyle yerlerde önce kesit ölçülür ve sonra harita alınmaya geçilir.

Kesit ölçümünden önce stratigrafi istifini tanıtan jeoloji literatürü gözden geçirilmeli, elverişli mostra yerleri bulunmalı, yanal değişimler öğrenilmeli ve bu yolda eldeki haritalarla hava fotoğrafları yoklanmalı, kesit yerlerinin saptanması için arazi dolaymalıdır.

## STRATİGRAFI KESİTİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Stratigrafi istiflerinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerin sayısı çoktur. Bunların herbirinin üstünlüğü yanısıra yetersizliği vardır. Bu yöntemler aşağıda kısaca tanıtılmıştır:

- 1 — Doğrudan bir cetvel, vb ile kesit ölçümü. Kalın olmayan istiflerde ince ayrıntıların gösterilmesini amaçlayan çalışmalarda başvurulan bir yöntemdir.
- 2 — Pusula ve adımlama: Düz veya tath engebeli arazilerde bir kişiyle yürütülebilir de inceliksizdir.
- 3 — Ölçme (Jacob) çubuğu: Birimlerin güzel mostra verdiği ve katmanların topoğrafya ile olan açılarının yüksek bulunduğu yerlerde bir kişiyle yürütülebilir.
- 4 — Plançete usulü: Daha çok bütün numuneleri ve veri yerlerini kesit boyunca haritaya geçirmeyi amaçlayan çalışmalarda başvurur.
- 5 — Göz yüksekliği ile ölçüm: Ayakta duran jeologun göz yüksekliğinden, sanki bir ölçme çubuğuymuş gibi yararlanır. Bu işte, Locke el düzeci, dürbünlü el düzeci, Abney el düzeci veya Brunton pusulası gibi aletler kullanılabilir.
- 6 — Transit ve şerit metre yöntemi: Dik ve düzensiz yamaçlı yerlerde yararlıdır.
- 7 — Pusula ve şerit metre yöntemi: Bir ayrı bahis olarak ileride açıklanacaktır.
- 8 — Altimetre ile ölçümler: İki nokta arasındaki yükselti farkının okunmasıyla ve trigonometri hesaplamalarıyla kesit ölçüm esasına dayanır. Daha çok yatay katmanlarda ve pek incelikli olmayan işlerde yararlıdır.
- 9 — Harita ve hava fotoğraflarından kesit ölçümü: Arazi gözlemi ve numuneleme yapılmadan, büyük harita birimlerinin kalınlığını buldurur.

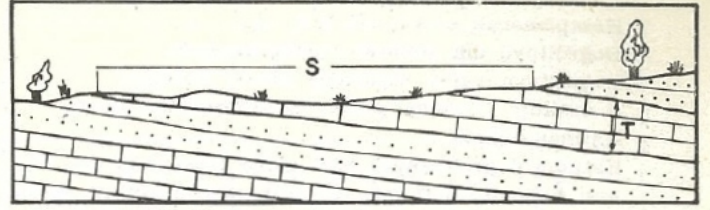
Uygulanacak kesit ölçümü yönteminin seçilmesinde göz-tilmesi gerekli yönler şunlardır: 1) Katmanların eğim dereceleri; 2) Topoğrafyanın eğimi ve katmanlanma ile ilişkisi, 3) Mostra verme derecesi, 4) Kesit ölçmenin amacı ve istenilen ayrıntı miktarı, 5) İstifteki litoloji değişimleri miktarı ve sunulacağı ölçek, 6) Eldeki alet ve personel sorunu, 7) Süre ve bütçe faktörü.

Yukarıdaki yöntemlerden en çok kullanılanları cetvelle, ölçme çubuğuyla, pusula-şeritmetre ile yürütülenlerdir. Cetvel ve ölçme çubuğuyla kalınlık doğrudan ölçülebildiğinden ayrıca bir hesaplama yapmak gerekmemektedir. Pusula ve şeritmetrede ise gerçek kalınlık hesaplamalarla bulunur.

### PUSULA VE ŞERİTMETREYLE STRATİGRAFI KESİTLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Katmanların  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  den çok eğimli olduğu ve topoğrafya ile oldukça yüksek bir açıyla keşiştiği yerlerde kolaylık ve incelik sağlayan bir yöntemdir. Katmanlarla topoğrafya arasındaki açının küçük olduğu yerlerde ölçüm zorlaşır. Böyle hallerde durulacak veya numune alınacak noktalar arası kalınlık miktarı yaklaşık olarak tahmin edilebilmelidir. Bu yapılmazsa koça bir şerit boyunca alınan numuneler çok küçük bir kalınlığa karşı gelecektir; istenenden çok sık ve gereksiz olacaktır (Şekil 1).

Pusula ve şeritmetre ölçümlerinin iki kişiyle yapılması gerekirse de zorunlu hallerde bir kişiyle de yürütülebilir. Şe-

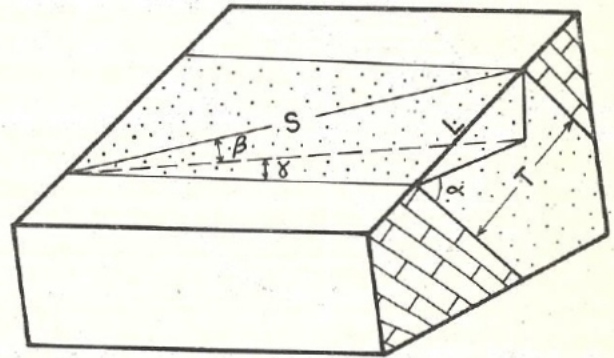


Şekil 1: Katmanlanma ve topoğrafya arasındaki açı küçüldükçe T kalınlığına karşılık ölçülmesi gereken S uzaklığı artar. Katman doğrultusuna dik yönden sapıldıkça bu S uzaklığı daha da artar.

ritmetre yamaç aşağı ve yamaç yukarı gerilebilir. Yamaç yukarı ölçmelerde yukarıya bakan kimse kaya dirseklerini ve katmanları daha iyi görür; aşağıya bakışta ise bunları iyi göremez. Yukarıya bakışla ölçüm yapılacak yolboyu daha iyi farkedilebilir. Litoloji özellikleri ve yanall süreklilik daha iyi görülebilir. Üstteki mostra yerleri seçilebilir. Çok sayıda numune alınacaksa yamaç aşağı taşıma daha kolay olduğundan iniş aşağı yürünerek ölçüm yapma tercih edilebilir. Ancak yukarı çıkılırken toplanan numuneler mostra da bırakılarak sonra geri dönülürken toplanabilir. Kesit boyunca, jeoloji zamanındaki olayları sırasıyla kestirebilmek için, yamaç aşağı veya yamaç yukarı durumdan çok alt katmandan üst katmana gidecek yolda bir yolboyu seçiminde yarar vardır.

Pusula ve şeritmetre ölçümünde istenen değişmez kalınlık aralığıyla numune derleme olanaksızdır. Ancak, belli şerit aralıklarıyla veya yaklaşık kalınlık aralıklarıyla numune derlenebilir. Bunlar arasındaki gerçek kalınlık değerleri ise hesaplamalardan sonra bulunabilir.

Yapılacak işler, gerekli ölçümlerin okunması, istifin tanımını sağlayacak gerekli notların tutulması ve istenen yerlerden numune derlenmesidir.



Şekil 2: Katman doğrultusuna vev gerilmiş bir şeritle S gibi bir uzaklık ölçülebilmektedir.

Şeritmetre ile ölçme yapılırken birim yüzeylerine dikey şerit gerilerek (T) gerçek kalınlığı ölçmek çoğu zaman olanaksızdır (Şekil 2). Topoğrafyanın elverdiği bir yol boyunca giderilmesi zorunludur. Katman doğrultusuna dikey yönde şeritmetre gerip (L) uzaklığının ölçülmesi istenirsede genellikle vev bir (S) uzaklığı ölçülebilmektedir. Gerçek kalınlığın bulunması için ölçüm değerinin aşağıdaki formüle yerine konup hesaplanması gerekir.

$$T = S (\sin \alpha \cos \beta \sin \gamma \pm \cos \alpha \sin \beta)$$

T Hesaplanacak stratigrafi kalınlığı,  
L Doğrultuya dik yöndeki yamaç uzaklığı,  
S Doğrultuya vevv ölçülmüş yamaç uzaklığı,  
 $\beta$  S uzaklığı boyunca gerilen şeritmetrenin dalmı,  
 $\alpha$  Katman eğimi,

$\gamma$  Katman doğrultusuyla şerit gidışı arasındaki açı. Bunun bulunabilmesi için, katman doğrultusu ile şeritmetre gidışinin de okunması gerekir.

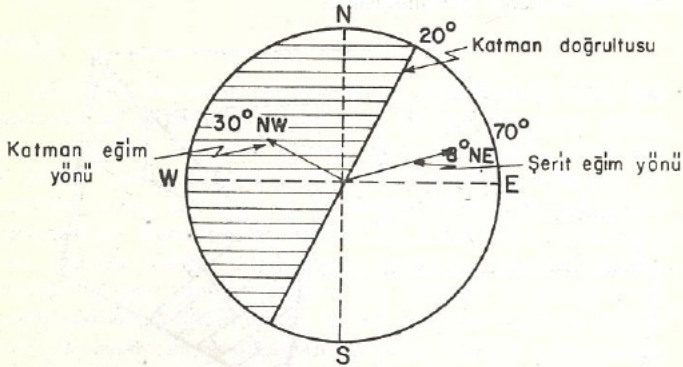
K Katman doğrultusu ciheti (Kuzeyden başlayarak E veya W ya  $0^\circ$ - $90^\circ$  arası)

J Şeritmetrenin gidış ciheti (Kuzeyden başlayarak E veya W ya  $0^\circ$ - $90^\circ$  arası)

S,  $\alpha$ ,  $\beta$ , K ve J değerleri ölçülüp kaydedilir.  $\gamma$  değeri ise K ve J den hesaplanır. Formüldeki ( $\pm$ ) işaretlerinden hangisinin kullanılacağı katman eğim yönü ve şerit dalm yönü ilişkisinden bulunur. Katmanın eğim yönü ile şerit dalm yönü aynı yönde ise ( $-$ ), ters yönde ise ( $+$ ) işareti kullanılır ve buna göre hesap yapılır.

$\gamma$  açısının hesaplanması için K ve J cihetleri kuzeyden başlanarak eşit kadranda iseler, büyük olandan küçük çıkarılarak  $\gamma = K - J$  veya  $\gamma = J - K$  bulunabilir. Kuzeyden başlayarak farklı kadrarlarda ise  $\gamma = K + J$  olarak hesaplanır.

Formüldeki  $\pm$  işaretlerinin seçimi için, şeridin dalm yönü ile katman eğimi yönünün aynı veya ters yönlü oldukları ölçüm yapılan yerde gözlenir. Arazide kayıt kolay olmakla beraber ( $+$ ) ve ( $-$ ) işaretlerinin seçiminde karışıklık olabilir. N-S veya E-W yönlerine göre terslik değil de, katman doğrultusunun ayırdığı yarım dairelere göre denetim yapılması gerekir (Şekil 3). Örneğin N20E doğrultulu 30NW eğimli bir katmanla N70E gidışı  $8^\circ$ NE dalmı şerit gözetilirse hem katman eğim yönü hem de şerit dalm yönü N yarım dairededir. Halbuki katman doğrultusundan başlanarak denetleme yapılırsa ters yönler oldukları görülür.



Şekil 3: Katman eğim yönü taranmış yarım daire içinde, şerit dalm yönü ise taranmamış yarım daire içindedir.

Katmanın eğim yönü ve şeritin dalm yönü N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, N yönlerinden birinde olacaktır. Yatay veya düşey de olabilirler. Bütün olasılıkların gözetilmesiyle Şekil 4 hazırlanmıştır. Katman eğim yönü satır, şerit dalm yönü de sütun esasıyla okunursa ( $+$ ) veya ( $-$ ) işareti saptanmış olur. Şekilde kimi hallerde X veya Y bulunursa K ve J salt değerlerinin hangisinin büyük olduğuna bakılır. X bulunmuşsa ve  $K > S$  ise ( $+$ ),  $K < S$  ise ( $-$ ) alınır. Y bulunmuşsa ve  $K > J$  ise ( $-$ ),  $K < J$  ise ( $+$ ) işareti alınır. Bu işaretleri elektronik hesaplayıcıya verirken ( $+$ )

| Katman eğim yönü / Şerit dalm yönü | N        | NE       | E        | SE       | S        | SW       | W        | NW       | Yatay    | Düşey    |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| N                                  | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0 veya 1 |
| NE                                 | 1        | 1        | 1        | X        | 0        | 0        | 0        | Y        | 0        | 0 veya 1 |
| E                                  | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0 veya 1 |
| SE                                 | 0        | X        | 1        | 1        | 1        | Y        | 0        | 0        | 0        | 0 veya 1 |
| S                                  | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0 veya 1 |
| SW                                 | 0        | 0        | 0        | Y        | 1        | 1        | 1        | X        | 0        | 0 veya 1 |
| W                                  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0 veya 1 |
| NW                                 | 1        | Y        | 0        | 0        | 0        | X        | 1        | 1        | 0        | 0 veya 1 |
| Yatay                              | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 | 0 veya 1 |
| Düşey                              | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |

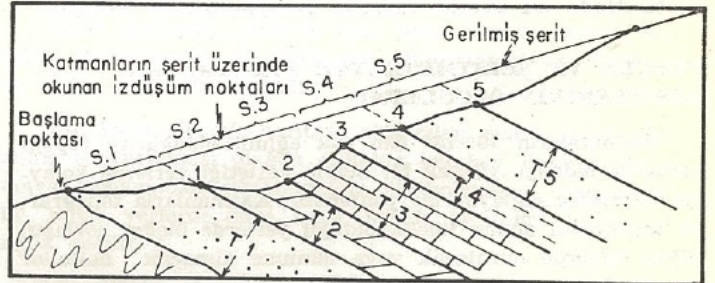
X için —  $K \geq J$  ise 0 alınır  
 $K < J$  ise 1 alınır  
 Y için —  $K \leq J$  ise 0 alınır  
 $K > J$  ise 1 alınır

Şekil 4: Formüldeki ( $\pm$ ) işaretlerinin hangisinin kullanılacağını saptamak için, katman eğim yönü satırda, şerit dalm yönü de sütunda okunarak karşılıklı gelen değer okunur. 1 sayısı ( $-$ ) değer kullanıldığını (0) rakamı da ( $+$ ) değer kullanıldığını gösterir.

yerine (0), ( $-$ ) yerine (1) konacağından şekil de ona göre hazırlanmıştır.

Şeritmetre ölçümünde arka arkaya gelen iki nokta arasındaki kalınlığın ve başlangıçtan olan toplam kalınlığın elde edilmesi gereklidir. Bunun için de arka arkaya gelen bütün noktalar arasında hesaplama yapıp bunların toplamları alınabilir. Bunun yapılması için de öndeki noktada okunan şerit değeri E 2 den arkadaki noktada okunan şerit değerinin farkı S olarak alınıp hesaplama yapılmalıdır (Şekil 5).

$$S = E_2 - E_1$$



Şekil 5: Arka arkaya gelen noktalar arasında T 1, T 2, T 3, ..... T n gibi kalınlıkların bulunması için her noktadaki şerit okuma değerinden arka noktadaki şerit okuma değeri fark alınarak S 1, S 2 ..... S n değerleri bulunur ve hesaplanır. Okunan değerler katman uzantısının şeritmetre ile kesim noktası olmalıdır.

K : Katman doğrultusu

$\alpha$  : Katman eğimi

J : Serit genişliği

$\beta$  : Şerit dalımı

M : K ve J arasındaki açı ilişkisi

M: KveJ  $\begin{cases} \text{Eşit kadranda ise } | \\ \text{Farklı ise} & | | 0 \end{cases}$

N: Formüldeki (+) yerine 0, (-) yerine 1

| E1        | E2        | K   | J   | M  | $\alpha$ | $\beta$ | N  | BOŞ | A Ç I K L A M A |  |  |  |  |  |
|-----------|-----------|-----|-----|----|----------|---------|----|-----|-----------------|--|--|--|--|--|
| 1         | 5         | 10  | 15  | 20 | 25       | 30      | 35 | 40  | 45              |  |  |  |  |  |
| 0 0 · 0 0 | 0 0 · 2 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 1 -J 1 , K T , S E K j N A R M A N , Ö S K |  |  |  |  |
| 0 0 · 2 0 | 0 2 · 0 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 2 -L j T Φ                                 |  |  |  |  |
| 0 2 · 0 0 | 0 4 · 0 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 3 -M R N , L j T Φ                         |  |  |  |  |
| 0 4 · 0 0 | 0 6 · 0 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 4 -J 2 , K T                               |  |  |  |  |
| 0 6 · 0 0 | 0 6 · 5 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 5 -L j T Φ                                 |  |  |  |  |
| 0 6 · 5 0 | 1 4 · 0 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 6 -M R N , L j T Φ                         |  |  |  |  |
| 1 4 · 0 0 | 1 5 · 0 0 | 6 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 7 -J 3 , K G                               |  |  |  |  |
| 1 5 · 0 0 | 2 0 · 0 0 | 5 0 | 3 8 | 0  | 1 6      | 1 2     | 0  |     |                 | 8 -S E R j T                               |  |  |  |  |
| 0 0 · 0 0 | 0 1 · 0 0 | 6 4 | 6 2 | 0  | 2 2      | 0 7     | 0  |     |                 | 9 -L j T Φ                                 |  |  |  |  |
| 0 1 · 0 0 | 0 8 · 0 0 | 6 4 | 6 2 | 0  | 2 2      | 0 7     | 0  |     |                 | 1 0 -J 4 , K T                             |  |  |  |  |
| 0 8 · 0 0 | 1 5 · 3 0 | 6 4 | 6 2 | 0  | 2 2      | 0 7     | 0  |     |                 | 1 1 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 1 5 · 3 0 | 1 7 · 0 0 | 6 4 | 6 2 | 0  | 2 2      | 0 7     | 0  |     |                 | 1 2 -J 5 , K V K , K T                     |  |  |  |  |
| 1 7 · 0 0 | 2 0 · 0 0 | 6 4 | 6 2 | 0  | 2 2      | 0 7     | 0  |     |                 | 1 3 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 0 0 · 0 0 | 0 6 · 0 0 | 6 4 | 6 5 | 0  | 2 2      | 0 9     | 0  |     |                 | 1 4 -J 6 , M R N                           |  |  |  |  |
| 0 6 · 0 0 | 1 7 · 2 0 | 6 4 | 6 5 | 0  | 2 2      | 0 9     | 0  |     |                 | 1 5 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 1 7 · 2 0 | 1 8 · 0 0 | 6 4 | 6 5 | 0  | 2 2      | 0 9     | 0  |     |                 | 1 6 -J 7 , M T                             |  |  |  |  |
| 1 8 · 0 0 | 2 0 · 0 0 | 6 4 | 6 5 | 0  | 2 2      | 0 9     | 0  |     |                 | 1 7 -S E R j T                             |  |  |  |  |
| 0 0 · 0 0 | 0 0 · 8 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 1 8 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 0 0 · 8 0 | 0 2 · 5 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 1 9 -J 8 , K E T                           |  |  |  |  |
| 0 2 · 5 0 | 0 3 · 7 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 0 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 0 3 · 7 0 | 1 4 · 0 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 1 -J 9 , K T                             |  |  |  |  |
| 1 4 · 0 0 | 2 0 · 0 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 2 -S E R j T                             |  |  |  |  |
| 0 0 · 0 0 | 0 1 · 0 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 3 -L j T Φ                               |  |  |  |  |
| 0 1 · 0 0 | 0 1 · 5 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 4 -J 1 0 , K E T , N U M , A L V , Ö S T |  |  |  |  |
| 0 1 · 5 0 | 0 2 · 8 0 | 6 4 | 6 4 | 0  | 2 2      | 0 8     | 0  |     |                 | 2 5 -K E S j T , S Φ N U                   |  |  |  |  |

Sekil 6: Araziye pusla ve şeritmetre ölçümlerinin kaydedileceği örneğin ve kaydı yapılmış bir kesitin verileri.

Bir ilerdeki noktaya geçilince ileri okuma değeri E 2 okunur, daha öncekinde E 2 olarak okunan değer bu kez geri okuma değeri E 1 olmuş olur.

Gerilen şerit boyunca bütün noktalarındaki okumalar tamamlanıp şerit ileriye kaydırılınca önce şerit sonu olan nokta şerit başı durumuna geçmiş olur ki bundan sonra okunacak ilk noktanın geri okuma değeri sıfır olarak ele alınır.

Şerit metre okumalarında gözlem noktalarının şerit metre üzerine düşey izdüşümlerinin değil de katman uzantısının şerit metreyle kesim noktası olabilecek değerlerin okunmasına dikkat edilmelidir. Herhangi bir nokta ile bir önceki nokta arasındaki kalınlık T n ise, başlangıçtan itibaren olan toplam kalınlık:

$$\Sigma T = T 1 + T 2 + \dots + T n \text{ dir.}$$

Buraya kadar pusula ve şerit metre yönteminin temel bilgileri anlatılmıştır. İşlemin tümünün kolay uygulanır hale getirilmesi amaçlanırsa, gerek ölçüm gerekse hesaplamaların yalınlaştırılması gerekir. Hazırlanmış olan çok yalın bir elektronik hesaplama programı ile çok kısa bir zamanda hatasız hesaplamalar elde edilebilmektedir.

## PUSULA VE ŞERİT METRE İLE KESİT ÖLÇÜMÜNÜN ELEKTRONİK HESAPLAYICIDA HESAPLANMASI

### Verilerin hazırlanması

Hazırlanmış olan program IBM 370 sistemine göre Fortran IV dilinde yazılmıştır ve çok yalındır. Arazide pusula ve şerit metre ölçümlerinin Şekil 6'daki yolda yazılması bu iş için yeterlidir.

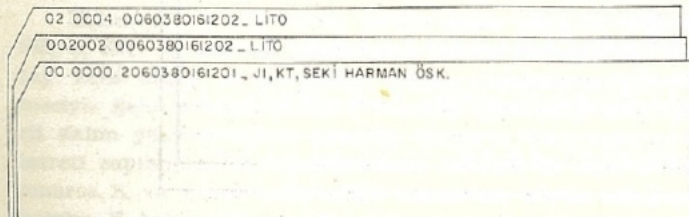
Burada birinci sütunun doldurulması daha sonra da yapılabilir. İkinci sütuna (E 2 sütunu) şerit metrede okunan E 2 şerit uzaklığı kaydedilir. Bu değer tam kısmı iki, ondalık kısmı iki haneli olan dört rakamlı bir sayı olarak verilmelidir (çünkü programda dört sayı için bir de virgül için beş pit ayrılmıştır). Bu da santimetre incelikte ölçüm yapılabileceği anlamına gelir.

Bir önceki noktanın E 2 değerinin E 1 sütununa işlenmesiyle birinci sütun da doldurulmuş olur. Bu da E 2 gibi tam kısmı iki ondalık kısmı iki haneli olan dört rakamlı bir sayıdır.

Üçüncü sütuna (K sütunu) iki haneli tam sayı cinsinden K: katman doğrultusu ciheti yazılır.

Dördüncü sütuna (J sütunu) yine iki haneli tam sayı olarak J: şeridin gidış ciheti kaydedilir.

Beşinci sütuna (M sütunu) ise  $\gamma$  değerini makinenin hesaplaması için K ve J nin kuzeyden başlanarak eşit veya farklı kadranslarda olduklarını belirten işaret konur. (1) eşit kadranda, (0) farklı kadranslarda olduklarını gösterir işaretler olarak seçilmişlerdir.



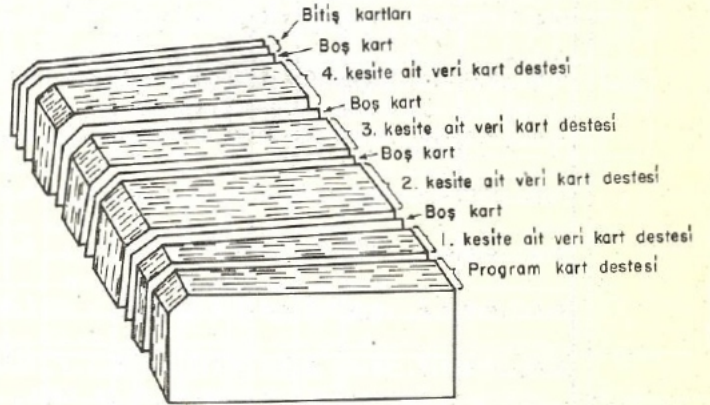
Şekil 7 — Şekil 6'daki 1., 2. ve 3. satırlardaki verilerin delikli kartlara yazılmış şekli görülür.

Altıncı sütuna (I ALFA sütunu)  $\alpha$ : katman eğim derecesi iki haneli tam sayı şeklinde yazılır.

Yedinci sütuna (2 BETA sütunu) da iki haneli tam sayı olarak  $\beta$ : şerit dalım derecesi yazılır.

Sekizinci sütuna (N sütunu) ise Şekil 4'ten yararlanılarak formüldeki (+) veya (-) işlem işaretlerinden hangisinin seçileceği kaydedilir. Burda (+) yerine (0), (-) yerine de (1) kullanılmaktadır.

Dokuzuncu sütuna (AÇIKLAMALAR sütunu) durulan noktanın sıra numarası ve bu numarayla birlikte sözcük sayısı 50 den az olmak üzere nokta için belleyci açıklama kaydedilir. Ayrıntılı açıklama ve tanımlar noktanın numarası belirtilerek bir not defterine yazılabilir. Numune alınmışsa numarası verilir, litoloji değişmişse kısaltılmış olarak LİTO diye yazılabilir. Bu sütun için bir kısaltmalar sözlüğünün kullanılması yararlıdır.



Şekil 8: Program ve dört ayrı yerdeki kesitlere ilişkin veri kart destelerinin sıralanışı.

### Verilerin Makinaya Girişi

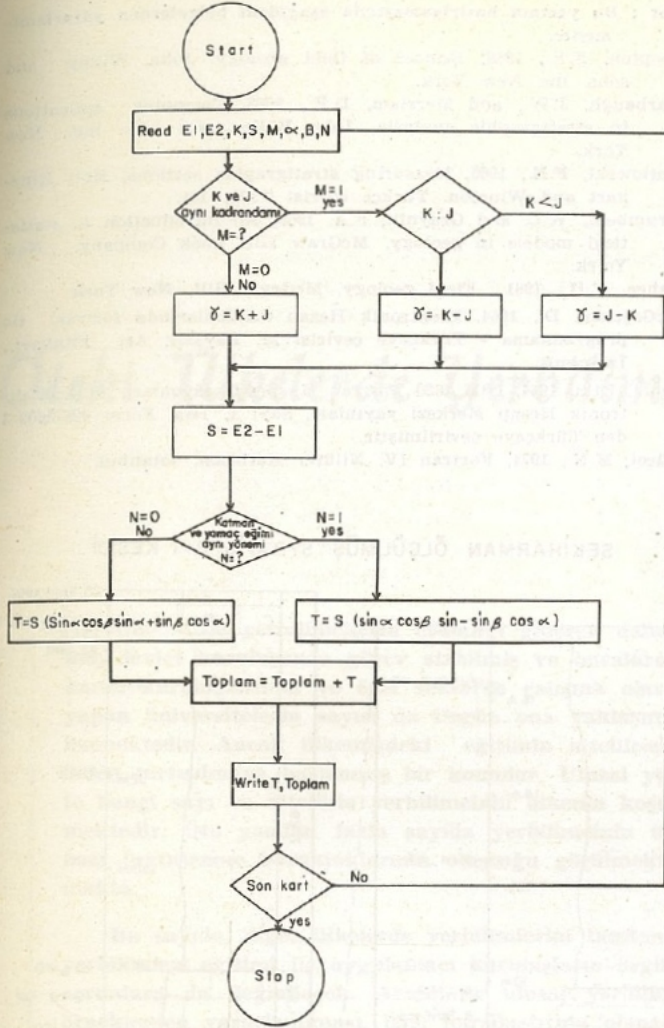
Ölçüm tamamlandıktan sonra veri kâğıdındaki her satır bir karta aralıksız olarak delinmek üzere (Şekil 7) kart delme operatörüne verilir.

Program kartları ve arkasından da veri kartları ilgili operatör tarafından hesaplayıcıya verilir sonuçlar hemen alınabilir. Her kesitin başına program konulup her kez yeniden geçirilmesi gereği yoktur. Programın arkasından istendiği kadar değişik yerlerin kesit verileri verilebilir. Yalnız, herbir kesit verilerine ilişkin kart desteğinin sonuna ayırıcı boş bir kart konulması unutulmamalıdır. Bütün kartların sonuna ise bitiş kartı konur (makine operatöründen sağlanabilir).

Programla hesap makinesi işlemleri yapacak şekilde komutlandırılmıştır. Ş. 9 ve Ş. 10 da her noktadaki verileri teker teker okuyup gerekli işlem bu komutlara uygun sonuçlandırılmıştır.

### Çıkış

Çıkışta her nokta için üç sütun halinde 1) bir önceki noktadan olan T kalınlık değeri, 2) başlangıçtan olan toplam kalınlık, 3) bu kalınlık değerlerinin ilişkin bulunduğu nokta sayı ve açıklamaları gösterilmektedir (Şekil 11). Elde edilen sonuçlar da istenilen ölçüğe göre bir kâğıt üzerine çizilebilir (Şekil 12).



Sekil 9: Bir kesitin hesaplanması için programla verilmiş komutların akış ağı.

## SONUÇLAR

Pusulula ve şeritmetre ile kesit ölçmede yapılan yanlışların burada gözden geçirilmesinde yarar vardır. Eğer bir kesit bütünüyle %10-15'i aşmayan yanlışlıkla ölçülürse yeterli doğrulukta denetim başarılmış sayılabilir. Bunun denestirmesi de ikinci bir ölçüme bağlı olduğundan yapılması düşünülemez. Bundan dolayı, doğru ölçüm ve hesaplama ile bir kezde yapılması zorunludur. Kolay bir denestirme, kesit başlangıç ve bitim noktalarını yatay uzaklık ve yükseklikleri ölçekli işaretleyerek ortalama doğrultu ve eğimin gözetilmesiyle çizim veya hesaplamayla bulunacak kalınlıkla yapılabilir. Böylece bulunan değerle ölçülen değer arasındaki fark %10 dan az olmalıdır. Pusula ve şeritmetreyle kesit ölçümünde yapılan yanlışlar iki grupta ele alınabilir.

### I — Ölçüm yanlışları:

- Yanlış açı değeri okunması,
- Yanlış eğim yönü saptanması ile formüldeki (±) işaretlerin yanlış alınması,
- Yanlış şerit uzaklığı okunması,

C SALİH SANER-PUSULA VE ŞERİTMETREYİLE STRATİGRAFI KESİT ÖLÇÜMÜ HESABI  
 C E1 = SERİT ARKA OKUMA DEĞERİ  
 C E2 = SERİT ÖN OKUMA DEĞERİ  
 C K = KATMAN DOĞRULTUSU (CİHET)  
 C J = SERİT GİDİSİ (CİHET)  
 C İGAMA = SERİT GİDİSİYLE KATMAN DOĞRULTUSU ARASINDAKİ DAR ACI  
 C M = K VE J CİHETLERİNİN KADRANLARI BELİRTECİ, 0=PIRKLİ, 1= AYNI  
 C İALFA = KATMAN EĞİM DEĞERİ  
 C İBETA = SERİT EĞİM DEĞERİ  
 C S = SERİT MESAFESİ  
 C N = KATMAN VE YAMAĞ EĞİM YÖNÜ İLİSKİSİ, 0 = PARELİ, 1= AYNI YÖNE  
 C T = KALINLIK  
 DIMENSION İZAH (30)  
 5 TOPLAM = 0.0  
 D = 3.141593/180  
 WRITE (3,18)  
 7 READ (1,6, END = 99) E1, E2, K, J, M, İALFA, İBETA, N, İZAH  
 6 FORMAT (2F5.2, 2I2, I1, 2I2, I1, 30A2)  
 İF (E2. EQ. 0.) GOTO 20  
 İF (M.EQ. 0) GOTO 10  
 İF (K.LT.J) GOTO 9  
 İGAMA = K-J  
 GOTO 11  
 9 İGAMA = J-K  
 GOTO 11  
 10 İGAMA = K+J  
 11 S=E2-E1  
 ALFA=FLOAT (IALFA) \* D  
 BETA = FLOAT (İBETA) \* D  
 GAMA = FLOAT (İGAMA) \* D  
 İF (N. EQ. 0) GOTO 12  
 T = S \* (SIN (ALFA) \* COS (BETA) \* SIN(GAMA) - SIN(BETA) \* COS (ALFA))  
 GOTO 17  
 12 T=S \* (SIN (ALFA) \* COS (BETA) \* SIN(GAMA) + SIN(BETA) \* COS (ALFA))  
 17 TOPLAM=TOPLAM + T  
 18 FORMAT (29H T TOPLAM AÇIKLAMA, /)  
 WRITE (3, 22) T, TOPLAM, İZAH  
 22 FORMAT (F7.2, F10.2, 4K30A2)  
 GOTO 7  
 20 WRITE (3, 100)  
 100 FORMAT (1H1, 10X)  
 GO TO 5  
 99 STOP  
 END

Sekil 10: Fortran IV diliyle yazılmış olan hesaplama programı.

- Katman uzantısının şeritmetreye yanlış izdüşürülmesi,
- Hesaplama yanlışları,
- γ değerinin bulunmasında yapılacak yanlışlar,
- Yanlış trigonometri değeri okumaları.

### II — Düşünce yanlışları:

- Birimin paralel sınırlarla ayrılmış olduğunun kabulü,
- Yetersiz sayıda doğrultu ve eğim ölçümü,
- Farkedilemeyen istenmedik bir yapısal durumun bulunuşu,
- Gerçek katmanlarının farkedilememesi,

| T    | TOFLAM | AÇIKLAMA                    |
|------|--------|-----------------------------|
| 0.09 | 0.09   | 1- J1, KT, SEKİHARMAN ÜSK   |
| 0.84 | 0.93   | 2- LİTO                     |
| 0.93 | 1.87   | 3- MRN, LİTO                |
| 0.93 | 2.80   | 4- J2, KT                   |
| 0.23 | 3.50   | 5- LİTO                     |
| 3.50 | 6.54   | 6- MRN, LİTO                |
| 0.47 | 7.00   | 7- J3, KG                   |
| 2.33 | 9.34   | 8- SERİT                    |
| 0.41 | 9.75   | 9- LİTO                     |
| 2.90 | 12.65  | 10- J4, KT                  |
| 3.02 | 15.67  | 11- LİTO                    |
| 0.70 | 16.37  | 12- J5, KVK KT              |
| 1.24 | 17.61  | 13- LİTO                    |
| 2.60 | 20.21  | 14- J6, MRN                 |
| 4.84 | 25.05  | 15- LİTO                    |
| 0.35 | 25.40  | 16- J7, MT                  |
| 0.87 | 26.26  | 17- SERİT                   |
| 0.34 | 26.60  | 18- LİTO                    |
| 0.72 | 27.32  | 19- J8, KÇT                 |
| 0.51 | 27.82  | 20- LİTO                    |
| 4.34 | 32.16  | 21- J9, KT                  |
| 2.53 | 34.69  | 22- SERİT                   |
| 0.42 | 35.11  | 23- LİTO                    |
| 0.21 | 35.32  | 24- J10, KÇT, NUM, ALV, OST |
| 0.55 | 35.87  | 25- KESİT SONU              |

Şekil 11: Hesaplamaların makine çıkışında verililişi. Sonuçlar Şekil 6'da örnek olarak sunulan verilere ilişkindir.

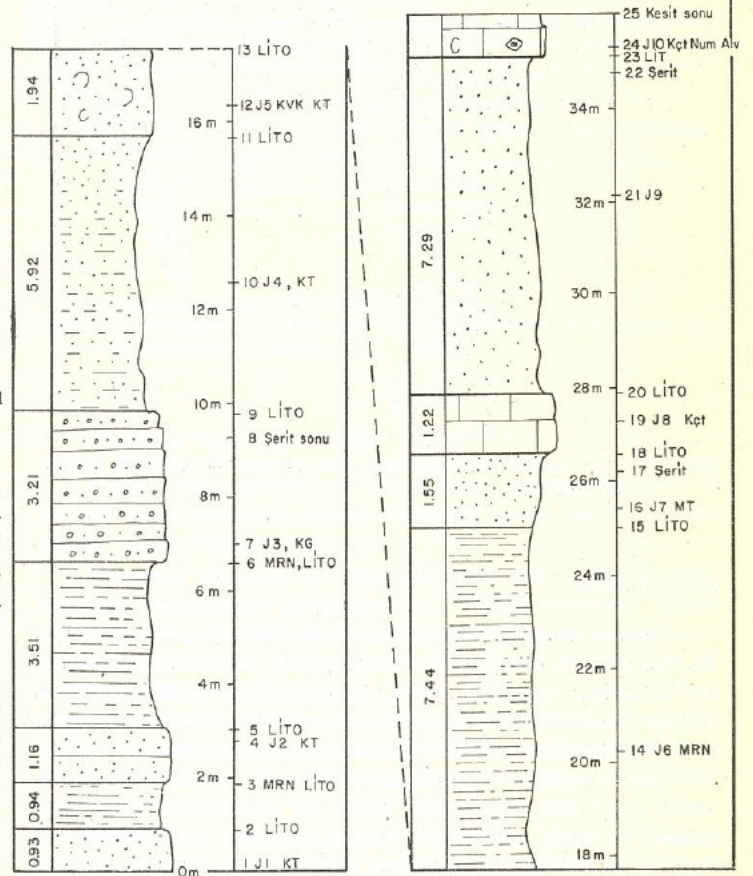
Düşünce yanlışları jeologun denemesine bağ olup tümüyle giderilmesi olanaksızdır. Mekanik yanlışlardan (b) Şekil 4 yardımıyla e, f ve g de elektronik hesaplayıcı sayesinde tamamiyle giderilmiştir. a, c, d ise ölçümde dikkatle en küçük değere düşürülür.

Sonuç olarak, santimetre incelikte yanlışsız hesaplamalar çok kısa bir zamanda elde edilebilir. Yapılan denemede 15 ayrı kesitin hesaplamaları 4 dakikada sonuçlandırılmıştır. Yöntemin en büyük zorluğu olan matematiğin çokluğu böylece giderilmiştir. Zamandan kazanılmış doğruluk ve incelik artırılmış jeoloji sorununa daha çok zaman sağlanmıştır.

Not : Bu yazının hazırlanmasında aşağıdaki belgelerden yararlanılmıştır.

- Cocpton, F.R., 1962, Manuel of field geology. John Willey and sons. inc. New York.
- Harbaugh, J.W., and Merriam, D.F., 1968, Computer applications in stratigraphic analysis, John Willey and sons, inc., New York.
- Koflowski, F.E., 1965, Measuring stratigraphic sections, Holt Rinehart and Winston. Türkçe çevirisi TJK, İst.
- Krumbein, W.C. and Graybill, F.A. 1965, An introduction to statistical models in geology, McGraw Hill Book Company, New York.
- Lahee, F.H., 1961, Field geology, McGraw Hill, New York.
- McGreeken, D., 1964, Elektronik Hesap makinalarında fortran ile programlama - Türkçeye çevirisi M. Bayazit, Arı kitabevi, İstanbul.
- Senol, Utku 1964, IBM 1620 Fortran II spesifikasyonları, İTÜ, Elektronik Hesap Merkezi yayınları, Sayı 1, IBM Form 026-5602-2 den Türkçeye çevirilmiştir.
- Yücel, M.N., 1974, Fortran IV, Nilüfer Matbaası, İstanbul.

### SEKİHARMAN ÖLÇÜLMÜŞ STRATİGRAFİ KESİDİ



Şekil 12: Şekil 11'deki sonuçlarla çizilen ve her noktanın doğru konularını gösterir sütun kesit.