

# Mail Tabakalarda "Vasatı Sismik\ Süratlerin Tâyinî"

*Hilmi F. Sagocf*

ÖZET« — Sismik prospeksiyonda^ vasatı süratleri'tayın etmek için . kullanı\* lan usuller hulâsatan g-ozden geçirilmektedir. - Kuyu atışları kafesinde elde edilen verilerin mevcut olmadığı bakir sahalarda, sîsmojramları kullanmak suretiyle vasatî süratler tâyin edilirken tabakaların meyi! netîeesî olan zaman farklarının nazarı itibara alınması şayanı arzudur, tkî taraflı- asimetric bîr jeofon dîzisi kullan« mafe suretiyle buSgayenin^tahakkuk^ettîrebileceği crosterilmekiôdır.

Refleksîyon ışınları genel olarak **münhanilerden** mirekkep yollar takîbederier. Lâkin sismik istikşafta, ışınların **değişmez** vasatî bir sürate tekabül eden düz çizgilerden ibaret **olduklarını** faraetmek **tamamen tatmin** edici neticeler vermektedir, **Derinlikleri** ve ofset **mesafelerinin** hesap edilmesi Yasatî **yayılma** süratleri hakkında malûmat mevcut' olmasına bağlıdır Haîî hazırda surat tâyinlerinde *em* çok **kullanılan** usul kuyu atışları usulüdüdür« Kuyu atışları neticesinde elde edilmiş sürat" Yenleri mevcot olmadığı takdirde, refîesyoe **donelerinin.tefsirinde** bazan tashih eHKlmiş zaman maktaları ve **haritaları kullanılır**. Fakat **Phil. P»** Gaby Cpurdal of geophysics) te bu usulün **muhatap** kalacağı itirazları belirtmiş, bîr **antiklinalin** zaman maktasında bîr senklfnal şeklinde teberiz edebileceğini gösteren olağanüstü bir misal veropş fi) ve bu usul yerine, şakuli zaman Ye ukî ofset mesafesinden müteşekkil Ye surat **hatalarına** kaışı hasses olmayan Mr koordinat sistemi kullanmağı teklif etmiştir BE haîde bile ofset mesafesini hesabedeMlmek için, Yasatî surat hakkında takribi fakat makûl bir fikre **sahip** olmak gerektir,

**Jeolojik** maktam **katî** suretle tesbît edilmiş **bulunduğu bazı** ttilerde **refleksyonlar** ile tekabül ettikleri formasyonlar arasında bir korelasyon **yapılabilir**« Bunun kabil **olduğu** yerlerde fasıla **süratleri**, refleksyon zaman fasılları ile derîeîlk farkları sayesinde, **vasatî süratler ise refleksyon zaman ile refleksyoe geviye**^ *fmim* **derinlikleri sayesinde** tiesabedllîr,

{1} Şubat 1947, Ankara toplantısında okunmuştur®

(â) M\*^T\* li BmëiUûêuMÉêh

**Çokzamanlar**, başka hiç bîr usule baş **vurulamayan** yerlerde, sürat—derinlik **fonksyonu** hakkındaki malumatı sadece **sismogramlar** vasıfiasyle çıkarmak mecburiyeti hasıl olur.

Sürat hakkında refraksyon profilleri sayesinde toplanmış malumat kâfi derecede sıhhatli değildir ve bu profiller hemen hiç Mr zaman sadece vesadece sürat tâyin etmek gayesiyle alınmazlar\*

Refleksyon **çalışmalarında**, tabakaların ufki olduklarını farzederek, yayılma zamanı<sup>^</sup> vasatî sürat, jeofon mesafesi ve derinlik arasındaki münasebet (1) numaralı denklemlerle gösterilir:

$$t^2 = \frac{z^2}{v^2} + \frac{x^2}{v^2} \quad (i)$$

Şu halde her refleksyoe **için**, yayılma zamanın murabbainı, Jeofon mesafesi **murabbainın** tabii olarak göstermek suretiyle elde edilen düz çizginin meyli -\ını verecektir. Böylece, **sismogram** üzerinde kâfi derecede refleksyonlar varsa bir sürat derinlik foifksyoEU tesbit etmek kabildir.

Bu usulün tatbikinde karşılaşılan başlıca güçlükler, evvelâ  $t^2 \ll X^2$  **çizgisinin** tesbitide kullanılan zaman farklarının çok küçük olması ve sonra refleksyon **tabakalarının** meylinin nazarı itibare alınmamış olmasıdır. Eğer meyiller küçükse, meyil aşağı ve meyil yukarı atışlar yapmak ve her iki halde elde edilen süratlerin aritmetik vasatisini almak suretiyle bahsi geçen son güçlük ortadan kaldırılabilir. Meyiller büyük olduğu takdirde buna imkân yoktur.

Konuşmamızın esas mevzuunu teşkil eden biraz değişik bir metotta, vasatî sürat tâyinlerinde meyillerin tesirleri nazarı itibara alınmaktadır. Başlangıç noktası Gutenberg<sup>8</sup> (2) tarafından meyil hesaplarında kullanılan herkezce bilinen bir denklemdir;

$$V^2 A T \sin \theta = 1 (A_m - A^f)$$

Bu ifadedeki harflerin manâsı aşağıda sıralanmıştır s

V = Vasatî surat

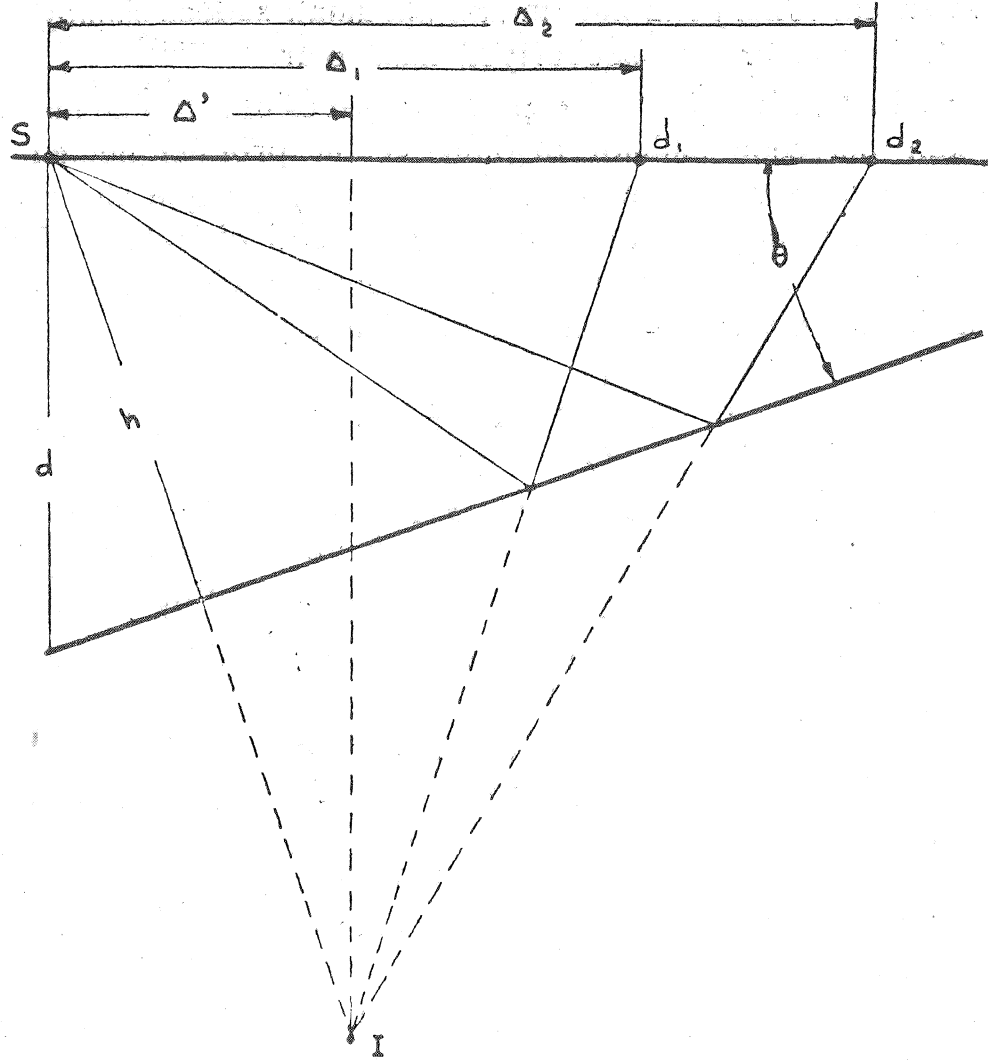
AT = 5 Şekil 1 de  $\hat{a}_1$  ve  $d_2$  deki **jeofonlarä** varıncaya kadar geçen yayılma zamanları arasındaki tefazül

Tm — Refleksyon yayılma zamanlarının vasatîsi

l = s Jeofonlar arasındaki mesafe

$\Delta m = \Delta$  Atış noktası ile jeofonlar arasındaki Yasatî mesafe

Şekil des



(Şekil-1)

(Fig.-1)

$\Delta'$  = Atış noktası ile, refleksyon aynasındaki hayalinin şakulü projeksiyonu arasındaki mesafe.

Şimdi, iki taraflı asimetrik bir jeofon dizisi kullanmak ve (2) numaralı denklemi atış noktasının her iki tarafında seçeceğimiz birer çift jeofona iki defa tatbik etmek suretiyle,

$$\begin{cases} V^2 \Delta T_1 Tm_1 + l_1 \Delta' = l_1 \Delta m_1 \\ V^2 \Delta T_2 Tm_2 + l_2 \Delta' = l_2 \Delta m_2 \end{cases} \quad (3)$$

denklemlerini elde ederiz.  $l_2 \Delta T_1 Tm_1 = l_1 T_2 \Delta Tm_2$  olduğu takdirde - ki bu  $\Delta'$  in sıfır olmadığı ve jeofon dizisinin asimetrik bulunduğu müddetçe daima varittir.

lifi  $\wedge^f$  i  
**v ve , ç\***

$$\mathbf{AT}_2 \mathbf{Tm}_a \mathbf{I}_s,$$

(5)

$$\begin{aligned} & \mathbf{A} \mathbf{I}_j \mathbf{T} \mathbf{i} \mathbf{B} \mathbf{i} \quad \% \mathbf{A} \mathbf{n} \mathbf{i} \mathbf{j} \\ \mathbf{I} \mathbf{A} \mathbf{T}_2 \mathbf{T} \mathbf{m}_2 \quad \mathbf{l}_a \mathbf{A} \mathbf{m}_a ! & \quad (\mathbf{I} \mathbf{s} \mathbf{A} \mathbf{f} \mathbf{f} \mathbf{A} \mathbf{T} \mathbf{J} \mathbf{m} \mathbf{t} - \mathbf{I} \mathbf{t} \mathbf{A} \mathbf{r} \mathbf{a} \mathbf{j} \mathbf{A} \mathbf{T} \mathbf{m} \mathbf{g}) \\ \mathbf{A} \mathbf{T}_i \mathbf{T} \mathbf{n} \mathbf{i} ! \quad \mathbf{l} \mathbf{i} & \quad (k \mathbf{A} \mathbf{T} \mathbf{j} \mathbf{T} \mathbf{c} \mathbf{i} ! - \mathbf{i} \mathbf{j} \mathbf{A} \mathbf{T} \mathbf{T} \mathbf{n} \mathbf{i} \mathbf{a}) \\ \mathbf{A} \mathbf{T}_2 \mathbf{T} \mathbf{m}_2 \hat{\mathbf{g}} & \end{aligned}$$

denklemleri sayesinde tâyin edilir,  $\mathbb{Y}$  ile  $\wedge^f$  bîr defa tesbit edilince şekil  $t = 1$  de  $h$  ile gösterilen derinlik ve  $e$  ile gösterilen meyîl herkezce bilinen denklemler sayesinde bulunur, yani

$$\mathbb{Y} \text{ To } \ll 2h \text{ ve } A^2 = 2h \text{ sine } \ll V \text{ To } \text{se@} \quad (6)$$

burada  $To$  atış noktası jeofonuna tekabül eden zamandır. Burada» vasatî süratin (4) numaralı denklem sayesinde ne derece sıhhatle tâyin edilebileceğinin analitik bir münakaşasını yapmıyacağız. Genel olarak denilebilir ki bu tâyinlerin sıhhati reieksiyon ve  $\wedge T$  zamanlarına tabidir, tesadüf edilen laman farkları ne kadar büyük olursa  $V$  de o kadar sıhhatle hesaplanmış olun. Şu halde, daha büyük  $A T$  zamanları gösteren büyük yatımların mevcut bulunduğu yerlerde daha iyi neticeler alınması beklenebilir. Ve esasen bahis mevzuu ettiğimiz usul tamamen bu vaziyetlerde kullanılmak gayesiyle düşünülmüştür\*. Daha büyük  $A T$  kıymetlerini temin edecek başka bir faktör cîe tabî  $F$  kemlyetliua dafa büyük kıymetler sermektir, bu ise pratik bakımdan mümkün olduğu kadar uzun bîr jeofon dizisi kullanmak.  $\mathbb{Y}$  e *dhımın* her iki tarafındaki İlk ve  $S\hat{U}\textcircled{C}$  jeofonları kalîanmakla temin edilebilir.

Hulasa edersek, sismogramlar ilerinde kâfi derecede refleksiyonlar bulunduğ'u takdirde Gutenberg'in yatırım denklemleri, mutlak kullanma şeklinden hafifçe değişik bir şekilde kullanmak un\*\* jetyilep çok yavmû refleksiyon-tabakalarının mevcut-olduğu yerlerde bir vasatî sürat \* derinlik fonksyonu tâyin etmek kabildir.

# Determination of Average Seismic Velocities in Sloping Beds<sup>1</sup>

*Hilmi F. Sagoci<sup>2</sup>*

ABSTRACT — A brief summary of methods used in determining average velocities in seismic prospecting is given. In virgin territory where there are no well shot data available it is desirable that by using reflection records to determine average velocities, step-outs due to the effect of the dip, be taken into consideration. It is shown that by taking an asymmetrical split spread this end can theoretically be achieved.

Reflection rays follow in general curved paths. However, in seismic exploration the assumption of straight rays, which corresponds to uniform average velocities gives quite satisfactory results. Depth and offset distance calculations depend on a knowledge of average velocities of propagation.

At present, well shooting is the method most widely used in velocity determinations. In the absence of well shot velocity data, corrected time sections and maps are sometimes used in the interpretation of reflection data. However, Phil. P. Gaby points out the objections to such a procedure and gives an extreme example where an anticline is represented in a time section as a syncline (1). He proposes instead to use a system of coordinates, namely vertical time and horizontal offset distance, which would be insensitive to velocity errors. But even then, to calculate the offset, an approximate but reasonable knowledge of the average velocity is required.

In certain instances where the geologic section is known rather certainly, reflections can be correlated with corresponding geologic formations. When this is feasible, internal velocities may be computed with the help of reflection time intervals and depth differences between corresponding beds, while reflection times and depths to reflecting horizons determine the average velocities.

Often, in the absence of any other means, it becomes necessary to secure some knowledge about the velocity - depth function.

(1) Presented at the Ankara meeting, February 1947  
{ } Ä I U i Enstitüsü\*

tion by the use of seismograms alone. Average velocity information, obtained by using<sup>1</sup> refraction profiles, are rather inaccurate and these refraction profiles are almost never shot with the sole purpose of determining average velocities.

In reflection work, assuming horizontal beds, travel time average velocity, detector distance and depth are related through

$$t^2 - 1 = (x^2 + z^2) \quad (1)$$

Therefore, for each reflection, the slope of the straight line obtained by plotting the square of travel time against the square of detector distance will give  $v$ . Thus, if on a seismogram there should be enough reflections then it would be possible to determine a depth-velocity function.

The main objections to this method are that very small time differences have to be used in order to determine the  $t^2 \cdot x^2$  line, and that the slope of the reflecting beds has not been taken into account. When the dips are small, by shooting<sup>1</sup> both down and up dip and taking the arithmetic average of velocities obtained in each case, the last objection can be eliminated. However, this cannot be done for large dips.

The slightly different method proposed in this paper takes into account the effect of the dip in determining the average velocity. The starting point is the well known equation used by Gutenberg<sup>(2)</sup> in dip calculations (see fig. 1).

$$V^2 \frac{T}{T_m} = I (A_m - A') \quad (2)$$

The meaning of the symbols used in this expression are listed below

$V$  » average velocity to the reflecting bed.

$T$  = difference in reflection times to detectors  $d_1$  and  $d_2$  (Fig. ; 1), or  $t^{**}$  step-out time.

$T_m$  = mean reflection travel time.

$I$  = distance between detectors.

$I \sin \theta$  = Mean distance from shot point to detectors

£/ -.. cli^L'aïice between shot point and vertical projection of the image point I (Fig-.; 1),

Now, by using an asymmetrical split spread and applying equation (2) to two sets of two detectors on both sides of the shot polar, one obtains:

$$\begin{aligned} V \ll AT_j \text{ TIO-I } H- \text{ ii } A^* = 1^* \text{ Ami} \\ V^s AT_2 \text{ Tm}_2 + i_2 A' - , - l_2 \text{ Am}, \end{aligned} \quad (3)$$

Provided that  $l_A AT, . \text{ Tm}_t = \setminus AT_g \text{ Tra}_g$ , which is true as long as  $\wedge - o$  and the spread is asymmetrical,  $V^2$  and  $A^* \text{ c a n } \wedge^e$  determined as follows?

$$\begin{aligned} 1^* \text{ Am} \ll . \quad 1, \quad \text{'i 'a } C^{\wedge m} i - \wedge \gg "1.) \\ AT_x \text{ Tm! } \quad I_t \quad (k AT_t \text{ Tm} \gg - \bullet \bullet k AT_g \text{ Tm}_a) \\ | AT_t \text{ Tm}_a \quad k \\ AT_j \text{ T nit } lj \text{ Ami} \\ \bullet \quad AT_a \text{ Tm}_a \quad l_a \text{ Am}_2 \quad (laAmaATiTrax - ijAmiATgTmg) \\ \sim \sim j AT_t \text{ Tni! } \quad lj \quad (l_a AT_j \text{ Tm}_j - l_{\%} AT_a \text{ Tm}_a) \quad (5) \\ \text{' } AT, \text{ Tm}_2 \quad l_A \end{aligned}$$

Once  $V$  and  $A' \text{ a r e}$  determined the depth  $h$  (Fig\*.; 1) and the dip  $\theta$  can be obtained in the well known manner through the well known equations!

$\forall To \sim 2h$  and  $A' = 2h \sin \theta = vTo \sin \theta$  (6)  
where  $To$  is the time corresponding- to the shot point detector.

We shall not go into an analytical discussion ©f the degree of accuracy with which  $v$  can be determined through eq. (4). In general, it can be said that the accuracy will depend on reflection  $a \gg d / s^{\wedge} T$  times; the greater the time differences one has to deal with, the greater will be the expected accuracy of  $v$ . Therefore^ for larger dips, which yield larger  $AJT$  times, better results would be «pected, The preceding procedure is îptended precisely to be  $n \& f \hat{d}$  in regions where sloping- beds are present Another factor which may insure larger  $/sJT$  times is of course the use of larger  $\forall$ alnes of 1, that is the distance between geophones» Larger values for 1 can be obtained by using\* as long a spread

as practically possible^ and by using the extreme **geophones** on each of the spread,

Summing<sup>8</sup> up, given enough reflections **on a stismogram** than is generally done, it is possible theoretically to determine an average velocity-depth function in regions where reflecting beds represent appreciable clips.

### B I B L I Y O G R A F I

- 1 - PHIL P. GÂC Y- : A New Type of Seismic **Cross-section** where-  
in Accuracy of **Representation** is Ren»  
dereci losensîtÎ¥e to Velocity **Error**, Geop-  
hysics, **Vol. X, No. 2**, 1945
- 2 - NETTLETONX, L. - : Geophysical **Prospecting** for **Oil**. 1940  
**pp.209-292**