



TERKEDİLMİŞ KROMİT MADEN SAHASININ GRAVİTE VE MANYETİK YÖNTEMLER İLE YENİDEN İŞLETİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU¹, Çağdaş ÇELİK², Erdinc OKSUM², Olcay ÇAKMAK³,

¹ İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak., İnşaat Müh. Böl., İstanbul, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Deprem ve Jeoteknik Araştırma Merkezi, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler Öz

Jeofizik,

Gravite yöntemi,

Manyetik yöntem,

Krom madeni.

Kromit madeninin aranmasında çoklu jeofizik yöntemlerin kullanılması dünya genelinde birinci dereceden tercih konusu olsa da ülkemizin geçmişinde çoğu kez bu tür madenlerin aranmasında sadece yüzey araştırmalarının sonuçları ile yetinilmiş veya sadece tek yöntemli jeofizik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, mevcut kromit alanlarındaki rezervler genel olarak gerçek potansiyelleri ile henüz belirlenmemiştir. Bu çalışmada Isparta ili Sütçüler ilçesi kuzeybatısında yer alan ve günümüzde işletme durumunda olmayan terk edilmiş bir kromit maden sahasının yer altında gömülü potansiyel rezerv devamlılığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 300 m × 400 m boyutlarında belirlenen pilot bir çalışma alanında ortalama 5 m ölçü aralıklarında gravite ve manyetik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen potansiyel alan verilerinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda çalışma sahası sınırları içinde yüksek yoğunluk ve düşük manyetik duyarlılık gösteren yapıların kaynak olabileceği anomali alanlarının varlığı tespit edilmiştir. Söz konusu bu alanlar çalışma sahasının içerisinde halen gömülü maden rezervlerinin potansiyel varlığına işaret etmektedir.

INVESTIGATION OF RE-OPERABILITY OF ABANDONED CHROMITE MINE SITE USING GRAVITY AND MAGNETIC METHODS

Keywords

Geophysics,

Gravity method,

Magnetics,

Chromite mine.

Abstract

Although the use of multiple geophysical methods in the search of chromite mines is the first choice in the world in general, in the past of our country, the search for such mines has often been limited to the results of surface surveys or only one methodical geophysical applications have been carried out. For this reason, the reserves in many existing chromite areas have not yet been determined by their real potential.

In this study, it is aimed to investigate the continuity of the buried potential reserve of an abandoned chromite mine site located in the north western part of the Sütçüler district of Isparta province, which is not currently in operation. For this purpose, gravity and magnetic measurements were carried out with an average spacing of 5 m in a pilot study area of 300 m × 400 m in size. As a result of the interpretation of the potential field data obtained, the existence of anomalous areas where high density and low magnetic susceptibility structures could be the sources were determined. In particular, these areas point to the potential presence of buried mining reserves in the study area.

Alıntı / Cite

Kalyoncuoğlu, U.Y., Çelik, Ç., Oksum, E., Çakmak, O., (2018). Investigation of Re-Operability of Abandoned Chromite Mine Site Using Gravity and Magnetic Methods, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(4), 643-649.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Ü. Y. Kalyoncuoğlu, 0000-0002-8745-5598

Ç. Çelik, 0000-0002-2362-4276

E. Öksüm, 0000-0001-8386-9411

O. Çakmak, 0000-0003-4282-4481

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date

16.07.2018

Revizyon Tarihi / Revision Date

04.10.2018

Kabul Tarihi / Accepted Date

09.10.2018

Yayın Tarihi / Published Date

10.12.2018

* İlgili yazar / Corresponding author: yalcin.kalyoncuoglu@medeniyet.edu.tr, +90-216-280-3514

1. GİRİŞ

Sanayisi gelişmekte olan ülkelerin ekonomisini etkileyen unsurların en başında madencilik faaliyetleri gelmektedir. Maden aramacılığı, madencilğin ilk ve en önemli adımudur. Bu adımın en önemli unsurları ise jeolojik ve jeofizik bulguların birlikte değerlendirilerek söz konusu maden potansiyelinin ortaya konması ve bununla birlikte işletilebilirliğinin belirlenmesidir. Özellikle, son yıllarda tüm dünyada madencilik sektörü çok fazla gelişim göstermiştir. Buna paralel olarak, dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeraltı zenginliklerinin aranmasında jeofizik araştırmalar gittikçe önem kazanmış ve kendi içerisinde de çeşitlilikleri artmıştır. Geçmişte, maden aramalarına yönelik araştırmalarda tek bir jeofizik yöntem uygulanırken, son dönemlerde birden fazla jeofizik yöntemin bir arada kullanılması söz konusudur. Özellikle farklı fiziksel parametrelere duyarlı jeofizik yöntemlerin bir arada kullanılması yorumcunun elini güçlendirmiş ve çalışmaların başarısını artırmıştır. Günümüzde her ne kadar teknoloji ve imkanların gelişime bağlı olarak jeofizik yöntemler ile maden aramacılığı daha etkin yapıyor ise de geçmişte bulunan ve rezerv potansiyeli sadece yüzey araştırmalarına dayanan pek çok terk edilmiş maden ocağı bulunmaktadır. Ülke ekonomisine kazanç sağlayabilme açısından bu tür maden ocaklarında jeofizik çalışmalar dahilinde rezerv devamlılık araştırmalarının gerçekleştirilmesi ve elde edilen potansiyele göre yeniden işletilebilirliğinin belirlenmesi ülke gelişimi için oldukça önem arz etmektedir.

Dünya genelinde ve ülkemizde maden aramacılığında kullanılan jeofizik yöntemler, aranılan maden türünün fiziksel özelliklerine (yoğunluk, iletkenlik, manyetizma vb.) ve ayrıca madenin içinde bulunduğu çevre kayaç özelliklerine de bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Özellikle yüksek yoğunluk ve genelde düşük manyetizma özelliği gösteren krom madeni araştırmalarında potansiyel alan jeofizik yöntemlerinden olan gravite ve manyetik yöntemler birincil olarak başvurulan teknikler olmaktadır. Örneğin Hammer vd. (1945), Küba Camaguey krom sahasında kromit rezerv miktarını belirlemek amacıyla gravite ve manyetik yöntemlere başvurmuşlardır. Kınalıbalaban vd. (2013) Sofalica bölgesi (Gaziantep) krom madeni üzerinde alınan mikrogravite anomalilerini modellemişlerdir. Bayat (2015) Osmaniye Fenk yaylasında mikrogravite yöntemiyle krom yataklarını araştırmışlardır.

Bu çalışmada, Isparta ili Sütçüler ilçesi kuzeybatısında yer alan ve günümüzde işletme durumunda olmayan terk edilmiş bir kromit maden sahasının yer altında gömülü potansiyel rezerv devamlılığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda maden sahasının eski dönem yüzey araştırmalarını kapsayan kısımlarında belirlenen bir çalışma alanında jeofiziğin

potansiyel alan yöntemlerinden olan gravite ve manyetik yöntem uygulanmış ve sonuçları birlikte değerlendirilerek kromit cevherine ilişkin halen mevcut olası potansiyel alanların varlığı ayırt edilmiştir.

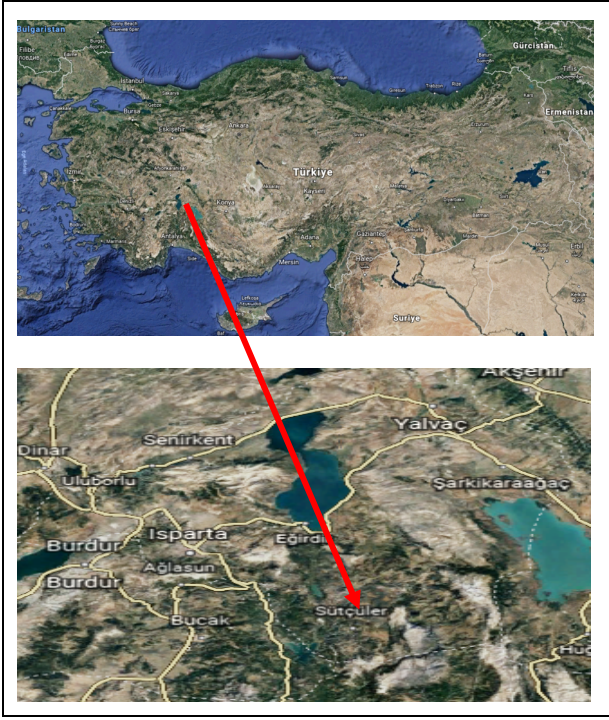
2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı ve Bölgenin Genel Jeolojisi

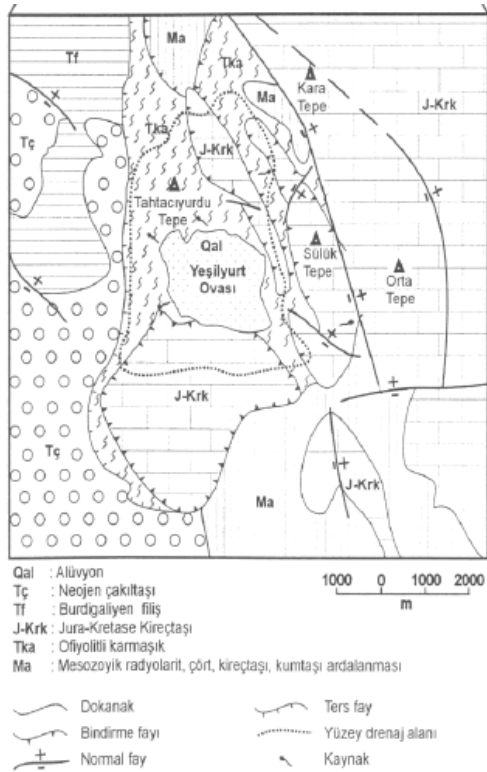
Çalışma alanı, güneybatı Türkiye de Isparta il sınırları içerisinde Sütçüler ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Doğusunda Konya iline bağlı Beyşehir ve Derebucak, kuzey ve kuzeybatısında Eğirdir ilçesi, güneyinde Antalya iline bağlı Serik ve Manavgat ilçeleri, batısında Burdur ilinin Bucak ilçesi ile çevrilidir.

İnceleme alanı Isparta Büklümünün orta kesiminde yer alır ve büklümün etkisi ile bölgede birçok bindirme, normal fay ters fay, ve doğrultu atımlı fay gözlenmektedir. Bölgeye yerleşim yaşı Eosen olan bazik ve ultrabazik kayaçlardan oluşmuş ofiyolitli karmaşık, Mesozoyik yaşlı radyolarit, çört, kireçtaşı kumtaşı, ve çamurtaşlarından oluşan birimin üzerine bindirmiştir. İnceleme bölgesindeki ikinci tektonik birim ise Jura- Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kireçtaşları inceleme bölgesinde genellikle ofiyolitik karmaşık üzerinde görülmekte olup bu birimlerin eksik olduğu alanlarda doğrudan Triyas yaşlı kırıntılı ve pelajik çökeller üzerinde tektonik olarak bulunur (Şekil 2). Bölgedeki ters fayların en büyüğü ile Mesozoyik yaşlı otokton ve allohton birimler Orta-Üst Miyosen çakıltaşları ile yan yana gelmiş ve onun üzerine itilmiştir. Bölgedeki normal fayların çoğu kuzey-güney doğrultulu olup, inceleme bölgesinin doğu kesimindeki kireçtaşları üzerinde yoğun olarak görülmektedir. İnceleme bölgesindeki doğrultu atımlı faylar çoğunlukla rijit karbonat birimlerinde gelişmiş olup, yırtılma fayları niteliğindedirler (Taşdelen ve Özgül, 2002).

Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar Kocaoşman metamorfikleri olarak isimlendirilmiş ve çoğunlukla monoton epimetamorfik şistlerle açıklanmıştır. Mesozoyik yaşlı birimler Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler üzerine açılı uyumsuzluklarla gelir. Mesozoyik yaşlı otokton tortul istif (Karacahisar Otoktonu) içinde altı birim olarak ayırt edilmiştir (Kuşçu vd., 2001). Bunlar alttan üste doğru; Hacıilyas formasyonu, Köseköy formasyonu, Kasımlar formasyonu, Menteşe dolomiti, Alakilise kireçtaşı ve Eşekini kireçtaşıdır.



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.



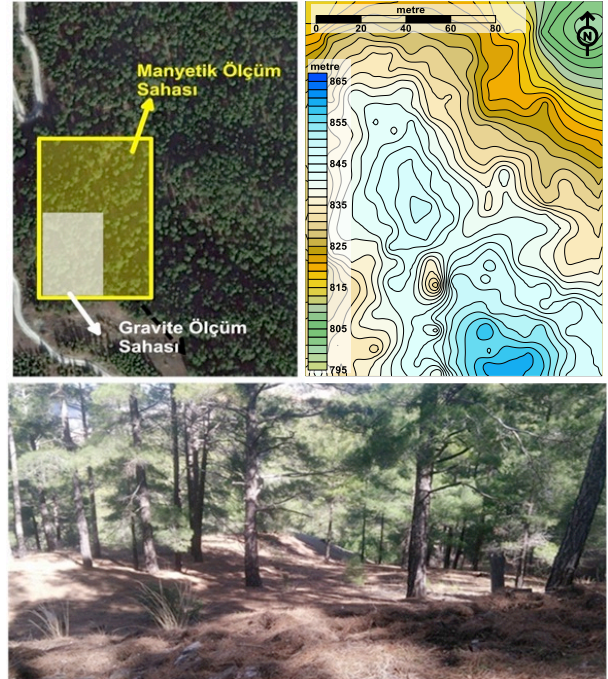
Şekil 2. Çalışma bölgesi genel jeoloji haritası (Taşdelen ve Özgül, 2002)

2.2. Yöntem

Kromit cevherleri meydana geldikleri magmanın eriyiklerine bağlı olarak olivinleri, peridotitleri, feldispatları, plajiklasları ve bunların bozulma ürünleri serpantinleri, talk şistleri ve magnezitleri yan

kayaç olarak bulunur. Özgül ağırlıkları 4.1-4.9 gr/cm³ ve genel olarak çevre kayaçlarına oranla düşük manyetik özellik göstermesiyle karakterizedir. Bu tür madenlerin araştırılmasında jeofizik potansiyel alan yöntemlerinden olan gravite ve manyetik yöntemler birincil olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada inceleme alanı içerisinde potansiyel kromit cevherinin belirlenmesi kapsamında yeraltında yoğunluk farkı ve mıknatıslanma farkından ileri gelen anomali alanlarının tespiti için mikrogravite ve toplam alan manyetik veriler toplanmıştır. Gravite ve manyetik yöntemlerin uygulandığı çalışma alanının sınırları ve çalışmana ait saha görüntüleri ve topoğrafyası Şekil 3'de gösterilmiştir.

Buna göre gravite ölçümleri kapsamında yaklaşık 190 m × 160 m boyutlarında olan çalışma sahasında toplam 278 noktada mikrogravite ve topoğrafik ölçümler alınmıştır. Manyetik ölçümler kapsamında ise yaklaşık 310m × 410m boyutlarında olan çalışma sahasında toplam 1844 noktada toplam manyetik alan ölçümü gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları kapsamında gravite ölçümleri CG-5 SCINTREX Autograv cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm noktalarının yükseklik değerlerinin belirlenmesinde ise TOPCON marka hassas GPS cihazı kullanılmıştır. Manyetik ölçümler için SCINTREX SM-5 Navmag cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3. Gravite ve manyetik ölçümlerinin saha sınırları ve topoğrafyası

Gömülü yapıların sınırlarının belirlenmesinde jeofizik potansiyel alan verilerinin yorumu oldukça önemli bir yere sahiptir. Anomaliye neden olan gömülü yapı sınırlarını belirlemek için, potansiyel alan vektör bileşenlerinin yatay ve düşey türevleri gibi pek çok yöntem tanımlanmıştır (Nabighian, 1984; Nelson, 1986, 1988; Roest vd., 1992). Bu yöntemlerin birçoğu

yatay ve düşey türevlerin veya bunların birleşimi ile sonuçlanan değerlerinin aşırı tanım veya sıfır noktalarına ait konumlarının belirlenmesi temeline dayanmaktadır (Wanyin vd., 2009). Buna göre genel olarak potansiyel alan verilerinin düşey türev değerleri kaynak yapı üzerinde pozitif, yapı sınırında sıfır ve yapı dışında negatif değerler ile karakterize olur. Potansiyel alan verilerinin yatay türevleri ise yapı sınırlarında maksimum değerler verirken yapı üzerinde sıfır değer vermektedir. Araştırmacılar, yatay ve düşey türev değerlerini birlikte kullanarak anomaliye sebep olan yapıların sınırlarının belirlenmesine yönelik farklı yöntemler geliştirmişlerdir. Nabighian (1972) potansiyel alan verilerinin yatay ve düşey türevlerini kullanarak analitik sinyal tabirini tanımlamış ve sinyalin maksimum genliklerin gömülü yapı sınırlarına karşılık geldiğini göstermiştir. Potansiyel alan verilerinden yapı sınırlarının belirlenmesine yönelik kullanılan diğer yöntemler ise toplam yatay türev, tilt açısı (Miller ve Singh, 1994), teta haritası (Wijns vd., 2005), genlik stabilize toplam yatay türev (Cooper ve Cowan, 2006), yatay türevlerin analitik sinyalidir (Bournas ve Baker, 2001).

Bu çalışmada potansiyel alan verilerin sınır analizleri için son yıllarda sıklıkla kullanılan hiperbolik tilt açısı (Cooper ve Cowan, 2006) yöntemi kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve DEĞERLENDİRME

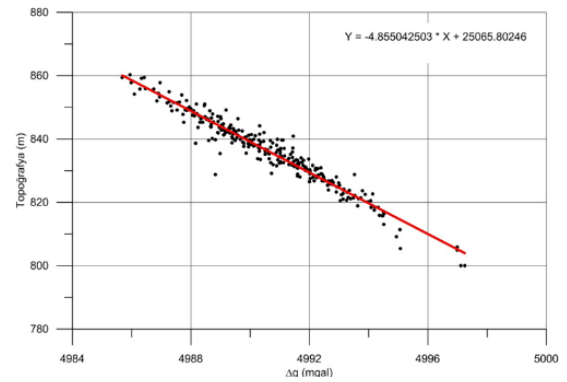
Bu çalışmada Isparta Sütçüler bölgesinde yer alan araştırma sahası içerisinde kromit madeni potansiyelinin araştırılması kapsamında jeofizik yöntemlerden gravite yöntemi ve manyetik yöntem uygulanmıştır.

3.1. Gravite Yöntemi Bulguları

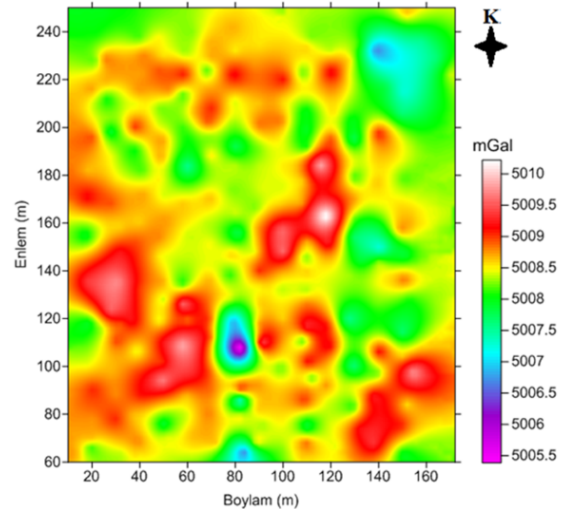
Ölçülen ham gravite ölçü değerlerinden Bouguer anomali değerlerini elde edebilmek amacıyla ölçü değerlerine enlem, yükseklik ve bouguer düzeltmeleri uygulanmıştır. Bouguer düzeltmesinde kullanılmak üzere gerekli olan yoğunluk değeri paransis yöntemi ile belirlenmiştir. Buna göre sahanın ortalama yoğunluğu 2.4 gr/cm^3 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Yapılan düzeltmeler sonrasında elde edilen bouguer gravite değerleri Surfer bilgisayar yazılımı ile 2 m grid aralıklarında enterpolasyonu yapılarak bouguer anomali haritası elde edilmiştir. Burada bouguer anomali değerleri 5005,5 ile 5010 mGal arasında bir değişim göstermekte olup yaklaşık 5 mGal değerinde bir fark oluşturmaktadır (Şekil 5).

Bouguer anomalileri rejyonel ve rezidüel anomaliler olmak üzere yeraltındaki farklı derinliklerde yer alan farklı yoğunluklu cisimlerin oluşturduğu etkilerdir. Rejyonel bileşen alçak frekanslı derin kütlelerin, rezidüel bileşen ise frekans yüksek sığ kütlelerin etkisinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın amacının uygun olarak elde edilen bouguer anomali

haritasındaki sığ kütlelerin etkisini belirginleştirmek ve derin kütlelerin etkisini uzaklaştırmak için rejyonel rezidüel ayrımı gerçekleştirilmiştir. Buna göre bouguer anomali haritasına 1. dereceden bir yüzey geçirilerek 5008.2 ile 5008.8 mGal arasında değişim gösteren rejyonel anomali haritası elde edilmiştir (Şekil 6a). Rezidüel anomali haritası ise rejyonel anomali değerlerinin bouguer anomali değerlerinden çıkartılmasıyla elde edilmiştir (Şekil 6b). Buna göre rezidüel anomali haritasında gravite değerleri $-3 \text{ mGal} - 1.5 \text{ mGal}$ arasında bir değişim göstermektedir. Rezidüel anomali haritasındaki gravite değerlerinin genel dağılımına bakıldığında göreceli olarak gravite değerlerinin sahanın genelinde bir yayılım gösterdiği görülmektedir. Minimum değerleri ise sahanın kuzey batısında ve güney kesimlerinde lokal olarak belirdiği görülmektedir.



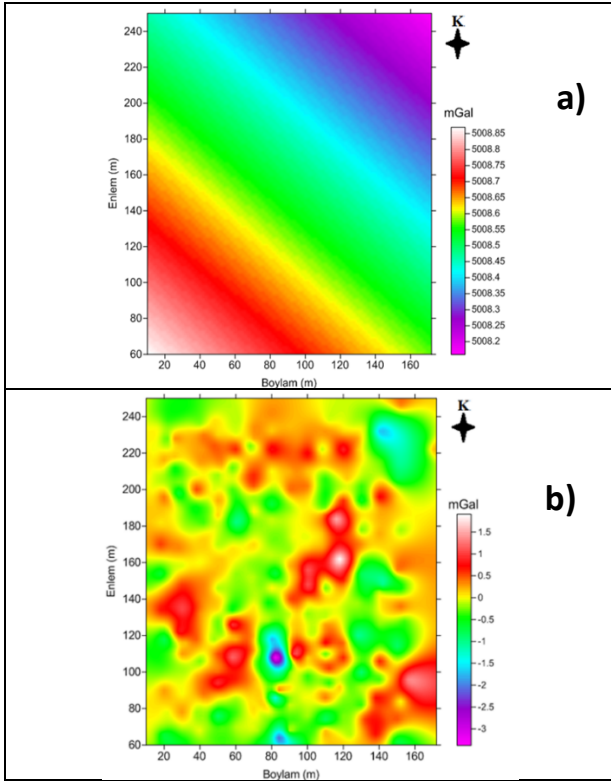
Şekil 4. Bouguer düzeltmesinde kullanılan ortalama yoğunluğun tespiti için elde edilen Paransis eğrisi



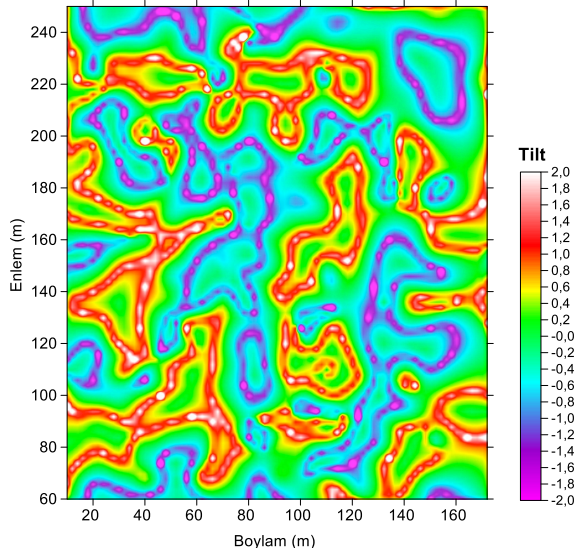
Şekil 5. Gravite veri sahası Bouguer anomali haritası

Potansiyel alan verilerinin değerlendirilmesinde anomalilere kaynak olabilecek yapıların sınırlarının belirlenmesi sıklıkla uygulanan analizlerdir. Bu amaç doğrultusunda ön işlem olarak elde edilen rezidüel gravite anomali haritasındaki küçük dalga boylu anomalileri gidermek için 5 m yukarı analitik uzanım işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra anomalilere kaynak yapıların sınırlarını ifade eden hiperbolik tilt

açısı (Cooper ve Cowan, 2006) haritası elde edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. a) Bouguer anomali haritasına 1. dereceden yüzey geçirilmesiyle elde edilen Rejyonel gravite anomali haritası, b) rezidüel gravite anomali haritası

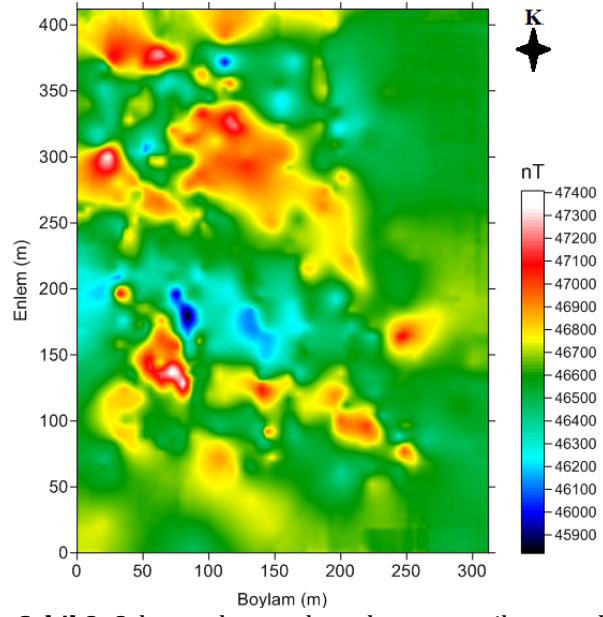


Şekil 7. 5m yukarı analitik uzanım rezidüel anomali haritasından hesaplanan tilt açısı haritası

3.2. Manyetik Yöntem Bulguları

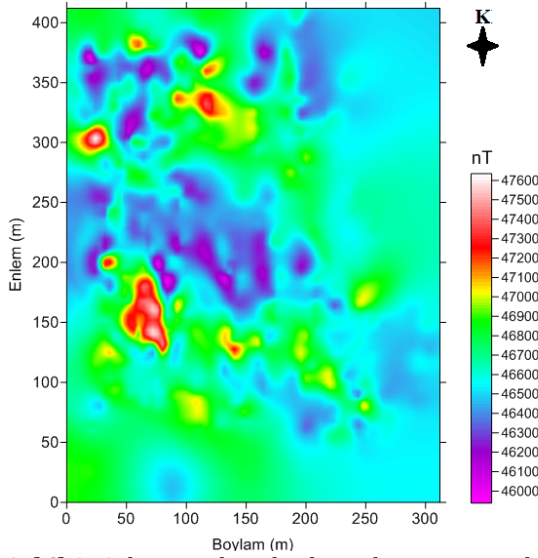
Şekil 8. araziden elde edilen manyetik verilerin 4 m grid aralıklarında enterpolasyonu sonucu elde edilen toplam alan manyetik anomali haritasını göstermektedir. Burada toplam alan değerleri 45900

ile 47400 nT arasında bir değişim göstermekte olup yaklaşık 1500 nT değerinde bir fark oluşturmaktadır.

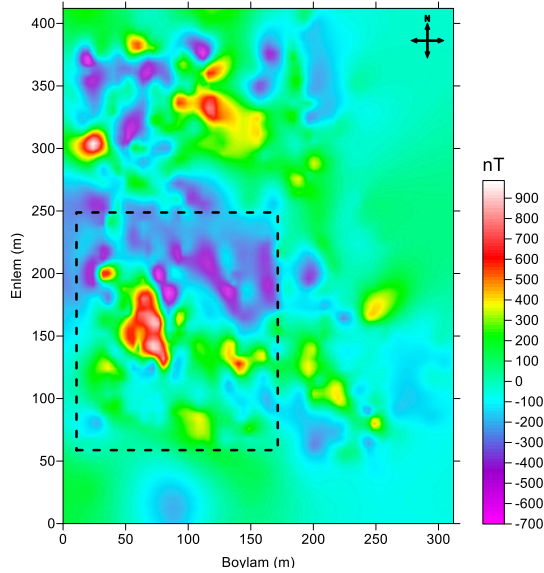


Şekil 8. Çalışma alanı toplam alan manyetik anomali haritası

Manyetik anomali haritalarının da maksimumlarının anomaliye sebep olan yer altı yapılarının düşeyinde konumlandırılması ve toplam alan anomali haritasının daha doğru yorumlanması açısından Baranov (1957) tarafından önerilen kutba indirgeme yöntemi verilen bölgenin manyetik anomali değerlerine uygulanmıştır. Kutba indirgeme işlemi için yer manyetik alanının inklinasyon açısı değeri 55° , denklinasyon açısı değeri ise 4° olarak alınmıştır. Yapı manyetizasyonu yer manyetik alanı ile aynı doğrultuda olduğu varsayılmıştır. Şekil 9 kutba indirgenmiş toplam alan manyetik anomali haritasını göstermektedir. Sonraki aşamada sığ kütlelerin etkisini belirginleştirmek ve derin kütlelerin etkisini uzaklaştırmak için rejyonel rezidüel ayrımı gerçekleştirilmiştir. Buna göre toplam alan manyetik anomali haritasına 1. dereceden bir yüzey geçirilerek elde edilen yüzey haritası ile toplam alan anomalisi farklarından toplam alan rezidüel anomali haritası elde edilmiştir (Şekil 10). Buna göre rezidüel anomali haritasında manyetik değerleri -700 nT - 900 nT arasında bir değişim göstermektedir. Rezidüel anomali haritasındaki manyetik değerlerinin genel dağılımına bakıldığında göreceli olarak yüksek manyetik değerlerinin sahanın kuzeybatı ve batı kesimlerinde yer aldığı görülmektedir.



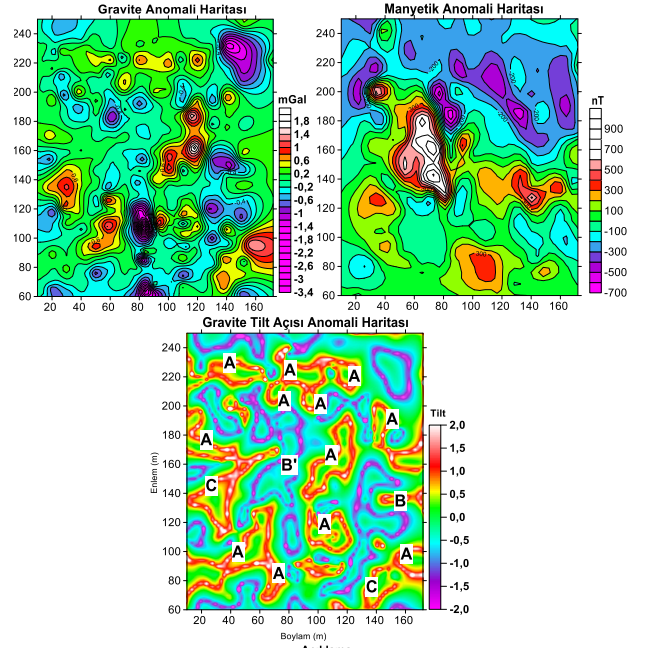
Şekil 9. Çalışma sahası kutba indirgenmiş toplam alan manyetik anomali haritası



Şekil 10. Çalışma sahası toplam alan rezidüel manyetik anomali haritası (Kesikli çizgi ile belirtilen alan gravite ölçüm sahasını kapsamaktadır)

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Isparta ili Sütçüler ilçesi kuzeybatısında yer alan terk edilmiş bir kromit madeni üzerinde gravite ve manyetik yöntemler kullanarak rezerv potansiyelinin devamlılığı ve buna göre yeniden işletilebilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda 310m × 410m boyutlarında belirlenen çalışma sahasında kuzey güney profiller boyunca toplam 1844 noktada manyetik ölçümler alınmıştır. Çalışma sahasının 190 m × 160 m'lik bir alanında ise toplam 278 noktada mikrogravite ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen gravite ve manyetik verilerine gerekli düzeltme işlemleri yapılarak yoruma hazır hale getirilmiştir. Burada gravite ve manyetik verilerini birlikte içeren ölçüm sınırı içerisinde 3 farklı karakter gösteren anomali alanları belirlenmiştir (Şekil 11).



A: yüksek gravite - düşük manyetik B: düşük gravite - yüksek manyetik C: yüksek gravite - yüksek manyetik

Şekil 11. Yapı sınırı haritasının gravite ve manyetik anomali özelliklerine göre sınıflandırılması

Burada, kromit cevherinin çevre kayalarına göre yoğunluk farkının göreceli olarak yüksek ve manyetik duyarlılığının düşük mertebelerde olması göz önünde bulundurulduğunda şekil üzerinde [A] ile simgelenen kontür sınırları içerisinde yer alan anomalilerinin kaynağının kromit cevheri olabileceği düşünülmektedir. Söz konusu bu yapılarının sınırların devamlılığı gravite yapı sınırları haritası üzerinde genel olarak yüksek tilt açısı değerleri ile karakterizedir.

[B] ile simgelenen ve genel olarak düşük tilt açısı ile karakterize olan sınırların içerisinde yer alan anomalilerin kaynağının ise manyetik duyarlılığı yüksek serpantin, olivin dunit gibi demir oranı yüksek kayaç türü gruplarından ileri geldiği düşünülmektedir. Diğer yandan bu alanlarda izlenen düşük gravite değerleri bu alanlarda kromit potansiyelinin olmadığını düşündürmektedir. Bu kategoride gözlenen en belirgin anomali 80 m boylamı ve 160 m enleminde simgelenen [B'] sınırında görülmektedir. Burada manyetik anomali değerlerinin maksimumları yaklaşık 1000 nT gibi genlikler gösterirken gravite değerlerinde belirgin bir göreceli yüksek anomali gözlenmemektedir.

Bunların haricinde gravite ve manyetik verileri birlikte kapsayan alanın [C] ile simgelenen yapı sınırları içerisinde her iki veri türü yüksek genlik gösteren anomali değerleri içermektedir. Bu durumda çalışma alanının bu kesimleri, yüksek yoğunluklu ve yüksek manyetik duyarlılıklı kayaç gruplarını birlikte içeren bir alanı temsil ettiği düşünülmektedir. Dolayısıyla kromit cevheri bu alanda manyetik duyarlılığı yüksek çevre kayaları arasında bulunma ihtimalindedir. Her ne kadar [B'] alanında belirgin

gravite anomali kapanımları gözlenirse de yapı sınır haritasına göre hemen batısında simgelenen [C] sınırında belirgin olan yüksek yoğunluğa sahip bir yapının sınırları [B'] alanına doğru sokulum şeklinde bir devamlılık gösterdiği de dikkat çekmektedir.

Çalışma sahasının sadece manyetik anomalilerini içeren kesimleri göz önünde bulundurulduğunda lokal olarak yüksek şiddet gösteren anomalilerin yanı sıra zayıf miktansaşlanma potansiyeline sahip alanların geniş yayılımlar gösterdiği görülmektedir (Şekil 10). Dolayısıyla çalışma sahasının kromit ihtiva edebilecek diğer potansiyel alanların belirlenebilmesi için bu çalışma ile gravite ve manyetik ortak veri sahasında ayırt edilen ortak anomali özelliği sınıflamasının ([A], [B] ve [C]) çalışma sahasının söz konusu bu alanlarında da yapılması önerilmektedir. Diğer yandan manyetik ve gravite alanı verileri daha çok yatay yöndeki değişimlerin bir potansiyelini gösterdiğinden dolayı tahmini yapıların derinlik ölçüleri için gerekli düşey yöndeki değişimlere doğrudan bir çözümün yapılması ancak mekanik olarak kazı veya sondajların yapılması ile mümkün olabilecektir. Bunların yanında ön etüt niteliğinde olan bu çalışma ile elde edilen bulguların daha sağlıklı yorumlanabilmesi için etüt sahasına ait ayrıntılı jeolojik bir çalışmanın gerçekleştirilmesi ve elde edilen saha jeolojisi bulguları ile jeofizik verilerin örtüştürülerek tekrar gözden geçirilmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak terkedilmiş bu kromit maden sahasınının küçük bir bölümünden elde edilen jeofizik bulgular çalışma sahası içerisinde halen mevcut bir potansiyel krom rezervinin muhtemel olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte bu çalışma ile maden sahasının gerçek potansiyelinin ortaya konması ve yeniden işletilebilir durumunun belirlenmesi için jeofizik ve jeolojik çalışmalarının tüm saha genelinde ayrıntılı olarak sürdürülmesi gerekliliği bulunmaktadır.

Teşekkür

Yazarlar, saha çalışmaları kapsamında cihaz desteği sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Deprem ve Jeoteknik Araştırma Merkezi'ne teşekkür eder.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

No conflict of interest was declared by the authors. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Baranov, V., 1957. A new method for interpretation of aeromagnetic maps: Pseudo-gravimetric anomalies. *Geophysics*, 22, 359-383.
- Bayat, C., 2015. Osmaniye Fenk yaylası krom yataklarının mikrogravite yöntemiyle araştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Bournas, N., and Baker, H.A., 2001. Interpretation of Magnetic Anomalies Using The Horizontal Gradient Analytic Signal, *Ann. Geophys.* 44, 3, 505-526, DOI, 10.4401/ag-3572.
- Cooper, G.R.J. and Cowan, D.R., 2006. Enhancing potential field data using filters based on the local phase. *Computers & Geosciences*, 32, 1585-1591.
- Kınalıbalaban, B., Beyhan, G., Karavul, C., 2013. Sofalca bölgesi (Gaziantep) krom madeni üzerinde mikrogravite anomalilerinin normalize tam gradyent ve doğrusal olmayan ters çözümle modellenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17, 2, 247-255.
- Kuşçu, M., Cengiz, O., Bozcu, A., 2001. Menteşe (Isparta) Dolomitlerinin Endüstriyel Hammadde Özelliklerinin Araştırılması. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 236-249.
- Hammer, S.I., Nettleton, L.L., Hastings, W.K., 1945. Gravimeter Prospecting for chromite in Cuba. *Geophysics*, 10, 1, 34-49.
- Miller, H.G. and Sing, V. 1994. Potential Field Tilt, A New Concept For Location of Potential Field Sources. *Journal of Applied Geophysics*, 32, 213-217.
- Nabighian, M.N., 1972. The Analytic Signal of Two Dimensional Magnetic Bodies With Polygonal Cross-Section: Its Properties and Use For Automated Interpretation. *Geophysics*, 37, 507-517.
- Nabighian, M.N., 1984. Toward A Three Dimensional Automatic Interpretation of Potential Feld Data Via Generalized Hilbert Transforms: Fundamental Relations. *Geophysics*, 49, 780-786.
- Nelson, J.B., 1986. An Alternate Derivation of The Three-Dimensional Hilbert Transform Relations From Frst Principles. *Geophysics*, 51, 1014-1015.
- Nelson, J.B., 1988. Calculation of The Magnetic Gradient Tensor From Total Feld Gradient Measurements and Its Application to Geophysical Interpretation, *Geophysics*, 53, 957-966.
- Roest, W. R., Verhoef, J. and Pilkington, M. 1992. Magnetic Interpretation using the 3-D analytic Signal *Geophysics*, 1, 116-125.
- Taşdelen, S., Özgül, S., 2002. Yeşilyurt (Isparta-Sütçüler) Ovasının Hidrojeoloji İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8 (3), 349-356.
- Wanyin, W., Yu, P. and Zhiyun, Q. 2009. A New Edge Recognition Technology Based on The Normalized Vertical Derivative of The Total Horizontal Derivative for Potential Field Data *Appl. Geophys.* 6 226-33.
- Wijns, C., Perez, C. and Kowalczyk, P., 2005. Theta Map: Edge Detection in Magnetic Data. *Geophysics*, 70, 39-43.