

Küre Biçimli Süreksizliklerin Yapay Uçlaşma Düz Çözümü

Induced Polarization Responses of the Spherical Discontinuities

İbrahim ONUR(*)

ÖZET

Bu çalışmada, düzgün elektrik alan içinde bulunan iletken kürenin uyarıcı bir kaynağa gösterdiği tepki matematik yoldan hesaplanarak yeni bir görünür öz direnç ve ağırlık katsayı bağıntısı geliştirilmiştir. Bu bağıntılar bazı simgelerin kullanılması ile yeniden düzenlenerek matematik hesaplama kolaylığı sağlanmıştır. Kol-Kol (Dipole-Dipole) dizilimi için, bu bağıntılardan yararlanarak karakteristik görünür öz direnç ve ağırlık katsayı eğrileri ve haritaları elde edilmiştir.

Uygulama alanı Trabzon iline bağlı Sürmene Baştımar sahasıdır. MTA Genel Müdürlüğü'nce bu sahada Kol-Kol dizilimi kullanılarak YU çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonucu elde edilen arazi haritalarından seçilen bir doğrultu için, geliştirilen bağıntıların bir uygulaması yapılmıştır. Sonuçta, yaklaşık gerçek YU değıştirgen değerleri kullanılmasıyla arazi eğrilerine uyum sağlayan görünür YU eğrileri saptanabilmiştir.

ABSTRACT

In this study, a new apparent resistivity and weighting coefficient relationship were developed by using the expression of the anomaly source potential obtained for a conductive sphere located in a uniform electrostatic field. The expressions of relations were rearranged according to the symbols used. By this procedure, their mathematical computations were made easier. The characteristic apparent resistivity and weighting coefficient curves and maps were prepared by employing the equations developed for the Dipole-Dipole electrode array.

The survey field is the area of Sürmene Baştımar in the province of Trabzon. In this area, an IP field investigation involving the dipole-dipole array was carried out by the MTA Institute. The relationships derived in this work were examined by using a profile which is chosen from the IP field maps. Finally, the apparent IP curves which were in close agreement with the field curves were determined by employing the approximately correct IP parameters.

(*) Dr. Jeofizik Yük. Müh., HÜ Mühendislik Fakültesi Maden Bölümü, ZONGULDAK

Kullanılan Simgeler

- YU = Yapay Uçfaşma (Induced Polarization).
- R* = Kürenin yarıçapı (m).
- r = Küre merkezi ile gözlem noktası arasındaki uzaklık (m).
- R = Küre merkezi ile akım ucu arasındaki uzaklık (m).
- a = Elektrod aralığı (m).
- d = Derinlik (m).
- Z = Geometrik biçim merkezinin yeryüzeyindeki izdüşümünün ölçü noktasına olan uzaklığının (X), geometrik biçim derinliğine oranı ($z = x/d$), boyutsuz.
- a = Elektrod aralığının geometrik biçim derinliğine oranı ($a=a/d$), boyutsuz.
- F(z/x) = Konumlama çarpanı.
- C,K,L = Geliştirilen matematik bağıntıları basite dönüştürmek için kullanılan simgeler.
- I = Uyarıcı akım yoğunluğu (Amper).
- E₀ = Uyana alan (Volt/m).
- é^ = Uyarıcı potansiyel (volt).
- 0ı 0Q = Potansiyel (volt).**
- A0 = Potansiyel farkı (volt).
- S = Ardışık toplam.
- 8 — Akım ucu ile potansiyel ucunu gören açı (derece).
- a = Elektrik iletkenlik (mho/m).
- m = Uçlaşabilme yoğunluğu (milisaniye).
- pa = Görünür özdirenç (ohm-m).
- Pı = Ortam gerçek özdirenci (ohm-m).
- Pı — Ortam içinde bulunan birimin gerçek özdirenci (ohm-m).
- FEa = Görünür frekans etkisi.
- FEı = Ortamın gerçek frekans etkisi.
- FE₂ — Ortam içinde bulunan birimin gerçek frekans etkisi.
- M Fa = Görünür metal çarpanı, iletkenlik farkı boyutunda.
- B] = Ortamın ağırlık katsayısı, boyutsuz.
- B₂ = Ortam içinde bulunan birimin ağırlık katsayısı, boyutsuz.

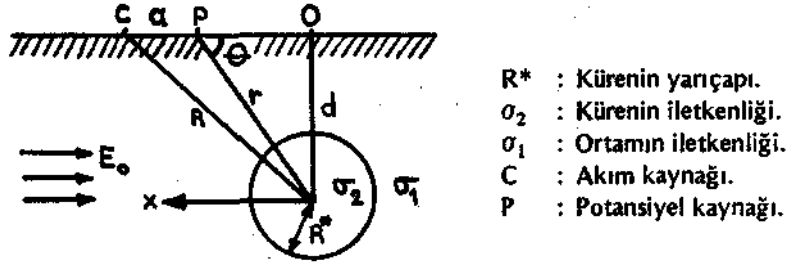
1. GİRİŞ

İyon içeren bir ortam içine elektrik akımı gönderildiğinde, metalik mineral ve eriyik ortamın arayüzeyi ya da gözenekli ortamın dar geçitleri önünde yığılan iyonlar Fiziko kimyasal kuramlara bağlı olarak bir uçuşma düzeni oluştururlar. İyonların bu şekilde uçuşmaları uyarıcı akımın yoğunluğuna, frekansına, iyon cinsine ve miktarına bağlı olarak ortamın direncini etkileyerek artırır. Etkinin en fazla olduğu bölgeler belirli kaynakları simgeler.

Çeşitli süreksizler yapay uçuşma ölçümlerini ayrı ayrı belirtiler biçiminde bozmaya çalışır. Bu geometrik etki olarak alınrsa, yatay katmanlı ortam dışında geometrik etkilerin belirti değişimindeki yerinin jeofizik yayınlarında henüz yeterince ayrıntılı bir şekilde incelenmemiş olduğunu görürüz.

Süreksizler içeren ortamın YU bağıntıları oldukça karmaşıktır. Seigel (1959), görünür YU belirtisinin, ortamın gerçek YU belirtileri ile öz dirençlerindeki değişim miktarlarının çarpımlarının bir fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Seigel gelişimi YU yönteminin matematiksel gelişimi içinde temel bir ilke olmuştur. Bu temel düşünceden giderek yeraltında var olan geometrik bir biçimin, içinde bulunduğu ortama bağlı olarak öz direnç bağıntısı hangi matematik yolla olursa olsun elde edilebildiğinde, bu bağıntının ortamın gerçek öz dirençlerine göre türevlerini alarak, gerçek değerleri görünür yapan YU ağırlık katsayılarını bulabiliriz. Bu düşünce, çal ışmarında temelini oluşturmuştur.

2. KÜRE BİÇİMİ İÇİN MATEMATİKSEL GELİŞİM



Şekil 1- İletken bir kürenin yeryüzeyindeki bir P noktasında meydana getireceği potansiyel (Stratton, 1941).

Stratton (1941), düzgün bir elektrik alan içinde bulunan iletken bir kürenin yeryüzeyindeki bir P noktasında meydana getireceği potansiyeli,

$$\phi = [-E_0 r + (\sigma_2 - \sigma_1) / (\sigma_2 + \sigma_1) E_0 R^3] \cos \theta \quad (D)$$

olarak vermiştir. Burada, $\sigma_2 = 1/\rho_2$, $\sigma_1 = 1/\rho_1$ 'dir.

Kürenin, düzgün her noktasında aynı özelliği gösteren ve yönlere göre değişmeyen (homogen ve izotrop) bir ortam içinde bulunduğu gözönüne alınmıştır. Eğer tek düze ortamın öz direnci P_t ise, yeryüzeyinde herhangi bir noktadaki bir akım kaynağından dolayı oluşan potansiyelin,

$$\phi_0 = \frac{I \rho_1}{2 \pi} \left(\frac{1}{R} \right)$$

olduğunu biliyoruz. Buradan elektrik alan,

$$E_r = - \frac{I \rho_1}{2 \pi R^2}$$

olarak elde edilir.

Uyarıcı potansiyel için $0 - 0 \cdot \cos 0 = 1$ olacaktır. Uygulamada uyarıcı potansiyel için r yerine, elektrod aralığı alındığından, $r = a$ yazılabilir. Bu taktirde uyarıcı potansiyel,

$$\phi_N = -E_0 r = -E_0 a = \frac{I \rho_1}{2 \pi} \left(\frac{1}{a^2} \right) a = \frac{I \rho_1}{2 \pi} \left(\frac{1}{a} \right) \quad (2)$$

olarak bulunur. Toplam potansiyel, uyarıcı potansiyel ile uyarılan potansiyelin toplamı olacağından,

$$\phi = \frac{L \xi i}{2 \pi a} \left(\frac{1}{P_1 + 2 p_2} \right) \cdot \frac{i L \cdot R^3 \cdot A}{R^2 \cdot r^2} \cdot \cos \theta \quad (3)$$

elde edilir.

İletken bir küre için (3) denklemi kullanılarak gözönüne alınan Kol-Kol dizilimi için görünür öz direnç bağıntısı çıkartılabilir. Elde edilen görünür öz direnç bağıntısından da B_0 , B_2 ağırlık katsayıları saptanabilir.

2.1. Kol-Kol Dizilimi için Ağırlık Katsayısının Hesaplanması—

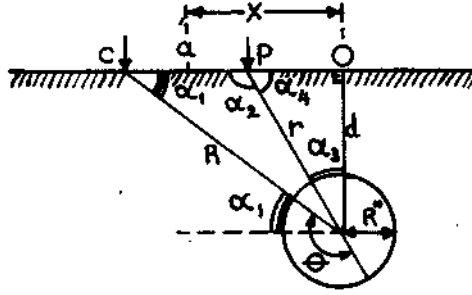
Kol-Kol dizilimi için görünür öz direnç bağıntısının,

$$p_{kk} = a \cdot 7 r n (n + 1) \cdot (n + 2) \frac{A \epsilon}{l} -$$

olduğunu biliyoruz. A_0 yerine, küre için elde edilen (3) bağıntısı koyularak,

$$p_{kk} = a \cdot 7 r n (n + 1) \cdot (n + 2) \frac{L \cdot W}{\left\{ n + 2 \right\} \left[1 + \frac{P_1/2}{(P_1 + 2 p_2)} \right] \cdot \frac{a/R^2 \cdot R^3 \cdot 1/r^2 \cdot \cos \theta}{\dots}} \quad (4)$$

bulunur. Küre biçimi için, geometrik konuma ve dizilime bağlı olan Konumlanma çarpamı $F = a \cos \theta / R^2 r^2$ nin fonksiyonudur.



X : Küre merkezinin yeryüzeyi üzerindeki izdüşümün ölçü noktasına olan uzaklığı.
a : Elektrod aralığı.
d : Yeryüzünden kürenin merkezine olan derinlik.

Şekil 2- Geometrik konum düzeninin yerleştirilişi (Keçeli, 1975).

Bir akım ve potansiyel ucu için konumlanma çarpamı bağıntıları çıkartılabilir. Örneğin, $n = 1$ için;

$\theta = \alpha_1 + \alpha_2$ açılarının toplamıdır.

$$\cos \theta = - (\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_4 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_3)$$

$$\cos \theta = - \left(\frac{x^2 - a^2/4 + d^2}{Rr} \right)$$

bulunur.

$$R^2 = (x + a/2)^2 + d^2, R^3 = [(x + a/2)^2 + d^2]^{3/2}$$

$$r^2 = (x - a/2)^2 + d^2, r^3 = [(-a/2)^2 + d^2]^{3/2}$$

$$Z = \frac{x}{d}, a = -\frac{d}{Z}$$

eşitlikleri gözönüne alınarak,

$$F(Z, a) \Big|_{cp} = - \frac{a(1 + z^2 - a^2/4)}{d^3 (1 + z^2 + za + a^2/4)^{3/2} (1 + Z^2 - Za + a^2/4)^{3/2}} \quad (5)$$

elde edilir. Konumlanma çarpanı (4) bağıntısında yerine koyularak,

$$P^{kk} \sim \frac{1}{2^n} \binom{n}{n_1} \binom{n}{n_2} \dots \binom{n}{n_k} P_1 \dots P_k R^{*3} \cdot F(Z, a) U_j \Big|_{cp} \quad (6)$$

bulunur. Buradan B_2 ve B_1 ağırlık katsayıları aşağıdaki gibi saptanır.

$$B_{cp}^j \gg \frac{p_2}{pa} \frac{3pa}{9p_2} \frac{3p^2 p_2 / (P_1 + 2p_2)^2 \cdot R^{*3} \cdot F(Z, a) L}{P_1 - (P_1 - p_2) P_1 / (P_1 + 2p_2) \cdot R^{*3} \cdot F(Z, a) 1 - cp} \quad (7)$$

$$cp'' \frac{P_1}{pa} \frac{3pa}{9p_1} \frac{3p \hat{P}_2 / (p_1 + 2p_2)^2 \cdot R^{*3} \cdot F(Z, a) \wedge}{P_1 - (P_1 - Pa) P_1 / (P_1 + 2P_2) \cdot R^{*3} \cdot F(Z, a) cp} \quad (8)$$

ölçü yapılan noktanın ağırlık katsayısı, öncelikle $F(Z, a) L$ konumlama çarpanı değerlerinin ve buna bağlı olarak B_j^{\wedge} - değerlerinin bulunarak,

$$B_2 I_{kk} = \frac{1}{2} [(n+1) \binom{n+2}{n_1} B_2 | - n \binom{n+2}{n_2} B_2 | - n \binom{n+2}{n_3} B_2 U = - +_n \binom{n+1}{n_4} B_2 |]' \quad (9)$$

bağıntısında yerlerine koyulmasıyla elde edilir.

2.2. Kol-Kol Dizilimi İçin Görünür Czdirencin Hesaplanması

$$\begin{array}{c} \overleftarrow{L\hat{U}} \\ \bullet \\ \mathbf{c}_2 \quad \mathbf{c}_1 \end{array} \quad \frac{na}{P_1} \frac{Jt\hat{e}}{P_2} \quad k \quad \begin{array}{l} O = \text{Dizilim merkezi,} \\ a = \text{Elektrod aralığı.} \end{array}$$

Şekil 3- Kol-Kol dizilimi.

Kol-Kol dizilimi için,

$$pa = a i r n(n+1)(n+2) \quad A^{<j>} \quad \mathbf{A0} = \begin{pmatrix} 0 & -\langle t \rangle \\ \mathbf{c}_1 P_2 & \mathbf{c}_1 P_1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} * & * \\ \mathbf{c}_2 P_1 & \mathbf{c}_2 P_2 \end{pmatrix}$$

olduğunu biliyoruz.

$$\phi_{c_1 p_1} \text{ için } \rightarrow \phi_{c_1 p_1} = \frac{I \rho_1}{2 \pi} \left(\frac{1}{n a} \right) \text{ olur.}$$

Uyarıcı ve uyarılan potansiyel toplamından

$$\Delta \phi_{c_1 p_1} = \frac{I}{2 \pi (n a)} \left[\rho_1 - \frac{(\rho_1 - \rho_2) \rho_1}{(\rho_1 + 2 \rho_2)} R^{*3} \cdot F(Z, \alpha) \Big|_{c_1 p_1} \right]$$

$\rho a \Big|_{c_1 p_1}$

$$\rho a_{kk} = a \pi n (n+1) (n+2) \frac{1/2 \pi (n a) \cdot \rho a \Big|_{c_1 p_1}}{I}$$

yazılır. $\rho a_{kk} = \frac{1}{2} (n+1) (n+2) \rho a \Big|_{c_1 p_1}$

olarak bulunur. Sırasıyla diğer elektrod ayrımları ($c_7 p_7$, c^{\wedge} , $c^{\wedge} p_7$) için de uygulanırsa, Kol-Kol dizilimi için görünür özdirenç saptanır.

$$\rho a_{kk} = -\frac{1}{2} \left[(n+1) (n+2) \rho a \Big|_{c_1 p_1} - n (n+2) \rho a \Big|_{c_1 p_2} - n (n+2) \rho a \Big|_{c_1 p_7} + n (n+1) \rho a \Big|_{c_1 p_7} \right] \quad (10)$$

olarak saptanır.

3. KURAMSAL ÇALIŞMA

Çalışmada yarıçapı $R^* = 1$ metre olan Küre biçimi gözönüne alınmıştır. Yeryüzeyinden kürenin merkezine olan derinlik, önce $d = 2$ m. sonra elde edilen eşdeğer görünür özdirenç ve görünürlük katsayılarına ait «ğrilerdeki kapanışları görebilmek amacı ile $d = 4$ m. olarak seçilmiştir. Elektrod aralığı (a) ise 1 metredir.

Hesaplama kolaylığı açısından,

$$C = \frac{\rho_1^2 \cdot \rho_2}{(\rho_1 + 2 \rho_2)^2} \cdot R^{*3} \quad K = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot \rho_1}{(\rho_1 + 2 \rho_2)} \cdot R^{*3} \quad (11)$$

$$L = p_1$$

Simgeleri kabul edilerek, ağırlık katsayı ve görünür özdirenç bağıntıları,

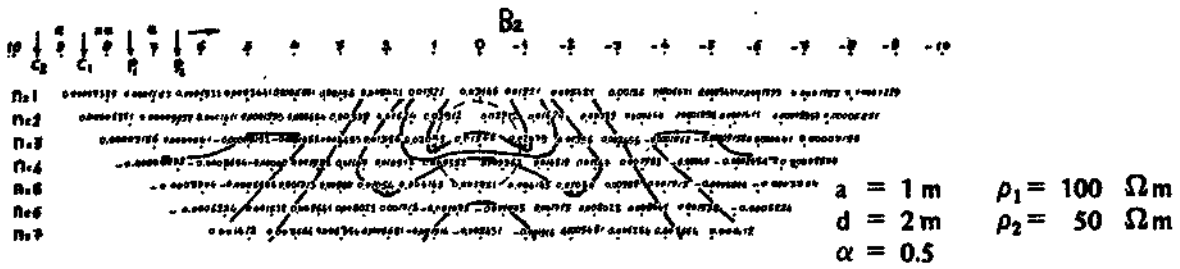
$$B_2 \Big|_{cp} = \frac{3 \cdot C \cdot F(Z, \alpha) \Big|_{cp}}{L - K \cdot F(Z, \alpha) \Big|_{cp}} \quad (12) \quad \rho a \Big|_{cp} = L - K \cdot F(Z, \alpha) \Big|_{cp}$$

tanımlamalarına dönüştürülmüştür.

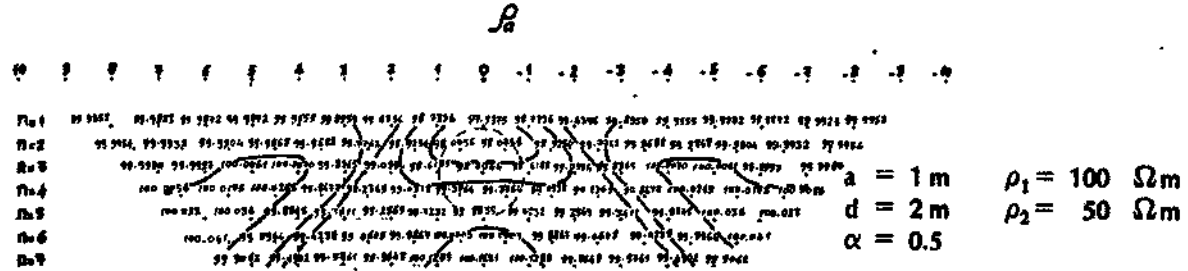
Bir akım ve potansiyel ucu için elde edilen $B_2 \Big|_{cp}$ ve $\rho a \Big|_{cp}$ değerleri, (9) ve (10) bağıntılarında yerlerine koyularak, ölçü noktasına ait görünürlük katsayı ve görünür özdirenç değerleri saptanmıştır.

Çalışmada $p_1 = 100$ ohm m., $p_2 = 50$ ohm-m. özdirenç farkı için $K = 25$, $L = 100$, $C = 12.5$; $p_1 = 100$ ohm-m., $p_2 = 100$ ohm-m. özdirenç farkı için ise $K = 0$, $L = 100$, $C = 11,111112$ simge değerleri elde edilerek Şekil 4 ve 5'de görülen haritalar ile Şekil 6 ve 7'de görülen karakteristik değişim eğrileri çizilmiştir.

Kol - Kol (DİPOLE - DİPOLE) (KÜRE)

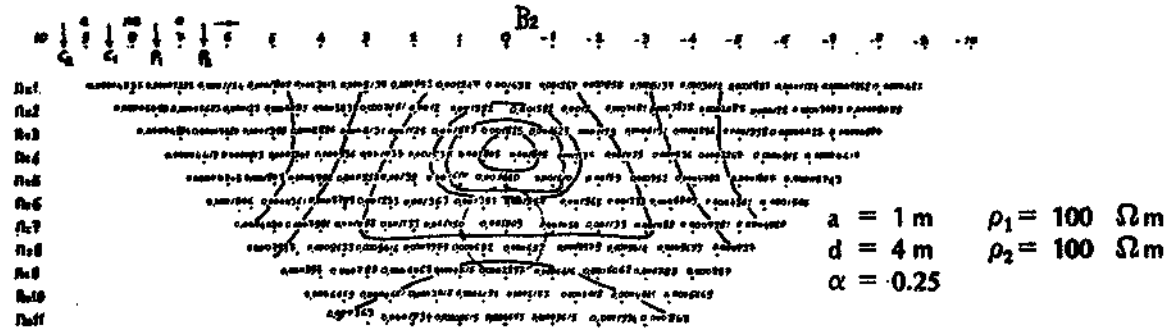


Kol - Kol (DİPOLE - DİPOLE) (KÜRE)

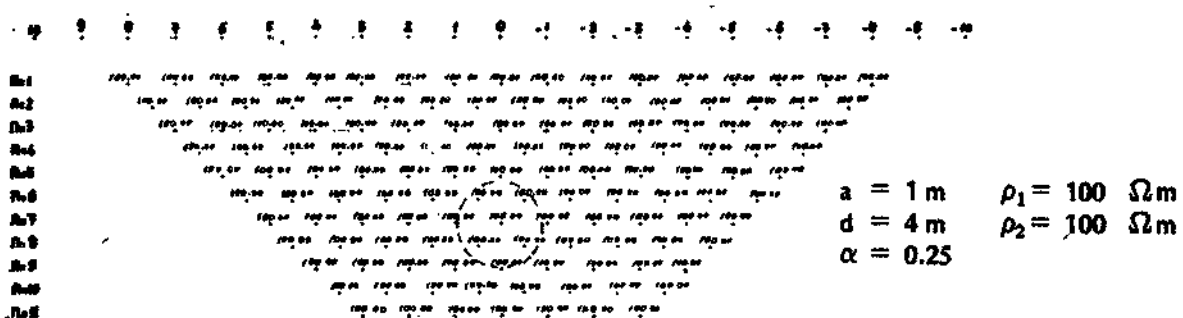


Şekil 4- Kol-Kol dizilimi kullanarak küre modeli için saptanan görünür öz direnç ve görünürlük katsayı haritası. ($\alpha : 0.5$)

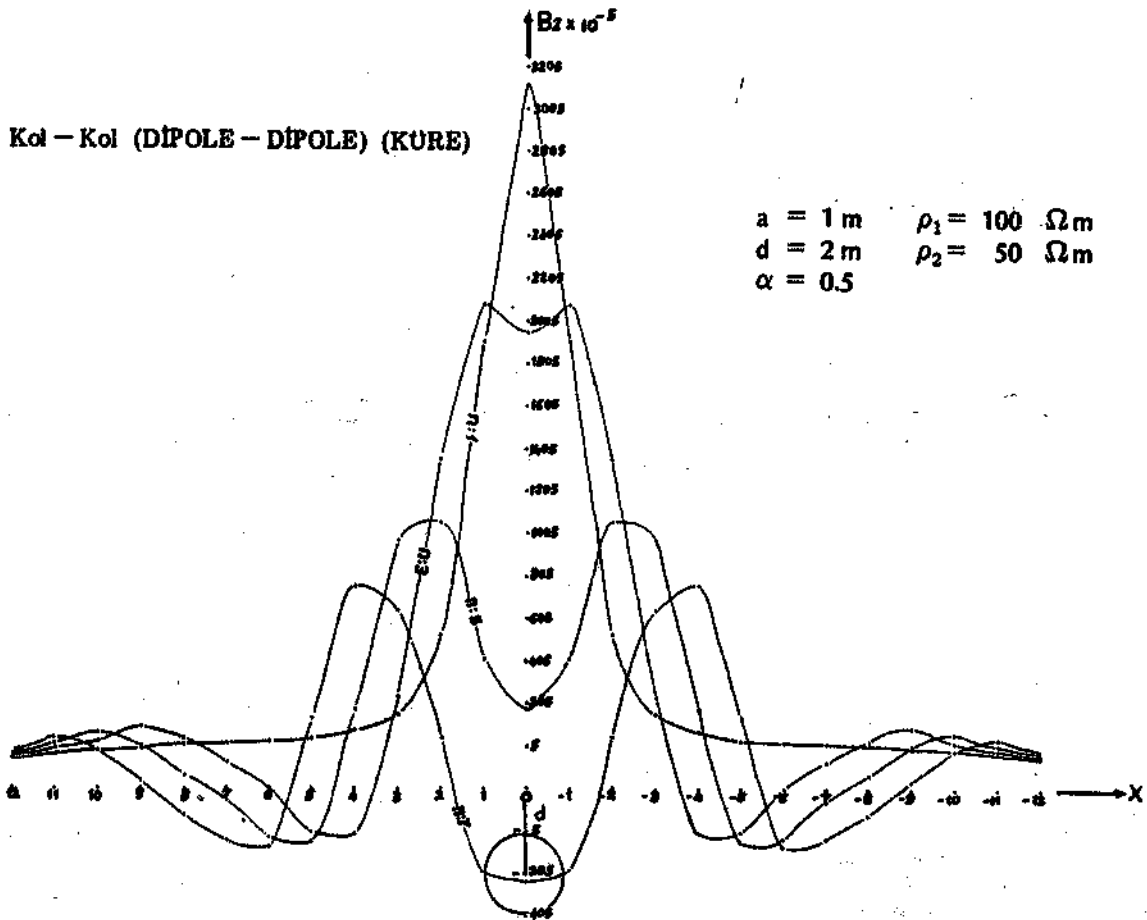
Kol - Kol (DİPOLE - DİPOLE) (KÜRE)



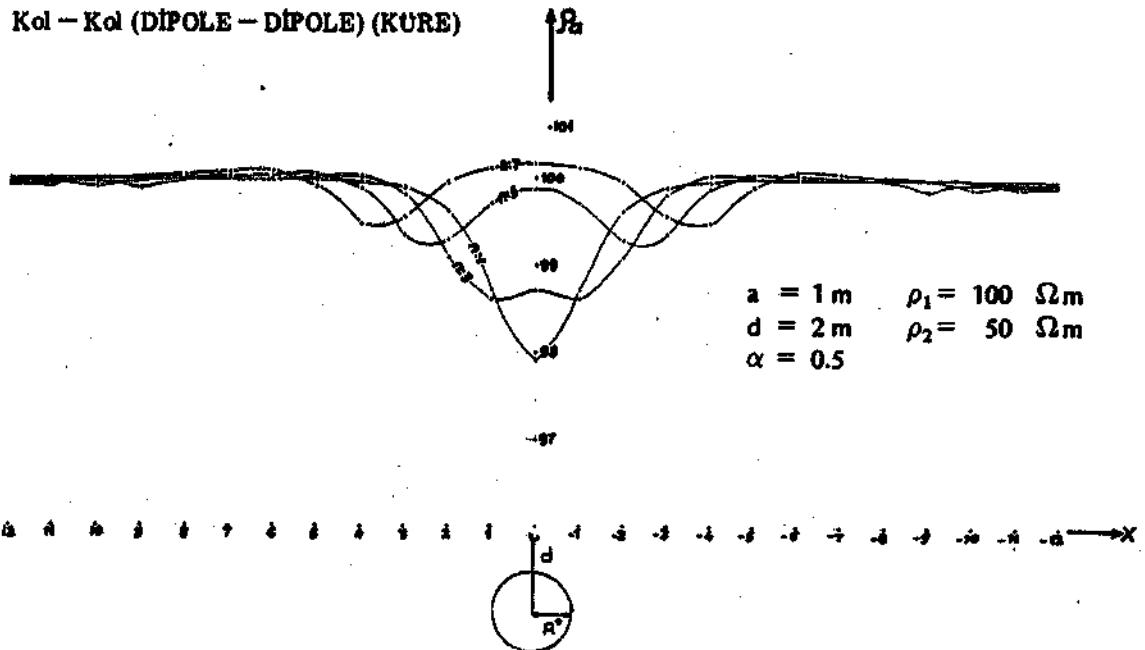
Kol - Kol (DİPOLE - DİPOLE) (KÜRE)



Şekil 5- Kol-Kol dizilimi kullanarak küre modeli için saptanan görünür öz direnç ve görünürlük katsayı haritası ($\alpha : 0.25$)



Şekil 6-- Kol-Kol dizilimi kullanarak küre modeli için saptanan karakteristik görünürlük katsayı değişim eğrileri. - α : 0.5



Şekil 7-- Kol-Kol dizilimi kullanarak küre modeli için saptanan karakteristik görünür bölünme eğrileri.

4. SÜRMENE-BAŞTIRMAR SÜLFÜRDÜ MADEN YATAKLARI ÜZERİNDE YAPILAN YAPAY UÇLAŞMA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

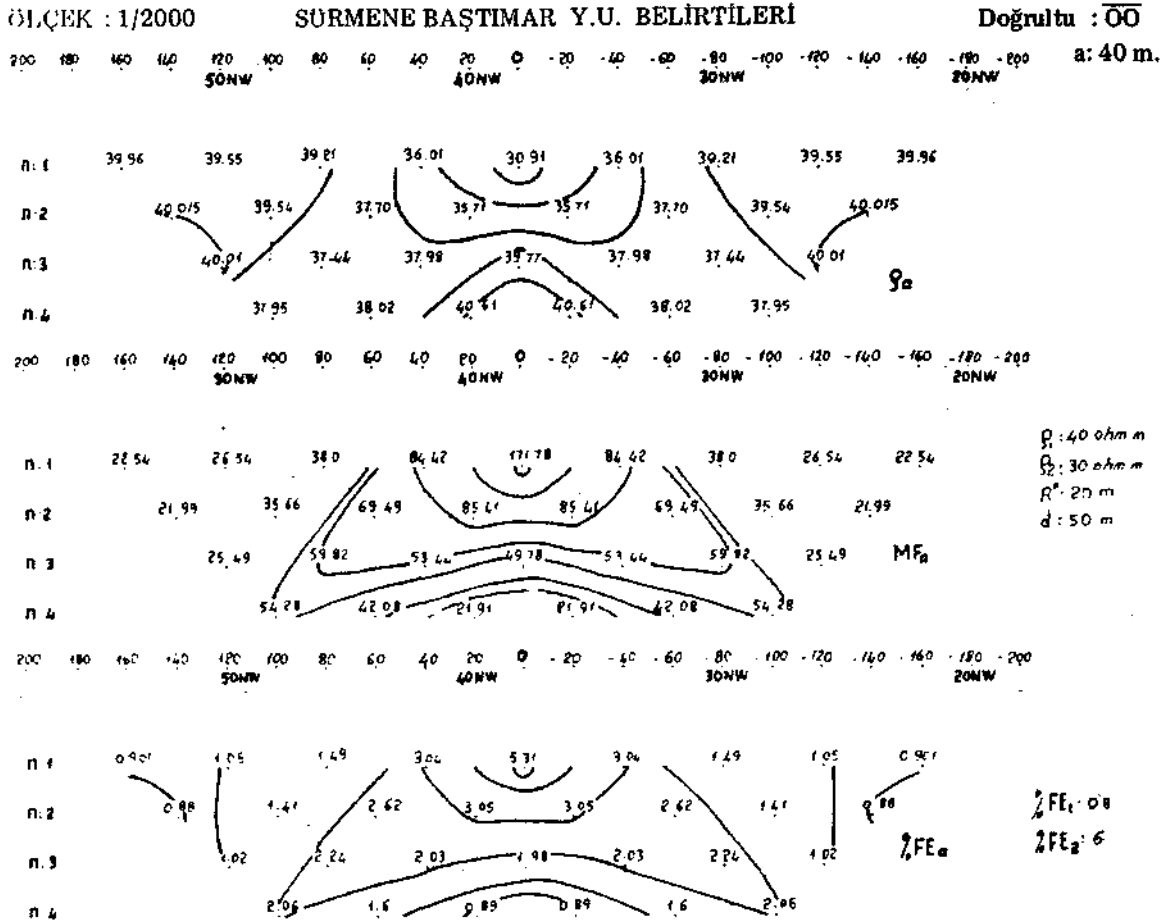
Uygulama alanı Trabzon iline bağlı Sürmene ilçesinin Baştımar sahasıdır. Sahada, üst bazik serilerin güney kısımlarında kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda dar bir zon halinde uzanan cevher yüzlekleri bulunmaktadır. Mineralizasyon, kuvvetli sfalerit (ZnS) dağılımları, masif pirit, siyah renkli kuvars ve kalkopirit ile karakterize olmaktadır (Sawamura, 1971).

MTA Genel Müdürlüğü'nce bu sahada NW-SE yönlü ve 100 metre aralıklı doğrultular boyunca Kol-Kol dizilimi kullanılarak YU çalışması yapılmıştır. 00 doğrultusu için elde edilen YU belirtileri Şekil 8'de sunulmuştur. Belirtiler, doğrultunun kuzeybatı bölümünde 20 NW ile 40 NW ölçü noktaları arasında görülmektedir.

Kuramsal uygulama için, derinliği $d = 50$ m, yarıçapı $R^* = 20$ m olan bir küre biçimi seçilmiştir. Arazi verilerine uygun şekilde küre biçiminin gerçek özdirenci $p_2 = 30$ ohm-m ve ortamın gerçek özdirenci $p_x = 40$ ohm-m alınarak,

$$C = 3265.3 \text{ ve } K = 9428.57$$

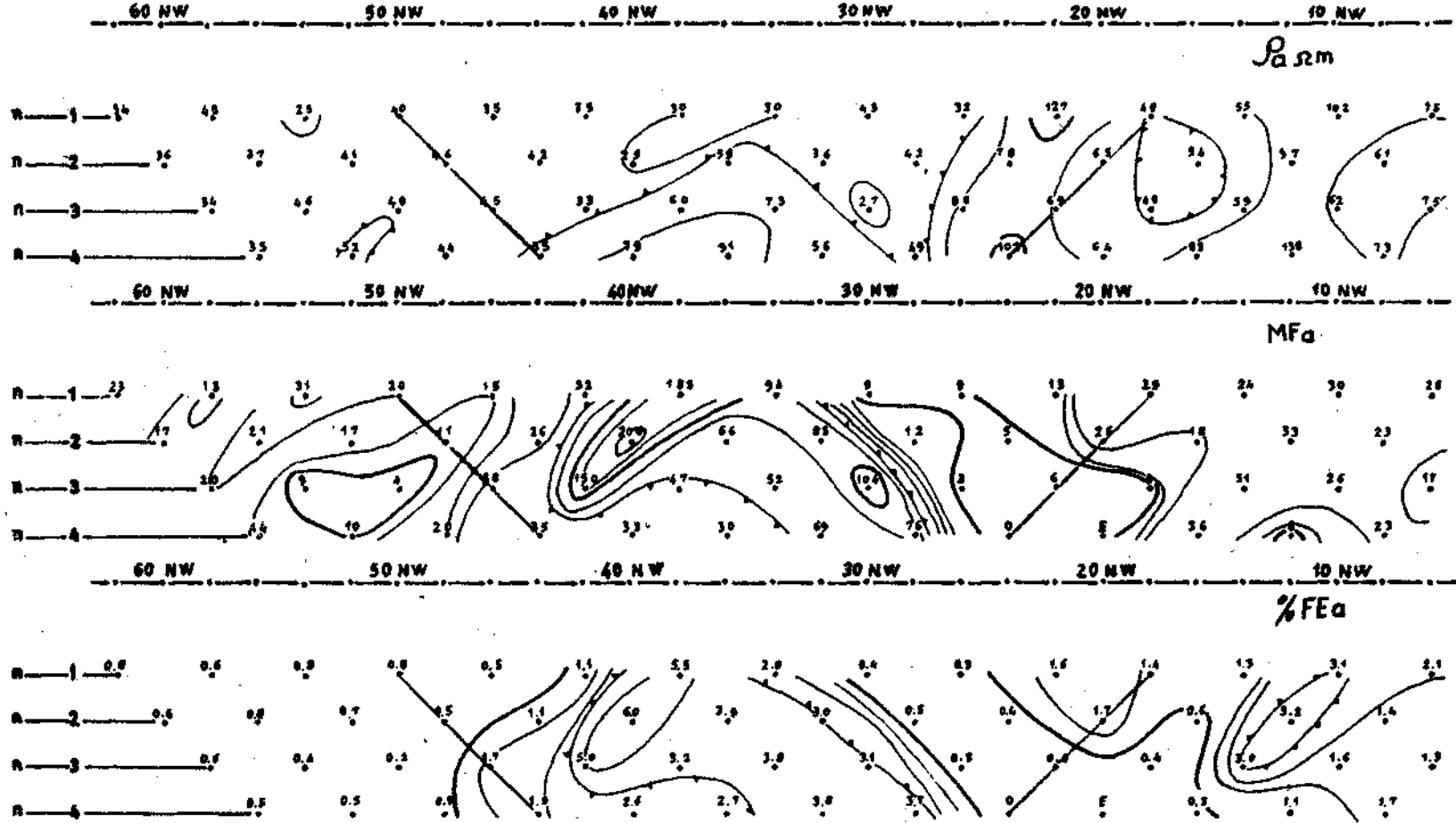
simge değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, geliştiriler (12) bağıntılarında yerlerine konularak ağırlık katsayısı ve görünür özdirenci değerleri saptanmıştır.



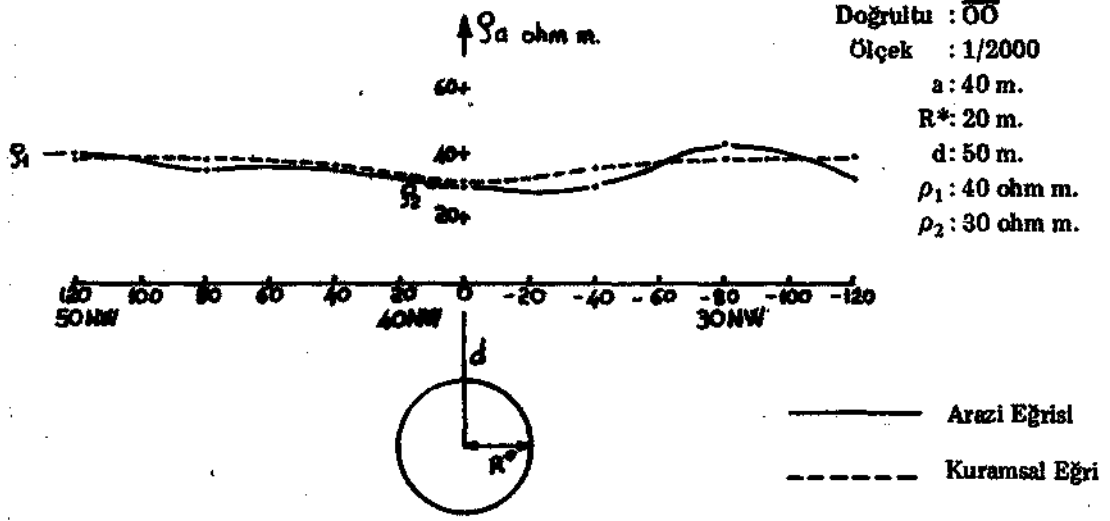
Şekil 8— Araziden elde edilen görünür YU belirtileri.
(Baştımar sahası 00 doğrultusu)

ÖLÇEK : 1/2000

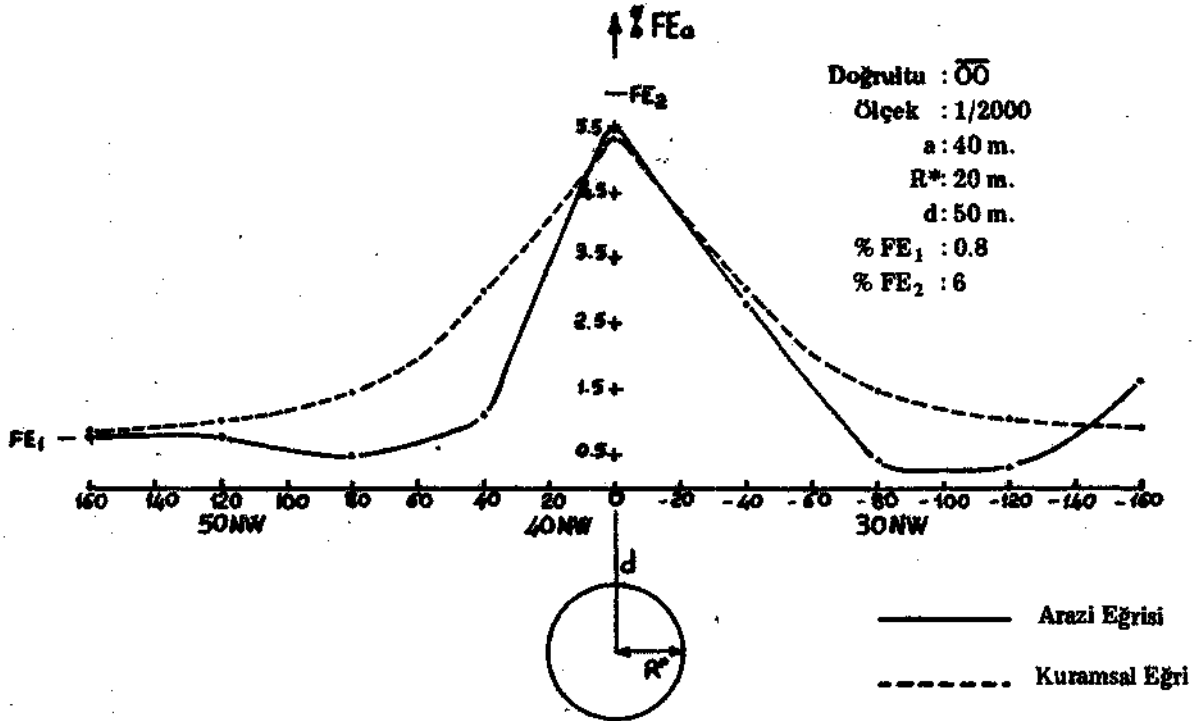
SÜRMENE BAŞTIRMAR Y.U. BELİRTİLERİ

Doğrultu : $\overline{00}$
a : 40 m.

Şekit 9- Arazi verilerine uygulamalarla elde edilen kuramsal belirtileri.
(Baştımar sahası $\overline{00}$ doğrultusu)



Şekil 10— Sürmene Baştumar $\overline{00}$ doğrultusu n : 1 görünür öz direnç belirtisi.
Düz çizgi arazi eğrisini, kesikli çizgi kuramsal eğriyi gösterir.



Şekil 11— Sürmene Baştumar $\overline{00}$ doğrultusu n : 1 görünür yüzde frekans etkisi belirtisi. Düz çizgi arazi eğrisini, kesikli çizgi kuramsal eğriyi gösterir.

Kuramsal gelişim işlerliğini gösterebilmek amacıyla, $n = 1$ için araziden elde edilen görünür özdirenç kaydırma eğrisi ile kuramsal uygulama sonucu saptanan görünür özdirenç kaydırma eğrisi aynı bir kordinat üzerine çizilerek Şekil 10'da gösterilmiştir. Gözönüne alınan ortama uygun gerçek yüzde frekans etkileri ise $\%FE_x = 0,8$ ve $\%FE_2 = 6'$ 'dır. Görünür yüzde frekans etkisi ($\%FE_a$), gerçek yüzde frekans etkilerinin, gerçek değerleri görünür yapan görünürlük katsayıları ile çarpılması sonucu elde edilmiştir (E-10 denklemi). $n = 1$ için saptanan $\%FE_a$ kaydırma eğrisi de araziden elde edilen $\%FE_a$ kaydırma eğrisi ile birlikte aynı bir kordinat üzerine çizilerek Şekil 11'de gösterilmiştir. Ayrıca $n = 4$ değerine kadar açılım yapılarak, yukarıda verilen gerçek YU değiştirgen değerlerinin kullanılmasıyla 00 doğrultusu için Şekil 9'da görülen açma eğrileri de elde edilmiştir. Karşılaştırma için Şekil 8 ve 9'a bakılabilir.

Belirtiler 20NW-40NW ölçü noktaları arasında görülmektedir. Belirti kapanışlarının olmaması, belirti kaynağının yeryüzeyine yakın olduğunu gösterir. Elde edilen YU açma ve kaydırma eğrileri, arazi eğrileri ile uyum içindedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, küre biçimli maden yataklarının YU belirtileri için, Kol-Kol dizilimine bağlı olarak geliştirilen görünür özdirenç ve görünürlük katsayı bağıntıları sunulmuştur. Gözönüne alınan birkaç özdirenç farkına göre kuramsal YU karakteristik eğrileri ve andıran kesitleri (psendo section) elde edilmiştir.

Maden yatağının ve onu çevreleyen ortamın gerçek YU değiştirgen değerlerinin bilinmesi ile arazi haritasına uyabilen kuramsal YU haritası elde edilerek, uygulanan yöntemin işlerliği gösterilmiştir.

Ortam ve içinde bulunan küre biçimi arasında özdirenç farkı olmadığı zaman belirli bir görünür özdirenç değişim eğrisi elde edilememektedir. Böyle bir durumda, küre biçimini YU belirtilerinin açıkça aydınlatıldığı görülür.

Uçlaşabilen küre biçimi yeryüzeyine yakın olduğu zaman Kol-Kol dizilimine ait belirtiler bir kapanım vermezler fakat küre biçimi derinliği seçilen elektrod aralığına göre fazla olduğunda belirtiler cevherin yerini işaret edecek şekilde kapanırlar.

Küre biçimi! maden yatağına uygulanan Kol-Kol dizilimi için elde edilen ağırlık katsayıları, ortam özdirenç oranlarının $p_2/P_1 = 0.5$ olduğu durumda en büyük değerine ulaşmaktadır. Keza derinliğine değişimi incelendiğinde görünürlük katsayılarının, elektrod aralığının küre biçiminin derinliğine oranının ($a = a/d$) belirli bir değerine kadar arttığı daha sonra azaldığı görülür. Saptanan en elverişli değerler, arazi uygulamalarında geometrik biçimin olası derinliğine göre elektrod aralığı seçimine yol gösterici olurlar.

Çalışmada verilen matematiksel ifadeler, basit hesaplayıcılar ile değerlendirilebilmektedir. Matematik işlemlerin uzun zaman almasına karşın, gerçek YU değerlerini görünür yapan ağırlık katsayılarının bir kere elde edilecek olması sevindiricidir. Bu katsayıların her zaman istenilen amaca uygun olarak çoğaltılması ve katolog haline getirilerek sunulması olanaklıdır.

KAYNAKLAR

- 1) ELLIOT, CL., and LAURITSEN, E., "Induced Polarization Response of Horizontally MultiLayered Earth With no Resistivity Contrast". Geophysical prospecting, V.25, p.76-95, 1977.
- 2) HALLOF, P.G., "A Comparison of the Various Parameters Employed in the Variable-Frequency Induced Polarization Method", Geophysics, V.29, P.425-433, 1964.
- 3) KEÇELİ, A., Teorik ve Pratik Uygulamalı Jeofizik Yöntemler, Teksir, İ.O. Fen Fakültesi Tatbiki Jeofizik Kürsüsü, İstanbul, 1975.
- 4) MADDEN, T.R., "Induced Polarization, a Study of it's Causes" Geophysics, V.24, p.790-816, 1959.
- 5) SAWAMURA, Dr.K., Sürmene Bölgesi, Trabzon Türkiye, Cevher Mineralizasyonu ve Jeolojisi Raporu, no. 4597; Ankara: MTA, 1971.
- 6) SEIGEL, H.D., "Mathematical Formulation and Type Curves for Induced Polarization" Geophysics, V.24, no.3, P.547-565, 1959.
- 7) STRATTON, J.A., Electromagnetic Theory, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1941.

EK

YAPAY UÇLAŞMA YÖNTEMİNİN TEMEL MATEMATİK BAĞINTILARI

Seigel (1959), m uçlaşabilme yeğinliğini (şarjabilite),

$$m = \frac{1}{V_0} \int_{t_1}^{t_2} V(t) dt \quad (E-1)$$

olarak vermiştir. Burada, V_0 uyarıcı potansiyeli, $V(t)$ akımın kesilmesinden sonra belirli bir zaman aralığında kaydedilen artık potansiyeli gösterir ve birimi milisaniyedir. Hal lof (1964), Seigel'in zaman ortamında geliştirdiği tanımı, frekans ortamında benzeşimini sağlamıştır. Görünür frekans etkisi yüzde olarak, de = doğru akım, ac = dalgali akım ise;

$$FE_a = \frac{\rho_{(dc)} - \rho_{(ac)}}{\rho_{(ac)}} \times 10^2 \quad (E-2)$$

olarak tanımlanır. Marshall ve Madden (1959), metal çarpan değıştirgenini dalgali akım ve doğru akım iletkenlik farkı olarak tanımlamışlardır.

$$MF, \frac{P_{(de)} - P_{(ac)}}{P_{(de)} \cdot P_{(ac)}} \cdot 2.7 \times 10^5 \quad (E-3)$$

Seigel (1959), görünür YU belirtisinin ortamın gerçek YU belirtisi ile öz dirençlerindeki değışim miktarlarının çarpımlarının bir fonksiyonu olduğunu aşığıdaki gibi göstermiştir.

$$m_a = \sum_j m_j \frac{\partial \log \rho_a}{\partial \log \rho_j} = \sum_j m_j \frac{\rho_j}{\rho_a} \cdot \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_j} \quad (E-4)$$

(E-4) ifadesindeki,

$$\sum_j \frac{\rho_j}{\rho_a} \cdot \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_j} = 1 \quad (E-5)$$

işlemi gerçek değeri görünür duruma dönüştüren bir terimdir. Buna "görünürlük aracı" denebilir. Elliot (1977), bu bağıntıyı "ağırlık fonksiyonu" olarak tanımlamıştır.

$$B_j = \frac{\rho_j}{\rho_a} \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_j} \text{ ve } \sum_j B_j = 1 \quad (E-6)$$

(E-6) ifadesini, (E-4) bağıntısında yerine koyarak,

$$m_a = \sum_j m_j \cdot B_j \quad (E-7)$$

elde edilir. Frekans ortamında ise görünür yüzde frekans etkisi,

$$FE_a = \sum_j FE_j \cdot B_j \quad (E-8)$$

benzer olarak ifade edilir, örneğin, $j = 1, 2, \dots$ için (E-6) ifadesine göre,

$$B_1 = \frac{\rho_1}{\rho_a} \cdot \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_1},$$

$$B_2 = \frac{\rho_2}{\rho_a} \cdot \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_2}, \dots \quad (E-9)$$

ve (E-8) eşitliğine göre,

$$FE_a = FE_1 \cdot B_1 + FE_2 \cdot B_2 + \dots \quad (E-10)$$

elde edilir.

Görülüyor ki yeraltında bulunan uçlaşabilen bir geometrik biçimin içinde bulunduğu ortama bağılı olarak görünür öz direnç bağıntısı elde edildiğinde, bu bağıntının asıl cevhere ait gerçek öz direncine ve içinde bulunduğu ortamın gerçek öz direncine göre türevinin alınması, gerçek değeri görünür yapan sırasıyla B_1, B_2, \dots ağırlık katsayılarının bulunmasına hizmet edecektir. Keza, ortamın ve içinde bulunan birimin gerçek uçlaşabilme yeğinliği (m_1, m_2, \dots) ve gerçek yüzde frekans etkisi (FE_1, FE_2, \dots) bilindiğinde, görünür yüzde frekans etkisinin ($\%FE_a$) ve görünür uçlaşabilme yeğinliğinin (m) bulunabileceği açıktır.

