

Indüksiyon Polarizasyon Ölçü Sistemlerinin ve Ortamlarının Meydana Getirdiği Bozucu Tesirler

Dr. Ali KEÇELİ *

ÖZET :

Yayınlanan idüksiyon polarizasyon (İP) ölçülerinde her araştırmacının farklı frekans bandı, ve farklı akım yoğunluğu kullanmasından dolayı farklı ölçü değerleri görülmektedir. Bunun için normallestirilmiş ortalama bir Metal Faktör (MF) parametresi tarif edilmiş ve belirli bir akım yoğunluğunda çalışılması teklifi yapılmıştır. Ayrıca bu zikredilen hususlardaki ilgili olarak İP de bozucu tesirler ve ölçülerde dikkat edilmesi gereken şartların detayları incelenmiştir.

SUMMARY:

Different values in published induced polarization (IP) measurements are shown because not all authors use the same frequency band and current density. To this end, a normalized average Metal Factor (MF) parameter was defined with definite current density and suggestions made in relation to the above mentioned subjects in IP, the coupling effects and details of careful measurement conditions was studied.

GİRİŞ :

Son onbeş yıl içerisinde endüksiyon polarizasyon (İP) ölçüleri artan bir ilgi ile özellikle sülfid ve kil depozitleri aramalarında Tatbiki Jeofizik metodu olarak kullanılmaktadır.

İP, voltaj sönümü (veya time domain) ölçüleri ile başlamıştır. Bu usûlde, 10-20 saniye için yere doğru akım verilir, 10-15 saniye sonra yerdeki voltaj sönümü artık voltaj olarak ölçülür. Bu saniyelik işler bir arazi etüdü boyunca çok zaman aldığından bu usûle analog olan pek alçak frekanslarda kayaların kompleks rezistivitelerini ölçme tekniği, zaman kazancı ve pratikliği bakımından daha çok rağbet görmüştür. Tatbikatta çoğunlukla, değişken frekans tekniği denilen, bu usûl kullanılmaktadır.

Time domain de zaman kaybı daha çok olmasına rağmen, ölçü neticeleri değişken frekans (frequency domain) tekniği ölçülerine nazaran daha sıhhatlidir. Her iki tekniğin prensipleri analog olmakla beraber de-

* Jeofizik Asistanı, K.T.Ü. Trabzon.

ğişken frekans tekniğinde indüktif ve kapasitif kuplajlar (bozucu tesirler) nedeni ile ölçüler pek sıhhatli olamamaktadır. Bu sebepten literatürdeki ölçü neticeleri birbirini pek tutmazlar. Örneğin : İP de kullanılan iki frekansa birinci frekans olarak genellikle 0,315 c.p.s. kullanıldığı halde ikinci frekans 1,25-2,5-3-5-10 c.p.s. kullanılmaktadır. Bu sebepten frekans tesirleri farklı elde edilmektedir. Keza, Scott (1969) ve Keller (1964) in çalışmalarına göre akım yoğunluğu 100 mma/cm²den itibaren küçüldükçe polarizasyon büyür, 10mma/cm² civarında polarizasyon yaklaşık olarak sabit kalmaktadır. Ayrıca ölçü sisteminden dolayı, indüktif kuplaj tesirleri nedeni ile bozuk değerler ölçülmektedir.

Bu hususları İP de çalışan herkesin müşterek bir prensip olarak göz önüne alınmasından dolayı, Jeofiziğin diğer metodlarına nazaran başarılı verimlerine rağmen İP gelişimi yavaş olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bu hususlar makalenin konusunu teşkil etmiştir.

Metal Faktör'ün (MF) frekansa göre değişimi :

Madden (1959) da alternatif bir elektrik saha içinde elektrokimyasal hadiselerin tezahürünü en iyi gösteren indüksiyon polarizasyonun Metal Faktör (MF) parametresini iki farklı frekans değerine göre iletkenlik farkı olarak aşağıdaki gibi tarif etmiştir.

$$M.F. = [g(w) - g(d.c.)] 2,7 \cdot 10^5$$

Burada d.c, doğru akım, W 21 lf, f, frekans Pratikte, $g(d.c.) - g(0,3 \text{ c. p. s. } g(W) - g(1-10 \text{ c.p.s.})$ genellikle kullanılmaktadır. MF parametresinin kullanılan keyfi farklı frekanslardan dolayı laboratuvar ve araziden elde edilen literatürdeki takdim değerlerinde bir birlik ve beraberlik yoktur. Kullanılan frekans farkı yani frekans bandı büyüdükçe ortamın farklı büyüklükte MF parametresi elde edilmektedir. Ancak sabit bir frekans bandı her tip ölçü ortamında kullanılamaz, band genişliği ölçülere başlamadan ortam şartlarına göre tayin edilir. Fakat, bununla beraber, MF nin frekansa göre değişiminde bir müştereklik bulunması lâzımdır. Fraser (1964) ün de belirtmiş olduğu gibi, tatbikatta 0-10 c.p.s. arasındaki frekanslar için $g(w)$ değişimi her ne kadar konkav, konveks ve lineer elde edilmekte ise de çok alçak frekanslar için yaklaşık olarak iletkenlik Longfnin lineer bir fonksiyonudur. Bunun Wait (1959) şöyle ifade etmiştir.

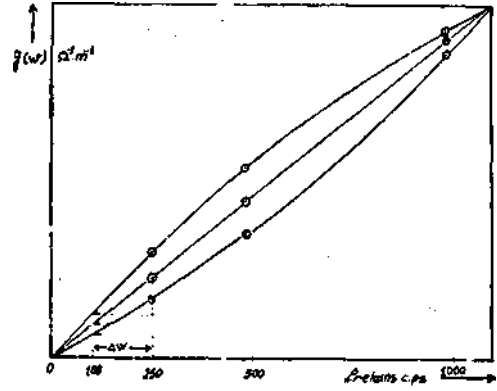
$$lg(w) \sim g(1 + k \log F)$$

$$k, \text{ bir sabittir. } F = \frac{f}{f_0}$$

Eğrinin eğimi ortalama değer teoreminde olduğu gibi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\frac{g(w_E) - g(w_0)}{W_2 - W_1} = \frac{M.F.}{Aw} = M.F. \text{ (ortalama)}$$

MF ortalama veya normalleştirilmiş MF de denilebilir. Ortalama MF değeri olarak adlandıracağımız bu parametre, ortalama bir eğim değeri verir. (Şekil 1) de görüldüğü gibi üç açı çok alçak frekanslar için aşağı yukarı birbirine eşittir. Ortalama değerleri de her hangi iki frekans için yaklaşık olarak aynı-



Şekil 1). frekans artması ile iletkenliğin lineer, konkav, ve konveks değişimini

dır. (Şekil 2) de görüleceği üzere Af frekans bandının artmasıyla MF artmaktadır. Bu durumu normalleştirilmiş MF parametresi önlemektedir. Böylece bir tek MF değeri literatürdeki anlaşmalarda bir nevi tashih edilmiş MF değeri gibi kullanılırsa ölçü neticeleri daha iyi anlaşılır.

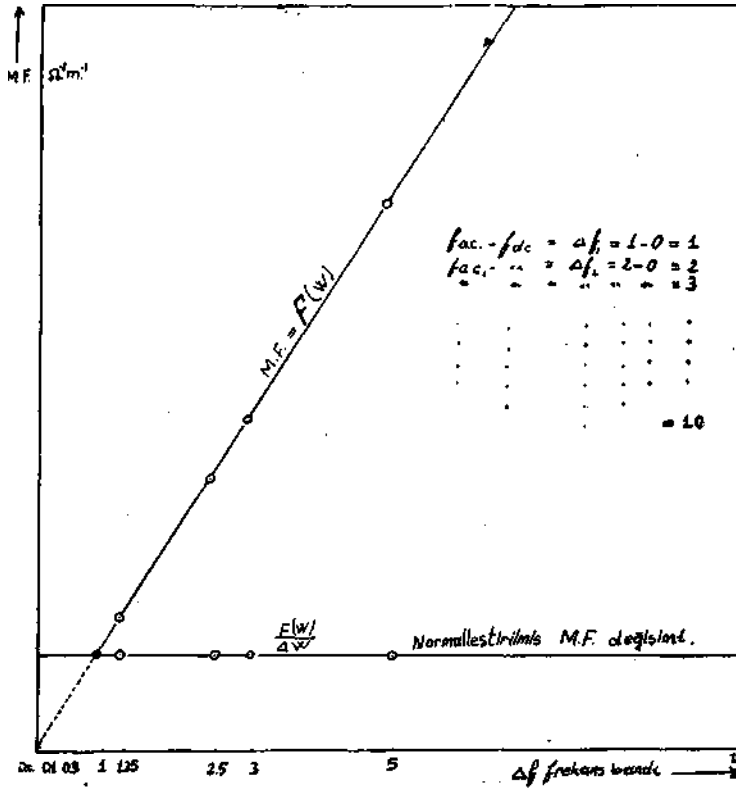
Akım yoğunluğuna göre polarizasyonun değişimi Akım yoğunluğu homojen ve izotrop ortamda derinlikle

$$I \sim d_v$$

$$S \sim d_v^*$$

bağıntısına göre değişir. Burada, J, akım yoğunluğu, ρ , ortamın rezistivitesi, V, potansiyel, z, mesafe. Dipol-dipol elektrod dizilişi ile yapılacak n: 1,2,3,4. açılımları için muhtemel derinliklerde kullanılacak akım yoğunluklarının yaklaşık olarak aynı değerlerde olması, Scott (1969) ve Keller (1964) in yukarıda bahsedilen çalışmalarından anlaşılmaktadır. Bu araştırmacılara göre, polarizasyon akım yoğunluğu miktarı ile değişmektedir ve bu değişim 10 mma/cm^2 civarında sabittir. Akım yoğunlukları arttıkça elektrik saha tesirlerini manyetik saha tesirleri maskeleymektedir. Bir etüd boyunca sabit bir frekans bandı kullanıldığı gibi ayrıca sabit bir akım yoğunluğunun kullanılması ölçülerin sıhhatli olması bakımından faydalıdır.

n: 1, 2, 3, 4, katlan ile orantılı bir şekilde akım yoğunluğunu istediğimiz gibi ayarlıya-



Sekil (2). MF (ortalama) veya normalleştirilmiş MF değeri

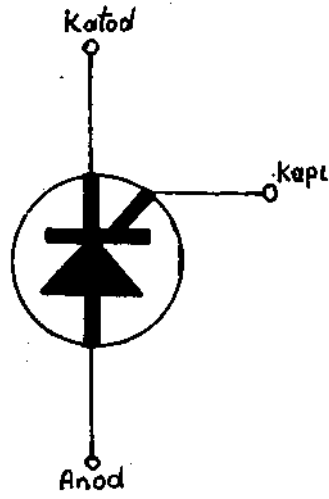
bilmemiz her model İP cihazı ile kolaylıkla mümkün olamamaktadır. Örneğin : Memleketimizde halihazırda kullanılmakta olan Geoscience Incorporated firmasının T 2800, T 6170, T 5170, T 7173 model İP verici cihazlarında hal böyledir. Bu modellerde problem şöyle doğmaktadır : Meselâ, rezistivite farklılıkları büyük olan ortamlarda ölçüler alınırken, yüksek rezistiviteli ortamda n: 1 açılımında 100 ma lik bir akım şiddetini yere verebildiğimiz halde, yüksek rezistivite ortamında bulunan düşük rezistiviteli ortamda aynı açılım için aynı akım şiddeti kullanmamız icabederken, cihazdan ancak 400, 500, 600 ma şiddetinde regüleli akımlar elde edebiliriz. Yüksek iyon konsantrasyonları ihtiva eden daha doğrusu yüksek MF verebilecek ortamların bu kadar yüksek akım şiddetlerinden dolayı hakiki polarizasyon değerlerini ölçmemekteyiz. Böylece ortamın özelliğine bağlı olmayan azalan veya çoğalan suni polarizasyon değerleri ölçmekteyiz.

Bu problemin nedeni aşağıda izah edilmektedir :

İP verici cihazlarında silikon kontrollü redresörler (The silicon controlled rectifier (SCR))nin görevi transformatörü için gücü açmak ve kapatmaktır. Bu iş SCRde katoda gerilimlenen ters voltajla, çıkış voltaj alelade bir redresörde olduğu gibi hale gelinceye kadar akım bloke edilir. Anoda tatbik edilen pozitif voltajla SCR kırma voltajına erişinceye kadar akım akmasını kapar. Bu noktada SCR bir yüksek iletme haline gider ve akım akışı ancak dış devre empedansı ve voltaj beslemesi ile tehdit edilir.

Dış devreye yerin empedansı paralel bağlandığından yerin empedansı küçük olduğu zaman dış devrenin empedansı çok küçülür. Ayrıca bu durumda R[^] dirençleri daha büyük wattta sahip olurlar ve SCR yi iletken yapmak için kapı (gate) akım palsleri zayıf gelir yani SCR iyi beslenemez. Küçük akımlarda (Ds., D22, D13, D«)** SCRleri açılmaz. Daha doğrusu akım regüleli olmaz. Bu gibi

** T2800 Manual Fig. 3. Geoscience Incorporated firmasının 28.7.1968 tarihli mektubundan.



Şekil (3). Silikon kontrollü redresör
(SCR)

fnod

(SCĒJ

durumlarda çıkışa ayarlanabilen büyük bir direnç seri olarak bağlandığı zaman istenen çıkış akımları alınabilir. Örneğin: $R \approx 806$ ohm, $1/4 W$ ve $R_{es} \approx 1780$ ohm, $1/2 W$ yapıldığı zaman 10 mma lik çıkış akımı alınabilmektedir.**

Ölçü sistemlerinden ileri gelen bozucu tesirler :

Keza polarizasyonu zahiri olarak küçülten veya büyüten ve hatta bazan negatif İP bile verebilen bozucu tesirler aşağıdaki gibi sıralanabilir: (Bozucu tesirlerden kapasitif kuplajların zahiri pozitif, indüktif kuplajların negatif yönde ölçü ortamının kompleks rezistivitesini değiştirdiği hatırlanmalıdır).

a) Kablolar arası indüktif ve kapasitif kuplajlar. Bilhassa yüksek akım şiddetlerinde meydana gelirler.

b) Sistem ve yüksek iletkenlikli yersathı arasındaki kuplajlar.

Ölçüler iletken bir sahada yapıldığında elektromanyetik kuplajlar sebebiyle bazı güçlülklere rastlanabilir. Elektromanyetik kuplajlardan korunabilmek için aşağıdaki şartın ölçü sisteminde sağlanması lâzımdır.

$$\text{ayfreq./rezistivity} < \text{TOO}$$

Burada a, ölçülerdeki verici ve alıcı arasındaki mesafe. Frekans c.p.s. de kullanılan frekansıdır. Verici ve alıcı hatlar birbirine yakın ise ölçülerde kapasitif kuplaj meydana gelir.***

c) Potansiyel elektrodu maşalarının zayıf bağlantılarından veya yere sızan kaçak kablo akımlarının bulunmasından dolayı meydana gelen bozucu tesirler. Bunlar, İP alıcı cihazında daha küçük saniyelik detektör devreleri kullanmakla tanınabilmektedir.****

d) Ölçü sisteminin kalibrasyon hatalarından ileri gelen hatalar. Ölçülere başlamadan evvel sistemin, ölçü ortamında, frekans arttırıldıkça ortamın kompleks rezistivitesi düzgün olarak azalmalıdır (Şekil 1). Keçeli A, (1970).

e) Çok alçak akım yoğunluklarında yerdeki tabii akımların üstün gelmesinden veya yüksek akım yoğunluklarında ölçü ortamındaki yüksek akım satürasyonlarının suni olarak yarattığı indüktif tesirler nedeni ile hasil olan bozucu tesirler.

f) Elektrod aralıklarının geniş olmasından dolayı meydana gelen bozucu tesirler, ve elektrod tertip usülleri.

İP arazi ölçülerinde sıhhatli ölçüler en fazla sathıtan 200-250 metre derinliklere kadar elde edilebilmektedir. Bu derinliklerden sonra kabuk hadisesi (skin-effect), tesirleri, sebebi ile plorizasyon değerleri küçülmekte ve hatta negatif frekans tesirleri elde edilmektedir.

Elektrod tertip usûllerine gelince, İP değişken frekans metodunda, örneğin, kuyu loğları tekniği yukarıdaki bozucu tesirler ne-

*** Madden T.R.'nin Mayıs 1969 tarihli mektubundan.

**** Yerdeki akımlar manyetotellürik ve ktayasaltellürik diye ikiye ayrılabilir. Tellürlük akımların küçük periyodu olanları puls şeklindedir. Kimyasal reaksiyon akımları genellikle puls şeklindedir, ve oksitlenmiş maşalarda daima mevcut olmaktadır. Keza kabloların zayıf bağlantıları, maşaların elektrodalara zayıf tutturulmaları ve kablo sıyrıntıları rüzgarla havada çalışırken puls şeklinde kontak akımları meydana getirmektedirler. Bunları küçüksaniyelik dedektörlerle tanıyıp düzelmelidir.

déni ile sürekli kullanılmaktadır. Kuyu loğ- larında bozucu tesirler çok fazla olacağı aşikârdır. Akım elektrodları satıhta, potansiyel elektrodları kuyu içinde kullanılsa bile bu ölç/ülerde sıhhatli olamaz çünkü: meselâ, petrol rezervleri genellikle derin rezervlerdir. Bunun için akım elektrodlarının aralıklarını geniş tutmak lâzımdır, bu da skin-effect tesiri yaratür. Bütün değerler negatif ölçülebilir. /

Akım ve potansiyel kabloları beraber kuyuya indirilse, kabloların yanyana bulunması ve bilhassa yeraltı su seviyesi civarındaki düşük rezistiviteli ortamda bozucu tesirler maximum şiddette olur.

Bu nedenlerle değişken frekans metodunda İP kuyu loğu şimdiye kadar aktüel olamamıştır.

g) Maden curuflu arazilerde İP ölçüleri

Bu husus eski işletme sahalarında yapılan etüdlerle ilgilidir. Eski işletme sahalarında binlerce tonluk cüruflar satha yayılmış durumdadır. Bu cüruflar eski işletme tekniğinin ilkel olması sebebi ile az veya çok yine bir miktar süflürlü cevher ihtiva etmektedirler. Cüruflar satıhta yayılmış olmalarından dolayı kimyasal reaksiyonlar çok hızlı cereyan eder, ve satıh suları iyon miktarınca zenginleşerek civar kayaç gözeneklerini doldururlar. Cürufların kendileri büyük boşluklu olduklarından satıh direncini elektrodların isabet ettiği yerlerde oldukça yükseltirler. Polarizasyonun zahirî olarak yükselmesine ve alçalmasına sebep

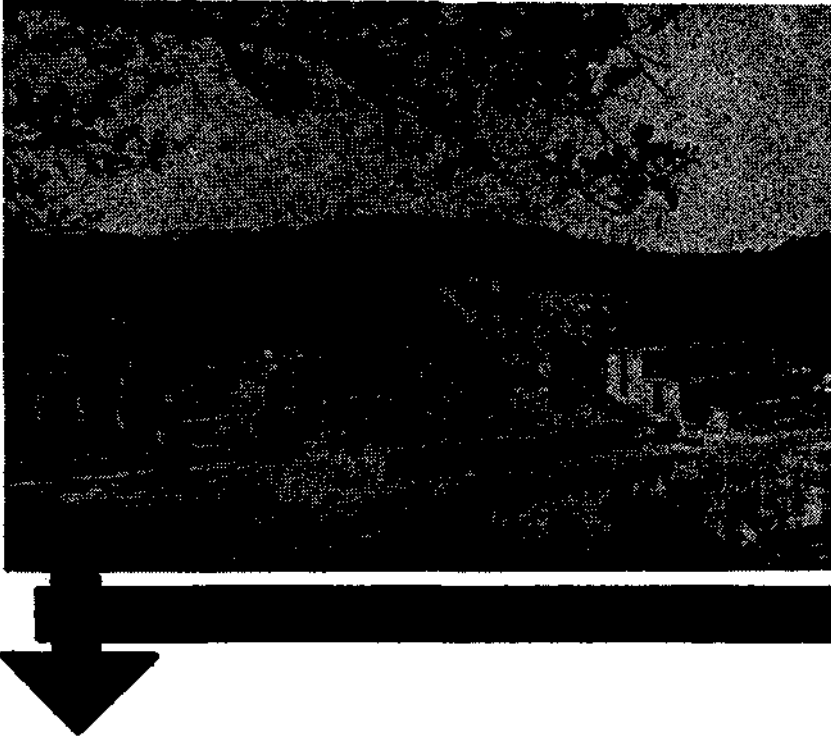
olabileceği aşikar olan bu tip ölçü ortamlarında sondaj yerinin tayin ve tesbitinde çok dikkiffî bulunmak gerekir. Çünkü :. bozucu te- sifêr yefâltının hakikî polarizasyonunu maskeleyici niteliktedir ve çok kere aldatici neti- çelerle karşılaşılr.

SONUÇ:

İPnrn gerek arazi ve gerekse lâboratuvar- da yapılar» ölçülerinde yukarıda foafisedilen müşterek frekans bandı, akım yoğunluğu ve ölçü sistemlerinden ileri gelebilecek bozucu tesirlerin elimine edilmesine dikkat edildiği müddetçe, Jeofiziğin diğer metodları gibi, İP de metodîk ve hızlı bir gelişmeye sahip olmaktadır.

REFERANSLAR

- KEEVÎL, N. B. (1962), Electrolyte activity and its effect on induced polarization. Geophysics V. 27, 677-690.
- KELLER, G. V., (1959), Analysis of some electrical transient measurements on igneous, && • dimentary and metamorphic rocks, (in Overvoltage research and geophysical applications, ed. J. R. IWait : New York Pergamon press, Chapter 7.)
- SCOTT, W. J., (1969), Induced Polarization of synthetic, highresistivity rocks fromtatatog disseminated sulfides. Geophysics V. 34, n. 1, p. 87.
- WAIT J. R., (1959), The variable frequency method, (in Overvoltage research and geophysical applications-. Chap. 4).



MADEN İŞLETMENİZİN HIZLA GELİŞMESİNDE



Compagnie d'état
pour le commerce
extérieur

34, rue Mendeleev
Bucarest-Roumanie
Téléphone: 130094
Télex: 011263

**SİZE YARDIMCI
OLABİLİR.**

GEOMIN. en Modern teknolojiyi ve en etkili metodları uygulayan komple tesisler yardımıyla, maden cevheri yataklarının işletilmesini sağlar.

İhtisaslaşmış enstitüler ve ileri derecede yetişkin personel, aşağıdaki hizmetleri gerçekleştirmektedir.

- Jeolojik sondaj ve araştırmalar, pilot tesislerde, teknolojik laboratuvar araştırmaları ;
- Çeşitli tip maden yatakları için fizibilite etüdüleri ;
- Genel projeler ve maden işletmeciliğiyle ilgili mevzî projeler; Tali çalışmalar; arazi ıslahı, su tedariği, karayolu, demiryolu, elektrik merkezleri, depolar, personel için yerleşme merkezleri inşası v s. ;
- Mahalli personelin yetiştirilmesi ve teslim edilen tesislerin işletmeye açılması için teknik yardım ;
- Gerek açık hava, gerekse yeraltı maden işletmeciliğine mahsus madencilik âletlerinin yanı sıra, maden cevherinin terkiibini zenginleştirme fabrikaları için gerekli teçhizat ve makineler teslimi.

GEOMIN aynı zamanda petrol çıkarma endüstrisi alanında da aşağıdaki hizmetleri sağlamaktadır :

- İleride işletilecek petrol ve tabii gaz yataklarını tahmine yarayacak sentez etüdüleri ;
- Araştırma ve sondaj çalışmalarının programlarının hazırlanması ;
- Jeolojik planlar hazırlanması ;
- Jeofizik araştırma ve sondajlar ;
- Strüktürel sondaj çalışmaları ;
- Araştırma ve geliştirme kuyuları açılması ;
- Şantiyeler (üretim üniteleri, mecralar, rezervuarlar v.s.) projeleri, teslimi ve inşası.