

Doğru Akım Düşey Öz direnç Uygulamalarında iki Katmanlı Ortam Sorununun Tekil Çözümü

BİLGİSAYAR UYARLI TAGG YÖNTEMİ

(Unique interpretation of the two-layered earth problem in Direct current resistivity soundings: Computerized Tagg Method).

Dr. Ahmet ERCAN (*)

ÖZET

iki katmanlı ortamın katman birimlerinin Regula-Falsi ve ikinci derece en küçük kareler tekniklerinin uygulanması üe bulunabileceği gösterilmiştir. Böyle bir sayısal yaklaşım, deneysel Tagg yönteminin her dizilim türüne bilgisayarlar aracılığı üe kolayca uygulanmasını sağlar. Değerlendirmede insan girişimini gerektirmeyen bu yöntem sonuç duyarlılığını da artırır.*

ABSTRACT

The Regula-Falsi optimization technique and a second degree Least-Squares analysis are shown to be applicable to determine layer parameters for the two-layered earth model. Such a numerical approach assists to make the Tagg's empirical method easily useable for any electrode configuration by means of fast digital computers. Reduced human interaction improves the accuracy as well.

1. GİRİŞ

Yer altındaki öz direnç aralanmalarının geçiş derinliklerinin ve akım iletme yeteneklerinin araştırılması ve ondokuzuncu yüzyıldan beri yerbilimcilerinin ilgisini çekmektedir. Bu amaçla başvuru olan yol, yüzeyden gerilim ölçmeleridir. Yeryüzünde ölçülen gerilim, ya yer içindeki doğal akım dalgalan-

malarının ardışık yer katmanları ile evrimi (konvolüsyon) sonucu ya da yüzeyden verilen yapay akımın indiği derinlik boyunca geçtiği katmanların direş imleriyle (empedans) katlamalı girişimi sonucunda oluşur. Dalgalı akım kaynaklı araştırmalarda derinlik denetimi akımın dalga sıklığı (frekans) ile olmasına karşın, doğru akım uygulamalarında aşağılara inme, akım veren kıvıl uçların (elektrot) aralanması ile sağlanır. Derinliğine kıvıl mknatıslanma (elektromanyetik saunding) diye bilinen ilk yolda yer kesiti, ölçülen görüinge (spektrum) bici-

(*) İTÜ, Maden Fakültesi,
JeofUfk Kürsüsü

m inden araştırılmasına karşın, ikinci yolda aynı işlem aralamasının değişkeni olarak algılanan eğrinin biçiminden saptanır, ölçülen gerilim ΔV , dizilim türünün D ve kaynak gücünün I , bir değişkeni olan akımın girdiği ya da geldiği derinliğe değin yer alan birimlerin topluca akıma karşı direnşini simgeleyen $\rho_a(f)$ ya da $\rho_a(a)$ görünür özdirencine dönüştürülerek incelenir.

$$\rho_a(a) = D \frac{\Delta V}{I} \quad (D)$$

Doğru akım derinliğine özdirenç çalışmalarının uygulama alanlarının genişlemesinden kaynaklanarak, ilk dönemlerde eğrinin bükümleri ile katman geçişleri arasında gözlemsel bir ilişki kurulmuştur. Bunlardan Gish ve Rooney, (1925) görünür özdirenç eğrisinin dirsek verdiği açılım noktalarının katman derinliğine verebileceğini değinirken, Lugeon ve Schlumberger, (1933) derinliğin sözü edilen açılım değerlerinin $2/3$ alındığında daha duyarlı sonuç alınabileceğini vurgulamışlardır. Lancaster-Jones ise dirsek yerleri yerine, yaklaşık her kanadın orta yerine denk gelen eğrinin bu key liğinin değıştiği noktayı göz önüne almış ve bu noktaya karşılık gelen açılımın $2/3$ 'ü katman derinliğini verebileceğini savlamıştır. Bu yönde çalışmalar Tagg'ın ve dönüm noktalan yerine görünür özdirençin alçalan ya da yükselen kanadını incelemekle çeşitlenmiştir (Tagg, 1932). Tagg aynı kanadın düzgün parçası üzerinde yer alan görünür özdirenç değerlerinin, aynı yansıma katsayısını içereceklerini varsaymıştır. Giriştiği çözümde İki katmanlı ortamlar için ilk katmanın kalınlığını ve İkinci katmanın özdirencini yanlıgsız saptayabilen bir işlem önermiştir. Ancak yöntemin doğru sonuç vermesi için her katmanın kendi içinde tekdüze ve özdirençli yönbağımsız olması gerekir. Pirson (1935) katmanların yönbağımlılık katsayılarının eşit olması durumunda da yöntemin geçerli olduğunu kanıtlamıştır. Heiland (1940) ve Ergin (1973) yöntemin "tam çözüm" verdiğini vurgularken Heiland ikinci katmanın kalın olması durumunda sonucun duyarlılığının daha da arttığına değinmiştir. Telford, et. al. (1976), tagg yönteminin tüm dizilimler için kullanılabilceğini belirtmiştir.

Tagg'ın bu başarısı kimi çalışmacıları yöntemin uç katmanlı ortamlar için genişletilmesine yöneltmiştir. Manhart (1932) ve Tartan (1932) nin bu yolda girişimleri, kimi yer koşullarını göz önüne almama-

ları nedeniyle yanlıgılı sonuçlara yöneltmiştir. Pirson (1935) te önerdiği "ardışık yaklaştırma yöntemi" ise son katmanın (yarı sonsuz ortam) kıvıllı (elektrik) temel olması durumunda en sağlıklı sonucu vermektedir. Pirson yaklaşımında üç katmanlı bir ortam ele almış, her katmanın yönbağımlı Özdirenci içerdiğini, ancak yönbağımlılık katsayısının her katmanda birbirine eşit olduğunu varsaymıştır. Çözümünde eksik kalan tek nokta, üstteki iki katmanın eşdeğerini bulurken Kirchoff benzeşimini kullanarak İki katmanı birbirine koşut dirençleri bulunan bir kıvıllı devreye araştırmasıdır. Bu varsayım, çözümün yalnız $P_1 > P_2 < P_3$ dağılımı için geçerli olabileceğini açıklar.

Tagg yönteminin, kendi İçlerinde özdirençli yönbağımlı olan katmanlar için doğru sonuç vermeyeceği Pirson (1935) ce kanıtlanmıştır. Watson (1938) Hummel ilkesinin geçersizliğini söylemese bile, ortadaki katmanın yalıtkan olması durumunda üç katman değerlendirmesi için iyi sonuç alınmayacağı bildirmiştir. Buna ek olarak ikinci katmanın kalınlığı h_2 nin birinci katmanın kalınlığından h_1 küçük olması durumunda h_1 in duyarlı olarak sap; taramayacağını da, Heiland (1940) gibi vurgulamıştır. Watson'un önerdiği yöntem ise ikinci katmanın çok iletken ya da yalıtkan olduğu durumlar için ve Hummel İlkesinin geçerliliği koşulu ile doğrudur.

O günden bugüne yerfzıkçilerinin Tagg yöntemine verdiği Önemin temel nedeni, sonucun tekilliğidir. Ne varki, Tagg'ı çok katmanlı ortamlara uyarlama atılımları günümüzde olumlu bir sonuca varmamasının yanısıra yöntem iki katman ya da çok katman eğrilerinin ilk iki kanadını değerlendirmede bile çoğunlukla kullanılmaz. Değerlendirmelerde ya yardımcı logaritmik eğriler ya da geliştirilmiş bilgisayar izlenceleri (programları) yeğlenir. Bu yola yönelimde ana sorun Tagg işlemlerinin el ile çözümlerinin uzun süre olmasıdır. Son yirmi yılda gelişen bilgisayar olanaktan ve bunun koşutunda ki sayısal çözümleme (nümerik analiz) yöntemleri, bulunuşundan 49 yıl sonra Tagg yöntemini daha kısa sürede ve daha kolay sonuç verecek biçimde uyarlanmasına yardımcı olabilir. Bunun özünü oluşturan Özdeş İşlemlerde, bilgisayar çabukluğundan yararlanılarak Regula-Falsi iyileştirmesinin (optimizasyon) köke varım olanaktan FORTRAN izlencesi biçiminde düzenlenmiştir. İzlenme tüm dizilimler (Schlumberger, Lögn, Wenner, Lee-Dipol, Pol-Dipol) için çözüm verebilmektedir.

2. OLASI YANSIMA (K) - KALINLIK EĞRİLERİNİN SAPTANIMI

İlk aşamada görünür özdirenç eğrisinin yükselen ya da alçalan kanadının doğrusallığa yaklaşan parçasından iki ya da daha çok ρ_a ; görünür özdirenç değerleri ve bunlara karşılık gelen aj açılım değerleri okunur.

Akış çizelge» 1 den gözleneceği gibi TASLAK İzdencesi, seçilen her ρ_a/ρ_1 değerinin kuramsal olarak çeşitli $K (= -1., 43, \dots 0.8, 0.9, 1)$ yansıma katsayıları için türetilen iki katman eğrileri ile kesim noktalarının konumları ($K_h, (a/d)_{ij}$) bulunur. Eğri taretiminde kullanılan denklemler çeşitli dizilimler için verilen dizilerdir;

Schlumberger

$$\rho_a/\rho_1 = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{(1 + \frac{2nd}{a})^{1.5}} \quad (2)$$

Wenner

$$\rho_a/\rho_1 = 1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{(4 + \frac{2nd}{a})^{2.5}} \quad (3)$$

(Keller ve Frischnecht, 1966)

Dipol-Dipol

$$\rho_a/\rho_1 = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{(10 + \frac{2nd}{a})^{1.5}} + 3 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{(1 + \frac{2nd}{a})^{2.5}} \quad (4)$$

(Telford, Geldart, Sheriff ve Keys, 1976)

Eğer bu denklemlerin ardışık toplama içeren yanları T ile gösterilirse, tüm denklemler yalnız olarak izleyen biçimde tanımlanabilir.

$$\rho_a/\rho_1 = 1 + T \quad (5)$$

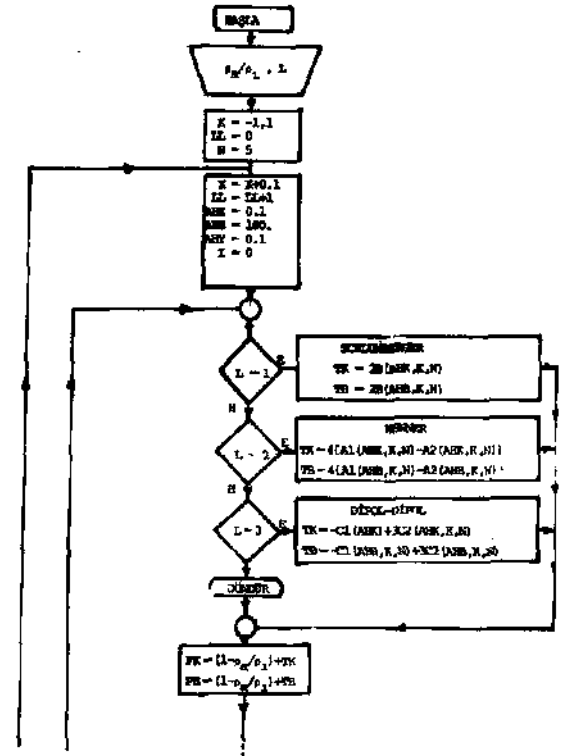
Bilinen DADI ($= f_{ij}/f_0$), $K_i (= -1, 0, 1)$ ve N değeri için yukarıdaki eşitliği sağlayacak AH_j ; $(a/d)_{ij}$ değeri

$$F(AH_j) = 1 - DADI + T(AH_j, K_j, N) \quad (6)$$

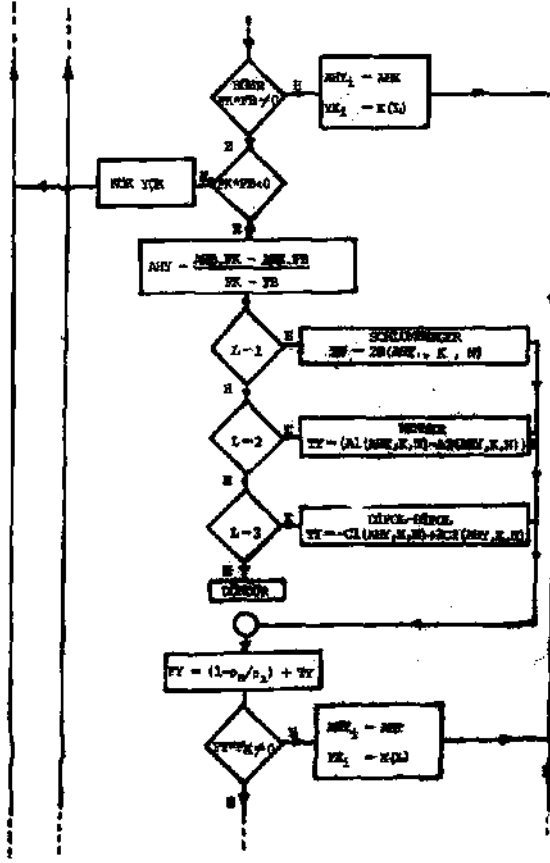
denkleminin çözülmesi ile elde edilebilir. Eğer e Öngörülen duyarlılık ise,

$$F(AH_i) < |e| \quad (7)$$

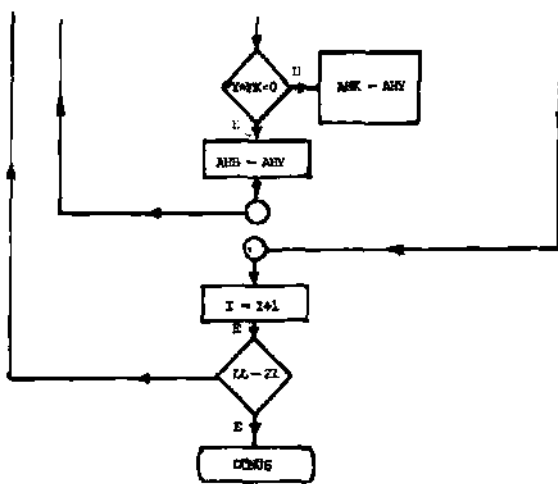
koşulun sağlanması durumunda AH_j köküne $|e|$ değeri yaklaşmıştır. Köke yönelim hızı, AH 'nin kesitilen alt ve üst değerleri arasında uygun bir değerin seçimindeki beceriye bağlı olarak değişir. Karşılaşılan koşullar uyarınca açılımın h , İlk katman



Taslak İzdencesi Akış Çizelgesi - a



Taslak İzlenesi Akış Çizelgesi - b



Taslak İzlenesi Akış Çizelgesi - c

kalınlığma oranı 0.1 ile 100 olarak alınrsa,

$$\begin{aligned} AHK &= 0,1 \\ AHB &= 100 \end{aligned}$$

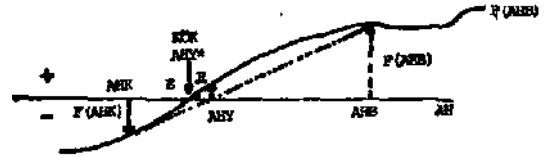
F(AH) eğrisi (AHK, AHB) arasında yer alan bir AHY noktasında, köke ki değin yaklaşmış olacaktır. Eğer

$$\begin{aligned} FK &= F(AHK) \\ FB &= F(AHB) \\ FY &= F(AHY) \end{aligned}$$

ise

FK.FB > 0 için kök AHK, AHB dışında,
FK.FB = 0 için kök ya AHK ya da AHB,
FK.FB < 0 için ise kök AHK, AHB arasında

yer alan bir AHY* +e noktasındadır



Çizim 1. Regula-Falsi köke varımının işleme düzeni. AHK ve AHB; AHY* gerçekte kökünün yer aldığı sanılan alanın alt ve üst sınırları, AHY; seçilen alt ve üst değerlerdeki F(AH) işlevinin aldığı değerlere dayanarak erişilen köke daha yakın nokta.

AHY*+e noktasına AHK ve AHB den daha yakın olan AHY noktasının değeri Tales yasasına izleyen biçimde verilebilir.

$$AHY = \frac{AHB \cdot FK - AHK \cdot FB}{FK - FB} \quad (8)$$

Bu durumda yeni kestirilen AHY değerini kullanarak gerçekte köke le I değin yaklaşmak için izleyen irdemelerin yapılması gerekmektedir.

1. FK.FY > 0 ise kök AHY ile AHB arasındadır. Bu nedenle AHY, AHK nin yeni kestirilen değeri olarak alınır; AHK <- AHY

2. FK.FY < 0 ise kök AHY ile AHK arasındadır.

Bu nedenle büyük seçilen AH sınırın AHB ye yeni atama ile daraltılır AHB «-AHY

3. $FK.FY < |e|$ ise $AHY = AHY^* + \epsilon$ dir. Diğer bir deyimle AHY aranan gerçek köktür.

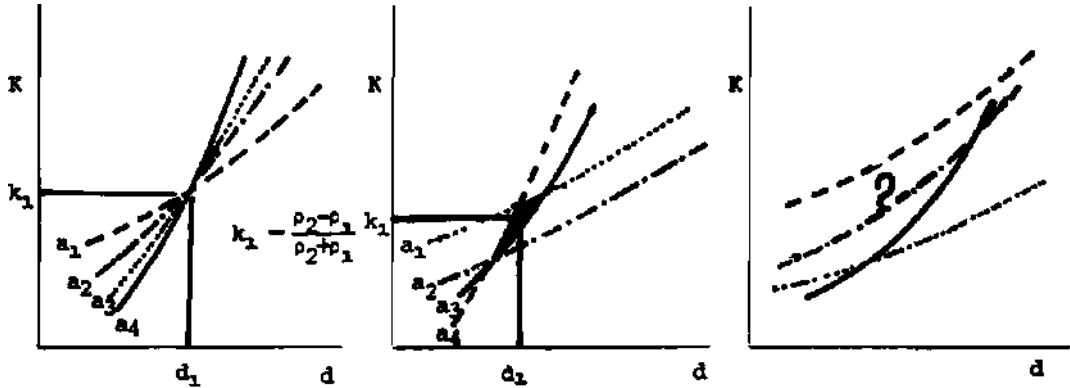
Yukarıdaki işlem Regula-Falsi yaklaşımı ile köke varım yöntemi olarak anılır (Ercan, 1976). Bu işlem sonucunda TAsLAK izlencesi, seçilen her Pa_i/P_i değerinin iki katman taslak eğrilerini kestigi yerlerin (K_{fc} , (a/d) ij) konumlarını bulur. Alan eğrisinden seçilen noktaların aj açılım değerleri bulunduğundan hıj. olası kalınlık değerleri yalın çarpımla elde edilir.

Taslak izlencesi ile, seçilen her $(pa_i/p_i, aj)$ değeri için bulunan (K_j, dh) eğrisinin üzerindeki bir noktada aranan çözüm olabilir. Her $(pa_j/P_j > a_i)$ değeri için elde edilen M sayıdaki eğrilerin birbirleriyle kesim noktalarının konumu (K, d) gerçek yansıma ve kalınlık değerleri olacaktır. Bu nedenle her bir dizi değer ikinci dereceden en küçük kareler yöntemi ile bir eğriye yaklaştırılır.

$$K = C_0 + c_1 d + c_2 d^3 \quad (9)$$

Böyle bir çok terimlinin c_0 , c_1 ve c_2 katsayıları izleyen dizeyin (matris) çözümü ile saptanır.

J	2d 8	2d C ²	c ₀	SK fi
2d 2	2dJ! ²	2d £ ³	c ₁	2K fi d £
2dJ2 ²	Edî?	Sdfi ⁴	c ₂	2K 2dJP



Çizim 2. Tagg tekilliğinin K-d yansıma derinlik eğrilerinin kesiminden gözlenmesi, a) Tekil sonuç, b) Olası üçgeni, c) Çözümün olmadığı durum.

J
 $(2 = 2, J$ her pa_j/p_x değeri için elde edilen top-
e-I

lam K sayısı) M sayıda elde edilen olası eğrilerin birbirleri İte kesim noktalan ise yine Regula-Falsi köke yönelim yöntemi aracılığı saptanır.

2.1. TAGG TEKİLLİĞİ

Eğer kanat üzerinde seçilen M sayıda nokta için elde edilen M tane yansıma katsayıst-derinlik $(k; d)$ eğrisi aynı bir noktada kesişirse çözüm tekildir (Van Nostrand ve Cbok, 1966, s.104). Eğer kesişmeler bir üçgen oluşturuyorsa olası çözüm bu üçgenin ağırlık özeğinin konumudur. Bu durumda üçgen alanı içindeki her nokta eşdeğeri i k alanı içindeki bir çözümdür. Üçgen alanının çok geniş olması durumunda ya ortam iki katmanlı değil ya da katmanlar tekdüze ve yönbağımsız özellikte değildir. Böyle durumlarda Tagg yöntemi uygulanamaz.

Eğrilerin bir noktada kesişmesi katmanların tekdüzeliğinin yanısıra bir ölçüde başlangıç özdirencisinde doğru olarak seçilmesine de bağlıdır.

Kesim noktalarının saçılması durumunda ağırlık özeğinin (merkezinin) konumu, çift yanlı $(K-h$ ve $h-K)$ birim*dereceden en küçük kareler incelenmesi ile bulunur.

Yöntemin iki katman sorununa uygulanıl ışığı, Ergin (1973) örneğinin Tagg izlencesi sonucuyla karşılaştırılması ile izlenebilir.

Örnek 1.

Ergani Türbehafir alanında Wenner dizilimi kulla-

nılarak ölçülen görünür özdirenç değerleri aşağıda verilmektedir.

CKHCKK BKMH WKNNERİ N,R;N ÖLÇÜMLERİ

A< 1>*	9.9	OZG(1>=	199.9
A(2>*	!••	OZGC 2)=	160.0
A(3)=	19.9	OZ6C 3)=	293.9
M 4)=		OZfH «>-	337.»
M 3>=	23.9	OZG< 5)=	260.0
Aİ 6)=	3B.0	OZG< ft)=	a10.e
A(7)=	S3.0	OZG(?)=	345.0
A(0)=	40.9	OZG< a)=	378.0
A< 9>=	43.0	OZG(1©)=	375. H
A<1e)=	00.0		350.0

Gerek Ergin (1973) te el ile değerlendirmede ve gerekse Tagg izlencesi uygulamasında kullanılmak üzere kanadın düzgün olduğu parçasından seçilen dört noktanın açılım ve özdirenç değerleri Döküm 2 de veriliyor.

I. KANATTA SEÇİLEN NOKTALARIN KONUMLARI

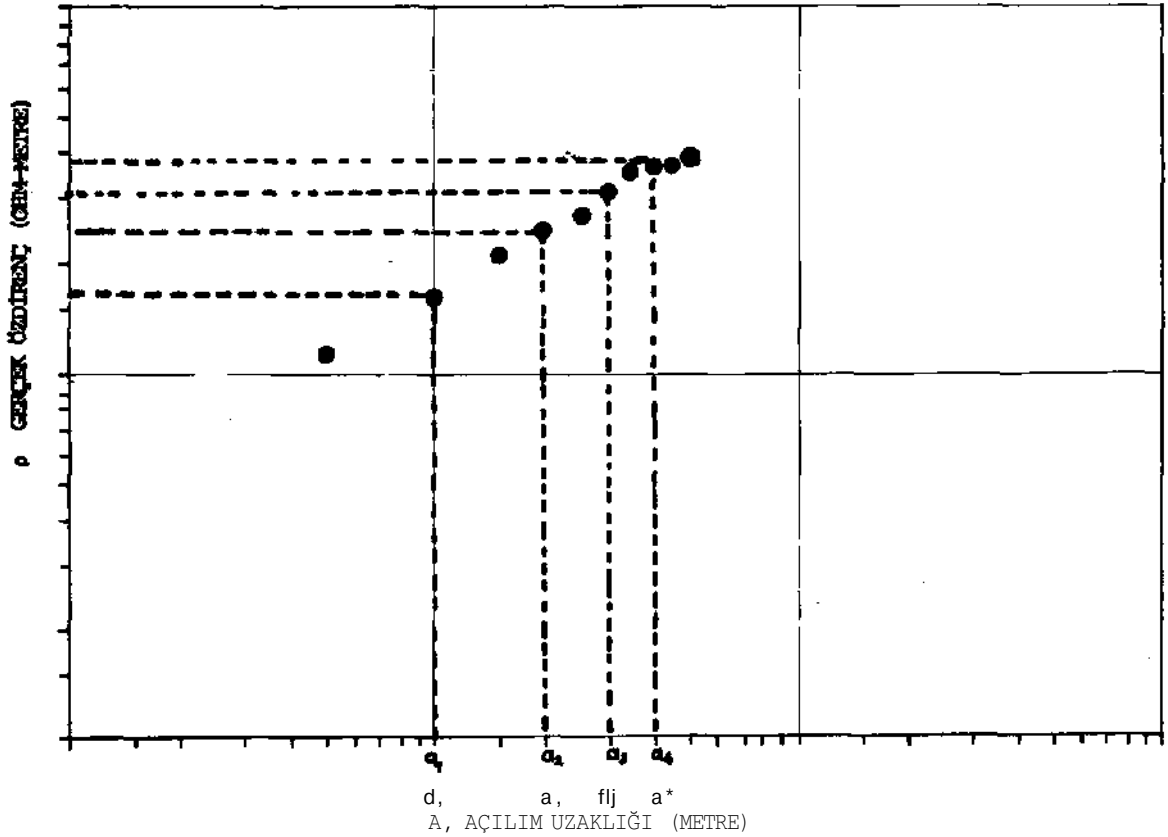
AHO=	10.0	OZDKX)-	160.
AKS)»	20.0	İ*Z!>H2)=	237.
AH3>=	30.®	QZm<3)=	310,
Al<4)=	46.0	OZDH4İB	379.

Döküm 1. Ergani Türbehafir alanının derin Wenner ölçümleri A: Krvluçlar arası uzaklık (metre), OZG: Her açılım için ölçülen görünür özdirenç (Ohm-metre). (Ergin, 1973).

Logaritmik çizimde eğrinin sağ kanadının yükselen olması ikinci katmanın göreceli yalıtkan olduğunu göstermektedir (Çizim 3).

Döküm 2. Ergani Türbehafir görünür özdirenç eğrisinin sağ kanadından Tagg uygulaması için seçilen noktaları

Tagg yöntemi ilk katmanın özdirencinin bilinmiş olmasını gerektirir. Eğrinin küçük açılımlar için sola doğru dış uzanımından bu değerini,
OZD(1)- 94.0



Çizim 3. Ergani Türbehafir alanında Wenner dizilimi ile ölçülen görünür özdirenç eğrisi ve kanat üzerinde nokta seçimi.

rın görünür âzdirençleri İlk katmanın ozdircine bölünerek iki katman taslak eğrilerine uyarı Pa/P₁ oran değerleri elde edilir. Her (paj/P₁) a{ doğrusunun, ölçü alma dizgesinin türüne uygun İlk katman taslak eğrilerinden kestiklerinin K_j değerleri bilindiği ve o noktalara karşılık gelen (aj/d_j) değerleri

okunur, ai değerleri bilindiği için dj değerleri kolayca elde edilebilir. El ile araştırılan Tagg İzlencesi ile bulunan değerler (Döküm 3 de) verilmektedir.

(K- İP₂-P₁) I İP₁+P₁) yansıma katsayısı, d: birinci katman kalınlığı.

El Sayavı (hesap) ile
Bulunan Değerler

Tagg İzlencesi ile
Bulunan Değerler

a ° 10 m

PEL/PT " J -⁸⁰

DA/91* 0.1702m-ftf

K	
1.0	8.35
0.9	7.8
0.8	7.2
0.7	6.6
0.6	5.6
0.5	4.3
0.4	3.1

K	
« AAAIUJhA	e. 841904-01
	0.7768D+01
	0.70940+01
0.7000IM-00	0.63*40+01
0.60000+00	0.55380+01
" • &W9QMfr9G	0.46040+01
0.40000+00	0.34270+01
0.30000+00	0.16690+01

a •* 20 m

Pa/P 2.52

DA/TU= 0.23210+01

K	d
1.0	11.1
0.9	9.7
0.8	8.4
0.7	7.1
0.6	5.3
0.5	2.9
0.4	—

K	d
0.10000+01	0.1069D+02
0.9000D+00	0.9543D+01
0.80000+00	0.82450+01
0.7000D+00	0.68340+01
0.6000U+00	0.51560+01
0.50000+00	0.29760+0i

a " 30 m

Pa/Pi ^ 3 . 2 8		DATD1» 9.3290IHA1	
K	d	K	d
1.0	12.5	0.10000+01	o.tM&w+oi
0.9	10.6	•.9M9IKM	0.74540+01
0.8	8.6	0.80000+00	0.61130+01
0.7	6.3	e. 70000+00	e. 4336D+01
0.6	3.4	o.60000+00	e.24*20+01
0.5			

a = 40 m

Oa/ü, — 3.93		DA/»!= 0.3<U*6Ttt-01	
K	d	K	d
1.0	i 4 a	0.1000D+0I	0.1305D+02
0.9	11.5	0.90000+00	" 0.10700+02
0.8	8.4	0.80009+99	0.82250+01
0.7	5.6	0.70000+00	0.51150+01

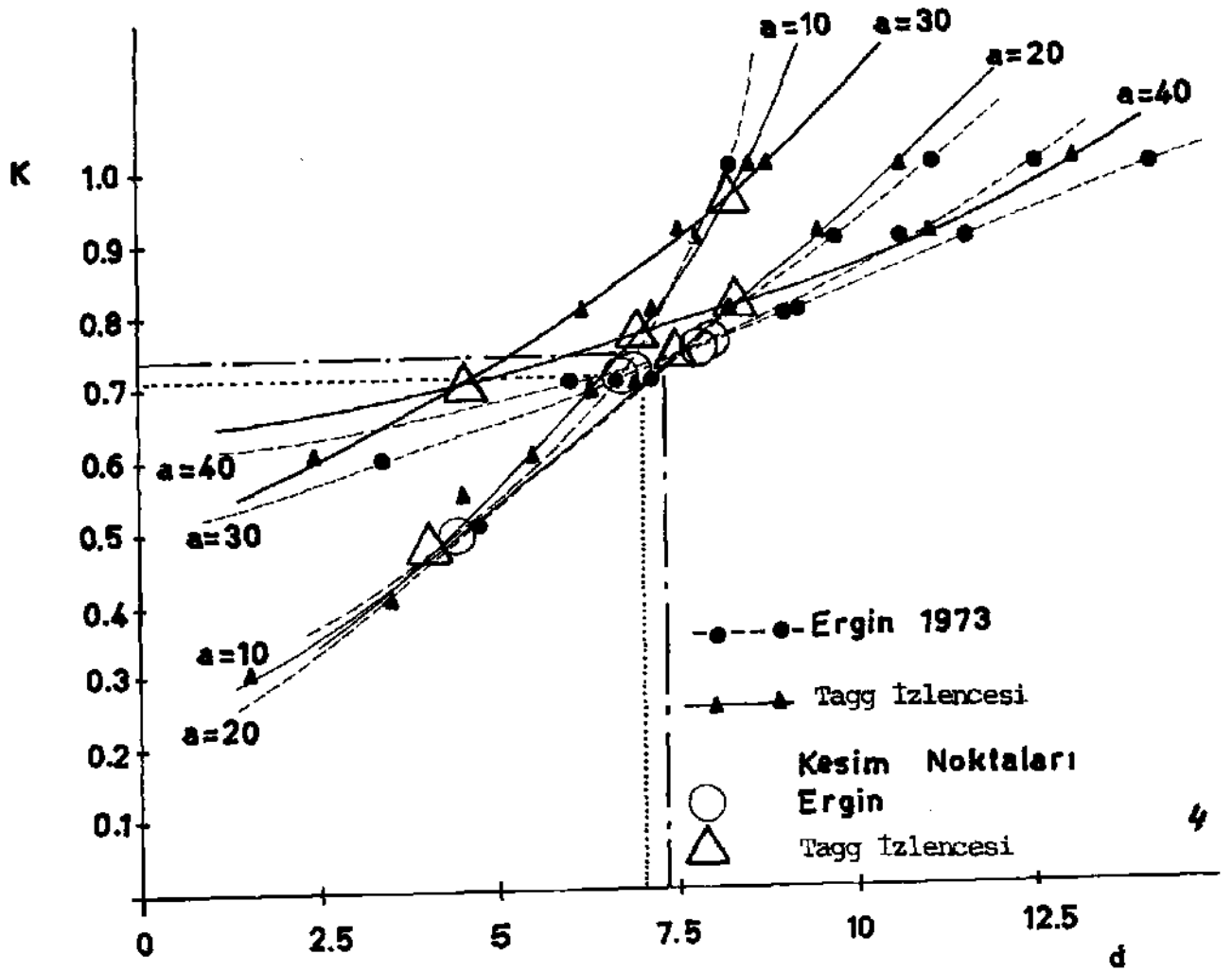
Döküm 3. Her a ve pa/p, değeri için saptanan K yansıma değerleri ve karşılık gelen h derinlik değerleri. Solda Ergin (7973) ve sağda Tagg *izlencesi* ile saptanan değerler veriliyor.

Döküm 3 den izleneceği üzere el ile sayavlanan (hesap edilen) değerlerle, bilgisayarla elde edilen değerler birbirlerine oldukça yakındır. Sonraki adımda (Kj, hj) eğrileri çizilerek ortak kesim noktaları aranır (Çizim 4).

Tagg izlencesi kesim noktalarını kendiliğinden bu-

lur. Eğer iki eğri birbirini birden çok noktada kesiyorsa ağırlık özeğine yakın olan alınır diğeri atılır. Programın seçmiş olduğu kesim noktalarının konumları (Döküm 4) de veriliyor.

KCO=	0.64330+00	H<1)=	0.99120+91
K(2)=	0.9510D+00	H(2)=	0.31010+91
K<3)=	0,74080+00	H(3) ^a	9.6744D+01
K<4)=	0.80360+00	H<4)=	0.33130+01
rCC5)=	0.66Ö7D+00	H<5)=	0.3903D+01



Çizim 4. Yansımaya (K) - derinlik h_j olasılık eğrilerinin kesim noktalarının ağırlık özeği aranan K ve H değerlerini verir.

Döküm 4. Tagg izlencesi ile bulunan kesim noktaları. K : yansımaya katsayısı, H : derinlik.

$$h > = \dots \quad p_2 = 575 \text{ Ohm-metre}$$

(Ergin, 1973)

Ef sayısıyla eğrilerin kesim noktalarının, ağırlık özeğinin konumu,

$$K = 0.72 \\ h = 7$$

Tagg izlencesi kesim noktalarının ağırlık Özeğini (merkez) çift yanlı (K-h ve h-K) birinci dereceden en küçük kareler yaklaşımı ile bulur.

$$K = 0.74 \\ h = 7.38 \text{ metre}$$

olarak bulunur (Ergin, 1973). Buna göre ikinci katman öz direnci,

$$p_2 = \frac{1 + K}{1 - K} p, = \frac{1 + 0.72}{1 - 0.72} \times 94 = 575 \text{ Ohm-metre}$$

Bu değerlere göre kıvıllı ortam kesiti İzleyen birimlerle verilir;

ve ortam keside izleyen biçimde elde edilir,

$$h_j = 7 \text{ metre} \quad p_j = 94 \text{ Ohm-metre}$$

KLEKTHIK ORTAM BIKIHM5K1

$$1 \text{ İNCİ TAIĀAKAIK } 1) = 7.30 \quad \text{OZD}(1) = 94.0 \\ 3 \text{ İNCİ TABAFAH}(\hat{U}) = 0.100K + e\text{BOZI} > ta) = fi6B-$$

El sayısıyla bulunan ortam kesitiyle, Tagg izlencesinin verdiği ortam kentindeki birimler birbirlerine oldukça yakındır. İkinci katmanın özdirenci yansıma katsayısı K ye oldukça bağımlı olduğundan gözlemsel ağırlık noktasının yanlış seçimi oldukça ayrı bir p_2 değerinin ve d derinlik değerinin elde edilmesine neden olabilir. Ancak çift yanlı en küçük kareler yaklaşımında ihsan girişimi olmadığından konumdaki sapma en küçük kareler yanlışının içinde kalacak ve göreceli olarak duyarlı sonuç alınacaktır.

Değerlendirmenin doğruluk ölçüsünü kanıtlamak için bu kez elde edilen ortam birimlerinden başlayarak, beklenen kuramsal görünür özdirenc değişim eğrisi araştırılır (do lay sız-direct çözüm). Bu nedenle başvuru Stefanesco tümlemesinin Ghosh yaklaşımı elde edilen birimlerden beklenen görünür özdirenc

$$Pa_w = a / T\{\hat{A}\}(J_0(*a)-J_0(2Aa))d \quad (\text{Ghosh, 1971})$$

eğrisi verir..

Denklemden yer alan T (A), pa(a) nın X dalga sayısı ortamındaki karşıtı olan dönüşük özdirenc işlevidir.

$$T(A) = p_1 R W$$

T (A) dönüşük özdirenc işlevi ortam birimlerinin bilinmesi ve Sunde (1949) denklemleri aracılığıyla saptanabilir.

$$R(X) = \frac{1 - k_1 \exp(-2Xd)}{1 + k_1 \exp(-2Xd)}$$

$$k_1 = \frac{p_2 - p_1}{p_1 * p_1}$$

Tümleme İşlevi ise Ghosh (1971) özdirenc süzgeç katsayıları ile sayılan T (X) işlevinin evrişimi ile sonuçlandırılır.

$$0 \gg n \sim \%^T m \cdot S_{n+1} \\ m = 1$$

Pa_n : Ayrık görünür özdirenc değerleri, T_m : Dönüşük özdirenc, S:Süzgeç katsayıları.

Bu işlemlerle ilgili olarak geliştirilmiş bir FORTRAN izlencesi kullanıma sunulmuştur (Camtez, 1975).

Bu işlemlerin değerlendirme ile elde edilen sonuçlara uygulanması ile beklenen pa(a) özdirenc değerleri elde edilir.

GERCES DERİK NEITHER; N;R;R OLCUHLERİ

AC 1) *	3.0	OZG(1* =	109.0
A(2) =	10.0	OZG(2) -	160.0
M S> =	18.0	OZG< 3)»	203.0
At 4) =	20.0	OZG(4)=	237.0
A(» > =	21S.0	myit n) =	265. «
A(ö) =	30.0	OZG(6)=	310.0
A< 7) =	03.0	OZG< 7)=	345.0
A(8) =	40.0	OZG< 8)=	370.0
A(9) =	43.0	OZG< 9)=	373.0
At 10) =	S0.0	OZÇ(10) =	300.0

KURAMSAL DERİH WEHHERdfjR?! OIJCÜHLERİ

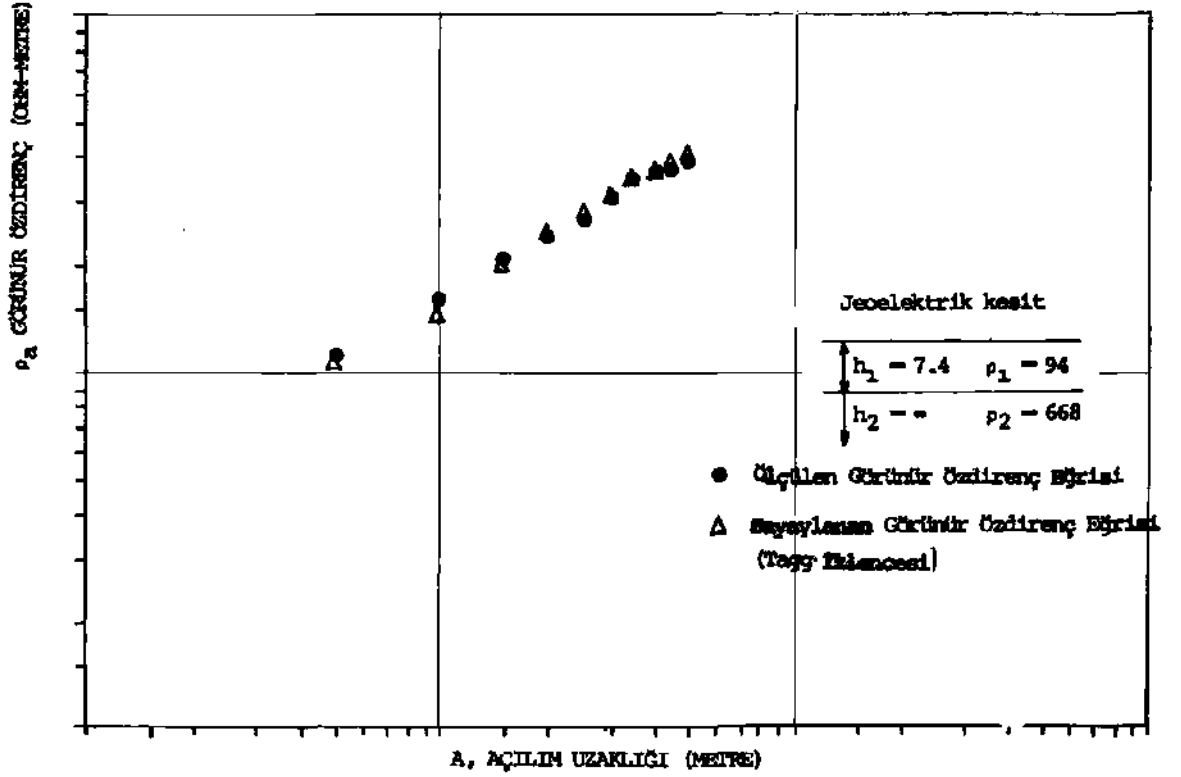
AC !> =	5.0	OZKt 1> =	106.0
At 2) =	10.0	OZK(2> =	148.9
A(3> =	11î.0	«MK< 3> =	197.4
AC 4) =	20.0	OZKX 4) =	241.3
Af 3> =	23.0	OZK(5) =	279.5
A(6>'	30.0	OZK< 6) =	313.0
At 7) =	35.0	OZK(7) =	342.9
A(B) =	4 «.0	«/<*< H) =	36?.7
AC 9) =	45.0	OZK< 9) =	396.4
A(10) =	50.0	OZK(10) =	410.8

Solda görülen ölçülen görünür özdirenc değerleriyle sağda dolaysız çözümle elde edilen kuramsal görünür Özdirenc değerlerinin büyük Ölçüde uygun olduğu izlenmektedir. Logaritmik ölçekte çakışma ise (Çizim 5) de görülmüyor.

L>olaylı yoldan saptadığı ortam birimlerinin doğruluğunu, dolaysız yönden görünür özdirenc değerlerini ölçülen değerlerle karşılaştırma olanağını sağlayan Tagg izlencesinin iki katmanlı ortamlar için yeterli duyarlıkta sonuç verdiği söylenebilir.

3. SONUÇ

Régula-Falsi köke yönelim yöntemi yardımıyla FORTRAN izlencesi biçimine dönüştürülen TAGG yöntemi çabuk çözüme gitmesinin yamsıra, insan



Cizim S. Tagg izlencesi ile değerlendirilen alan eğrisinin simgelediği kalmhk-özdirenç bulgularını kullanarak Ghosh yoluyla elde edilen beklenen $p_a(a)$ eğrisinin gerçek eğri ile uyumluluğunun incelenmesi.

girişimi olmadığından daha duyarlı sonuç verir. Bu biçimi ile sığ mühendislik sorunlarının çözümlenmesinde, bilgisayarlarla yapılan çalışmalarda eğrinin ilk parçasının duyarlı olarak değerlendirilmesinde ve benzer taslak çalışmalarda güven ile kullanılabilir.

Eğer üstteki katmanları içine alan tek eşdeğer katmanı simgeleyen ortamın eşdeğer özdirenç Dar-Zarrouk ya da Ebert yöntemi ile saptanabilir ve yöntem, ardı ardına iki katmana indirgeyerek, çok katmanlı ortamlara da uygulanabilir. Ancak Pirson (1935) m denemesi gibi eşdeğer katmanın eşdeğer özdirençinin Hummel bağıntısı ile araştırılması yararlı sonuçlara yol açabilir.

Ekte sunulan izleneceler gerek çabukluğu, gerek tekilliği ve gerekse çok sayıda dizilim türü için kullanılabilirliği bakımından diğer iki katmanlı değerlendirme yöntemlerine üstündür.

KAYNAKLAR

1. Cantez, Nezihi, 1975, özdirenç problemlerinde matematiksel modelleme: Jeofizik, Cilt IV, sayı: 3, s. 63-74.
2. Ebert, A., 1943, Grundlagen zur Auswertung geoelektrischer Tiefenmessungen: Behr. Zur. Augew Geophysik, v. 10, no. 1, p. 1-17,
3. Ercan, A., 1976, Sayısal çözümleme; İTÜ Maden Fakültesi, 120 sayfa.
4. Ergin, K., 1973, Uygulamalı Jeofizik; İTÜ Kütüphanesi s. 935, 374 sayfa.
5. Ghosh, D.P., 1971, The application of linear filter theory to the direct interpretation of geoelectrical resistivity sounding measurements: Geophys. Prosp. v. 19, p. 192-217.
6. Ghosh, D.P., 1971, Inverse filter coefficients for the computation of apparent resistivity standart curves for a horizontally stratified earth: Geophys. Prosp., v. 19, p. 769-776.

7. Gish, O.H., and Rooney, W.J., 1925, Measurement of resistivity of large masses of undisturbed earth: Terrestrial Magnetism Atmos. Electricity, v. 30, p. 161-138.
8. Heiland, C.A., 1940, Geophysical exploration: Hafner Pub. Co., New York, 1013 p.
9. Keller, G.V., and Frischknecht, F.C., 1966, Electrical methods in geophysical prospecting; Pergamon Press, New York, 517 p.
10. Lancaster-Jones E., 1930, The earth-resistivity method of electrical prospecting: Mining Mag., v. 42, No. 6.
11. Lugeon, M., and Schlumberger, Conrad, 1932, Application des méthodes de prospection électrique a l'étude des fondations de hauts barrages et des ouvrages annexes; Génie Civil, v. 101, no. 66.
12. Manhart, T.A., 1937, Model tank experiments and methods for interpretation of resistivity curves; Colo. Sch. Mines, Quart., v. 32, no. 1.
13. Pirson, S.J., 1934, Interpretation of three-layer resistivity curves: Am. Inst. Mining Metall. Engineers Trans., v. 110.
14. Sunde, E.D., 1949, Earth conduction effects in transmission systems; Dover Publ., New York, 370 pages.
15. Tagg, G.F., 1932, Interpretation of resistivity measurements: Am. Inst. Mining Metall. Engineers Tech. Pub. 477, 13 o.
16. Tattam, C.M., 1937, The application of electrical resistivity prospecting to groundwater problems: Colo. Sch. Mines Quart., v. 32, no. 1.
17. Telford, W.J., GeWart, L.J., Sheriff, R.J.E., Keys, D.A., 1976, Applied Geophysics; Cambridge Univ. Press, Cambridge, 860 p.
18. Van Nostrand, R.G. and Cook, K.L, 1966, Interpretation of resistivity data; Geol. Surv. Professional, paper no. 499, 310 pages.
19. Watson, R.J., and Johnson, J.F., 1938. On the extension of two-layer methods of Interpretation of earth resistivity data to three and more layers: Geophysics, v. 3, p. 7-21.

EK - I

ANA İZLENCE

```

DOUBLE PRECISION HI, OZD1, OZD2
DIMENSION A(30), OZD(30)
READ(4,1)L, OZD1, M
1  FORMAT(G1, 1X, D10.2, 1X, G2)
C. .... ÖLÇÜ DİZGESİNİN TÜRÜ
C. .... L= 1 SCHLUMBERGER
C. .... L = 2 WENNER
C. .... L = 3 POLE-DİPOLE (DİPOLE-DİPOLE)
C. .... OZDI : İLK KATMANIN ÖZDİRENCİ (OHM-METRE)
C. .... M: KANATTA SEÇİLEN NOKTALARIN SAYISI
      READ(4^)(A(I), OZD(I), I= 1>1)
2  FORMAT(2 G 10.2)
C. .... JV: SEÇİLEN NOKTALARIN AÇILIM DEĞERLERİ (METRE)
C. .... OZD : SEÇİLEN NOKTALARIN GÖRÜNÜR ÖZDİRENCİ (OHM-METRE)
      CALL TAGG(A, OZD, OZD1, M, L, OZD2, OZYAN, H1, HYAN)
      WRITE(6,3) H1, OZD1, OZD2
3  FORMAT(11X, *H(1) = *, D8. L, 5X, 'OZD(1) = *, D8.1, /,
6  10X, *H(2) = 9999. ', 5X, 'OZD(2) = ', D8.1)
      STOP
      END

```

Tagg Kalıp izlencesi (a)

```
SL0 1,2,3,3
SUBROUTINE TAGGCA.DA, Dİ ,NA, L, D2 , YD2 .HG, YH)
LOGICAL L1, L2, L3, L4
DOUBLE PRECISION DSQRT.HG.KG, YH, YKG, D2, YD2
DOUBLE PRECISION B0.B1, B2, TIM( 12), Dİ, DADI
DOUBLE PRECISION KATSAYC 3), YK(21), AH< 21)
DOUBLE PRECISION HE(21), EGRI<21, 3), A0, A1, A2,
SDIS, XKOK, H1, H2, H<50), HES, K(50), BULK, X
INTEGER TUR
DIMENSION A(1), DA( 1)
XKOK< A1, DIS, A2) - (-A1+DIS) • <2.0*A2)
BULK( A2, A1, A0, X) = A2*X**2+A1*X+A0
C . . . . . TAGG: TAGG YÖNTEMİNE GORE DERİN ELEKTRİK OZDIRENC EĞRİLERİNİ
C . . . . . TABAKALI ORTAM IGIN DEĞERLENDİREN PROGRAM DENKİDİR.
C . . . . . GIRIS BİRİMLERİ:
C . . . . . A: EGİK KANAT UZRİNDE SEÇİLEN BİR KAC NOKTANIN ACILIK DEĞERLERİ
C . . . . . DA: A AÇILIMLARINA KARŞILIK OLAN GORUNUR OZDIRENC DEĞERLERİ.
C . . . . . Di: İLK TABAKANIN GERÇEK OZDIRENCİ.
C . . . . . NA: EGİK KANATTA SEÇİLEN NOKTALARIN SAYISI.
C . . . . . L: 1 SCHLUMBERGER.2 WENNER ,L=3 POLAR DIPOLE DURUMU
C . . . . . ÇIKIŞ BİRİMLERİ:
C . . . . . D2: ALT TABAKANIN OZDIRENCİ.
C . . . . . YD2: D2'NİR (+-) OLASILIK SINIRLARI.
C . . . . . HG: İLK TABAKANIN KALINLIĞI.
C . . . . . YH: HG'NİN <+> OLASILIK SINIRLARI.
C . . . . . ÇAĞIRILAN SUBROUTINE* LER
C . . . . . 1. , 2. ENKKAR
C . . . . . 3. AGIRLK
C . . . . . 4. TASLAK
C . . . . . TASARIM: DR. AHMET ERCAN, İTÜ, JEOFİZİK, 1978
C . . . . . DA/'Dİ ORANLARININ İKİ TABAKA TASLAK EĞRİLERİNİ KESTİĞİ YERLER
C . . . . . (K, A/H)
HES=0.0D0
K( İ )=0.0D0
LL=Ö
4 DO 1 N=1, NA
C . . . . . KESİM NOKTALARI YK VE AH 'DIR.
DAD1=DA(N) /-D1
CALL TASLAHXL, DAD1, YK, AH, MET>
C . . . . . (YK.AH) KESİM YERLERİ, MET İSD SAYISIDIR.
C . . . . . OLASI KALINLIKLARIN SAPTANIMI.
42 DO 2 M=1, MET
2 HE<M>=-A(N) /AH(M)
C WRITE<6, 111) DADI, < YK<J) , HE<J) , J= 1, MET)
111 FOMATC12X.G11.4, ^, (1X.2D15.4), •••)
C . . . . . ( YK.HE) NOKTALARINA EN YAKIN YERDEN GEÇEN <K, H) EĞRİSİNİN
C . . . . . DENKLEMİNİN SAPTANIMI ( İKİNCİ DERECEDEDEN ENKUCUK KARELER)
C CALL ENKKAR<HE, YK, MET, 2, KATSAY, TIM)
C WRITE<6, 222> DADI
222 FOMAT(20X, 'DA/D1=* , D11.4)
C . . . . . DİĞER YANSIMA EĞRİLERİ İLE YENİ SAPTANANIN KESİM NOKTALARININ
C . . . . . ARAŞTIRILMASI.
DO 3 JEGRI=1, 3
3 EGRI< N, JEGRI) =KATSAY(JEGRI)
B0=EGRI<N, 1)
B1=EGRKN, 2)
B2=EGRI(N, 3)
IFUT.EQ. 1) GO TO 1
İİİ=N-1
```

Taqq Kalıp izlencesi (b)

```
DO 5 J=1,N1
A0=EGRHJ, 1>-EGRI(N,1>
A1=EGIU(J,2)-EGRI<N,2>
A2=EGHI(J,3)-EGRHN,3>
C . . . . . EOER BİRİNCİ DERECE POLİNOİİ İSE
L4=A2.EQ.0.0B0.AND.<A1.NE.0.0B0.AND.A0.NE.0.0D0>
IF(.NOT.L4) GO TO 91
H1*=-A0/A1
H2=-1.0D0
GO TO 92
91 EES=1
L3=A©,EÖ.0.0D0.ATİD.A1.EQ.0.0D0.ANİ).A2.Ea.0.0D0
IF<.NOT.L3) GO TO 90
KES=0
GO TO 5
90 D18=A1#*2-4.0KA0*A2
IF(D18.LT.0.0D0) GO TO 5
DIS=DSQRT<DIS)
H1=XKOK(A1,DIS,A2)
H2=XKOK<A1,-DIS,A2)
92 L1>H1.LT.0.0B©
L2=H2.LT.0.0D0
IFCL1.AHD.L2) GO TO S
LL=LL+1
IF(L1) GO TO 20
IF(L2) GO TO 30
IF(.NOT.(L1.APn).L2)) GO TO 40
30 H<LL)=H1
GO TO 50
20 H(LL)=H2
GO TO 50
40 TF(H1.GE.H2) GO TO 20
GO TO 30
50 HES=H(LL)
K(LL)=BULK(B2,B1,B0,HES)
5 CONTINUE
C WRITE(6,I2> <L,K(L>,L,H(L),L>1,LL)
12 FORHATC30X,*K<' ,G1,' )=' .D15.4.3X.' H(* ,G1,' )=*,1)15.4)
1 CONTINUE
IF(NA.LE.2) GO TO 60
CO TO 70
60 KC=K(1)
HG=HES
YH=0.0D0
YKG*0.0D0
GO TO 80
C . . . . . ELDE EDİLEN (K.H) DAĞILIMININ AĞIRLIK NOKTASI, CEBCEK YANSIMA VE
C . . . . . KALINLIK DEĞERLERİNİ VERİR.
70 CONTINUE
1F(KES.NE.0) GO TO 100
D2=D1
YD2=0.0D0
HG=0.0D0
YH=0.0D0
RETURN
100 CALL AGIRLK(H,K,LL,HG,KG,YH,YKC>
80 B2=((I.+KCİ/(1.-KG))*D1
YD2=(<(1.+YKG)/(I.-YKf»)*D1
C . . . . . ALT TABAKANIN ÖZDİRESCİ : D2+-YD2
C . . . . . İLK TABAKANIN KALINLIĞI : HC+-YH
BET'TJI
END
```

Taslak Kalıp İzlenesi - a -

```

SUBROUTINE TASLAK(L,DADI , YK , AH.MET)
  LOCAL L1,L2,L3,L4,L5
  »OUFLK PRECISION C1,C2
  IMMIBJK PRECISION FY,TK,TB,B,A1,A2,DUYAR,FK,FB, YK,BULDUM,YAKLAŞ
  IMIUHLK PRECISION TY,AK,AH, K<21> , AHY,AHK,AHB,DADI, YK<21> , AII(21)
  DOUBLE PRECISION DABS
  INTKGKR TUR
  »ATA K/1.ft,0.9,0.8,0.7,0.6,0.5,0.4,0.3,0.2,0.1,0.0,
  S-T..->.9,-0.8,-0.7,-0.6,-0.5,-0*4,-0.3,-0.2,-0.1/
C .....TASLAK: İKİ TABAKA ELEKTRİK ÖZDİRENC TASLAK EĞRİLERİ (SCHLUM-
C .....BKR CER, WNNER, DI POL) ÜRETİR VE BU EĞRİLERLE DA/Dİ ORAK
c; .....DOĞRUSUNUN KESİM NOKTALARININ KOORDINATLARINI BULUR.
C .....İÇERİKLERİ
C .....L=1 SCHLUMHERGER BURUNU
C .....L=2 WENNER DURUMU
C .....L=H POI.AR-DI POLE DURUMU.
G .....DADI* SECİLEH CORUNUR ÖZDİRENC DEĞERLERİNİ İLK TABAKA-
C .....NİH O'/DİRENCİN ORAKLARI
C .....YK=<D2-R1 >/<112+111 ) YANSIMA KATSAYISI
C .....MET* TASLAKÇA SAPTANAN TOPLAM KESİM NOKTASI SAYISI
C .....AH=A/H1 (ACILI M/İLK TABAKA KALINLIĞI)
C .....TASARIM: DR. AHMET ERCAN, İTÜ,.JEOFİZİK, 1978
C .....SCHLUMHERGER KIRIMI
  B(AH,AK,N)=AK**N/(1.0+(C2.0*N)/AH)**2)**1.5
C .....WENNER BİRİMLERİ
  AH.AH.AK,N)=CAK**N/(1.0+<2.0*N*(I./AH)**2)**0.5)
  A2<AH.AK,N)=(AK**N/(4.0+(2.0*N*(1./AH)**2)**>.ii)
C .....POLAR Dİ POL BİRİMLERİ
  CI(AH,AK,N)=AK**N/<1.0D0+(2.0D0*FLOAT<N)/AH)**2)**1.5
  C2(AH,AK, IO=AK**N/<1.0D0+<2.0D0»*KLOAT<N)/AH)**2)**2.3
C .....YK'NİN SAPTANMASINDA İSTENEN DUYARLIKCHOS ÇORU SINIRI)
  DUYAR=0.01
C .....A/H 'NİN SAPTANMASINDA İSTENEN DUYARLIK.
  YAKLAŞ*0.Ö1
C .....İTERM: SERİ AÇILIMINDA ALINAN TERİM SAYISIDIR.
  İTERMOS
  DP=SNGL(DAD1)
  1FCDP-1.0) 2,2,1
C .....K VE A TURU EGRI
  1 KK=1
  KB=10
  GO TO 3
C .....H VE a TURU EGRI.
  2 KK=12
  KB=21
C .....SCHLUMBERGER VE WENNER TASLAK EĞRİLERİNİN SAPTANMASI
  3 JM
  AHY=0.1
  DO 0 I=KK,KB
  YK<J)=0.0
  AH<J)=0.0
  AHK*AHY
  AHB=100.
C .....- EĞER KOK YOKSA YADA YAKLAS İLAMADI İSE
  10 TB=0.0
  TK=TB
C .....EGRI SCHLUMBERGER»MI YOKSA WENNER*MI?
  IFCL.GT.1) GO TO 100
C .....SCHLUMBERGER

```

Taslak Kalıp İzlenesi - b -

```
DO 6 N<1, İTERM
AK=K< I)
TK=TK+B<AHK,AK,N)*2.0
6 TE=TB+B(AHB,AK,N)*2.0
GO TO HO
G..... WERNER
100 IFCL.GT.2) GO TO 208
DO 60 N= 1,İTERM
AK=K< I)
TK=TK+ (AI (AHK , AK , N>-A2 (AHK , AK , N>>*4
TB*TB+ (A1 (AHB , AK , N) -A2<AHB , AK , N) >*4
60 CONTINUE
GO TO 110
C..... .POLAR DI FOL DURUMU.
200 DO 70 N=1, İTERM
AK=K( I)
TK=TK+3.0*C2<AHK<AK, N) -C1 (AHK , AK .N)
TB=TB+3.0*G2 (AHB , AK , N) -CHAHB , AK , N)
70 CONTINUE
C..... .REGULA-FALSI YÖNTEMİNE GORE. ( (DA/DD-CA/'H) ) ECRISIYLA DADI
G..... .DOĞRUSUNUN KESİM NOKTASININ SAPTANIMI <KOK BULMA) .
110 FK=<1.0-DAD1)+TK
FB=(1.0-DAD1)+TB
IF<FK*FB) 55,9,5
C..... .EGER HER İKİ DEĞER <-) YA DA C+) İSE KDK YOTÜR.
55 AHY=< AHB*FK-AHK#FB>/ (FK-FB)
TY=0.0
DO 13 İİ- 1, İTERM
IF(L.GT.1) GO TO 90
C..... .SCHLÜMBERGER
80 TY=TY+B (AHY , AK , N) *2.0
GO TO 13
C..... .WENNER
90 CONTINUE
IFCL.GT.2) GO TO 91
TY=TY+tAl<AHY , AK , N>-A2<AHY , AK , N) ) *4
GO TO 13
C..... .POLAR DİPOL
91 TY=TY+3.0*#C2<ABY , AK , N) -C1 ( AHY , AK , N)
13 CONTINUE
FY=(1.0-DAD1)+TY
BULDUM=DABSCDABS (AHB) -DABSCAHK) )
L3=DABSCFY) .GE.O.0D0 .AND.DABS<FY) .LE.DUYAR
L1=BULDUM.GE.O.0D0 .AND.BULDUM.LE.YAKLAŞ
C..... .EGER KOK BULUNDUYSA
İrCLl.0B.L8) GO TO 9
C..... .EGER KOK BULUNMADIYSAj FY'NİN BELGİSİ NE ?
IF(FY*FK> 11,9,12
C..... .KDK ARAŞTIRILİYOR
11 AHB=AHY
GO TO 10
12 AHK=AHY
GO TO 10
C..... .KOK BULUNDU
9 YK(J)=K(I)
AH(J)>*AHY
C..... .Jİ AAAAA. .BİR KDK BULDUMMM SAYACI.
16 J=J+1
5 CONTINUE
15 MET=J-1
C..... .TOPLAM YK VE AH SAYISI : DAD1*Iff YK EĞRİSİNİ KESTİĞİ YERLERİN
C..... .TOPLAM SAYISI
RETURN
END
```


ENKKAR Kalıp İzlenesi

```

<LU 1,2.3,3,
SUBROUTINE ENKKAR<X. Y. N, IDER.C,V>
DOUBLE PRECISION C ( I ) , V ( 1 > , A ( İ50 ) , ' <<58 ) , B <50 ) , W
DOUBLE PRECISION X < I > , Y < 1 >
DOUBLE PRECISION CI , C2.C3 , XA , POL , SAPMA
C      ———KNKKAR. . . . X, Y »AÇILIMINA EN YAKIN YERLERDEN GEÇEN
C      I DER* (MCI DERECE POLİNÖMÜN KATSAYILARINI BULUR.
C      KULLANILAN YONTEMLER:
C      1. EN KUCUK KARELER YÖNTEMİ.
C      2. CAUKS-JORDAN MATRİS ELEME YÖNTEMİ.
G      İÇİNDEKİLERİN TANIMI
C      X: YATAY EKSEN »ECERLERİ
C      Y!DUSKY EKSEN »ECERLERİ
C      N: TOPLAM VERİ SAYISI
C      I DER: ENKUCUK KARELER YAKLAŞIMININ DERECEŚİ
C      SAPMA: EN KVCUK KARELER YAKLAŞIMI İLE YAPILAN L.S.Ö.EIUL YANILGISI
C      Ci YAKLAŞIM POLİNÖMÜNÜN KATSAYILARI
C      C NİN ANA PROGRAMDAKİ BOYUTU (IDEH+1> OLMALIDIR
C      IDBR EN COK 10 OLABİLİR
<:      TASAR I M: DR. AHMET ERCAN I.T.U JEOFİZİK 197rt
A ( D = KLOAT ( N )
KAT= IDEH*2
no i j-i, KAT
T ( J > = 0.0
DO 2 K=1, N
2 T ( J ) = T ( J ) + X ( K ) ** J
1 CONTINUE
IBOY=IDER+1
JJ-1
M=-1
DO 3 I=1, IBOY
JJ=JJ+I
M-m-1
DO 4 J=1, IBOY
IF ( I.Ea.1.AND.J.Ea.1 ) GOTO
K= I+J-2
LL=JJ+K-i+H
A ( LL ) = T ( K )
4 CONTINUE
3 CONTINUE
DO 6 J=1, IBOY
JJ=J-1
B ( J ) = 0.0
W=i.
DO 6 K=1, N
IF ( J.NE.1 ) W^X ( K ) ** JJ
B ( J ) = B ( J ) + Y ( K ) * W
MN=LL+IBOY
MM=LL+1
DO 19 PFS=MM, WN
WV=MS-LL
ie A ( MS ) = B ( MV )
DO 777 IV=1, MN
V ( IV ) = A ( IV )
777 CONTINUE
MB=0
MM=1
I3£K=IBOY+1
DO 111 K*1, KN.ISEK
KK=K+IBOY
DO 222 J*KK.MN, IBOY
222 A < J ) = A ( J ) / A ( K >
A < K ) = 1.
NB=K+IBOY
MB=MM
MSON=MB+IBOY-1
DO 444 H-MB.MSON
MM?MM+1
IF ( M.EQ.K ) GO TO 444
NL=M
DO 555 N*NB, MN, IBOY
NL=NL+IBOY
599 A ( NL ) = A ( NL ) - A ( M ) * A < N )
A ( M ) * © .
444 CONTINUE
111 CONTINUE
DO 666 II*1, IBOY
IM=IBOY-II
MIL*MN-IH
666 C < II ) = A ( MIL )
RETURN
END

```

f1f1TKT.-ryKalıpİzlencesi

```

•LU   İ, 2, 3, a
      SUBROUTINE   AGIRLKtX,Y,N,XA,YA,SXÂ,SYA)
      DOUBLE PRECISION  B0,B1,B2.C0.Cİ,06,01,XA,E<,E1,YA.XD, YD, YT,XT
      DOUBLE PRECISION  XR.YR,V.DSQRT.SXA,SYA
      DOUBLE PRECISION  KATSAYt10),TİM<20>,X< 1),Y( 1)
      DOUBLE PRECISION  TX.TY ,TYX ,TX2 ,TY2 ,A0 ,A1 ,R
      V(R,A0,AI)*A0+A1*R
C     . . . . . AGIRLK: <X,Y> DAĞILIMININ AĞIRLIK MERKEZ İ İf İ BULUR.
C     . . . . . KULLANILAN YONTEM:CİFT YANLI ENKUGUK KARELER YAKLAŞIRI.
C     . . . . . GİRİŞ BİRİMLERİ :
C     . . . . . X: YATAY EKSEN DEĞERLERİ.
C     . . . . . Yİ BUSEY EKSEN DEĞERLERİ.
C     . . . . . Nİ VERİ SAYISI.
C     . . . . . ÇIKIS BİRİMLERİ:
C     . . . . .(XA, YA): AĞIRLIK MERKZİNİN KORO İ HATLARI
C     . . . . .(SXA,SYA)t ACI Kİ, İK MERKEZİNİN OLASI YAN İLGİSULStt ERROR)
C
C     . . . . . TASARIM: OR. AHMET ERCAN, İTO, JEOFİZİK, 1978
C
      TYX=0.0İM»
      TY=TYX
      TX=TYX
      TXÜ=TYX
      TY2-TYX
      W) S J=1,N
      TX=TX+X(J)
      TY=TY+Y(J)
      TYX=TYX+X< J) *Y( J)
      TX2=TX2+X< J)*X( J)
3     CONTINUE
      TY2-TY2+Y( J) *Y( J)
      B1 = ( FLOAT< N) *TYX-TX*TY) / ( FLOAT( N) *TX2-TX*TX)
      B0= ( TY-B1*TX) /FLOATİ N)
      C1 = ( FLOATf N) *TYX-TY*TX) / ( FLOAT( N) *TY2-TY*TY>
      C0= { TX-C1*TY) /FLOAT( N>
      DG=-C0/C1
      Di-1.e/c1
      XA=(D0-B0)/(B1-D1)
      E9*(-DO/H1)
      E1=İ.0/-B1
      YA=(E0-C0)/(C1-E1)
      XD=0.
      YD=0.
      YT=0.
      XT=YT
      DO 1 J*1,H
      XR=X(J)
      YR=Y<J>
      YT=YT+tY<J>-V<XR,B0,B1>)**2
      XT=XT+(X(J>-V(YR,C0,C1))**2
      XD*XD+<X(J>-V(YR,Ee,E1))**2
      YD=YD+(Y(J)-V(XR,O0,O1))**2
1     CONTINUE
      S YA= ( DSQRT( YİVFLOATt N) )+DSQRT< YD/FLOATC W) ) ^ 2 . 0D0
      SXA= C DSQRİX XT/FLOATC1? ) > +DSİtRT( XDvFLOAT( N) ) / 2 . 0D6
      RETURN
      END
«BEND

```