

# Gravite ve manyetik veri - işlem yöntemleri ve Ankara - Polatlı bölgesinin yorumu

Methods of data analysis in gravity and magnetics and the interpretation of Ankara - Polatlı region

MUSTAFA ERGÜN  
COŞKUN SARI

Dokuz Eylül Üniversitesi Müh-Mim Fak. Jeoloji Müh. Böl. Bornova - İzmir.

**ÖZ:** Gravite ve manyetik jeofizik verilerine uygulanacak veri - işlem yöntemleri (süzgeçleme, analitik uzanımlar ve türev yöntemleri) için geçerli olan matematiksel bağıntılar, aynen elektrik süzgeç devrelerinde olanlar gibidir. Zaman veya uzay boyutunda dalgalanma gösteren fiziksel değerlerin, frekans veya dalga sayısı cinsinden tanımlanması, işlemlerde birçok kolaylıklar sağlar. Evrişim (konvolüsyon) işlemi, giriş verisinin ters çevrilerek süzgeç katsayıları ile çarpımı sonucunda süzgeçlenmiş verinin elde edilmesidir. Fourier dönüşümü yoluyla, frekans yanıtı saptanacak her türlü süzgeçler, analitik uzanımlar ve türevler için süzgeç katsayıları hesaplanabilir. Tüm işlemlerde önemli olan kullanılacak süzgecin frekans veya dalga sayısı ortamında frekans yanıtının saptanmasıdır. Potansiyel alanlarda çevrede bulunan tüm kaynakların etkilerinin toplamı ölçülen değer içerisindedir. Veri - işlem yöntemleriyle, bir noktaya kadar, değişik kaynaklı etkileri birbirinden ayırabiliriz. Jeofizik yorumda da istenilen kaynağın etkisini irdeleyip yorumlamak probleme açıklık getirir.

Ankara - Polatlı yöresinin 32° - 33° D ve 39°-40° 30' K koordinatları arasında kalan bölgenin rejonarı gravite ve havadan manyetik (700 m uçuş yüksekliği) haritaları yukarıda tanımlanan yöntemler yoluyla irdelenmiştir. Esas yapısal uzanımların KD - GB doğrultulu olduğu ortaya konmuştur. Bölgenin güneyinde ise daha derin KB - GD doğrultulu uzanımlar saptanmıştır.

**ABSTRACT :** The mathematics governing most of the data processing operations on gravity and magnetic geophysical data is identical to that which describes the behaviour of electrical filter circuits. It is more convenient to show physical values which varies with time or space, frequency or wavenumber domain to carry out operation on them. Convolution operation is to obtain filtered output data from input data by folding backward and multiplication with filter operators. The filter operators for every kind of filters, analytical continuations and derivatives can be obtained after determining frequency responses from Fourier transforms. The important phenomenon for all operations is to determine frequency responses in frequency or wave - number domain. The measured potential field includes effects from all bodies in the vicinity. The effects from different sources can be separated with data analysis up to a point. Interpretation would be improved if they could be separated and examined one by one.

The regional gravity and aeromagnetic (flight height is 700 metres) maps were analysed with the above mentioned techniques for the region between 32°-33° E and 39° - 40° 30' N coordinates around Ankara - Polatlı area. The main structural trends were found to be NE - SW. In the south of the region, the deeper structures were found to be trending NW - SE.

## GİRİŞ

Jeofizikte potansiyel alan verileri yeraltındaki tüm kaynakların etkilerinin bileşkesidir. Bu verileri amaca uygun duruma getirip yorumlamak jeofizikçinin asıl amacıdır. Veriden istenmeyeni atıp, kaynağın etkisini soyutlama işlemlerine veri - işlem diyoruz. Burada, gravite ve manyetikte uygulanan süzgeçleme, analitik uzanımlar ve türev yöntemleri üzerinde durulacaktır. Bu işlemlerin matematiksel bağıntıları verilerek, frekans ortamı tanımından Fourier dönüşümü yoluyla istenilen süzgeç, uzanım ve türev operatörleri elde edilir.

Ankara - Polatlı bölgesinin (32°-33° D ve 39°-40° 30' K koordinatları arası) gravite Bouguer ve havadan manyetik anomalilerinin veri - işlem uygulamaları sonucun-

da yorumlaması yapılmıştır. Polatlı'nın batısı tabansal yükselim bölgesidir. Polatlı - Haymana'nın kuzey - kuzey doğusunda genel gidişler KD - GB uzanımlı, bu hattın güney - güneybatısında ise genel gidişler KB - GD uzanımlıdır. Haymana'nın güney - güneydoğusunda çöküntü havzası KKD uzanımlı olup, manyetik ofiyolitlerden dolayı pozitif anomali vermektedir. KD - GB gidişler KB - GD fayları ile kesilmiştir,

## GRAVİTE VE MANYETİKTE VERİ - İŞLEM YÖNTEMLERİ

Ölçülen gravite ve manyetik alanlar uzak veya yakın tüm etkilerin toplamını içerir. Jeofizikte, bu çeşitli bileşenlerin etkilerini birbirinden belirli olanaklar içerisinde

ayırp veriyi istenilen amaç doğrultusunda biçimleme işlemlerine veri - işlem yöntemleri diyoruz. Problemin içeriğine göre yüzeye yakın küçük kütlelerin anomalilerini «kalıntı», derin büyük kütlelerin anomalilerini «bölgesel» olarak tanımlayıp ayırmayı çeşitli yöntemlerle yapabiliriz; bunlar trend analizi, türev yöntemleri, uzanımlar ve süzgeçleme işlemleridir. «Kalıntı» ve «bölgesel» çoğunlukla subjektif olup, bölgenin büyüklüğüne ve alınan verinin sıklığına bağlı kavramlardır.

Burada bizim asıl irdeleyeceğimiz süzgeçleme, uzanımlar ve ikinci türev yöntemleridir. Bunlar matematiksel olarak birbirinden ayrı konular gibi görünseler bile frekans ortamında fazla farklı konular olmadığı görülecektir. Dean (1958) frekans ortamı işleminin potansiyel verilerine uygulanmasının uygunluğunu ortaya koymuştur. Gravite ve manyetik jeofizik verilerinde uygulanacak veri - işlem yöntemleri için geçerli matematiksel bağıntılar, aynen elektrik süzgeç devrelerinde olanlar gibidir. Zaman veya uzay boyutunda dalgalanma gösteren fiziksel değerlerin, frekans veya dalga sayısı cinsinden tanımlanması, işlemlerde birçok kolaylıklar sağlar.

İki değişkenli Fourier dönüşümü uygulaması aynen tek boyutlu durum gibidir ve dolayısıyla iki değişkenli evrişim denkleminde ulaşırız (Fuller, 1967).

$$\varnothing'(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(\alpha,\beta) \varnothing(x-\alpha, y-\beta) d\alpha d\beta \quad (1)$$

Burada  $\varnothing(x,y)$  = giriş verisi

$\varnothing'(x,y)$  = çıkış verisi

$g(\alpha,\beta)$  = süzgeçleme fonksiyonudur.

Süzgeçleme fonksiyonunun anlamlı olabilmesi için sonlu boyutta olması gerekmektedir.

$$g(\alpha,\beta) = 0 \quad \begin{array}{l} |\alpha| \geq X \\ |\beta| \geq Y \end{array} \quad (2)$$

Denklem (2) verinin bir dikdörtgen pencere içerisinde olması anlamına gelir. Çünkü, jeofizik verileri sonsuz değildir. Dikdörtgen pencerenin frekans ortamında yan salınımları fazladır. Dolayısıyla bu yan salınımların önüne geçmek için pencere fonksiyonları; örneğin Kosinüs pencere veya başkalarını kullanmak gerekmektedir.

Denklem (1)'de her iki tarafın Fourier dönüşümlerini alırsak, frekans ortamında :

$$\Phi'(u,v) = F(u,v) \Phi(u,v) \quad (3)$$

Burada  $\Phi'(u,v)$  =  $\varnothing'(x,y)$ 'nin Fourier dönüşümü

$F(u,v)$  =  $g(\alpha,\beta)$ 'nin Fourier dönüşümü

$\Phi(u,v)$  =  $\varnothing(x,y)$ 'nin Fourier dönüşümüdür.

Zaman veya uzay ortamındaki evrişim işlemi, frekans ortamındaki çarpma işlemine eşittir.  $g(\alpha,\beta)$ 'nin Fourier dönüşümü, frekans yanıtı  $F(u,v)$  olarak bilinmektedir.

$$F(u,v) = \int_{-X}^X \int_{-Y}^Y g(\alpha,\beta) e^{-2\pi i(u\alpha + v\beta)} d\alpha d\beta \quad (4)$$

Eğer  $g(\alpha,\beta)$  her iki eksen için bakışıksa, denklem (4) aşağıdaki şekli alır.

$$F(u,v) \cong 4 \int_{0}^X \int_{0}^Y g(\alpha,\beta) \cos(2\pi u\alpha) \cos(2\pi v\beta) d\alpha d\beta \quad (5)$$

Eşit aralıklarla sayısallaştırılmış ( $\Delta x = \Delta y = 1$  birim) olan verilerde

$$F(u,v) \cong 4 \sum_{n=0}^Y \sum_{k=0}^X W(k,n) \cos(2\pi nu) \cos(2\pi kv) \quad (6)$$

dir. Burada  $W(k,n)$  operatörlerin ağırlık katsayılarıdır.

Süzgeç düzenlemesinde tanımlanan  $F(u,v)$ 'den  $g(\alpha,\beta)$ 'yi elde ederiz ve dolayısıyla  $W(k,n)$  değerlerini saptarız. Örneklemeye kuramına göre en büyük frekans 0.5 sıkl/veri aralığı olacağından :

$$W(k,n) \cong 4 \sum_{l=0}^{0.5/\Delta u} \sum_{m=0}^{0.5/\Delta v} F(l\Delta u, m\Delta v) \cos(2\pi l\Delta uk) \cos(2\pi m\Delta vn) \Delta u \Delta v \quad (7)$$

elde edilir. Dolayısıyla tanımlanan frekans yanıtından operatör katsayıları her koordinat için saptanmış olur. Bu katsayıları uygun bir pencere fonksiyonu ile penceredikten ve normalleştirildikten sonra esas katsayıları elde ederiz.

a) **Süzgeçleme** : Kesme frekansının 0-0.5 sıkl/veri aralığı arasında, değişik biçimde düzenlenmesiyle istenilen amaca uygun (Alçak geçişli, Band geçişli, Band geçişsiz, Yüksek geçişli ve Yön bağımlı) süzgeçlerin frekans yanıtları tanımlanabilir.

b) **Analitik Uzanımlar** : Potansiyel teori sonuçlarından potansiyelin  $\varnothing(x,y,0)$  yukarıya doğru analitik uzanım denklemi Henderson ve Zeitz (1949) tarafından verilmiştir.  $z=0$  düzleminde  $z=h$  düzlemine yukarı uzanım :

$$\varnothing(x,y,h) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{h \cdot \varnothing(\alpha, \beta, 0)}{2\pi((x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + h^2)^{3/2}} d\alpha d\beta \quad (8)$$

denklemi ile verilir. Görüldüğü gibi denklem (8) bir evrişim denklemidir ve burada

$$g_y(x,y,h) = \frac{h}{2\pi(x^2 + y^2 + h^2)^{3/2}} \quad (9)$$

süzgeçleme fonksiyonu olarak düşünülebilir.

Bunun frekans yanıtı :

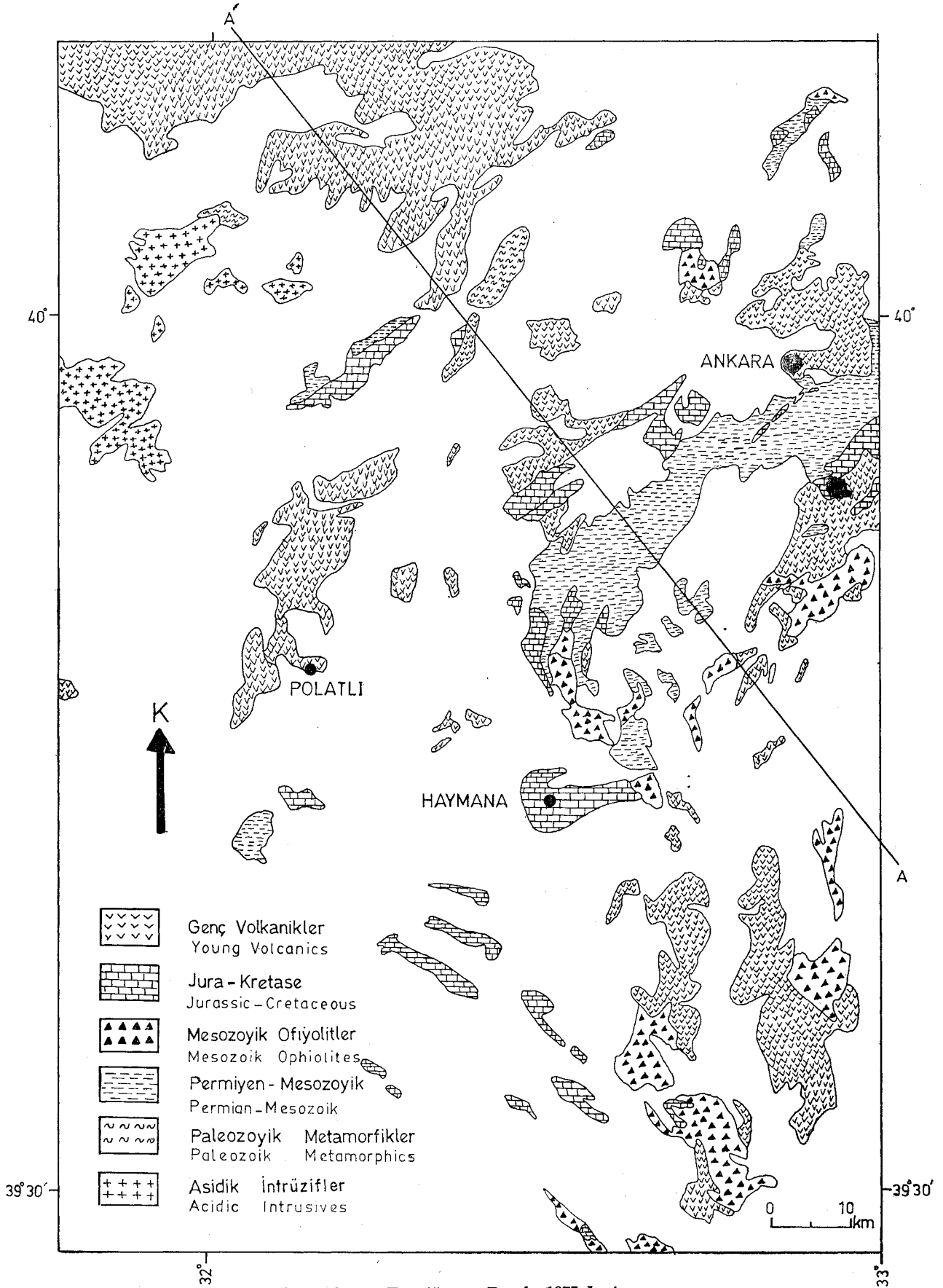
$$F_y(u,v,h) = e^{-2\pi h(u^2 + v^2)^{1/2}} \quad (10)$$

bağıntısı ile gösterilebilir (Fuller, 1967). Aynı şekilde arada herhangi bir kaynağın olmadığı  $z=-h$  düzlemine aşağıya analitik uzanım ise denklem (10)'dan çıkarılabilir. Aşağı uzanım frekans yanıtı

$$F_a(u,v,h) = \frac{1}{F_y(u,v,h)} = e^{2\pi i(u^2 + v^2)^{1/2}} \quad (11)$$

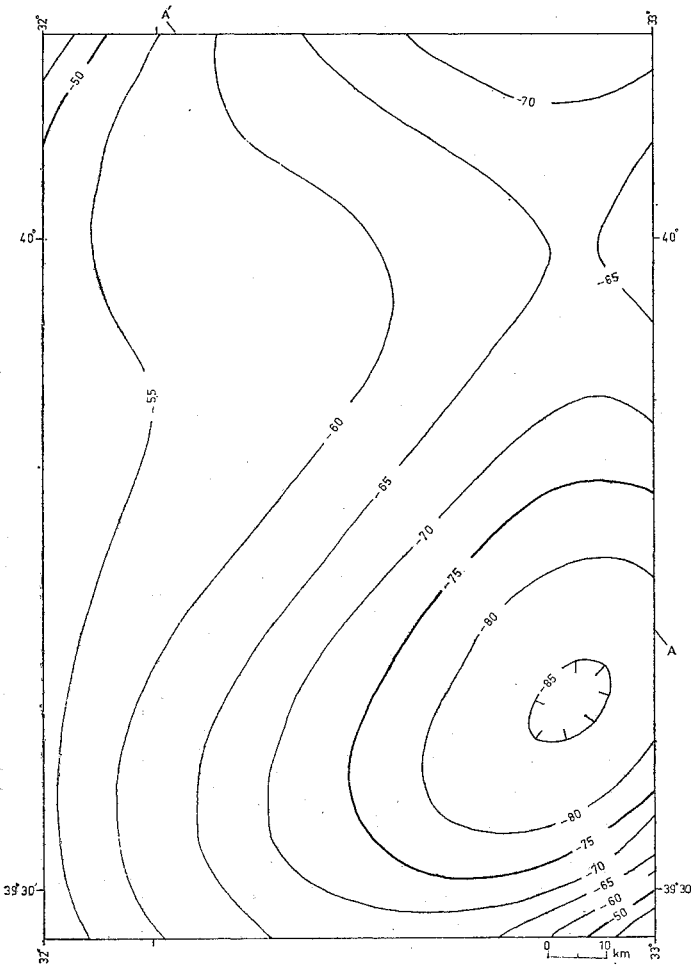
bulunur. Süzgeçleme operatörlerini elde etmek için kullandığımız denklem (7)'yi yukarı ve aşağı analitik uzanımlara gerekli operatör katsayılarını elde etmede de kullanılabilir.

c) **Türevler** : Küçük boyutlu sığ yapıları ve büyük yapıların sınırlarının belirlenmesi amacıyla ikinci düşey



Şekil 1 : Ankara - Polatlı jeoloji haritası (Erentöz ve Pamir, 1975 den)

Figure 1 : Geologic map of Ankara - Polatlı region (from Erentöz and Pamir, 1975)



Şekil 2 : Gravite trend haritası (4. derece) (kontur aralığı 5 mgal.)

Figure 2 : Gravity trend map (4th degree) (contour interval 5 mgal.)

türev gözönüne alınacaktır. Bu konuda birçok araştırmacı Henderson ve Zeitz (1949), Peters (1949), Elkins (1951), Rosenbach (1953) ve Henderson (1960) çalışmışlar ve çeşitli operatörler saptamışlardır.

$0(x,y,z)$  potansiyel verisinin Fourier dönüşümü  $z=0$

münü  $\Phi(u,v)$  olarak belirliyelim.

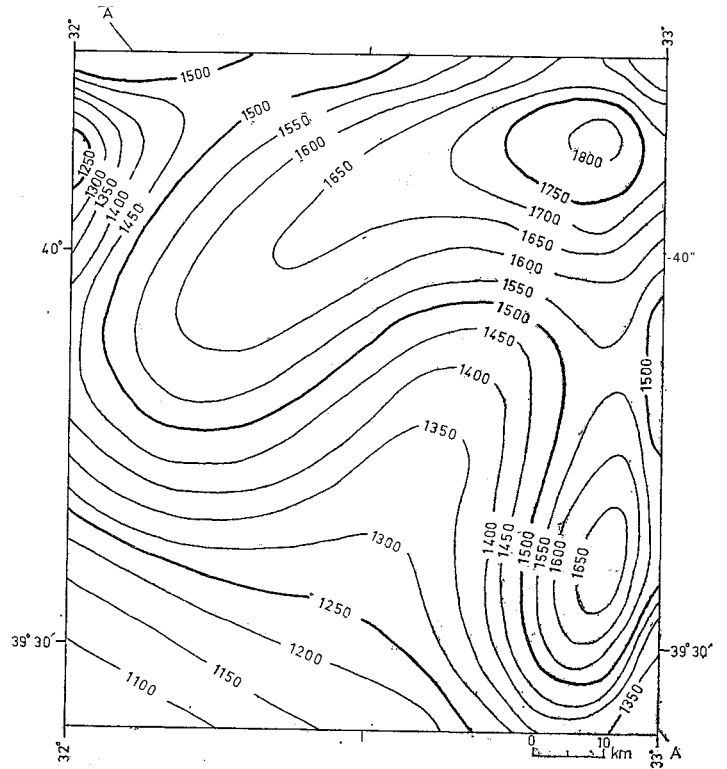
$$0(x,y,z) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(u,v) e^{-2\pi i(ux+vy)} du dv \quad (12)$$

olur. Potansiyel verilerin kaynak bulunmadığı yerlerde Laplace denklemini sağlamasından :

$$\frac{\partial^2 0(x,y,z)}{\partial z^2} = - \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) 0(x,y,z) \quad (13)$$

yazılabilir. Denklem (13)'ün x ve y'ye göre ikinci türevlerini alıp denklem (13)'te yerine koyarsak :

$$F(u,v) = 4 \pi^2 (u^2 + v^2) \quad (14)$$



Şekil 3 : Havadan manyetik trend haritası (7. derece) (kontur aralığı 50  $\gamma$ )

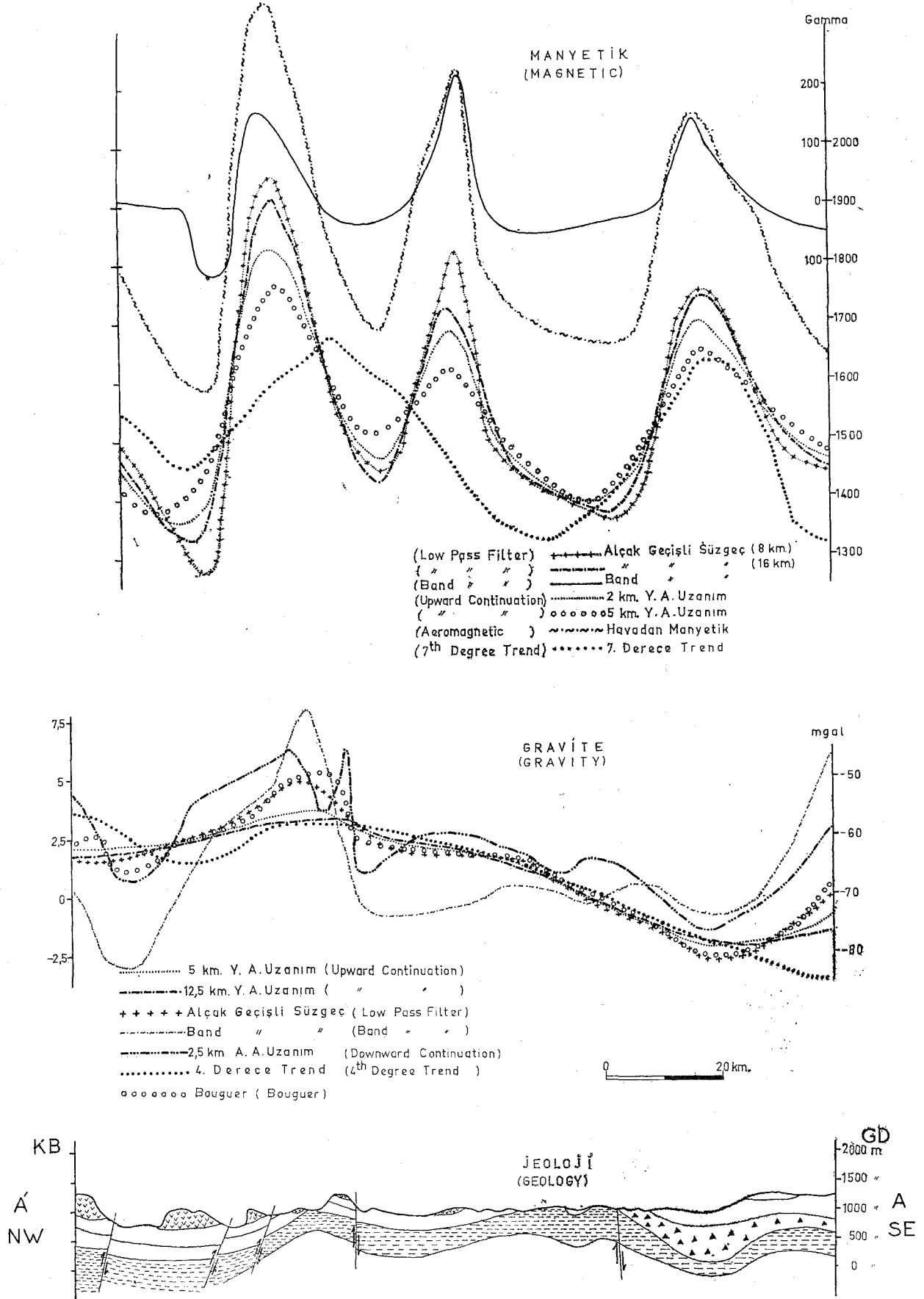
Figure 3 : Aeromagnetic trend map (7th degree) (contour interval 50  $\gamma$ )

elde edilir (Fuller, 1967). Buna göre denklem (14) açıkça ikinci türevin frekans yanıtıdır. Geriye kalan işlem, operatörlerin saptanması için bu frekans yanıtının denklem (7)'de yerine koymaktır.

#### ANKARA - POLATLI BÖLGESİNİN JEOLJİSİ

Ankara - Polatlı bölgesi Anadolu kıvrımları ile İç Anadolu kıvrımlarının tektonik özelliklerini taşır (Erentöz ve Pamir, 1975). Mesozoyik öncesi bölge temelini, plutonik kayalar, metamorfite, fosilli Paleozoyik kayaları ve grovaklar oluşturur (Şekil 1). Ankara'dan Çankırı'ya kadar olan bölgelerde Paleozoyikler yüksek dağlar oluştururlar ve KKD - GGB doğrultusunda uzanırlar. Permien - Mesozoyik birimleri üzerine açılal uyumsuzlukla Jura - Kretase yaşlı birimler gelmektedir. Haymana bölgesinde ofiyolitler üzerine fliş çökelleri yerleşmiştir. Bölgede genel kıvrımlanma D - B'dir, fakat Polatlı civarında bunlar KB - GD yönünü alırlar. Bu bölge petrol yönünden araştırmaya uygunluk göstermiş olmasına karşın, şu ana kadar olumlu bir sonuç alınamamıştır.

Bölgede birçok bazik plütonlar vardır ve bunlar Ankara'nın güneyinde KD-GB doğrultulu olarak uzanmaktadır. Haymana'nın güneydoğusu, Polatlı'nın kuzeyinden Ankara'ya kadar, Elmadağ yöresi Ankara'nın kuzey - kuzeybatısı geniş volkanik oluşumlarla kaplanmıştır. Volkanik etkinlikler Liyas'tan başlar ve Üst Neojeri ile Kuvarterner'e kadar bütün şiddeti ile devam eder. Bu etkinlikler Kretase ve Eosen'de genel olarak denizaltı, Oligosen ve Neojen'de yerüstü volkanizması halindedir.



Şekil 4 : Manyetik - gravite - jeolojik kesit

Figure 4 : Magnetic - gravity - geologic section.

## ANKARA - POLATLI BÖLGESİNE AİT GRAVİTE VE MANYETİK VERİLERİN YORUMU

Gravite verileri M.T.A. Enstitüsü'nce hazırlanan 1/500.000'lik Türkiye Rejyonel Gravite Bouguer Ankara ve Zonguldak paftalarından alınmıştır. Havadan manyetik veriler ise 700 metre uçuş yüksekliği ve 1 km uçuş aralıkları olan petrol etüdü 1/100.000'lik haritalardan alınmıştır. Veri - işlem için gravite haritası 5 km, havadan manyetik haritası ise 2 km aralıklarla sayısallaştırılmıştır.

Sakarya ırmağı ile Ankara çayı birleşiminden başlayıp kuzeydoğu yönünde uzanan pozitif gravite anomalisi KD-GB gidişli anomalilerin en belirginidir. Bu anomalî dizisini daha batıda yüzleyen asit intrüzifler ve metamorfik tabanla ilişkili olması daha kuvvetlidir. En düşük anomalî dizisi ise Haymana'nın güneydoğusundan başlayıp KKD yönünde uzanmaktadır. Bu çöküntü alanının ortasında volkanitler, dış çevresinde ise ofiyolitler yer almaktadır. Bölgeye uygun bulunan 4. derece trendi (şekil 2J) bu çöküntü anomalî kuşağını daha belirgin olarak göstermektedir. Batıya doğru gidildikçe anomalî değerlerinde artış olmaktadır. Polatlı'nın kuzeyinden Ankara'ya doğru uzanan bölgede rejyonel pozitif anomalî dizisi bu bölgenin tabansal yükselim bölgesi olduğunu göstermektedir. Eksi anomalî kuşağı kuzeybatı ve batı - güneybatı sınırlarında hızlı gradyan değişimleri ile belirlenmiştir. Haymana'nın batı ve güneybatısında KB - GD doğrultusunda uzanan iki pozitif ve bir negatif anomalî dizileri vardır. Bunlar İç Anadolu kıvrımları doğrultusuna uyumludur. Polatlı - Haymana'nın doğusu KB-GD doğrultulu bir yapısal sınırla belirlenmiş olup, bu bölgenin doğu ve kuzeydoğusunda genel olarak uzanımlar KD - GB yönündedir. Fakat bu hatlarda yine KB - GD yönlü faylarla kesilmiştir, Bundan dolayı alçalım ve yükselim bölgelerinde belirli süreksizlikler yer almaktadır.

Havadan manyetik toplam alan anomalî haritası KD - GB gidişli gravite anomalî ile uyumluluk göstermektedir. Bu anomalînin kaynağının tabansal olduğu ve derinliğinin yaklaşık 3 km civarında olduğu belirlenmiştir (Yılmaz, 1980; Oksay, 1980). Haymana - Polatlı hattının doğusundan başlayıp Ankara'ya doğru uzanan Permiyen - Mesozoyik kuşağı yine KD - GB yönlü olup manyetik anomalî bakımından bir özellik göstermemektedir. Uygulanan 7. derece trend haritası (şekil 3) bu bölgeyi göreceli negatif anomalî kuşağı olarak vermektedir. Bu kuşağın güneyinde (gravite negatif anomalî ile belirlenmişti) belirgin bir pozitif manyetik anomalî yer almaktadır. Bu anomalînin kaynağı yer yer çöküntü havzasını dolduran ofiyolitler ile fay sınırlarında açığa çıkan püskürükler olmaktadır. Bölgedeki volkanitlerin (çoğunlukla andezitler) manyetik anomalîleri önemsizdir. Aynen gravitede olduğu gibi KD-GB doğrultulu manyetik anomalî dizileri yine KB - GD doğrultulu fayların varlığını göstermektedir.

AA' kesiti (şekil 4) kuzeydoğu uzanımlı yapılara dik bir kesit olup, tüm gravite ve manyetik veri - işlem sonuçları üzerine işlenmiştir. Gravite anomalî kesitin güneydoğusunda belirgin bir negatif anomalîyle belirlenmiştir. Bu bölgenin güneybatısındaki gradyan değişimi band geçişlide ayrı bir anomalî olarak ortaya çıkmaktadır. Kuzeydoğu uzanımlı anomalînin güney sınırı çok yüksek gradyana sahip olması nedeniyle burada bir dayım bulun-

ması varsayımını kuvvetlendirmektedir. Manyetik kesitte ise anomalîyle belirlenen çöküntü bölgesi ofiyolitlerden dolayı pozitif manyetik anomalî olarak görülmektedir. Kuzeybatıya doğru ise gravite ve manyetik anomalîlerin uyumu artmaktadır. Tanımlanan pozitif anomalî kuşaklarının kuzeybatı ucunda negatif anomalîler, daha kuzeydeki Kızılcahamam çöküntü alanının başlangıcını göstermektedir.

## SONUÇLAR

Gravite ve manyetik verilerinin veri - işlem yöntemleriyle değişik amaçlar doğrultusunda düzenlenmesiyle, ana veride görülmeyen saklı kalmış bilgiler ortaya çıkarılabilir. Değişik matematiksel kavramlar gibi götünen süzgeçleme, analitik uzanım ve türev işlevleri frekans ortamında fazla farklı kavramlar değildir. Frekans ortamı tanımından Fourier dönüşümü yoluyla uzay boyutundaki grid operatörleri kolayca saptanabilir.

Gravite haritasından Polatlı'nın batısının tabansal yükselim bölgesi olduğu bulunmuş ve bu bölgedeki genel gidişler KB - GD doğrultulu olarak gözlenmiştir. Polatlı Haymana'nın kuzey, kuzeydoğusunda ise genel gidişler KD - GB uzanımlıdır ve bölgedeki yükselim bölgelerinin eksenlerini Permo - Mesozoyikler oluşturur. Volkanitler ve Eosen oluşumları negatif anomalî kuşaklarını verir. Haymana'nın güney - güneydoğusundaki çöküntü havzası KKD uzanımlı olup, gravitede belirgin bir negatif anomalî, manyetikte ise pozitif anomalîyle gösterilmiştir. Manyetikte pozitif anomalînin nedeni bu çöküntü alanının kuzeyinde yüzeyleyen ofiyolitler ve bunların havza içindeki uzantıları olmalıdır.

Yazının ilk geliş tarihi : Temmuz 1982

Yayıma verildiği tarih : Aralık 1982

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Dean, W.C., 1958, Frequency analysis for gravity and magnetic interpretation : Geophysics, 23, 97 -127.
- Elkins, T.A., 1951, The second derivative method of gravity interpretation: Geophysics, 16, 29 - 50.
- Erentöz, C ve Pamir, H.N., 1975, 1/500.000 ölçekli jeolojik harita ve izahnamesi (Ankara) : Maden Tetkik Arama Enst. Yayınlan, Ankara.
- Fuller, B.D., 1967, Two dimensional frequency analysis and grid operators : Mining Geophysics, 658 - 708.
- Henderson, E.G., 1960, A comprehensive system of automatic computation in magnetic and gravity interpretation : Geophysics, 25, 569 - 585.
- Henderson, R.G. ve Zeitz, I., 1949, The upward continuation of anomalies in total magnetic intensity fields; Geophysics, 14, 517 - 534.
- Oksay, M.E., 1980, Koulomzine yöntemiyle Ankara - Polatlı bölgesi havadan manyetik anomalîlerinin yorumu; Ege Üniversitesi, Diploma tezi.
- Peters, L.J., 1949, The direct approach to magnetic interpretation and its practical application: Geophysics, 14, 290 - 319.
- Rosenbaeh, O., 1953, A contribution to the computation of second derivative method: Geophysics, 31, 606 - 617.
- Yılmaz, A., 1980, Ankara - Polatlı bölgesi havadan manyetik haritasının veri - işlem yöntemleriyle incelenmesi : Ege Üniversitesi, Diploma tezi.