

GRAVİTE YÖNTEMİNDE YARI SONSUZ YATAY TABAKA MODELİNİN HIZLI YORUMU

Fast Interpretation of the Semi-Infinite Horizontal Slab Model in Gravity Method

Mahir IŞIK* ve Hakkı ŞENEL*

ÖZET

Kalın prizmatik bir kütle için gravite bağıntısı yardımıyla, yarı sonsuz yatay tabaka modeli elde edilmiştir. Model Parametreleri, gravite anomalisi ve birinci yatay türev anomalisi kullanılarak saptanmıştır.

Yöntem, yapay modeller ve Tuz Gölü Bouguer gravite haritası üzerine uygulanmış, yoğunluk farkı-derinlik ilişkisi incelenmiştir. Arazi modeli, Bezirci -1 sondaj kuyusunun litolojik kesiti ile kıyaslanmıştır.

ABSTRACT

Semi-infinite horizontal slab model has been formed using gravity equation of a thick prismatic mass. The model parameters have been obtained using gravity anomaly and first horizontal derivative anomaly.

The method has been applied to synthetic models and Tuz Lake Bouguer gravity map, density contrast-depth relation has been examined. Field model has been compared with the lithologic section of Bezirci-1 borehole.

GİRİŞ

İki boyutlu yapıların parametreleri, yapının gravite etkisini veren bağıntı ile aynı parametreleri içeren birden fazla denklem elde edilerek, bulunabilir. Sundararajan ve diğ. (1983) ile Pınar ve Akçığ (1994) bu denklemlerin eldesinde Hilbert Dönüşüm yöntemlerini kullanarak, yatay yarı sonsuz tabakanın parametrelerini hesaplamışlardır. Şenel (1993), iki boyutlu prizmatik şerit kütle için parametrelerini, Fourier Dönüşümü yardımıyla bulmuştur. Akgün (1994) de, yine Hilbert Dönüşüm yönetimi kullanarak, bazı iki boyutlu yapıların parametrelerini saptamıştır.

Bu çalışmada, yarı sonsuz yatay tabaka modelinin parametreleri, çok basit bir yolla yapının gravite anomalisi ve birinci yatay türev anomalisi kullanılarak bulunmuştur.

YARI SONSUZ YATAY TABAKA PARAMETRELERİNİN ELDESİ

Kalın Prizmatik bir kütle için gravite etkisi;

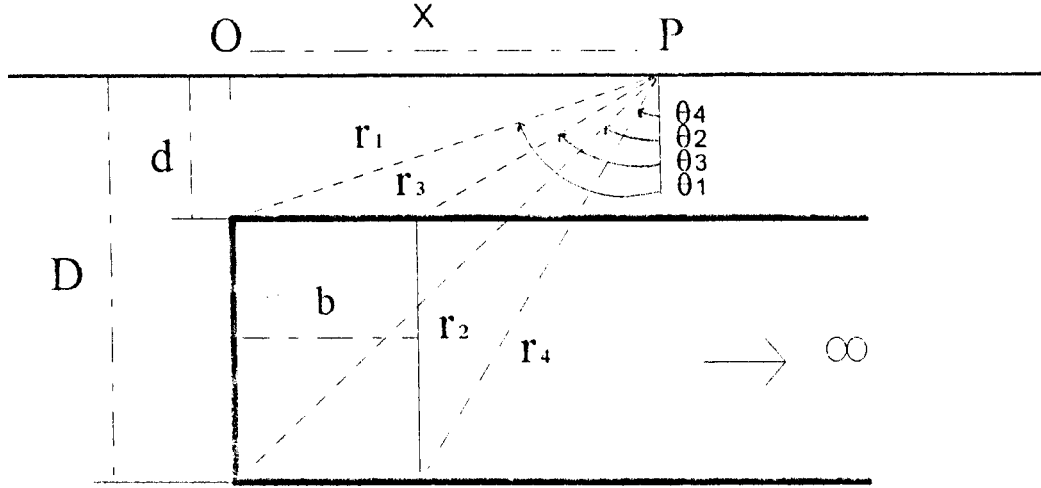
$$g = 2k_0 \rho \left[x \ln \left(\frac{r_2 r_3}{r_1 r_4} \right) + b \ln \left(\frac{r_4}{r_3} \right) - D(\theta_4 - \theta_2) + d(\theta_3 - \theta_1) \right] \quad (1)$$

bağıntısı ile verilir (Telford ve diğ. 1976). Bağıntıda kullanılan ifadeler,

$$\begin{aligned} r_1 &= \sqrt{d^2 + x^2} & r_2 &= \sqrt{D^2 + x^2} \\ r_3 &= \sqrt{d^2 + (x-b)^2} & r_4 &= \sqrt{D^2 + (x-b)^2} \\ \tan \theta_1 &= x/d & \tan \theta_2 &= x/D \\ \tan \theta_3 &= (x-b)/d & \tan \theta_4 &= (x-b)/D \end{aligned}$$

olarak gösterilmiştir (Şekil 1).

* Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Bölümü, Kocaeli.



Şekil 1. Yarı sonsuz yatay tabaka modeli.

Fig. 1. The semi-infinite horizontal slab model.

Eğer böyle bir prizmanın b genişliği, çok büyük seçilecek olursa ($r_3 \approx r_4 \approx \infty$ ve $\theta_3 = \theta_4 \approx -\pi/2$);

$$g = 2k_0\rho \left[x \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) + D \left(\frac{\pi}{2} + \theta_2 \right) - d \left(\frac{\pi}{2} + \theta_2 \right) \right] \quad (2)$$

yarı sonsuz yatay bir tabakanın gravite etkisini veren ifade elde edilir.

(2) nolu bağıntı;

$$g = 2k_0\rho \left\{ \frac{x}{2} \ln \left[\frac{D^2 + x^2}{d^2 + x^2} \right] + D \left[\frac{\pi}{2} + \arctan \left(\frac{x}{D} \right) \right] - d \left[\frac{\pi}{2} + \arctan \left(\frac{x}{d} \right) \right] \right\} \quad (3)$$

açık şekli ile verilebilir. Burada; gravite sabiti (k_0), yoğunluk farkı (ρ), üst derinlik (d) ve alt derinlik (D) ile gösterilmiştir.

Yarı sonsuz yatay tabakanın gravite etkisini veren (3) nolu bağıntının yatay türevini alırsak;

$$g' = \frac{\partial g}{\partial x} = 2k_0\rho \left\{ \frac{1}{2} \ln \left[\frac{D^2 + x^2}{d^2 + x^2} \right] + x^2 \left(\frac{1}{D^2 + x^2} - \frac{1}{d^2 + x^2} \right) + \frac{D^2}{D^2 + x^2} - \frac{d^2}{d^2 + x^2} \right\} \quad (4)$$

bağıntısı elde edilir. (3) ve (4) nolu ifadelerde $x=0$ yazıldığında;

$$\frac{g(x=0)}{k_0\rho\pi} = D - d$$

$$\frac{g'(x=0)}{e^{2k_0\rho}} = D/d$$

denklemleri elde edilir. Yoğunluk farkının bilinmesi ve bu denklemlerin ortak çözümü ile, model parametreleri (d ve D) bulunur. (5) ve (6) nolu bağıntılardaki; $g(x=0)$, gravite anomalisinin dönüm noktasındaki gravite değeri, $g'(x=0)$ ise, türev anomalisindeki max. türev değeridir (Şekil 2).

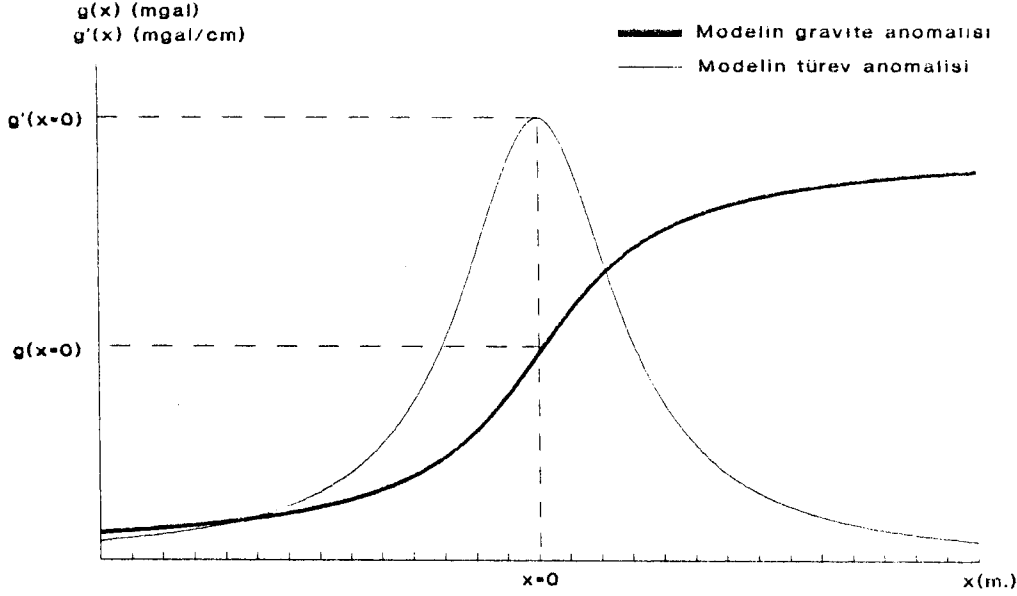
YOĞUNLUK FARKININ İRDELENMESİ

Yarı sonsuz yatay bir tabakanın, üst ve alt derinliklerinin saptanmasında, yoğunluk farkının bilinmesi önem taşımaktadır. Yoğunluk farklarına karşılık gelen parametreler hesaplanmıştır. Böylece, Şekil 3'deki yoğunluk farkı-derinlik grafiği elde edilmiştir.

Yoğunluk farkının azalması ile üst derinliğin azaldığı, alt derinliğin arttığı ve yoğunluk farkının artması ile üst derinliğin arttığı, alt derinliğin ise azaldığı sonucu ortaya çıkmıştır.

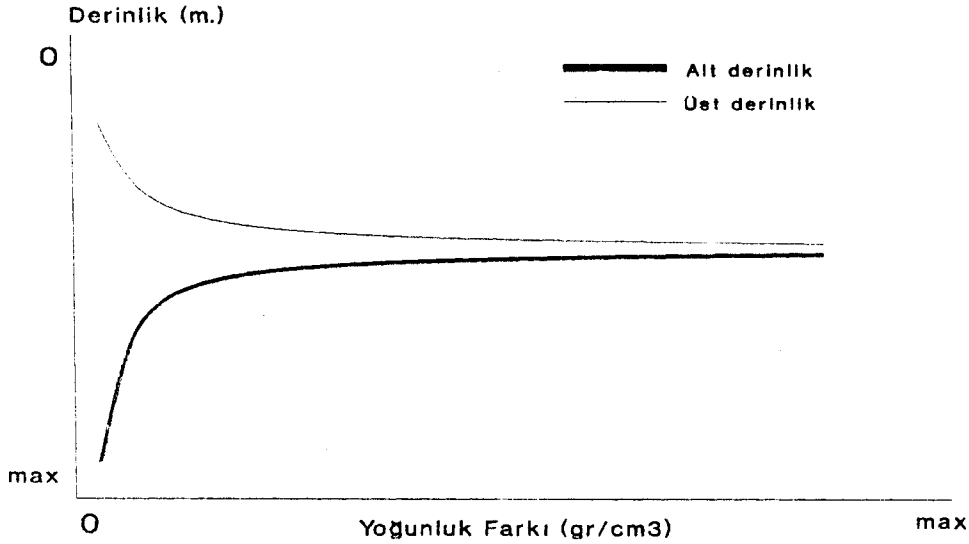
TEORİK UYGULAMA

Yönetim ne derece başarılı olduğu, iki teorik model üzerinde gösterilmiştir. (3) nolu bağıntı yardımıyla gravite anomalisi, (4) nolu bağıntı yardımıyla türev anomalisi elde edilerek, $g(x=0)$ ve $g'(x=0)$ kritik noktaları bulunmuştur. (5) ve (6) nolu bağıntıların ortak çözümü ile d ve D para-



Şekil 2. Yarı sonsuz yatay tabaka modelinin gravite ve 1. yatay türev anomalileri.

Fig. 2. The gravity and first horizontal derivative anomaly of semi-infinite horizontal slab model.



Şekil 3. Yoğunluk farkı-derinlik grafiği.

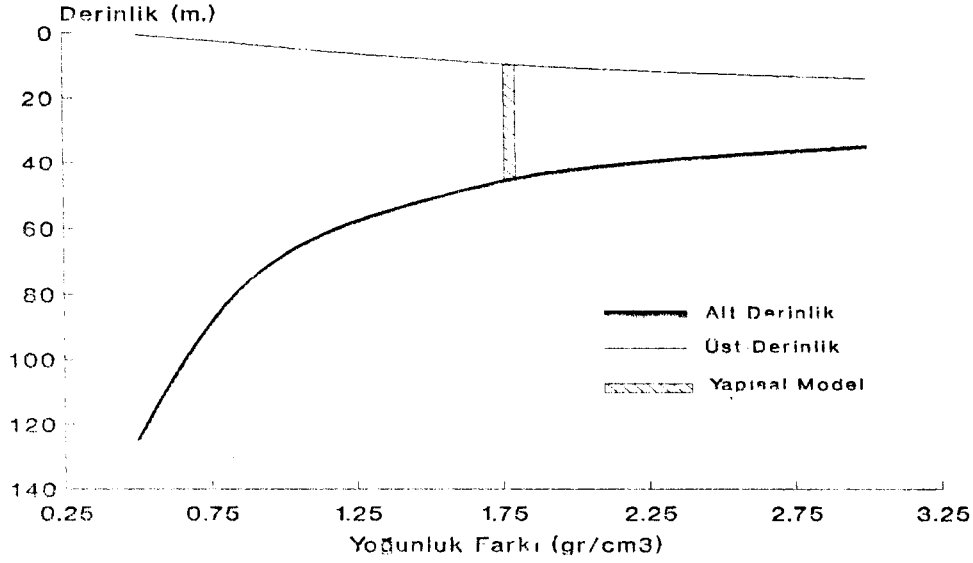
Fig. 3. The density contrast-depth graph of the first model.

metreleri saptanmıştır. Ayrıca, yoğunluk farkının bu parametreler üzerindeki etkisi de irdelenmiştir.

I. Model çalışmasında; profil boyu =2.60 km, ölçü aralığı=100 m ve $\rho = 1.78 \text{ gr/cm}^3$ kabul edilmiş, yarı sonsuz yatay tabakanın üst derinliği (d)=10 m, alt derinliği (D)= 45 m seçilmiştir. İlgili bağıntılardan $g(x=0) = 1,3060 \text{ mgal}$ ve $g'(x=0) = 0,3573 \cdot 10^{-3} \text{ mgal/cm}$ kritik değerleri bulunarak, parametreler hesaplanmıştır. Değişik yoğunluk farkı değer-

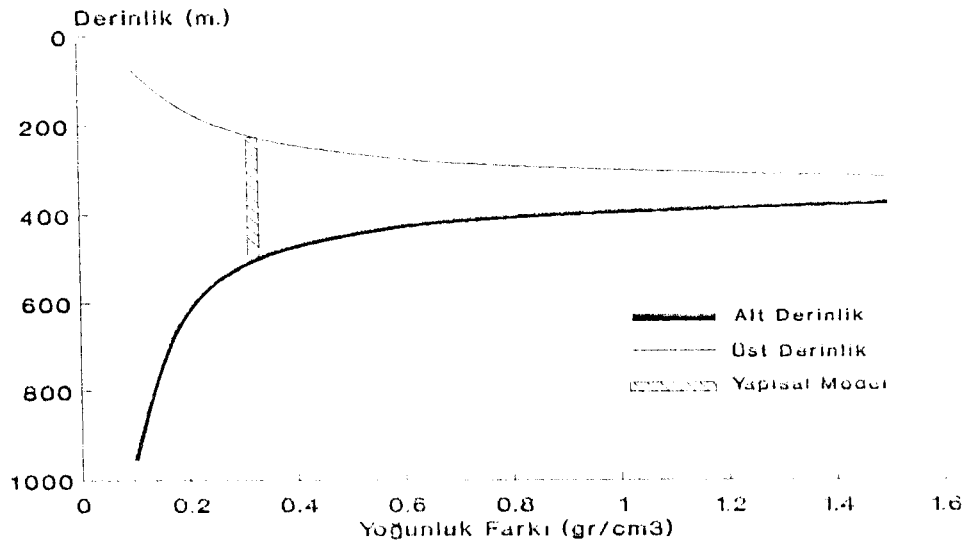
lerinin, bu parametrelere etkisi gösterilmiş (Çizelge 1), yoğunluk farkı-derinlik grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4).

II. Model çalışmasında; profil boyu=6.25 km, ölçü aralığı=125 m, $\rho=0.32 \text{ gr/cm}^3$, $d=225 \text{ m}$, $D=500 \text{ m}$ seçilmiştir. $g(x=0)=1.8448 \text{ mgal}$ ve $g'(x=0)=0,3410 \cdot 10^{-4} \text{ mgal/m}$ kritik değerleri bulunarak, parametreler saptanmıştır. Yoğunluk farkı-derinlik ilişkisi incelenmiş (Çizelge 2) ve bu ilişki grafiğe aktarılmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Birinci model çalışmasına ait, yoğunluk farkı-derinlik grafiği.

Fig. 4. The density contrast-depth graph of the first model.



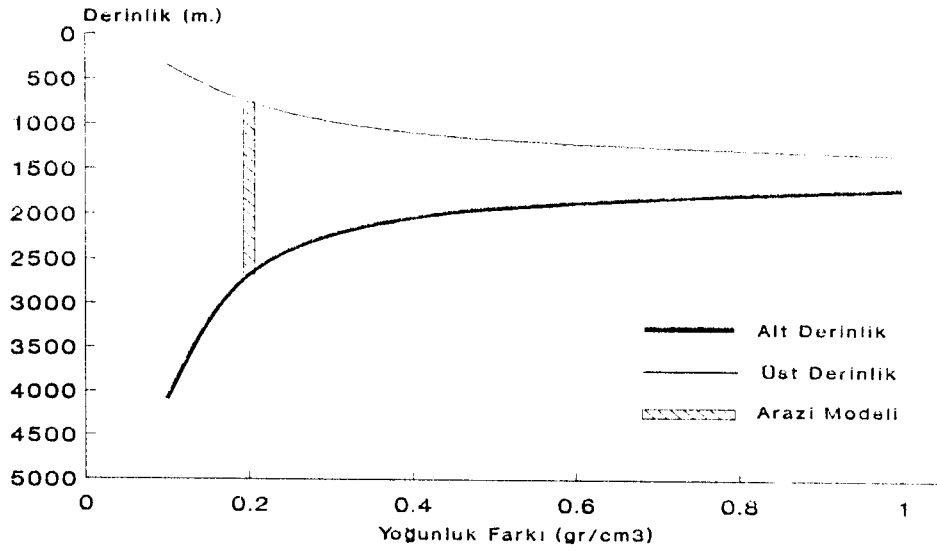
Şekil 5. İkinci model çalışmasına ait, yoğunluk farkı-derinlik grafiği.

Fig. 5. The density contrast-depth graph of the second model.

ARAZİ UYGULAMASI

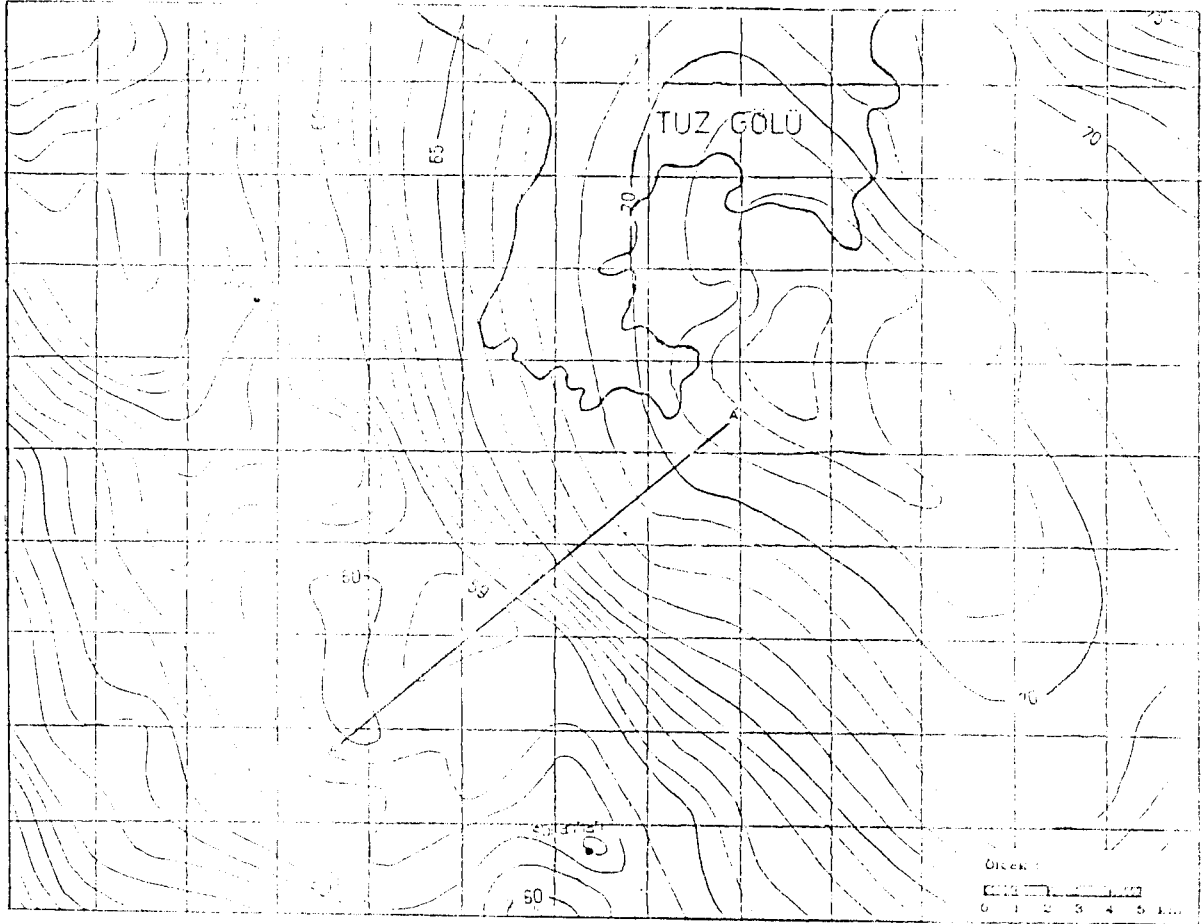
Yöntemin arazi uygulaması için Şekil 6'da görülen Tuz Gölü Bouguer gravite haritası kullanılmıştır. Harita üzerinde A-A' kesiti alınarak, profil boyu=14 km, ölçü aralığı=500 m seçilip, gravite anomalisi ve bu anomaliden yatay türev eğrisi elde edilmiştir. Bu anomalilerden; g

($x=0$)=7,85 mgal ve $g'(x=0)=3,3 \cdot 10^{-5}$ mgal/cm kritik değerleri saptanmıştır. $\rho=0,2 \text{ gr/cm}^3$ alınarak (Uğurtaş, 1975), (5) ve (6) nolu bağıntılar yardımıyla üst ve alt derinlik hesaplanmıştır (Çizelge 3). Model çalışmalarında olduğu gibi, yine yoğunluk farkının derinlik üzerindeki etkisi grafiğe aktarılmıştır (Şekil 7).



Şekil 6. Tuz Gölü Bouguer gravite haritası.

Fig. 6. Tuz Lake Bouguer gravity map.



Şekil 7. Arazi çalışmasına ait, yoğunluk farkı-derinlik grafiği.

Fig. 7. The density contrast-depth graph of the field model.

Ayrıca, yöntemin arazi verisi üzerindeki başarısını göstermek için; hesaplanan parametrelerden ($d=766.40$ m ve $D=2638.67$ m) elde edilen model anomalisi ile arazi anomalisi karşılaştırılmış (Şekil 8), çalışılan profile en

yakın (yaklaşık 15 km güneyde) ve aynı anomali üzerindeki Bezirci-1 sondaj kuyusu verileri (Çizelge 4) ile sonuçlar kıyaslanmıştır.

Çizelge 1. Birinci model çalışmasına ait, hesaplanan parametre değerleri.

Table 1. The evaluated parameter values of the first model.

ρ (gr/cm ³)	0.5	0.72	0.94	1.21	1.78	1.92	2.05	2.12	2.5	3.00
d (m.)	0.592	2.153	4.077	6.326	10.000	10.700	11.292	11.590	12.993	14.411
D (m.)	125.187	88.677	70.351	57.811	44.999	43.147	41.681	40.976	37.912	35.177

Çizelge 2. İkinci model çalışmasına ait, hesaplanan parametre değerleri.

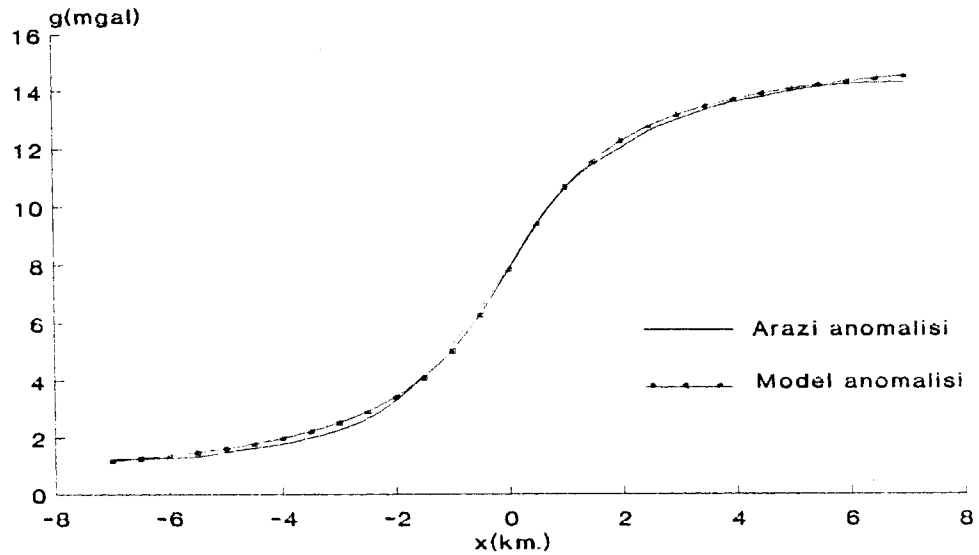
Table 2. The evaluated parameter values of the second model.

ρ (gr/cm ³)	0.1	0.15	0.2	0.25	0.32	0.4	0.58	0.7	1.00	1.50
d (m.)	74.122	130.587	170.028	197.881	225.017	246.042	274.100	285.368	302.282	315.909
D (m.)	954.113	717.248	610.023	549.878	500.015	466.040	425.823	411.081	390.281	374.575

Çizelge 3. Arazi çalışmasına ait, hesaplanan parametre değerleri.

Table 3. The evaluated parameter values of the field model.

ρ (gr/cm ³)	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	1.00
d (m.)	345.00	594.54	766.40	886.96	975.07	1041.92	1094.24	1136.24	1170.67	1334.87
D (m.)	4089.54	3090.90	2638.67	2384.78	2223.25	2111.79	2030.37	1968.36	1919.58	1709.32



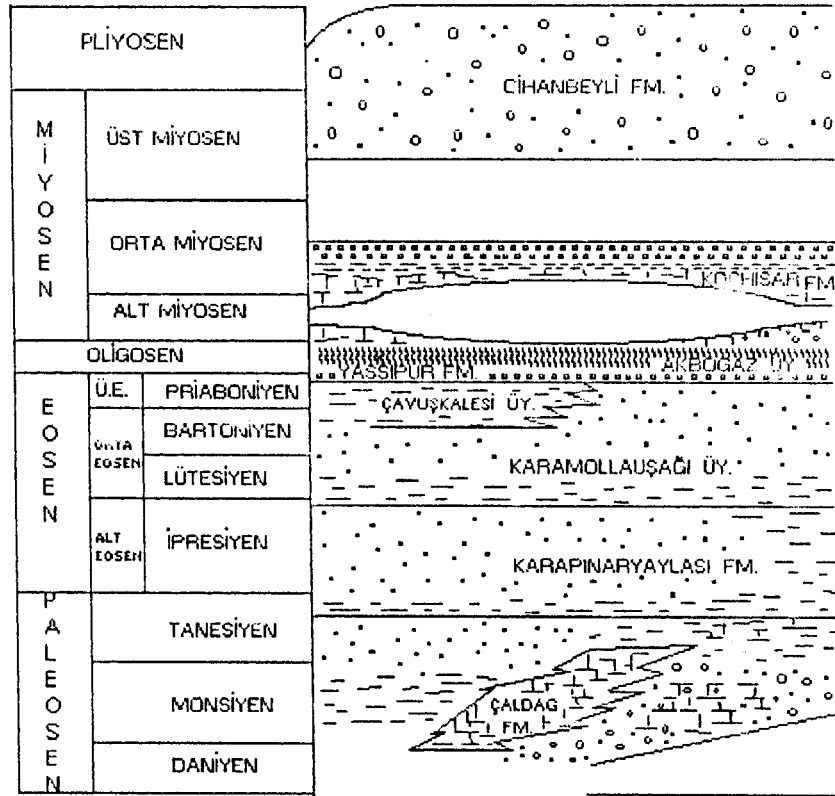
Şekil 8. Model anomalisi ile arazi anomalisinin karşılaştırılması.

Fig. 8. Comparison of model anomaly with field anomaly.

Çizelge 4. Bezirci-1 kuyusuna ait sondaj verileri.

Table 4. The borehole data of Bezirci-1.

Birimler	Derinlik (m.)	Kot (m.)	Kalınlık (m.)	Üst Dokanak	Kaynak
Cihanbeyli Fm.	0.00	+ 991	4607.00 P	Yüzey	Kuyu
Koçhisar Fm.	757.00	+ 234	3850.00 P	Diskordans	Saha
Yassıpur Fm.	1315.00	- 325	3292.00 P	Diskordans	Saha
Dedeli Fm.	2824.00	-1834	1783.00 P	Diskordans	Saha
Yassıpur Fm.	3796.00	-2806	811.00 P	Faylı	Saha
Son Derinlik	4607.00	-3617			



Şekil 9. Bezirci-1 sondaj kuyusunun litolojik kesiti.

Fig. 9. The lithologic section of Bezirci-1 borehole.

SONUÇLAR

Yarı sonsuz yatay tabaka modeline ait parametreler, gerek teorik örneklerde gerekse arazi örneğinde görüldüğü gibi, kolaylıkla ve çok büyük yaklaşıklıkla bulunmuştur. Özellikle arazi örneğinde; saptanan parametrelerden elde edilen gravite anomalisinin arazi anomalisi ile tamamen çakışması, bulunan sonuçların hem Bezirci -1 sondaj verileri (Çizelge 4) hem de litolojik kesit (Şekil 9) ile uyum göstermesi yöntemin başarısını kanıtlamaktadır. Bu uyum,

sondaj verileri ve litolojik kesitte görülen Koçhisar formasyonunun derinliği ile hesaplanan üst derinlik parametresi arasında görülmektedir.

Bulunan parametrelerin doğruluğu, yoğunluk farkının çok iyi bilinmesi ile de ilişkilidir. Çünkü; Yoğunluk farkının azalması ile üst derinliğin azaldığı, alt derinliğin arttığı, ya da tersinin sonucu etkilediğini dikkate almak gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgün, M. 1994, Gravite verisinin Hilbert dönüşümü ile bazı yapıların parametrelerinin saptanması, Jeofizik 8,161-171.
- Pınar, R. ve akçığ, Z. 1994, Hilbert dönüşümlerinin gravite yönteminde kullanılması, jeofizik 9-10,51-56.
- Sundararajan, N., Mohan, N.L. and Seshagiri Rao, S.V. 1983, Graviy interpretation of two dimensional fault structures using Hilbert Transforms, Journal of Geophysics 53,34-41.
- Şenel H. 1993, İki boyutlu prizmatik şerit kütlelerin gravite etkisinin Fourier dönüşümü ve Kentalan antiklinaline uygulanması, Jeofizik 7, 87-93.
- Terford, W.M., Geldard, L.P., Sherif, R.e., Keys. D.A. 1976, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- Uğurtaş, G. 1975, Tuz Gölü havzasının bir bölümünün jeofizik yorumu, M.T.A. Enstitüsü dergisi 85, 38-45.