

Sismik yansıma ve gravite verilerinden saros körfezi'nin temel yapısının incelenmesi

Günay Beyhan^{1*}, Ayhan Keskinsezer², Ali Silahtar³

06.10.2016 Geliş/Received, 02.12.2016 Kabul/Accepted

doi: <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.284225>

ÖZ

Saros Körfezi, Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın kuzey kolu üzerinde yer almaktadır. Sismik yansıma verileri, güncel bilgiler ışığında yorumlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile Saros Körfezi'nin batimetrik, stratigrafik ve yapısal açıdan farklı özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Sismik yansıma sonuçlarına göre Pliyo-Kuvaterner çökellerinin kalınlığı körfezin tabanında yaklaşık 40–250 m. civarındadır. Gravite verilerinin Euler dekonvolüsyonu ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilen derinlik değerlerinin de sismik sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir. Bu amaçla, alınan gravite verilerine 3 boyutlu Euler dekonvolüsyon tekniği uygulanmış ve temele kadar olan basen derinliği yaklaşık 510 m olarak hesaplanmıştır. Buna göre, Saros Baseni geniş ve derin bir yapıya sahip olup, oluşum mekanizmasını incelediğimizde, ana fayın güney kenarda ve doğrultu atımlı (KAF'nın kuzey kolu), ikincil faylanmanın ise kuzey kenarda ve normal faylardan oluştuğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sismik Yansıma, Gravite, Euler Dekonvolüsyonu, KAF

Investigation of Basement Structure from Seismic Reflection and Gravity Data of the Saros Gulf, Turkey

ABSTRACT

Saros Gulf lies along the north and south blocks of North Anatolian Fault (NAF) respectively. Seismic reflection data is interpreted in the light of current information. As a result of these studies, the Saros Gulf bathymetric, stratigraphical and structural features those were different from the angle. According to the results of seismic reflection Plio-Quaternary sedimentary thickness of the Saros Gulf in the base of approximately 40-250 m. is around. 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. Evaluation data as a result of gravity with Euler deconvolution depth values obtained are seen to be compatible with the seismic results. Accordingly, the Saros has a broad in the beam and a deep structure. When we examine the formation mechanism of the Saros Gulf, the main fault line in the south of the border with slip (northern branch of NAF), the secondary fault and normal fault from the north side is understood to occur.

Keywords: Seismic Reflection, Gravity, Euler Deconvolution, NAF

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

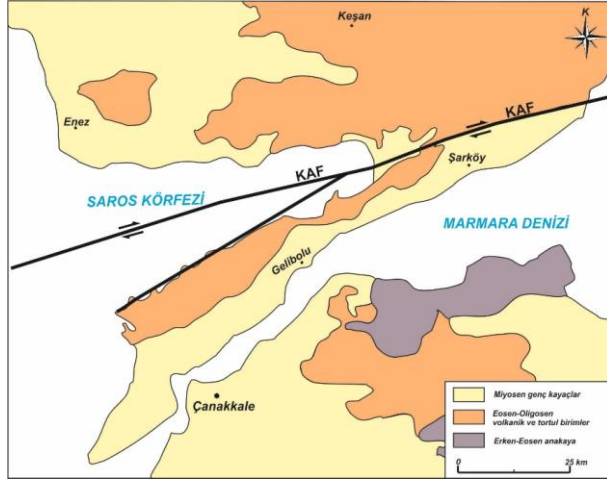
1 Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Sakarya - gbeyhan@sakarya.edu.tr

2 Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Sakarya - ayhank@sakarya.edu.tr

3 Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, Sakarya - asilahtar@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bu çalışmada, Saros Körfezi'nin tektonik özelliklerinin incelenmesi amacıyla, TPAO'nun değişik tarihlerde MTA SİSMİK-1 ve R/V EUROPA gemileri ile ölçülen Saros Körfezi'ne ait 9 adet sismik yansıma kesiti, MTA'dan alınan bouguer gravite haritası ve Saros-1 kuyusu verileri kullanılmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanının jeoloji ve tektonik haritası (Geology and tectonic map of the study area).

KAF'nın kuzey kolu üzerinde şekillenen Saros Körfezi Trakya Baseni'nin güneybatı kenarını oluşturmaktadır [1, 2, 3]. Saros Körfezi'nin kuzeyinde Enez yarı grabeni ve Hisarlıdağ-Korudağ yükselimi güneyinde ise, Gelibolu Yarımadası'nın kuzey kenarında bulunan antiklinal kanadı şeklinde bir yapı yer almaktadır. Marmara denizi ile olan bağlantısı ise, aktif Ganos fayı ile ayrılmaktadır [4, 5, 6, 7] (Şekil 1). Saros Körfezi'nde daha önce sismik yansıma verileri kullanılarak yapılan çalışmada, körfezin kuzey şelfinde Pliyosen tortullar görülmediği ve bölgede doğrultu atımlı faylanmaya ait herhangi bir belirtiye rastlanmadığı belirtilmiştir [8].

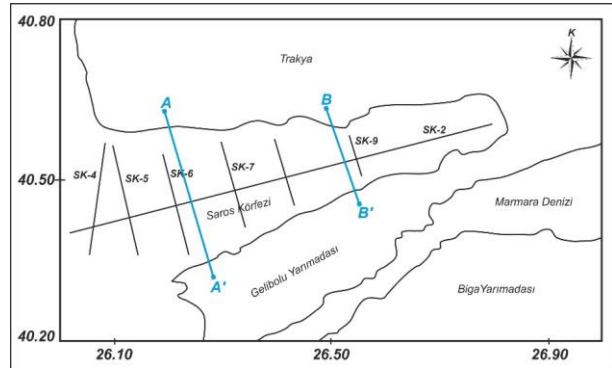
Gelibolu Yarımadası'nın kuzey kenarı boyunca, Eosen-Üst Miyosen yaşlı birimler açıkça izlenebilmektedir. Gelibolu Yarımadası'nın kuzeyinde yer alan çok sayıda bu tabakaların düşey ve devrik konumlu bulunmaları, gerek bu çalışmadaki sismik yorumlar ve gerekse [7, 8, 9, 10, 11] tarafından yapılmış olan çalışmalar göz önüne alındığında, KD-GB yönlü bir faylanmanın sonucunda oluştuğunu düşündürmektedir. Saros Körfezi için basen çökelleri olarak Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı birimler göz önüne alınmıştır. Basenin kuzey ve güney sınırları boyunca görülen normal fayların temel yapıyı da kestiği izlenmektedir. Temeldeki geniş kıvrımların ise KAF'nın etkisi ile basenin oluşumu öncesinde sıkışmaya bağlı olarak gelişmiş kıvrımlar olduğu düşünülmektedir.

2. SAROS KÖRFEZİNİN YAPISAL VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ (Features Structural and Tectonic of Saros Gulf)

Saros Körfezi KAF'nın kuzey kolu üzerinde yer almakta ve Trakya Baseni'nin güneybatı kenarını oluşturmaktadır [1, 2, 3]. Saros Körfezi, Marmara denizinden aktif Ganos fayı ile ayrılmış olup, kuzeyinde Eosen yaşlı kalkalkalen-yüksek potasyumlu volkanitlerden meydana gelmiş Hisarlıdağ-Korudağ yükselimi ve Enez Baseni ile çevrilmiştir [4, 5, 6, 12]. Enez Baseni'nin ise Orta Miyosen yaşlı sedimanlardan oluşmaktadır [13]. Saros Körfezi'nin güneyindeki Gelibolu Yarımadası'nın kuzey kenarında körfezi sınırlayan bir yarı antiklinal yer almaktadır. Bu yapı güneye doğru bindirmeli olup Miyosen çökellerini etkilemektedir. Söz konusu bu yapının KAF'nın ilk oluşum aşamasında fayın transpresyonal yapısı sonucunda meydana geldiğini ancak Saros Körfezi'ni oluşturduktan sonra pasif rol oynadığı ifade edilmektedir [14].

3. SİSMİK KESİTLER İLE GRAVİTE VERİLERİNİN ELDE EDİLMESİ VE YORUMLANMASI (Interpretation and Acquisition of Gravity Data with Seismic Sections)

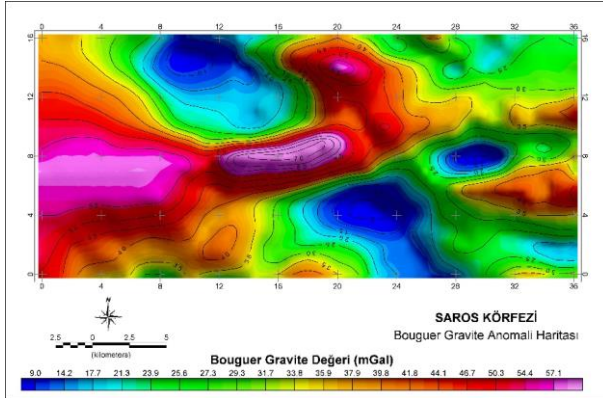
İnceleme alanına ait sismik yansıma profillerinin toplam uzunluğu 255 km'dir. 48 kanallı olarak alınan kayıtlarda atış noktaları arası uzaklık 50 m, istasyonlar arası uzaklık ise 25 m olan profillerin ortalama kayıt uzunlukları 5 sn ve örnekleme aralığı 4 ms olarak seçilmiştir.



Şekil 2. Saros Körfezi sismik yansıma profilleri haritası (Seismic reflection profiles map of Saros Gulf).

Şekil 2'de ki haritada, Saros Körfezi'ne ait sismik yansıma kesitlerine ait lokasyon haritası görülmektedir. Ayrıca inceleme alanına ait bouguer gravite haritası ise, Şekil 3'de görülmektedir.

G. Beyhan ve diğ. / Sismik yansıma ve gravite verilerinden saros körfezi'nin temel yapısının incelenmesi

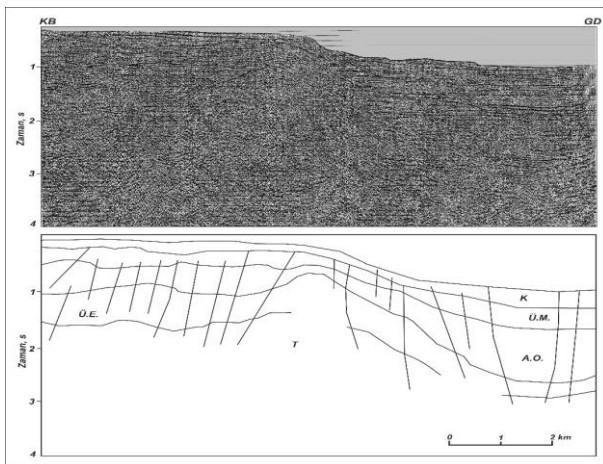


Şekil 3. Saros Körfezi'nin bouguer gravite haritası (MTA) (Bouguer gravite map of Saros Gulf).

3.1. Sismik Yansıma Kesitlerinin Yorumlanması (Interpretation of Seismic Reflection Sections)

İnceleme alanına ait 7 adet profilin 1'i körfezin uzanımına paralel, 6'sı ise dik yönlüdür. Bu profillerden SK-9, SK-7 ve SK-6 adlı profillere ait yansıma kesitleri ve yorumları sırasıyla Şekil 4, 5 ve 6' da verilmiştir. KB-GD uzanımlı olan bu sismik yansıma kesitlerinde Saros Baseni'nin tabanının Kuvaterner çökelleri ile örtülü olduğu görülmektedir.

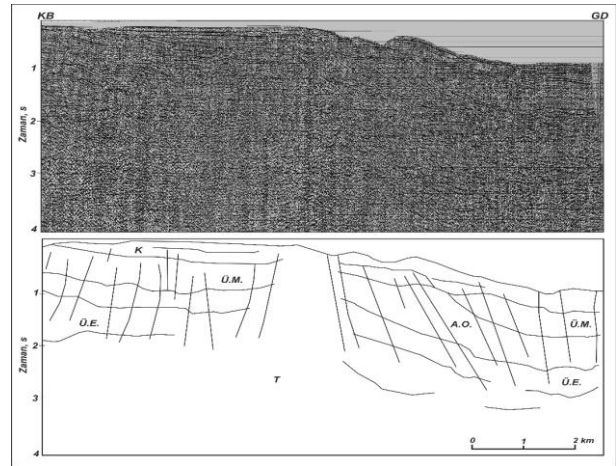
Pliyo-Kuvaterner yaşlı istif kalınlığı, körfezin kuzey şelfi boyunca 40-60 m arasında değişirken, güney çukurluğun iç kısımlarına doğru 200-250 m'yi aşmaktadır. SK-9 nolu sismik yansıma kesitinde en üstte Kuvaterner yaşlı çökeller yer almaktadır. Ancak bu tortullarda faylanmadan kaynaklı deformasyon izlerine rastlanmamaktadır. Söz konusu fayların eğim atımlı normal faylar oldukları ve birbirlerine paralel olarak uzandıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Saros Körfezi'ne ait SK-9 nolu sismik yansıma kesiti (Seismic reflection section numbered SK-9 of Saros Gulf).

Kuvaterner yaşlı sedimanları temel yapıya kadar 3 adet jeolojik formasyon izlemektedir. SK-7 nolu sismik

yansıma kesitinde çöküntü alanının kuzey sınırında küçük bir antiklinal yapı görülmektedir. Temel yapıdan itibaren gelişmiş olan bu yapıda refleksiyon izlerine çok az rastlandığından, bunun volkanik aktivite ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Antiklinalin her iki yanında da izlenen faylar, kanatlar boyunca temele kadar uzanmaktadır. Ayrıca kesitte temel birim ile birlikte toplamda 5 adet jeolojik formasyon ayırt edilmiştir. SK-6 nolu sismik yansıma kesitinde ilk göze çarpan durum SK-7 nolu kesitte görülen antiklinal yapının burada da görülmesidir. Benzer şekilde sismik kesitlerde izlenen faylar da temel birime kadar inmektedir. Temel yapı belirsiz bir şekilde görülmesine rağmen, fayların grabenin orta kesimlerinde Kuvaterner yaşlı tortulları da kestiği net olarak izlenmektedir.



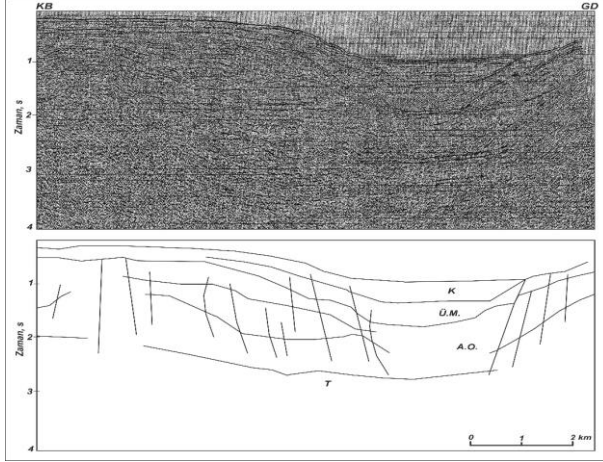
Şekil 5. Saros Körfezi'ne ait SK-7 nolu sismik yansıma kesiti (Seismic reflection section numbered SK-7 of Saros Gulf).

Bunun sonucunda günümüzde de tektonik aktivitenin devam ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca profilin kuzey kenarlarında kıvrımlı yapıların olduğu ve bunların da KAF'nın sıkışmaya bağlı doğrultu atımlı karakterinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır [15].

3.2. Gravite Yöntemi ve Euler Dekonvolüsyon (Gravity method and Euler Deconvolution)

Bu çalışmada, Saros Körfezi'ne ait gravite verilerine derinlik çözümleri üreten Euler dekonvolüsyon tekniği uygulanmıştır. Euler dekonvolüsyon yöntemi ilk olarak [16] tarafından manyetik profil verilerine uygulanmıştır. [17] ise, yöntemi geliştirerek gridlenmiş manyetik verilere uygulamışlardır. Euler dekonvolüsyonunun gravite verilerine uygulanmasını ise [18], [19], [20], [21], [22], ve [23] tarafından yapılmıştır. Bu yaklaşımla gravite anomalilere neden olan yeraltı yapısının derinlikleri ve konumları belirlenerek elde edilen derinlikler yardımı ile yeraltı yapısı kolayca modellenabilmektedir.

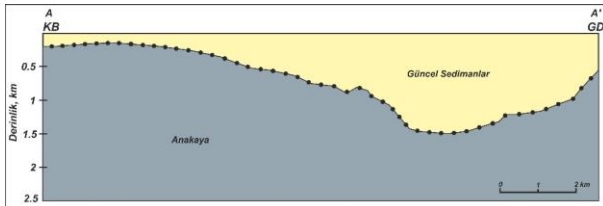
G. Beyhan ve diğ. / Sismik yansıma ve gravite verilerinden saros körfezi'nin temel yapısının incelenmesi



Şekil 6. Saros Körfezi'ne ait SK-6 nolu sismik yansıma kesiti (Seismic reflection section numbered SK-6 of Saros Gulf).

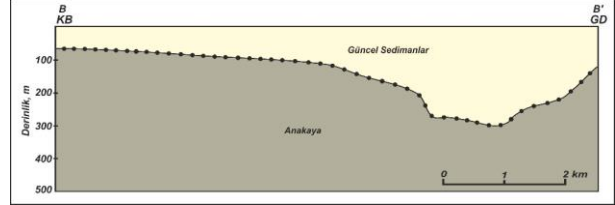
Şekil 3'de bouguer haritası üzerinde görüldüğü üzere A-A' ve B-B' doğrultularında kesitler alınarak, derinlik hesaplamaları yapılmıştır. Kesitler bouguer anomali haritası üzerinde konturların yoğunlaştığı bölgelerden alınmıştır. Ayrıca Bouguer gravite verilerine uygulanan Euler dekonvolüsyonu çözümleri ile elde edilen çizgisellikler Şekil 3'de görülmektedir. A-A' kesiti 1500 m, B-B' kesiti ise 300 m uzunluğundadır.

Saros Körfezi'ne ait gravite verilerinin değerlendirilmesi ile alınan A-A' ve B-B' gravite kesitleri ise, Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. Buna göre, sismik kesitlerin yorumundan, Saros Körfezi'ne ait basen çökellerinin Gelibolu Yarımadası'nı sınırlayan ana faya incelerak son bulunduğu ve bu fayın bu bloğunda temel yapının ortaya çıktığı görülmektedir.



Şekil 7. Euler Deconvolution derinlik çözümü ve A-A' kesiti (A-A' Section and Euler Deconvolution depth solution).

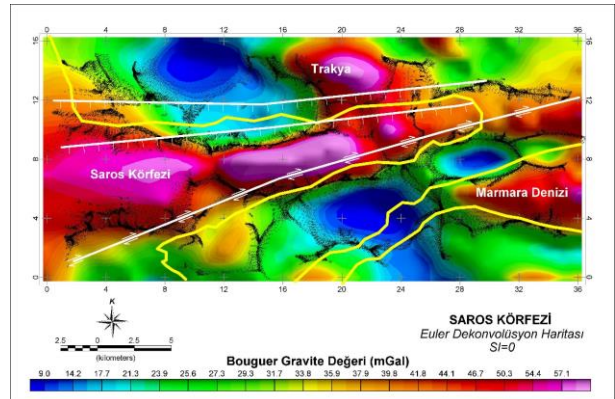
Saros Körfezi için basen çökelleri olarak Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı birimler göz önüne alınmıştır. Basenin her iki sınırı boyunca görülen normal fayların temel yapıyı da kestiği izlenmektedir. Temeldeki geniş kıvrımların ise KAF'nın etkisinde Saros Baseni'nin oluşumu öncesinde sıkışmaya bağlı olarak gelişmiş kıvrımlar olduğu düşünülmektedir.



Şekil 8. Euler Deconvolution derinlik çözümü ve B-B' kesiti (B-B' Section and Euler Deconvolution depth solution).

4. SONUÇLAR (Results)

Saros Körfezi asimetrik iki şelfe sahip olup, basen batıya doğru derinleşmektedir. Dar olan güney şelften Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu olan Gelibolu segmenti geçmektedir. Sismik, gravite ve Saros-1 kuyusu verileri beraber değerlendirildiğinde, Saros Baseni'nin çökellerinin ($\approx 40-250$ m) ve yaşının Üst Pliyosen-Kuvaterner yaş aralığında oldukları anlaşılmıştır. Şekil 9'da görüldüğü üzere, Saros Körfezi'nde ana fay, güney kenarda ve doğrultu-atımlı (Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu), ikincil faylanma ise kuzey kenarda ve normal faylardan oluşmaktadır.



Şekil 9. Saros Körfezi'ne ait sismik yansıma ve gravite sonuçlarından elde edilen tektonik yapı modeli (The tectonic structure model obtained from seismic reflection and gravity results of Saros Gulf).

Gravite verilerinden hesaplanan Euler derinlik çözümleri incelendiğinde, körfezin doğusundan alınan A-A' gravite kesitine göre temel derinliğin ortalama 1500 m, B-B' kesitine göre 300 m olduğu hesaplanmıştır. Yine sismik kesitlerden Saros Körfezi'nin dolgusunun birbirinden açılma uyumsuzlukla ayrılan Kuvaterner ve Miyosen yaşlı çökel istiflerinden oluştuğu anlaşılmaktadır. Ancak, körfezin kuzey şelfi boyunca Geç Pliyosen yaşlı Enez formasyonu dip tekneye kadar rahatlıkla izlenebilmektedir. Körfez dolgusunun temelini ise Trakya Baseni'nin Eosen-Oligosen yaşlı istifi oluşturmaktadır. Sismik kesitlerden elde edilen bir diğer sonuçta, körfezin kuzey şelfindeki Kuvaterner yaşlı çökellerde faylanmaya rastlanmamış olmasıdır. Saros Körfezi'nin temelini Alt Eosen yaşlı sedimanter tabakalar oluşturmaktadır.

G. Beyhan ve diğ. / Sismik yansıma ve gravite verilerinden saros körfezi'nin temel yapısının incelenmesi

İnceleme alanının karadaki devamında ise; körfezin kuzeydoğusunda yer alan Kavak köyü ile Gaziköy arasındaki yaklaşık 40 km'lik hat boyunca KAF, sağ yanal doğrultu atımlı geometriye sahiptir. Arazi gözlemlerinde ise drenaj sistemlerinde 3,5 m ile 26 m arasında değişen yanal ötelenmeler, birçok uzamış sırt, çöküntü alanı ve çöküntü gölü gözlenmektedir [24]. Ayrıca Kuzey Anadolu Fayına ait olan Gaziköy-Saros segmenti denizde körfezin kuzey kıyısı boyunca devam ederken karada sıçramalı bir yapı (en-echelon style) sunmaktadır. Buna ek olarak bölgede meydana gelen 1912 depreminin yansıma [25] tarafından yapılan paleosismolojik çalışmalarda M.S. 484, 824 ve 1343 tarihli depremler tanımlanmıştır. Bu durum fayın hem körfez içinde hem de karada aktif olduğunu kanıtlayan verilerdendir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] A.A. Barka, and K. Kadinsky-Cade, 'Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity', *Tectonics*, 3, 663-684, 1988.
- [2] A.A. Barka, 'The North Anatolian Fault zone', *Annales Tectonicae*, 6, 164-195, 1992.
- [3] N. Lyberis, 'Tectonic setting of the North Aegean Trough, in: Dixon J.E., Robertson A.H.F. (Eds.), The geological evolution of Eastern Mediterranean', Geological Society Special Publication vol 17, Geological Society, London, pp. 709-725, 1984.
- [4] N.N. Ambraseys, and C.F. Finkel, 'The Saros-Marmara earthquake', *Eng. Struct. Dyn.*, 15, 189-211, 1987.
- [5] D. Kalafat, 'Son yıllarda oluşmuş bazı depremlerin odak mekanizması açısından irdelenmesi', *Deprem Araştırma Bülteni*, 66, 6-20, 1989.
- [6] J N. Pınar, 'Marmara Denizi Havzasının sismik jeoloji meteorolojisi', İ.Ü. Fen Fakültesi Monografileri, 5, pp.64, 1943..
- [7] C. Yaltrak, 'The tectonic history of the Ganos fault system', *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 8(1), 137-150, 1996.
- [8] S. Saner, 'Sedimentary sequences and tectonic setting of Saros Gulf region NE Aegean Sea, Turkey', *Bull Geol Soc Turkey*, 28, 1-10, 1985.
- [9] M. Önal, 'Gelibolu Yarımadası orta bölümünün sedimanter fasiyesleri ve tektonik evrimi, KB Anadolu, Türkiye', *Jeoloji Müh.*, 29, 37-46, 1986.
- [10] M.N. Çağatay, N. Naci, B. Alpar, R. Saatçılar, R. Akkök, M. Sakınç, H. Yüce, C. Yaltrak and İ. Kuşçu, 'Geological evolution of the Saros, NE Aegean Sea', *Geo-Magazine Letters*, 16, 1998.
- [11] R. Saatçılar, S. Ergintav, E. Demirbağ, S. İnan, 'Active faulting geometry of the Aegean Sea from seismic reflection data', *Marine Geology*, 1999.
- [12] M. Sakınç ve C. Yaltrak, 'Güney Trakya Sahillerin Denizel Pleyistosen Çökelleri ve Paleocografyası', *MTA Dergisi* 119, 43-62, 1997.
- [13] O. Tüysüz, A.A. Barka, E. Yiğitbaş, 'Geology of the Saros Graben and surroundings, Northwestern Turkey (Saros grabeni ve çevresinin jeolojisi, Kuzeybatı Türkiye)'. *Deniz Jeolojisi Ulusal Deniz Araştırmaları Programı, Marmara Denizi Araştırmaları Workshop-III, Genişletilmiş Bildiri Özetleri, Ankara Üniversitesi Fen Fak., Jeoloji Müh. Bölümü*, 14-18, 1997.
- [14] O. Tüysüz, A.A. Barka, E. Yiğitbaş, 'Geology of the Saros graben and its implications for the evolution of the North Anatolian fault in the Ganos-Saros region, northwestern Turkey', *Tectonophysics*, 293, 105-126, 1998.
- [15] G. Beyhan, A. Barka, Ö. Alptekin, 'Tectonics of Saros and Edremit Gulfs (NW Turkey) Using Seismic Reflection Data', *AGU (American Geophysical Union), Fall Meeting. EOS, Volume 80, Number 46, November 16, New York, 1999.*
- [16] D.T. Thompson, 'EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data', *Geophysics*, v 47, 31-37, 1982.
- [17] A.B. Reid, J.M. Allsop, H. Granser, A.J. Millett and I.W. Somerton, 'Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution', *Geophysics*, v 55, 80-91, 1990.
- [18] W.A. Wilsher, '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, 1987.
- [19] B. Corner and W.A. Wilsher, '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, 1989.*
- [20] E.E. Klingele, I. Marson and, H.G. Kahle, 'Automatic interpretation of gravity gradiometric data in two dimensions Vertical gradients', *Geophysics Prospection*, 39, 407-434, 1991.
- [21] I. Marson and E. E. Klingele, 'Advantages of using the vertical gradient of gravity for 3D interpretation', *Geophysics*, 58, 1588-1595, 1993.
- [22] J.D. Fairhead, K. J. Bennet, R. H. Gordon and D. Huang, 'Euler: Beyond the 'Black Box'', 64th Ann. Internat. Mtg', *Soc. Expl. Geophys.*, Expanded Abstracts, 422-424, 1994.

G. Beyhan ve diğ. / Sismik yansıma ve gravite verilerinden saros körfezi'nin temel yapısının incelenmesi

- [23] D. Huang, D. Gubbins, R.A. Clark, and K.A. Whaler, 'Combined study of Euler's homogeneity equation for gravity and magnetic field', 57th Conf. and Tech. Exhib., Euro. Assoc. *Expl. Geophys*, Extended Abstracts, 144, 1995.
- [24] E. Altunel, A.A. Barka, S. Akyüz, 'Slip Distribution along the 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake, North Anatolian Fault, Western Marmara'. The 1999 İzmit and Düzce Earthquakes: preliminary results. 341-349, 2001.
- [25] T. Rockwell, A.A. Barka, K. Thorup and S. Akyüz, 'Paleoseismology of the Gaziköy-Saros segment of the NAF, Northwestern Turkey: implication of regional seismic hazard models of Earthquake recurrence'. International Symposium on recent developments on active fault studies, İTÜ, İstanbul, 1997.