



ÖZEL SAYI : 2

**YERÇEKİMİNİN
DİK İKİNCİ TÜREVİ
VE YERKABUĞUNDA
KİTLE DAĞILIMI**

Ö N S Ö Z

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar ve denemelerle "Fiziksel Jeodezi" ; "Jeofizik" bilimine gerek teorik ve gerekse pratik alanda çok faydalı yardımında bulunmuş ve bu bilimlerle ilgili özel çalışmalarda heriki branş birbirlerine sıkı bir şekilde bağlanmışlardır.

Taktim ettiğim bu yazımla onbeş seneden beri jeofizikciler tarafından geçerli olarak kullanılan interpretasyon metodlarına az da olsa bazı yeni bilgiler sunduğumdan ötürü sevinç içindeyim.

1958 senesinde başladığım bu çalışmamda bana matematik yöndeki düşüncelerimde cesaret veren Sayın Prof. Dr. Saffet SÜRAY'a derin teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Dr. Yüks. Müh. İ. Kasım YAŞAR

Bursa, 20 Mayıs 1964

İÇİNDEKİLER

YERÇEKİMİNİN DİK İKİNCİ TÜREVİ VE YERKABUĞUNDA KİTLE DAĞILIMI

| | <u>Sahife No.</u> |
|---|-------------------|
| Metodun İngilizce kısa özeti | 7 — 8 |
| Fiziksel Jeodezi problemlerinin tatbikatı ve bunlara ait teorik bilgiler | 9 — 13 |
| Yüzey bükülme yarıçapları, gradyen ve ikinci mertebeden gradyenlerin matematik yoluyla çözümleri ve formüllenmesi | 13 — 17 |
| Metodun pratik uygulanması ve Hesapların yapılması; örnek 1 No. lu hesap şeması | 18 — 19 |
| Metodun kontrolu | 19 — 21 |
| Hesapların yapılması, örnek 2 No. lu hesap şeması, metot mukayese şeması ve tefsirler | 21 — 24 |
| İstatistik yoluyla yoğunluk tayini üzerine bilgiler ve problemin tatbikatı | 24 — 26 |
| Derinlik kontrolu | 26 — 29 |
| Hata araştırmaları (A) | 29 — 31 |
| Bükülme anomalileri ile derinlik kontrolu (B) | 32 — 33 |
| Hata araştırmaları | 34 |
| Yoğun yeraltı yüzeyinin Bükülme anomalileriyle hesabı ve tesbiti | 35 — 37 |
| Kitle çekim yönlerinin tayini | 38 — 39 |
| Yeni metotla elde edilen neticelerin; kuyu paraketeleriyle karşılaştırılması ve tavsiyeler | 39 — 40 |
| Referanslar | 41 |

Yerçekimin Dik İkinci Türevi ve Yerkabığında Kitle Dağılımı

I. Kasım YAŞAR

Abstract. — In this paper the writer presents a new detailed study of the (Second Vertical Derivative) of gravity, which is directly based on the fundamentals of the theory of the potentials.

First of all the writer derives valid relations between the curvature of a closed surface and well known (Laplace) differential equation. See text formulas No. 1,2 and 3.

On the other hand he explains also the connections of the Bouguer isogams; which may be represented by the equation $g(x,y) = \text{constant}$; and their mean radius of curvatures in a general form.

In addition to this equation he is showing the g_x and g_y components of the curvature vector and their g_{xx} and g_{yy} derivatives and then he is making an adequate choice of an arbitrary coordinate system; the tangent and its normal. Thus he is changing the (x) axis with (t) and (y) axis with (n), with the condition that the (t) axis should be parallel to the direction of the regional continuation of the isogams and the (n) axis perpendicular to them. See figure - 1

By applying this assumption carefully to every anomalous configuration of the Bouguer picture and providing that all $g_t = 0$; he is stating the equation No. 7 and substituting this in equation No. 3 ; he extracts the equation No. 8, by which the second vertical derivative values to be computed.

At the end of his theory he is briefly mentioning that when the isogams are approximately of straight line shape, he is obtaining the

equation No. 9, which indicates the case that the second vertical derivative of gravity is the gradient of gradients.

Additionally, he is giving formula No. 19 and according to that computing numerically the mean curvatures from a Bouguer pattern. See figure-2 and computation shee-I, II

Then he is explaning how to calculate the second vertical derivative values by the aid of a gravity profile, which is shwon in figure-2 a.

Later he is deriving the equation No. 31 by means of formula No. 25, which is given in the transcendent form and separately he is stating the equation No. 31, which is from the several certain patterns; empirically computed and developed.

At last he is calculating the total depth and upper edge depth of an anomaly which is caused by a spere shaped subsurface body with the different density contrasts and additionally he is comparenig his new method with the others of (Elkin's and Rosenbach's)

Bursa, May 20, 1964

Dr. Dipl. Ing. I. Kasım YAŞAR

FİZİKSEL JEODEZİ PROBLEMLERİNİN T A T B İ K İ

Potensiyel teorisine göre; kapalı bir yüzeyin dışındaki güç sahası; bu yüzeye dik bulunan saha vektörünün bileşenlerinin tayin edilmesiyle mümkündür.

Yerküresi yüzü bir jeopotansiyel yüzü olarak kabul olunduğundan bu kaidenin tatbiki ile yüzün her noktası için yerçekiminin potensiyali ve bu potensiyalin türevlerini hesaplamak kolay bir mes'ele olur, ancak yüzün her noktasında yerçekimi kıymetlerinin bilinmesi icabeder.

Yukarda sözü geçen saha vektörlerinin, Türkiyenin kapladığı; yeryüzü üzerinde tayini mevzubahis olsa; bu takdirde yapılacak iş bu yüzey üzerinde en az 10 Km. aralı her noktada 0,1 miligal incelikle yerçekimi ve 0,3 m. incelikle deniz yüzeyinden yükseklik ölçüleri yapmak icabeder.

Ölçülen bu değerlerin bu özel jeopotensiyal yüzü üzerinde olmalarını te'min edebilmek maksadiyle; önce bunların ortalama bir yüzeye, yani deniz yüzüne indirilmiş olmaları ve fiziksel yüzeyin topografik kitle tesirlerinden kurtarılmış bulunmaları lazımdır. Böylece bu yüzey üzerinde çekim dağılıminin teferruatı hesabedilebilir ve bu sahanın dışında kalan uzak bölgeler için bu dağılımin tahminleri yapılabilir.

Jeodezi ve denel fizik bilimlerinin el ele uğraştığı bu işler; bilinen değerlerin küre fonksiyonlarına açılışlarıyla bütünleneip, jeoit ondülelerini, şakul değişimlerini ve dolayısıyle o yüzün hassas haritalarını kontrol ve cihetlendirmeye yararlar.

Fakat küçük mintikalarda yapılan gravimetrik araştırmalar için yukarıda sözü geçen uzak aralı vektörlerin hesaplarından vazgeçmek ve işleri basitleştirmek kabildir.

Bilhassa son zamanlarda çok hassas gravimetre âletlerinin yapılmış bulunmaları ve bu yönde yeraltı cevherlerinin araştırılması için her şekilde önemli adımlar atılmıştır.

Bugünkü tatbikî gravimetre işlerinde herseyden evvel yeraltındaki kitle dağılımıyle yeryüzündeki çekim sahası arasındaki ilgiyi açıklayaçak şekilde ölçü neticelerini kıymetlendirmek ve bu suretle yeraltı yapılarını haritalarla tayin ve tesbit etmek ön planda gelen vazifeleridendir.

Yerçekimi potensiyalinin yüksek mertebeden türevleriyle yeraltı kitle dağılımı arasındaki münasebetlerin uzun zamandan beri bilinişi ve gerçek ve denemeli yollarla; çekimin dik gradyenini; ölçmek için birçok defalar uğraşıldığı hepimizce bilinmekteidir. Fakat doğrudan doğruya

$$\delta g / \delta z = \delta^2 U / \delta z^2$$

deyimiyle gösterilen bu gradyeni ölçecek gravimetre veya benzer herhangi bir âletin belki yapılmasının şimdiyedek mümkün olamadığını düşünerek (vakia bu alanda çalışmalar vardır, fakat elde edilen hassasiyet dereceleri daha ümit verici değildirler), bahis konusu bu bileşenin veya bunun yüksek mertebeden türevlerinin gerek çekim potensiyali ve gerek gravite anomalilerinden hesapları kolaylıkla mümkündür.

Herhangi bir Bouguer gravite anomalisi haritasından anlaşılabileceği üzere, boyuna uzanan ve devam ve yönü güzel bir şekilde belli olan bir yeraltı kitlesiinde x profil eksenini, eğrilerin rejyonel gidişine dik olan bir yöne getirecek olursak,

$\delta^2 U / \delta z^2 = -\delta^2 U / \delta x^2$ olur. Fakat $\delta^2 U / \delta x^2$ kıymetleri; Etvös sahra terazisiyle ölçülen yüzey yarıçap büükülmeleri olduklarından; bunlarla ikinci dik türev kıymetlerini hesaplamak hiçbir zaman gravimetre âletiyle elde edilen anomalilerden bulunacak miktarlara eşit olmayacağındır.

O halde dik bileşenin daha yüksek mertebeden türevlerini, doğrudan doğruya Bouguer kıymetlerinden hesaplanan g kıymetlerinden; elde etmek herbakımdan kısa ve kesin bir usul olacaktır.

Nitekim, Th. A. Elkins ve H. Haalck ve 1953 senesinde O. Rosenbach neşrettikleri yazılarla bahis konusu mes'eleyi güzel bir şekilde çözmüşlerdir.

Aşağıda teorisini açıkladığım bu yeni metod yardımıyle de aynı problemi, yukarıda adlarını verdigim yazarların usullerinden temamiyle ayrı olarak çözmek mümkündür.

Bilindiği gibi yerçekiminin dik ikinci türeviyle nivo yüzeyleri ortalaması büükülmeleri arasında basit bir münasebet vardır. Bu münasebet K. Jung'a göre,

$$-\delta^2 U / \delta x^2 = g \frac{1}{r_1} \quad \text{ve}$$

$$-\delta^2 U / \delta y^2 = g \frac{1}{r_2}$$

deyimleriyle daha önce verilmiş olup, Laplas diferansiyel denkleminden,

$$\delta^2 U / \delta z^2 = - (\delta^2 U / \delta x^2 + \delta^2 U / \delta y^2) \quad (1)$$

yazılır.

Halbuki, ölçüyeri dikey düzleminde iyi bir yaklaşım ile $r_o = r_m = r$ olarak alınabileceğinden, yani jeopotansiyel yüzey bir sferopotansiyel yüzey gibi kabul edilebileceğinden (1) numaralı denklemin sağ tarafını,

$g \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) = g (r_1 + r_2) / r_1 r_2$ şeklinde yazar ve buradan ortalama yarıçap vektörüne göre,

$$\delta^2 U / \delta z^2 = - (\delta^2 U / \delta x^2 + \delta^2 U / \delta y^2) = 2g \frac{1}{r} \quad (2)$$

bulunur.

Bu denklemde sol taraf, yerçekimi potensiyalinin yarıçap vektörü yönünde üçüncü mertebeden parsiyel türevi olarak deyimlendirilebileceğinden,

$$\delta^3 U / \delta z^3 = \delta^2 g / \delta z^2 = 2g \delta \left(\frac{1}{r} \right) / \delta z \quad (3)$$

bulunur.

Biliyoruz ki Bouguer hartasındaki izogamlar denkleminin $g(x,y) = c$ olduğuna şüphe yoktur. Ve bu denklemle izogam büükümleri arasında diferansiyel hesapları kaidelerine göre, herzaman,

$$(\delta g / \delta x) dx + (\delta g / \delta y) dy = 0 \text{ yazabiliriz ve böylece,}$$

$$dy / dx = - g_x / g_y \text{ olup, buradan} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} d^2 y / dx^2 &= \frac{d(-g_x / g_y)}{dx} = - \frac{g_y (dg_x / dx) - g_x (dg_y / dx)}{g_y^2} = \\ &= - \frac{g_x^2 g_{yy} - 2g_x g_y g_{xy} + g_y^2 g_{xx}}{g_y^3} \end{aligned} \quad (5)$$

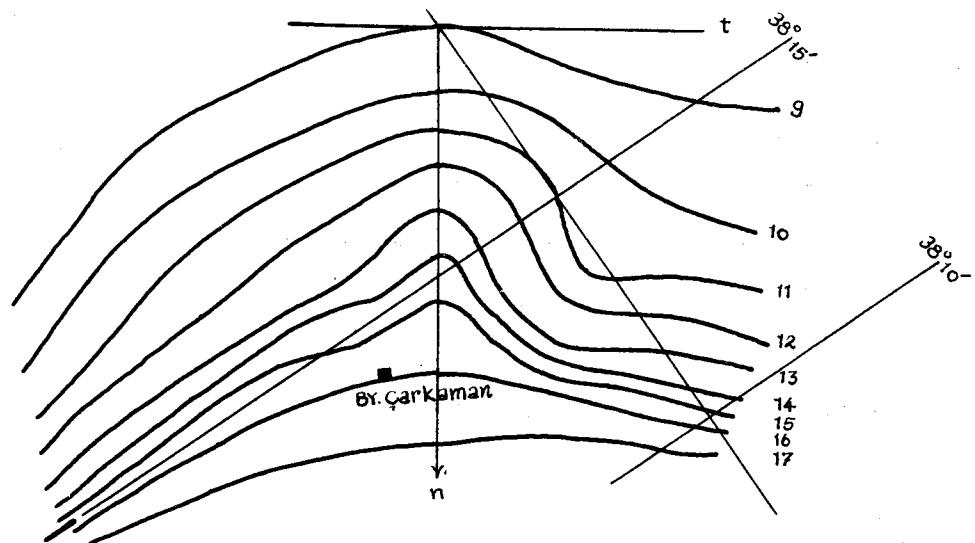
bulunur.

Şimdi (4) ve (5) numaralı deyimleri büükülme yarıçapları için bilinen ifade de yerine koyarak,

$$r = \frac{\left(g_x^2 + g_y^2 \right)^{3/2}}{2 g_x g_y g_{xy} - g_x^2 g_y - g_y^2 g_{xx}} \quad (6)$$

münasebeti elde edilir.

Şimdi keyfi olarak intihabedeceğimiz koordine eksenlerinden (x) yerine (t) teget ve (y) yerine de (n) normal harflerini koyarak t nin yönünü o bölgedeki izogamların reyonel gidişi, ve n' nin kini de bu izogamların gradyen yönü olarak kabuledersek (Şekil - 1) den $g_t = 0$ olacağı aşikârdır.



Şekil - 1

O Halde,
yazılır.

$$r = - \frac{(g_n^2)^{3/2}}{g_n^2 g_{tt}} = - \frac{g_n}{g_{tt}} \quad (7)$$

Diger taraftan,

$$\delta^2 U / \delta t^2 + \delta^2 U / \delta n^2 + \delta^2 U / \delta z^2 = 0$$

olduğundan, gravite potensiyalının bileşenler yönündeki üçüncü merte-

beden parsiyal türevleri yerine,

$$\delta^3 U / \delta t^3 + \delta^3 U / \delta n^3 + 2 g \delta \left(\frac{1}{r} \right) / \delta z = 0 \text{ olur ve böylece,}$$

$$\delta^2 g / \delta z^2 = - \delta^2 g / \delta t^2 = \delta^2 g / \delta n^2 \quad \text{elde olunur.}$$

Şimdi bu formülün sağ tarafındaki ilk terim yerine (7) numaralı denklemdeki eşiti konursa,

$$\text{bulunur.} \quad \delta^2 g / \delta z^2 = - \frac{1}{r} g_n - g_{nn} \quad (8)$$

(8) numaralı formülden anlaşılacağı üzere, profil istikametindeki büükülme yarıçapları; mevcut izogamlardan hesap edilebileceğinden, Bouguer değerleri yerlerinin de çok hassas olarak haritalara oturtulmuş olmaları icabeder.

Şimdi özel bir hâli nazarı itibara alarak ve belli küçük bölgelerde, büükülme yarıçaplarını sonsuz kabul edelim, o halde izogamlar birer düz hat olacaklarından (8) numaralı denklemden,

$$\delta^2 g / \delta z^2 = - g_{nn} \quad (9)$$

bulunur. Kanaatime göre bu deyim pratikte bir ehemmiyeti haiz olmalıdır; çünkü aradığımız ikinci dik türev bu takdirde bir gradyanın gradyanı olarak ve kolaylıkla nümerik neticelere gider.

Teorik olarak elde edilen (8) numaralı bu denklemin hesaplar için çözümü ; (r) , (g_n) ve (g_{nn}) deyimlerinin; lokal Bouguer Anomali sahasındaki şiddet eğrilerinden bulunmalarına bağlıdır. Eğer $g(n,t) = c$ denklemi ikinci dereceden genel bir fonksiyona eşit kılsak, incelemeğe niyetlendiğimiz her Bouguer Anomalisi

$$\Delta g_B = (\Delta g_B)_0 + A n^2 + B t^2 + 2C nt + D n + E t \quad (10)$$

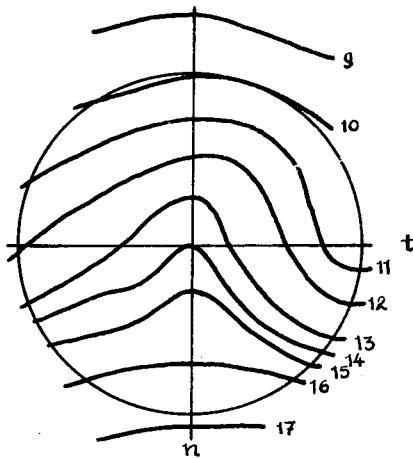
yazılabilir.

Burada uygun bir koordine başlangıcı seçmekle (10) numaralı formül daha da sadeleştirilebilir ve böylece,

$$\Delta g = A n^2 + B n^2 + 2C nt \quad (11)$$

bulunur.

(11) numaralı denklem bize anomali sahasının parabolik bir alanla gösterilebileceğini anlatır. İşte bu hale göre (Şekil-2) den aşağıdaki münasebetler herzaman elde olunacaklardır.



Şekil -- 2

$$g_n = \frac{\partial \Delta g}{\partial n} = 2 A n + 2 C t \quad g_t = \frac{\partial \Delta g}{\partial t} = 2 B t + 2 C n \quad (a)$$

$$g_{nn} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial n^2} = 2 A \quad g_{tt} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial t^2} = 2 B \quad (b) \quad (12)$$

$$g_{nt} = g_{tn} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial n \partial t} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial t \partial n} = 2 C \quad (c)$$

(12) (a), (b) ve (c) deyimlerindeki A, B ve C katsayıları Bouguer Anomalisinin teget ve normâl yönlerindeki gradyen farklarından elde edilir ve miktarları nümerik olarak aşağıdaki formüllerle bellidir.

$$A = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial n^2} = \frac{(\Delta g_N + \Delta g_S - 2 \Delta g_0)}{2 \partial s^2} \frac{\text{mgal}}{(\text{Km})^2} \quad (I)$$

$$B = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial t^2} = \frac{(\Delta g_E + \Delta g_W - 2 \Delta g_0)}{2 \partial s^2} \frac{\text{mgal}}{(\text{Km})^2} \quad (II) \quad (13)$$

$$C = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial t \partial n} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial n \partial t} = (\text{45}^\circ \text{ lik yöndeki ikinci mertebeden gradyenler}) \quad (III)$$

(13) (I), (II) ve (III) ifadelerindeki ∂_s aralığı yeraltı yoğunluk değişimlerinden ötürü Bouguer Anomalisinin rejyonel gidişinden olan ayrılmının muhtemel en büyük açıklığının yarısıdır. Ve (n) ve (t) parçalarının kaba tayinlerine yarar. Pratikte bu açıklığın kendisini kullanmak doğru olmayıp daha küçük bölgelerini almak suretiyle abak daire içersinde iki miligali aşmamasına dikkat etmek lazımdır.

Diğer taraftan anomali izogamlarının kısmî simetrisinden, devamlılık yönündeki gradyanının sıfır olacağını düşünerek 12 (a) ya göre,

$$g_t = 2Bt + 2Cn = 0$$

$$\text{yazabiliriz ve buradan } \frac{B}{C} = -\frac{n}{t} \quad (14)$$

bulunur.

Bu denklem bize koordine eksenleri orantısı ile (n) yönündeki gradyanın nümerik hesaplanması sağlar; böylece,

$$g_n = 2 \left(A - \frac{C^2}{B} \right) n \frac{\text{mgal}}{\text{Km}} \quad (15)$$

ve bunun yardımıyle ortalama büklümme yarıçapı,

$$r = \left(\frac{C^2 - AB}{B^2} \right) n \text{ Km.} \quad (16)$$

bulunmuş olur.

Şimdi 12 (b), 13 ve 14 numaralı denklemleri kullanarak 8 numaralı denklemi nümerik hesaplar için aşağıdaki şeke sokabiliriz,

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = -2(A + B) \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2} \quad (17)$$

15, 16 ve 17 numaralı denklemler gravite enterpretasyonlarının tahlük ettilmesinde; düşüneme göre büyük bir ehemmiyeti haizdirler. Bunların yardımıyle sınırlanmış Bouguer Anomalilerinde; gradyenler, izogam büklümleri ortalama yarıçaplarını ve gravitenin dik ikinci türev anomalilerini; diğer yazarların usullerine kıyasla çok kolay bir şekilde hesaplamak kabildir.

Lokal yoğunluk değişimlerinden ileri gelen Bouguer Anomalisi gravite sahasının sınırları içinde parabolik bir alana eşit tutulmasıyle bulunan A, B ve C katsayıları şiddet sahasının regüler ve yeknesak oluşuya ilgilidirler. Bu sebepden ötürü bu katsayıların hesaplarını; anomaliyi çerçevelenmiş yarıçapındaki abak dairenin yukarı - aşağı ve sağa - sola eşit sektör parçaları arasında izogamlardan yapılan tahminlerle; sonuçlandırmak icabeder.

Bu hale göre (n) ve (t) yardımıyla (r) hudutdeğeri şöyle bulunur.

$$n = - \frac{1}{2} \frac{B}{C^2 - AB} g_n \text{ Km.} \quad (18)$$

$$t = + \frac{1}{2} \frac{C}{C^2 - AB} g_n \text{ Km.} \quad (19)$$

olup, burada

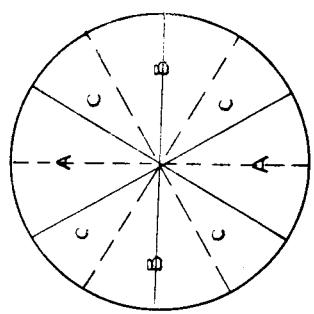
$$g_n = - \frac{\delta \Delta g}{\delta n} \frac{\Delta g_N - \Delta g_S}{2 \delta s} \frac{\text{mgal}}{\text{Km.}} \quad \text{dir.}$$

Metodun uygulanması :

Şimdi yukarıda teorisi açıklanan yeni interpretasyon metodunu bir misâlle gerçeklestirelim ve bunun için de memleketimizde belli bir yerde ölçülen gravite değerlerinden hesabedilmiş ve 1 : 50,000 ölçüye göre tanzim edilmiş Bouguer Anomali hartasından (Şekil - 2a) da gösterilen mevziî gravite değişimini ele alalım.

Cizilen 1 - 2 profili görüldüğü üzere ; anomalinin en dik çıkışı veya düşüşü yönünde alınmıştır. Bouger rejyonel gidişi de devamlılık yönündedir. Gidişin en muhtemel aralığı 9 ilâ 19 miligallilik eğriler arasında kalan (Δn) parçasıdır. Buna göre $\delta s = \Delta n/2$ olarak alınmış ve sahife 4 de verilen bilgiye göre kendisine en yakın kıymet olan birime indirilmiştir.

Şimdi yarıçapı (δs) olan ve saman kâğıdı üzerine çizilen bir abağı bu profiline eşit aralıklı noktaları üzerine tatbik ederek aşağıdaki hesap şemasında belli kıymetler okunabilir ve bunlar yardımıyla gerek dik ikinci türev ve gerek ortalama yarıçaplar neticeleştirilebilir.

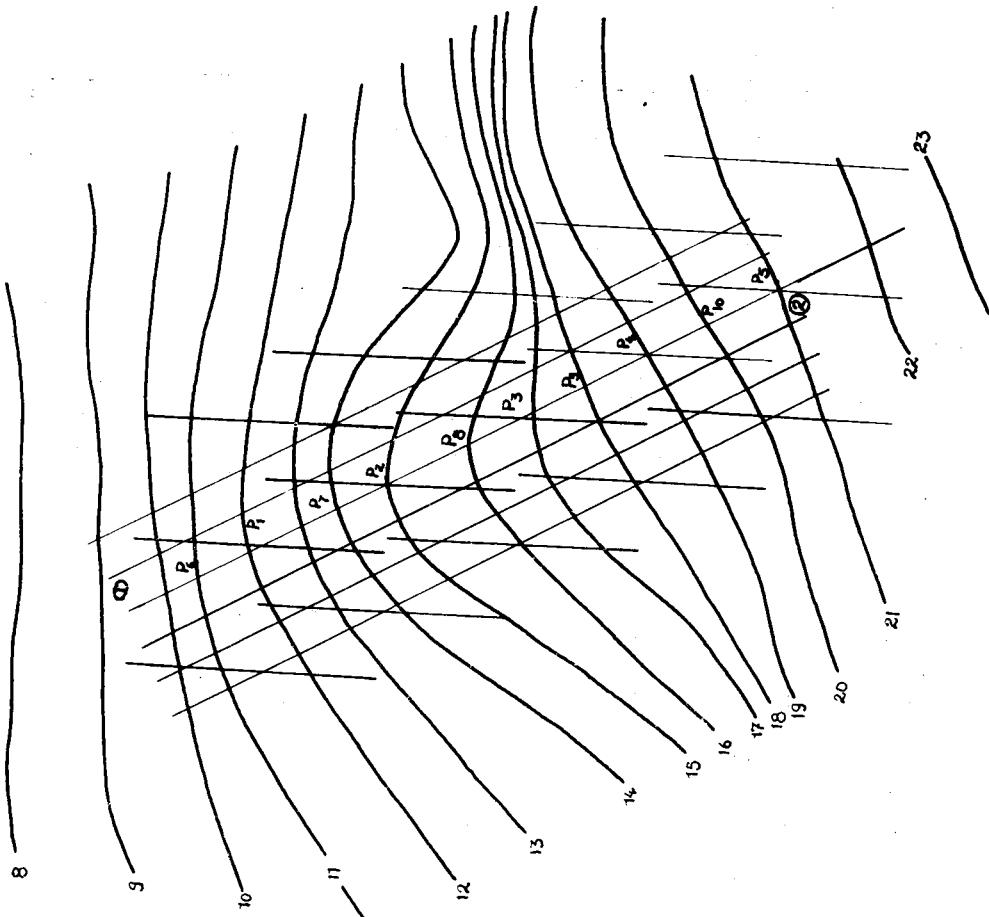


Abak Daire
No. 1

Diyarbakır – Siirt Bölgesi
Bouguer Gravite Anomali
Haritasi

6 = 2,14 gr / cm³
 Kontur aralığı: 1 mgal
 Ölçek
 1 : 50,000

TERTİPLEYEN :
Dr. Yük. Müh. İ. K. YAŞARI
Ankara Mart, 1960



Hesap Şeması Nr. I

Profil 1 – 2 $\delta s = 1,1 \text{ Km}$. Gradyan yönü NW – SE

Prof. Nkt. 1 Prof. Nkt. 2 Prof. Nkt. 3 Prof. Nkt. 4 Prof. Nkt. 5
 $\Delta g_c = 12,1 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 15,0 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 17,8 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 19,0 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 21,0 \text{ mgal}$

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--------------------------------------|
| S | 15,0 | 16,8 | 19,0 | 21,0 | 22,5 |
| N | 9,4 | 12,1 | 15,0 | 16,8 | 19,0 |
| T | 24,4 | 28,9 | 34,0 | 37,8 | 41,5 |
| $-2\Delta g_c$ | -24,2 | -30,0 | -33,6 | -38,0 | -42,0 |
| A | + 0,1 | - 0,55 | + 0,2 | - 0,1 | - 0,25 |
| E | 11,4 | 13,7 | 14,9 | 19,2 | 21,0 |
| W | 12,0 | 14,6 | 16,7 | 18,8 | 21,0 |
| T | 23,4 | 28,3 | 31,6 | 38,0 | 42,0 |
| $-2\Delta g_c$ | -24,2 | -30,0 | -33,6 | -38,0 | -42,0 |
| B | - 0,4 | - 0,85 | - 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| $g_{zz} + 0,6 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 2,8 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 1,6 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 0,2 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 0,5 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | |
| g_n | 2,25 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ | 1,77 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ | 2,00 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ | 1,95 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ | 1,45 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ |
| $2B' + 0,35$ | + 0,65 | + 0,65 | - 0,00 | - 0,05 | |
| $\frac{1}{r}$ | - 0,15 Km^{-1} | - 0,37 Km^{-1} | - 0,32 Km^{-1} | 0,00 Km^{-1} | - 0,01 Km^{-1} |

Prof. Nkt. 6 Prof. Nkt. 7 Prof. Nkt. 8 Prof. Nkt. 8 Prof. Nkt. 10
 $\Delta g_c = 10,9 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 13,6 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 15,8 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 18,0 \text{ mgal}$ $\Delta g_c = 20,15 \text{ mgal}$

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|-------------------------|
| S | 13,9 | 15,8 | 18,1 | 20,2 | 21,9 |
| N | 8,6 | 10,9 | 13,6 | 15,9 | 18,1 |
| T | 22,5 | 26,7 | 31,7 | 36,1 | 40,0 |
| $-2\Delta g_c$ | -21,8 | -27,1 | -31,6 | -36,0 | -40,3 |
| A | + 0,35 | - 0,2 | + 0,05 | + 0,05 | - 0,15 |
| E | 9,8 | 12,1 | 14,0 | 17,0 | 20,2 |
| W | 11,2 | 13,2 | 15,4 | 17,9 | 20,2 |
| T | 21,0 | 25,3 | 29,4 | 34,9 | 40,4 |
| $-2\Delta g_c$ | -21,8 | -27,1 | -31,6 | -36,0 | -40,3 |
| B | - 0,4 | - 0,9 | - 1,1 | - 0,55 | + 0,05 |
| $g_{zz} + 0,1 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 2,2 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 2,1 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 1,0 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | + 0,2 $\frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ | |
| g_n | 2,40 | 2,55 | 1,55 | 1,95 | 1,85 |
| $2B'$ | 0,45 | 0,60 | 0,50 | 0,30 | 0,15 |
| $\frac{1}{r}$ | - 0,19 Km^{-1} | - 0,24 Km^{-1} | - 0,32 Km^{-1} | - 0,15 Km^{-1} | + 0,01 Km^{-1} |

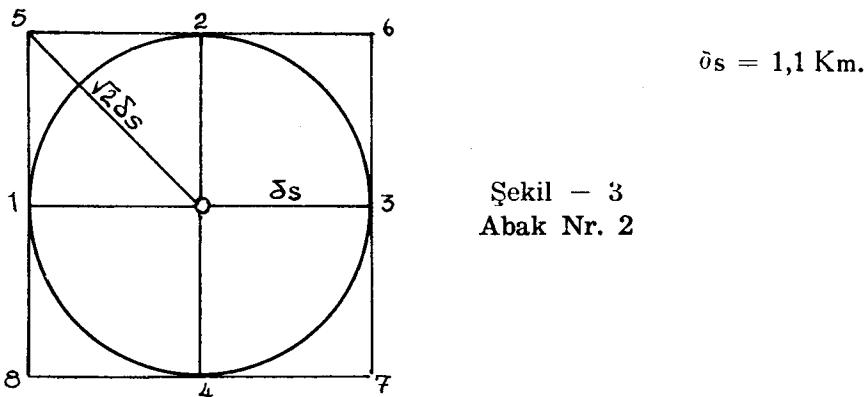
NOT : Normal yöndeki gradyanlar; yarıçapı $1/2$ kilometre olan abakla okunan kıymetlerden hesaplanmıştır.

Teget yöndeki ikinci mertebeden gradyanlar ise B'ile gösterilip; hesapta yeknesaklı te'min etmek bakımından; $1/2$ kilometre yarıçapındaki abakta okunan kıymetlerden elde olunmuşlardır.
 g_{zz} lerin hesabında $\delta s = 1,1 \text{ Km.}$ alınmıştır.

Metodun Kontrolu :

Yukarda teorik esaslarını verdigim ve hesaplarla tatbikatını yaptığım bu yeni araştırmamın başka bir belli yolla da kontrolunu yürüterek, heriki metodun mukayeselerini birlikte tefsir etmenin faideli olduğunu açıklamak isterim. Tetkike aldığım bu ikinci yol Alman fizikcisi H. Haalck tarafından 1958 senesinde; Lehrbuch der angewandten Geophysik; adlı kitabının II inci kısmı sahife 305 de (c) denklemiyle neticeleştirilmiştir. Yazارın uzun bir şekilde çıkarttığı bu (c) indeksli denklem kanaatime göre, kenarları $2\delta s$ uzunluğunda olan bir karenin içersine ve dışarsına çizilen δs ve $V2\delta s$ yarıçaplarındaki iki daire üzerinde okunan Bouguer Anomaliyi ikinci mertebeden yarı gradiyentlerinin ortalamasından başka birşey değildir ve tabiatıyla δs ve $V2\delta s$ yarıçapları için devamlıdır.

O halde Şekil - 3'e göre,



İç dairedeki ikinci mertebeden yarı gradiyenler toplamı,

$$\frac{1}{\delta s^2} (l_0 - l_1 + l_0 - l_2 + l_0 - l_3 + l_0 - l_4) = \frac{1}{\delta s^2} (4l_0 - \sum_i^4 l_i) \text{ olup,}$$

Dış dairedekiler de,

$$-\frac{1}{2\partial s^2} (l_0-l_5 + l_0-l_6 + l_0-l_7 + l_0-l_8) = -\frac{1}{2\partial s^2} (4 l_{\mathbb{C}} - \sum_5^8 l_a) \text{ dir.}$$

Buna göre; ortalama değer

$$X = \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{\partial s^2} (4 l_o - \sum_1^4 l_i) + \frac{1}{2\partial s^2} (4 l_o - \sum_5^8 l_d) \right) \text{ olacaktır.}$$

Buradan,

$$X = \frac{1}{40 s^2} (12 l_1 - 2 \sum_{i=1}^4 l_i + \sum_{d=5}^8 l_d) \quad (20)$$

elde edilir.

Bu denklemin sağ tarafı H. Haalck'in kinin sağ tarafına terim be terim temamen eşittir.

O halde Bouguer gravite Anomalisi sahasının dik ikinci türevi bu aritmetik ortalamaya esittir.

Şimdi bu formüle göre aynı profil noktaları üzerinde yapılan hesap ve sonuçları karşılaştırarak birinci metodun üstünlüğüne karar verilebilir. Şekil-2a da; birbirini takibeden profil noktaları için 2 No. lu abağı tatbik ederek bu sefer aşağıdaki hesap şemasında belli değerler okunabilir; ve bunlar yardımıyle de gravitenin dik ikinci türevleri bulunur.

Hesap Seması No. II

| Prof. Nkt. | Nr. 1 | Prof. Nkt. | Nr. 2 | Prof. Nkt. | Nr. 3 | Prof. Nkt. | Nr. 4 | Prof. Nkt. | Nr. 5 |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| $1_c = 12,1$ | mgal | $1_c = 15,0$ | mgal | $1_c = 16,8$ | mgal | $1_c = 19,0$ | mgal | $1_c = 21,0$ | mgal |
| Köşe | 1 _i | Köşe | 1 _i | Köşe | 1 _i | Köşe | 1 _i | Köşe | 1 _i |
| 1 | 11,3 | 1 | 13,7 | 1 | 15,9 | 1 | 18,1 | 1 | 20,1 |
| 2 | 9,7 | 2 | 12,4 | 2 | 14,9 | 2 | 16,8 | 2 | 19,6 |
| 3 | 12,4 | 3 | 14,6 | 3 | 16,8 | 3 | 20,1 | 3 | 21,6 |
| 4 | 14,4 | 4 | 16,4 | 4 | 18,5 | 4 | 20,7 | 4 | 22,2 |
| T _i | 47,8 | T _i | 57,1 | T _i | 66,1 | T _i | 75,7 | T _i | 83,5 |
| 2T _t | 95,6 | 2T _i | 114,2 | 2T _i | 132,2 | 2T _i | 151,4 | 2T _i | 167,0 |
| 5 | 9,2 | 5 | 11,8 | 5 | 14,6 | 5 | 16,6 | 5 | 18,6 |
| 6 | 9,9 | 6 | 12,2 | 6 | 13,9 | 6 | 18,0 | 6 | 20,4 |
| 7 | 15,0 | 7 | 16,8 | 7 | 19,4 | 7 | 21,3 | 7 | 22,8 |

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{8}{T_d} - \frac{12,8}{46,9} & \frac{8}{T_d} - \frac{15,0}{55,8} & \frac{8}{T_d} - \frac{17,4}{65,3} & \frac{8}{T_d} - \frac{19,8}{75,7} & \frac{8}{T_d} - \frac{21,7}{83,5} \\
 2T_i - 95,6 & 2T_i - 114,2 & 2T_i - 132,1 & 2T_i - 151,4 & 2T_i - 167,0 \\
 121_0 + 142,5 & 121_0 + 181,0 & 121_0 + 201,6 & 121_0 + 228,0 & 121_0 + 252,0 \\
 \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} + 0,68 & + 2,75 & + 1,02 & + 0,25 & + 0,38
 \end{array}$$

I ve II Nr. li hesap şeması neticelerinin karşılaştırılmasıyle; yeni metodun hassasiyeti ve bilhassa bozucu yüzey ortalama bükülme yarıçaplarını vermesi bakımından üstünlüğü açıkça görülür.

Metod Mukayese Şeması

| Nkt. Nr. Prof. | Refer. Yüzey | $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ / $\frac{mgal}{Km^2}$ | $K = \frac{1}{r} K_m^{-1}$ | | $I - II$ $\frac{mgal}{Km^2}$ | h m | Δg_B mgal |
|-------------------|-----------------|---|----------------------------|----------------------|---------------------------------|--------|----------------------|
| | | | K. Yaşar Mtd. I | H. Haalek Mtd. II | | | |
| A | D.yüzü | | | | | | 9,4 |
| p ₀ | | +0,1 | +0,62 | -0,19 | - | -0,52 | 750 10,9 |
| p ₁ | | +0,6 | +0,68 | -0,16 | - | -0,08 | 715 12,1 |
| p ₂ | | +2,2 | +1,78 | -0,24 | - | +0,42 | 810 13,6 |
| p ₃ | | +2,8 | +2,75 | -0,37 | - | +0,05 | 790 15,0 |
| p ₄ | | +2,1 | +1,48 | -0,32 | - | +0,62 | 750 15,8 |
| p ₅ | | +1,6 | +1,02 | -0,325 | - | +0,58 | 790 16,8 |
| p ₆ | | +1,0 | +1,00 | -0,15 | - | +0,00 | 780 18,1 |
| p ₇ | | +0,2 | +0,25 | 0 | - | -0,05 | 770 19,0 |
| p ₁₀ | | +0,4 | +0,41 | -0,01 | - | -0,01 | 775 20,15 |
| p ₅ | B | +0,2 | +0,38 | -0,01 | - | -0,18 | 780 21,0 |
| | | | | | | | 22,5 |

Not : P6,7,8,9 ve 10 numaralı noktaların hesaplanmış değerleri şemaya sonradan sokulmuştur.

Tefsirler :

Yukardaki mukayese şemasından görüleceği üzere; metodlar arasındaki uygunsuzluk 6,7,8 ve 3 numaralı profil noktalarında zuhur etmiştir. İşaretlerinin aynı olmasına mukabil, kıymetlerin bir miktar değişik oluş, ilk bakışta metotları şüpheye düşürmektedir. I - II farklarının işaret değiştirmesi, sistematik cinsten bir hataya düşülmedinini açıklar; yalnız eğri şekillerinin bir birlerine uygun oluşları genel olarak yeraltı durumu tahminlerinde büyük bir değişikliğe sebep teşkil etmeyecektir. Zaten gerek Elkins ve gerek Rosenbach'in bir birleriyle mukayeselerinde de bu gibi uyuşmazlıklara ekseriyetle tesadüf edilmektedir.

Haalck, Elkins ve Rosenbach'ın metotlarında isogam yarıçapları ve büükülmeleri hesaplanamadığından; aynı noktalardaki kıymetlerin hangisinin doğru oluşunun kontrol edilememesi usûlün kifayetsizliğine delâlet etmez, bilakis diğerlerinin bu hususta eksikliğini açıkca gösterir.

Düşünüşümme göre; % 70 nisbetinde görünen bir çakışma ve bilhassa en büyük g_{zz} değerindeki çok iyi bir yakınlık ve ayrıca n ekseni üzerindeki simetri derinlik hesaplarında büyük bir yanlışlığı mucip olmıyacaktır.

Bouguer anomalileri; ölçülüp doğrultmalardan sonra deniz yüzünde indirilmiş gravite değerlerinin bu yüzeydeki nazarî kıymetle olan farklarıdır. Bu bilgiye göre, $2,14 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluğunu bilinmiyen σ_1 yoğunluğundan ayıran yüzeyin; ya ikinci dik türev veya gradyan ve eğri büükülmelerinden elde edilebileceğini ve bunun anomaliyi doğuran daha yoğun yüzey olduğunu kabul etmek icabeder.

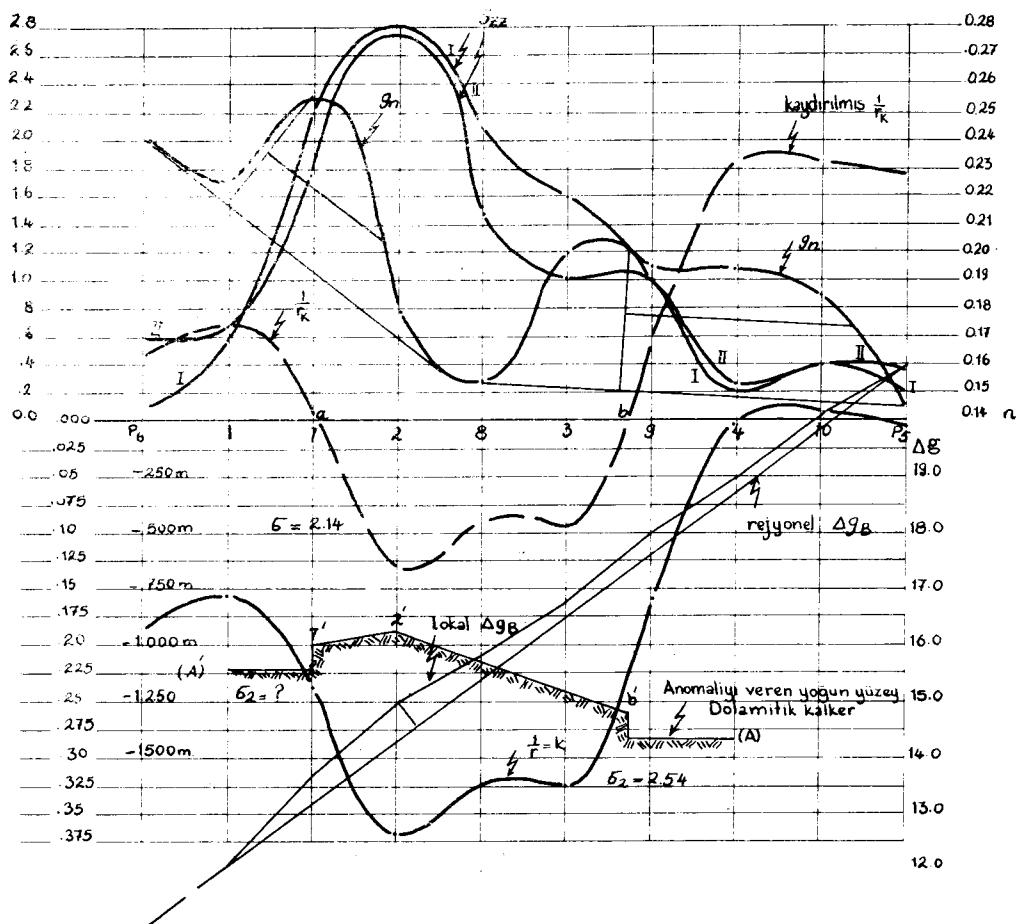
Şekil : 1-4 den görüleceği üzere; çizilmiş bulunan her dört ayrı eğri arasında birbirlerine bağlı; özellikler mevcuttur.

- a) Gradyan eğrisi bir en büyük değerini aldığı zaman, dik ikinci türev ve lokal gravite eğrileri dönüşüm noktalarında ve kaydırılmış büükülme eğrisi de profil eksenini kesmektedir. Buna göre, yeryüzündeki P_1 noktasının altında; yerkabuğundaki sahrelerde bir faylanmaya tesadüf edilecektir.
- b) Dik ikinci türev ve lokal gravite eğrileri; bir en büyük değeri aldıkları zaman; gradyan eğrisi bir dönüşüm noktasında ve büükülme eğrisi de bir en küçük değeri göstermektedir. Bu hal ise, P_2 profil noktasında yeraltında kısmen simetrik bir kabarışı belli eder.
- c) (a) fıkrasındaki izahata uygun bir şekillenme de $P_9 - P_{10}$ profil noktaları arasına isabet etmektedir.

O halde, eğrilerin bu şekildeki tefsirleri ile yeraltında; yoğunluk farklarından ileri gelen ilk takribî durum; kesin hesaplara geçmeden evvel —A— kesiti ile gösterilebilir.

Üzerinde incelemeler yaptığım ve Bouguer anomalisine ait bulunan bu sahanın yeraltı durumunu; Shell Kaya Köy Nr. 2 ve Esso Kastel Nr. I petrol kuyularının paraketelerinden tettik ederek, bozuculuğu veren yoğun yüzeyin, Anidritlerle birlikte Sinan ve hattâ Mardin kalkerlerinin olduğu ve bunların kesafetlerinin $2,5$ ilâ $2,8 \text{ gr/cm}^3$ arasında oynadığı anlaşılmaktadır.

Şekil - 4



2,14 gr/cm³ başlangıç yoğunluğuna kontras yapan anidrit ve kalkerlerin yataklanlığı bu bölgede delinen Kayaköy, Kastel, Babahâki ve Dirik petrol kuyularında; fizikî yüzeyle bu yoğun sahreler arasında; ortalama olarak kumlu, çakılı ve şeyilli diğer yataklar mevcut olup bunların arasında bazan anidrit ve bazan da yine kalkerlere rastlanmaktadır. Normal N. dan Sinan kalkerlerine kadar olan bu toplam kalınlık her dört kuyuda başka başka neticeler vermektedir ve ortalama 600 ile 1200 metre civarında değişmektedir.

Buna göre, Kayaköy Nr. 2 kuyusunda ilk yoğun yüzey dolomit cinsinden kalkerler olup, 1000 metre ile 1275 metre arasında değişik şekilde bulunmaktadır. Gravite eğrisinden yapılan derinlik tahmini kabaca 1100 metre olmasına rağmen, dik ikinci türevden elde olunan üst yüz derinliği takiben 1000 metre ve gradyanla büükülme eğrilerinin korelasyonundan bulunan fayın üst yüz derinliği kabaca 1000 metre dir. Bu hesaplarda; gravite eğrisinden elde olunan derinlik bir tarafa bırakılsa, diğer iki yolu derinlik tayininde yoğunluk kontrasti olarak 0,4 gr/cm³ miktarı kullanılmış ve bu miktarın duruma uygun geldiği anlaşılmıştır.

İstatistik yoluyla yoğunluk tayini :

Şimdiye kadar birçok yazar Bouguer Anomali haritalarının hakikate uygun olarak tesbitinde yeraltı yoğunlukları hakkında birçok araştırmalar yapmışlar ve bunlardan Nettleton'un grafik usûlune sadık kalınarak ve jeolojik tefsirlerle birlikte lâboratuvar tecrübeleri de göz önünde tutularak bölgeye oldukça uygun başlangıç yoğunluklarını kullanmışlardır.

Kanaatime göre; yoğunlukların tayini istatistik yoluyla yapılmalıdır ve bilhassa Bouguer haritalarının hazırlanmasında yukarıda bahsi geçen σ_0 yoğunluğuyle hesaplanan Bouguer değerleri ve istasyon rakamları arasında regresyon katsayısının sıfır oluşu şartının tahakkuk ettirilmesine dikkat edilmelidir. Bu şart Zhongolovich ve Jung'a göre, denklemiyle belli edilmiştir. Buna göre,

$$\frac{[(\Delta g_B - \bar{\Delta g}_B)(h - \bar{h})]}{V[(\Delta g_B - \bar{\Delta g}_B)^2] [(h - \bar{h})^2]} = 0 \quad (21)$$

$$\sigma_2 = \frac{[(\Delta g_B - \bar{\Delta g}_B)(h - \bar{h})]}{2 \pi k^2 [(h - \bar{h})^2]} \sigma_0 \quad (22)$$

yazılır. Ve

Pratik maksatlar için en uygun ve kesin olabilecek jeotü ortalamaya yoğunluğunun sahife 8 de verilen mukayese tablosundaki değerlerle nasıl hesaplanacağını; yazar aşağıdaki hesap şamasında göstermiş bulunmaktadır.

| Isty. | h | Δh | Δg_B | $\Delta \Delta g_B$ | $\Delta \Delta g_B \Delta h$ | Δh^2 | $\Delta \Delta g B^2$ | Hesap Düşünceleri |
|-------|------|------------|--------------|---------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------|
| p6 | 750 | - 21 | 10,9 | - 5,3 | + 111,1 | 441 | 28,2 | $\frac{310}{6441} = 0,048$ |
| 1 | 715 | - 56 | 12,1 | - 4,1 | + 230,0 | 3140 | 16,8 | $6_0 = 2,14 \text{ gr / cm}^3$ |
| 7 | 810 | + 39 | 13,6 | - 2,6 | - 101,2 | 1520 | 6,8 | $\frac{6_2}{6_0} = 1,14$ |
| 2 | 790 | + 19 | 15,0 | - 1,2 | - 22,8 | 360 | 1,4 | $\frac{6_2}{6_0} = 1,14$ |
| 8 | 750 | - 21 | 15,8 | - 0,4 | - 8,4 | 441 | 0,2 | $6_2 = 2,44 \text{ gr / cm}^3$ |
| 3 | 790 | + 19 | 16,8 | + 0,6 | + 11,4 | 360 | 0,4 | $r = \frac{310}{V 669864} = 0,37$ |
| 9 | 780 | + 9 | 18,1 | + 1,9 | + 17,1 | 81 | 3,6 | korelasyon iyi değildir. |
| 4 | 770 | - 1 | 19,0 | + 2,8 | - 2,8 | 1 | 7,8 | |
| 10 | 775 | + 4 | 20,1 | + 3,9 | + 15,6 | 16 | 15,3 | |
| p5 | 780 | + 9 | 21,0 | + 4,8 | + 43,2 | 81 | 23,1 | |
| Topl. | 7710 | 0 | 162,4 | + 0,4 | + 310,0 | 6441 | 103,6 | |

Tabelâdan görüldüğü üzere, Bouguer ve topografik haritalar yardımıyle; yazar; enterpole ettiği miktarlarla yarı definitif diye adlandırdığı $2,44 \text{ gr/cm}^3$ olan σ_2 yoğunluğuna vasıl olmuştur. (r) korelasyon kat sayısı miktarına nazaran Δh ve $\Delta \Delta g_B$ ler arasında tam bir bağılılık mevcut bulunmamakta ve bu sebepten ötürü elde edilen yoğunluk miktarı hakikate nazaran daha az muhtemel görülmektedir. Karl Jung ve Zongholovich tarafından ortaya atılan bu düşüncenin tatbik edilişinin maksadı; ayrıca yoğunluk profilleri ölçerek hem zaman ve hemde para sarfını önlemektir ve ne de olsa metodun ilerdeki tatbikatı için iyi bir misâl teşkil etmektedir.

Formüllerin uygulanması aşağıdaki gibi neticelendirilebilir : Araşturma sahasındaki gravite ölçülerinin sıklığına göre, bölge, uygun boyutta karelere ayrılarak, her kare için bir Bouguer orta kıymeti ve bu kısmî sahaya ait bir rakım ortalaması elde olunur. Bilâhare 21 denklemine göre, şart sağlanır. Eğer 21 şartı bütün bölgenin % 80 ninde uygunluk gösterirse, bu taktirde 22 ye dayanarak her küçük kare için hesaplanacak σ_2 ler'e değerlenen yoğunluk haritası çizilmelidir. Daha sonra da Bouguer kıymetlerinin hesabına esas olacak yükseklik katsayıları; her istasyon için bu haritadan enterpole edilecek yeni yoğunluklarla hesaplanmalıdır.

Düşüncelerime göre, bu istatistik denemelerle bulunan yoğunlukların, profillerden hesaplananlara nazaran daha uygun neticeler vereceği

aşıkârdır. Ve bölgeyi temsil eden yani lokal ve rejyonel bakımından bölgeye en uygun kesafet de budur.

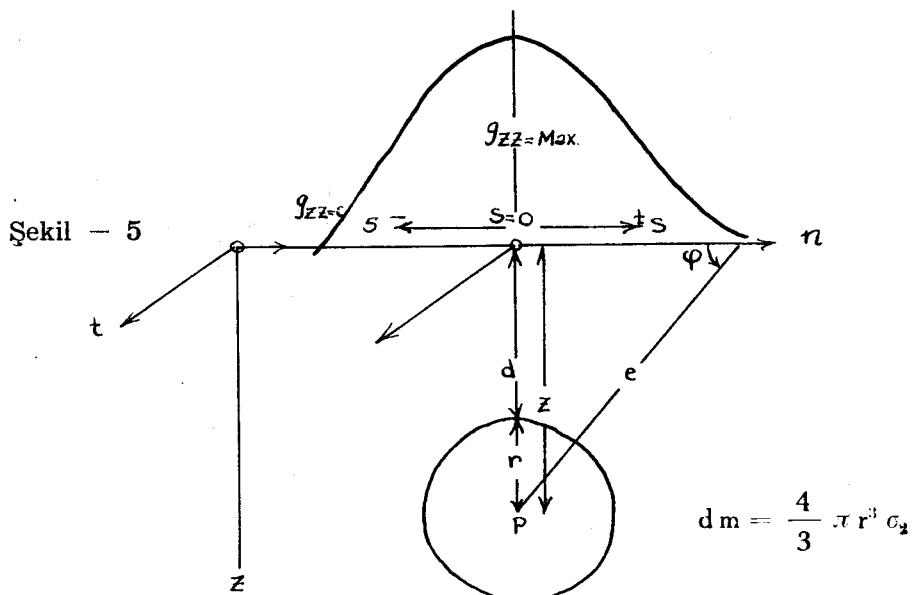
Derinliklerin kontrolü :

Yukarda izah edildiğine göre, dik ikinci türev anomalileri, yeryüzünde yakın yeraltı kitlelerinin yoğunluklarından ileri gelen tesirleri göstermektedirler. Böylece, değişik kesafette bulunan ve sözü geçen anomalilere tekabüleden kitlelerin deniz seviyesinden olan yükseklik veya fiziki yüzeyden olan derinliklerini, verdigimiz yoldan ayrı şekilde hesaplayarak neticeleri kontroletmek icabeder.

Buna göre, yeryüzünde yerleri Bouguer haritaları ile tesbit edilmiş bulunan ve belirli şekilde anomali doğuran bu kitleler, hesaplarda kolaylığı temin bakımından birtakım geometrik modellere benzetilebilir. Pertsev'in incelemeleri neticesinde ve Layabunov'un şartlarına uygun olarak her yeraltı şekli için bu modeller sırasıyla ya bir küre veya silindir veya prizma veya çift prizma ve nihayet paralellopipedler ve ilâ şeklinde olabilirler.

O halde potensiyal teorisine göre, Şekil - 5 den,

$$\text{yer çekimi için } g = \frac{1}{e^2} k^2 dm \sin \varphi \quad (23)$$



$$\text{çekim dik gradieni için } g_z = \frac{3}{e^3} k^2 dm \left(\sin \varphi - \frac{1}{3} \right) \quad 24 \text{ ve}$$

$$\text{çekim dik ikinci türevi için } g_{zz} = \frac{3}{e^4} k^2 dm (5 \sin^3 \varphi - 3 \sin \varphi) \quad 25$$

denklemlerini yazabiliriz. Burada $\sin \varphi = \frac{z}{e}$ olup, $e^2 = x^2 + y^2 + z^2$ dir.

Ayrıca $x^2 + y^2 = s^2$ kabulu ile $e^2 = s^2 + z^2$ şeklinde gösterilebilir.

Formülleri kısa ve kolay bir şekilde elde edebilmek için dik türev anomalisini veren yeraltı yoğun kitlesinin modelini bir küre olarak ele alalım. O halde, 25 numaralı denkleme göre,

$$e^4 g_{zz} = 4 k^2 \pi r^3 \sigma_2 \left(5 \frac{z^3}{e^3} - 3 \frac{z}{e} \right) \quad (26)$$

bulunur.

Şimdi en büyük g_{zz} için $s = 0$ olacağını kabulederek, $z = e$ buluyuz. Böylece 26 yi, $z^4 g_{zz} = 8 k^2 \pi r^2 \sigma_2$ şeklinde yazarız ve bir sadeleştirmeyle, buradan, $r^3 = \frac{g_{zz} z^4}{8 k^2 \pi \sigma_2}$ 27 yazılabilir.

Diger taraftan yine Şekil - 5'e göre, $z = r + d$ olduğundan; bu kitlenin normál yüzeyde nolan üst yüz derinliği,

$$d = z - r \quad 28 \text{ olacaktır.}$$

Şimdi 28 numaralı denklemin birinci ve ikinci terimlerini anomalinin en büyük değerine tekabül eden yerden; profil yönünde ve her iki tarafa doğru ufkı mesafe olarak ifade edersek; aradığımız çözümü bulabiliriz. O halde, (e) yi bir Binom'a açıp üçüncü terimden sonrasını (s/z)' in herzaman birden küçük olacağını düşünerek; ihmäl edebilir ve

$$e = z \left(1 + \frac{1}{2} \frac{s^2}{z^2} - \frac{1}{8} \frac{s^4}{z^4} + \dots \right) \quad 29 \text{ yazarız.}$$

Halbuki 26 numaralı denklemde $g_{zz} = 0$ için $e = \sqrt{\frac{5}{3}} z$ elde edileceğinden bunun 29 da yerine konmasıyla,

$$\sqrt{\frac{5}{3}} z = z \left(1 + \frac{1}{2} \frac{s^2}{z^2} - \frac{1}{8} \frac{s^4}{z^4} \right) \text{ ifadesi ine geçebiliriz.}$$

Burada ilk yaklaşma ile $\frac{s^2}{z^2} \approx \frac{3}{5}$ kabul edilerek $z = 1,31 s$ bulunur

ve bunun iterasyonu ile, $z = 1,20 \text{ s}$ 30 elde edilir.

Diğer taraftan 30'u z ve r için 28 No. lu denklemde yerine koyarak;

$$d = s \left((1,20 - 0,03) \sqrt[3]{\frac{g_{zz} s}{\sigma_2}} \right) \quad 31 \text{ bulunur.}$$

Şimdi bu formülü misâlimize tatbik edelim ve karışık bir yeraltı şekli ve $0,4 \text{ gr/cm}^3$ lük; ilk deneme bir yoğunluk kontrasti için g_{zz} in en büyük olduğu 2 numaralı profil noktasında; yoğun yüzeyin daha kesin olarak üst yüz derinliğini hesaplayalım. O halde,

$$g_{zz} = 2,8 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2} \quad s = 2,0 \text{ Km. ve } \sigma_2 = 0,4 \text{ gr/cm}^3$$

olduklarından,

$$\begin{aligned} d &= 2,0 \left(1,20 - 0,03 \sqrt[3]{\frac{2,8,2,0}{0,4}} \right) \\ &= 2,0 (1,20 - 0,03 \cdot 24,1) \\ &= 2,0 \cdot 0,48 = 0,96 \text{ Km.} \pm 0,03 \text{ Km. bulunur.} \end{aligned}$$

Ayrıca gradyan ve bükülme korelasyonundan, K. Jung'a (Gravimetrische Methoden der Angewandten Geophysik, Handbuch der Experimental Physik Bd. 25, Teil 3, Seite 49—208, 1930) göre; bu sefer de 7 Nr. lu profil noktası altındaki fayın üst yüz derinliğini,

$$g_n = 2 k^2 \sigma_2 1 n \frac{z}{d} \quad s^2 = d.z \text{ ve} \quad s = (s)_{g_n} \frac{2}{2} \text{ ifadelerinden}$$

$$g_n = 0,5 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}} \quad s = 1,06 \text{ Km.} \quad \sigma_2 = 0,4 \text{ gr/cm}^3 \text{ değerleri}$$

icin hesaplarsak,

$$0,5 = 13,34 \cdot 0,4 1 n \frac{z}{d}$$

$$1 n \frac{z}{d} = 0,096 \quad 1 g \frac{z}{d} = 0,434 \cdot 0,096 = 0,0406$$

$$\frac{z}{d} = 1,098 \quad z = 1,098 d \quad 1,125 = 1,098 d^2$$

$d = 1,02 \text{ Km. ve } z = 1,11 \text{ Km.}$ kıymetlerini elde ederiz, ve

Bunlara göre; $P_1 - P_4$ noktaları arasındaki anomaliyi doğuran yoğun yüzeyin A' - 2' kısmının kesitini hakikate yakın olarak tesbit etmiş oluruz. Şimdi yine bu profiline 8 numaralı noktasıyle 5 numaralı noktası arasındaki gradyan eğrisi en büyük kıymetiyle kaydırılmış büükülme eğrisinin profil eksenini kestiği nokta tam bir çakışma yapmadıklarından, burada gradyan eğrisi için ortalama bir durum kabul edelim ve buna göre; hakikate yaklaşık üst yüz ve taban derinliklerini,

$$g_n = 0,503 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}} \quad s = 1,36 \text{ Km.} \quad \text{ve} \quad \sigma_2 = 0,4 \text{ gr/cm}^3$$

miktarlarıyla hesaplayalım. Böylece, $p_5 - p_4$ noktaları arasında,

$$d = 1,3 \text{ Km.} \quad \text{ve} \quad z = 1,42 \text{ Km. bulunur.}$$

Bu miktarları profilde bir ölçüye göre yerlerine oturtursak A - A' yoğun yüzeyi için hakikate oldukça yakın yeraltı durumu gösterilmiş olur.

Hata araştırmaları :

A) 8inci sahifedeki mukayese tablosunda, iki metodun aynı profil noktasında göstermiş oldukları göze çarpan farkların tefsirleri için; yazar; aşağıdaki hata araştırmalarının göz önünde bulundurulması faideli bulmuştur. Bu maksatla muhtelif ölçek Bouguer haritalarında yaptığı çok sayıdaki enterpolasyon denemelerinde herhangi bir noktaya ait ve interpole edilen bir Bouguer değeri hatasının $m_r = \pm 0,05$ mgal'i aşmadığı ve ne çeşit kontur aralıklı haritalar kullanılırsa kullanılsın bu gün bu hatanın (ölçü prensipleri ve ölçü aletlerine bağlıdır) standart olarak kabuledilmesi icabedeceği neticesine vasil olmuştur.

Böylece kendi metodunda; gravitenin ikinci dik türev kıymetleri için istihraç ettiği 17 numaralı formül elemanlarının hmasını da aşağıda gösterildiği şekilde tefsir etmiştir.

Yarıçapı sabit olan abak daire ile, kabuledilen profil noktalarının biri üzerinde ve değişik yönlere göre elde edilen Bouguer okumalarının ortalama hataları; sırasıyla m_n , m_s , m_e , m_w , ve m_o harf ve endeksleriyle gösterilmiş oldukları taktirde, hattı bir fonksiyon olan 17 No. lu deyimin ortalama hatası

$$m_{gzz} = 2 V \overline{m_A^2 + m_B^2}$$

32

formülü ile belli edilebilir. Burada,

$$m_A = \frac{1}{2} \sqrt{m_s^2 + m_n^2 + 2 m_o^2}$$

$$m_B = \frac{1}{2} \sqrt{m_e^2 + m_w^2 + 2 m_o^2} \quad \text{dir.}$$

Şimdi bu muhtelif yönlerde yapılan hataların; standart olarak kabul edilen m_r 'ye eşit olduğu göz önünde tutularak,

$$m_{gzz} = 2,84 \text{ } m_r \quad 33$$

deyimini yazabiliriz.

O halde; bahsi geçen profil noktası için; elde edilecek bir ikinci dik türev değerinin hatası da nümerik olarak $mg_{zz} = \pm 0.2 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$ olacaktır.

Bu sebeple mukayese tablosunda verilen iki metod arasındaki dik ikinci türev değerlerinin farklarını tabii olarak görmek ve bunları; usûllerin hassasiyeti neticesine bağlamak icabeder.

B) 31 numaralı formülle belli edilmiş bulunan üst yüz derinlik hmasını bulmak için; yazar; istihraq ettiği bu denklemi s , g_{zz} ve σ_2 elemanlarının bir fonksiyonu olarak kabul ederek bu derinliğin hmasını,

$$m_d^2 = \left(\frac{\partial d}{\partial s} \right)^2 m_s^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial g_{zz}} \right)^2 mg_{zz}^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial \sigma_2} \right)^2 m \sigma_2^2 \quad 34 \text{ deyimi ile açıklar}$$

ve burada 1. nci, 2. nci ve 3. ncü terim katsayılarının sırasıyla,

$$\begin{aligned} \frac{\partial d}{\partial s} &= 1,20 - 0,04 \sqrt[3]{\frac{g_{zz} s}{\sigma_2}} \\ \frac{\partial d}{\partial g_{zz}} &= - 0,01 \sqrt[3]{\frac{s^4}{g_{zz}^2 \sigma_2}} \\ \frac{\partial d}{\partial \sigma_2} &= + 0,01 \sqrt[3]{\frac{g_{zz} s^4}{\sigma_2^4}} \end{aligned}$$

olduklarını belli ederek, bunları 34 numaralı formülde yerlerine koyarak hata hesapları için istenilen nümerik formül elde edilmiş bulunur.

$$\begin{aligned} m_d^2 &= + \left(1,20 - 0,04 \sqrt[3]{\frac{g_{zz} s}{\sigma_2}} \right)^2 m_s^2 + \\ &+ \left(- 0,01 \sqrt[3]{\frac{s^4}{g_{zz}^2 \sigma_2}} \right)^2 m_{gzz}^2 + \\ &+ \left(0,01 \sqrt[3]{\frac{g_{zz} s^4}{\sigma_2^4}} \right)^2 m_{\sigma_2}^2 \quad 35 \end{aligned}$$

Şimdi hemen istihraç edilen bu formül yardımıyle ve ortalama en yüksek s , g_{zz} ve σ_2 değerleri ve bunlara tekabül eden hataları; aşağıda verilen kıymetlere göre kabul ederek ve elde edilen üstyüz derinlik hmasını misâlde gösterildiği gibi hesaplamak icabeder.

O halde :

$$s = 2 \text{ Km.}$$

$$m_s = \pm 0.025 \text{ Km.}$$

$$g_{zz} = 3 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$$

$$mg_{zz} = \pm 0,2 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}^2}$$

$$\sigma_2 = 0,3 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$m\sigma_2 = \pm 0.05 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

olduklarından,

$$\begin{aligned} m_d^2 &= + \left(1.20 - 0.04 \sqrt[3]{15} \right)^2 0.000625 + \\ &+ \left(-0.01 \sqrt[3]{4,4} \right)^2 0.04 + \\ &+ \left(0.01 \sqrt[3]{1860} \right)^2 0.0025 \end{aligned}$$

bulunur ve buradan

$$m_d^2 = 0.000\ 882 + 0.000\ 016 + 0.000\ 036 = 0.000\ 934 \text{ Km}^2$$

elde olunur. Buna göre,

$$m_c = \pm 0.03 \text{ Km.} \quad \text{dir.}$$

Bu neticeler bize; elde olunabilecek en büyük ölçü neticeleri ve kabul edilen ortalama hatalarla hesaplanan derinlik hatalarının 30 metreyi aşmadığını göstermektedir.

O halde, yazarın yeni gravimetrik metodıyla, bozucu yeraltı yüzeyinin alınan birçok profiller üzerindeki kıs'mı kesitleri yardımıyle yüzeysel durum izopak haritalarının yapılabileceği ve bunların prospeksiyon işi maksatlarına kâfi gelebileceği sonucuna varılabilir.

Yazarın kanaatine göre; dik ikinci türev anomalisine tekabüleden ve şiddet eğrileri büükülme değerleri ile hesaplanan büükülme anomalileri ile de yoğun yüzeyin derinliği hesaplanabilir.

Problemin bu maksatla çözümü için; yazar; büükülme anomalilerinin ekstrem iki kıymetini ve meselâ profildeki büükülme eğrisinin sıfır ve en küçük yerlerine değerlenen kıymetlerden istifade edilmesini şart koşmaktadır.

B. Bilindiği ve daha evvel de $f(n,t) = c$ denklemi ile belli edildiği üzere; izoanomali şekillenmesinin yarıçap büklümleri transendent denklemi; Bouguer gravitesinin teğet ve normâl yönlerdeki türevlerini Gauss'ın yüzey yarıçap büklümme denkleminde yerlerine koymak ve burada $(t - t_0/e)^2$ terimini; anomaliyi doğuran yoğun yüzeyin yeraltı devamlılık yönüne getirilmesinden ötürü; sıfır kabul ederek istihraç etmek icabeder. Böylece bu denklemi evvelâ,

$$K = \frac{3}{e^3} \left(\frac{n-n_0}{e} \right)^2 k^2 dm$$

şeklinde yazmak kabildir. Şekil – 6 dan görüleceği üzere, bura-
da $\left(\frac{n}{e} \right) = \cos \varphi$ olacağını;
bu deyim sadeleştirildiğinde;

$$K = \frac{4}{e^3} k^2 \pi r^3 \sigma_2 \cos \varphi$$

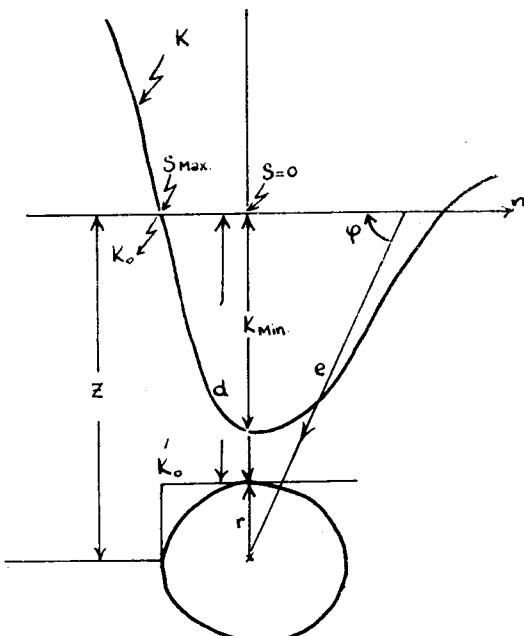
bulunur.

Bu formül büklümme anomalilerini her şekli ile tarifeden bir ifade olup, K ancak $\varphi = 90^\circ$ olduğu zaman sıfır olur ve bu da derindeki yoğun yüzeyin S_{\max} yerinde bir basamak yaplığını gösterir ve böylece $z = e$ eşitliği elde edilir.

Diğer taraftan K nin bir en büyük veya bir en küçük olması için $\varphi = 0$ olması gerekmektedir. Bu hâl ancak derindeki yoğun yüzeyin horizontal gidişini tarif eder ki bu da $s = 0$ yerinde bellidir. Böylece,

$$K_{\min} = \frac{4}{e^3} k^2 \pi r^3 \sigma_2 \quad (37)$$

bulunmuş olur. Şimdi 7 No. lu denklem yardımıyla bu deyimi daha sadeleştirerek, anomaliyi doğuran ve modeli küre olduğu kabul edilen yeraltı



Şekil 6

cisminin yarıçapını hesaplamak kabildir. O halde,

$$r = e \sqrt[3]{\frac{B}{2g_n k^2 \pi \sigma_2}} \quad (38) \quad \text{yazılabilir.}$$

Daha önceki açıklamalarda aynı parametreler arasındaki münasebetlerde istifade ederek, ilk yaklaşımada $e = z \cos \varphi$ kabulüyle ve

$\left(\frac{S_{\max}}{e}\right)^2 = \cos^2 \varphi = 1$ identitesine göre, $S_{\max} = \sqrt{2} z$ deyimini yazmak kabildir. Buradan,

$$z = 0,71 S_{\max} \quad (39) \quad \text{bulunur.}$$

Bu denklem 28 No. lu formülde yerine konur ve lüzumlu sadeleştirmeler yapılrısa; dik ikinci türev anomalisyle elde edilen; üst yüz derinlik formülüne benzeyen fakat bu sefer büükümeye yarıçapları cinsinden derinlik formülü elde edilmiş olur. O halde,

$$d = 0,71 S_{\max} \left(1 - 0,105 \sqrt[3]{\frac{K}{\sigma_2}} \right) \quad (40) \quad \text{bulunur.}$$

Şimdi daha evvelki misâlimizden bilinen ve aşağıdaki,

$$K = 0,37 \text{ Km}^{-1}, \quad \sigma_2 = 0,4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \quad \text{ve} \quad S_{\max} = 1,12 \text{ Km}$$

miktarlarından faydalananarak bir derinlik hesabı yaparsak,

$$d' = 0,71 \times 1,12 \left(1 - 0,105 \sqrt[3]{\frac{0,34}{0,4}} \right) = 0,75 \text{ Km}, \pm 0,13 \text{ Km} \quad \text{buluruz.}$$

Elde olunan bu netice evvelki ile mukayese edildiği zaman arada 210 m. kadar oldukça büyük bir farkın zuhur ettiği görülür.

Aşağıda verilecek izahata dayanarak bahsi geçen bu farkın büükümeye anomalisini veren 7 No. lu denklemi hassasiyetiyle alâkadar olup olmadığını kontrol etmek icabeder. Yazارın kanaatine göre bu hassasiyet evvel emirde Bouguer iğrilerinin kontrollü bir şekilde elde edilmesiyle ilgilidir. Eğer iğriler Bouguer anomalisinin örtüğü sahayı kare kilometre başına en aşağı iki garvite noktasıyle kontrol etmezlerse gerek "B" ve gerekse "g_n" değerleri hakikate yakın olamıyacaklarından bunların yardımıyle bulunan büükümeye değerleri ve dolayısıyle 40 No. lu denklem hata bakımından küçük bir araştırmaya tabi tutulursa bu düşüncenin doğruluğu meydana çıkar. O halde evvelki hata araştırmalarına analog olarak bu sefer de izogamlar büükümlerinin hatalarını,

$$m_k^2 = \left(-\frac{1}{g_n} \right)^2 m_B^2 + \left(\frac{B}{g_n^2} \right)^2 m_{g_n}^2 \quad 41 \quad \text{formülü ile elde}$$

edebiliriz. Burada m_{g_n} ; abak daire ile profil yönünde interpolate edilen ve iki kıymetten hesaplanan gradyan hatası olup; yazarın; değişik kontur aralıklı ve çeşitli ölçekte Bouguer haritalarından bir çok denemelerle elde ettiği kıymeti $\pm 0,15 \frac{\text{mgal}}{\text{Km}}$ yi aşmamakta ve kilometre başına düşen gradyan miktarından daha büyük bulunmaktadır.

O halde verilen misâlde en büyük ortalama kıymetler ve bunlara değerlenen hatalardan faydalananak büükülme anomalisinin hmasını 41 No. lu formüle göre hesaplarsak, $m_k = \pm 0,1 \text{ Km}^{-1}$ buluruz.

Şimdi 40 No. lu formüle göre büükülme anomalileriyle elde edilen yoğun yeraltı cismi üst kenar derinliğinin hmasını nümerik olarak elde etmek kabildir. O halde 35 No. lu formülün çıkarılışına benzer bir şekilde,

$$m_d'^2 = \left(0.71 - 0.08 \sqrt[3]{V \frac{K}{\sigma_2}} \right)^2 m_s^2 + \left(-0.03 \sqrt[3]{V \frac{s}{\sigma_2 K^2}} \right)^2 m_K^2 \quad \dots \\ = \left(-0.03 s \sqrt[3]{V \frac{K}{\sigma_2^4}} \right)^2 m_s^2 \sigma_2 \quad (42) \text{ bulunur.}$$

Burada yine; misâldeki en büyük ortalama değerlere göre;

$$K = 0,5 \text{ Km}^{-1} \quad m_K = \pm 0,1 \text{ Km}^{-1}$$

$$s = 2,0 \text{ Km} \quad m_s = \pm 0,025 \text{ Km}$$

$$\sigma_2 = 0,4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \quad m_{\sigma_2} = \pm 0,05 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

kabul ederek;

$$m_d'^2 = 0,37 \times 0,000625 + 1,65 \times 0,01 + 0,03 \times 0,0025 = 0,0160 \text{ Km}^2 \text{ bulunur ve}$$

$$\text{nihat, } m_d'^2 = \pm 0,130 \text{ Km. dir.}$$

Elde edilen netice bize hakikaten büükülme anomalileriyle niçin suhhatlî bir şekilde derinlik tayin edilemeyeceğini aşikâr olarak ortaya koymaktadır. O halde sahife 9 ve Şekil - 4 de resmedilmiş bulunan yoğun yüzeyin kesiti; röper noktaları hariç; oldukça takribidir. Bu sebeple fiziksel jeodezi prensiplerinden faydalananak uygun aralıklar arasında daha iyi bir nivelman yapmak imkânı vardır. Bu ödevin uygulanması aşağıda verilecek bilgilerle açıkça gösterilecektir.

Anomali doğuran yoğun yüzeyin bükülme anomalileriyle hesaplanması ve çizilişi : Lokal çalışmalar için orijinal olarak ortaya konulan bu problemin çözümü; K değerleri ve bunlardan hesaplanacak defleksiyon açıları yardımıyle mümkün görülmektedir. İş de kontrolu temin edecek röper derinliklerini; sözü geçen yüzeyin tepe noktasında; dik ikinci türrev anomalilerinden ve mevcutsa basamaklarını da ufkı gradyan anomalilerinden elde etmek icabeder. Eğer çalışma mıntıkasında derin delinmiş kuyular varsa; sözü geçen bu kontrol daha iyi temin edilebilir. Hattâ bazı hususlarda refleksyon sismik veya refraksiyon sismik derinlikleri de bu iş için iyi birer kontrol sayılabilir.

Mevziî olan bu araştırmalarda anomalilerin uzunluk ve genişlikleri beş ilâ on kilometreyi aşmayan büyülükte oldukları için; gerek bükülme ve gerek gradyan anomalilerinin lokal gelişlerini rejjonal gelişlerinden; döndürme veya paralel kaydırma usullerini deneyerek ve bunlara değerlendirilen doğrulukların hesap edilmeleriyle; iyi bir şekilde ayırmak kabildir.

Profil yönündeki ufkı gradyan anomalileri ile yapılan derinlik tayini hesaplarından anlaşıldığı ve Şekil – 4 den görüldüğü üzere; bahsi geçen bu doğrultmalar lüzumlu olduğu için nazarı itibare alınmış fakat bükülme anomalileri için bu hesap işlemleri aşağıdaki hesap şeması ve Şekil – 7 de gayet açık olarak gösterilmiştir.

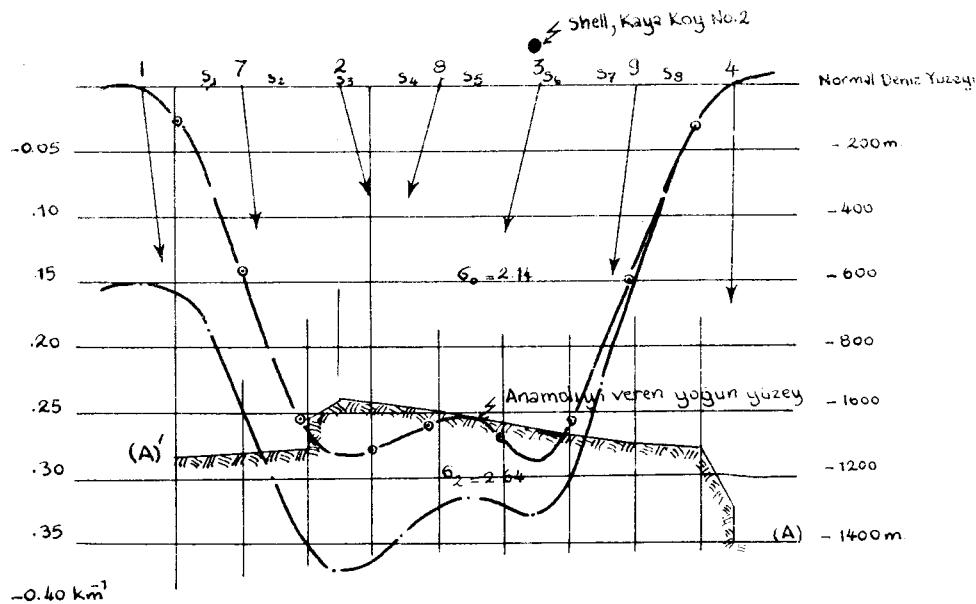
Bükülme anomalisi orijinal eğrisi 1 ve 4 No. lu profil noktaları arasında uzaklığa uygun gelen ve $\Delta s = 0,333$ Km. lik parçalara bölünerek evvelâ her Δs_i için orijinal eğriden bir K_i kıymeti enterpole edilir. Daha sonra bu eğriye 4 numaralı profil noktasında K_s orantısında ve uzunluğa bağlı bir döndürme yapılır ve böylece yeni K'_i değerleri bulunur ve döndürümüş eğri çizilir. Bundan sonra K' eğrisinden her Δs aralığı için yüzeysel ortalamalar alınarak bunlara tekabül eden bükülme kıymetleri ve defleksiyon açıları hesaplanır ve nihayet sonuncuların yardımıyle ve $\Delta N = \Delta s \cdot \operatorname{tg} \theta$ deyiimile yoğun yüzeyin ondüleleri hesaplanır. Ayrıca bu hesapların sonunda derinlik röper noktalarından faydalananlarak sözü geçen yüzeyin yeraltında ve profil yönündeki durumu çizilir.

Elde edilen derinlikler kısa aralıklı röperler arasında iyi neticeler vermekte fakat uzun mesafelerdeki röperler arasında arzu edilen çakışmaları yapamadıklarından; bulunan farkların ara hesap istasyonlarına dağıtılmaması icabeder ve böylece bütün işlemler tamamlanmış olur.

Bu yeni tatbikatta her profil noktasında yapılan derinlik hatası; belli noktalardaki röperlere bağlamalardan ötürü; daha evvel tâyin ettiğimiz 130 metreden az olacaktır. Metoda; kesin diyememekle beraber sağlam röperlere dayandığından; ilk iyi yaklaşma yolu gözüyle bakabiliriz.

Malûm olduğu üzere; sismik refleksiyon metodu tatbikatında profil atış noktalarının derinlikleri relativitir ve sahadaki sürat fonksiyonunun ve dağılıminin iyi bir şekilde tayin edilememesinden dolayı da miktarları hayalî kalmaktadır. Çünkü sismik fantom izopak haritalarının; sahanın birçok yerlerinde açılan kuyuların neticeleriyle karşılaşılmalarda; sözü geçen izopaklardan hesaplanan derinliklerin 150 metreye kadar hatalar verdiği çok defa görülmektedir. Böylece yazارın ortaya koyduğu bu yeni uygulamaya şimdilik ilk iyi yaklaşma adı verilmiştir.

Şekil - 7



Hesap Seması IV

Kitle çekim yönlerinin tayini :

Daha evvel sahife 11 de bildirildiği üzere; kütle çekim yönlerinin hesaplanması $\sin \varphi = \frac{z}{e}$ ara deyimiyle tayin etmek veya neticelen-dirmek; kanaatime göre doğru olmayıp ancak bunları 7, 24 ve 36 numaralı formüllerin yardımıyle her profil noktasında kütle merkezine yönelikmiş vektörlere ait birer açı olarak hesaplamak icabeder. Nitekim evvelâ 24 ve 36 numaralı denklemlerin oranı ile temin edilen deyim bilahere 7 numaralı formülün yardımıyle,

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{g_n^2}{2B} \quad 43 \quad \text{şekline konur.}$$

Bilindiği üzere A - A' kesiti; 2,14 yoğunluğunu $2,54 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluğundan ayıran bir nivo yüzeyi olup; potensiyali sabittir. O halde yer-yüzünde sırasıyla 1 - 4 numaralı profil noktalarına tekabül eden gravite değerleri; bu yeni yüzeye indirildikleri zaman ancak ve ancak bu çekim yönü vektörleri üzerinde olabilirler, yani A - A' kesitinin $1/2$ kilomet-relik Δs parçaları üzerindeki orta noktaları yüzey-vektör dik çakışma yerleridir.

Sözü geçen vektör yönlerinin 90° olduğu yerlerde yüzey süreklilığı devamlı olamıyacaktır ve bilhassa 4 numaralı profil noktasında bu olayı açıkça görebiliriz ve bundan dolayı da esas büyük fayın; yani basamağın; bu nokta altında olduğunu kesinlikle düşünebiliriz.

Vakia 7 numaralı profil noktasında da bir basamağın olduğuna hükmek icabeder, ama bu soru olabilir. Kanaatime göre burada yoğunluk değişiminden ötürü ve meyli 2,3 olan bir şev mevcuttur. Belki de bu; sahrenin porös oluşundan ileri gelmektedir.

Sözü geçen meyil açılarının hatalarını; bilahare neşredeceğim ilmî araştırmamda birçok yeraltı yoğunluk korelasyonları ile temin etmek düşüncesine sahib olduğumdan; burada yersiz görmekteyim.

43 numaralı formül yardımıyle ve 1 No. lu hesap şemasındaki de-ğerlerden istifade ederek kütle çekim vektörlerinin yön açıları hesapla-nıp aşağıdaki cetvele dercedilmiştir.

| Profl. Nokta | p ₁ | p ₇ | p ₂ | p ₈ | p ₃ | p ₉ | p ₄ |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| g _n | 2,25 | 2,55 | 1,77 | 1,55 | 2,00 | 1,95 | 1,95 |
| g _n ² | 5,06 | 6,50 | 3,14 | 2,40 | 4,00 | 3,80 | 3,80 |
| 2B | 0,35 | 0,60 | 0,65 | 0,50 | 0,65 | 0,30 | 0,00 |
| tg φ | 14,45 | 10,85 | 4,84 | 4,80 | 6,16 | 12,66 | ∞ |
| φ | 86°,1 | 84°,6 | 78°,3 | 78°,2 | 80°,9 | 85°,4 | 90°,0 |
| yön | + | + | + | - | - | - | ± |

+ İşareti saat ibresi hareket yönünü belli eder.

- İşareti saat ibresi hareket yönü aksını belli eder.

Karşılaştırma :

Şimdi Şekil – 7 deki bu kesitin 1 ve 4 numaralı profil noktaları arasındaki 2 No. lu noktasının civarında "Shell-Kayaköy No. 2 petrol kuyusu delinmiş bulunmaktadır. Sözü geçen bu kuyunun Şekil – 8 de gösterilen paraketasının tetkikinden açıkça görüleceği üzere; deniz seviyesinden 350 metre kadar alt'da yoğunluğu fazla olan anhidritler bitimi ve 650 metre kadar derinde kumlu, konglumerali, çertli ve siltli bir kalınlığın sonuna ve bundan sonra da 1200 metre derine kadar içersinde kısmen dolomit ve kısmen de kalker kamalarını bulunduran şeylli sahareye tesadüf edilmekte ve nihayet 1200 metre den daha derine doğru dolomit ve Mardin kalkerlerinin mevcut oluşu; nazarı itibara alınan gravite, gradyan ve dik ikinci türey ve nihayet büükülme anomalilerini doğurmaktadır. Sahife 9 da daha önce bildirilen jeolojik durum da; tam esaslı olan bu bilgilere uygundur. O halde, gerek bu yeni hesap yoluyla ve gerekse kuyu paraketelerinden bulunan toplam kalınlıklar; kuyunun tesadüf ettiği "s." profil noktasında 1230 – 1050 = 180 metrelük bir hata ile birbirlerine denk gelmekte ve bu suretle memnunluk verici bir yeni adımın atıldığına kanaatimce bir delil sayılmaktadır.

Netice itibariyle sunulan metod doğrudur, hesapları kısadır ve diğer metodlarla karşılaştırmada uygun neticeler vermiştir ve bilhassa şimdide kadar; sahra terazi metodu hariç; gravimetrik yolu usullerle yapılmayan özelliğe haizdir ve bu sebeple de Elkins, Rosenbach ve Haalck'in tefsir metodlarından üstünür.

Enterpretasyon işleri için bazı tavsiyeler :

Şekil – 2 a dan görüleceği üzere; araştırması yapılan anomali sahasına 250 metre aralı ve gradyan yönünde sık profiller çizilerek yoğun

yüzeyin yeraltı yayılımını daha iyi tetkik etmek ve böylece üç boyutluluğu uygun bir şekilde kontrol etmek icabeder.

Kanaatime göre; iyi bir yeraltı relyefi δ s aralıklarının abak daire içersindeki Δg_B değişimlerinin anormal olmamaları bakımından daha kısa alınmalarıyla imkân dahilinde girer. Bouguer teren doğruluklarının 14 kilometre yarıçapındaki zonlara kadar yürütülmesi; anomaliyi merkezleştirmek bakımından kaçınılmaması icabeden bir şarttır.

Arzin mukavvesiyetinden ötürü ve 14 kilometreden sonraki uzak bölgelerin istasyon gravitesine tesirlerini ancak nokta rakımlarından faydalananarak ek bir doğrulukla düzeltmek icabeder. İcabettiği takdirde yalnız anomali sahasını daha sık gravite noktaları ile kontrol etmek daha iyi neticeleri verir.

Yukarda birkaç madde ile bahsedilen bu tavsiyeler gerek röper derinliklerinin ve gerekse metodun inkişafında çok önemi haiz bulunan bükülmeye anomalilerinin açıklanan hassasiyet hudutları içersinde istihsaline ve doklärıyla bunların vasıtasiyle araştırılan yeraltı yoğun yüzeyinin tayin ve tesbitine medar olacaklardır.

Dr. Yüks. Müh. İ. Kasım YAŞAR

References :

- Dr. C. H. Schusse, 1845 Theorie der Functionen. Darmstadt (Übersetzung v. A. A. Cournot)
- Prof. Dr. A. Wangerin, 1922 Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen. Berlin
- Dr. T. A. Elkins, 1950 The second derivative method of gravity interpretation (Gulf Research and development Co. Pittsburgh)
- Prof. Dr. O. Rosenbach, 1952 A contribution to the computation of the second derivative from garvity data E. A. E. G. Hannover
- Prof. Dr. H. Haalck, 1953-58 Lehrbuch der angewandten Geophysik Teil I-II, Berlin
- Dipl. Eng. K. Yaşar, 1959 Yerçekiminin dik ikinci türevi ve yerka-bugunda kitle dağılımı, Türk Jeofizik Derneği Dergisi, Cilt I No. 1 — Ankara
- Prof. M. S. Molodenski, 1960 Methods for study of the external gravitational field and figure of the earth (scientific translation Jerusalem, 1962) Moskova 1960
- Prof. Dr. K. Jung, 1961 Schwerkraftsverfahren in der Angewandten Geophysik Leipzig, 1961