

Isparta Baseninin Gravite ve Sismik Yöntemlerle Modellenmesi

¹Ali Silahtar, *Günay Beyhan ve ²H.Haluk Selim

¹Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Esentepe-Sakarya, Türkiye

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Özet

Alüvyon tabakalardan oluşan basen yapılar, deprem sırasında oluşan yüzey dalgalarını büyütme özelliğine sahiptir. Böyle ortamların üzerine kurulu şehirlerdeki basen kalınlığının bilinmesi meydana gelecek hasarın kestirimi konusunda önemli bilgiler vermektedir. Isparta' da böyle bir ortama kurulu olduğundan Isparta havzasının gravite ve sismik yansıma verileri kullanılarak 3 boyutlu jeolojik modellemesi yapılmıştır. Çalışmalar sırasında bölgede değişik kurum ve kuruluşlar tarafından açılan çeşitli amaçlı sondaj verilerinden de yararlanılmıştır. Yeryüzünden temel birime kadar olan jeolojik yapı ile tektonik özellikler ayrıntılı şekilde gösterilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, alınan gravite verilerine 3 boyutlu Euler dekonvolüsyon tekniği uygulanmış ve temele kadar olan basen derinliği yaklaşık 510 m olarak hesaplanmıştır. Arazi çalışmaları ile hazırlanan jeoloji-tektonik haritasına göre ve çalışma alanında alınan 2 adet sismik yansıma kesitleri ile sondaj verilerinin gravite sonuçlarını doğruladığı görülmektedir. Böylece hazırlanan 3 boyutlu basen haritasına göre, Isparta havzasının kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı normal bir fay tarafından yapısal olarak ayrılan iki ayrı jeolojik yapıya sahip olduğu görülmektedir. Böylece Isparta baseninin kuvaterner alüvyon, volkanoklastik ve kireçtaşlarından meydana geldiği anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: 3-Boyutlu Euler dekonvolüsyonu, sismik yansıma, Isparta baseni

Abstract

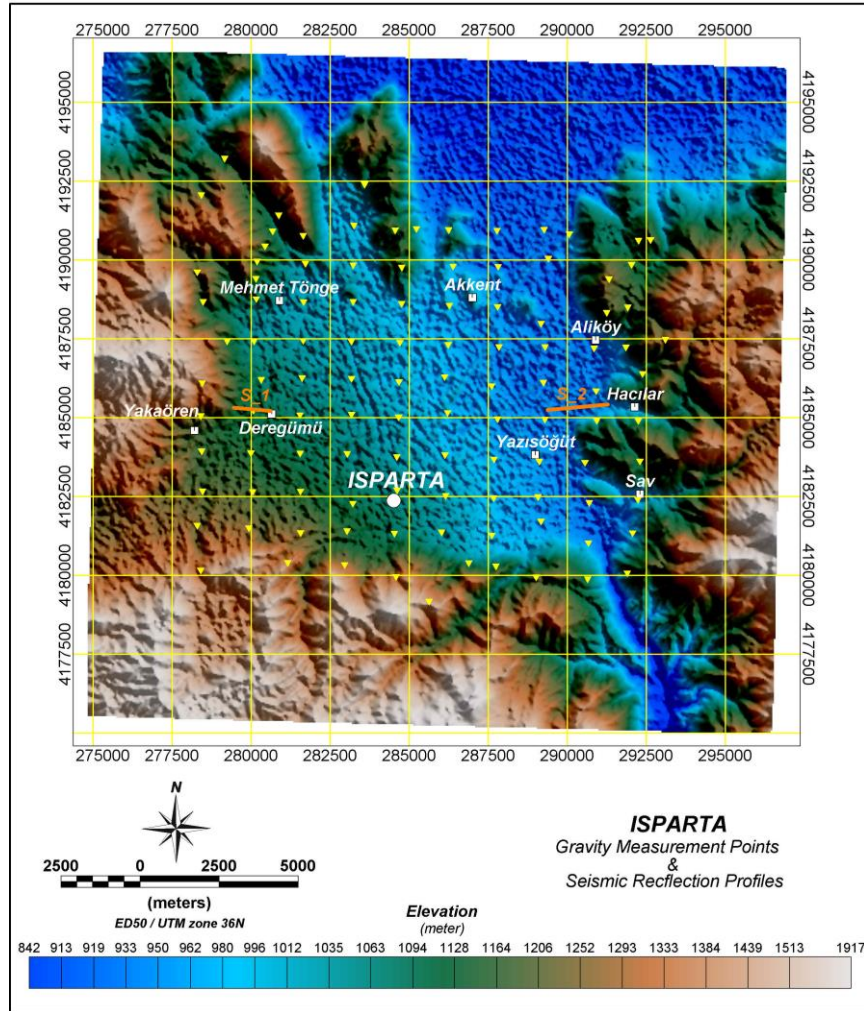
Alluvium layers has amplification feature of surface waves occurred during the earthquake. The known of basin thickness in cities situated on the alluvial environment has provided important information on the damage estimation will occur. Isparta city is situated in such an environment. Therefore, it is made of 3D geological modeling using gravity and seismic reflection data of the London basin. In this study, it has benefited from drilling data held with various aim by different institutions and organizations. Geological structure and tectonic features up to unit basic from earth's surface is tried to show in detail. For this purpose, Euler 3D deconvolution technique to the gravity data was applied. Basin depth of up to basic geological approximately 510 m is calculated. It is seen that geological-tectonic map prepared from field studies and the two seismic reflection cross-sections along with the borehole data confirm the results of the gravity method. According to the 3D basin map, Isparta basin is structurally separated northwest-southeast trending by a normal fault. Thus, Isparta basin has been understood that occurred in volcanoclastic and limestone, quaternary alluvial.

Key words: 3-D Euler deconvolution, seismic reflection section Isparta basin

1. Giriş

Isparta gibi basen yapısına sahip alanlarda alüvyon tabakaların ana kayaya kadar olan yapısal özelliklerinin bilinmesi, bu tür gevşek tortul tabakaların deprem dalgalarını büyütme etkisi dolayısıyla oldukça önemlidir. Ne yazık ki ülkemizde şehirleşmenin de bu tür basen alanlar üzerinde gelişmesi nedeniyle zeminlerin özelliklerinin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla deprem hasarlarını en aza indirebilmek için, basenin özelliklerinin bilinmesi, deprem etkilerini tahmin açısından gereklidir. Bölgede bu amaçla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kanbur ve Etiz (2005) tarafından çalışma alanında sadece tek bir profil üzerinde yapılan gravite araştırmasında Isparta havzası için ana kaya derinliği 320 m olarak hesaplanmıştır.

Ülkemizin Kuzey Anadolu Fayı (KAF) , Doğu Anadolu Fayı (DAF), Burdur-Fethiye Fayı (BFF) ve Ege graben sistemi gibi çok önemli aktif fay zonları üzerinde yer alması, bu bölgelerde bulunan basenler üzerinde kurulu yerleşim yerlerinin önemli tehdit altında olduğunu işaret etmektedir. Yakın geçmişte meydana gelen 17 Ağustos 1999 Gölcük, 12 Kasım 1999 Düzce ve 23 Ekim 2011 Van depremleri ile yaşanan olumsuzluklar bu gerçeğin en önemli kanıtlarındandır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve jeofizik çalışmalara ait lokasyon noktaları.

Bu itibarla Isparta ilinin Burdur-Fethiye Fayı, Isparta açısı ve Akşehir fayı gibi önemli tektonik unsurlar tarafından çevrilmiş olması sismolojik anlamda kritik bir bölgede yer aldığını göstermektedir. Öte yandan Isparta ve yakın çevresinde mikro deprem etkinliği de sürmektedir. Mikro deprem aktivitesi bölgedeki tektonik hareketliliği göstermesi bakımından önemlidir. Bu depremlerden bazılarının episantr noktası yerleşim merkezi içerisine düşmektedir. Bu aktivitenin Koçyiğit ve Özaçar, (2003)'nin bölgede gösterdikleri lokal faylanmalardan kaynaklandığı düşünülebilir. Dolayısıyla, zemin yapısının bilinmesi deprem etkilerinin tahmin edilmesinde oldukça etkilidir. Isparta havzasında günümüze değin ana kaya derinliğine ilişkin geniş kapsamlı elde edilmiş veriye dayanan bir çalışma mevcut değildir. Bu amaçla havzadaki çökel kalınlık dağılımını belirlemek amacıyla jeofizik gravite ve sismik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanı ve jeofizik çalışmalara ait lokasyonlar Şekil-1' de verilmiştir.

Ayrıca çalışma alanında çeşitli amaçlarla açılan sondaj verilerinden de yararlanılmıştır. Jeofizik yöntemlerin değerlendirilmesinden, bölgedeki ana kaya derinliğinin ortalama 510 m olduğu ve batıdan doğuya doğru ortalama 110 m kadar topoğrafyanın derinleştiği görülmektedir. Ayrıca havzayı KB-GD yönünde boydan boya kesen bir lokal fay olmak üzere çok sayıda kırık yapısının var olduğu izlenmektedir.

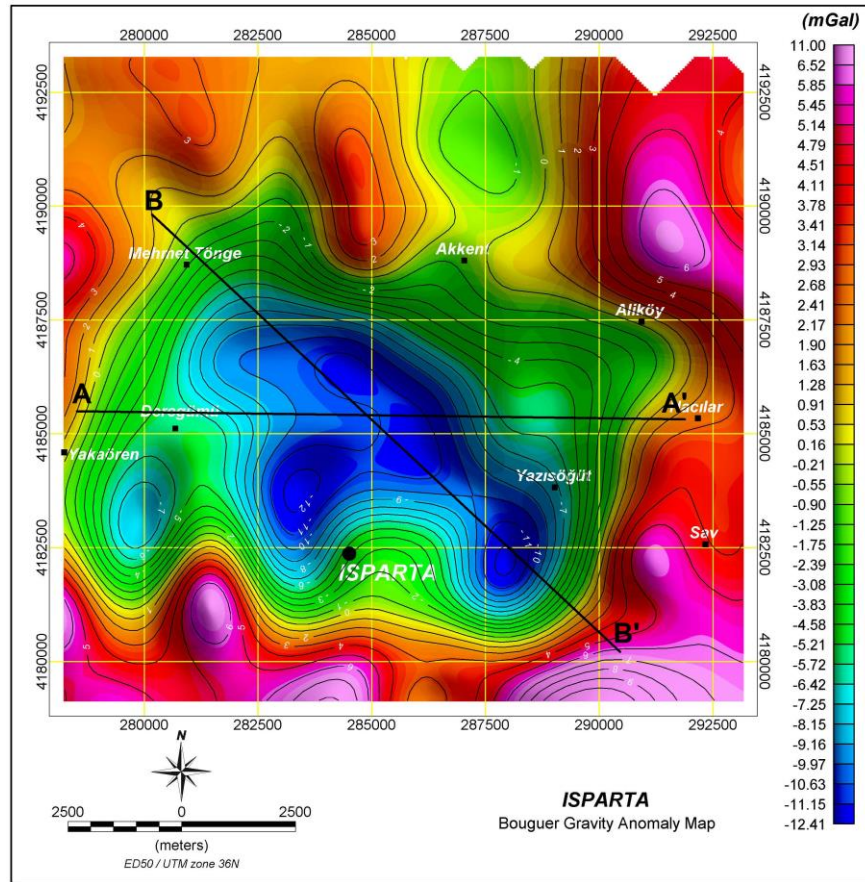
2. Jeoloji ve Tektonik

Jeolojik konumu bakımından, Isparta Büklümü'nün ortasında yer alan Isparta ili-Merkez ilçesi, bölgesel tektonikten önemli ölçüde etkilenmiş olan Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı bir stratigrafik-jeolojik yapı üzerinde bulunmaktadır. İnceleme alanı ve çevresinde temel birim olarak Söbüdağı Formasyonu istiflenmiştir. Formasyon kalın tabakalı ve/veya masif kireçtaşıdan oluşur. Bu temel birim üzerine Kızılkırma Formasyonu diskondaslı olarak gelmektedir. Birim şeyl, kıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşı litolojisine sahiptir. İstif daha sonra fliş istifinden oluşan birim ile uyumlu stratigrafi sunmaktadır. Fliş istif kumtaşı, çakıltaşı, kırıntılı kireçtaşı ve kıltaşıdan oluşur. Senozoyik dönemde bölgede aktif volkanizma ürünleri olan birimler yer alır. Bunlar andezit ve trakiandezitten oluşan Gölcük volkanitleri ve tüf, tüfit ve pomza taşından ibaret kayaçlardır. İnceleme alanının güneyinde alüvyon birimle olası dokanaklı olarak ise piroklastiklerden oluşan volkanik malzemeler kuzeye doğru yayılım göstermektedir. Çakıl, kum, kil ve silt boyutundaki gereçlerden oluşan Alüvyon ise inceleme alanı ve çevresinde önceki birimleri diskordanslı olarak örten en genç birim olarak göze çarpmaktadır.

Isparta ilinde Paleotektonik ve Neotektonik döneme ait tektonik etkilerle oluşan, genel olarak Hersiniyen ve Alpin orojenezleri (dağ oluşum evreleri) ile şekillenen tektonik hatlar bulunmaktadır. Günümüzde tektonik yönden aktif olan Isparta, Burdur, eski jeolojik devirlerde de yapısal gerilmelerin etkisi altında kalmış ve değişik tür kırıklı, kırıklı, bindirmeli ve faylı yapılar kazanmıştır [6]. Kuzey kesimi "Göller Bölgesi" olarak da anılan Isparta Büklümü, kabaca Denizli, Fethiye, Alanya, Antalya, Akseki, Ahırlı, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlanır [8]. Isparta Ovası ise, Isparta açısının kuzey merkezi civarlarında yer almaktadır. KD gidişli Burdur Fay Zonu, Isparta üçgenininim batı kenarını; KB gidişli Akşehir Fay Zonu doğu kısmını oluşturur [9]. Bu tektonik yapı içerisinde Isparta ve Burdur'a ait deprem aktivitesi oldukça yüksektir [12, 1].

3. Materyal ve Uygulanan Yöntemler

Isparta Havzasında ana kaya derinliğini tespit edebilmek amacıyla jeofizik yöntemlerden gravite ve sismik yansıma çalışmaları planlanmıştır. Gravite çalışmasında doğu-batı yönünde 108 adet gravite ölçüsü alınmıştır (Şekil-1). Arazi ölçümleri esnasında Scintrex CG-5 Autograv gravite cihazı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışma alanının doğusunda SY-1 ve batısında da SY-2 olmak üzere 2 adet sismik yansıma profilleri alınmıştır. Sismik yansıma çalışmasında ise 24 kanallı Geode Ultra-Light sismografi ve 28Hz P jeofonları kullanılarak veri kazanımı işlemi gerçekleştirilmiştir. Yüzeiden itibaren temele doğru olan jeolojik tabakalanmayı belirlemek amacıyla elde edilen bu kesitlerin sondaj verileri ile korelasyonu da yapılmıştır.



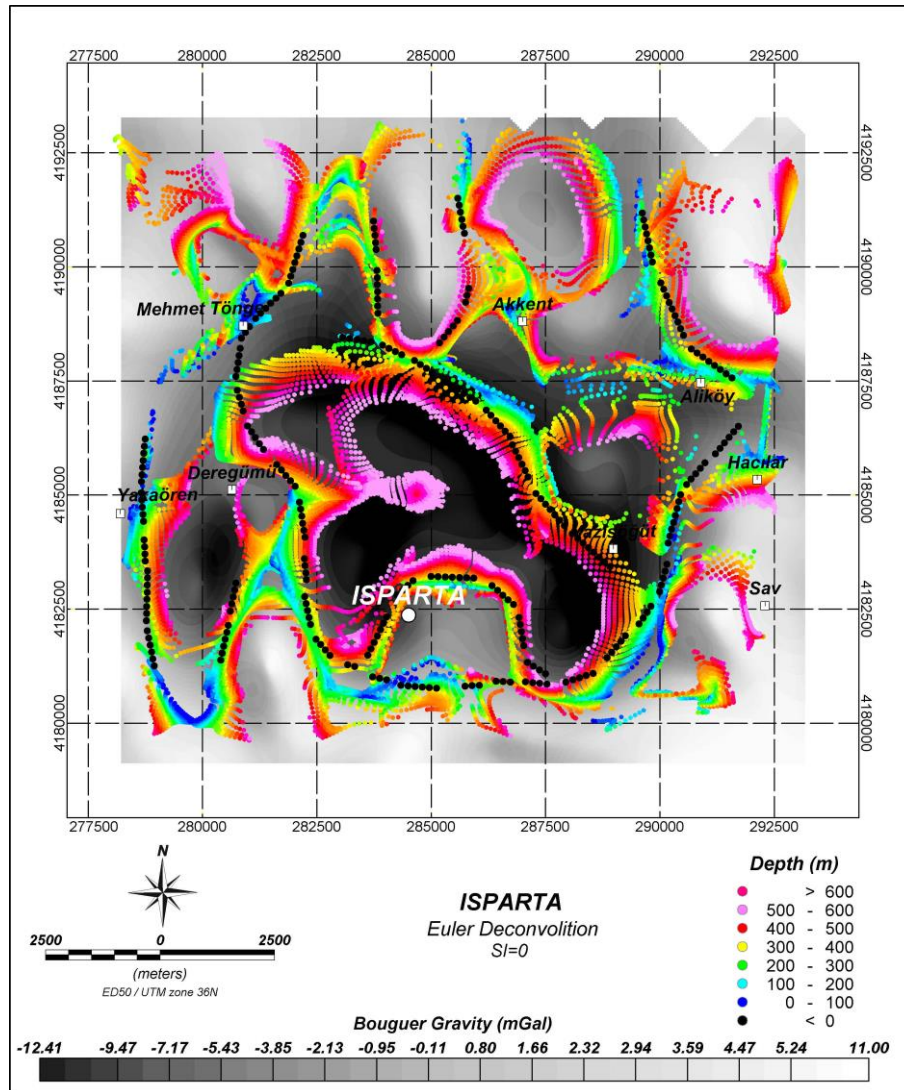
Şekil-2. Çalışma alanına ait Bouguer gravite haritası.

3.1. Gravite Yöntemi (Euler Dekonvolüsyon)

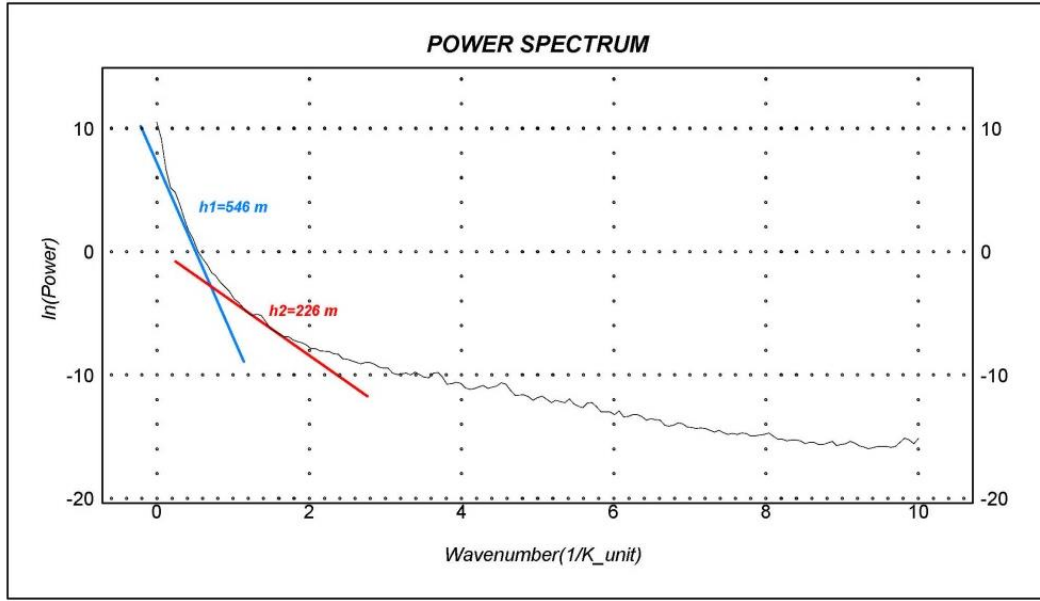
Bu çalışmada, gravite verilerine pratik ve hızlı derinlik çözümleri üreten Euler dekonvolüsyon tekniği uygulanmıştır. Euler dekonvolüsyon yöntemi ilk olarak [14] tarafından manyetik profil verilerine uygulanmıştır. [11] ise, yöntemi geliştirerek gridlenmiş manyetik verilere uygulamışlardır. Euler dekonvolüsyonunun gravite verilerine uygulanmasını ise [15], [2], [7], [10], [3], ve [4] tarafından yapılmıştır. Bu yaklaşımla gravite anomalilere neden olan yeraltı

yapılarının derinlikleri ve konumları belirlenerek elde edilen derinlikler yardımı ile yeraltı yapısı kolayca modellenebilmektedir.

Şekil-2’de bouguer haritası üzerinde görüldüğü üzere A-A’ ve B-B’ doğrultularında kesitler alınarak, derinlik hesaplamaları yapılmıştır. Kesitler bouguer anomali haritası üzerinde konturların yoğunlaştığı bölgelerden alınmıştır. Ayrıca Bouguer gravite verilerine uygulanan Euler dekonvolüsyonu çözümleri ile elde edilen çizgisellikler Şekil-3’ de görülmektedir. A-A’ kesiti 14.5 km, B-B’ kesiti ise 16 km uzunluğundadır. Bu kesitlerden elde edilen derinlik bilgisini kontrol etmek amacı ile bouguer gravite anomali değerleri Spector and Grant (1970)’in önerdiği gibi iki boyutlu Fourier dönüşümü yapılarak güç spektrumu oluşturulmuştur (Şekil-4).

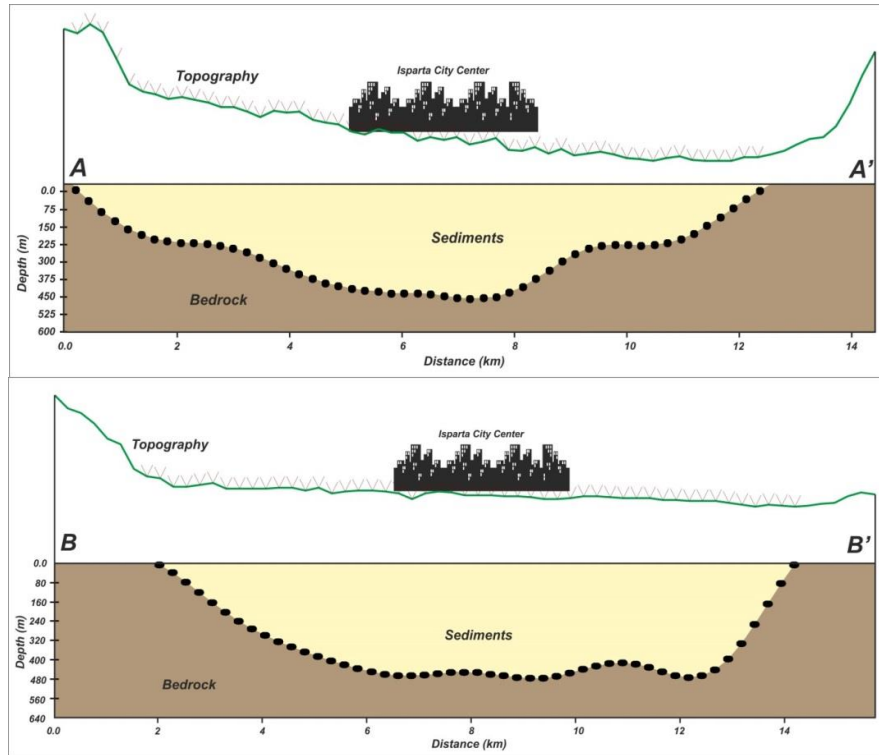


Şekil-3. Bouguer gravite verilerine uygulanan Euler dekonvolüsyonu çözümleri.



Şekil-4. Bouguer Garvite anomali verisinden elde edilen güç spektrumu

Buna göre, A-A' kesitinin çözümlerinden, en derin nokta olarak kesitin başlangıcından 7 km mesafede bulunan ~ 450 m değeri, B-B' kesitinin ise başlangıçtan itibaren 9. km'sine karşılık gelen derinlik değeri olan yaklaşık ~ 480 m bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil-5. AA' ve BB' kesitlerine ait derinlik çözümleri.

3.2. Sismik Yansıma Yöntemi

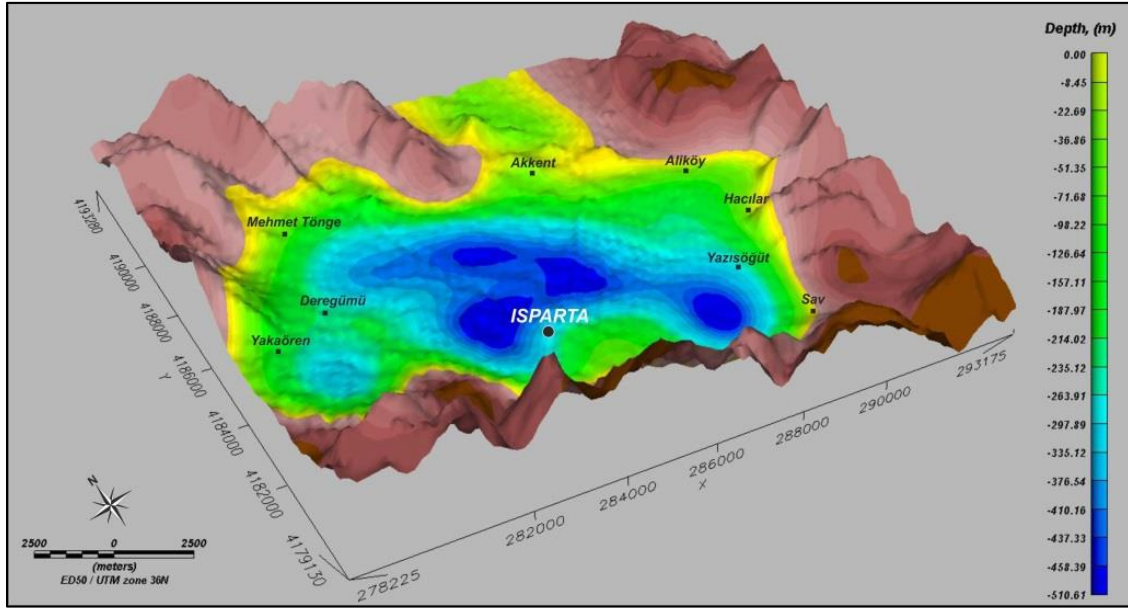
Sismik yansıma yöntemi yeraltı görüntüleme teknikleri içinde ilk sırada yer almaktadır. Özellikle petrol ve hidrokarbon aramaları, fay ve tektonik kontakların tespiti ile jeolojik stratigrafik modelleme çalışmalarında oldukça başarılıdır [16]. Bu amaçla, Isparta havzasının hem jeolojik hemde tektonik yapısını aydınlatmak amacıyla 2 adet çok kanallı sismik yansıma çalışması yapılmıştır. Bu kesitler üzerinde ki düşey ve yanal çözünürlük sırasıyla 10 m. ve 20 m. gibi değerlerde olmuştur. Bu parametreler ile havzanın 150-250 m derinlik seviyesindenki sedimanların tabakalaşması ve tektonik olayların detaylı bir şekilde görüntülenmesi sağlamıştır.

Havzanın doğu kenarında alınan SY-1 profili D-B uzanımlı olup toplam 1.1 km uzunluğa sahiptir. Yamaç molozu alüvyon boyunca alınan bu profil boyunca yüzeyden derinlere doğru 4 adet jeolojik tabakalanma tespit edilmiştir. Batıdan doğuya doğru derinlere doğru genişleyen bir yapıya sahip olan jeolojik tabakalanmanın 46 SP (shot point = atış noktası) noktasında bir faylanma göze çarpmaktadır. Söz konusu bu faylanma yapısına hem arazide yapılan gözlemsel jeolojik araştırmada hemde gravite çalışmasında rastlanmaktadır. SY-2 profili ise havzanın doğu kenarında ve yaklaşık 2.1 km uzunluğa sahiptir. Bu profilde yamaç molozu alüvyon kontağı boyunca D-B uzanımına sahiptir. Bu kesit boyunca da 5 adet jeolojik tabakalanma ayıt edilmiştir. Her iki profilide kesen sondaj kesitlerinin sismik kesitlerdeki jeolojik tabakalanma ile oldukça uyumlu olduğu görülmektedir (Bu kesitlerin değerlendirilmesi devam ettiği için bu çalışmada yer verilmemiştir).

4.Sonuçlar

Bu çalışmada, Isparta havzasının gravite ve sismik yansıma yöntemleri ile basen yapısının modellenmesi yapılarak ana kaya derinliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Gravite yönteminde Euler dekonvolüsyonu tekniği ile derinlik dönüşümü yapılmıştır. Bouguer haritasından alınan A-A' ve B-B' doğrultularında ki kesitler üzerinde güç spektrumları alınarak bu spektrum değerlerinden ortalama derinlik değerleri hesaplanmıştır. Buna göre, A-A' kesitinin çözümlerinden 450 m, B-B' kesitinin çözümlerinden ise derinlik değeri olarak yaklaşık 480 m hesaplanmıştır. Isparta havzasının doğu kenarından SY-1, batı kenarından ise SY-2 sismik yansıma profili alınmıştır. Bu kesitler sadece havza kenarındaki basenin tabaklaşma durumu ve bu tabakalaşmanın basen içerisine nasıl bir dalım yaptığının görüntülenmesinde kullanılmıştır. Bu yüzden sismik yansıma kesitlerinden elde edilen derinlik bilgileri sadece basen kenarındaki havza kalınlığını temsil etmektedir.

Euler dekonvolüsyonu, güç spektrumu, sismik yansıma ve çeşitli sondaj kütüğü bilgileri bir arada değerlendirilerek Şekil-6'da oluşturulan basen derinlik haritasında, havzanın en derin yerinin 510 m civarında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil-6. Çalışma alanına ait 3 boyutlu derinlik ve yapı modeli.

Sismik kesitlerde belirlenen jeolojik tabakaların stratigrafik yapısı, havza içinde çeşitli amaçlarla açılmış olan sondaj profilleri ile paralellik gösterdiği izlenmektedir. Ayrıca SY-1 nolu sismik yansıma kesitinin 46 SP noktasında bir faylanmadan kaynaklı bir yapının olduğu net bir şekilde tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Isparta baseninin 3 boyutlu derinlik yapı modeli oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçların, bölgede yeni yerleşim alanlarının planlanmasına ve deprem master planlarının hazırlanmasına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen 114Y836 nolu “Isparta Havza Yapısının Jeofizik Yöntemler ile Modellenmesi ve Senaryo Deprem Sismik Tehlike Haritalarının Hazırlanması” isimli proje kapsamında yapılmıştır.

Kaynaklar

[1] Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F. and Şengör A. M. C., 1997, The Isparta Angle: Its importance in the neotectonics of the Eastern Mediterranean region. International Earth Sciences Colloquium on the Aegean region, 9-14 October 1995, Proceeding, Vol 1., 3-17.

- [2] Corner, B. and Wilsher, W. A. (1989) : Structure of the Witwatersrand basin derived from interpretation of the aeromagnetic and gravity data, in Garland, G. D., Ed., Proceedings of exploration '87, third decennial international conference on geophysical and geochemical exploration for minerals and groundwater: Ontario Geol. Survey, Special Vol. 3, 532-546.
- [3] Fairhead, J. D., Bennet, K. J., Gordon, R. H. and Huang, D. (1994) : Euler: Beyond the 'Black Box', 64th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 422-424.
- [4] Huang, D., Gubbins, D., Clark, R. A. and Whaler, K. A. (1995) : Combined study of Euler's homogeneity equation for gravity and magnetic field, 57th Conf. & Tech. Exhib., Euro. Assoc. Expl. Geophys, Extended Abstracts, 144.
- [5] Kanbur, Z ve Etiz, A. 2005. "Isparta Havzası'nın Ana Kaya Derinliğinin Belirlenmesi", Kocaeli Deprem Sempozyumu, 2005, Kocaeli.
- [6] Karaman, M.E. (1994). Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. T.J.K. Bülteni, 37 (2), 119-134, Ankara.
- [7] Klingele, E. E., Marson, I. and Kahle, H. G. (1991) : Automatic interpretation of gravity gradiometric data in two dimensions: Vertical gradients, Geophysics Prospection, 39, 407-434.
- [8] Koçyiğit, A. (1983). Hoyran gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği. TJK Bülteni, 26/1, 1-10, Ankara.
- [9] Koçyiğit, A and Özacar, A. 2003. Extensional neotectonic regime through the NE edge of the outer Isparta Angle, SW Turkey: New field and seismic data. Turkish Journal of Earth Sciences 12, 67-90.
- [10] Marson, I. and Klingele, E. E. (1993). Advantages of using the vertical gradient of gravity for 3D interpretation, Geophysics, 58, 1588-1595.
- [11] Reid, A.B., Allsop, J.M., Granser, H., Millett, A.J. and Somerton, I.W., 1990. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution, Geophysics, v 55, 80-91.
- [12] Soysal, H., Sipahioglu, S., Kolçak, D., Altınok, Y. 1981. Türkiye ve Yakın Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (BC 2100-1900 AD), TBAG, 341, İ.Ü. Yer Bilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [13] Spector, A., and Grant, F.S. 1970, Statistical models for interpreting aeromagnetic data. Geophysics 35, 293-302.
- [14] Thompson, D.T., 1982, EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data, Geophysics, v 47, 31-37.
- [15] Wilsher, W.A., 1987, A structural interpretation of the Witwatersrand Basin through the application of automated depth algorithms to both gravity and aeromagnetic data: Unpubl. M.Sc. dissertation, University of the Witwatersrand, Johannesburg, 70 p.
- [16] Yılmaz, O. 1987, Seismic data processing: Society of Exploration Geophysicists, 526 p.