

AYDIN-GERMENCİK CİVARI GRAVİTE ANOMALİLERİNİN İKİ BOYUTLU TERS ÇÖZÜMLERİ

Two Dimensional Inversion of the Gravity Anomalies Around Aydın-Germencik

Arzu SEVİNÇ* ve Abdullah ATEŞ**

ÖZET

Aydın-Germencik havzası ve Milas civarına ait gravite anomali profillerinin Levenberg-Marquardt ters çözüm algoritması kullanılarak modelleri oluşturulmuştur. Araştırma sonuçları, kuzeyde Büyük Menderes Grabeni'ndeki çökel tabakanın en derin yerinin 4.6 km, yan kayaca göre yoğunluk farkının -0.2906 Mgm^{-3} ile -0.279 Mgm^{-3} arasında, güneyde Kerme Grabeni'nde ise en büyük çökel derinliğin 4.37 km ve yoğunluk farkının yaklaşık -0.125 Mgm^{-3} olduğunu göstermiştir.

ABSTRACT

Models of gravity anomaly profiles around the Aydın-Germencik region were constructed using the Levenberg-Marquardt algorithm. The results have shown that the Büyük Menderes Graben in the north has a maximum sedimentation thickness of 4.6 km and its density contrast is in between -0.2906 Mgm^{-3} and -0.279 Mgm^{-3} , the Kerme Graben in the south has a maximum sedimentation thickness of 4.37 km and its density contrast is about -0.125 Mgm^{-3} .

GİRİŞ

Yüzey jeolojisine göre kuzeyde D-B doğrultusunda uzanan Büyük Menderes, güneyde ise Kerme grabeni yer almakta ve bu iki graben sisteminin arasında Menderes Masifi bulunmaktadır (Şekil 1).

Tapponnier (1977), Ege Bölgesindeki grabenleşmenin sıkıştırma yönüne paralel olduğu görüşünü öne sürmüştür. Bölgede Paleozoyik, Neojen ve Kuvaterner oluşukları bulunmaktadır.

Bölgenin en eski kayalık topluluğu olan Paleozoyik kristalen şistler, Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey ve güney kenarlarında geniş ölçüde yayılmıştır.

Efes ve Söke'de Miyosen sonu-Pliyosen başı basınç tektoniğiyle oluşan fay çizgilerini kesen, grabenleşmeye ait normal fayların çizgileri bulunmaktadır. Pliyosen sonunda

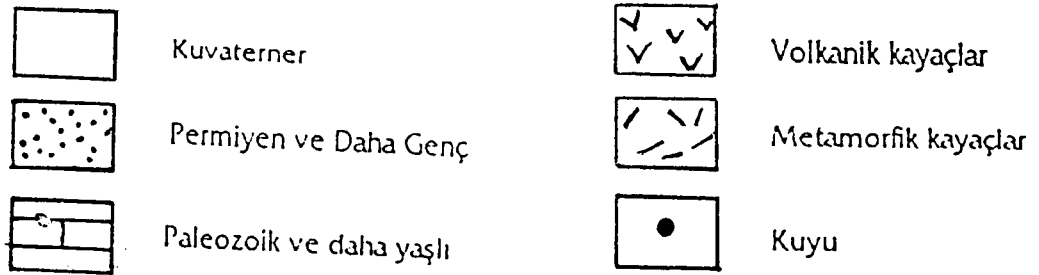
Batı Anadolu'da ve Ege Bölgesi'nde grabenleşme devam etmiştir (Becker-Platen 1970, Dumont ve diğ.1979). Ege Bölgesi'nde fay oluşumlarında Hersiniyen orojenezi ile Alp orojenezleri etkilidir. Hersiniyen hareketlerinin doğrultusu, yaklaşık D-B, Alpin orojenezine ait fayların ise KD-GB veya kısmende K-G'dir.

Dewey ve Şengör (1979), Gondvana'nın Avrasya'ya yaklaşmasıyla oluşan doğu-batı sıkıştırmasının, Kuzey-Güney yönlü gerilmeye neden olduğunu öne sürmüştür.

Paleozoyik'ten sonraki büyük stratigrafik boşluktan sonra çökelen ilk birim Miyosen'e aittir. Miyosen tabanı Söke civarında mostra vermektedir. Magmatik faaliyetle ofiyolitler metamorfikler şeklinde oluşmuş olup, bunların yaşları belirsizdir. Volkanitler ise Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır (Karamanderesi ve Özgüler 1988).

* MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi, ANKARA

** Ankara Üniversitesi, Fen Fak., Jeofizik Müh. Bölümü, ANKARA



Şekil 1. Çalışma alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası

Fig. 1. Simplified geological map of selected area

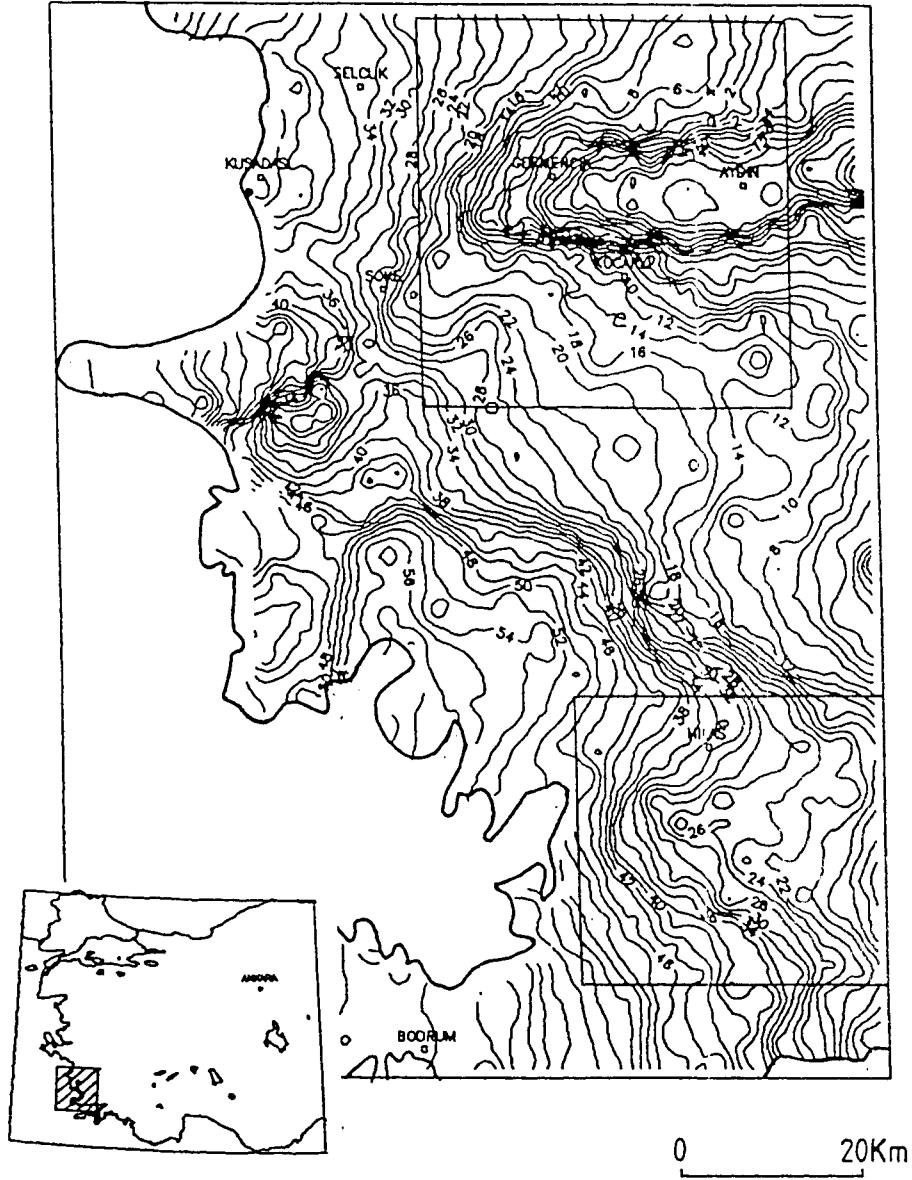
Seyitoğlu ve Scott(1991), batı Türkiye'de kuzey-güney yönünde kabukta görülen gerilmenin ve bununla ilgili çökel havza oluşumunun erken Miyosen'de başladığını öne sürmüştür. Gerilmeye, Paleosen zamanındaki sıkıştırma sonucu kalınlaşan kabuğun neden olduğu düşünülmüştür. Gerilme sıkıştırma fazının durmasıyla başlamıştır. Seyitoğlu ve Scott (1992), Büyük Menderes Graben'inin daha önce düşünülenlerden daha erken olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu görüş, kuzey-güney yönlü genişlemenin Paleosen sıkıştırma fazını takip eden Miyosen'de oluştuğunu desteklemektedir.

Bölgedeki gravimetrik çalışmalar, rejyonel gravite haritası ve yapılan ayrıntılı jeolojik çalışmalar ışığında yürütülmüştür (Akdoğan 1986).

Paton(1992) grabenlerin simetrik olmadığını ve listrik faylar tarafından oluşturulduğunu ileri sürmüştür.

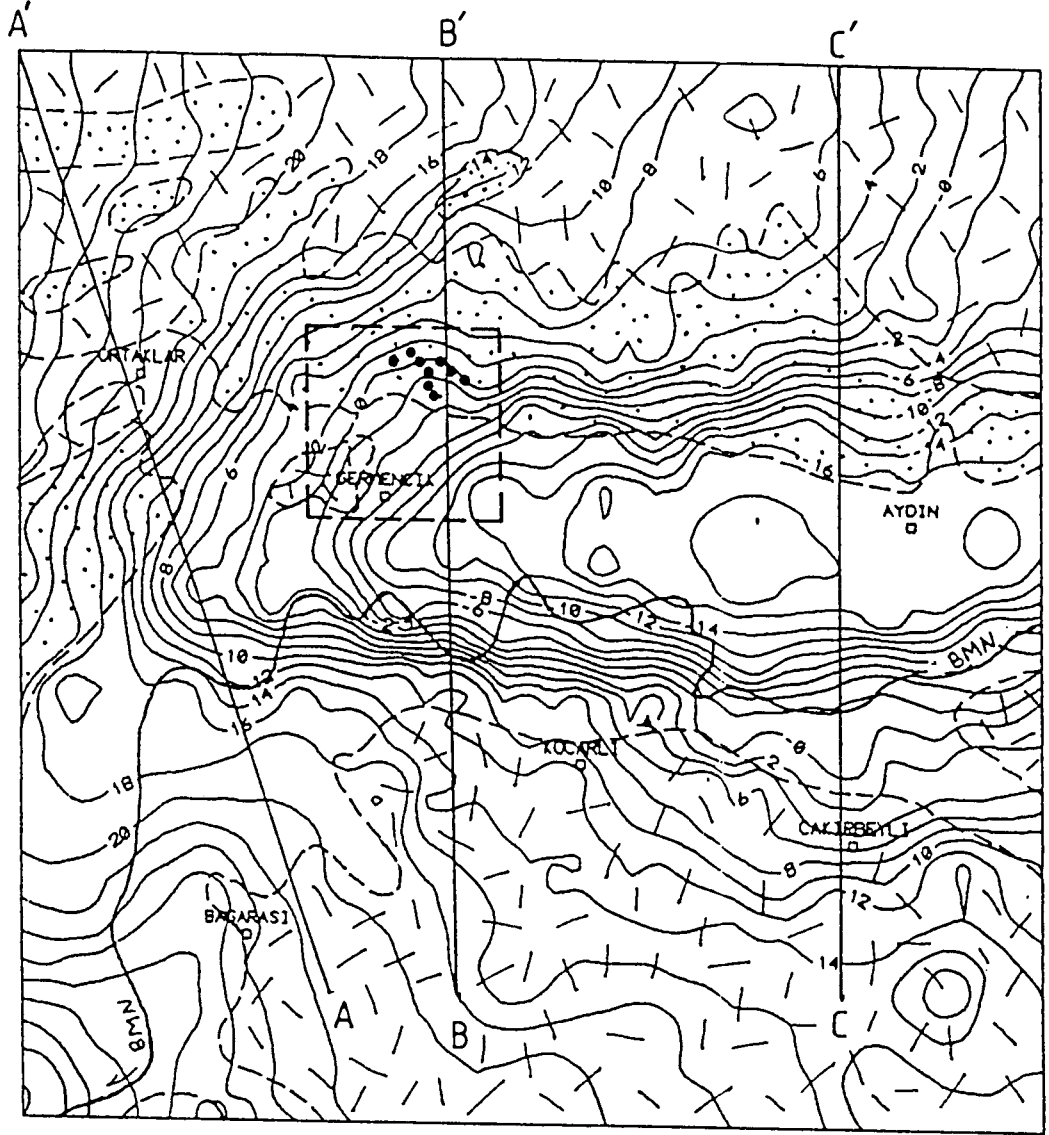
GRAVİTE VERİSİ

Şekil 2'de verilen gravite anomali haritası MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Daire Başkanlığı tarafından 2 km aralıklarla sayısal hale getirilerek bu çalışmada



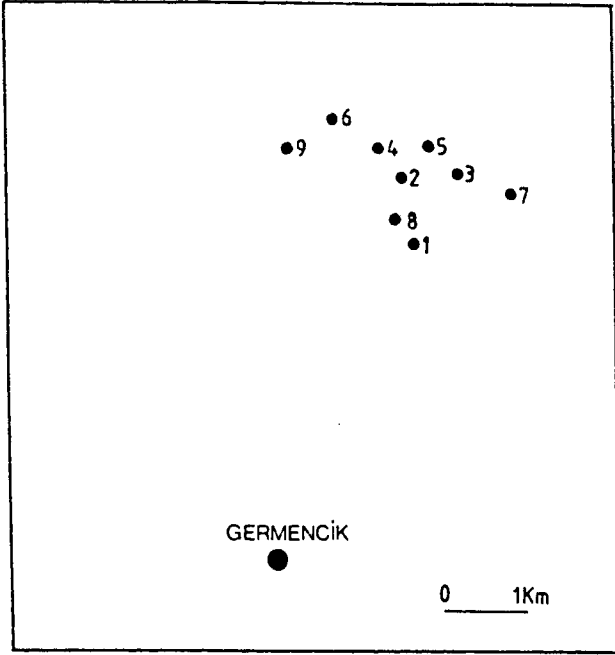
Şekil 2. Güneybatı Ege'ye ait gravite anomali haritası. Kontur aralığı= 2mgal. Kare şeklindeki bölgeler Büyük Menderes ve Kerme Graben'lerini göstermektedir.

Fig. 2. The gravity anomalies of the southwestern Aegean. Contour interval= 2mgal. Squared regions show Büyük Menderes and Kerme Grabens.



Şekil 3. Şekil 2'de gösterilen Büyük Menderes Grabeni'nin gravite anomali haritası ile genelleştirilmiş jeolojisi. Kontur aralığı= 2 mgal

Fig. 3. The gravity anomaly of the Büyük Menderes Graben region in figure 2 and generalized geology is shown. Contour interval = 2 mgal.



Şekil 4. Şekil 3'deki kesik çizgili, kare içindeki Ömerbeyli-Germencik sondajlarının yerleri.

Fig. 4. The boreholes are shown in a square in figure 3 with broken line for the Ömerbeyli-Germencik region

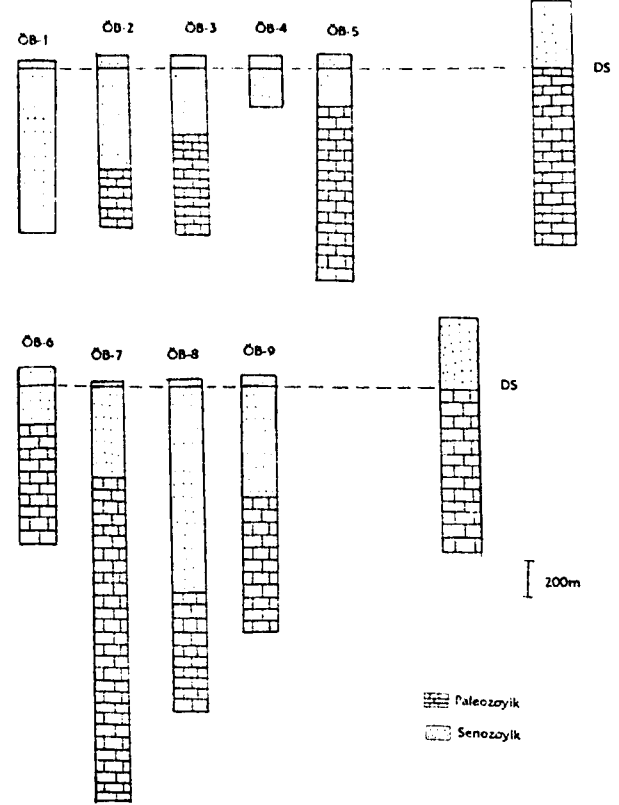
kullanılmak üzere verilmiştir. Gravite anomalileri kuzeyde Aydın-Germencik civarında Büyük Menderes Grabeni, güneyde ise Kerme Grabeni ile iyi korele edilebilmektedirler. Bu bölgelerdeki kontur sıkışmaları da bize bunu göstermektedir. Büyük Menderes ve Kerme Grabenlerinin üzerinde gravite değerleri çevreye göre daha düşük değerler almaktadır.

GERMENCİK-ÖMERBEYLİ JEOTERMAL KUYULARI

Germencik-Ömerbeyli civarında MTA Sondaj Dairesi tarafından 9 adet kuyu açılmıştır. Bölgede açılan en derin arama kuyusu Ömerbeyli-8 olup Paleozoyik temele olan derinliği 1227 m ve sondaj derinliği 2000 metredir. Kuyuların yerleri Şekil 3 ve Şekil 4'de, kuyuların genelleştirilmiş stratigrafileri ise Şekil 5'de verilmektedir. Şekil 6'daki gravite anomalileri incelendiğinde Ö.B-8 kuyusunun, Büyük Menderes Grabeni'ndeki en derin çökel yerin olamayacağı anlaşılmaktadır.

GRAVİTE VERİLERİNİN ANALİZİ VE İKİ BOYUTLU MODELLEMESİ

Çalışma sahası, kuzeyde Aydın-Germencik civarında Büyük Menderes Grabeni, güneyde Kerme Grabeni olmak



Şekil 5. Ömerbeyli-Germencik genelleştirilmiş sondaj kesitleri (DS = Deniz seviyesi).

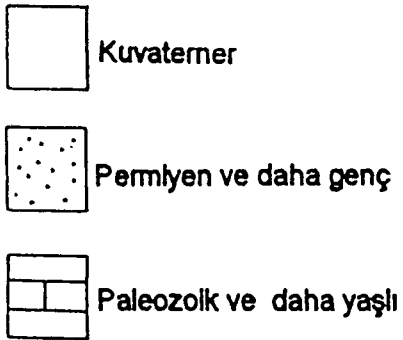
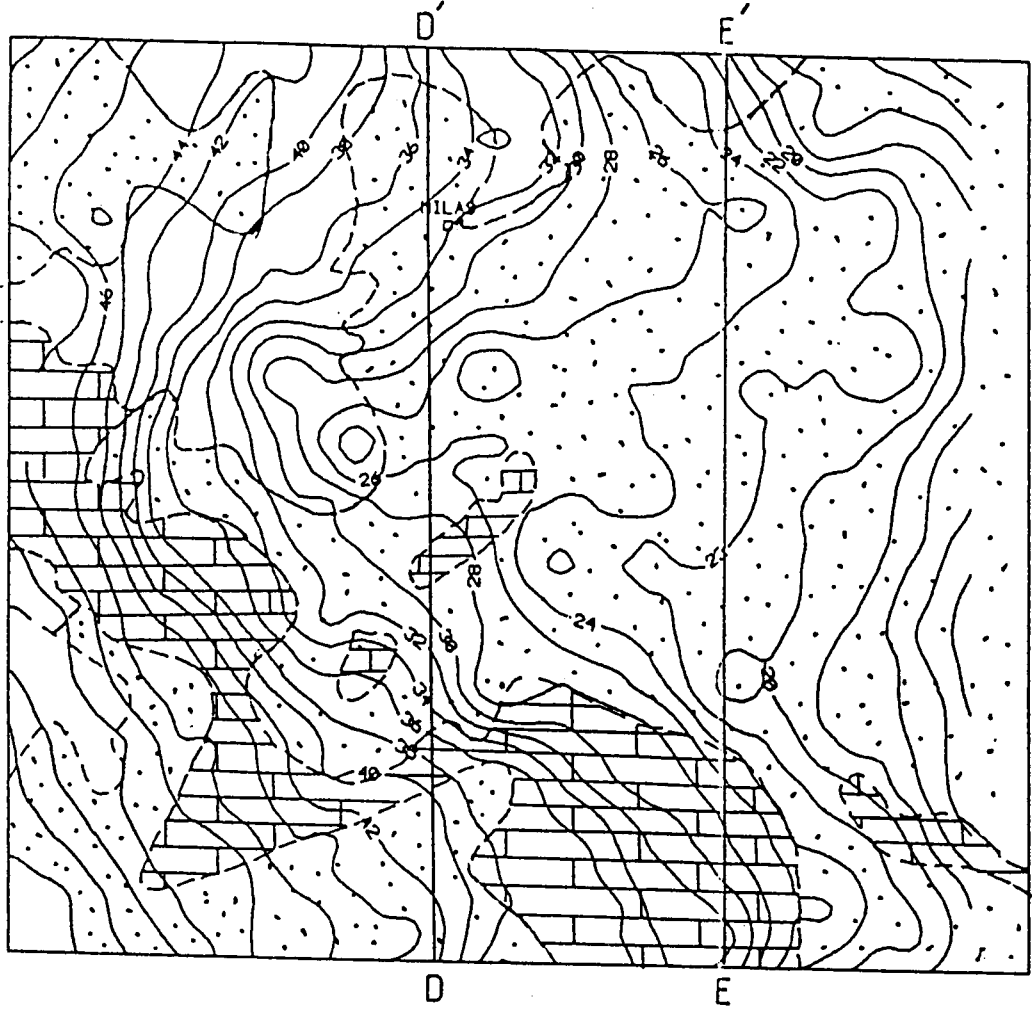
Fig. 5. Generalized boreholes sections for the Ömerbeyli - Germencik region (DS = Sea Level).

üzere iki bölgeye ayrılmıştır. Şekil 6 ve Şekil 3'de Büyük Menderes ve Kerme Grabenlerine ait gravite anomalie haritası verilmektedir. Gravite anomalie haritalarının değerlendirilmelerinde Şekil 7'deki algoritma izlenmiştir. Her bir alan içinde çeşitli profiller alınmış ve bu profillerden rejyonel değerler çıkarılmıştır. Kuzey bölgesinden AA', BB', CC' doğrultusunda, güney bölgesinde ise DD' ve EE' doğrultularında toplam 5 adet profil alınmış olup, bütün profillerde örnekleme aralığı 2 km seçilmiştir. Bütün profiller için ayrı ayrı gözlemsel gravite anomalie değerlerinden rejyonel değerler grafiksel yöntem kullanılarak çıkarılmıştır. Bu yöntemin esası Dobrin ve Savit'de (1988) verilmektedir.

5 profil için güç spektrumu yöntemi kullanılarak derinlik hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 8 a,b ve c : 9 a ve b). Bu yöntemin kullanılmasıyla elde edilen derinlik değerleri Çizelge 1'de verilmektedir.

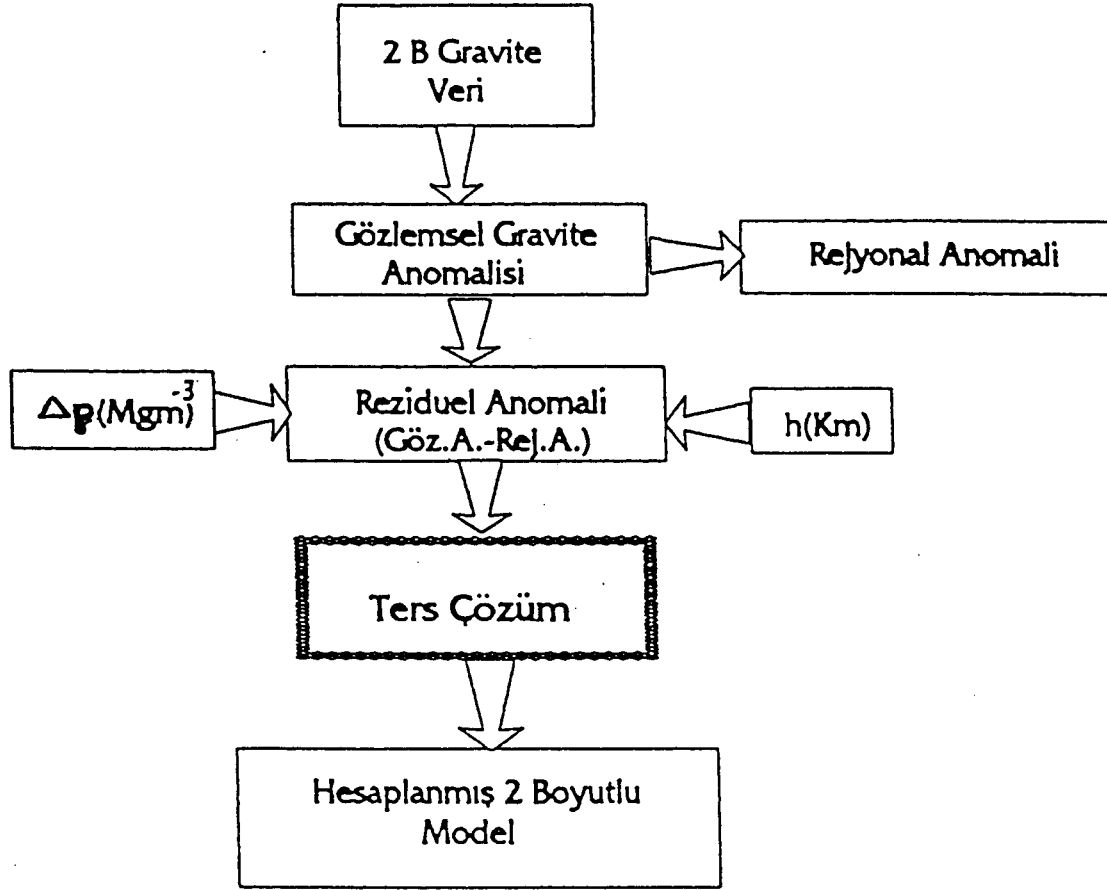
İKİ BOYUTLU TERS MODELLEME

İki boyutlu basen şeklindeki yapıların gravite anomalilerinin ters çözümünde, yanyana dizilmiş düşey prizmalara



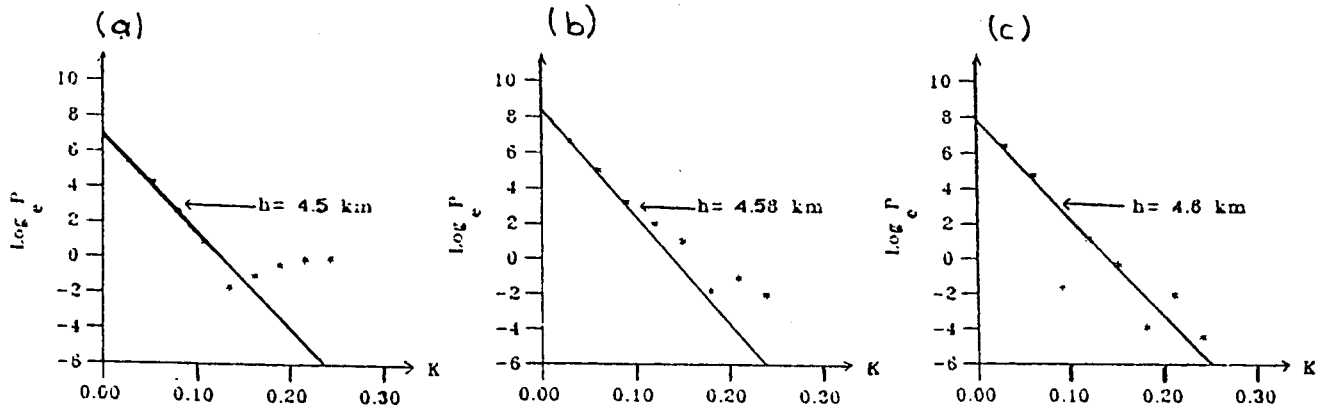
Şekil 6. Şekil 2'de gösterilen Kerme Grabeni'nin gravite anomali haritası ile genelleştirilmiş jeolojisi. Kontur aralığı = 2 mgal.

Fig. 6 The gravity anomaly of the Kerme graben region in figure 2 and generalized geology is shown. Contour interval = 2 mgal.



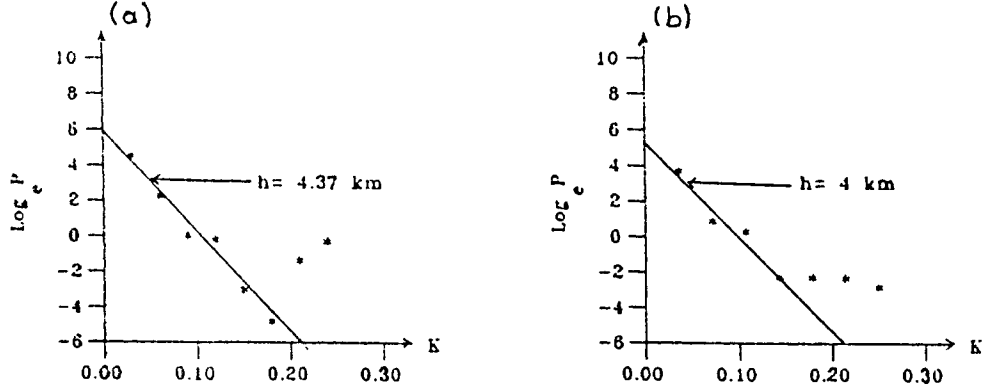
Şekil 7. Gravite anomalilerine uygulanan ters çözüm yöntemini gösteren akış diyagramı.

Fig. 7. Flow-chart for the inversion method applied to the gravity anomalies.



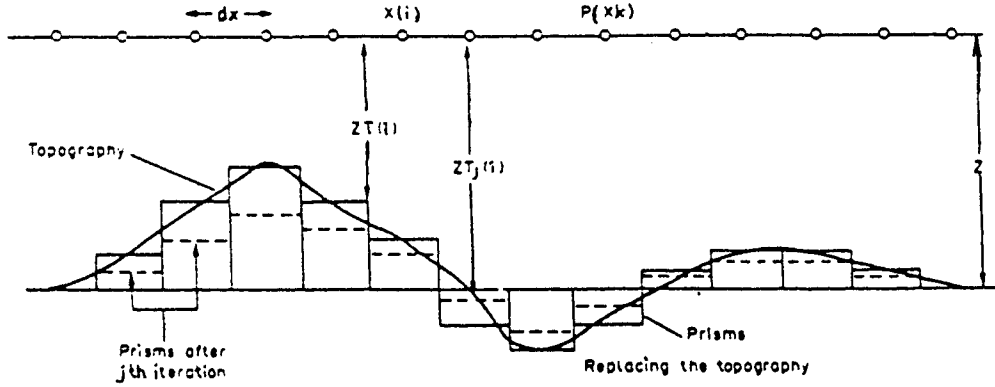
Şekil 8. Büyük Menderes Grabeni gravite anomali profillerine uygulanan güç spektrumu derinlik hesaplamaları (a,b ve c).

Fig. 8. Power spectrum depth calculations applied to the gravity anomaly profiles of the Büyük Menderes Graben (a,b and c).



Şekil 9. a ve b. Kerme Grabeni gravite anomali profillerine uygulanan güç spektrumu derinlik hesaplamaları.

Fig. 9. a and b. Power spectrum depth calculations applied to the gravity anomaly profiles of the Kerme Graben.



Şekil 10. Gravite topoğrafyası ve prizmaları gösterilimi.

Fig. 10. Gravity topography and its replacement by prism.

rın hesaplanmış anomalilerinin gözlemsel anomalilere uygunluğu sonucu bir modele ulaşılmır. Burada amaç, modelden hesaplanan kuramsal veri ile ölçülen verinin çakıştırılmasıdır. Önce taban derinliğine olası bir başlangıç değeri verilerek kuramsal veri hesaplanır. Taban derinliği her bir prizma için küçük değerlerde artırılarak gözlemsel değere yaklaşılmaya çalışılır.

Bu makalede basen şeklindeki yapıların gravite anomalilerinin Marquardt'ın (1963) algoritmasına göre ters çözüm yoluyla modelleyen Murty ve Rao (1989) tarafından yazılan bir bilgisayar programı kullanılmıştır.

Şekil 3 ve Şekil 6'da verilen anomali profillerinden rejyonel değerler çıkarılmıştır. Elde edilen rezidüel anomali profillerinden önce güç spektrumu yoluyla anomaliye neden olan yapıların taban derinlikleri bulunmuştur. Taban derinliği bu şekilde hesaplanan anomali profillerinin

Levenberg-Marquardt ters çözüm algoritmasına göre iki boyutlu modellerinin oluşturulması için taban derinliklerinin güç spektrumu derinlik hesaplarından bulunan değerlere yaklaşıp yaklaşıp kadar Δ_g yoğunluk fark değerleri değiştirilmiştir. Yoğunluk farkı değeri seçerken, yapının taban derinliğini güç spektrumundan bulunan derinliğe yaklaştırarak bir seçim yapılması gerekir. Buna göre hesaplanan yoğunluk farkı değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. İki boyutlu modele ulaşmak için aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

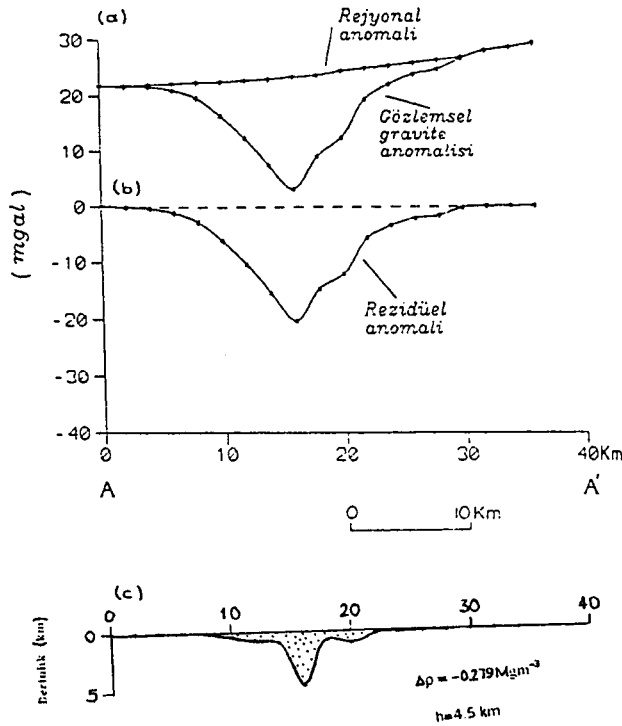
1. Gravite verilerinden profiller alınmıştır.
2. Gözlemsel gravite anomali değerlerinden, rejyonel anomali değerleri uzaklaştırılmıştır.
3. Gözlemsel gravite anomali değerlerinden, rejyonel anomali değerlerinin çıkarılmasıyla rezidüel anomali değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 1. Büyük Menderes ve Kerme Grabenlerine ait güç spektrumu derinlik hesaplamaları.
Table 1. Power spectrum depth calculations applied to profiles of the Büyük Menderes and Kerme Grabens .

i. Büyük Menderes Grabeni	
PROFİL	GÜÇ SPEKTRUMU DERİNLİĞİ (km)
AA	4.5
BB	4.58
CC	4.56

ii. Kerme Grabeni

PROFİL	GÜÇ SPEKTRUMU DERİNLİĞİ (km)
DD	4.37
EE	4



Şekil 11. Büyük Menderes Bölgesi; Profil AA'.a.) Gözlemlenmiş, rejyonel ve rezidüel gravite anomali profilleri, b.) Model.

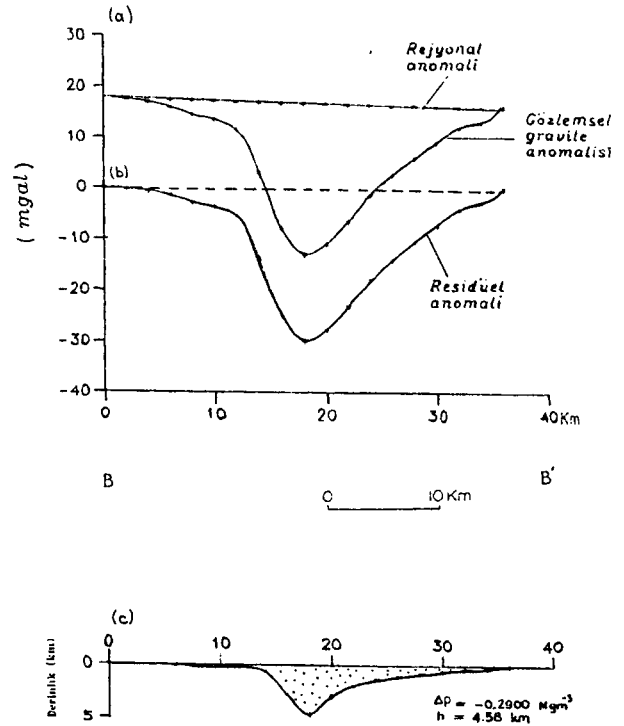
Fig. 11. The Büyük Menderes region; profile AA'. a.) observed, regional and residual gravity profiles, b.) Model .

Çizelge 2. Büyük Menderes ve Kerme Grabeni üzerinde alınan profillerin yoğunluk farkı değerleri.
Table 2. Density contrast calculations applied to profiles of the Büyük Menderes and Kerme Grabens .

i. Büyük Menderes Grabeni	
PROFİL	$\Delta\rho(\text{Mgm}^{-3})$
AA	-0.279
BB	-0.2900
CC	-0.2906

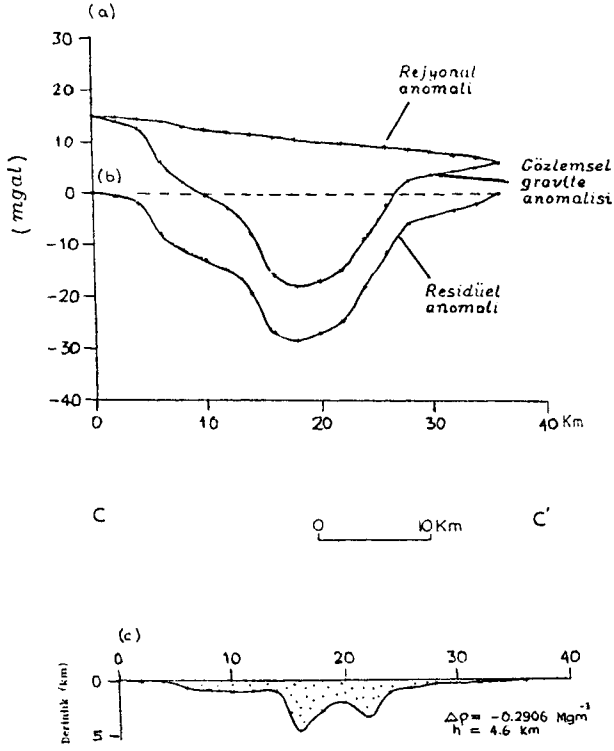
ii. Kerme Grabeni

PROFİL	$\Delta\rho(\text{Mgm}^{-3})$
DD	-0.1205
EE	-0.1257



Şekil 12. Büyük Menderes Bölgesi; Profil BB'. a.) Gözlemlenmiş, rejyonel ve rezidüel gravite anomali profilleri, b.) Model .

Fig. 12. The Büyük Menderes region; profile BB'. a.) Observed, regional and residual gravity profiles, b.) Model .



Şekil 13. Büyük Menderes Bölgesi; Profil CC'. a.) Gözlemsel, rejyonel ve rezidüel gravite anomali profilleri, b.) Model.

Fig. 13. The Büyük Menderes region; profile CC'. a.) Observed, regional and residual gravity profiles, b.) Model

4. Ters çözüm işlemi yapılmıştır.

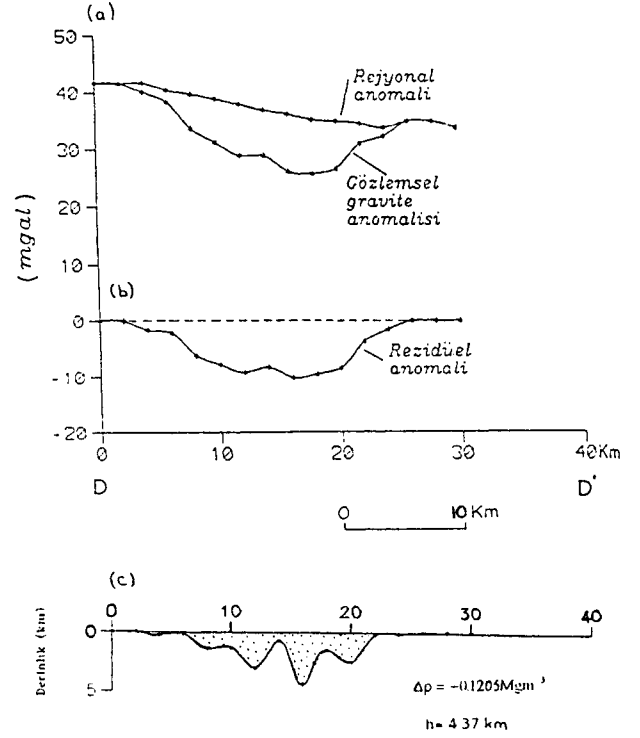
5. İki boyutlu hesaplanmış modele ulaşılmıştır.

Şekil 11, 12, 13, 14, ve Şekil 15 Büyük Menderes ve Kerme Grabenleri için gözlemsel, rezidüel ve ters-çözüm sonucunda bulunmuş modellerin anomali profillerini göstermektedir.

Modelleme sonucu hesaplanan anomalilerle, gözlemsel anomali değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Gravite anomali profillerinin uyum içinde olan yoğunluk değerlerinin bu yolla bulunması, iki boyutlu basen şeklindeki modeller ve onları çevreleyen yan kayaç hakkında bilgi vermektedir.

SONUÇLAR

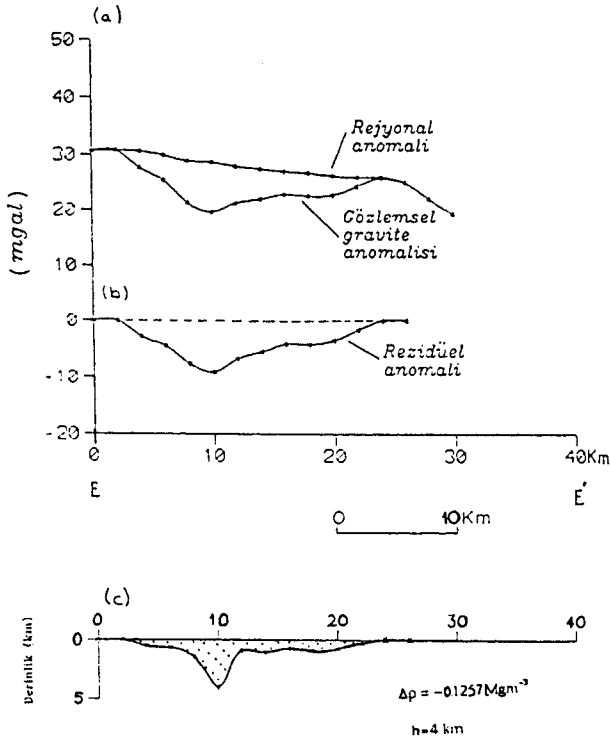
Aydın-Germencik ve çevresine ait gravite anomali profillerinin modellenmesinde Marquardt'ın (1968) ters



Şekil 14. Kerme Graben Bölgesi; Profil DD'. a.) Gözlemsel, rejyonel ve rezidüel gravite anomali profilleri, b.) Model.

Fig. 14. The Kerme Graben region; profile DD'. a.) Observed, regional and residual gravity profiles, b.) Model

çözüm algoritması kullanılarak yoğunluk farkı değerleri, güç spektrumundan elde edilen derinlik değerlerinin fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen derinlik ve yoğunluk farkı değerleri kuzeyde Büyük Menderes, güneyde Kerme Grabenleri için Çizelge 1 ve 2'de verilmektedir. İki boyutlu gravite modellerinin incelenmesinden (Şekil 11-15) anlaşıldığı üzere grabenler, Paton'da (1992) belirtildiği şekilde graben eksenlerine göre simetrik olmayan fayların denetiminde gelişmiş olmalıdır. Güneyde, Kerme Grabeni'nde Büyük Menderes Grabeni'ne göre daha belirgin olarak görüldüğü üzere doğu-batı uzanımlı eksenlerin kuzey kısımları daha düşük, güney kısımları ise daha yüksek eğimlidir. Bu durum eksenlerin kuzey kısımlarını daha çok sayıda normal fay ile oluştuğu ve bu fayların eğimlerinin güney kısımlara göre daha düşük olduğu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 15. Kerme Graben Bölgesi; Profil EE'. a.) Gözlemsel, rejyonel ve rezidüel gravite anomalileri, b.) Model .

Fig. 15. The Kerme Graben region; profile EE'. a.) Observed, regional and residual gravity profiles, b.) Model .

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada kullanılan veriler, MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Daire Başkanlığı'ndan alınmıştır. Yardımlarından dolayı Sayın Erdoğan Şengeç'e, makalemizi inceleyerek katkıda bulunan Y.Doç.Dr Tuğrul Genç'e ve bölgenin jeolojisinin incelenmesinde bize yardımcı olan Dr. Gürol Seyitoğlu'na teşekkür ederiz.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Akdoğan, N. 1986, Aydın-İncirliova Jeotermal Gravite Etüdü Raporu. MTA Derleme No:8060, Ankara.

Becker-Platen, J.D 1970, Lithostratigraphische, Untersuchungen im Kanozoikum Südwest Anatoliens (Türkei). Beih.Geol.Jb 97, 243.

Dewey, J. F. ve Şengör, A.M.C. 1979, Aegean and surrounding regions complex multiplate and continuum tectonics in convergent zone, Geol.Soc.Am.Bul. 90, 84-92.

Dobrin, M.B., and Savit, C.H. 1988, Introduction to Geophysical Prospecting, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company.

Dumant, J. F., Uysal, Ş. Şimşek, S., Karamanderesi, I.H. ve Letouzey, J. 1997, Güneybatı Anadolu'daki grabenlerin oluşumu, MTA dergisi. No: 92, 7-17.

Karamanderesi, I.H. ve Özgüler, M.E. 1988, Menderes ve Gediz graben sahalarında jeotermal enerji alanlarının oluşum mekanizması. Akdeniz Üniv. Isparta Müh. Fak. Derg. 4, 196- 229.

Seyitoğlu, G., ve Scott, B.C. 1991, Late Cenozoic Crustal extension and basin formation in west Turkey. Geological Magazine 128, 155-166.

Seyitoğlu, G., ve Scott, B.C. 1992, The age of the Büyük Menderes Graben (west Turkey) and its tectonic implications. Geological Mag. 129,239-242.

Marquart, D.W. 1963, An algorithm for least-squares estimation of non-linear parameters. Jour. So. Indust. Appl. Math. 11, 431-441.

Murty, I.V. R ve Rao, S.J. 1989, A FORTRAN-77 program for inverting gravity anomalies of two-dimensional basement structures. Computers and Geosciences 15, 1149-1156.

Paton, S. 1992 Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey, Journal of the Geological Society. London 149, 1031-1044.

Tapponnier, P. 1977, Evolution tectonique du Systeme Alpin en Méditerranée. Bull. Soc.Geol.France 7, 437-460.