



## Sofalica bölgesi (Gaziantep) krom madeni üzerinde mikrogravite anomalilerinin normalize tam gradyent ve doğrusal olmayan ters çözümle modellenmesi

Birgül Kınalıbalaban<sup>1\*</sup>, Günay Beyhan<sup>2</sup>, Can Karavul<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Adapazarı Belediyesi, Sakarya

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Sakarya

*04.05.2013 Geliş/Received, 05.02.2013 Kabul/Accepted*

### ÖZET

Bu çalışma, Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Sofalica Köyü'nde var olduğu düşünülen krom metalik madenin gravite yöntemiyle yerinin tespiti ve ekonomik bir rezerve sahip olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Yaklaşık 189 hektarlık çalışma alanında 220 ölçüm noktası üzerinde gravite ölçüleri alınmıştır. Oluşturulan bouguer gravite haritasından rejyonel ve rezidüel ayrımı yapılarak rezidüel harita üzerinde kaynak oluşturulabilecek muhtemel bölgelerden kesitler alınmıştır. Ters çözüm öncesi uygun başlangıç modelinin seçilebilmesi amacıyla NTG yöntemi yapılmıştır. Alınan kesitler üzerinde yapılan ters çözüm uygulaması sonucu poligon yapısı şeklinde 125 metre ile 450 metre aralığında uzunlukta, 25 metre ile 70 metre aralığında kalınlığında geometrik yapıların var olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Krom, Mikrogravite, Ters Çözüm, NTG

## Sofalica region (Gaziantep) chromium on microgravity anomalies modelling of normalized full gradient and nonlinear inversion

### ABSTRACT

In this study, the province of Gaziantep, Şehitkamil district, there are thought to be chrome-metallic mine in the village of Sofalica the localization of gravity and economical method was to investigate whether it has a reserve. Approximately 189 hectares of land gravity measurements over the measurement point in the study area was 220. By differentiating regional and residual Bouguer gravity map of the generated residual maps were obtained on areas likely to be created on the source. The inversion method of pre-NTG was required for the selection model is the appropriate start. On the structure of polygon slices as a result of application received in the form of the inversion in the range of 125 meters and 450 meters long, 25 meters to 70 meters in thickness in the range of existence of geometric structures have been identified.

**Keywords:** Chromium, Microgravity, Inversion, NTG

---

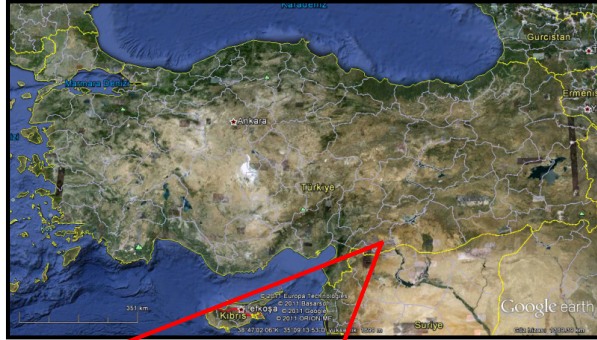
\* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bu çalışma, Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Sofalica köyü bölgesinde çeşitli arazi gözlemleriyle var olduğu muhtemel krom madeninin yerinin tespiti ve cevherin ekonomik bir rezerve sahip olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Jeofizik biliminin madenlerin aranmasında kullanılması 1640 yılına kadar uzanır. Bu tarihte İsveç'te demir madeni aramalarında pusula kullanıldığına ilişkin kayıtlar mevcuttur. Demir madeni aramaya yönelik özel mıknatıs iğnelerin kullanım tarihi ise 1860 yılına kadar inmektedir. Maden aramalarında en çok kullanılan yöntemler önem ve kullanım yoğunluğu bakımından sırasıyla; elektrik-elektromanyetik yöntemler, manyetik yöntem, gravite yöntemi, radyometrik yöntem ve kuyu ölçmeleridir.

Gravite yöntemi jeofizik yöntemlerin başında gelmekle beraber, çok fazla kullanım alanı olan bir yöntemdir. Derin yapıların araştırılmasında da gravite yöntemi yaygın olarak uygulanır [1]. Yöntem ilk olarak yerin ortalama yoğunluğu ve kütlesi için hesaplamalar yapılarak ortaya çıkmıştır [2].



Şekil 1. Yer bulduru haritası ve çalışma alanı (Location map and study area)

Gravite yönteminin düşük olan çözünürlüğü ölçüm alımı sırasında veri hassasiyetinin gereğinden daha düşük olmasıdır. Bu nedenle miligal seviyesinde ölçüm yapılan gravite yönteminden, mikrogal seviyesinde ölçüm yapabilen Mikrogravite yöntemi türemiştir. Mikrogravite yöntemi kuramsal olarak gravite yönteminden çok fazla ayrılmazken, uygulamada ve değerlendirmede çok daha

hassas ölçü alması ve yüksek çözünürlük sunması nedeni ile kullanım yerleri açısından daha geniş bir yelpazeye sahiptir.

Gravite ölçülerinden elde edilen gravite değerlerinin jeolojik yorumunun yapılabilmesi için gravite anomalilerinin ayrılması ve gravite alanı dönüşümleri sıkça bir şekilde kullanılmaktadır. Bu konu üzerine yapılmış pek çok çalışma vardır [3- 12].

Normalize Tam Gradyent yöntemi yorumlamada, gözlenen anomalilerin kaynak derinliklerinin buldukları seviyelere uzanımlarının yapılması ve böylece kaynak etkilerinin yükseltilerek ilgili derinliklerde ayrıntılı görüntülerin elde edilmesi sıkça uygulanan bir işlemdir. Bu işlem "aşağı analitik uzanım" olarak bilinir ve uzun yıllar boyunca yaygın bir şekilde kullanılan yorumlama tekniğidir. Bir ölçüm düzleminde itibaren potansiyel alan verilerinin aşağı uzanımıyla, ölçülen veriler içindeki belli dalga uzunluklarına sahip genliklerin etkilerinin yükseltilmesi amaçlanır. Yöntemin en önemli güçlüğü bu noktada başlar. Çünkü uzanım işlemi sırasında kaynak derinliklerine yaklaştıkça ve kaynak derinliği geçildikçe singülaritelerin ortaya çıkmasıdır [13].

Son yıllarda aşağı uzanımın hesaplamalarında hızlı ve etkili algoritmalar geliştirilmiştir [14-16]. NTG yöntemi 1960'lı yılların ortalarından itibaren, özellikle gravite verilerinden petrol rezervuarlarının saptanmasında etkili bir şekilde kullanılmıştır [17-28].

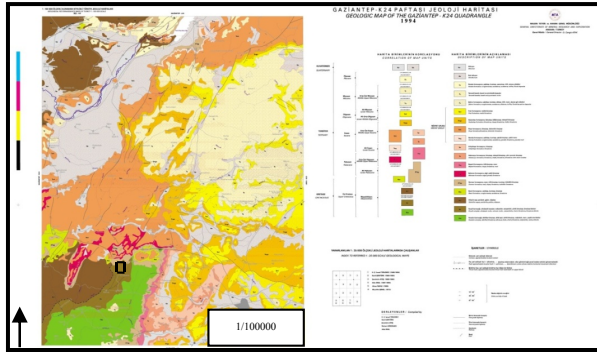
Jeofizik modellemede ters çözüm yöntemine ait temel ilkeler [29, 30] tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir. Jeofizikte gravite ve manyetik verilerin ters çözümü pek çok araştırmacı tarafından başarı ile uygulanmıştır [31, 32].

1941 yılında, Küba Adası'ndaki Camaguey krom sahasından daha fazla kromit elde etmek amacıyla bu sahada gravimetrik ve manyetik yöntemlerle araştırmalar yapılmıştır [33- 35]. Arizona, Bispe'de 1948 yılında Frost gravimetresi kullanılarak bu alanda ilk kez gravite çalışması yapılmıştır. Bu metodu seçmedeki amaç; bu bölgedeki kayaların fiziksel özellikleri incelendiğinde yoğunluğu yüksek sülfür kütlesinin bulunmasıydı. Bu çalışmada daha sonra da daha portatif olduğu için Worden gravimetresi kullanılarak tekrar edilmiştir. Cevherin sınırlarını belirlemek amaçlı gravite metodu uygulanmıştır [36- 39].

## 2. BÖLGENİN JEOLJİSİ VE KROM CEVHERİ (REGIONAL GEOLOGY AND CHROME ORE)

Gaziantep Bölgesinde, en altta allokton konumlu, Karadut Karmaşığı, Koçalı karmaşığı ve ofiyolitnapı; bunların üzerinde de otokton konumlu Kretase yaşlı Besni ve Germav Formasyonları, Tersiyer yaşlı Belveren, Beşenli, Aslansuyu ve Ardıçlıtepeformasyonları, Midyat grubu (Gercüş, Hoya, Gaziantep ve Fırat formasyonları), Şelmo Formasyonu, Yavuzeli Bazaltı ve Harabe formasyonu yüzeylenir.

Çalışma alanı Koçalı Karmaşığı içinde yer almaktadır. Koçalı Karmaşığı ise ultrabazik kayalar, volkanitler, serpantin, radyolarit, çörtlü kireçtaşı ve farklı yaşlarda kireçtaşı bloklarından oluşan bir birim olup, düzensiz bir iç yapı gösterir. Egemen kaya türü ultrabazikler ve serpantinlerdir. Bunlar, koyu kahve-koyu yeşil renkli, oldukça parçalanmış, parlak yüzeyli, genellikle serpantinleşmişlerdir.



Şekil 2. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası (Study area and geological map of its surroundings)

Koçalı Karmaşığı, inceleme alanında Karadut Karmaşığı üzerinde yer almaktadır. Üzerinde ise Üst Maastrichtiyen -Alt Paleosen yaştaki Germav Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Karmaşığın oluşum yaşını belirleyecek veriler harita alanında elde edilememiştir. Ancak Tuna (1973)' e göre Karmaşığın içindeki radyolaritli seviyelerle birlikte bulunan kireçtaşlarından elde edilen fosillere göre birimin yaşı, Üst Jura-Alt Kretase'dir [40].

Yer kabuğunun doğal bileşenlerinden biri olan krom; metalürji, kimya ve refrakter sanayinin temel elementlerinden biridir. Krom periyodik cetvelde IV A grubunda yer alır ve atom numarası 24'tür. Ekonomik olarak işletilen tek krom minerali kromittir. Kromit, bileşiminde krom ile demir bulunan koyu gri bir madendir. Kromun tüm bileşikleri renklidir ve bazıları renk maddesi olarak kullanılır. Kromun asgari ve azami yoğunluğu; 3.41- 4.1 gr/cm<sup>3</sup>, ortalama yoğunluğu ise 4.0 gr/cm<sup>3</sup> olarak verilmiştir. Kromun yan kayacı olan

serpantin asgari ve azami yoğunluğu; 2.4- 2.78 gr/cm<sup>3</sup>, ortalama yoğunluğu ise 2.50 gr/cm<sup>3</sup> olarak delirtilmiştir [41].

Kromit minerali ve krom yatakları kökensel olarak ilişkili oldukları ultrabazik kayalar içinde bulunurlar. Ultrabazik kayacın (dunit, serpantin) oluşturduğu hamura (gang) gömülü kromit kristalleri krom cevherini oluşturmaktadır. Ultrabazik hamur malzemesi içinde kromit kristallerinin ve/veya tanelerinin bulunuş yoğunluğu, sergiledikleri doku ve yapı özellikleri krom cevherinin masif, saçılmış (dissemine), nodüllü, orbiküler, bantlı, masif bantlı ve dissemine bantlı gibi nitelendirilmelerini sağlar.

## 3. KULLANILAN TERS ÇÖZÜM MODELLEME TEKNİKLERİ (USED REVERSE MODELING TECHNIQUES SOLUTION)

Genel anlamda ters çözüm, yanıtı bilinen bir problemi tanımlamaktır. Temel ve mühendislik bilimlerde bir fiziksel sistem içerisinde belirli uzaklık veya zaman aralıklarında yapılan çeşitli ölçümlerden bir dizi sayısal veri elde edilmektedir. Bu verilerin kaynağına inilerek, verilere neden olan değişkenlerin bulunması işlemi temelde bir ters problem çözümdür [42]. Ters çözüm modelleme işleminde, yanıtı neden olan kaynak modellenmektedir. Sonuç olarak ters çözüm, veri ortamından bilinmeyen model ortamına bir geçiş işlemidir.

Jeofizikte ters çözüm, doğrusal ve doğrusal olmayan ters çözüm olarak iki kısımda incelenir. "doğrusal" ve "doğrusal olmama" kavramları, model parametreleri ile gözlem verileri arasında ilişkiye bağlı olarak tanımlanan kavramlardır. Gözlem verileri ile model parametreleri arasında doğrusal ilişki bulunmadığında, problem doğrusal olmayan bir özellik kazanmaktadır. Doğrusal olmayan sistemlerin çözümünde sayısal analiz yöntemleri içerisinde tek ve belirli bir algoritma yoktur. Bu nedenle en ideal yaklaşım, problemin doğrusallaştırılarak çözülmesidir. Bu işlem bir başlangıç parametresi civarında Taylor serisine açılarak yapılmakta ve aranan parametreler yinelemeli olarak geliştirilmektedir [42].

Yinelemeli ters çözüm işleminde, yinelemeye başlayabilmek için bir başlangıç modeline ihtiyaç vardır. Başlangıç parametre değerlerinin seçimi ters çözümde istenen yakınsamanın sağlanması açısından önemli faktörlerden birisidir. Bu konuda yapılacak kötü bir seçim, parametre kestirim işleminde her bir yineleme adımında gittikçe artan bir iraksamaya neden olabilir. Problemin en zor yanı böyle bir modelin seçimidir. Bu

seçim genellikle gözlem verilerinin karakteristik değişiminden, sondaj ve jeolojik bilgilerden ve diğer jeofizik verilerin yardımıyla yapılabilir. Ayrıca probleme özgü bazı özel yöntemler veya bazı özel kabullerle de böyle bir seçim yapılabilir.

Kötü koşullu sistemlerle ters çözüm işleminde  $\Delta\psi$  parametre düzeltme vektöründe sınırsızca ve duraysız değişimler gözlenmektedir. Bu nedenle parametre düzeltme vektörünün elemanlarının enerjisini  $\delta_0^2$  gibi sonlu bir nicelik ile sınırlamak amacıyla bir kısıtlama koşulu konulabilir. Bu yaklaşım önce Levenberg (1944) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Marquardt (1963) tarafından ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır. Yöntemin temeli,  $\delta_0^2$  kısıtının etkisi ile çözüm içindeki sınırsız titreşimleri “söndürmeye” dayandığından, Sönümlü Enküçük Kareler yöntemi olarak adlandırılır.

İki boyutlu rastgele şekilli yapıların gravite anomalilerinin hesaplanmasına yönelik çözüm algoritması ilk kez Talwani ve diğ. (1959) tarafından geliştirilmiştir. Bu algoritmaya göre rastgele şekilli bir yapı silindirik bir poligonla temsil edilmektedir. Burada her bir poligon kenarı bir çizgisel elemanı temsil etmekte ve tüm poligonun bir gözlem noktasındaki gravite değeri, her bir poligon kenarının etkilerinin toplamından bulunmaktadır. Bu işlem tüm gözlem noktalarında yürütüldüğünde poligonun profil boyunca gravite anomalisi hesaplanmaktadır. Algoritmanın temeli, kütle yüzeyi üzerinde bir integrasyon işlemini gerektirmektedir.

NTG yöntemi, gravite verilerinin normalize edilmiş tam gradyan değerlerinin aşağı doğru analitik uzanımına dayanmaktadır. Analitik uzanım, ölçülen gravite alanında birbirinden ayırt edilemeyen yapıların anomalilerini ayırt etmektedir. Gravite potansiyeli ve türevleri ise anomaliye neden olan kütle yakınındaki tekil ( $\pm$ ) noktalarda analitiklik özelliklerini kayıp etmektedirler. Kütlelerin içerisine veya kenarlarına düşen tekil noktaların bilinmesi, anomaliye neden olan kütlelerin geometrisini ve konumunu belirlemeye yarar. Gözlenen gravite verilerinin aşağı doğru analitik uzanım değerlerinde anomaliye neden olan kütle geçilirken düzensiz değişimler gösterir. Bu düzensiz değişimlerin başlangıç değeri, anomaliye neden olan kütlelerin üst yüzeyine olan derinliği belirtmektedir. Gravite değerlerindeki hataların aşağı doğru analitik uzanım değerlerinde derinlik arttıkça daha etkili olması ise bu yöntemin kullanımını sınırlar [13].

Potansiyel alan verilerinde küçük frekanslı bileşenleri korumak için alt harmonik çoğunlukla 1 alınır. Üst harmonik sınır değeri ise genellikle deneme-yanılma ile

bulunur [13]. Yuvarlatma terimi de NTG yöntemi için önemli bir parametredir. Bununla beraber yuvarlatma terimi büyüdükçe NTG kesitlerinde maksimum ve minimum kontur kapanımları da derinleşmektedir. Buna göre yuvarlatma teriminin seçiminin, üst harmonikle birlikte değerlendirilmesi daha yararlı olacaktır [13].

NTG kesitlerinde optimum yuvarlatma terimi ve üst harmoniğin seçilmesi durumunda elde edilecek olan maksimum NTG zonlarından, iki boyutlu poligonol ters çözüm için iyi bir başlangıç modeli seçilebilir.

Doğrusal olmayan ters çözümle ilgili olarak duyarlılık matrisinin modelleme işlemi içerisinde oldukça önemli bir matris olduğu anlaşılmaktadır. Bu matris, bir model tasarımına bağlı olarak modele ait fonksiyonun modelin bilinmeyenlerine göre birinci dereceden kısmi türevlerinden oluşmaktadır. Matrisin elemanları, bilinen model fonksiyonun analitik yolla türev bağıntılarının çıkarılmasıyla hesaplanmıştır. Ancak jeofiziğin bazı alanlarında model fonksiyonlardan türevleri analitik olarak hesaplamak oldukça zor ve hata yapma olasılığı yüksek olabilir. Bu nedenle analitik türev yerine, daha kolay bir şekilde hesaplanabilen sayısal türevler kullanılabilir.

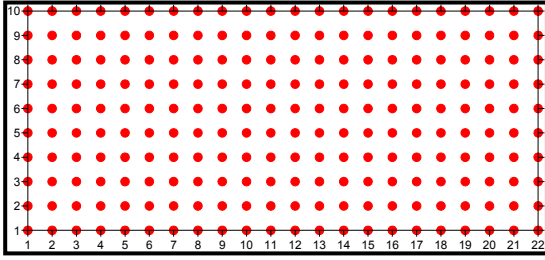
İleri ve geri farklarla elde edilen türev bağıntılarının hata terimlerine dikkat edildiğinde hataların merkezi farkla elde edilen türevlere göre daha büyük olduğu açıkça görülmektedir. Bu durumda sayısal türev için merkezi farklar yöntemi diğerlerine göre daha iyi bir yaklaşımla çözüm sunmaktadır [42].

Gravite anomalilerinin hesaplanması için kullanılan basit geometrik şekilli modeller (küre, silindir, v.b.), gerçek anomali kaynaklarının kabaca temsil edildiği modellerdir. Gelişen bilgisayarlar ve algoritmalarla beraber, karmaşık şekilli jeolojik yapıları olabildiğince en iyi yansıtan modellerin anomalileri hesaplanabilmektedir.

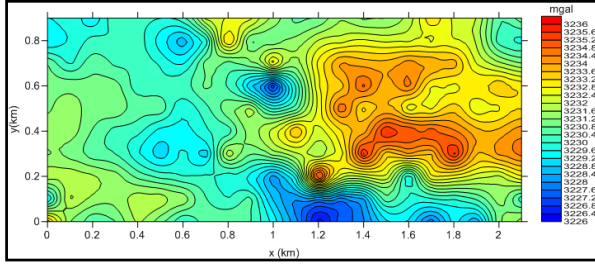
#### **4. GRAVİTE ÇALIŞMASI, VERİLERİN YORUMU VE MODELLENMESİ (GRAVITY WORK, DATA INTERPRETATION AND MODELLING)**

Bu çalışmada metalik maden araştırma amacıyla jeofizik yöntemlerden gravite kullanılmıştır. Gravite ölçümleri CG-5 SCINTREX Autograv sistemiyle yapılmıştır. Profil aralıkları ve ölçüm noktaları arasındaki uzaklıklar 100'er metre alınmış ve toplam 220 ölçü noktası oluşturulmuştur (Şekil 3). Oluşturulan bu ölçü alanı toplam 189 hektardır.





Şekil 3. Çalışma alanında alınan mikrogravite ölçüm noktalarının krokisi (Micro-gravity measurement point got from study area)



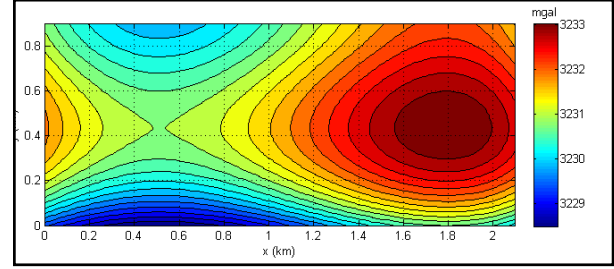
Şekil 4. Bouguer gravite haritası (Bouguer gravity map)

Çalışma alanından alınan gravite ölçü değerlerine enlem, yükseklik ve topoğrafya düzeltmeleri uygulanmıştır. Bu düzeltmelerden yükseklik ve topoğrafya düzeltmelerinin yapılabilmesi için sahanın ortalama yoğunluğunun bilinmesi gerekir. Saha yoğunluğu  $3 \text{ gr/cm}^3$  olarak saptanmıştır. Söz konusu düzeltmelerden sonra her bir ölçü noktasının Bouguer anomali değerleri hesaplanmıştır. Bouguer değerleri 0.02 km grid aralıklarında hesaplanarak Surfer yazılımı kullanılarak haritalanmıştır (Şekil .4).

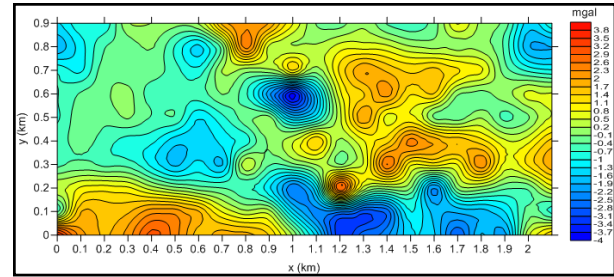
Gravite anomali haritasında yüksek genlikli gravite değerleri çalışma alanının daha çok GGD kesiminde toplanmaktadır. Batıya doğru yerel genlik yükselimi gözlemlense de söz konusu kesimdeki kadar şiddetli kapanımlar oluşmamıştır. Yüksek genlikli anomalilerin kromit cevherinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bouguer anomalileri rejyonal (trend) ve rezidüel etkilerin birleşkesidir. Rejyonal ve rezidüel anomaliler ise yeraltındaki farklı derinliklerde yer alan farklı yoğunluklu cisimlerin etkileridir. Rejyonal bileşen alçak frekanslı derin kütlelerin, rezidüel bileşen ise yüksek frekanslı sığ kütlelerin etkisinden kaynaklanmaktadır. Rejyonal anomaliler Bouguer anomali haritasında yavaş bir değişim, rezidüel anomaliler ise daha hızlı bir değişim gösterir. Araziden elde edilen Bouguer anomali haritasını daha iyi yorumlayabilmek için rejyonal ve rezidüel etkiyi birbirinden ayırmalıdır. Bu ayırma işlemi için en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Diğer bir deyişle Bouguer anomali haritasına 4. derece trend çakıştırma işlemi yapılmıştır. Bu işlem aynı zamanda rejyonal veriyi temsil eder (Şekil 5). Şekil 6 ise Bouguer anomali haritasından

trend haritasının çıkarılmasıyla elde edilen rezidüel anomali haritası çizilmiştir.



Şekil 5. Rejyonal gravite haritası (Regional gravity map)

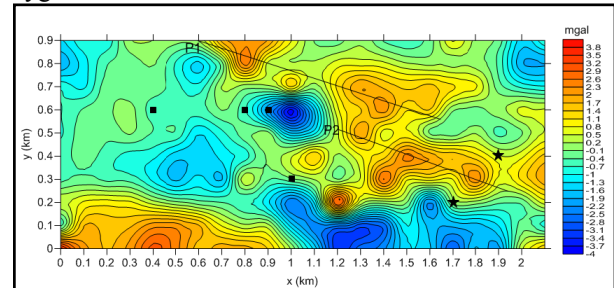


Şekil 6. Rezidüel gravite haritası (Residual gravity map)

Rezidüel haritaya bakıldığında gravite değerlerinin  $-4 \text{ mgal}$  ile  $4 \text{ mgal}$  arasında değiştiği görülmektedir. Rezidüel haritada kırmızı renkli alanlarda krom cevherinin yoğun olduğu düşünülmektedir. Bouguer haritasında olduğu gibi rezidüel haritada da gravite değerinin arttığı alan Sofalca Köyü'ne doğrudur.

Rejyonal haritaya bakıldığında gravite değerlerinin  $3228 \text{ mgal}$  ile  $3233 \text{ mgal}$  arasında değiştiği görülmektedir. Ölçü alanının küçük olmasına rağmen rejyonal haritada da cevherleşmenin olabileceği düşünülmektedir. Rejyonal haritada da cevherin yoğunlaştığı alanın Bouguer ve rezidüel haritada olduğu gibi Sofalca Köyü'ne doğru olduğu görülmüştür.

Normalize Tam Gradyent yönteminin kaynak derinliği ve modeli ile ilgili bilgi verdiği görüldü. Bu çalışmada da ters çözüm yönteminde başlangıç modelini ve modelin derinlik bilgilerini bulmak için bu yöntem arazi uygulamalarında kullanıldı.

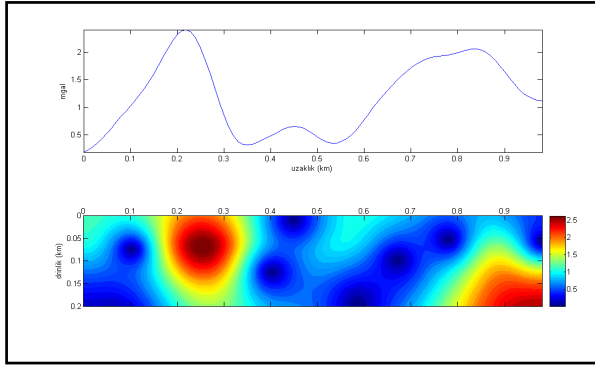


Şekil 7. Rezidüel harita üzerindeki P1- P2 profilleri ve ocak ağızları (P1-P2 profiles on residual map and stove outlets)

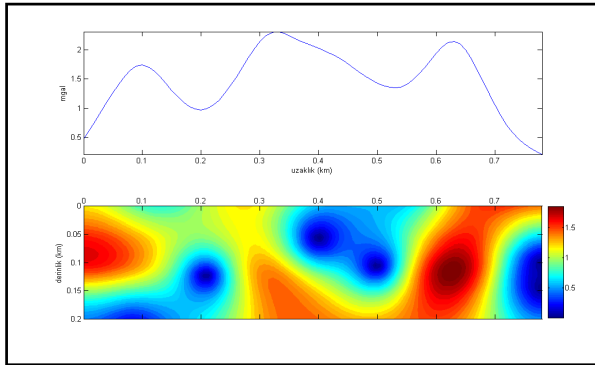
Rezidüel harita üzerinden P1 ve P2 olmak üzere 2 kesit alındı (Şekil 7). Alınan kesitler Grapher programı kullanılarak çizdirildi ve gravite anomalileri elde edildi (Şekil 8- Şekil 9).

P1 kesitinin NTG yönteminde m:1, n:20 olarak alındı ve Şekil 8 elde edildi. P1 kesitinin ters çözüm başlangıç modeli için 200-300 metre arasında, 0-50 metre derinlikte 4 köşeli bir poligon ile 750-1000 metre arasında, 50-150 metre derinlikte 4 köşeli poligon tasarlanmaya karar verildi.

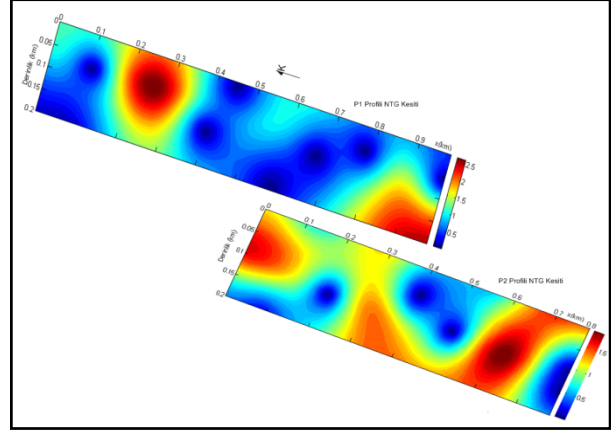
P2 kesitinin NTG yönteminde m:1, n:18 olarak alındı ve Şekil 9 elde edildi. P2 kesitinin ters çözüm başlangıç modeli için 50-150 metre arasında, 0-125 metre derinlikte 3 köşeli bir poligon ile 270-690 metre arasında, 50-200 metre derinlikte 5 köşeli poligon tasarlanmaya karar verildi.



Şekil 8. P1 profilinin NTG görüntüsü (m:1, n:20) (The NTG view of P1 profile)



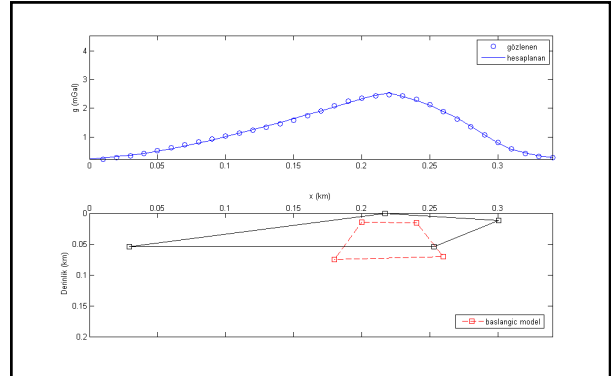
Şekil 9. P2 profilinin NTG görüntüsü (m:1, n: 18) (The NTG view of P2 profile)



Şekil 10. P1 ve P2 profillerinin kuzey-güney yönlü görüntüsü (North and south view of P1 and P2 profiles)

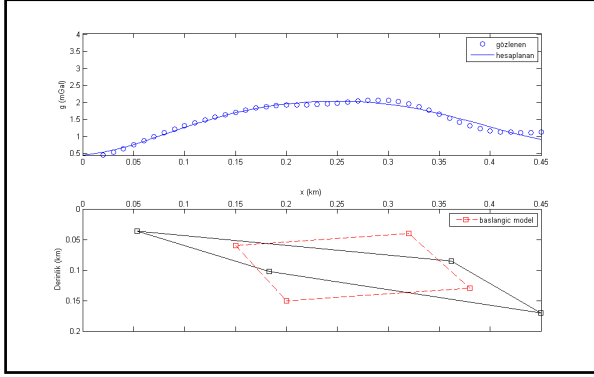
Çalışma alanında alınan gravite değerlerinden elde edilen Bouguer gravite haritasından oluşturulan rezidüel harita üzerinde anomalinin belirginleştiği yerden kesitler alınmıştır. Bu kesitler üzerinde Matlab programı yardımıyla başlangıç modelleri üretilerek yeraltındaki yapıya en uygun yapı bulmaya çalışıldı.

Model üretirken birden fazla kaynak ve kapanım gözlemlendiği için P1 ve P2 profili iki kısımda incelenmeye karar verildi ve P1 kesiti; P1-1 ve P1-2, p2 kesiti; P2-1 ve P2-2 olarak ayrıldı.



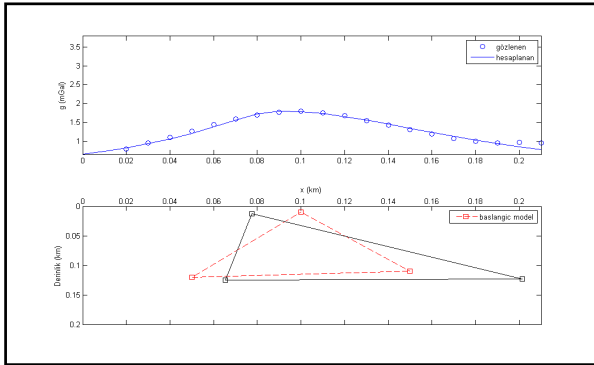
Şekil 11. P1-1 Kesitinin ters çözüm görüntüsü (Reverse solve view of P1-1 section)

NTG kesitine göre P1-1 kesitinin ters çözümünde 4 köşeli bir poligon modeli tasarlanmaya karar verildi. P1-1 kesitinin model kestirimi için maksimum yineleme sayısı; 10, toplam karesel hata; 0.042,  $\lambda$ ; 10 kullanılmıştır. Şekil 11'de gözlenen anomaliyle, kestirilen modelden hesaplanan anomalinin uyumlu olduğu görülmüştür.



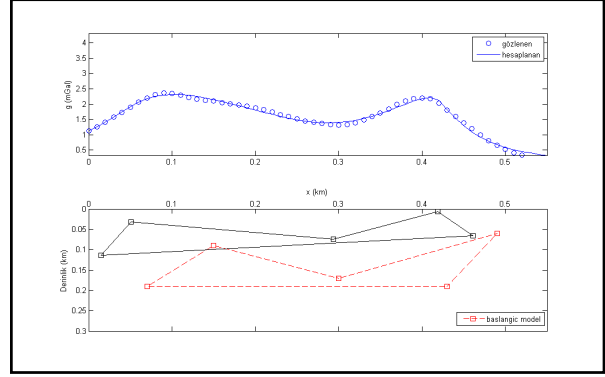
Şekil 12. P1-2 kesitinin ters çözüm görüntüsü (Reverse solve view of P1-2 section)

NTG kesitine göre P1-2 kesitinin ters çözümünde 4 köşeli (paralel kenar) poligon modeli tasarlanmaya karar verildi. P1-2 kesitinin model kestirimi için maksimum yineleme sayısı; 15, toplam karesel hata; 0,272,  $\lambda$ ; 100 kullanılmıştır. Şekil 12’de gözlenen anomaliyle, kestirilen modelden hesaplanan anomalinin uyumlu olduğu görülmüştür.



Şekil 13. P2-1 kesitinin ters çözüm görüntüsü (Reverse solve view of P2-1 section)

NTG kesitine göre P2-1 kesitinin ters çözümünde üç kenarlı bir poligon modeli tasarlanmıştır. P2-1 kesitinin model kestiriminde maksimum yineleme sayısı; 15, toplam karesel hata; 0,10,  $\lambda$ ; 100 kullanılmıştır. Şekil 13’de gözlenen anomaliyle, kestirilen modelden hesaplanan anomalinin uyumlu olduğu görülmüştür.



Şekil 14. P2-2 kesitinin ters çözüm görüntüsü (Reverse solve view of P2-2 section)

NTG kesitine göre P2-2 kesitinin ters çözümünde beş kenarlı bir poligon modeli tasarlanmıştır. P2-2 kesitinin model kestiriminde maksimum yineleme sayısı; 15, toplam karesel hata; 0,232,  $\lambda$ ; 100 kullanılmıştır. Şekil 14’de gözlenen anomaliyle, kestirilen modelden hesaplanan anomalinin uyumlu olduğu görülmüştür.

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Sofalca köyü civarında olup Koçalı Karmaşığı içinde yer alan krom madeni araştırılması yapmak için gravite yöntemi kullanılmıştır.

Bouguer haritasına ait gravite değerlerinin 3226 mgal ile 3235.5mgal arasında, rezidüel haritaya ait gravite değerlerinin -4 mgal ile 4 mgal arasında değiştiği görülmektedir. Rejyonel haritada ise gravite değerlerinin 3228 mgal ile 3233 mgal arasında değişmektedir.

Rezidüel haritada izlenen kapanımlar ve uzanımların muhtemel bir fay etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu haritada kırmızı renkli olan alanlarda krom cevherinin yoğun olduğu düşünülmektedir. Bouguer haritasında olduğu gibi rezidüel haritada da gravite değerinin arttığı alan Sofalca Köyü’ne doğru uzanım sergilemektedir.

Ölçü alanının küçük olmasına rağmen rejyonel haritada da cevherleşmenin olabileceği düşünülmektedir. Burada da cevherin yoğunlaştığı alanın Bouguer ve rezidüel haritada olduğu gibi Sofalca Köyü’ne doğru olduğu izlenmektedir.

Ters çözümde uygulanacak model yapısının belirlenebilmesi amacıyla NTG yöntemiyle bölgedeki cevherleşmenin kaynak derinliği ve yapısı hakkında bir ön fikir elde edilmeye çalışılmıştır.

Rezidüel harita üzerinde kapanımların belirginleştiği alanlardan seçilen P1 ve P2 profilleri ile kesitler alınmıştır. P1 ve P2 kesitlerinin NTG görüntülerinde 2 ayrı kaynak yapısı göze çarpmaktadır. P1-1 kesiti üzerinde yapılan ters çözüm uygulamasında 10 iterasyon sonucu; 0,042 karesel hata, P1-2 kesitinde ise 15 iterasyon sonucu; 0,272 karesel hata elde edilmiştir. Burada P1-1 için oluşturulan 4 köşeli poligon yapısının 300 m uzunluğunda 50 m genişliğinde, P1-2 için oluşturulan 4 köşeli modelin ise paralelkenar biçiminde ortalama 450 m uzunluğunda ve 70 m genişliğinde bir yapı sergilediği görülmektedir.

P2-1 kesiti üzerinde yapılan ters çözüm uygulamasında 15 iterasyon sonucu; 0,1 karesel hata, P2-2 kesitinde ise 15 iterasyon sonucu; 0,232 karesel hata elde edilmiştir. P2-1 kesitinin genişliği 150 metreden kamalanma şeklinde ortalama uzunluğu 125 m olan üçgen bir yapı sergilediği, P2-2 kesitinde ise iki farklı kaynak görüntüsü varlığı izlenmektedir. Burada da ortalama 25 m ile 100 m aralığında genişliğe, 450 m uzunluğa sahip beşgen bir yapı olduğu görülmektedir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Chouteau, M., Geophysique Appliquee I ;7. 440: Grauimetric, Icolepolytechnique Montreal, 1999
- [2] Clairault, A.C., The'orie De La Figure De Laterre,Tire'e Dei'hydrostalligue, 1973.
- [3] Andreev, B.D., The Interpretation Of Gravity Data, Snigri Geofizika, 5, 12-20, 1938.
- [4] Blakely, R.J., Potential Theory in Gravity And Magnetic Applications, Cambridge Univ. Press, 1995.
- [5] Hughes, D.S., The Analitic Basis Of Gravity İnterpretation, Geophysics 7, 169, 1942.
- [6] Skeels, D.C., The Value Of Quantitative İnterpretation Of Gravity Data,Geophysics 7,345, 1942.
- [7] Kogbetliantz, E.G., Quantitative Interpretation Of Magnetic And Gravitational Anomalies. Geophysics 9,463-493, 1944.
- [8] Griffin, W.R., Residual Gravity in Theory And Practice, Geophysics, 14: 39-50, 1949.
- [9] Peters, L.J., The Direct Approach To Magnetic İnterpretation And Its Practical Application. Geophysics 14,290-320, 1949..
- [10] Oldham, C.H.G. And Sutherland, D.B., Orthogonal Data. Geophysics 20 2,Pp.295-306, 1955.
- [11] Grant, F., A Problem in The Analysis Of Geophysical Data. Geophysics 22 2, Pp.309-344, 1957.
- [12] Pick, M., Picha, J. And Vyskoci, V., Theory Of The Earth's Gravity Fields, Elseiver Scientific Pub Co, 1973.
- [13] Oruç, B., Keskinsezer, A., Normalize Tam Gradyent Yöntemi İle Petrol Sahalarındaki Manyetik Temel Kaya Ondüasyonunun Modellenmesi İpetgas 2007.
- [14] Pawlowski, R.S., Preferential Continuation For Potential-Field Anomaly Enhancement, Geophysics 60, 390-398, 1995.
- [15] Debeglia, N. And Corpel, J., Automatic 3-D Interpretation Of Potential Field Data Using Analytic Signal Derivatives: Geophysics 62, 87-96, 1997.
- [16] Xu, S., Yang, C., Dai, S. And Zhang, D., A New Method For Continuation Of 3d Potential Fields To A Horizontal Plane. Geophysics 68, 1917-1921, 2003.
- [17] Berezkin, V.M., Buketov, A.P., Application Of The Harmonical Analysis For The Interpretation Of Gravity Data. Applied Geophys. 46, 161-166, 1965.
- [18] Berezkin, V.M., Application Of The Full Vertical Gravity Gradient To Determination To Sources Causing Gravity Anomalies (in Russian). Expl. Geophys., 18, 69-76, 1967.
- [19] Lindner, H., Scheibe, R., Interpretationstechnik Für Gravimetrische Und Magnetische Felder. Freiburger Forschungshefte, Dv Für Grundstoffindustrie, Leipzig 1977.
- [20] Strakhov, V.N., Grigoryeva, O.M., And Lapina, M.I., The Determination Of The Singular Points Of 2d Potential Fields, Prikladnaya Geofizika 85, 96-113, 1977.
- [21] Mudretsova, E.A., Varlamov, A.S., Filatov, V.G. And Komarova, G.M., The Interpretation Of Detailed Gravity Data Over The Nonstructural Oil And Gas Reservoirs, 1979.
- [22] Ciancara, B., Marcak, H., Geophysical Anomaly Interpretation Of Potential Fields By Means Of Singular Points Method And Filtering. Geophysical Prospecting 27, 251-260, 1979.
- [23] Eliseeva, I.S., Methodical Recommendations For The Study Of Density İnhomogenities Of Cross Sections Based On Gravimetrical Research Data. İnstitute For Oil And Gas Exploration, Vinii Geofizika, Moscow, 1982.
- [24] Berezkin, V.M. And Skotarenko, S.S., Application For Research Anticline And Nonanticline Oil-Gas Structures Using The Gravity Prospecting Neftegeofizika, 131-139, 1983.
- [25] Eliseeva, I.S., Methodical Recommendations For The İnterpretation Of Gravity And Magnetic Data By Means Of The Quasi-Singular Points Method.



- Institute For Oil And Gas Exploration, Moscow, (In Russian), 1995.
- [26] Xiao, Y., Normalized Full Gradient Method Of Gravity Anomalies (In Chinese). Oil Geophys. Prosp. 16, 3, 47–57, 1981.
- [27] Xiao, Y. And Zhang, L., Application Of Normalized Full Gradient Method Of Gravity Anomalies To Oil And Gas Exploration (In Chinese). Oil Geophys. Prosp. 19, 3, 247–254, 1984.
- [28] Zeng, H., Meng, X., Yao, C.H., Li, X., Lou, H., Guang, Z. And Li, Z., Detection Of Reservoirs From Normalized Full Gradient Of Gravity Anomalies And Its Application To Shengli Oil Field East China. Geophysics 67, 4, 1138-1147, 2002.
- [29] Jackson, D.D., Interpretation Of Inaccurate, Insufficient And Inconsistent Data, Geophysical Journal Of The Royal Astronomical Society, 28, Pp: 97 – 109, 1972.
- [30] Wiggins, R.A., The General Linear Inverse Problem: Implication Of Surface Waves And Free Oscillations For Earth Structure, Rev. Geophys. Space Phys., 10, Pp: 251 – 285, 1972.
- [31] Lee, T.C. And Biehler, S., Inversion Modeling Of Gravity With Prismatic Mass Bodies, Geophysics, Vol: 56, No: 9, Pp: 1365 – 1376, 1991.
- [32] Buckhard, N. And Jackson, D.D., Application Of Stabilized Linear Inverse Theory To Gravity Data, Journal Of Geophysical Research, Vol: 81, No: 8, Pp: 1513 – 1518, 1976.
- [33] Colley, G.C., The Detection Of Caves By Gravity Measurements. Geophysical Prospecting 11, 1–9, 1963. [34] Neumann, R., La Gravimetrie De Hauteprecision. Application Auxrecherches De Cavite' S. Geophysical Prospecting 15, 116– 134, 1967.
- [34] Butler, D.K., Microgravimetri Can Gravity Gradient Techniques For Detection Of Subsurface Cavities. Geophysics 49, 1084– 1096, 1984.
- [35] Hinze, W.J., The Role Of Gravityandmagneticmethods in Engineering And Environmental Studies. In: Ward, S.H. (Ed.), Geotechnical And Environmental Geophysics, Vol. 1. Society Of Exploration Geophysicists,Tulsa, Oklahoma, Pp. 75–126, 1990.
- [36] Wenjin, L., Jiajian, X., Effectiveness Of The High-Precision Gravity Method In Detecting Sinkholes in Taianrailway Station Of Shangdong Province. in: Ward, S.H. (Ed.), Geotechnicaland Environmental Geophysics, Vol. 3. Society Of Exploration Geophysicists, Tulsa,Oklahoma, Pp. 169– 174, 1990.
- [37] Camacho, A.G., Vieria, R., Montesonos, F.G. And Cuellar,V., A Gravimetric 3d Global Inversion For Cavity Detection. Geophysical Prospecting 42, 113– 130, 1994.
- [38] Yule, D.E., Sharp, M.K., And Butler, D.K., Microgravity Investigations Of Foundation Conditions. Geophysics 63, 95– 103, 1998.
- [39] Beres, M., Luetscher, M., Olivier, R., Integration Of Ground Penetrating Radar And Microgravimetric Methods To Mapshallow Caves. Journal Of Applied Geophysics 46, 249– 262, 2001.
- [40] Crenn, Y. And Metzger, J., Prospection De Chromite À L'aide De Lagravimétrie, Annales De Géophysique, 8, 269-274, Sept. 1952.
- [41] Oruç,B., Teori Ve Örneklerle Jeofizikte Modelleme Umuttepe Yayinlari 2012

