



GRAVİTE BELİRTİSİ AYRIMI TEKNİKLERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

Yunus Levent EKİNCİ*

Bitlis Eren Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Bitlis, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Gravite Belirtisi Ayrımı,
Sonlu Elemanlar,
Filtreleme,
Yukarı Uzanım,
Polinoma Yaklaşırma.

Öz

Potansiyel alan yöntemlerinin doğasından dolayı elde edilen belirtiler sığ ve derin kökenli yapılardan kaynaklanan kısa ve uzun dalga boyulu etkileri içerirler. Bu nedenle, gravite veya manyetik yöntemlerle gerçekleştirilen jeofiziksel aramada en önemli veri işlem adımlarından biri de belirti ayrımı işlemidir. Bu amaçla gözlemlenen veriyi rezidüel ve rejyonal belirti adı verilen iki bileşene ayırmada bazı matematiksel teknikler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sonlu elemanlar yöntemi, tercihi filtreleme ve en uygun yukarı uzanım yüksekliği gibi üç hesaplama yönteminin etkinliği iyi bilinen ve günümüzde de en yaygın belirti ayrımı tekniği olarak kullanılan polinoma yaklaşırma yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Uygulamada Jilin (Çin) manyetit alanı üzerinde alınmış gerçek gravite belirtisi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular eleman şekil fonksiyonları kullanımıyla sonlu elemanlar yöntemi uygulamasının diğerlerine göre daha belirgin rezidüel gravite belirtisi ürettiğini göstermiştir.

A COMPARISON STUDY ON THE GRAVITY ANOMALY SEPARATION TECHNIQUES

Keywords

Gravity Anomaly Separation,
Finite Element,
Filtering,
Upward Continuation,
Polynomial Fitting.

Abstract

Due to the nature of the potential field methods obtained anomalies include both short and long wavelength effects caused by shallow and deeper causative sources. Thus, anomaly separation procedure is one of the most important data processing steps in geophysical prospection performed via gravity or magnetic method. To that end, some mathematical procedures are performed to separate the observed data into two components, namely residual and regional anomalies. In this study, the efficiencies of three computational processes named finite element method, preferential filtering and optimal upward continuation height have been compared with the well-known polynomial fitting method which is still the most commonly used anomaly separation technique in potential field methods. In the applications a real gravity anomaly observed over the Jilin (China) magnetite area has been considered. Findings obtained have shown that performing finite element method with the use of element shape functions provides clearer residual gravity anomaly patterns than those of the others.

Alıntı / Cite

Ekinci, Y.L., 2021. Gravite Belirtisi Ayrımı Teknikleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(4), 1276-1283.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Y.L. Ekinci, 0000-0003-4966-1208

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	18.05.2021
Revizyon Tarihi / Revision Date	02.08.2021
Kabul Tarihi / Accepted Date	05.08.2021
Yayın Tarihi / Published Date	20.12.2021

1. Giriş (Introduction)

Yanal ve düşey yeraltı yoğunluk değişimlerine oldukça duyarlı olan gravite alanı farklı derinlik yüzeyleri üzerinde bulunan herhangi bir noktada gözlemlenebilir. Bu nedenle gravite anomalilerinin hem sığ hem de derin jeolojik kaynakların etkilerinin tümünü içerdiği iyi bilinmektedir. Matematiksel olarak, rezidüel ve rejyonal etki olarak adlandırılan bu iki bileşen ve gravite belirtisi izleyen şekilde tanımlanabilir (Pawłowski, 1994):

* İlgili yazar / Corresponding author: ylekcinci@beu.edu.tr

$$G(x, y) = G_s(x, y) + G_d(x, y). \quad (1)$$

Yukarıda verilen formülde $G(x, y)$ gözlemlenen gravite belirtisini, s ve d terimleri ise sırasıyla sığ ve derin kökenli jeolojik yapılardan kaynaklanan kısa ve uzun dalgaboylu belirtileri temsil eder. Gravite araştırmaları sığ boşluk tespiti çalışmalarından petrol ve gaz gibi derin amaçlı araştırmalara kadar geniş bir yelpazede farklılık gösterdiğinden dolayı sözü edilen belirti bileşenlerinin belirlenmesi işlemi önem arz eder. Maden aramalarında birkaç yüz metre derinlikte konumlanan jeolojik yapıların ürettiği belirtiler rejyonel etki olarak adlandırılabilirken, petrol aramalarında rezervuarın yaklaşık 5-6 km derinlikte konumlanmış olması durumunda 10 km veya daha fazla derinliklerde bulunan jeolojik yapıların ürettikleri belirtiler rejyonel etki olarak tanımlanabilir. Bu nedenle neyin sığ ve neyin daha derin olduğu tamamen çalışılan jeolojik probleme bağlıdır (Mallick ve Sharma, 1997, 1999). Bu nedenle gravite belirti ayrımı işlemi yapılarak çalışmanın amacına göre ya rezidüel ya da rejyonel etkiler kullanılır. Bu iki bileşenin hesaplanabilmesi için bazı matematiksel yöntemler gereklidir (Dobrin, 1976; Davis, 2002). Bu konuda günümüze kadar birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen en iyi yöntem konusunda belirsizlikler devam etmektedir. Bu nedenle farklı teknikler yardımıyla hesaplanan farklı rezidüel belirtilerin bilinen yüzey jeolojisiyle karşılaştırılması kullanıcıya hangi yöntemin o bölge için daha iyi sonuçlar ürettiğine dair bir fikir verebilmektedir.

Polinoma yaklaştırma yöntemi, potansiyel alan belirtisi ayrımı için en eski ve en yaygın kullanılan yöntemdir (Hedgley, 1978). Mallick ve Sharma (1997, 1999) tarafından önerilen ve eleman şekil fonksiyonları kullanımıyla gerçekleştirilen sonlu elemanlar yöntemi başarılı sonuçlar üretmiştir (Kaftan vd., 2005, 2011; Ekinci, 2010; Ekinci ve Yiğitbaş, 2012, 2015; Ekinci vd., 2021). Ayrıca yukarı analitik uzanım prosedürüne dayalı (Zeng vd., 2007) ve filtreleme tabanlı (Guo vd., 2013) yöntemlerinde belirti ayrımında başarılı olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada sözü geçen hesaplama tekniklerinin ürettikleri tepkiler karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Jilin (Çin) magnetit alanı üzerinde alınmış gravite belirtisi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. Metodoloji (Methodology)

2.1. Polinoma Yaklaştırma (Polynomial Fitting)

Polinoma yaklaştırma prosedürü, potansiyel alan belirtisi ayrımı için en yaygın kullanılan tekniktir. Prosedür, gözlem verisi ile gözlem verilerine karşılık gelen herhangi bir dereceden polinom arasındaki farkların karelerinin toplamının en aza indirgenmesi esasına dayanır (Hedgley, 1978). En küçüklenecek fonksiyon izleyen şekilde ifade edilir:

$$F(a_0, a_1, \dots, a_d) = \sum_{i=1}^{NP} w(x_i) \left(y_i - \sum_{j=0}^d a_j x_i^j \right)^2. \quad (2)$$

Formülde d modelin derecesi, x_i ve y_i ayırık noktaları, a_j belirlenecek katsayıyı, $w(x_i)$ ağırlık faktörünü ve NP ise veri sayısını ifade etmektedir (Hedgley, 1978). Korelasyon katsayılarının veya uyumun iyiliğinin belirlenmesi gibi bazı istatistiksel yaklaşımlar olsa da verinin doğası hakkında herhangi bir ön bilgi tanımlamadan polinomun en iyi derecesinin nasıl seçileceği ve en uygun çözümü elde etmek için trend fonksiyonunun ne olması gerektiği konusunda her zaman bazı zorluklar olmuştur. Yüksek dereceden bir polinomun tercih edilmesi durumunda daha iyi uyum sağlanabilir ve belirlenen trend eğrisi tüm veri noktalarından tam olarak geçebilir. Ancak, yine de hesaplanan rejyonel belirtilerin makul bir jeolojik anlamı olmayabilir (Lowrie, 2007).

2.2. Sonlu Elemanlar (Finite Elements)

Sonlu elemanlar yöntemiyle rejyonel etki iki-boyutlu harita uzayı üzerine yerleştirilen ikinci dereceden izoparametrik elemanın 8 düğüm noktasına denk gelen 8 gözlem noktasındaki ayırık değerlerin ağırlıklandırılmış toplamı kullanılarak izleyen şekilde hesaplanır:

$$G(x, y) = \sum N_i(x, y) G_i, \quad i = 1, 2, \dots, 8. \quad (3)$$

Gerçek x-y uzayında 8 düğüm noktalı eleman Şekil 1'de verilmiştir. Gerçek x-y uzay düzleminin referans $\xi - \eta$ düzlemine dönüşümü izleyen şekilde gerçekleştirilir:

$$\xi = \frac{x - x_c}{a}, \quad \eta = \frac{y - y_c}{b}. \quad (4)$$

Burada x_c ve y_c merkez noktasını, $2a$ ve $2b$ ise x - ve y - eksenine paralel olan kenar uzunluklarını temsil etmektedir. Bu dönüşüm ile birlikte hesaplamalar kolaylaşmakta ve şekil fonksiyonları ile ilgili ağırlıklar belirlenebilmektedir (Mallick ve Sharma, 1997, 1999). Referans uzay düzlemi, -1 ile 1 aralığında değişen boyutsuz koordinatlar ile tanımlanmaktadır. Şekil 1'de gösterilen referans uzay düzleminde 1-8 aralığında bulunan düğüm noktaları için şekil fonksiyonları izleyen formüller yardımıyla hesaplanmaktadır (Cheung ve Yeo, 1979):

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{(1 + \xi\xi_i)(1 + \eta\eta_i)(\xi\xi_i + \eta\eta_i - 1)}{4}, \quad i = 1, 3, 5, 7$$

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{(1 + \xi\xi_i)(1 - \eta^2)}{2}, \quad i = 4, 8$$

$$N_i(\xi, \eta) = \frac{(1 - \xi^2)(1 + \eta\eta_i)}{2}, \quad i = 2, 6$$
(5)

Şekil fonksiyonu, düğüm noktası i 'de 1 değerini diğerlerinde ise 0 değerini alır (Mallick ve Sharma, 1997, 1999). Referans uzay düzleminde bir noktada rejyonel alan ikinci dereceden bir polinom kullanılarak izleyen formül ile hesaplanır:

$$g(\xi, \eta) = A_1 + A_2\xi + A_3\xi^2 + A_4\eta + A_5\xi\eta + A_6\eta^2 + A_7\xi^2\eta + A_8\xi\eta^2. \quad (6)$$

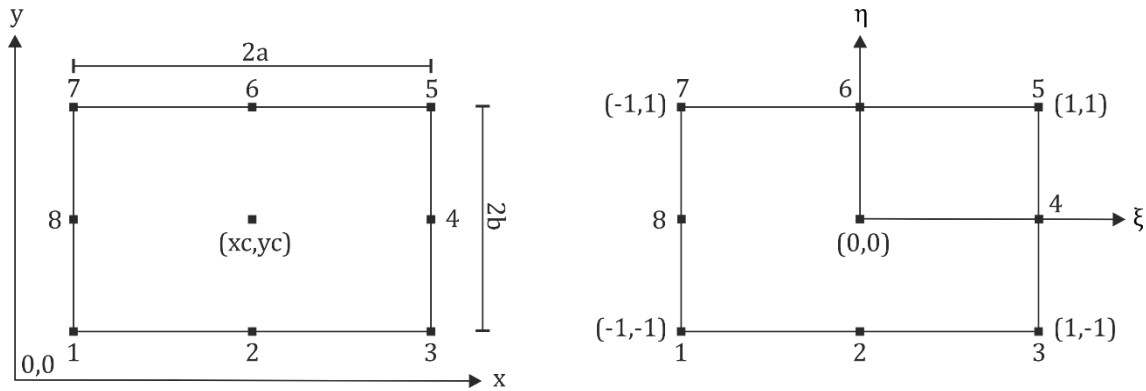
Polinom, şekil fonksiyonları yardımıyla aşağıda verildiği gibi elde edilir (Mallick ve Sharma, 1997, 1999):

$$g(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^8 N_i(\xi, \eta) g_i \quad (7)$$

Referans uzay düzleminde elde edilen rejyonel etki gerçek x - y uzay düzlemine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için izleyen ifadeler kullanılmaktadır (Mallick ve Sharma, 1997, 1999):

$$x(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^8 M_i(\xi, \eta) x_i, \quad (8)$$

$$y(\xi, \eta) = \sum_{i=1}^8 M_i(\xi, \eta) y_i.$$



Şekil 1. 8 düğüm noktalı eleman ve 8 düğüm noktalı referans eleman (8-node element and 8-node reference element) (Mallick ve Sharma, 1997, 1999).

2.3. Optimum Yukarı Analitik Uzanım Seviyesi (Optimum Upward Continuation Level)

Kısa dalga boylu kaynakların etkilerini en aza indirgeyebilmek ve rejyonel etkileri ortaya çıkarmak için kullanılan bu teknik yukarı analitik uzanım yöntemini temel alır. Analitik uzanım işlemi izleyen şekilde hesaplanmaktadır (Blakely, 1986):

$$\Delta T_{UP} = F^{-1} \left[e^{-\Delta z|k|} F(\Delta T) \right]. \quad (9)$$

Burada ΔT gözlemlenen gravite belirtisidir, ΔT_{up} yukarı uzanım belirtisini ifade eder, F ve F^{-1} sırasıyla Fourier ve ters Fourier dönüşümleridir, e üstel fonksiyondur, Δz yukarı uzanım yüksekliğidir ve k grid noktalarındaki radyal

dalga sayısıdır. Rejyonel belirtinin belirlenebilmesi için optimum yukarı analitik uzanım seviyesi istatistiksel bir yaklaşımla belirlenir. İlk olarak, bir dizi yukarı uzanım yükseklikleri belirlenir ve ardından iki ardışık yüksekliğe çıkarılmış olan yukarı uzanım belirtileri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanır. Hesaplanan korelasyon katsayılarından maksimum defleksiyonu (sapmayı) sağlayan uzanım yüksekliğinin optimum uzanım seviyesi olduğu varsayılmaktadır (Zeng vd., 2007). Bu çalışmada iki ardışık yukarı analitik uzanım yüksekliklerine göre hesaplanan gravite verileri arasındaki korelasyon katsayısı izleyen tanımlamaya göre hesaplanmıştır:

$$R_{A,B} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (A_{mm} - a)(B_{nn} - b)}{\left[\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (A_{mm} - a)^2 \right) \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (B_{nn} - b)^2 \right) \right]^{1/2}} \quad (10)$$

Verilen formülde, A ve B terimleri iki ardışık uzanım yüksekliğinde hesaplanmış gravite verilerini, a ve b ise sırasıyla bu terimlerin aritmetik ortalama değerlerini temsil eder.

2.4. Tercihli Filtreleme (Preferential Filtering)

Güç spektrumu esasına dayanan bu yöntem Guo vd. (2013) tarafından önerilmiştir. Gözlemlenen gravite belirtisine Fourier dönüşümü gerçekleştirilir ve ardından radyal ortalamalı logaritmik güç spektrumunu hesaplanır. Ardından, güç spektrumunu her segmente çakıştırılmaktadır. Son olarak, izleyen denklem kullanarak her bir eşdeğer tabakanın derinliğini tahmin edilmektedir.

$$h = \frac{P(r_1) - P(r_2)}{4\pi(r_2 - r_1)} \quad (11)$$

Yukarıdaki formülde, r_1 ve r_2 çakıştırılan doğrunun radyal frekanslarının başlangıç ve bitişleridir, $P(r_1)$ ve $P(r_2)$ ise karşılık gelen radyal ortalamalı logaritmik güç spektrumlarıdır. Güç spektrumu yoğunluk fonksiyonu modelleri ve eşdeğer tabakaların tahmini derinlikleri kullanılarak radyal ortalamalı logaritmik güç spektrumu çakıştırılır. Gerçekleştirilen ara işlemlerin (Guo vd., 2013) ardından tüm spektral örnekler için bir lineer denklem sistemi bulunur. Sözü edilen sistem izleyen notasyonla tanımlanır:

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,m+n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,m+n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{l,1} & a_{l,2} & \cdots & a_{l,m+n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{m+n} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_l \end{bmatrix} \quad (12)$$

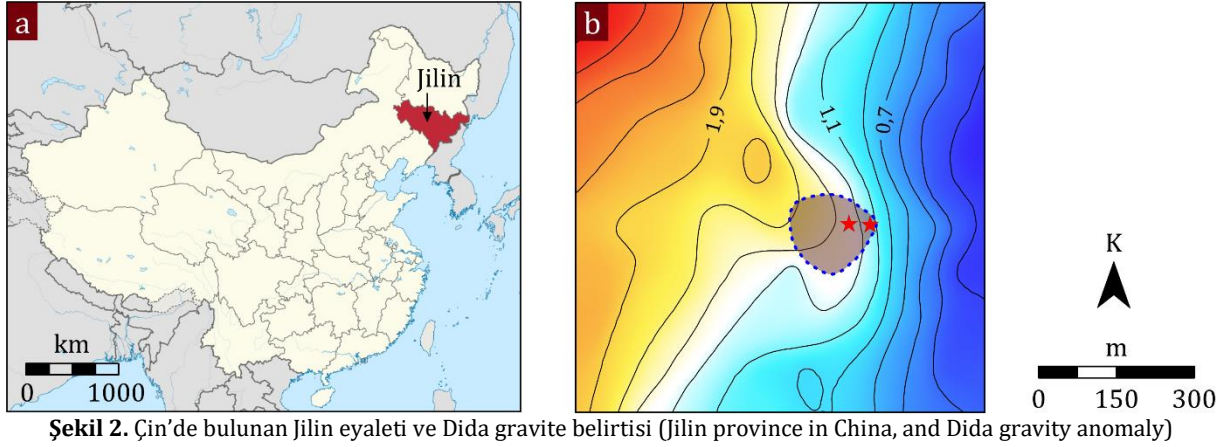
Matris denkleminin en küçük kareler çözümü ise izleyen formülle elde edilir:

$$S = [A^T A]^{-1} A^T P \quad (13)$$

Ardından yinelemeli bir optimizasyon algoritması kullanarak S vektörünü hesaplanır ve bu vektör yardımıyla ya i 'nci radyal frekans örnek noktası için ya da i 'nci eşdeğer kaynak tabaka için güç spektrumu hesaplanır. Tercihli filtre operatörü gravite belirtisine uygulanır ve son olarak ters Fourier dönüşümü yardımıyla belirti bileşenleri uzay ortamında elde edilir. Yöntemle ilgili tüm ayrıntılar Guo vd., (2013)'te bulunmaktadır.

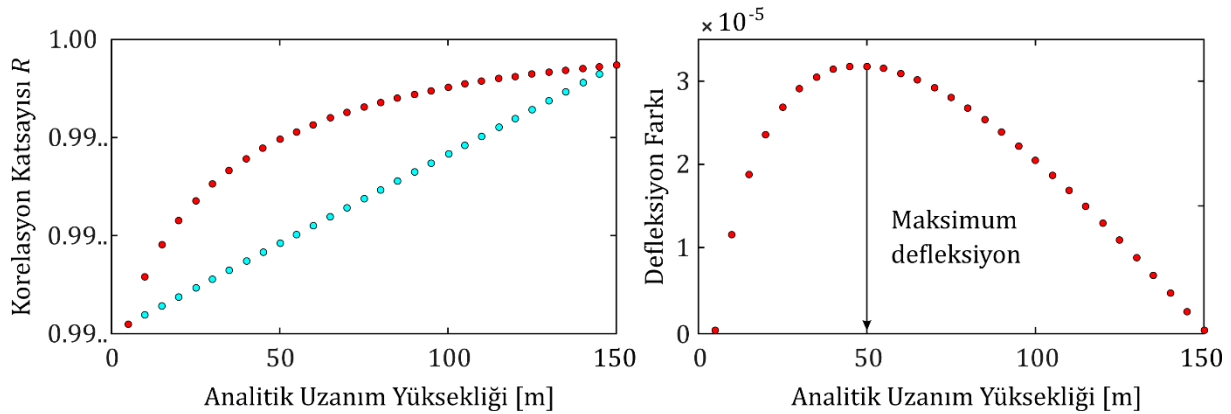
3. Uygulamalar (Applications)

Rejyonel/rezidüel ayrımı yöntemlerini sınavabilmek amacıyla Çin'in Jilin Eyaletindeki (Şekil 2a) Dida cevher kütlelerine ait gravite belirtileri (Zeng vd., 2007) kullanılmıştır. Bölgenin jeolojik yapısını iyi bir şekilde yansıttığı belirtilen (Guo vd., 2013) belirti haritasında (Şekil 2b) kuzeybatıdan güneydoğuya doğru kademeli azalan genlikler görülmektedir. Kesikli çizgiler bölgede yüzlek vermiş ve sondajlarla belirlenmiş manyetitin yatay yayılımını göstermektedir (Wang vd., 2020). Kırmızı yıldızlar ise sondaj lokasyonlarıdır.

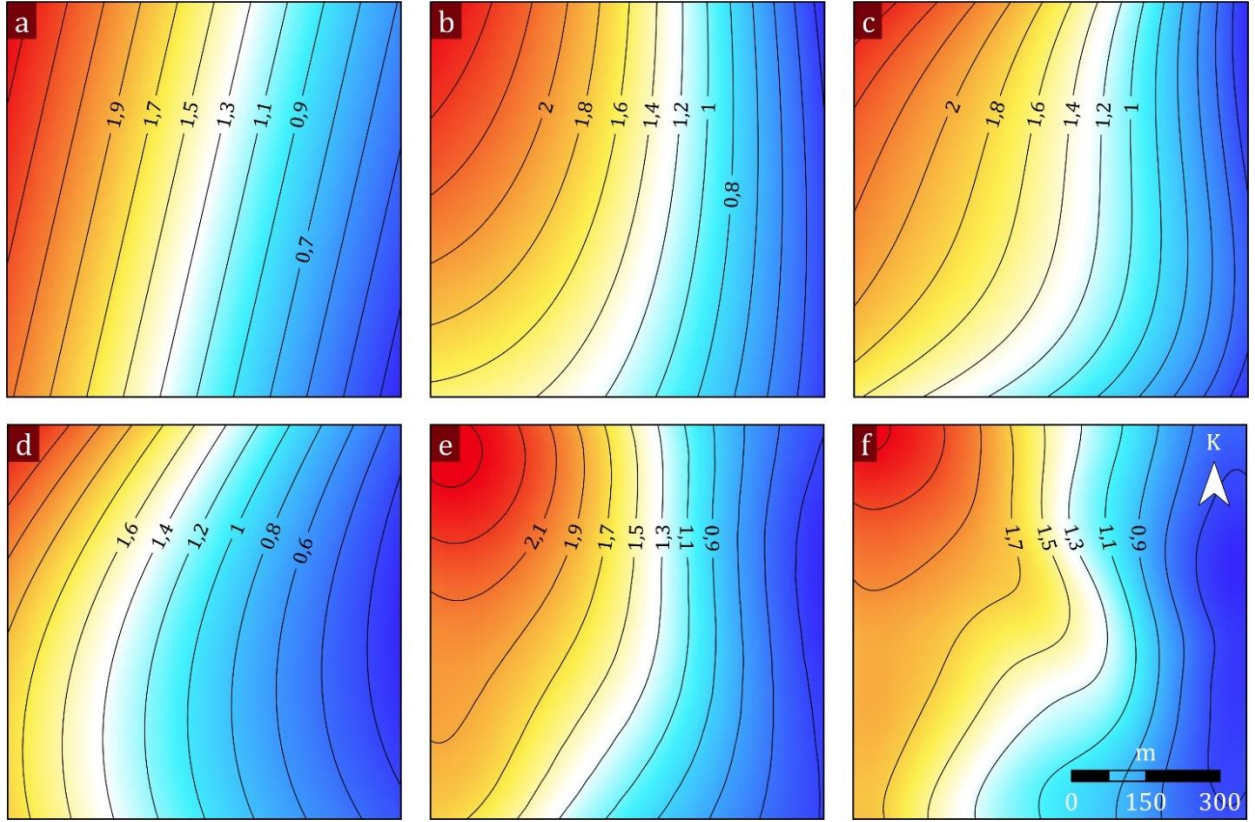


Şekil 2. Çin'de bulunan Jilin eyaleti ve Dida gravite belirtisi (Jilin province in China, and Dida gravity anomaly)

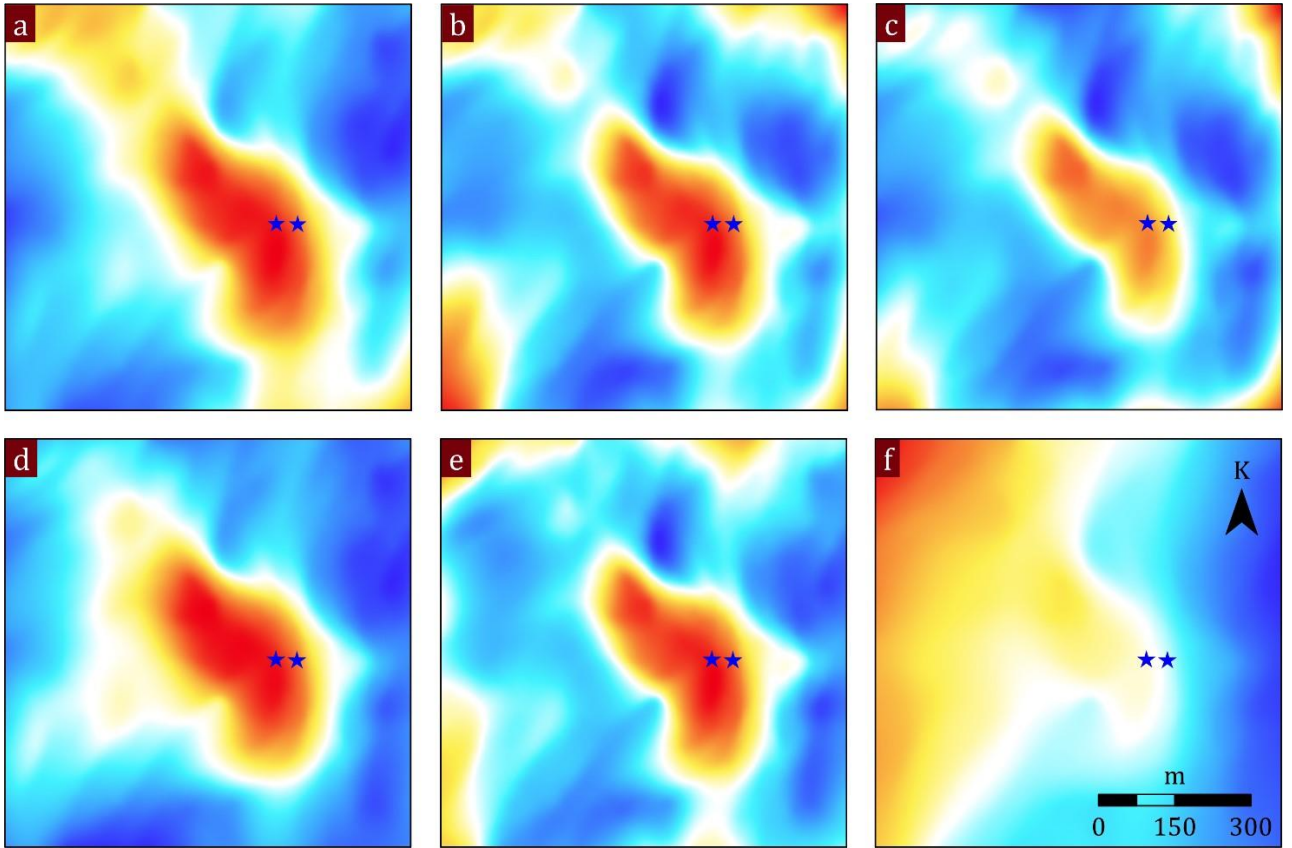
Alanda manyetit ile anakaya arasındaki yoğunluk farkı $1.0-1.2 \text{ gr/cm}^3$ iken, skarn zonu ile anakaya arasındaki fark ise $0.3-0.5 \text{ gr/cm}^3$ 'tür (Guo vd., 2013). Skarn ve manyetit kütlelerinin yeterince büyük olması ve göreceli olarak sığ derinlikte bulunması, önemli gravite ve manyetik belirtilere neden olmaktadır. Yapılan manyetik çalışmalar sonucunda gravite belirtisi haritasında kesikli çizgiyle işaretlenen alanın dışında demir cevheri kütlelerinin merkezden kuzeybatıya doğru gözlemlenen 1.9 mGal kontur değerine sahip kapalı maksimumun merkezinde bulunduğu belirtilmiştir (Wang vd., 2020). Ancak bu kütle gravite haritasında gözlenmemektedir. Maden cevheri, çevresindeki anakaya göre yüksek yoğunluğa sahiptir ancak rejyonel belirtilerin ve Kuvaterner örtünün etkisi nedeniyle gravite belirtisi haritasında cevherin yatay yayılımı net bir şekilde belirlenmemektedir. Rejyonel etkilerin hesaplanmasından önce optimum yüksekliğin belirlenebilmesi amacıyla 5 m 'den 150 m 'ye kadar artım miktarı 5 m olacak şekilde gravite belirtilerine yukarı analitik uzanım tekniği uygulanmış ve ardışık uzanımlar için elde edilen belirtiler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Şekil 3). Şekilden de görüleceği üzere maksimum defleksiyon 50 m 'de gözlenmiştir. Bu nedenle rejyonel etkinin en uygun olarak 50 m 'lik analitik uzanım seviyesi belirlenebileceği ortaya konulmuştur. Şekil 4 farklı hesaplama teknikleri ile elde edilen rejyonel belirtisi haritalarını sunmaktadır. Optimum uzanım seviyesiyle elde edilen belirtisi haritasında cevher kütlelerinin yüzlek verdiği alanda belirtisi genliklerinde bir etkinin olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle rezidüel etkilerin tam olarak giderilemediği açıktır. Şekil 5'te hesaplanan rezidüel belirtiler verilmiştir. Optimum uzanım seviyesi yardımıyla hesaplanan belirtisi haritasında başarılı bir sonuç elde edilememiştir (Şekil 5f). Diğer belirtisi haritaları birbirlerine benzer şekilde belirtisi genlikleri sunmaktadır. Ancak haritalar dikkatli bir şekilde incelendiğinde sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla hesaplanan rezidüel belirtisi haritası (Şekil 5d) dışındakilerde rejyonel etkilerin çalışma alanı sınırlarında gözlenebildiği ve bu etkilerin başarılı bir şekilde giderilemediği belirlenmiştir. Özellikle 1. dereceden polinom yardımıyla hesaplanan rezidüel belirtilerin kuzeybatı yönünde devam ettiği görülmektedir. Elde edilen bulgular ışığında sonlu elemanlar yönteminin diğerlerine göre daha başarılı sonuçlar ürettiği belirlenmiştir.



Şekil 3. Ardışık yukarı uzanımlar arasındaki korelasyon katsayıları ve maksimum defleksiyon (Correlation coefficients between successive upward continuations, and maximum deflection)



Şekil 4. Hesaplanan rejyonel belirtiler a) 1. dereceden polinomla, b) 2. dereceden polinomla, c) 3. dereceden polinomla, d) Sonlu elemanlarla, e) Filtrelemeyle, f) Optimum uzanım seviyesiyle (Calculated regional anomalies via a) 1st degree polynomial, b) 2nd degree polynomial, c) 3rd degree polynomial, d) Finite Elements, e) Filtering, f) Optimum continuation level)



Şekil 5. Hesaplanan rezidüel belirtiler a) 1. dereceden polinomla, b) 2. dereceden polinomla, c) 3. dereceden polinomla, d) Sonlu elemanlarla, e) Filtrelemeyle, f) Optimum uzanım seviyesiyle (Calculated regional anomalies via a) 1st degree polynomial, b) 2nd degree polynomial, c) 3rd degree polynomial, d) Finite Elements, e) Filtering, f) Optimum continuation level)

4. Sonuçlar (Results)

Bu çalışmada gravite belirtilerinin yorumlanması aşamasında en sık kullanılan veri işlem aşamalarından biri olan rejyonal/rezidüel ayrımı çalışılmıştır. Bu amaçla, kullanılan en eski yöntem olan polinoma yaklaştırma yöntemi ile sonlu elemanlar, tercihli filtreleme ve optimum yükseklik seviyesi yöntemlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Uygulama örneği olarak Çin'in kuzeydoğusunda bulunan Jilin Eyaletindeki Dida cevher kütlelerine ait gravite belirtileri kullanılmıştır. Demir minerali olan manyetit cevherinin alandaki anakayaya göre oldukça yüksek yoğunluk değerine sahip olması güçlü gravite belirtilerinin oluşmasına neden olmaktadır. Ancak derin kökenli jeolojik kaynak yapıları ait rejyonal belirtilerin ve aynı zamanda yüzeyde bulunan Kuvaterner örtünün etkileri nedeniyle gravite belirti haritasında manyetit kütlelerine ait yatay yayılımının tümü net bir şekilde gözlemlenmemektedir. Bu nedenle rejyonal ve rezidüel etkilerin bir arada bulunduğu bu gravite belirti haritası sunulan çalışma için ideal bir örnek oluşturmaktadır. Uygulamalarda 5 m'den 150 m'ye kadar artım miktarı 5 m olacak şekilde belirlenen ardışık yükseklikler için yapılan yukarı analitik uzanım çalışmalarından optimum yükseklik seviyesinin 50 m olduğu belirlenmiş ve bu seviyeye indirgenmiş gravite belirtilerin tamamen rejyonal etkileri yansıttığı varsayılmıştır. Ancak diğer yöntemlerden de elde edilen rejyonal ve rezidüel belirtiler incelendiğinde en başarısız sonucun optimum uzanım seviyesiyle elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca yöntemin doğası gereği veri içinde gürültü içeriğinin yüksek olması durumunun yöntemin başarısı üzerindeki etkisinin büyük olduğu göz ardı edilmemelidir. Polinoma yaklaştırma yönteminde ise hangi dereceden bir polinomun kullanılması gerektiğinin kesin bir cevabının olmaması yöntemin en büyük dezavantajıdır. Yüksek dereceden bir polinomun tercih edilmesi durumunda veriler arasında daha iyi bir uyum sağlanabilir ve hesaplanan yüzey eğrisi bütün veri noktalarıyla çakışabilir. Ancak, yüksek dereceden bir polinomla hesaplanan rejyonal belirtilerin çoğunlukla makul bir jeolojik anlamı olmamaktadır. Diğer yandan, tercihli filtreleme yönteminin ise tamamen güç spektrumu yöntemi esasına dayanması yöntemin en büyük dezavantajıdır. Literatürde güç spektrumu yönteminin zayıf yanlarına ait birçok çalışma bulunmaktadır. Uygulamalar, sonlu elemanlar yönteminin en başarılı sonuçları ürettiğini göstermiştir. Diğer yöntemlerin aksine sonlu elemanlar ile rejyonal belirti hesabında herhangi bir ön bilgiye ihtiyaç duyulmaması yöntemin en büyük avantajlarından birisidir. Bu nedenle gravite verilerinde rejyonal/rezidüel belirti ayrımı işlemi için sonlu elemanlar yönteminin kullanılması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

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

Kaynaklar (References)

- Blakely, R.J., 1995. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cheung, Y.K., Yeo, M.F., 1979. A practical introduction to finite element analysis. London: Pitman.
- Davis, J.C., 2002. Statistics and data analysis in geology. New York, NY, Wiley.
- Dobrin, M.B., 1976. Introduction to geophysical prospecting. New York, NY: McGraw Hill.
- Ekinci, Y.L., 2010. Gravity anomaly separation using finite element method. In 19th International Geophysical Congress and Exhibition. Ankara, Turkey. No. 59.
- Ekinci, Y.L., Yiğitbaş, E., 2012. Geophysical approach to the igneous rocks in the Biga Peninsula (NW Turkey) based on airborne magnetic anomalies: geological implications. *Geodinamica Acta* 25: 267-285.
- Ekinci, Y.L., Yiğitbaş, E., 2015. Interpretation of gravity anomalies to delineate some structural features of Biga and Gelibolu peninsulas, and their surroundings (north-west Turkey). *Geodinamica Acta* 27: 300-319.
- Ekinci, Y.L., Balkaya, Ç., Göktürkler, G., Özyalın, Ş., 2021. Gravity data inversion for the basement relief delineation through global optimization: a case study from the Aegean Graben System, Western Anatolia, Turkey. *Geophysical Journal International*, 224, 923-944.
- Guo, L., Meng, X., Chen, Z., Li, S., Zheng, Y., 2013. Preferential filtering for gravity anomaly separation. *Computers and Geosciences*, 51, 247-254.
- Hedgley, D.R., 1978. An efficient algorithm for choosing the degree of a polynomial to approximate discrete nonoscillatory data. NASA Technical Memorandum, 72854.
- Kaftan, İ., Şalk, M., Sarı, C., 2005. Application of the finite element method to gravity data case study: Western Turkey. *Journal of Geodynamics*, 39, 431-443.
- Kaftan, İ., Şalk, M., Sarı, C., 2005. Performance of the finite element method for regional-residual separation on gravity method. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 13, 9-20.
- Lowrie, W., 2007. Fundamentals of geophysics. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mallick, K., Sharma, K.K., 1997. Computation of regional gravity anomaly – A novel approach. *Proceedings of the Indian Academy of Science (Earth and Planetary Sciences)*, 106, 55-59.
- Mallick, K., Sharma, K.K., 1999. A finite element method for computation of the regional gravity anomaly. *Geophysics*, 64, 461-469.
- Pawlowski, R.S., 1994. Green's equivalent-layer concept in gravity bandpass filter design. *Geophysics*, 59, 69-76.
- Wang, J., Meng, X., Li, F., 2020. A computation scheme based on field attenuation rate for improving regional-residual separation of potential field data set. *Journal of Geophysics and Engineering*, 17, 117-126.

Zeng, H., Xu, D., Tan, H., 2007. A model study for estimating optimum upward-continuation height for gravity separation with application to a Bouguer gravity anomaly over a mineral deposit, Jilin province, northeast China. *Geophysics*, 72, P145–P150.