

TAHRAN'DA JEOELEKTROMANYETİK DERİNLİK SONDAJI

Geoelectromagnetic Depth Sounding at Tehran

O. Metin İLKİŞİK* ve Asemaneh REZABAKHSH*

ÖZET

Tahran Üniversitesi'nin jeomanyetik gözleminde kaydedilmiş olan manyetik ve tellürik verilerden litosferin derin kısımlarına ilişkin bilgi edinilmesi amacıyla bir deneme yapılmıştır. İncelenen jeoelektromanyetik veriler, 1965 kış mevsiminde güneş lekelerinin göreceli olarak sakin olduğu bir dönemde yer almaktadır. 2800 saat süreli gözlem değerleri (yaklaşık 4 ay) kullanılarak yapılan spektral analiz, 3 saatten sideral aya kadar oldukça uzun bir periyot aralığını kapsamaktadır.

ρ_{KG} ve ρ_{DB} eğrilerinin kıyaslanması Tahran civarında derin ve kuvvetli bir yön bağımlılık bulunduğuna işaret etmektedir. Bölgedeki jeolojik uzamına paralel olan ρ_{DB} değerleri, dik olan ρ_{KG} değerlerinden daha azdır.

Doğu-batı yönlü jeolojik uzamına paralel olan ρ_{DB} öz direnç değerleri üzerinden saptanan bir boyutlu model sonuçlarına göre üst manto içinde 500-600 km derinde bir iletken katman vardır. Veriler yaklaşık 1600-1700 km derinlerde ikinci bir iletken katmanın varlığına işaret etmektedir.

ABSTRACT

An attempt was made to obtain information about the deeper parts of lithosphere by using magnetic and telluric data recorded at the Geomagnetic Observatory of Tehran University. Geoelectromagnetic data cover relatively low level of sunspot activity in the winter of 1965. Spectral analysis using the data observed in 2800 hours (appr. 4 months) was applied in relatively long period varying from 3 hours to Lunar month.

The comparison of ρ_{NS} and ρ_{EW} curves suggests a strong anisotropy at this location. The sample values of ρ_{EW} are much less than those of ρ_{NS} which are in the direction of regional geological strike.

According to one dimensional modelling results by using ρ_{EW} resistivity values, a conductive layer exists at the depth of 500-600 km within the upper mantle. Data indicate that the existing of second conductive layer at about 1600-1700 km depths.

GENEL JEOLJİ VE JEOFİZİK BİLGİLER

İran dağlık bir ülke olup; güneybatıdaki Arap Kalkanı ile kuzeydoğudaki Turan Platosu arasında, Anadolu'dan Afganistan'a doğru uzanan Alp-Himalaya kıvrım kuşağı üzerinde yer alır. Jeolojik veriler bölgede dört ana tektonik birimin varlığını gösterir (Takin 1972 ve Tabatabai 1987).

1) Zagros Sistemi; kendisini sınırlayan kuzeydoğuya eğimli Zagros ters fayı ile birlikte Türkiye'de Toroslar'dan başlayarak güneydoğuya, Hürmüz Boğaz'ı yakınında bulunan yaklaşık kuzey-güney doğrultulu Minab fayına kadar uzanır. Bu kuşak, Arap platosunun, kuzeydoğusundaki İran levhası ile çarpışması ve sıkışması sonucu oluşmuştur. Levha tektoniği açısından, Arabistan levhasının İran levhasına göre bağlı hareketi, Zagros'lar boyunca uzanan geniş bir yitim kuşağı oluşturur. Bu dalma, Tersiyer'den başlayarak günümüze dek süregelmiştir.

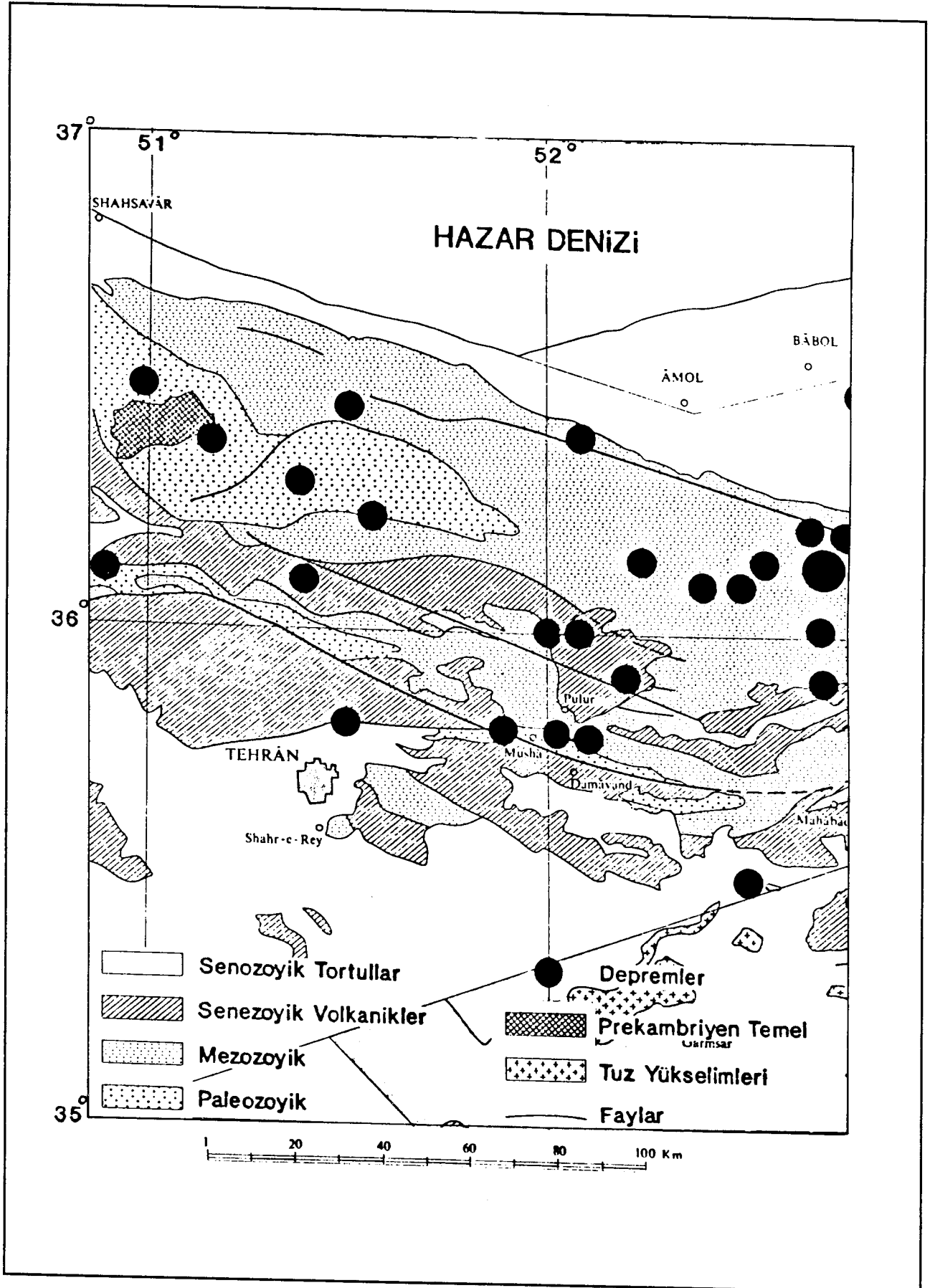
2) Orta İran platosu; sırasıyla Orta İran ve Azerbaycan, Lut kuşağı, Doğu İran sıradağları ve Makran sıradağlarından oluşur. Orta İran birimindeki yükseltilerde Prekambriyen te-

mele ait kayalara rastlanır. Paleozoyik'in platform tipi kayaları, eksiksiz olarak Orta Triyas'ın sonuna kadar çökelmelerine devam etmişlerdir. Toplam tortul kalınlığı Tahran'ın hemen güneyinde 8-10 km kadardır. Kuvaterner yaşlı genç çökeller de Orta İran tektonik birimi üzerinde geniş alanlar kaplar.

3) Elburz Sistemi; kuzeydeki Hazar çöküntüsü ile güneydeki Orta İran platosu arasında yer almaktadır. Birbirine paralel antiklinal ve senklinallerden oluşarak bir yay oluşturur. Bu birimde, doğu-batı yönlü önemli tektonik uzanımlar olmakla birlikte, tortul açıdan Prekambriyen'den Kuvaterner sonuna kadar tüm yaşta kayalar yer alır.

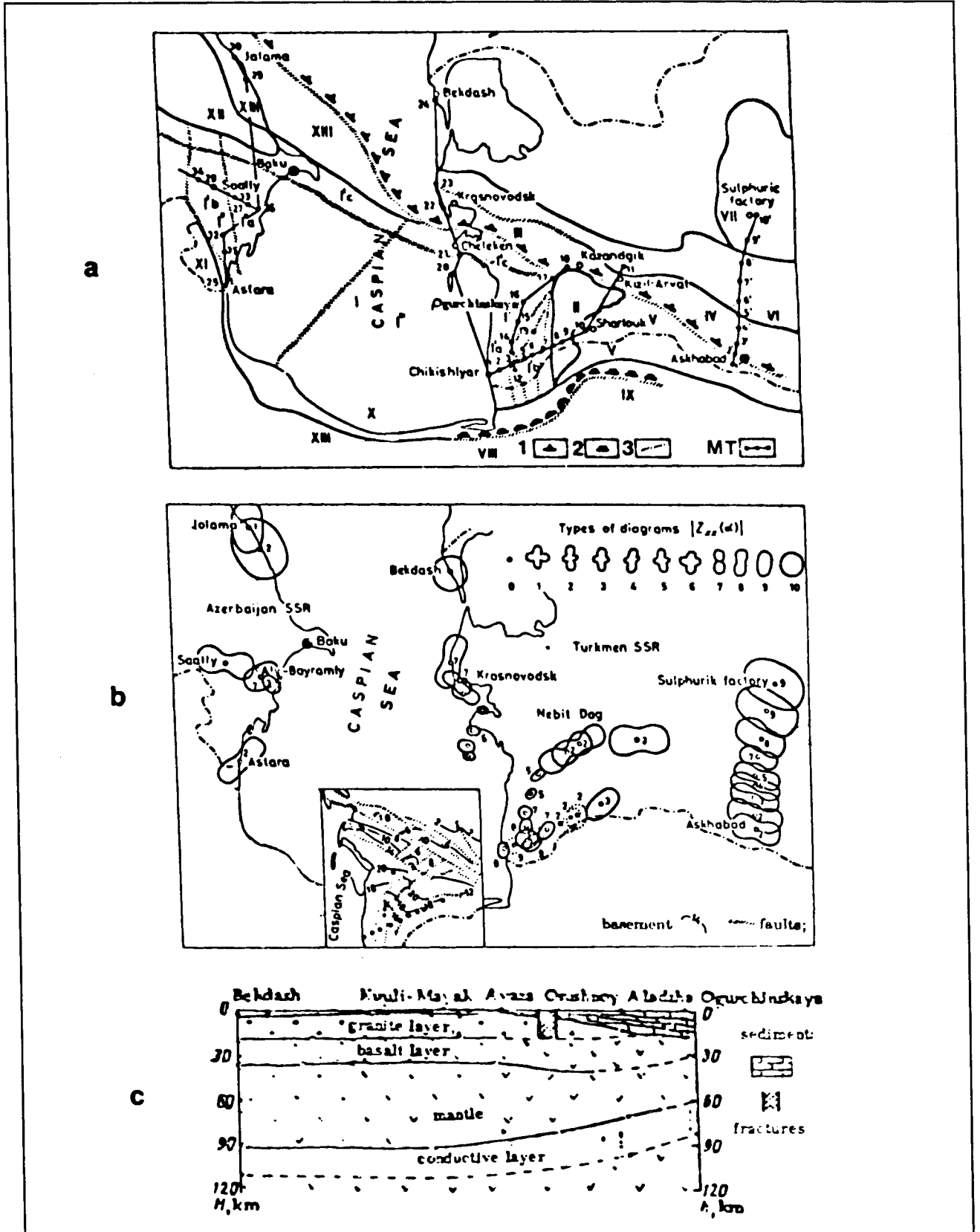
4) Koppeh sıradağı; İran'ın kuzeydoğusunda İran ile Türkmenistan arasındaki sınır bölgesinde yer alır. Bu sıradağlara Elburz Dağları'nın kuzeydoğu uzantısı gözü ile de bakılabilir. Yapısal açıdan Orta İran ve Elburz birimlerinin, Turan platosu ile kenar bölümünü oluşturur. Elburzlar'ın kuzeyinde ve Koppeh Sıradağları'nın batısında Hazar Denizi çöküntüsü yer alır. Güney Hazar çöküntüsünde gözlenen yüksek gravite belirtisi bu alanın kalın tortullardan ve ince okyanusal kabuktan oluştuğunu göstermektedir.

* I.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Avcılar 34840 İstanbul



Şekil 1. Tahran civarının ayrıntılı jeolojik haritası (Thcalenko ve diğ. 1980 den).

Fig. 1. Detailed geological map of surrounding area of Tehran (after Thcalenko et. al. 1980).



Şekil 2. Türkmenistan'da yapılan manyetotelirik araştırmaların sonuçları (Avagimov ve diğ. 1976). a) Güney Hazar bölgesinin tektonik yapısı; 1- Geç Alpin kıvrımları sınırı, 2- Erken Alpin kıvrımları sınırı, 3- Ana kırıklar. b) T = 60 dakika için empedans değerlerinin yönbağımlı diyagram haritası. c) Bekdash - Ogurchinskaya doğrultusu boyunca olası jeolojik kesit.

Fig. 2. Results of magnetotelluric investigations in Turkmenistan (after Avagimov et al. 1976). a) Tectonic structure of Southern Hazar region; 1- Boundaries of Late Alpine folding, 2- Boundaries of Early Alpine folding, 3- Main fractures. b) Map of polar diagram of impedance values for T = 60 minutes. c) A possible geological section along Bekdash - Ogurchinskaya profile.

Orta İran ve Elburz tektonik birimlerinin sınırı Tahran'ın hemen güneyinden geçer ve bölge deprem açısından çok etkindir. Genelde doğu-batı yönlü birçok bindirme veya doğrultu atımlı kırık kuşakları bütün bölgeyi kaplar. Bu kırıklar üzerinde yeralan depremler genellikle 30-50 km odak derinliğindedir. Kuzeyde Hazar Denizi'nde 20 km kadar ince olan yer kabuğu, güneye doğru Elburz'lar ve Orta İran birimi üzerinde 40-45 km kalınlığa ulaşır (Dehgani ve Makris 1984).

Şekil 1'de Tahran civarının jeolojisi verilmiştir. Tahran'ın güneyinde oldukça geniş 8-10 km ye kadar kalınlaşan Eosen ve Oligosen'den itibaren süreklilik gösteren Senozoyik tortullar ile örtülü bir alan vardır. Bunların arasında diyapirik yükselimler de görülür. Tahran'ın hemen kuzeyinde, Moshe Fayı'nın güneyinde ve Elburz Tektonik Birimi içinde Senozoyik yaşlı volkanikler oldukça geniş bir alana yayılır. Daha kuzeydoğuda kalın Mesozoyik ve Paleozoyik yaşlı kayalar vardır. Elburz tektonik biriminin çekirdeğinde Prekambriyen temel yer alır.

Şekil 2 (a-c) de Koppeh sıradağlarının kuzeyinde yeralan Türkmenistan bölgesinde yapılmış manyetotelürlük araştırmalarının bir özeti verilmiştir. Taralı uzun çizgiler kabuk içine kadar inen derin kırık kuşaklardır. Şekil 2b de $T = 60$ dakika için empedans değerlerinin yöne bağımlı diyagramları çizilmiştir. Kuzeydeki Bekdash'da her yönde izotrop kayalar varken (dairesel şekil), Nebit Dağ ve Aşkabad bölgelerinde kırık hatlarına paralel önemli bir doğu-batı uzanımı görülmektedir (elipsoid şekiller). İşaretlenmiş olan manyetotelürlük istasyonlarda ölçülen öz direnç eğrilerinin hemen hemen tamamı yüzeyde yeralan iletken tortul katmana işaret eder ve artan periyotta yani daha derinlerde daha yüksek dirençli kayalar görülür. Sadece güneyde Ogurchinskaya civarında kalın (8-10 km) iletken tortulların etkisiyle uzun periyotlar da dahil öz direnç düşük çıkmaktadır. Manyetotelürlük ve sismik verilere göre hazırlanmış Bekdash'dan Ogurchinskaya'ya uzanan bir kesit Şekil 2c de görülmektedir. Burada dikkatimizi çeken özellik kuzeyde 90 ile 120 km derinde olduğu belirlenen iletken katmanın, güneydeki Hazar çöküntüsüne doğru 60 ile 80 km derinlere kadar yükselmesidir. Bu katmanın daha güneyde İran içlerinde devam edip etmediği jeofizik olarak bilinmemektedir.

JEOTELEKTROMANYETİK VERİLER VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tahran Üniversitesi Jeofizik Enstitüsü'ne ait manyetik gözlemevinin coğrafi koordinatları 35 44' kuzey ve 51 23.1' doğudur. Jeoelektrik gözlemler doğu-batı yönünde 420 m, kuzey-güney yönünde 1120 m olan elektrod açıklıkları ile yapılmış ve mV/km cinsinden yayınlanmıştır (Inst. of Geophysics 1966). Elektrodlar $0.75 * 1.50$ m boyutunda 0.5 mm lik iki bakır levhanın 0.5 m aralıkla 3 m derine gömülmesi ile oluşmuştur. Isı ve rüzgara karşı elektrodlar gözlem noktasına 0.3 m derinden giden bir kablo ile birleştirilmiştir. Tahran jeoelektromanyetik gözlemevi verileri; kuzey-güney (Ex) ve doğu-batı (Ey) yönlü telürlük alan değişimleri ile manyetik alanın düşey (Z) ve yatay (H) bileşenleri ve sapma açısı (D) saatlik ortalamalarından oluşur. Güneş lekelerinin en az etkinlik dönemi olan 1965 ve 1966 yıllarına ilişkin yayınlanmış kataloglar (Inst. of Geophysics 1966 ve 1967) taranarak olabildiğince sürekli ve eksiksiz verilerden oluşan 7 Ekim - 31 Aralık 1965 dönemi, jeoelektromanyetik analiz için seçilmiştir. Manyetik ve telürlük verilerin zaman içinde değişimi Şekil 3'de bir örnek olarak verilmiştir. Üstte sapma açısı (D), altta kuzey-güney yönlü telürlük değerler (Ex) görülmektedir. Örnek olarak verilen bu kayıt 10 gün, yani 240 saat uzunluğundadır.

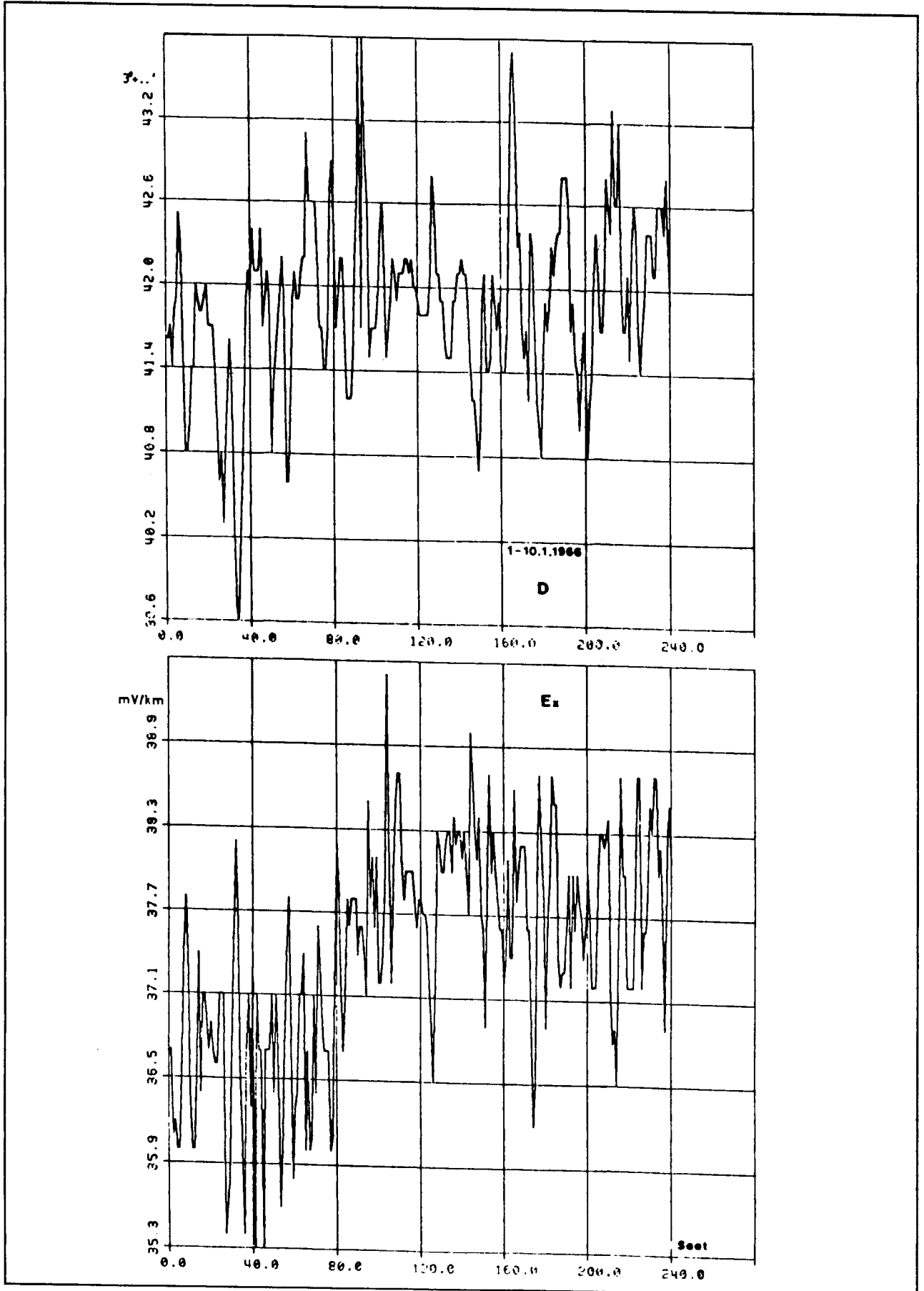
Şekil 4'de görünür öz direnç sondaj eğrisinin bulunması- na ilişkin işlemlerin akış diyagramı verilmiştir. Daha fazla ayrıntı İlkışık (1980) ve Hermance (1973) da bulunabilir. Ham Ex, Ey, H, D ve Z verilerinin örnekleme aralığı 1 saat ve veri boyu 2048 dir. Telürlük bileşenler aynen kullanılmış, Hx ve Hy ise H ve D den elde edilmiştir. Hz ise Z nin kendisidir. Bu ve-

riler zaman ortamında yönseme giderme ve sonlu veri nedeni ile Blackman penceresi işlemlerinden geçirilmiş ve Fourier dönüşümü ile frekans ortamında Ex, Ey, Hx ve Hy'nin spektrumları bulunmuştur. Spektrum hesaplamada hızlı Fourier dönüşümü için FOUR1 programı (Press ve diğ. 1986) kullanılmıştır. Birbirine dik olan Ex ile Hy ve Ey ile Hx bileşenlerinin spektrumlarında frekansa bağlı olarak ilişki -korelasyon- katsayıları hesaplanarak uyumlu frekans bileşenleri seçilmiş ve buradan da görünür öz direnç ve faz değerleri hesaplanmıştır (Şekil 5). Bu değerler daha sonra logaritmik frekans ortamında eş aralıklı örnekleme işlemine sokulmuş ve yine de belirli bir saçılma gösteren görünür öz direnç ve faz değerlerinin yuvarlanması elle yapılmıştır. Bu tamamen matematik çakıştırma yöntemlerinin, bazı jeolojik ve jeofizik kısıtlamalara uymamasından dolayıdır. Bir boyutlu model çalışmalarında bu eğriler esas alınmıştır.

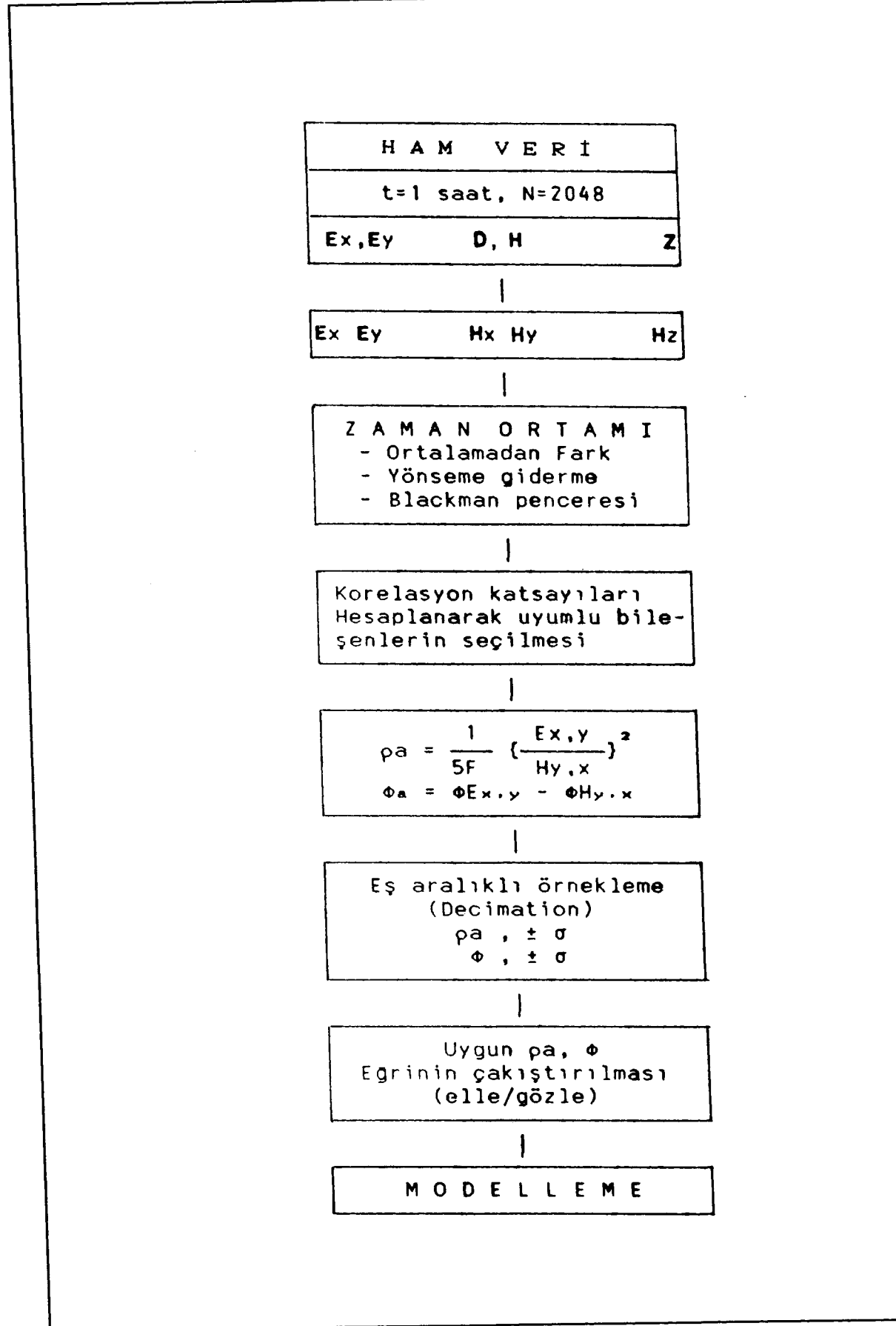
Şekil 6'da Tahran gözleminde ölçülmüş "doğu-batı" yönlü telürlük ve kuzey-güney yönlü manyetik bileşenlerden hesaplanmış olan görünür öz direnç (üstte, ρ_{EW}) ve faz eğrisi (altta, ϕ_{EW}) verilmiştir. Görünür öz direnç değerleri dairelerle gösterilmiş olup, çizgilerin belirttiği standart sapmalar % 35-40 civarındadır. Böyle bir çalışma için bu sınır çok yüksek sayılmaz. Eğriler çizilirken artan frekans değerleri (saatte devir (cph)) yukarıya doğru seçilmiştir. Bunun nedeni elektromanyetik dalgaların nüfuz derinliği özelliği nedeniyle, sığ bilgilerin yüksek, derin bilgilerin ise alçak frekanslarda görülmesindedir. Üstte 0.5 cph frekansında veya kabaca 160 km'lerde 35-40 ohm-m olan direnç, 0.11 cph frekansına yani yaklaşık 500-700 km derinliği kadar artmakta, bu derinliklerde direnç düşmektedir. 700 km nin altında yine yüksek dirençli kayaların varlığı gözlenmekte, yaklaşık 1500-1700 km derinlerde (0.015 cph frekansı) ikinci bir iletken katmanın varlığı açıkça görülmektedir. Sondaj eğrisi daha derinde öz dirençin bağıl olarak yüksek olduğunu göstermektedir. Modellemede belli bir yanılğı olasılığı var ise de, kesin olan durum Tahran gözleminin altında kabuk tabanında 35-40 ohm-m olan direncin en az 2000 km ye kadar arttığı ve arada sırasıyla yaklaşık 500 ve 1500 km derinlerde en az iki iletken katmanın var olduğudur.

Şekil 7'de "kuzey-güney" yönünde ölçülmüş görünür öz direnç (ρ_{NS}) ve faz (ϕ_{NS}) eğrileri verilmiştir. Bu eğri hemen bütün frekanslarda doğu-batı yönlü ρ_{EW} değerlerinin yaklaşık 100 katı yüksek değerler göstermektedir. Bu ise Tahran gözlemevi altında önemli bir yönbağımlılık olduğunu gösterir. Daha önce değinilen jeolojik bilgilerle, Tahran'ın güneyindeki Orta İran tektonik biriminin Tahran'ın kuzeyinde bulunan Elburz tektonik birimi altına daldığını, aralarında manto içlerine kadar inen bir dokanak olduğu anlaşılmaktadır. En azından bu iki birim arasındaki sınır, doğu-batı yönlü olup Tahran'daki gözlem noktası civarından geçmektedir. Bu gibi iki boyutlu durumlarda jeolojik uzanımına dik ölçümler (burada kuzey-güney yönlü), uzanımına paralel ölçümlerden (burada doğu-batı yönlü) daha yüksektir (Jiracek 1990). Bu durumda, derinlik açısından biraz farklı çıkmakla birlikte, öz dirençin derine doğru genelde arttığı ve bir önceki şekilde değinilen iletken yatay tabakaların etkisinin bu eğri üzerinde de gözlemlendiği söylenebilir.

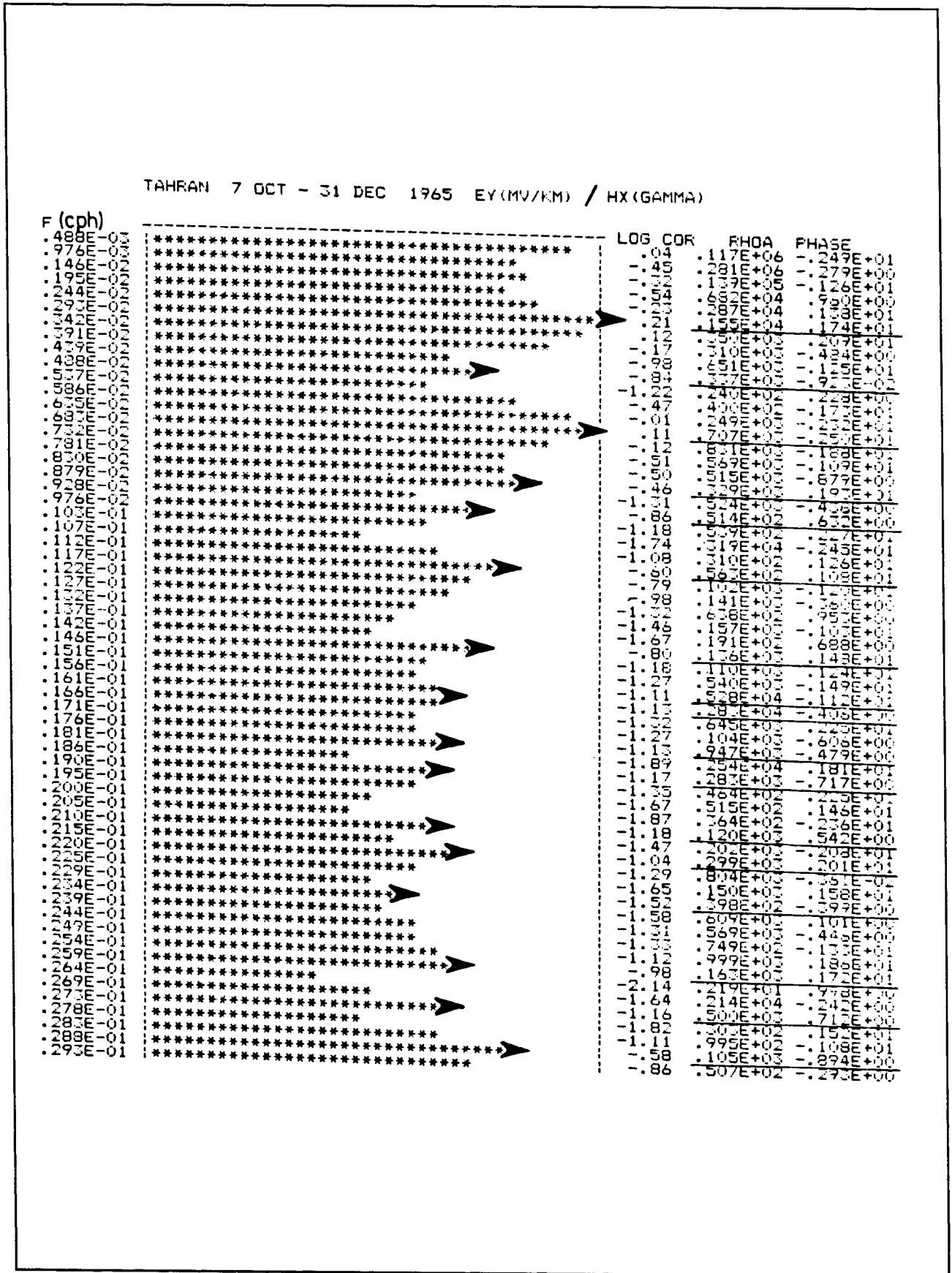
Tahran elektromanyetik verilerinde gözlenen önemli yönbağımlılık nedeni ile bir boyutlu model hesaplamalarında sadece doğu-batı yönündeki "paralel" değerleri simgeleyen ρ_{EW} öz direnç eğrisi kullanılmıştır (Şekil 8). Model hesaplamalarında Yüngül'ün (1961) ve Cagniard'ın (1953) yayınladığı abaklardan yararlanılmıştır. Bu abaklarda, farklı ρ_2/ρ_1 değerleri için çizilmiş olan eğrilerin apsisi $T\rho_1/h^2$, ordinatı ise ρ_2/ρ_1 olarak hazırlanmıştır. Periyodun fonksiyonu olarak çizilen ρ_{EW} eğrisinin ilk kısmı iki tabaka için hazırlanmış eğrileri ile çakıştırılarak önce üst katmana ilişkin değişkenler (ρ_1 ve h_1) bulunur. Şekil 8 de (üstte) görülen birinci "+" işareti yardımıyla ordinatı üzerinde okunan değer ρ_1 i, apsisi üzerinde okunan T_1 değeri ise ilk katmanın kalınlığı $h_1 = t_1$ i belirler. Çakıştırılan eğrinin ρ_2/ρ_1 değerinden de ρ_2 bulunur.



Şekil 3. Tahran Manyetik Gözlemevi'nden a) manyetik -sapma açısı D- ve b) telürük -Ex- veri örnekleri.
 Fig. 3. Examples of a) magnetic -declination D- and b) telluric -Ex- data from Tehran Magnetic Observatory.

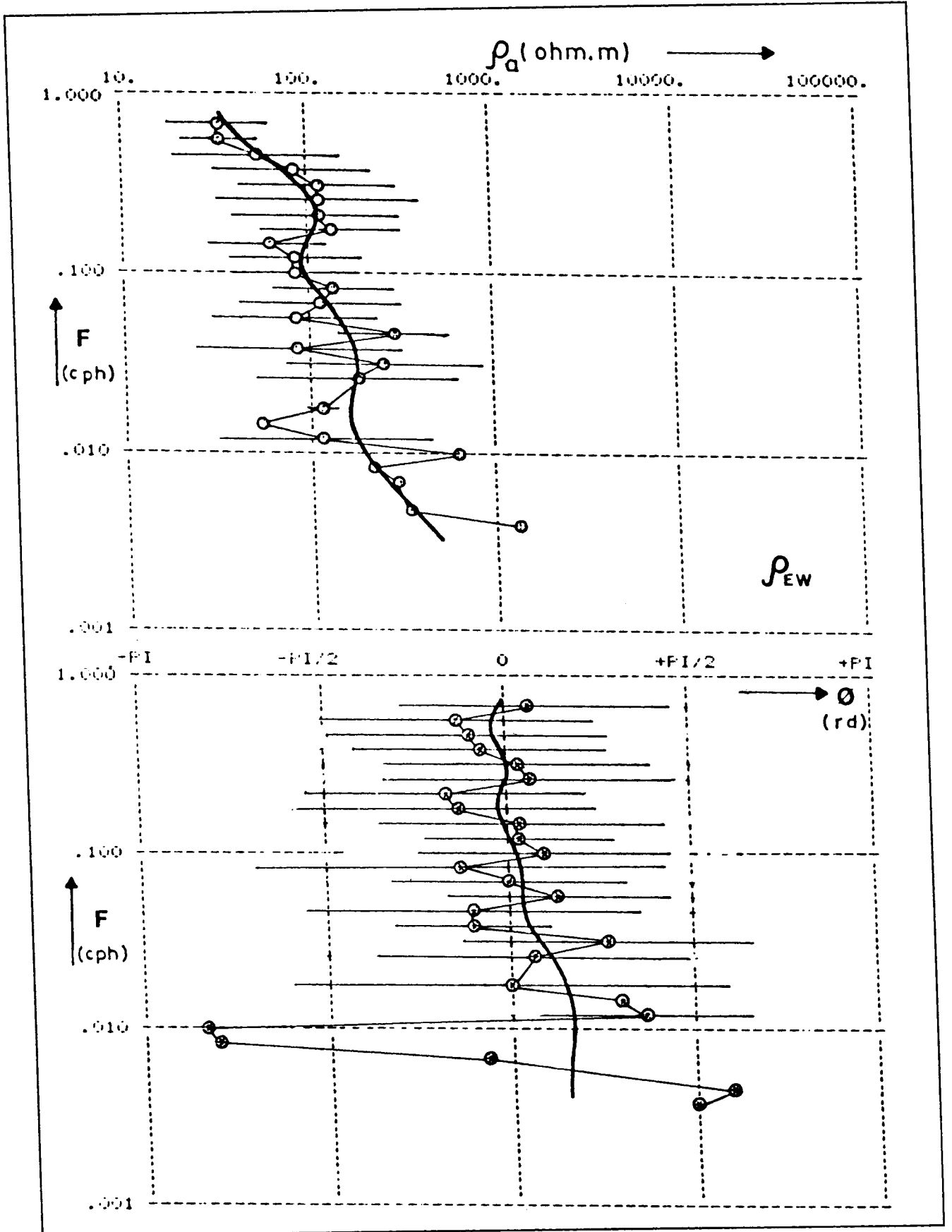


Şekil 4. Hesaplamaların akış diyagramı.
Fig. 4. Flow diagram of calculations.



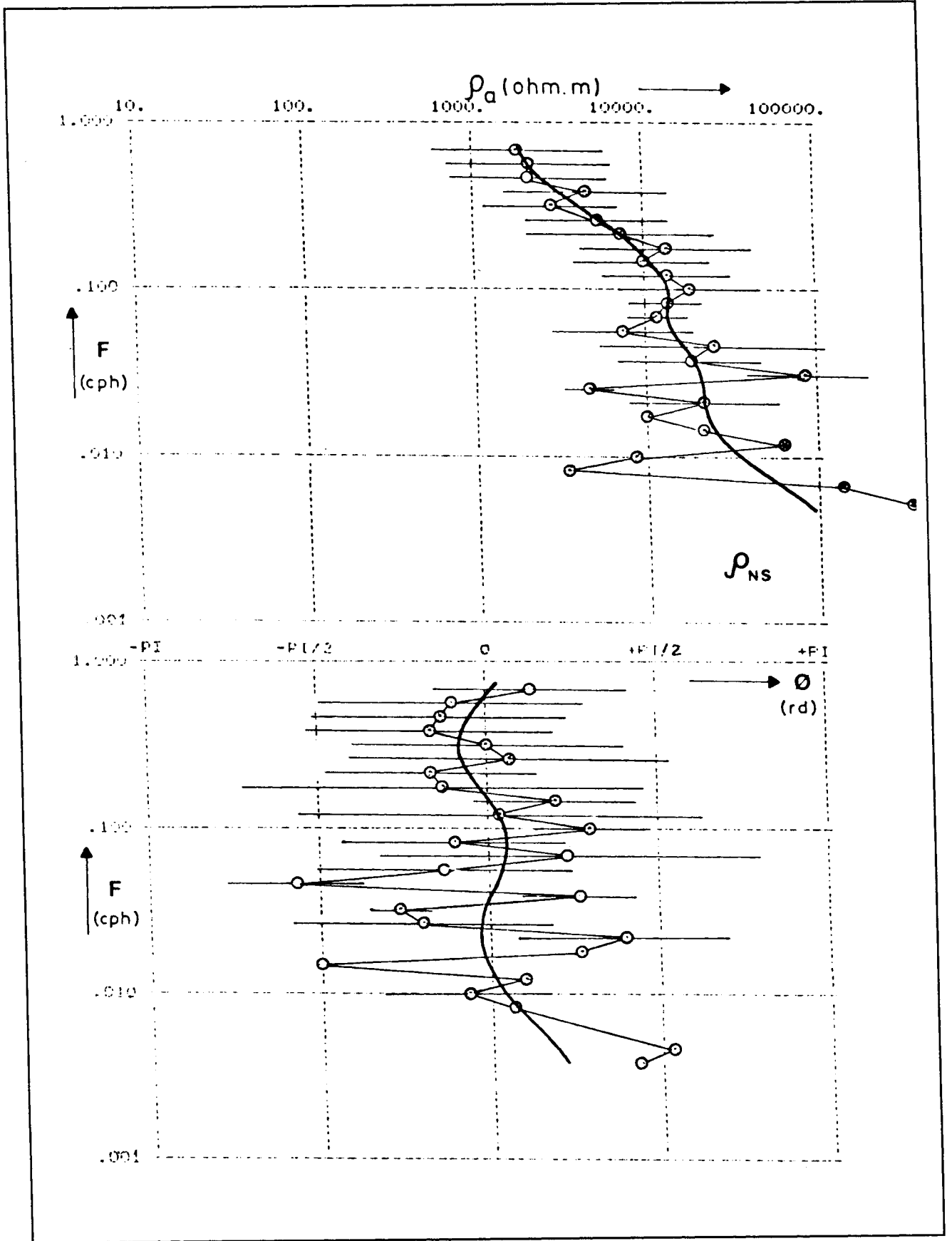
Şekil 5. Birbirine dik elektrik ve manyetik bileşenlerin spektrumlarında yüksek ilişki -korelasyon- (logaritmik ölçekte LOG COR) görülen frekanslarda (F), görünür öz direnç (RHOA) ve faz (PHASE) değerlerinin seçilmesi.

Fig. 5. The selection of the apparent resistivity (RHOA) and the phase (PHASE) values at frequencies of high correlation coefficients (in log scale LOG COR) which appear in between the spectrums of orthogonal electric and magnetic components.



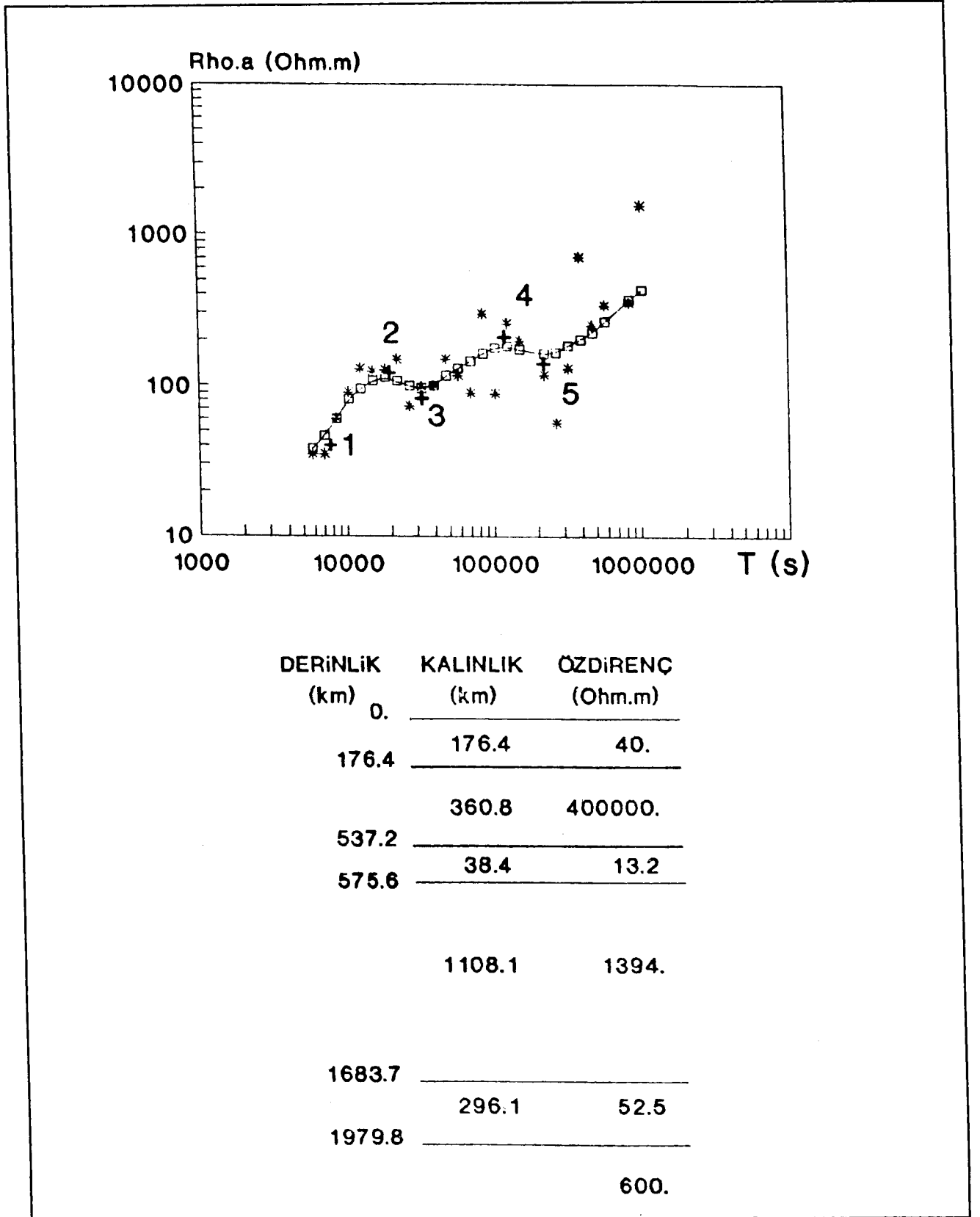
Şekil 6. Tahran Jeoelektromanyetik Gözlemevi'nde doğu-batı yönünde frekansın fonksiyonu olarak ölçülen görünür öz direnç (üstte ρ_{EW}) ve faz (altta ϕ_{EW}) eğrileri.

Fig. 6. The Apparent resistivity (top ρ_{EW}) and phase (bottom ϕ_{EW}) curves as a function of frequency which are measured in east-west orientation in Tahran Geoelectromagnetic Observatory.



Şekil 7. Tahran Jeoelektromanyetik Gözleminde doğu-batı yönünde frekansın fonksiyonu olarak ölçülen görünür öz direnç (üstte ρ_{NS}) ve faz (altta ϕ_{NS}) eğrileri.

Fig. 7. The apparent resistivity (top ρ_{NS}) and phase (bottom ϕ_{NS}) curves as a function of frequency which are measured in east-west orientation in Tahran Geoelectromagnetic Observatory.



Şekil 8. (Üstte) Çakıştırma yöntemi ile doğu-batı yönlü görünür öz direnç verilerinin bir boyutlu modellenmesi. Yıldızlar gözlenen öz direnç, kareler yuvarlatılmış görünür öz direnç değerleri ve numaralanmış artı işaretleri çakıştırılan kuramsal eğrilerin (1,1) noktalarıdır. (Alta) Altı tabakalı yer modeli.

Fig. 8. (Top) One dimensional modeling of east-west oriented apparent resistivity data through the process of curve matching. Stars are the observed apparent resistivity, squares are the smoothed apparent resistivity values and the numbered plus signs are the (1,1) points of the matched theoretical curves. (Bottom) Six layered earth model.

Daha sonraki adımda ρ_{EW} eğrisinin ikinci parçası ele alınarak yine iki tabaka abağında yeni bir eğri ile çakıştırılır. Çakışan eğrinin (1,1) noktası ikinci "+" işareti ile gösterilmiştir. Bu kez ordinat üzerinde okunacak olan değer birinci ve ikinci tabakanın toplam iletkenliğinin belirlediği

$$S = S_1 + S_2$$

$$h_2/\rho_1' = h_1/\rho_1 + (h_2 - h_1)/\rho_2$$

bağıntısındaki ρ_1' dir. Apsis ise iki tabakanın toplam kalınlığı h_2 değerini veren

$$h_2 = (\rho_1' \cdot T_2)^{1/2}$$

bağıntısındaki T_2 dir. İkinci katmanın kalınlığı $t_2 = h_2 - h_1$ den, üçüncü katmanın öz direnci ρ_3 ise çakışan yeni eğrinin ρ_2'/ρ_1' yani gerçekte ρ_3/ρ_1' oranından bulunur. Hesaplanan değerlerin özellikle çakıştırma sonucu belirlenen ρ_1' değerinin doğru olup olmadığı her seferinde ve diğer tabakalar içinde toplam iletkenlik bağıntısı ile kontrol edilmelidir. Çoğu kez ortaya çıkan yanılğı, yapay kaynakların kullanıldığı Schlumberger gibi öz direnç yöntemlerinde çok küçük (% 1-3) olmakla birlikte, görünür öz direnç eğrilerinin normalde % 25 yanılğı taşıdığı manyetotellirik yöntemde % 1 ile % 15 arasında değişebilmektedir.

Daha sonra eğrinin üçüncü ve diğer parçalarında benzer işlemler sürdürülerek bir boyutlu yeraltı yapısı için Şekil 8'de verilen 6 tabakalı yapı belirlenmiştir (Rezabakhsh 1991). Üstte 176.4 km kalınlıkta 40 ohm-m öz dirençli katman, ince bir litosfer (45-50 km) ile birlikte, astenosferi simgeler. Bunun altında 360 km kalınlıkta ve 400000 ohm-m gibi yüksek öz dirençli ikinci bir tabaka yer almaktadır. Model çalışmaları bunun altında 38.4 km kalınlıkta öz direnci 13.2 ohm-m olan bir katmanın varlığını göstermektedir. Manto içinde 537 ile 575 km derinlikler arasındaki bu iletken tabaka büyük olasılıkla sismolojik ve EM indüksiyon yöntemleri ile yer küresinin birçok yerinde gözlenen düşük hız zonuna karşılık gelir (Bott 1982). Manto içinde 1684 km derinliğe kadar devam eden yüksek öz dirençli (1394 ohm-m) dördüncü katmanın altında 296 km kalınlıkta 52.5 ohm-m öz dirençli ikinci bir iletken tabaka yer alır. En alttaki manto kayaları ortalama 600 ohm-m öz dirençlidir. Verilerdeki saçılma oranının yüksek oluşu daha ayrıntılı bir model çalışmasına gidilmesinin yanısıra, mantonun jeolojik ve petrolojik yapısına ilişkin yorumların da yapılmasını engellemektedir. Ancak bulunan modelde bu tabakaların derinliği, kalınlığı ve öz direncine ilişkin değerler gözlemlerdeki ve modelleme yöntemindeki yanılğılar nedeniyle biraz farklı olabilirse de, veriler varlıklarını kesin olarak göstermektedir.

SONUÇLAR

1) Tahran gözlemine ait jeoelektromanyetik verilerin analizi yapılarak spektral özellikleri belirlenmiştir. Bunlardan birbirine dik elektrik ve manyetik bileşenler 3 saatten, sideral aya kadar birçok frekansta uyumlu sinyaller içermektedir.

2) Hesaplanan kuzey-güney ve doğu-batı yönlü öz direnç değerleri arasında büyük bir yönbağımlılık vardır. Bu, Tahran yakınlarından geçen, doğu-batı yönünde uzanan ve çok derin-

lere (üst manto içlerine) kadar inen bir fay veya sınıra işaret eder.

3) Bir boyutlu yapıyı daha iyi simgeleyen doğu-batı yönlü görünür öz direnç eğrileri dikkate alınarak yatay katmanlı model üzerinde çalışılırsa, 100 km lerde 35-40 ohm-m olan öz direncin yine yaklaşık 2000 km derinlere kadar artarak devam ettiği gözlenmektedir. Ancak, biri 500-600 km derinde öbürü de kabaca 1600 km derinde iki iletken katman gözlenmektedir. Bunlardan özellikle 500-600 km derinde olanı, bir çok sismolog tarafından Doğu Avrupa ve dünyanın başka yerlerinde gözlenmiş olan manto içindeki düşük hız tabakasına karşılık gelebilir.

KATKI BELİRTME

Manyetik verilere ilişkin yayınların bazıları Sayın O. Uyar'ın arşivinden sağlanmıştır. Bu çalışma yazarların Türkiye 12. Jeofizik Kurultayı'nda sundukları bildiriye tamamlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Avagimov, A.A., Ashirov, T., Dubrovsky, V.G. and Nepesov, K. 1976, Deep magnetotelluric survey in Turkmenia and Azerbaijan. A. Adam (Ed.), Geoelectric and Geothermal Studies, KAPG Geophys. Mono, Akademici Kiado, Budapest.
- Bott, M.H.P. 1982, The Interior of the Earth, Edward Arnold, London.
- Cagniard, L. 1953, Basic theory of magneto-telluric method of geophysical prospecting, Geophysics 18, 605-635.
- Dehgani, G.A. and Makris, J. 1984, The gravity field and crustal structure of Iran, Njb. Geol. Palaont. Abh., 168, 213, 215-229.
- Hernance, J.F. 1973, Processing of magnetotelluric data, Phys. Earth Planet. Inter. 7, 349-364.
- Institute of Geophysics, Tehran University, 1966, Report on the Telluric Current Observations in Tehran During the Year 1965. Inst. of Geophys. Publ. No: 30, Tehran University Press.
- Institute of Geophysics, Tehran University, 1967, Report on the Geomagnetic activities in Iran During the Year 1965. Inst. of Geophys. Publ. No: 33, Tehran University Press.
- İlkışık, O.M. 1980, Trakya'da Yer kabuğunun Manyetotellirik Yöntemle İncelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak., İstanbul.
- Jiracek, G. 1990, Near-surface and topographic distortions in electromagnetic induction, Survey in Geophysics 11, 163-203.
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A. and Vetterling, W.T. 1986, Numerical Recipes, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rezabakhsh, A. 1991, Tahran Manyetik ve Elektrik Kayıtlarının Analizi. Y. Lis. Tezi, İ.Ü. Fen Bil. Enst., Jeofizik Müh. A.D., İstanbul.
- Tabatabai, H. 1987, Kuzeybatı İran'ın Aeromagnetik Haritasının İki Boyutlu Fourier Analizi ile Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bil., Enst., Jeofizik Müh. A.D., İstanbul.
- Takin, M. 1972, Iranian geology and continental drift in the Middle East. Nature 235, 147-150.
- Tchalenko, J.S., Iranmanesh, M.H. and Berberian, M. 1980, Map of seismotectonic provinces (1:1000000). Joint Programme of the Geological Survey of Iran and Imperial College, London.
- Yüngül, S.H. 1961, Magnetotelluric sounding three-layer interpretation curves, Geophysics 26, 465-473.