ANKARA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KOCAELİ VE BOLU ARASINDAKİ BÖLGENİN GRAVİTE VE HAVADAN MANYETİK ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE DEPREM VERİLERİYLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Çiğdem ŞENDUR

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2009

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KOCAELİ VE BOLU ARASINDAKİ BÖLGENİN GRAVİTE VE HAVADAN MANYETİK ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE DEPREM VERİLERİYLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Çiğdem ŞENDUR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Abdullah ATEŞ

Bu tez kapsamında Kocaeli Yarımadası'na ait analog gravite verisi kullanılarak yer altı modellemesi yapılması amaçlanmıştır. Bölgeye ait 1/500 000 ölçekli gravite anomali haritası ve manyetik anomali haritası MTA Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Sismik kayıt verileri ve Seben-1 kuyusuna ait kuyu verisi Petrol İşleri Genel Müdürlüğü' nden temin edilmiştir. Sayısal hale getirilen gravite anomali haritasına spektral analiz yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen bulguların bölgenin havadan manyetik anomali haritası, ve önceki sismik çalışmalar ile karşılaştırılması ve manyetik anomali verilerine analitik sinyal yöntemleri uygulanması yapılmıştır. Sonuç olarak, yeraltı yapısını açıklığa kavuşturmak için 2 Boyutlu ve 3 Boyutlu model çalışmaları yapılmıştır. Modelleme sonucunda derinliği 0.5-3 km derinliklerinde dar ve uzun çökel havzaların varlığı ortaya koyulmuştur. Bu tezde bu havzaların daha derinde olan faylarla kontrol edildiği ileri sürülmüştür.

Şubat 2009, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gravite anomalileri, havadan manyetik anomali, havza, 2 boyutlu modelleme, 3 boyutlu modelleme

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS OF GRAVITY AND AEROMAGNETIC ANOMALIES OF THE REGION BETWEEN KOCAELI AND BOLU AND THEIR CORRELATION WITH THE EARTHQUAKE DATA

Çiğdem ŞENDUR

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geophysical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Abdullah ATEŞ

In this thesis, it's aimed to model underground structures of the east of Kocaeli by using analog gravity data. 1/500.000 scaled Gravity anomaly map of the area and aeomagnetic anomaly map were taken from the General Directorate of Mineral Research and Exploration. Seismic records data and well data named Seben-1 well were taken from General Directorate of Petroleum Affairs. The gravity anomaly map was digitized and spectral analysis was performed. Findings that achieved, was made comparing with previous seismic studies and aeromagnetic anomaly map of the area and analytic signal methods was performed to aeromagnetic anomaly data. Consequently, 2-D and 3-D modelling studies were constructed to reveal the structure of the underground. As a result of modelling it was shown that there are narrow and long sedimentary basins with 0.5-3 km depth. In this thesis, it is suggested that the sedimentary basin are controlled by deep buried faults.

February 2009, 54 pages

Key Words: Gravity anomalies, aeromagnetic anomalies, basin, 2-D modelling and 3-D modelling.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, benden yardımını, kaynaklarını ve zamanını hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam, Prof. Dr. Abdullah ATEŞ'e (Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü), yalnızca mesleki konularda değil her konuda bana destek olan ve değerli zamanını bana ayıran hocam, Dr. Attila AYDEMİR'e (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü), bana herzaman yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Funda BİLİM' e (Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü), yüksek Lisans Tez çalışmam sırasında bana yardımcı olan Araş.Gör. Özcan BEKTAŞ'a (Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühensliği Bölümü), çalışmam sırasında her konuda bana destek olan Gonca KOMANOVALI' ya, bana, her an, her konuda destek olan Ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

Çiğdem ŞENDUR
Ankara, Şubat 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
SİMGELER DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Çalışmanın Amacı **1**
1.2 Tezin İçeriği **1**
2. BÖLGENİN GENEL JEOLOJİSİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **2**
2.1 Bölgenin Genel Jeolojisi **2**
2.2 Önceki Jeofizik Çalışmalar **5**
3. JEOFİZİK VERİ **9**
3.1 Gravite Verisi **9**
3.2 Havadan Manyetik Veri **11**
3.3 Sismik Veriler **12**
3.4 Kuyu Verisi **17**
4. JEOFİZİK YÖNTEMLER **18**
4.1 Gravite Anomalilerinin 3 Boyutlu Modellenmesi **18**
4.2 Gravite Anomalilerinin 2 Boyutlu Modellenmesi **22**
4.3 Havadan Manyetik Anomalilerine Analitik Sinyal Yöntemi Uygulanması **27**
5. ANALİZ VE YORUM **30**
5.1 Gravite Anomalilerinin 3 Boyutlu Modellenmesi **30**
5.2 Gravite Anomalilerinin 2 Boyutlu Modellenmesi **37**
5.3 Havadan Manyetik Anomalilerine Analitik Sinyal Yöntemi Uygulanması **44**
5.4 Sismik Kesitlerin Yorumlanması **45**
6. TARTIŞMA VE SONUÇ **49**
KAYNAKLAR **50**
ÖZGEÇMİŞ **54**

SİMGELER DİZİNİ

A	x ekseni ile manyetik kuzey arasındaki açı
D	Referans düzlemine olan derinlik
F	Yer manyetik alanı şiddeti
G	Gravitasyonel sabit
H	Manyetik alan
I	Manyetik eğim açısı
k	Manyetik duyarlık
mGal	Miligal
m	Toplam grid noktası sayısı
N	Poligon yapılı kesitin kenar sayısı
nT	Nanotesla
υ	Yoğunluk(gr/cm^3)
T	Toplam manyetik alan
T_q	Prizma kalınlığı
U	Newton potansiyeli
W	Grid aralığı
H	Hilbert Dönüşümü
F	Fourier Dönüşümü
Sgn	Signum Fonksiyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (Bingöl 1989'dan sadeleştirilmiştir) 4
Şekil 2.2 Derin sismik dinleme profil bölgelerini, 1999'un büyük depremlerini gösteren çalışma alanının haritası (Karahan 2001). 6
Şekil 2.3 CE Profili için sismogram ve faz korelasyonu 7
Şekil 2.4 Marmara Denizi'nin aktif fay haritası (Şaroğlu vd. 1992) 8
Şekil 3.1 Çalışma alanına ait gravite anomali haritası 10
Şekil 3.2 Çalışma alanına ait havadan manyetik anomali haritası 11
Şekil 3.3 Sismik hatları gösterir lokasyon haritası 12
Şekil 3.4 bod-91-302 numaralı sismik yansıma kesiti 13
Şekil 3.5 bod-92-302 numaralı sismik yansıma kesiti 14
Şekil 3.6 bod-92-303 numaralı sismik yansıma kesiti 15
Şekil 3.7 bod-92-304 numaralı sismik yansıma kesiti 16
Şekil 3.8 Seben-1 Kuyusu sadeleştirilmiş kuyu kesiti 17
Şekil 4.1 3-B modelleme yöntemi kullanılarak oluşturulmuş yer altı modeli ve bu modelden alınan profiller (Cordell ve Henderson,1968) 21
Şekil 4.2 İki Boyutlu model geometrisi 22
Şekil 5.1 Şekil 3.1'in 1.bölgesi 31
Şekil 5.2 Şekil 5.1'in 3 boyutlu derinlik haritası 32
Şekil 5.3 Şekil 3.1'in 2.bölgesi 31
Şekil 5.4 Şekil 5.3'ün 3 boyutlu derinlik haritası 34
Şekil 5.5 Şekil 3.1'in 3. bölgesi 35
Şekil 5.6 Şekil 5.5'in 3 boyutlu derinlik haritası 36
Şekil 5.7 Şekil 3.1'in Birinci bölgesi üzerinden alınan gravite profillerini gösteren harita. 38
Şekil 5.8 Şekil 5.7'nin Profil 1 (p1) için 2.5 boyutlu yer altı modeli 39
Şekil 5.9 Şekil 5.7'nin Profil 2 (p2) için 2.5 boyutlu yer altı modeli 40
Şekil 5.10 Şekil 5.7'nin Profil 3 (p3) için 2.5 boyutlu yer altı modeli 41
Şekil 5.11 Şekil 3.1'in 2. bölgesi üzerinden alınan gravite profilini (p4) gösteren harita.. 42
Şekil 5.12 Şekil 5.11'in Profil 4 (p4) için 2.5 boyutlu yer altı modeli 43
Şekil 5.13 Çalışma bölgesine ait Analitik Sinyal(AS) haritası 44
Şekil 5.14 Üçüncü bölgeye denk gelen sismik yansıma profillerini gösteren harita 45
Şekil 5.15 Şekil 5.14'ün bod-91-302 numaralı sismik yansıma kesiti 46
Şekil 5.16 Şekil 5.14'ün bod-92-302 numaralı sismik yansıma kesiti 46
Şekil 5.17 Şekil 5.14'ün bod-92-303 numaralı sismik yansıma kesiti 47
Şekil 5.18 Şekil 5.14'ün bod-92-304 numaralı sismik yansıma kesiti 48
Şekil 6.1 Havza-Fay modeli 49

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada amaç Kocaeli ve Bolu arasında kalan bölgeye ait gravite ve manyetik verilerinin jeofizik yöntemlerle analizini yapmaktır. Analiz sonuçlarının yüzey jeolojisi ve son yıllarda gerçekleşen depremler ve bölgede daha önce yapılmış sismik çalışmalarla korele ederek bölgenin tektonik yapısının açıklığa kavuşturulması amaçlanmaktadır. Bölgenin tektonik yapısının incelenebilmesi için gravite anomalilerinin, 3 boyutlu ve 2 boyutlu yöntemlerle modellenmesi ve bölgeye ait havadan manyetik anomalilerinin, analitik sinyal yöntemiyle modellenmesi amaçlanmıştır. 3 ve 2 boyutlu modellemelerle anomaliye neden olan kütlelerin derinlik ve yoğunluk hesaplamaları yapılırken bölgede daha önce yapılan jeofizik çalışmalarla elde edilen yoğunluk değerleri referans alınmıştır. Elde edilen yeraltı modelleri ile bölgede son yıllarda gerçekleşen deprem verilerinin sismik kesitlerle karşılaştırılması yapılıp olası fay yerleri belirlenmeye çalışılması amaçlanmıştır.

1.2 Tezin İçeriği

Bu tez çalışmasında Ateş vd. (2003) tarafından incelenmiş olan Marmara Denizi'ndeki derin yapının doğuya doğru devamı araştırılmıştır. Kocaeli ve Bolu arasındaki bölgede şu ana kadar yapılmış olan jeolojik çalışmalar yetersiz kalmıştır. Sediman dolgu içindeki faylarla temel birimler içindeki fayların davranışlarının farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışma kapsamında uygulanacak gravite ve manyetik yöntemler sonucunda derin yapılar hakkında bilgi elde edilmiştir. Bölgedeki fay mekanizmasının davranışı ile bölgenin jeolojik ve tektonik yapısındaki belirsizlikler açıklığa kavuşturulmuştur. Çalışma sonucunda bölgede yapılmakta olan ya da gelecekte yapılacak deprem araştırma çalışmalarına katkı sağlayacak nitelikte bulgulara ulaşılması hedeflenmiştir

2. BÖLGENİN GENEL JEOLOJİSİ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

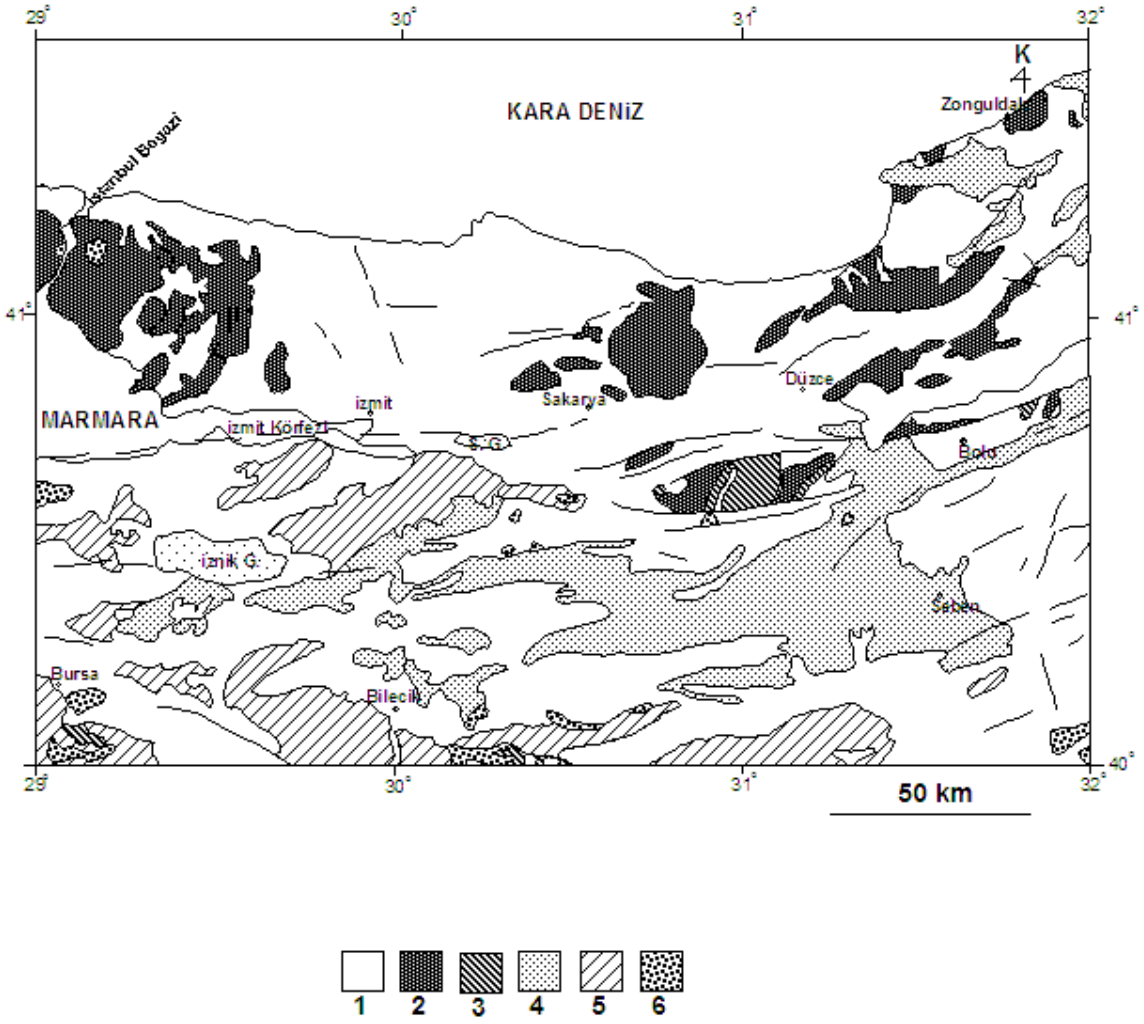
2.1 Bölgenin Genel Jeolojisi

Dünyanın en önemli aktif tektonik kuşaklarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Anadolu ve Avrasya levhaları arasındaki sınırı oluşturmakta ve yılda ortalama 20 mm hızla hareket etmektedir. Sağ yanal atımlı bu fay olasılıkla Geç Pliyosen'den itibaren bugünkü morfolojik ve tektonik özelliklerini kazanmıştır. KAF Bolu'nun batısında iki ana kola ayrılır. Kollar Adapazarı'nın güneyinde birleşerek, batıya doğru tekrar ikiye ayrılır (Şekil 2.4). GPS verilerine göre; kuzey kol diğer koldan daha aktiftir. 17 Ağustos 1999 İzmit ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri ise bu fayın kuzey kolunun yarattığı büyük depremlerdir. Doğu Marmara bölgesinde yapılan gözlemler, bölgenin morfolojik evriminde bu genç ve diri yapısal unsurun önemli bir rol oynadığını göstermektedir.
Kuzey Anadolu fayı üzerinde gelişmiş en önemli morfotektonik unsurlardan biri olan Marmara Denizi'nin evriminin anlaşılması bakımından önemli bölgelerden biri İzmit Körfezi ve daha doğusudur. İçerisi Pleistosen ve daha genç çökellerle doldurulmuş olan bir çukurluk halindeki körfez çevresinde kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı faylar bulunmaktadır. Körfezin her iki yakasındaki bu faylar, Pleistosen ve Kuvaterner çökellerinin evrimine ve statigrafisine ışık tutan ana unsurlardır. İzmit çöküntüsü içerisindeki çökeller üzerinde yapılan araştırmalar bu birimlerin fay denetiminde gelişmiş alüvyal yelpazeleri temsil ettiğini göstermektedir (Tarı vd. 2003). Bu fayların geometrisi ile Kuzey Anadolu fayının hareket yönü arasındaki kinematik ilişkiler ise gerek İzmit Körfezi'nin gerekse onun karadaki doğu devamı olan İzmit çöküntüsünün KB-GD ve KD-GB uzanımlı faylar ile kontrol edilen bir çek-ayır havzalar dizisi olarak geliştiğini göstermektedir (Tarı vd. 2003). Ancak İzmit Körfezi içerisinde yakın zamanda yapılan sismik çalışmalar körfezi dolduran çökellerin bugün aktif faylar tarafından doğu-batı yönünde biçildiğini göstermektedir (Tarı vd. 2003). Günümüzde havza kenarlarında aşınma, içlerinde ise çökelme sürmekte, bölge morfolojik gelişimine hızla devam etmektedir.

Bölgenin jeolojisi Şekil 2.1'deki sadeleştirilmiş jeoloji haritasında verilmektedir.

Sağ yanal doğrultu atımlı olan aktif fay sisteminin Marmara Bölgesi'ndeki Kuzey, Orta ve Güney Kolları bölgedeki havzaları denetlemiş ve deforme etmiştir (Barka 1992). Bu havzalar farklı boyut ve geometrilere sahiptir. Marmara bölgesi kuzey kolu üzerinde doğudan batıya doğru: Düzce havzası, Sakarya havzası, Kocaeli havzası, İzmit Körfezi çukurlukları ve Marmara Denizi çukurlukları bulunurken, orta kol üzerinde: Geyve-Pamukova havzası, Mekece-İznik düzlükleri ve İznik Gölü bulunur. Bu alanda D-B ve KD-GB doğrultulu birincil (ana) doğrultu atımlı sağ yanal fay düzlemi şeklinde izlenen zon; bölgedeki dar düzlükleri ve İznik Gölü güney kenarı morfolojisini denetler şekildedir (Doğan vd., 2005).

Jeolojik açıdan bir diğer önemli hususta; depremin (17 Ağustos 1999) etkilediği afet bölgesindeki havzaların varlığıdır. Kuvaterner yaşlı bu havzalar İzmit-Sapanca gölü arasında, Adapazarı baseni, Düzce havzası, Bolu havzası olarak KAF zonunun batı kesiminde bir sıra boyunca dizilmişlerdir. Çoğunlukla bu havzaların sınırları tektonik yapılarla sınırlandırılmıştır (Nurlu 2000).



Şekil 2.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası

(S.G: Sapanca Gölü,1: Sediman örtü, 2: Paleozoik, 3: Gabro, 4: Ofiyolitik Kayaçlar, 5:Metamorfik Kayaçlar, 6: Granitoid)

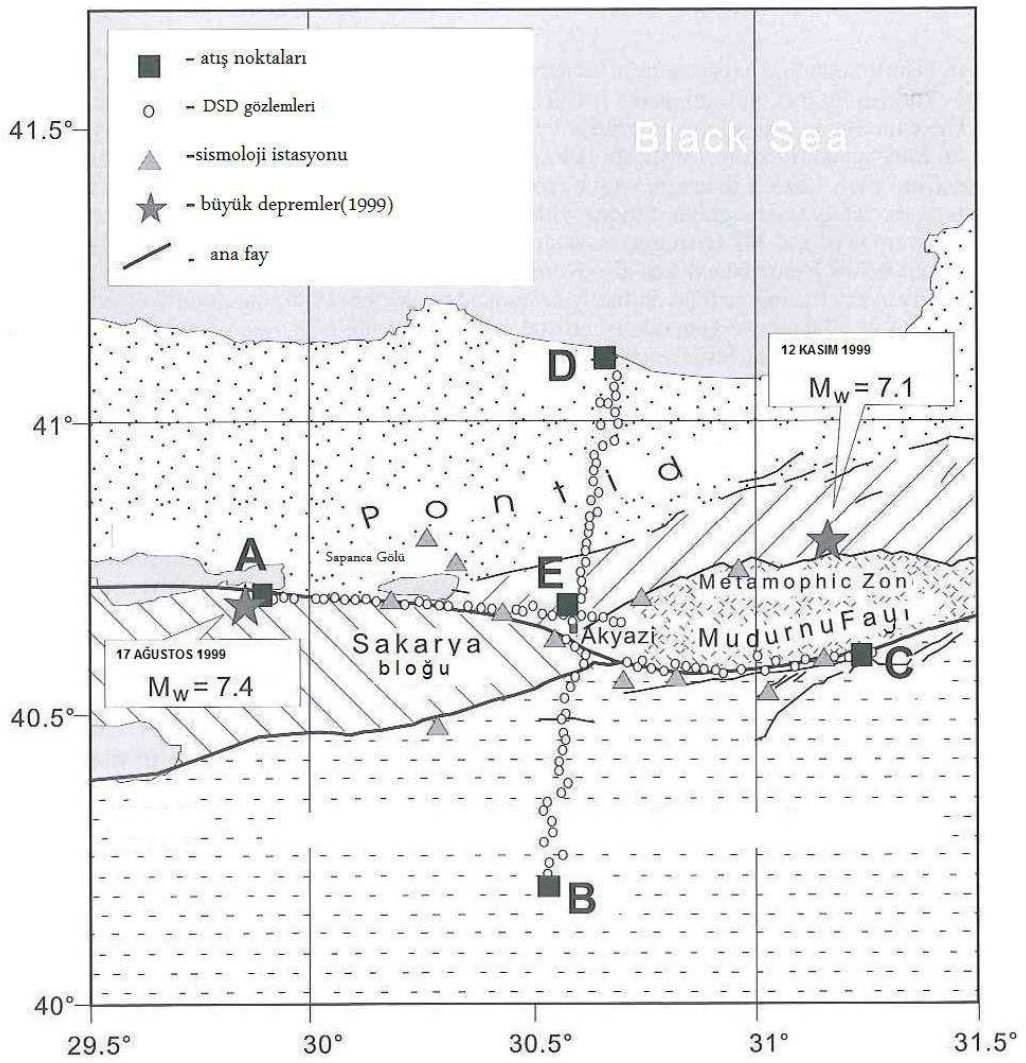
2.2 Önceki Jeofizik Çalışmalar

Bölgede yapılan jeofizik çalışmalar çoğunlukla sismolojik araştırmalara yöneliktir (Sato *et al*., (2004); Aktar *et al*., (2004); Barış *et al*., (2005); Zor *et al*., (2006); Öncel *et al*., (2006); Bekler vd., (2008). Bu çalışmalarda genellikle fayların davranışları araştırılmaya çalışılmış olup, diğer jeofizik veriler yeterince kullanılmamıştır. Örneğin, gravite ve manyetik birkaç çalışma dışında kullanılmamıştır (Büyüksaraç 1996, Denizlioğlu 1997, Büyüksaraç *et al*. 1998)

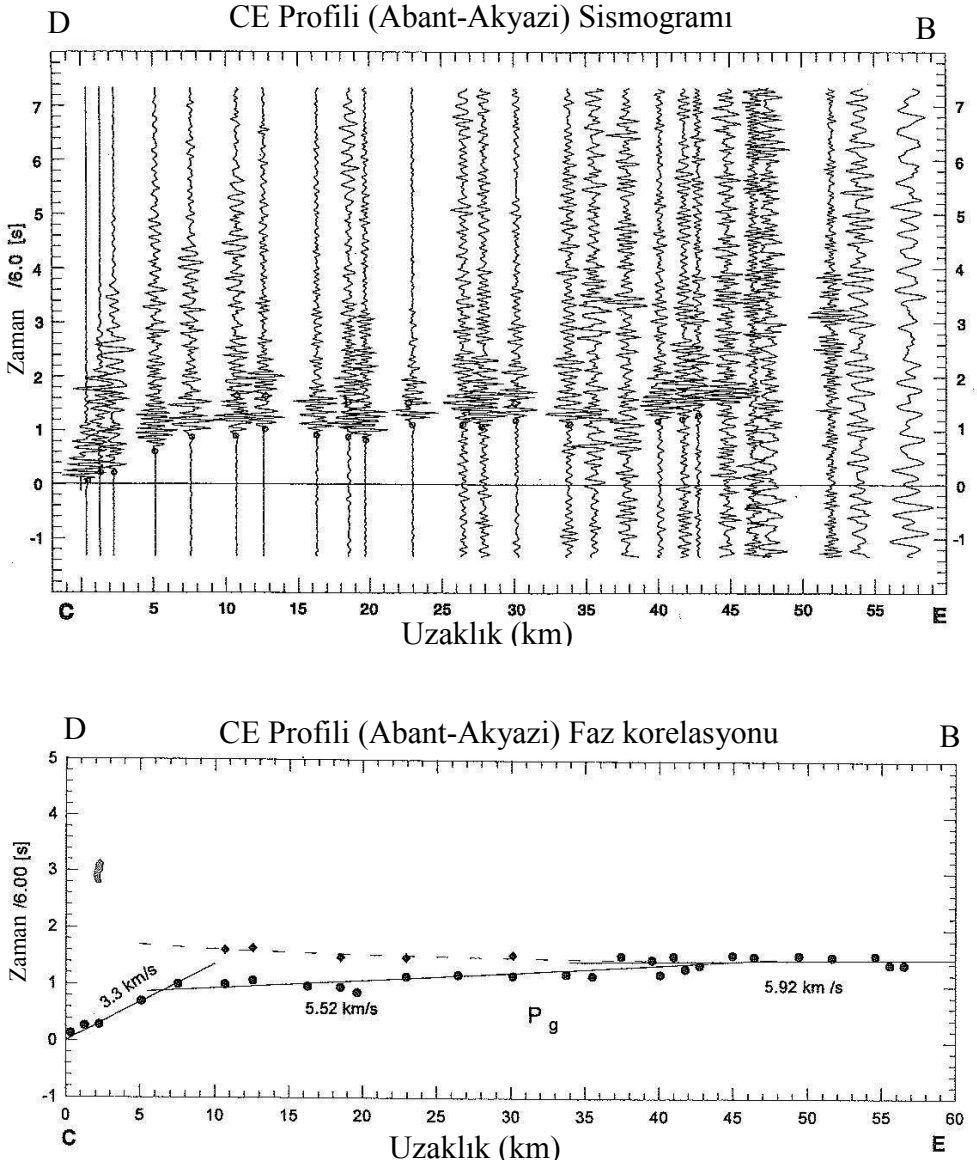
Bölgedeki en önemli jeofizik çalışmalar Karahan *et al*. (2001), Ateş *et al*. (2008) tarafından yapılmıştır.

Karahan *et al*. (2001), bölgede (Şekil 2.2) yapılan sismik çalışmalar sonucunda tabaka hızlarını ilk tabaka için V_p=3.6 km/s, ikinci tabaka için V_p= 5.9 km/s olarak bulmuştur. Bu hızlar yoğunluk hesaplamasında referans olarak alınmıştır.

Şekil 2.3'te görülen çalışma alanında C-E profiline ait sismogram ve faz korelasyonu görülmektedir.

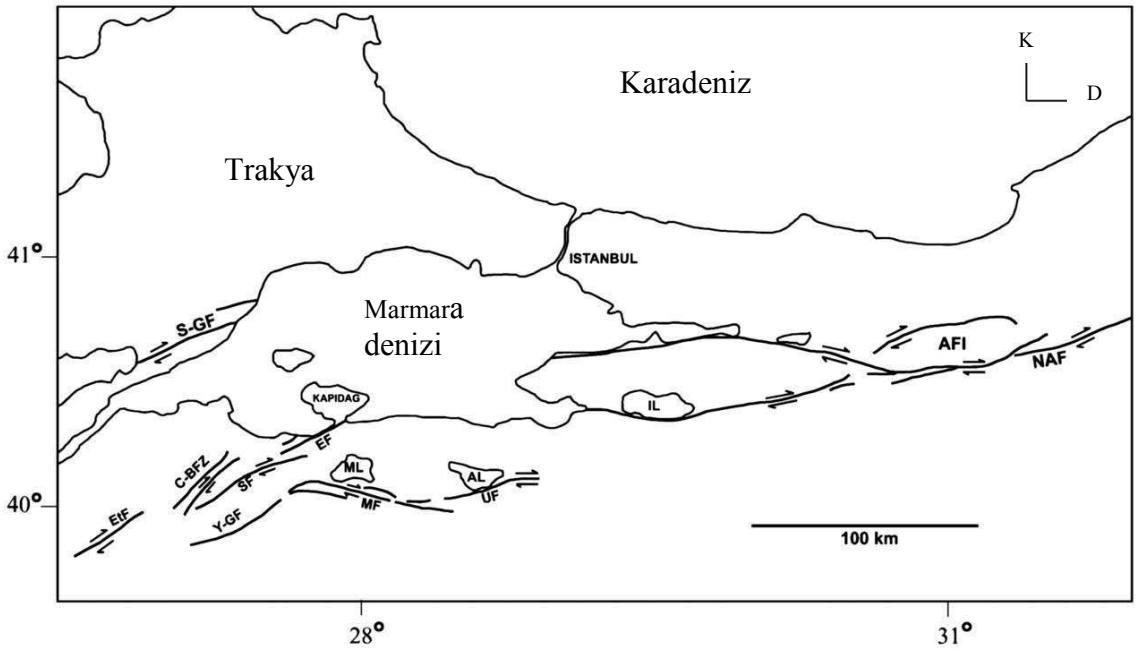


Şekil 2.2 Derin sismik dinleme profil bölgelerini, 1999'un büyük depremlerini gösteren çalışma alanının haritası (Karahan *et al.* 2001).



Şekil 2.3 CE Profili için sismogram ve faz korelasyonu

Ateş *et al*. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Marmara Denizi' nin kuzeyindeki ve güneyindeki manyetik anomalilerin Kuzey Anadolu Fayı ile bağlantılı olduğu gösterilmiştir. Anomalilerin yüzeyde şiddetli değerlere neden olduğu gözlenmiştir. Yapılan Gravite modeli öncel sismik çalışmaların yorumuyla oluşturulmuştur.



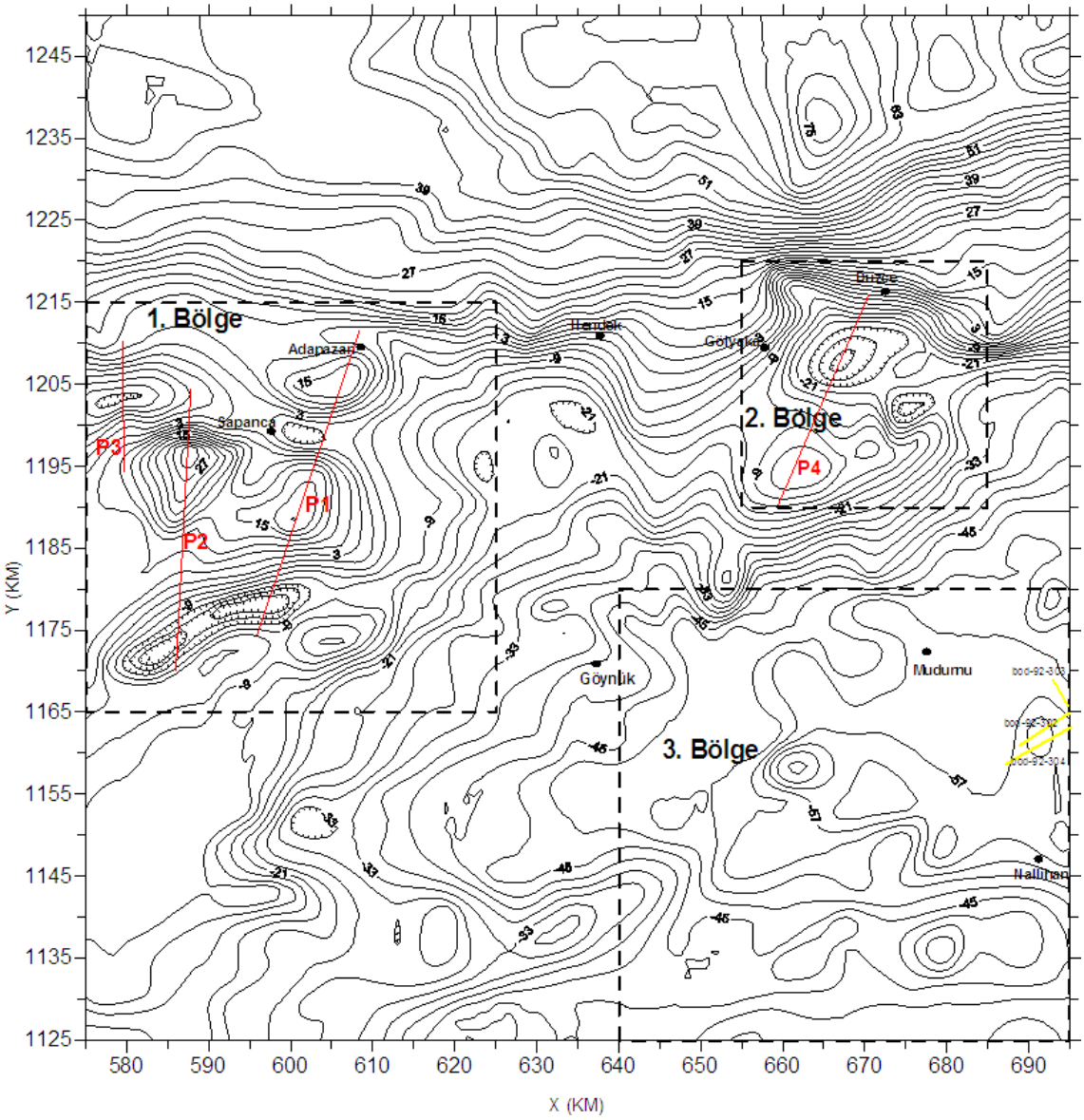
Şekil 2.4 Marmara bölgesi fay haritası (Şaroğlu vd. 1992).

NAF: Kuzey Anadolu Fayı, S-GF: Saros-Gaziköy Fayı, EtF: Etili Fayı, C-BFZ: Can- Biga Fay Zonu, Y-GF: Yenice-Gönen Fayı, SF: Sarıköy Fayı, EF: Edincik Fayı, MF: Manyas Fayı, UF: Ulubat Fayı, AFl: Almacık Flake, ML: Manyas Gölü, AL: Ulubat Gölü, IL: İznik Gölü.

3. JEOFİZİK VERİ

3.1 Gravite Verisi

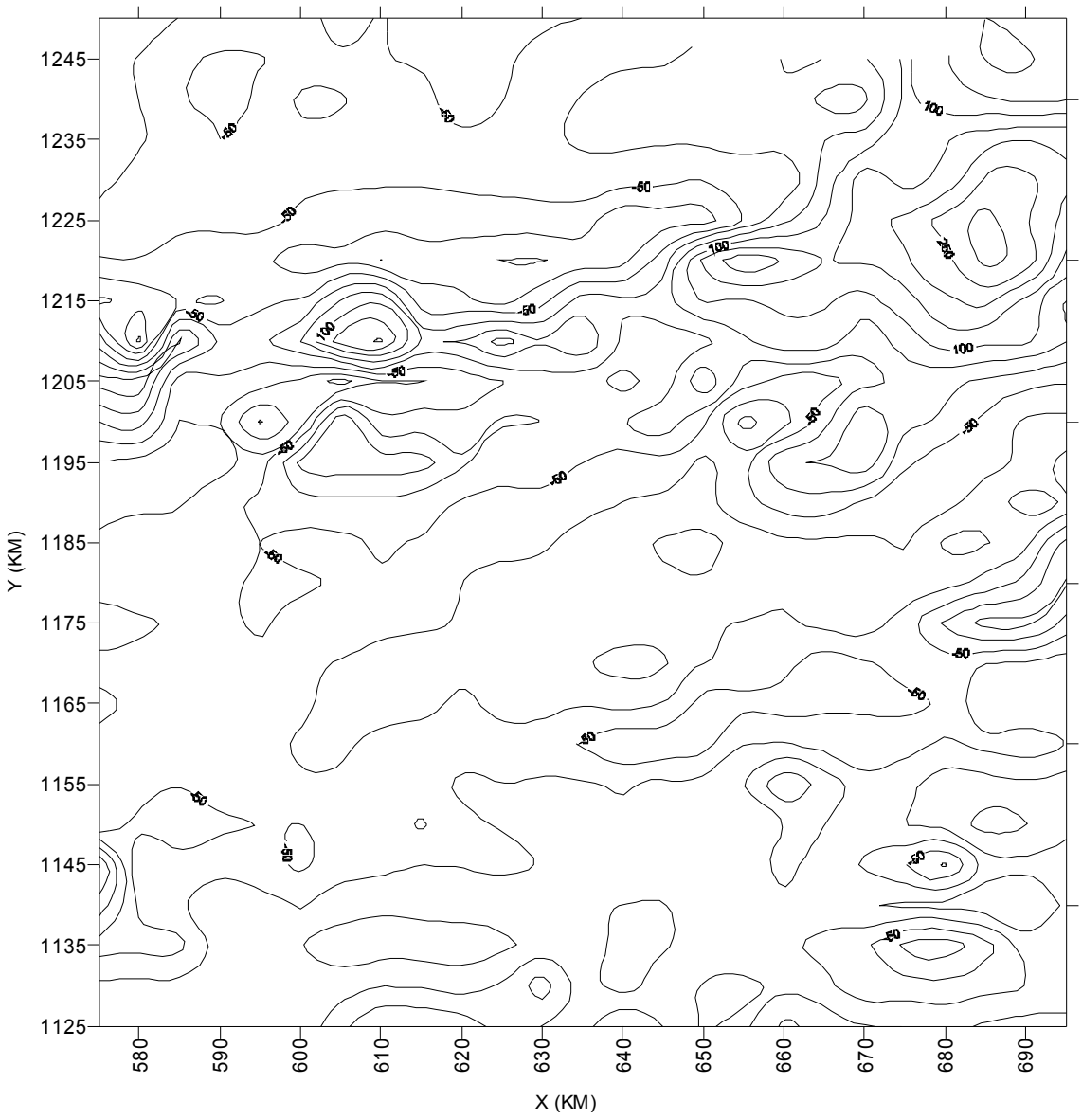
Bölgeye ait gravite anomali haritası MTA Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. 1/500 000 ölçekli Zonguldak paftasında (Erden ve Oray 1977) çalışılacak bölge için baz noktaları belirlenmiş ve bu noktalar arasında kalan alan DIDGER programı yardımıyla bilgisayar ortamında sayısal hale getirilmiş ve tekrar karelajlanarak anomali haritası oluşturulmuştur. Şekil 3.1'de bölgeye ait gravite anomali haritası verilmiştir. Bu haritada batıda İzmit Körfezi'nin devamında yer alan bölgede gravite anomalileri iyi korele edilebilmektedir. Aynı şekilde kuzey-doğu da yer alan Düzce-Gölyaka-Mudurnu arasında kalan bölgede düşük gravite anomalileri gözlenebilmektedir. Ancak Mudurnu-Mihalgazi-Çayırhan arasında kalan bölgede gravite anomalilerinde pek bir değişim gözlenememektedir. İşlem yapmada kolaylık sağlaması açısından gravite anomali haritası üç bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışma alanının gravite anomali haritası

3.2 Havadan Manyetik Veri

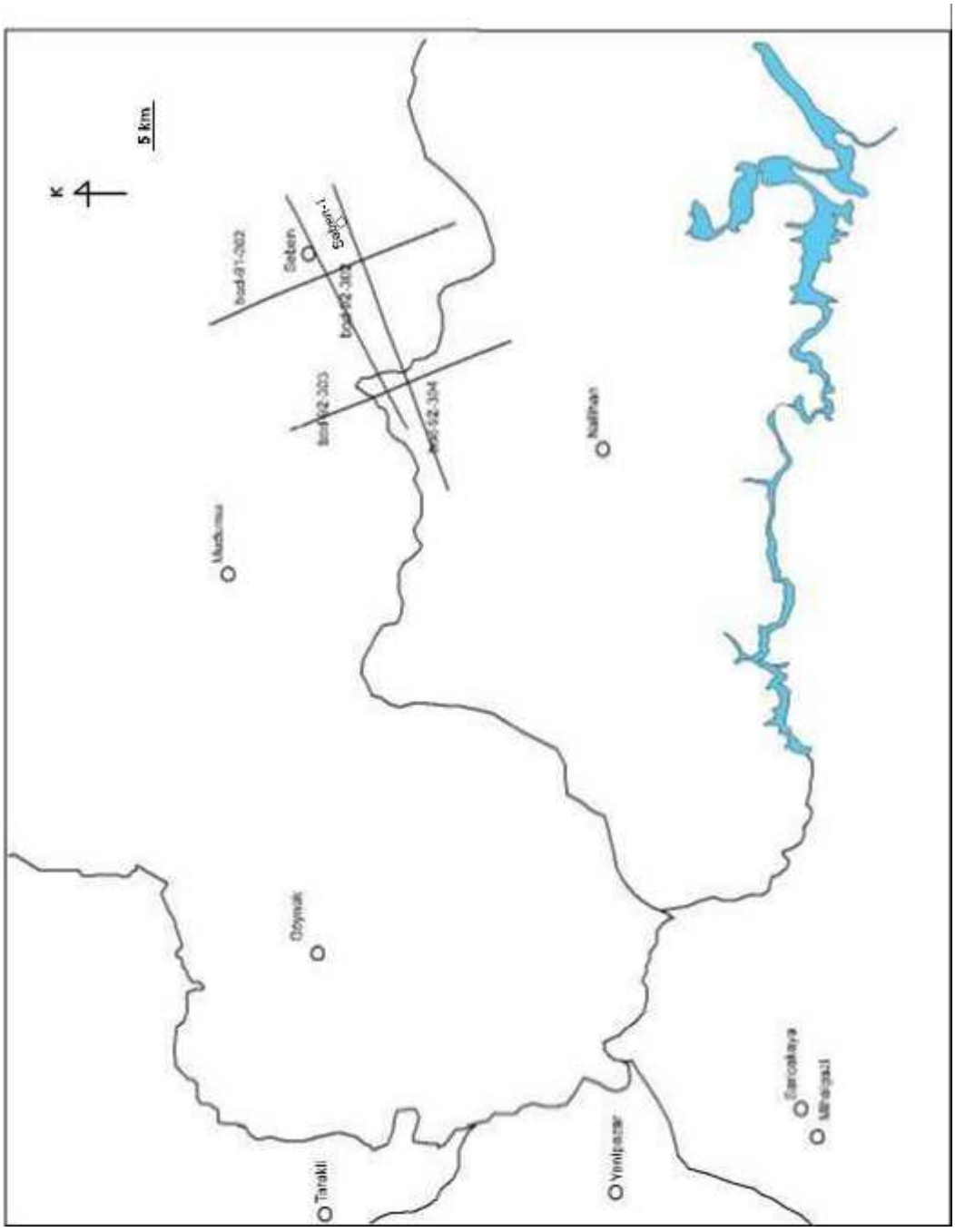
Bölgeye ait havadan manyetik anomaliler 5x5 km grid aralığında olup MTA'dan temin edilmiştir (Şekil 3.2). Bu anomali haritası fayları algılayabilmek için yeterli duyarlılığa sahip olmamakla birlikte bu haritanın Analitik Sinyal(AS) dönüşümü haritasından KAF gözlenebilmektedir. Burada KAF'ın doğrultusu en doğuda kuzey-doğu yönündedir. AS dönüşümü yapılmış harita bölüm 5.3'de verilecektir.



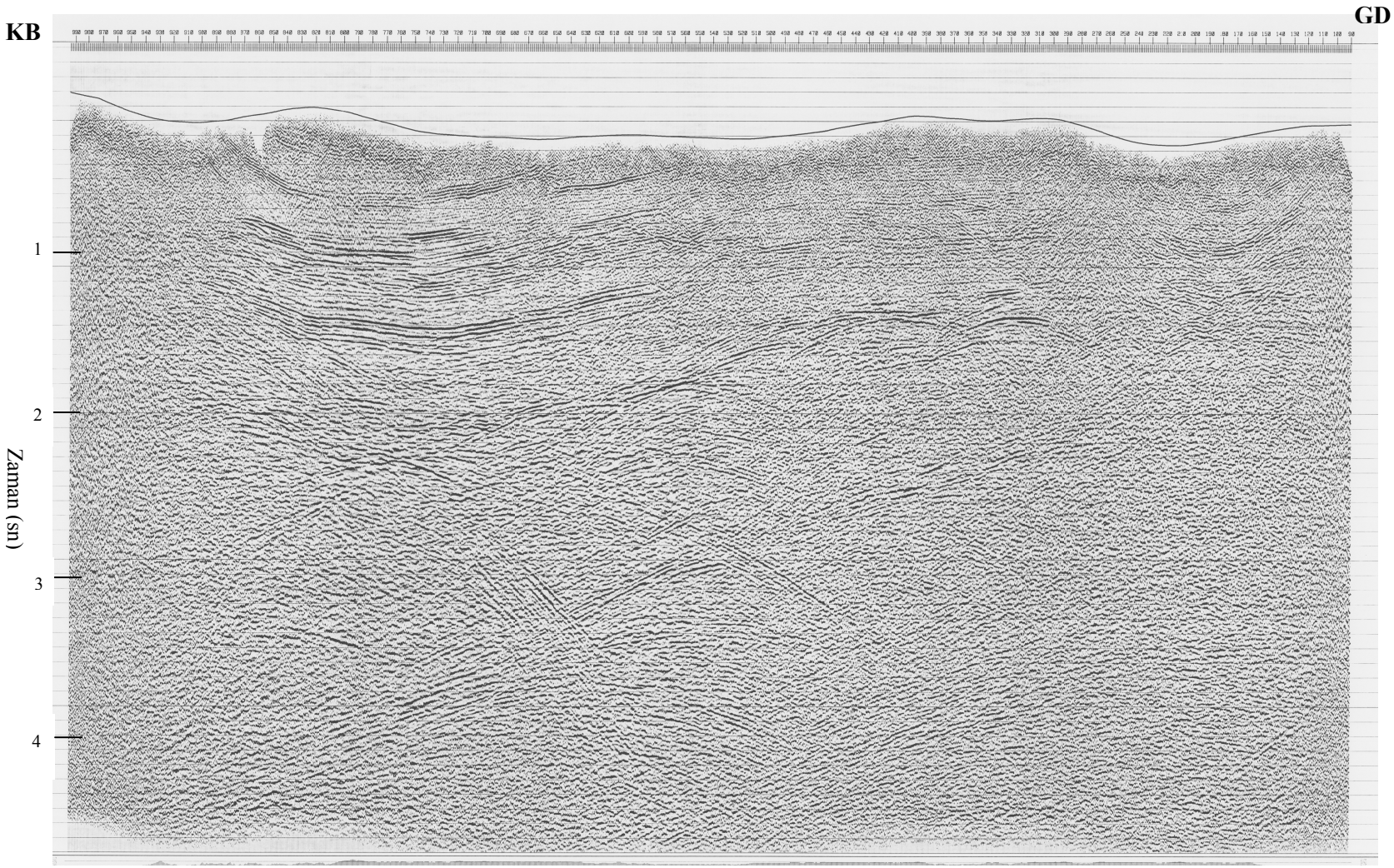
Şekil 3.2 Çalışma alanına ait havadan manyetik anomali haritası (Uçuş yüksekliği deniz seviyesinden 600 metre).

3.3 Sismik Veriler

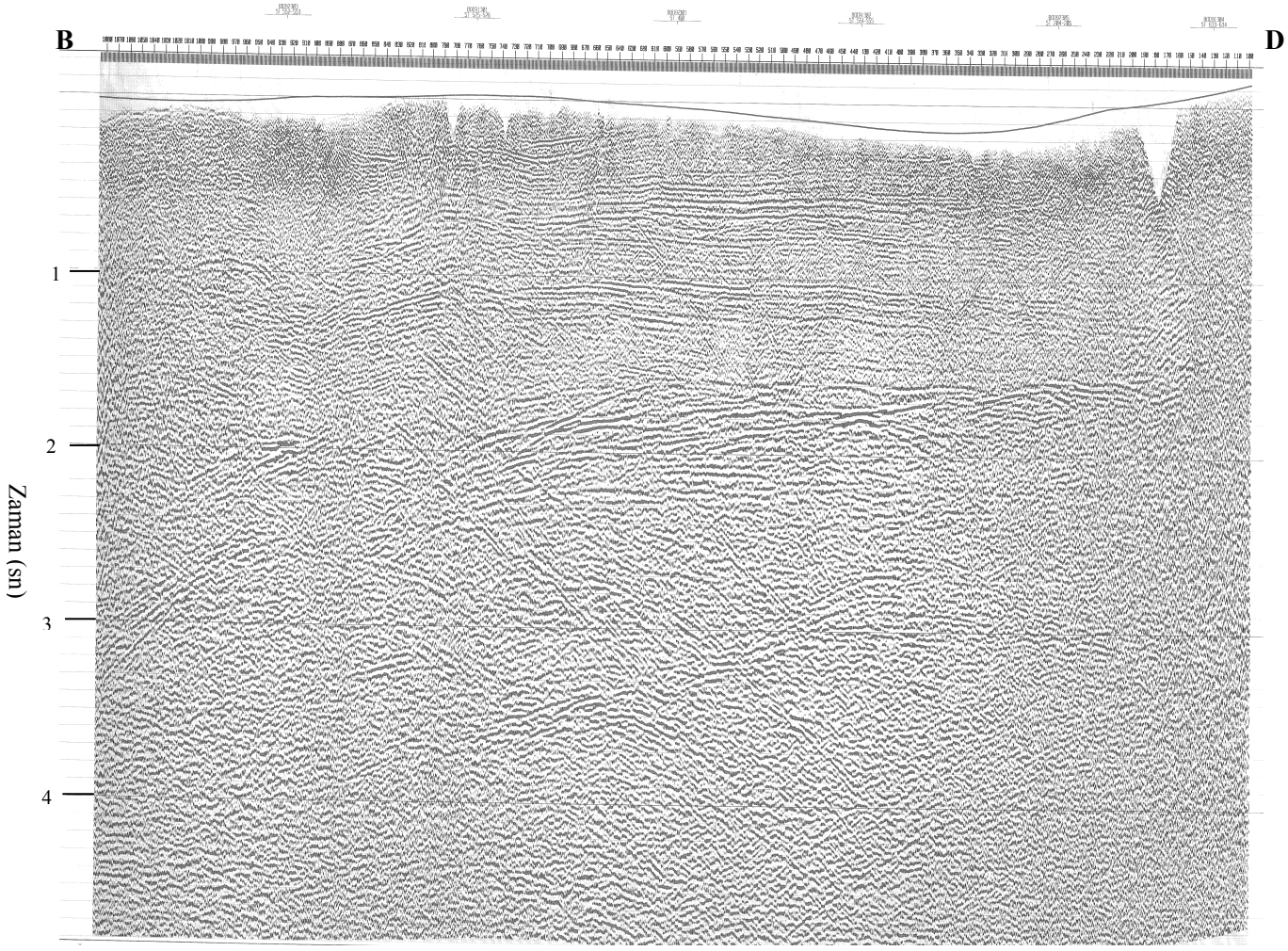
Sismik kayıt verileri Petrol İşleri Genel Müdürlüğü' nden temin edilmiştir. Gravite Anomalilerinin iyi bir şekilde gözlendiği bölümlerde sismik çalışma yapılmamıştır. Sismik hatları gösterir lokasyon haritası Şekil 3.3'de verilmektedir.



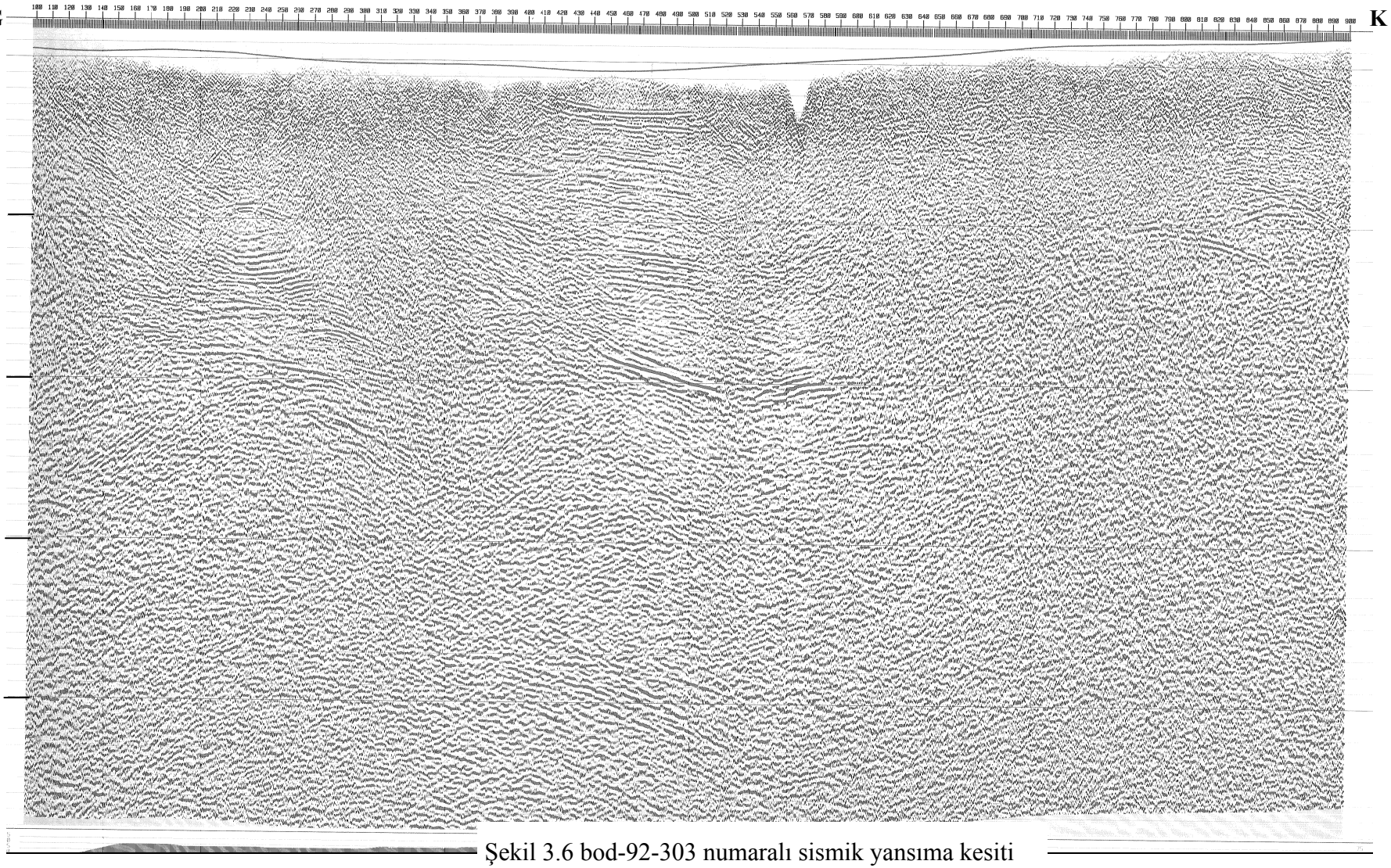
Şekil 3.3 Sismik hatları gösterir lokasyon haritası



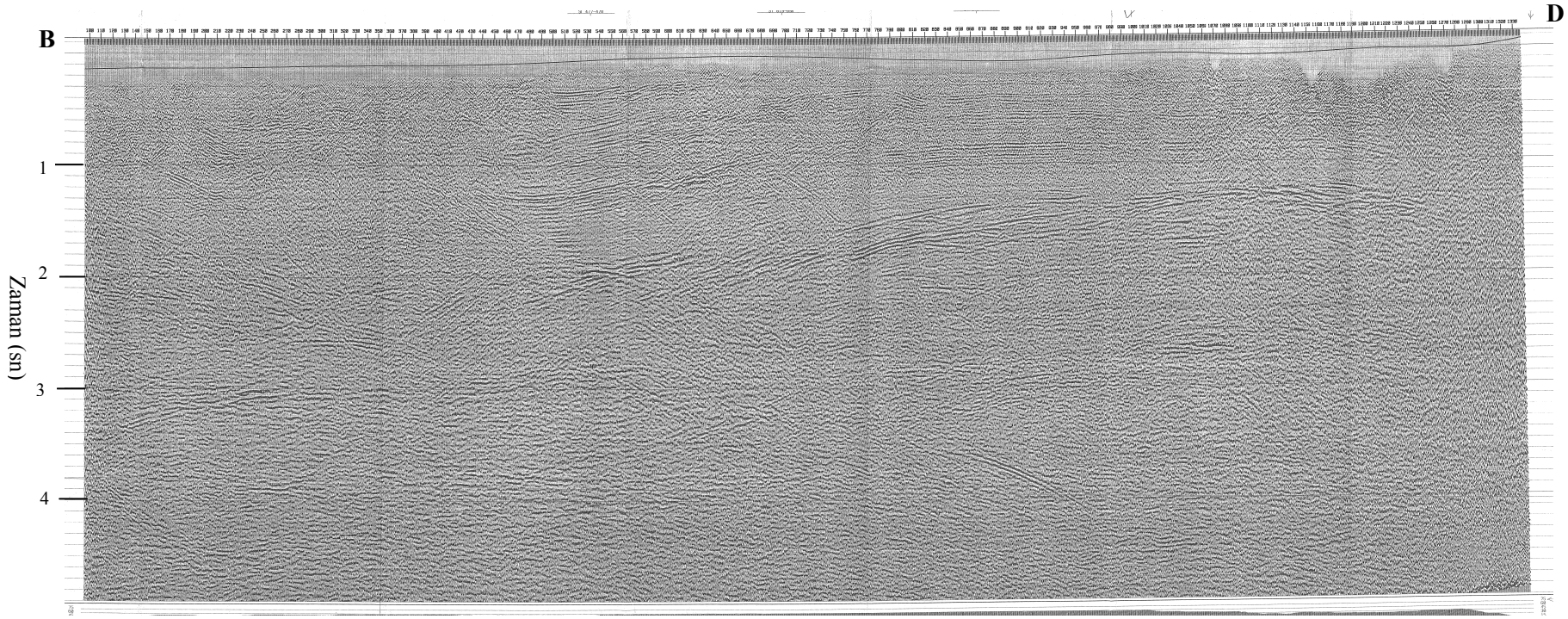
Şekil 3.4 bod-91-302 numaralı sismik yansıma kesiti



Şekil 3.5 bod-92-302 numaralı sismik yansıma kesiti



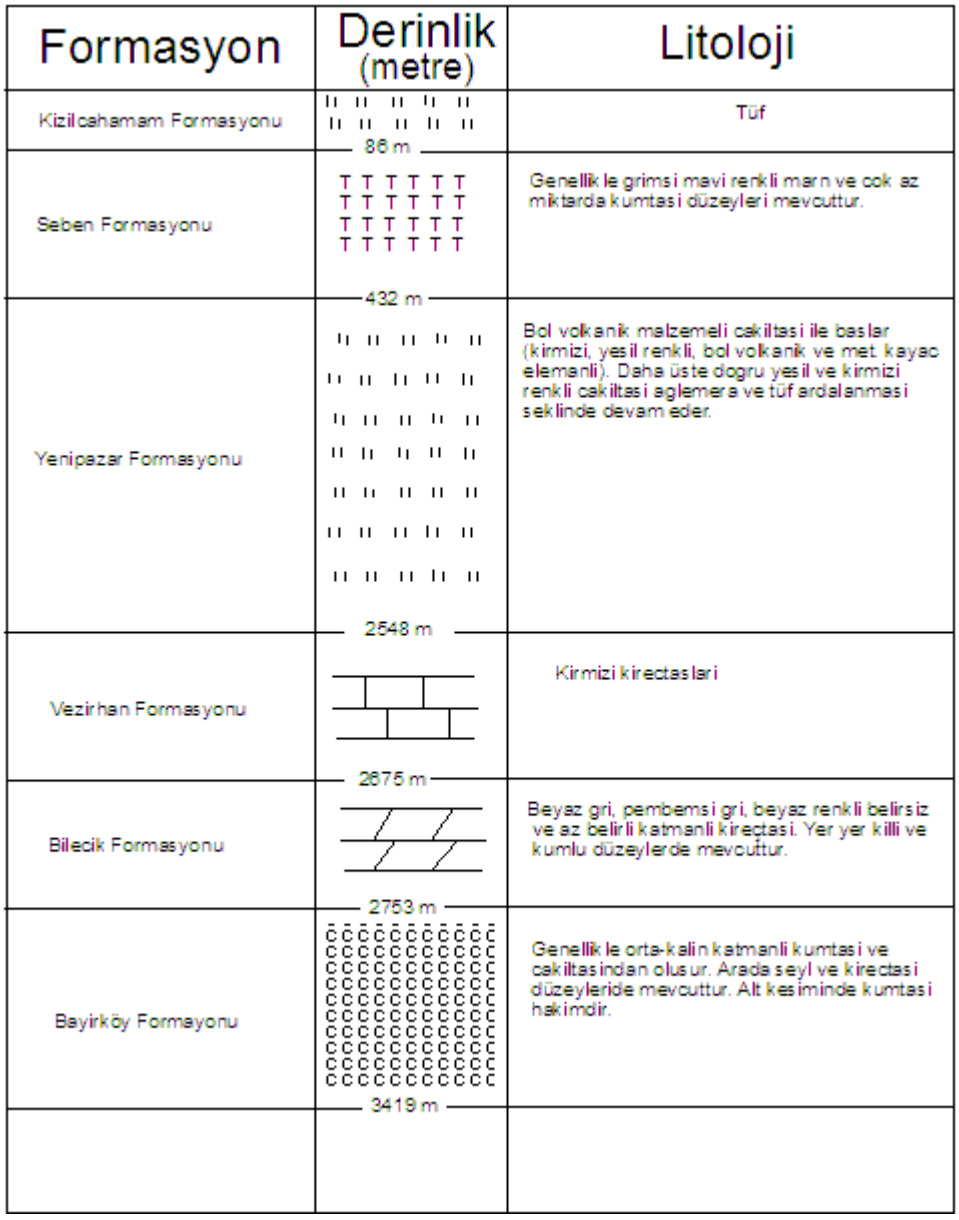
Şekil 3.6 bod-92-303 numaralı sismik yansıma kesiti



Şekil 3.7 bod-92-304 numaralı sismik yansıma kesiti

3.4. Kuyu Verisi

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından 1994 yılında Seben ilçesinin yaklaşık 4;45 km güney-doğusunda Seben-1 isimli kuyu açılmıştır. Açılan kuyunun derinliği 3419 metredir ve kesilen son formasyon Bayırköy formasyonudur. Kuyu kesiti incelendiğinde herhangi bir fayı kesmediği görülmüştür. Sondaj kuyusu sulu kuyu olarak terk edilmiştir. Kuyu kesiti, sadeleştirilmiş olarak Şekil 3.8'de verilmektedir.



Şekil 3.8 Seben-1 Kuyusu sadeleştirilmiş kuyu kesiti

4. JEOFİZİK YÖNTEMLER

4.1 Gravite Anomalilerinin 3 Boyutlu Modellenmesi

Gravite anomalilerinin 3-B modellenmesi için Cordell ve Henderson (1968) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, bir başlangıç modelinin seçimi ve modelden oluşturulan gravite anomalilerinin hesaplanması şeklinde özetlenebilir. Yöntem, modelden hesaplanan gravite anomalisi ve ölçülen gravite anomalisindeki uyumsuzluk (hata oranı) en aza indirilinceye kadar model seçimi değiştirilerek yinelenir.

Yöntemin uygulanmasında ilk işlem, gravite verisinin kare olarak gridlenmesidir. Anomaliye sebep olan yapının, her biri bir grid karesi kadar kesit alanına ve eşit yoğunluk değerine sahip düşey prizmalardan oluştuğu varsayılmaktadır. Her prizmanın düşey pozisyonu, belirli yatay bir referans düzlemi ile olan sistematik bir ilişki vasıtasıyla tayin edilir. Bu referans düzlemi prizmaların alt, üst veya merkez noktalarını sınırlıyacak şekilde isteğe bağlı olarak seçilmektedir. Yoğunluk değeri ve referans düzleminin derinliği belirlendiğinde q'uncu grid noktasının altındaki düşey prizmaya bağlı oluşan p'inci grid noktasındaki gravite etkisi, yalnızca prizmanın bağıl pozisyonun ve kalınlığı T_q ' nun bir fonksiyonudur. Burdan;

$$\Delta g_{\text{ölç,p}} \approx \sum_{q=1}^{M} Gf(P.Q,T_q;\rho,D) \tag{1}$$

ve anomaliyi oluşturan tüm yapının p'inci gid noktasındaki gravite etkisi ise,

$$g_{\text{ölç,p}} \approx \sum_{q=1}^{M} Gf(P,Q,T_q;\rho,D) \tag{2}$$

şeklinde ifade edilir. Burada, *G* gravitasyonal sabit, ρ yoğunluk, D referans düzlemine olan derinlik ve *M*, toplam grid noktası sayısıdır. n'inci yinelemede, q'uncu grid noktasının altındaki prizmanın kalınlığı $t_{n,q}$ olursa, bulunmaya çalışılan prizmalar grubu,

bütün q noktaları için bu ifade ile gösterilmektedir.

$$\lim_{n\to\infty} t_{n,q} = T_q \tag{3}$$

bütün q noktaları için bu şekilde ifade edilmektedir.

Bott (1960)' un önerisine uygun olarak, her grid noktası için başlangıç modeli kalınlık değerleri Bouger kat (slab) formülü kullanılarak elde edilir.

$$t_{1,q} = Kg_{ölç,q} \tag{4}$$

Burada,

$$K = \frac{1}{2\pi G\rho} \tag{5}$$

olarak verilmektedir. Daha sonra, ilk yaklaşım modeline ait hesaplanan gravite anomalisi,

$$g_{hes,\,1,\,p} = \sum_{q=1}^{m} Gf(P,Q,T_{1,q};\rho,D) \tag{6}$$

olarak verilir. Modelin bir sonraki basamaktaki değişiminin hesaplanması için,

$$t_{2,q} = t_{1,q}\left(\frac{g_{ölç,q}}{g_{hes,1,q}}\right) \tag{7}$$

tanımlanmaktadır. Genel ifade olarak,

$$t_{n+1,q} = t_{n,q}\left(\frac{g_{ölç,q}}{g_{hes,n,q}}\right) \tag{8}$$

ve

$$g_{hes,n,p} = \sum_{q=1}^{m} Gf(P,Q,T_{n,q};\rho,D) \tag{9}$$

verilmektedir. P ve Q nun rastlaştığı nokta için f,

$$\Delta g_{hes,n,p=q} \approx 2\pi G\rho \left[t_{n,q} - \sqrt{(d_{n,q}+t_{n,q})^2 + \frac{W^2}{\pi}} + \sqrt{d^2_{n,q} + \frac{W^2}{\pi}} \right] \quad (10)$$

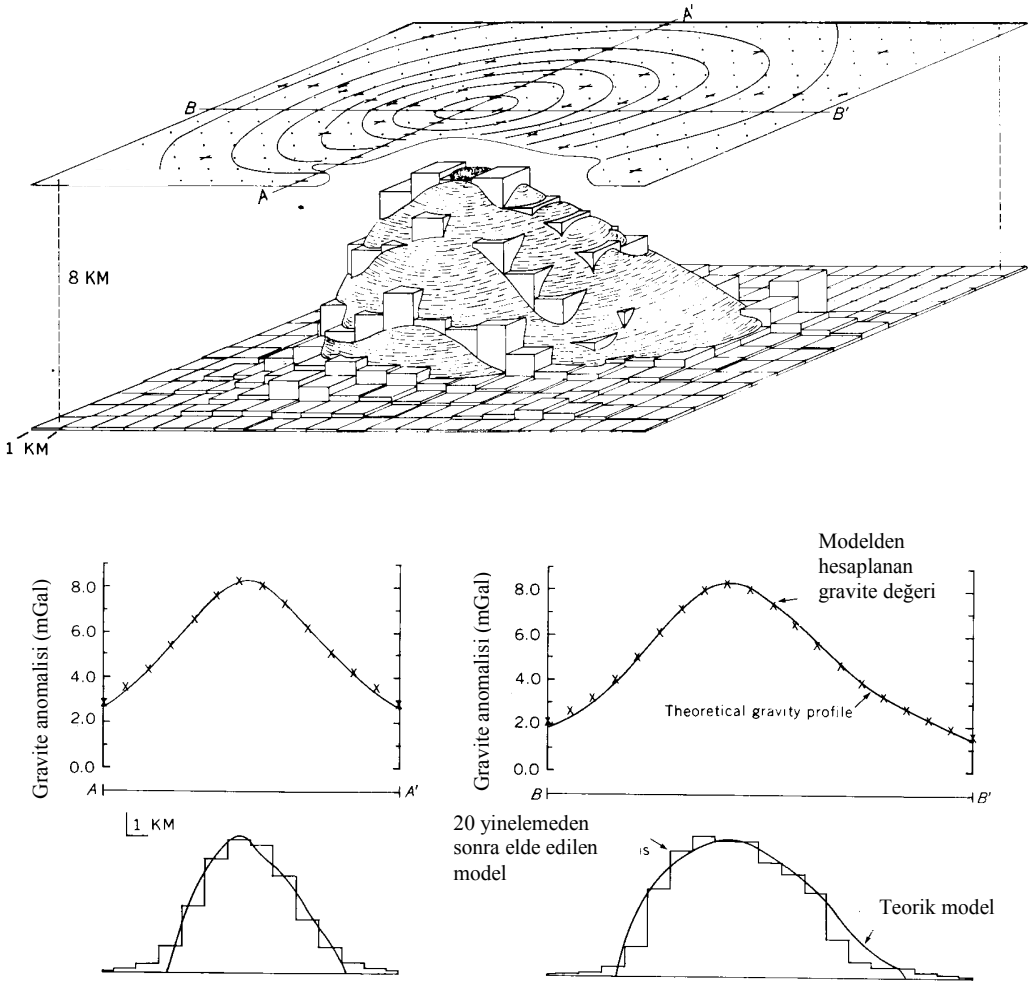
bütün diğer grid noktaları için f,

$$\Delta g_{hes,n,p\neq q} \approx G\rho W^2 \left[\frac{1}{\sqrt{R^2_{p,q} + d^2_{n,q}}} - \frac{1}{\sqrt{R^2_{p,q} + (d_{n,q} + t_{n,q})^2}} \right] \quad (11)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada W, grid aralığı, $R_{p,q}$, P ve Q noktaları arası mesafe, $d_{n,q}$ ise n adet yinelemeden sonra Q grid noktası altındaki prizmanın üst yüzeyine olan derinlik olarak verilmektedir. Ölçülen ve hesaplanan gravite anomalileri arasındaki uyum en küçük kareler ifadesi ile,

$$ekk_n = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^{M} (g_{ölç,p} - g_{hes,n,p})^2}{m}} \quad (12)$$

şeklindedir.

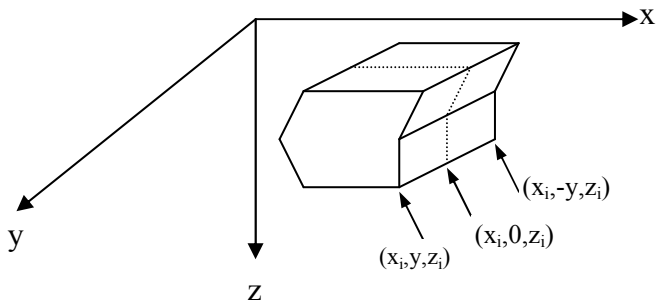


Şekil 4.1 3-B modelleme yöntemi kullanılarak oluşturulmuş yer altı modeli ve bu modelden alınan profiller (Cordell and Henderson 1968)

4.2 Gravite Anomalilerinin 2 Boyutlu Modellenmesi

Bu çalışmada gravite verilerinin 2 boyutlu modellenmesi için Talwani modelleme yöntemi kullanılmıştır. Talwani modellemesi Shuey ve Pasquale (1973), Rasmussen ve Pedersen (1979) gibi benzeri çalışmalarla geliştirilmiştir ve günümüzde 2 boyutlu Talwani modellemesi olarak kullanılmaktadır.

Shuey and Pasquale (1973), 2 boyutlu poligon yapıları için Talwani ve Heirtzler' in (1963) manyetik yöntem için geliştirdiği bağıntılardan sonlu uzanım poligon yapılarını kullanarak 2 boyutlu modelleme yöntemini geliştirmişlerdir. 2 boyutlu yapının bulunduğu koordinat sistemi Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. İki Boyutlu model geometrisi (Shuey and Pasquale 1973)

Manyetik alan ifadesi,

$$H(r)= \nabla \int_v (M.\nabla)(1/|r - r_0|)d^3 r_0 \qquad (13)$$

şeklinde verilmektedir. M mıknatıslanma şiddetidir.
r, x-z düzleminde sınırlı ve cisim düzenli şekilde mıknatıslanmışsa denklem,

$$H_x = 2M_x P_x + 2M_z Q \qquad (14)$$

$$H_y = -2M_y R \qquad (15)$$

$$H_z = 2M_x Q + 2M_z P_z \qquad (16)$$

olur.

Burada,

$$P_x = M^2 U / M_x^2 \quad (17)$$

$$P_z = -M^2 U / M_z^2 \quad (18)$$

$$R = M^2 U / M_y^2 \quad (19)$$

$$Q = M^2 U / M_x M_z \quad (20)$$

ve Newton potansiyeli,

$$U = \frac{1}{2}\int_v (1/|r - r_0|) d^3 r_0 \quad (21)$$

şeklinde ifade edilmektedir. x-z düzlemindeki simetriden dolayı $M^2 U / M_x M_z$ ve $M^2 U / M_y M_z$ sıfır olmaktadır. Bunun yanında Laplace denklemlerine göre P_x, P_z ve R,

$$P_x - P_z - R = 0 \quad (22)$$

şeklinde ilişkilendirilmektedir.

P_x , P_z , Q ve R için yukarıda verilen ifadeler, üçlü integralin ikinci dereceden kısmi türevli ifadeleri biçimindedir. Bu ifadeler, Şekil 4.2'deki kesit için yol integralleri biçimine dönüştürüldüğünde (17) ifadesi,

$$P_x = \frac{1}{2}\int\int\int \frac{\partial^2}{\partial_{x^2}} (X^2 + Y^2 + Z^2)^{-1/2} \, dx \, dy \, dz \quad (23)$$

şeklinde olmaktadır. Uzanım boyunca integrasyondan sonra,

$$P_x = \frac{1}{2}\int\int \frac{\partial^2}{\partial_{x^2}} \ln \frac{r + Y}{r - Y} \, dx \, dz \quad (24)$$

olur. Burada,

$$r^2 = x^2 + Y^2 + z^2 \quad (25)$$

dir. Böylece x üzerinden alınan integral hızlıca çözülebilir duruma gelmektedir. Z üzerinden alınan integral ise, Şekil 4.2'deki kesit çevresinde saat yönünde alınan çizgisel integral olarak düşünülebileceğinden,

$$P_x = \frac{1}{2}\oint \frac{\partial}{\partial_x} \ln \frac{r+Y}{r-Y}\, dz = -\oint \frac{Y}{r}\frac{x}{x^2+z^2} dz \quad (26)$$

ifadesi elde edilir. Benzer şekilde (18) ve (20) ifadeleri de,

$$P_z = -\oint \frac{Y}{r}\frac{z}{x^2+z^2} dx \quad (27)$$

$$Q = -\oint \frac{Y}{r}\frac{z}{x^2+z^2} dz = \oint \frac{Y}{r}\frac{x}{x^2+z^2} dx \quad (28)$$

$$R = -\oint \frac{Y}{r}\frac{x}{z^2+Y^2} dz = -\oint \frac{Y}{r}\frac{z}{x^2+Y^2} dx \quad (29)$$

olmaktadır. Bu durumda, iki boyutluluk davranışını sınırlayıcı durumlar, Y = 4 ve (Y / r) =1 alarak denetlenebilmektedir. Daha sonra, R = 0, $P_x = P_z = P$ olduğunda, P ve Q bağıntıları Talwani ve Heirtzler (1964) bağıntılarına eşit olmaktadır. Karmaşık sayılar kullanılarak (26) ve (29) denklemleri daha basitleştirilmiş olarak,

$$\oint \frac{Y}{r}\frac{dx}{x+iz} = Q + iP_z \quad (30)$$

$$\oint \frac{Y}{r}\frac{idz}{x+iz} = -(Q + iP_x) \quad (31)$$

$$R = \text{lm} \oint \frac{z}{r}\frac{dx}{x+iY} = \text{lm} \oint \frac{x}{r}\frac{dz}{z+iY} \quad (32)$$

şeklinde elde edilir. Poligon yapılı kesitin N sayıda kenara sahip olduğu varsayıldığından, son integrasyon N adet parçaya bölünmelidir. Her parçada integrasyon, kenar boyunca (x_1, z_2) noktasından (x_2, z_2) noktasına kadardır. Gradshteyn ve Ryzhik (1965) integral bağıntılarından faydalanarak,

$$Q + iP_x = \sum \frac{i\Delta z}{\Delta x + i\Delta z} \ln(F_2 / F_1) \quad (33)$$

$$Q + iP_Z = \sum \frac{-\Delta x}{\Delta x + i\Delta z} \ln(F_2 / F_1) \quad (34)$$

elde edilmektedir. Burada çözüm N sayıda kenar üzerindedir ve

$$\Delta z = z_2 - z_1 \tag{35}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 \tag{36}$$

şeklindedir. F_n ise,

$$F_n = \frac{\Delta x + i\Delta z}{x_n + iz_n}\left(1 + \frac{r_n}{Y}\right) + \frac{i}{Y^2}(x_n \Delta z - z_n \Delta x) \qquad n = 1,2 \tag{37}$$

olarak belirtilmektedir. R, (33) ve (34) kullanılarak (22) ifadesinden,

$$iR = \sum \ln(F_2 / F_1) \tag{38}$$

şeklinde elde edilmektedir.

İki boyutluluk durumunda karmaşık değişkenler notasyonu, gerçek potansiyel alanların karmaşık değişkenlerinin analitik fonksiyonlarına eşitliği vasıtasıyla tanımlanmaktadır. Shuey ve Pasquale (1973)'nin bağıntıları 2-B'lu durumda,

$$Q + iP = \sum \frac{-\Delta x}{\Delta x + i\Delta z} \ln(F_2 / F_1) = \sum \frac{i\Delta z}{\Delta x + i\Delta z} \ln(F_2 / F_1) \tag{39}$$

ve

$$F_2 / F_1 = (x_1 + iz_1)/(x_2 + iz_2) \tag{40}$$

olmaktadır ki, buradaki Q ve P, Talwani ve Heirtzler (1964) teki QSUM ve PSUM ile aynıdır. Karmaşık alan yoğunluğu Q + iP alandaki pozisyonun bir analitik fonksiyonudur ve karmaşık değişken olan x + i*z* olarak hesaba katılmıştır. Böylece karmaşık değişken notasyonunun 2-B durumdan 2.5 B durumuna nasıl genelleştirilebildiği görülmektedir. Bununla birlikte, (26) ve (29) denklemlerindeki (Y/r) çarpanı 2.5 boyutlu durumunda analitik bir fonksiyon değildir. Yani, karmaşık değişkenlerin analitik fonksiyonlarına bağlı etkili teoremler 2.5 B durumda mevcut değillerdir.

(33) ve (34) denklemleri bilgisayarda kolayca programlanabilmektedir ve 2-B Talwani ve Heirtzler (1964) algoritması kadar hızlı bir 2.5-B algoritmadır. Mıknatıslanma şiddeti ve kesit bilgisine ek olarak, anomaliye sebep olan her yapı, uzanım yarı uzunluğu Y ile karakterize edilmektedir. Burada yapılması gereken, bir kontur haritasından Y'yi belirlemek ve sonra en uygun mıknatıslanmayı ve poligon yapılı kesiti ararken o değeri sabit tutmaktır.

Toplam alan anomalisi T, x ekseni ile manyetik kuzey arasındaki açı A ve manyetik eğim I ise ,

$$T = H_z \sin I + H_x \cos I \cos A + H_y \cos I \sin A \qquad (41)$$

şeklinde ifade edilmektedir. H_x H_y ve H_z, (14) ve (16) denklemleri ile verilmektedir. Mıknatıslanma şiddetinin genellikle asıl yer manyetik alanına paralel olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda mıknatıslanma şiddeti bileşenleri,

$$M_x = kF \cos I \cos A \qquad (42)$$
$$M_y = kF \cos I \sin A \qquad (43)$$
$$M_z = kF \sin I \qquad (44)$$

olarak ifade edilmektedir. F, yer manyetik alan şiddeti ve k manyetik duyarlıktır. (42), (44) ve (14)-(15)-(16), (22) ve (41) denklemleri bir araya getirildiğinde,

$$T / 2Kf = P_x \cos^2 I \cos 2A + P_z (\cos^2 I \sin^2 A - \sin^2 I) + Q \cos A \sin 2I \qquad (45)$$

elde edilir.

Cooper (1998) tarafından geliştirilen ve 2.5 Boyutlu gravite ve manyetik verilerin modellemesini bir arada gerçekleştirebilen GEOMODEL programı, 2.5 boyutlu Talwani modelleme algoritmalarını kullanmaktadır. Programda model oluşturulurken modele ait özellikler isteğe bağlı olarak değiştirilebilir.

4.3 Havadan Manyetik Anomalilerine Analitik Sinyal Yönteminin Uygulanması

Potansiyel alan verilerinin yorumunda en önemli adımlardan biri anomaliyi oluşturan kaynakların yatay lokasyonlarının ve derinliklerinin belirlenebilmesidir. Fakat, bu manyetik anomalilerin yorumunda gravite anomalilerine göre daha zordur. Bunun nedeni, yermanyetik alanı ve yapı mıknatıslanmasının, anomali şeklinde meydana getirdiği bozukluktur.

Manyetik kaynağın derinliği ve lokasyonunun belirlenebilmesi için 1970'den bu yana birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar, güç spektrumuna dayalı yöntemler (Spector and Grant 1970), Euler dekonvolüsyonu (Thompson 1982, Reid *et al*. 1990) ve potansiyel alanın yatay ve düşey türevlerine dayalı analitik sinyal yöntemleri olarak sınıflandırılabilir.

Son yıllarda manyetik anomaliye neden olan yapıların kenarlarının belirlenmesinde çok yaygın olarak kullanılmaya başlanılan yöntem analitik sinyal (AS) yöntemidir. Bunun nedeni, AS yönteminin yermanyetik alan ve mıknatıslanma yönlerinden etkilenmiyor olmasıdır (Blakely 1995, Roest *et al.* 1992). Yöntem ilk olarak Nabighian (1972, 1974) tarafından geliştirilmiştir. Roest *et al*. (1992) AS yöntemini 3 boyutlu yapılar üzerine uygulamıştır. Hsu *et al*. (1996) potansiyel alan anomalilerinin ikinci mertebe düşey türevlerine uygulanan düşey türev analitik sinyal (DTAS) yöntemini geliştirmişlerdir. Son yıllarda kaynak sınırlarının lokasyonunun daha iyi belirlenmesi için Bournas ve Baker (2001), yatay türev analitik sinyal yöntemini (YTAS), Fedi and Florio (2001) ise yatay türev (YT) yöntemini önermişlerdir. (Bilim ve Ateş 2005)

Manyetik anomalinin (M) 3 boyutlu analitik sinyali

$$\mathrm{A}(x,y) = \frac{\partial M}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial M}{\partial y}\hat{y} + i\frac{\partial M}{\partial z}\hat{z} \qquad (46)$$

ile tanımlanır (Roest ve diğ. 1992).

Burada,

i = kompleks sayı;

$\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ sırasıyla x, y ve z yönlerindeki birim vektörlerdir.

(46) nolu eşitlikten analitik sinyalin genlik fonksiyonu Roest *et al*. (1992) tarafından

$$|A(x,y)| = \sqrt{\left(\frac{\partial M}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial z}\right)^2} \tag{47}$$

ile verilmiştir. (46) nolu eşitlikte görüldüğü gibi analitik sinyal fonksiyonu manyetik verinin düşey ve yatay türevlerini içerir. Potansiyel alan verisinin düşey ve yatay yürevleri birbirlerinin Hilbert dönüşümleridir (Nabighian 1984). Bu durum, Nabighian (1984) tarafından frekans ortamında aşağıdaki bağıntılar ile verilmiştir:

2 boyutlu durum için,

$$\frac{\partial M}{\partial z} = H\left[\frac{\partial M}{\partial x}\right] \tag{48}$$

$$F\left[\frac{\partial M}{\partial z}\right] = \text{-isgn(w)}\, F\left[\frac{\partial M}{\partial x}\right] \tag{49}$$

Burada,

H= Hilbert dönüşümü

F= Fourier dönüşümü

sgn= signum fonksiyonudur.

$$\text{sgn(w)} = \frac{w}{|w|} = \begin{cases} +1 & w > 0 \\ 0 & w = 0 \\ -1 & w < 0 \end{cases} \tag{50}$$

(49) nolu eşitlik manyetik verinin düşey ve yatay türevleri arasındaki 2 boyutlu Hilbert dönüşüm ilişkisini vermektedir.

3 Boyutlu durum için ise;

H= -i sgn(p,q)=$H_1\ \hat{x} + H_2\ \hat{y}$ (51)

$$F\left[\frac{\partial M}{\partial z}\right] = H_1 F\left[\frac{\partial M}{\partial z}\right] + H_2 F\left[\frac{\partial M}{\partial y}\right] \tag{52}$$

$$H_1 = -\frac{ip}{\sqrt{p^2+q^2}}; \qquad H_2 = \frac{-iq}{\sqrt{p^2+q^2}} \tag{53}$$

$$F\left[\frac{\partial M}{\partial x}\right] = -H_1 F\left[\frac{\partial M}{\partial z}\right] \tag{54}$$

$$F\left[\frac{\partial M}{\partial y}\right] = -H_2 F\left[\frac{\partial M}{\partial z}\right] \tag{55}$$

$$H_1 F\left[\frac{\partial M}{\partial y}\right] = H_2 F\left[\frac{\partial M}{\partial x}\right] \tag{56}$$

eşitlikleri ile verilir (Nabighian 1984).

Eşitlik (47)'de verilen analitik sinyalin genlik fonksiyonu doğrudan yapının üzerinde yer alır (Bilim ve diğ., 2005).

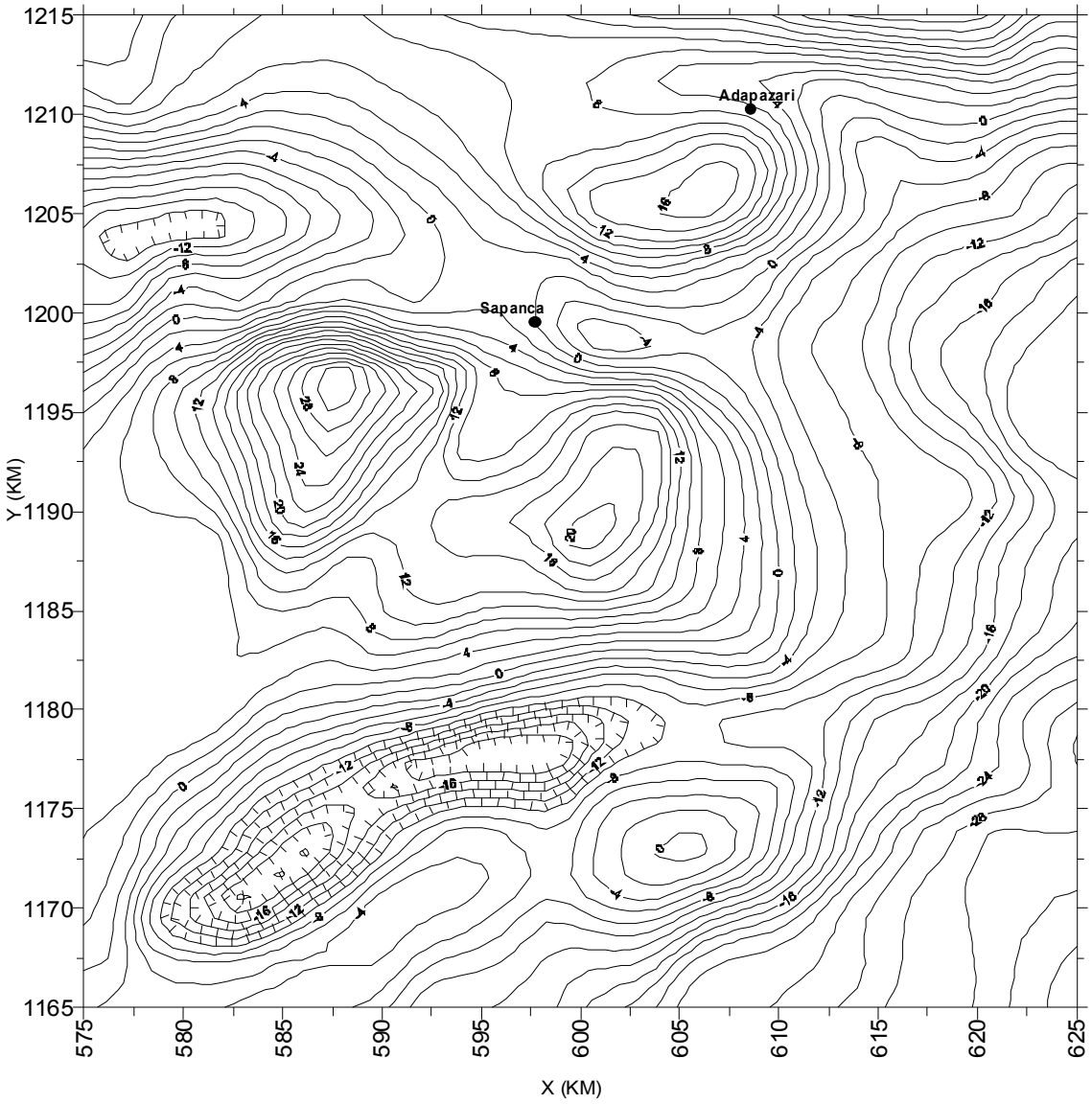
5. ANALİZ VE YORUM

5.1 Gravite Anomalilerinin 3 Boyutlu Modellenmesi

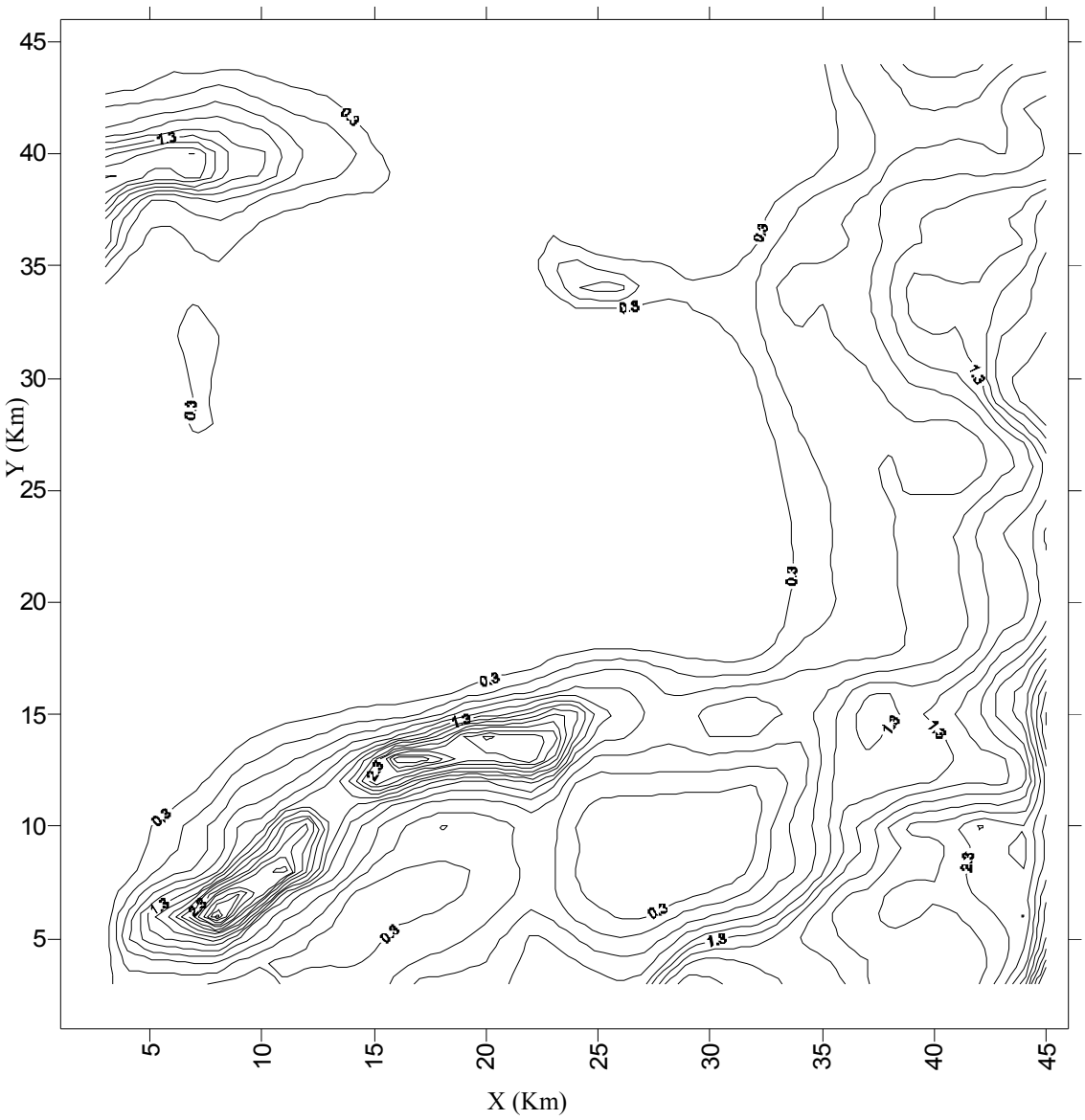
3 Boyutlu modelleme programında anomaliye sebep olan yapının her biri bir grid karesi kadar kesit alanına ve eşit yoğunluk değerine sahip prizmalardan oluştuğu kabul edilir. Herbir prizmanın derinliğinin, belirlenen referans düzlemi ile sistematik bir ilişkisi vardır. Havza geometrisi göz önüne alındığında prizmaların üst kısımlarının düz ve yüzeyde olması alt kısımlarının farklı derinliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada referans düzleminin prizmaların üst kısmını sınırladığı kabul edilmiş ve programa derinliği sıfır olarak girilmiştir. Modelleme her bir bölge için uygun olacak şekilde 46x46 gridlenerek yapılmıştır.

Kocaeli ve Bolu arasında kalan bölgeya ait gravite verilerinin 3-B modellenmesi için havza dolgusu ile havzayı oluşturan temel birimin yoğunluk farkının bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle bölgede daha önce yapılan jeofizik çalışmalarda elde edilen yoğunluk farkı referans alınmıştır. Buna göre aralarındaki yoğunluk farkı –0.4 gr/cm^3 tür ve bu değer 3-B model oluşturulurken kullanılmıştır. 3-B gravite modelleme çalışmasında Cordell and Henderson (1968) tarafından geliştirilen bilgisayar programı kullanılmıştır. Modelleme aşamasından önce gravite verilerine bazı öncel işlemler uygulanmıştır. İlk olarak SPEKTRA.FOR bilgisayar programıyla veriden doğrusal trend uzaklaştırılmış, daha sonra trend uzaklaştırılmış veri setinden en büyük pozitif değer ARTIDC.FOR bilgisayar programı kullanılarak atılmıştır. Bu işlemin amacı, 3-B modelleme programında kullanılacak olan yoğunluk farkı değerinin programa negatif girilecek olmasıdır.

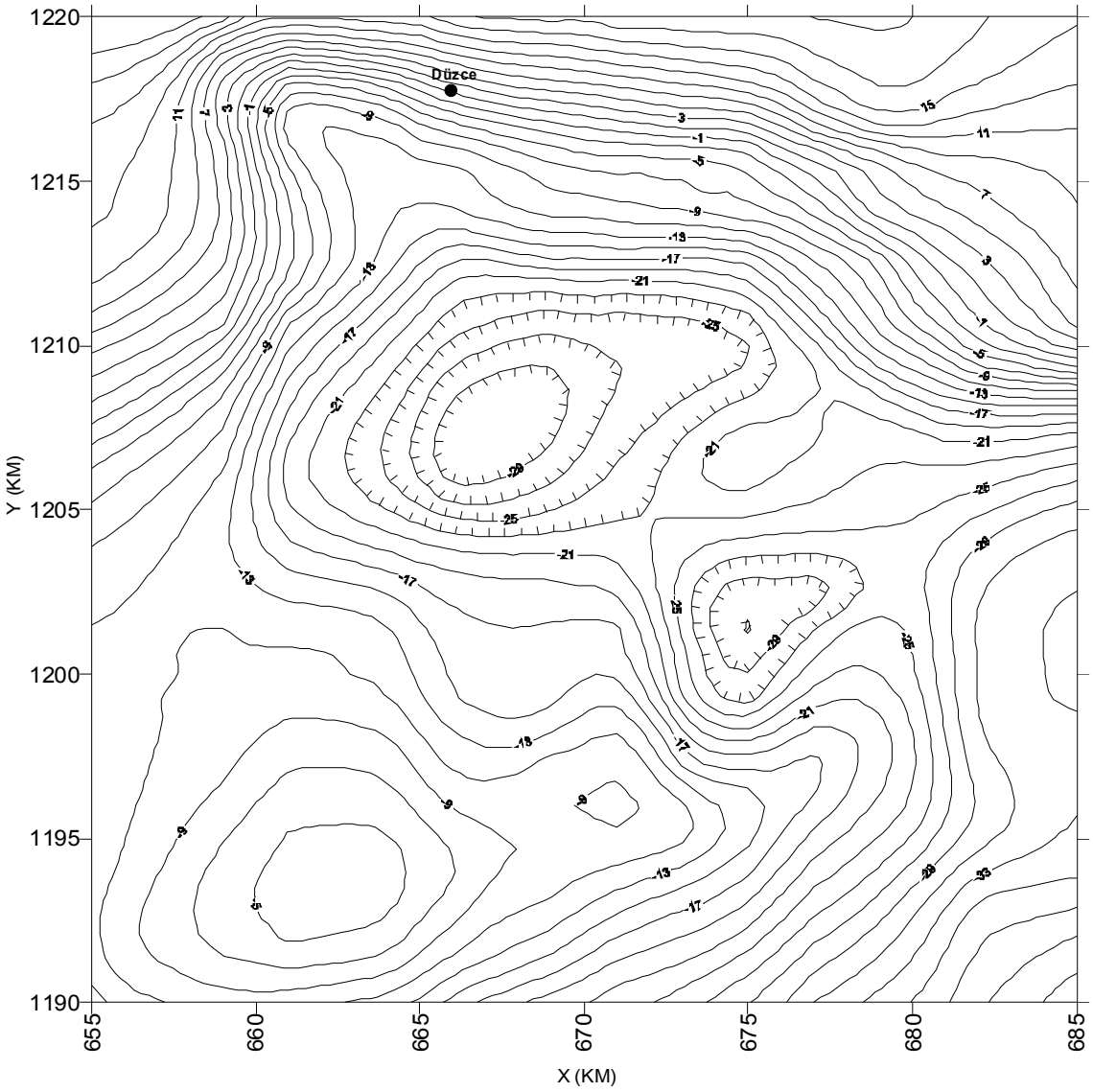
3-B modelleme, PPRONAK.FOR isimli bilgisayar programıyla gerçekleştirilir.



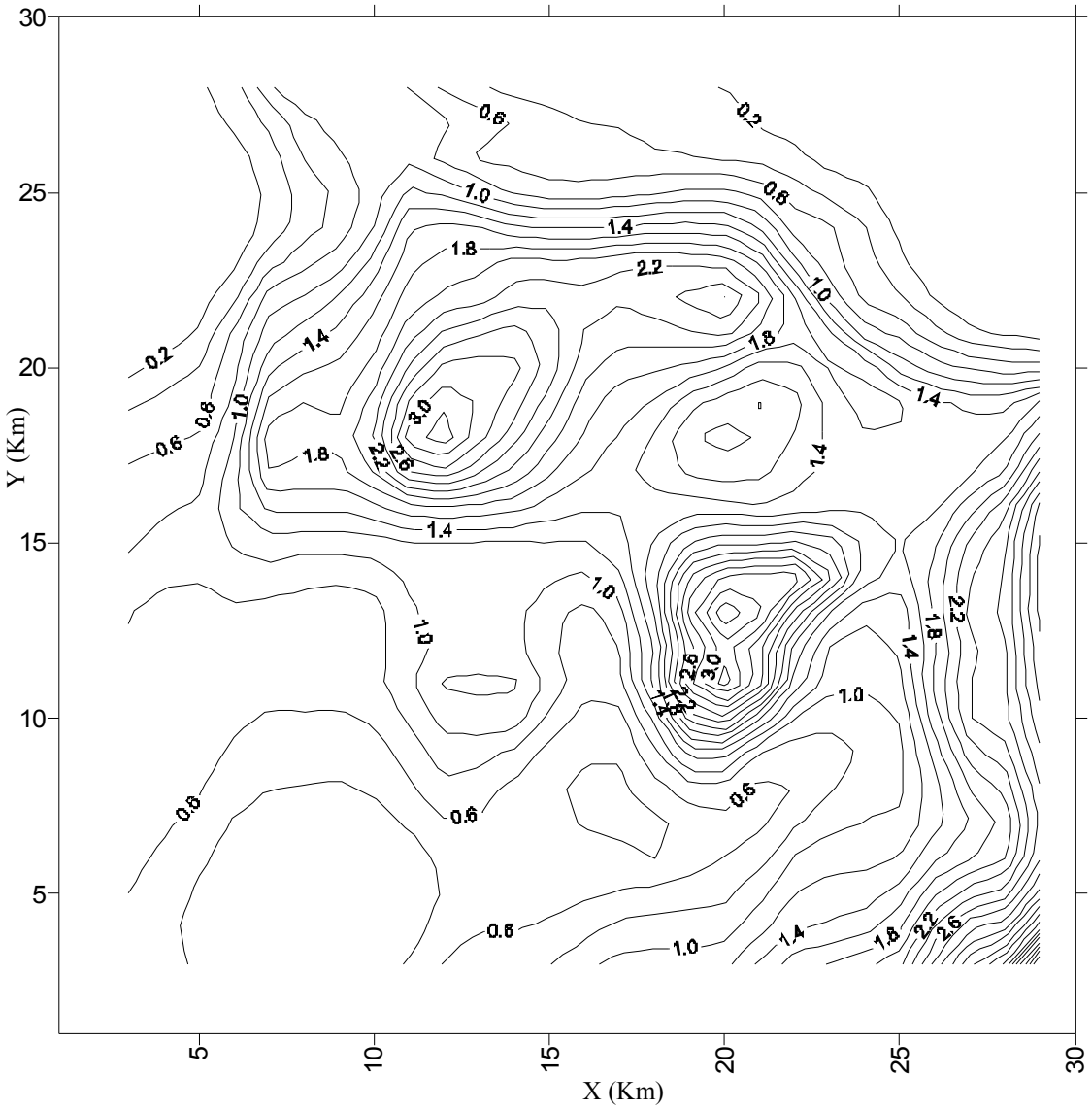
Şekil 5.1 Şekil 3.1'in 1. bölgesi



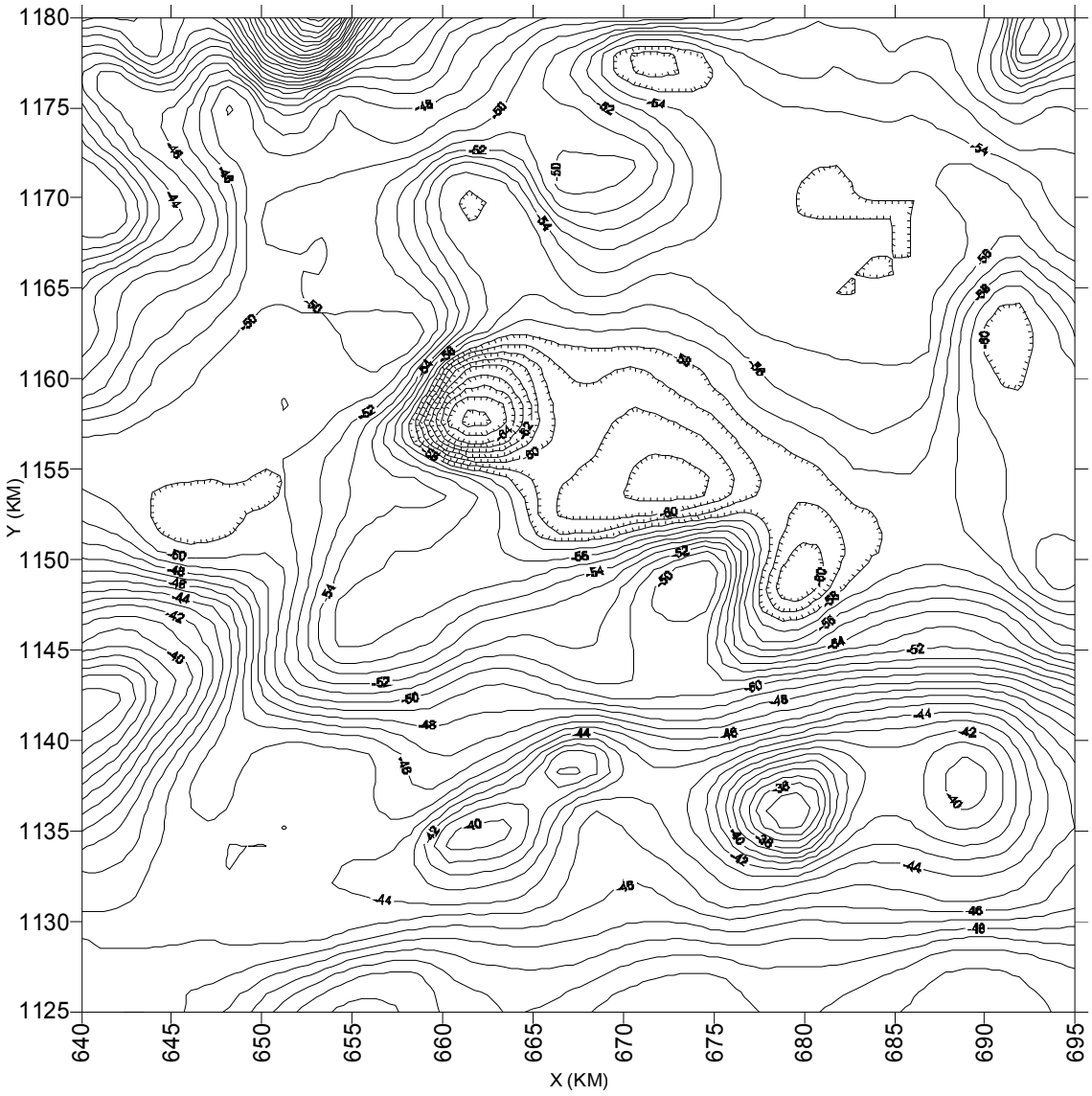
Şekil 5.2 Şekil 5.1'in 3 boyutlu derinlik haritası



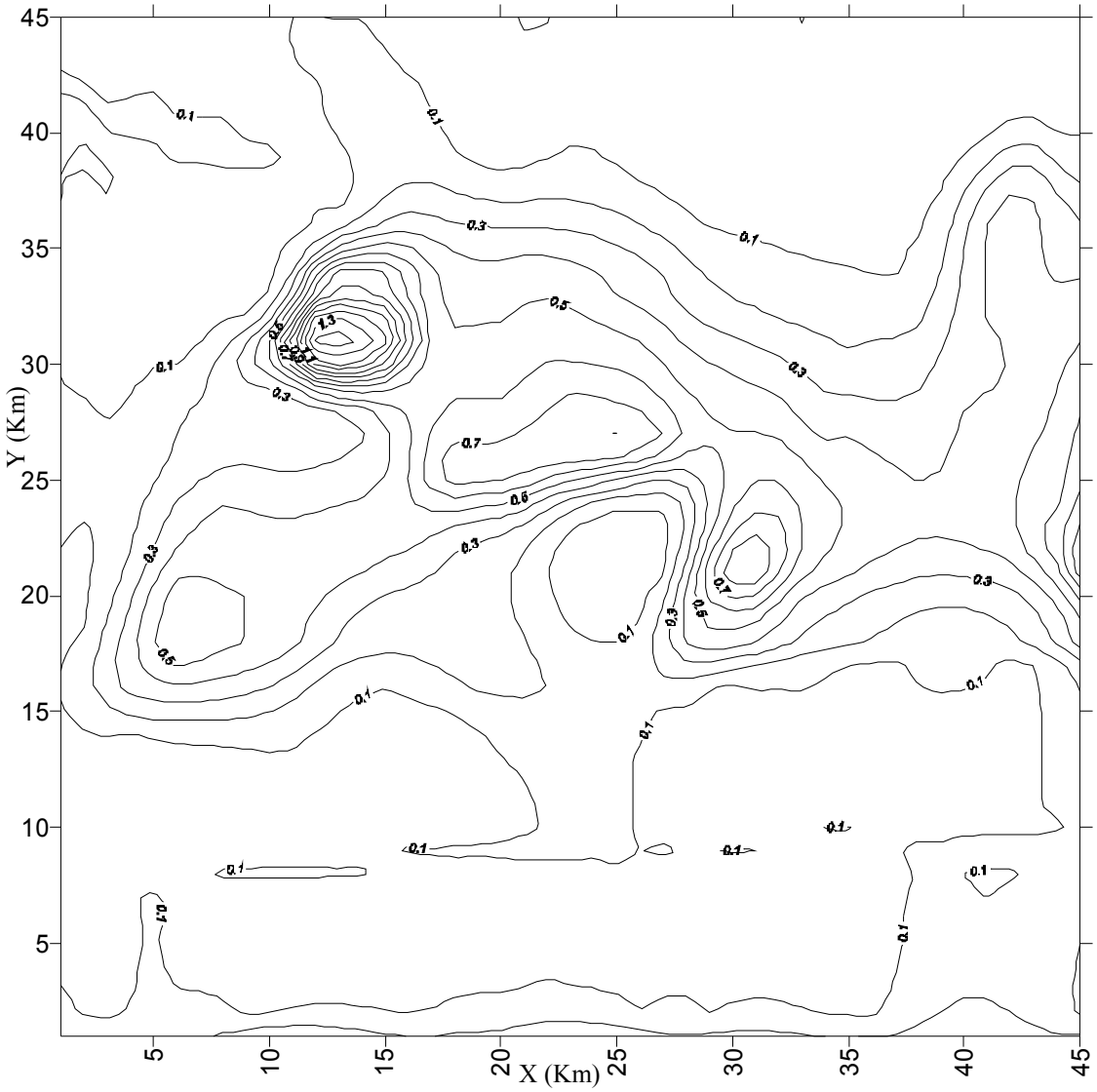
Şekil 5.3 Şekil 3.1'in 2. bölgesi



Şekil 5.4 Şekil 5.3'ün 3 boyutlu derinlik haritası



Şekil 5.5 Şekil 3.1'in 3. bölgesi



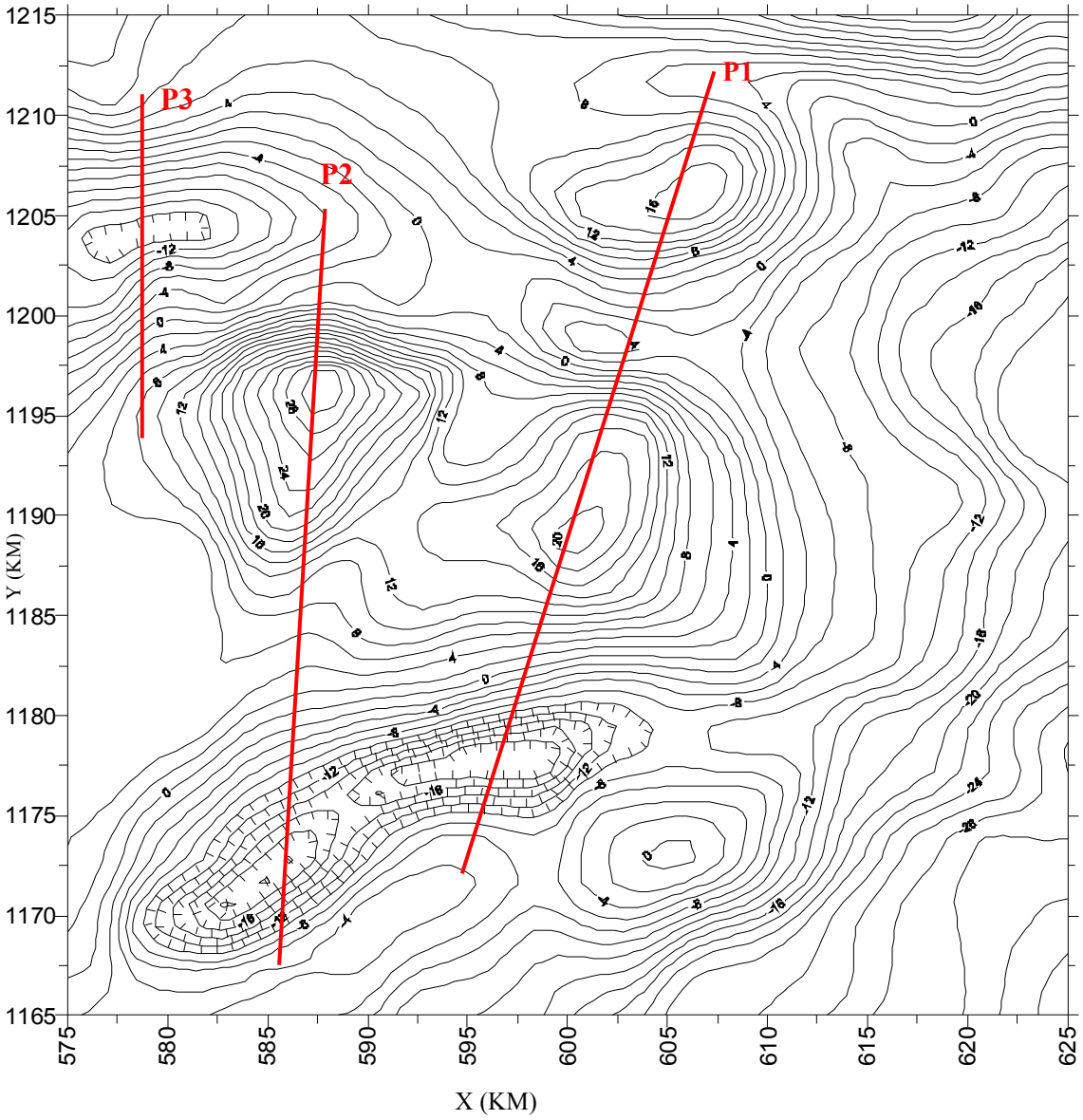
Şekil 5.6 Şekil 5.5'in 3 boyutlu derinlik haritası

5.2 Gravite Anomalilerinin 2 Boyutlu Modellenmesi

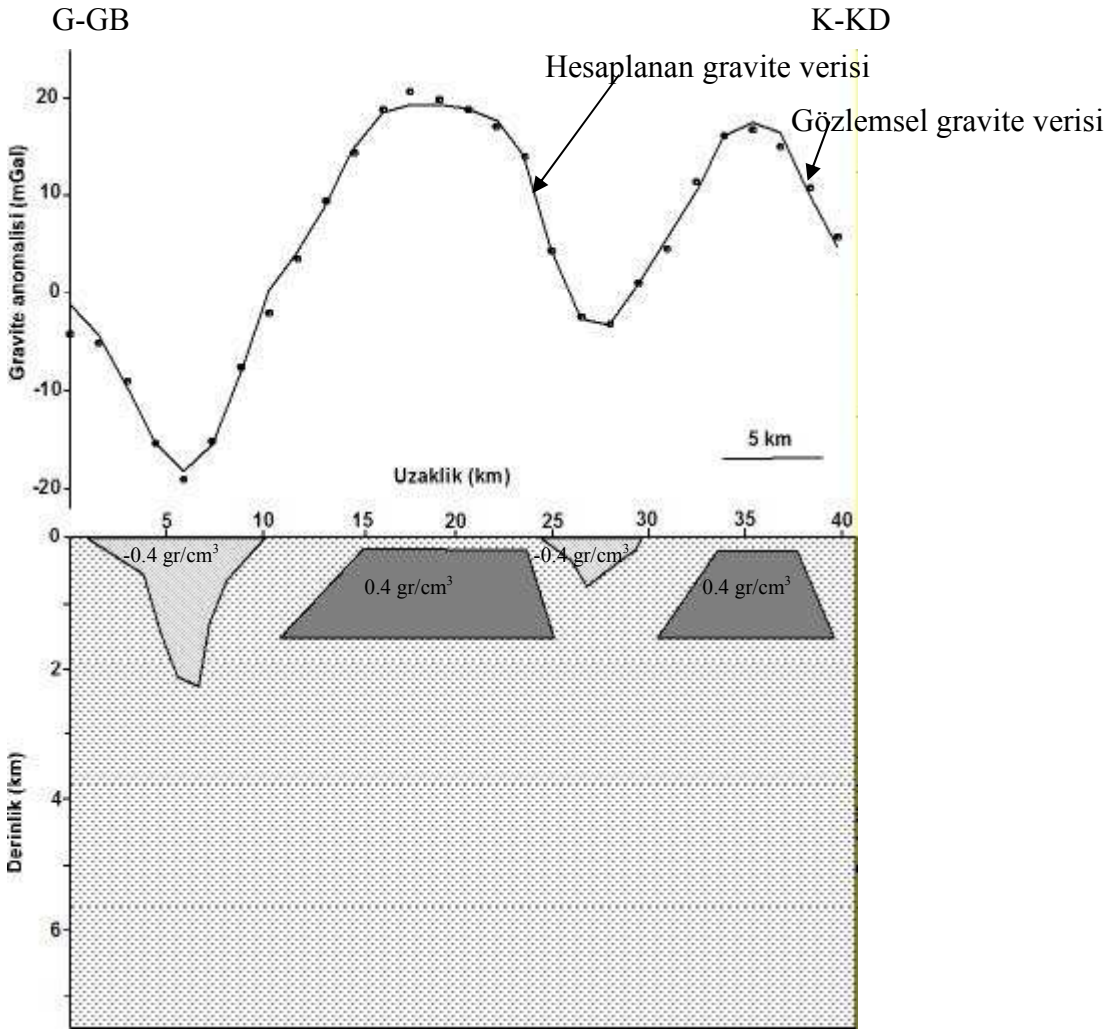
Kocaeli yarımadası ve Bolu arasında kalan bölgenin gravite anomali verilerinin 2 boyutlu modellenmesi için Cooper (1998) tarafından geliştirilen GEOMODEL modelleme programı kullanılmıştır. Bu program, 2 boyutlu Talwani modellemesi algoritmasını kullanmaktadır. Programda modelleme yapılırken modele ait özellikler isteğe bağlı olarak değiştirilebilir. Modeller oluşturulurken Gravite anomalilerine sebep olan yapılar, önceden belirlenmiş yoğunluk farkları programa girilerek yerlerine oturtulur. GEOMODEL programı, anomali haritası üzerinden bir profil boyunca alınan verilerin oluşturduğu anomali eğrisinin, modellemeyle oluşturulan anomali eğrisine çakışması esasına dayanır. Yapıya ait önceden belirlenen özelliklerin programa girilmesiyle, çakışmayı en iyi sağlayan modelin yer altı modeli olduğu kabul edilir. GEOMODEL programıyla modellemede bir profil için giriş verisi, gravite ve manyetik verilerin her ikisinide içerir.

Her üç bölgeye ait 2 boyutlu modeller belirlenen profiller boyunca oluşturulmuştur.

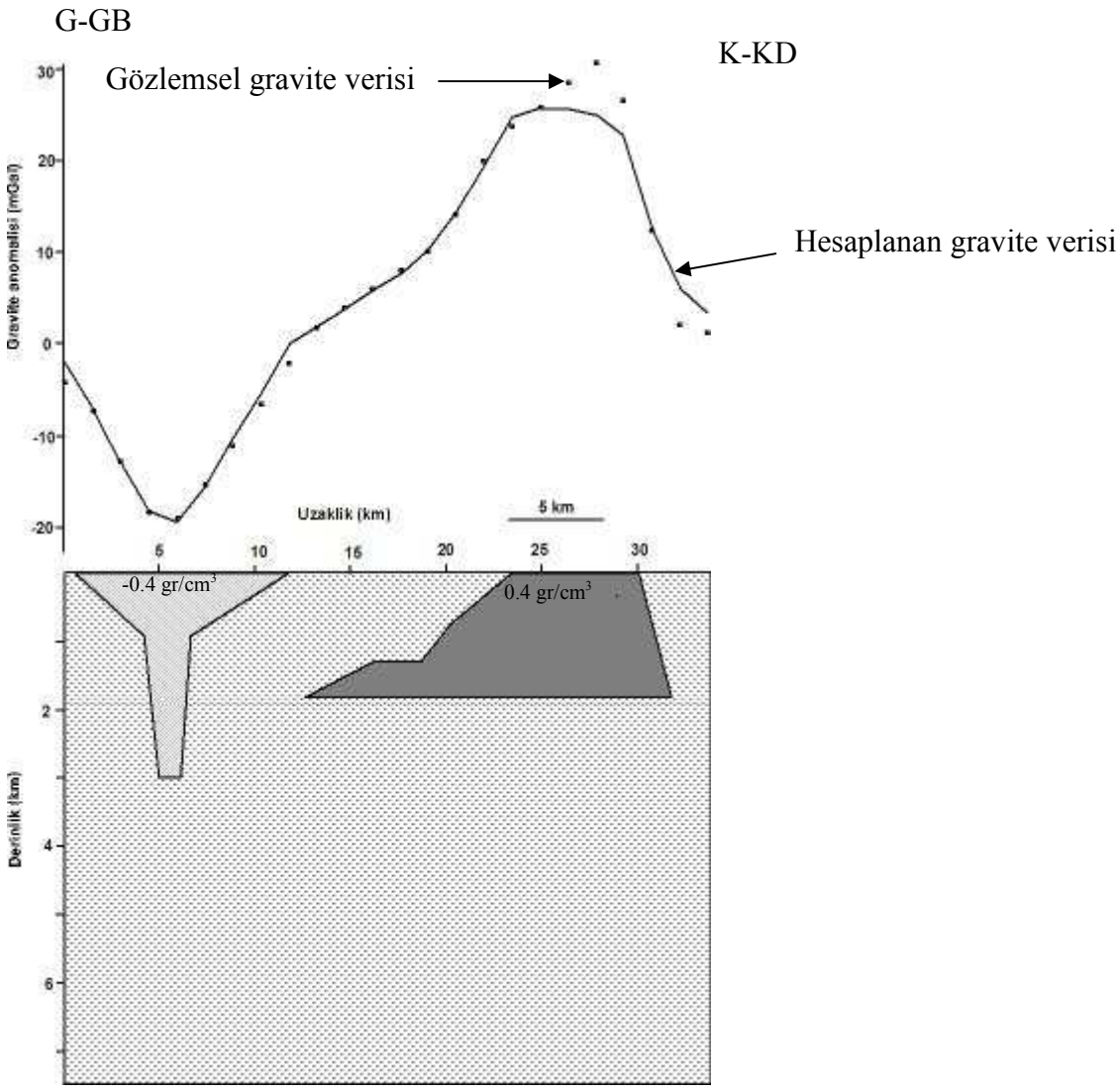
Bu çalışmada 3 boyutlu gravite modellemesi için kullanılan yoğunluk farkı ($-0.4 gr/cm^3$) değeri 2 boyutlu gravite modellemesi için de kullanılmıştır.



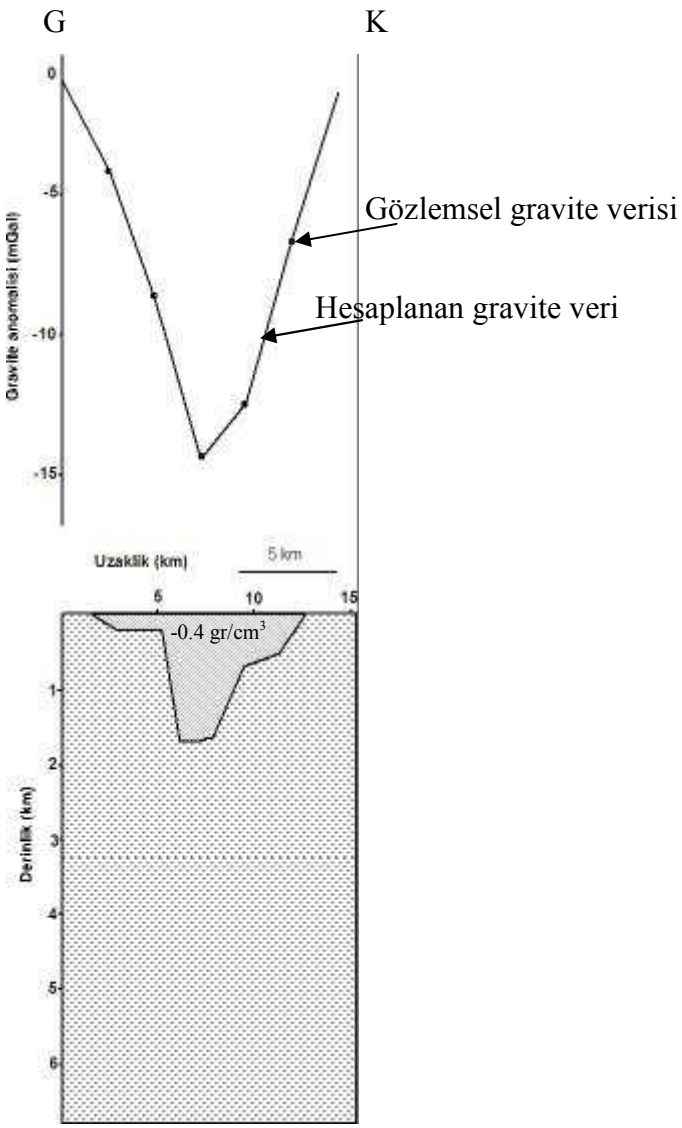
Şekil 5.7 Şekil 3.1'in 1. bölgesi üzerinden alınan gravite profillerini (p1,p2,p3) gösteren harita



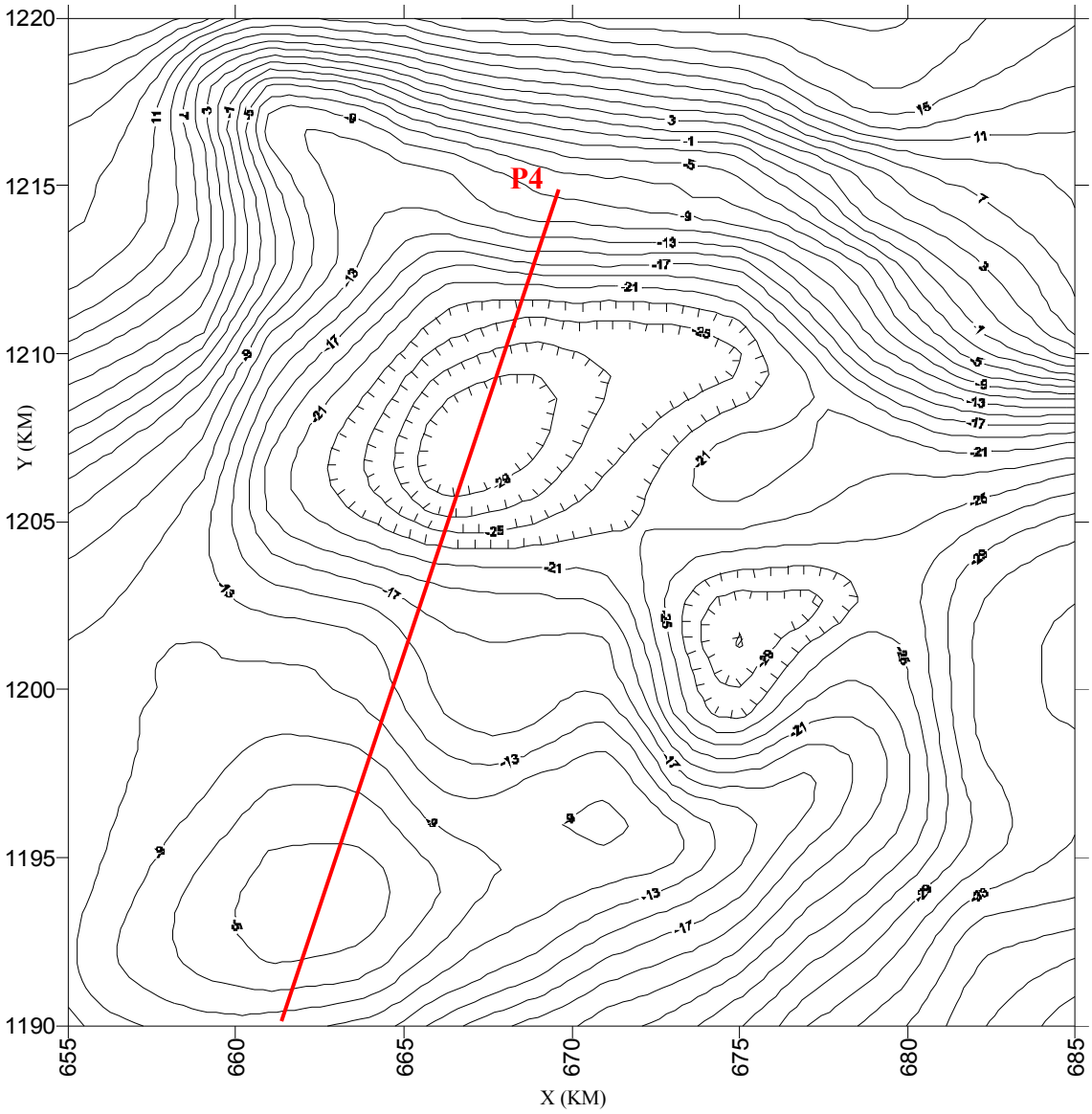
Şekil 5.8 Şekil 5.7'nin üzerindeki profil 1 (p1) için 2 boyutlu yer altı modeli



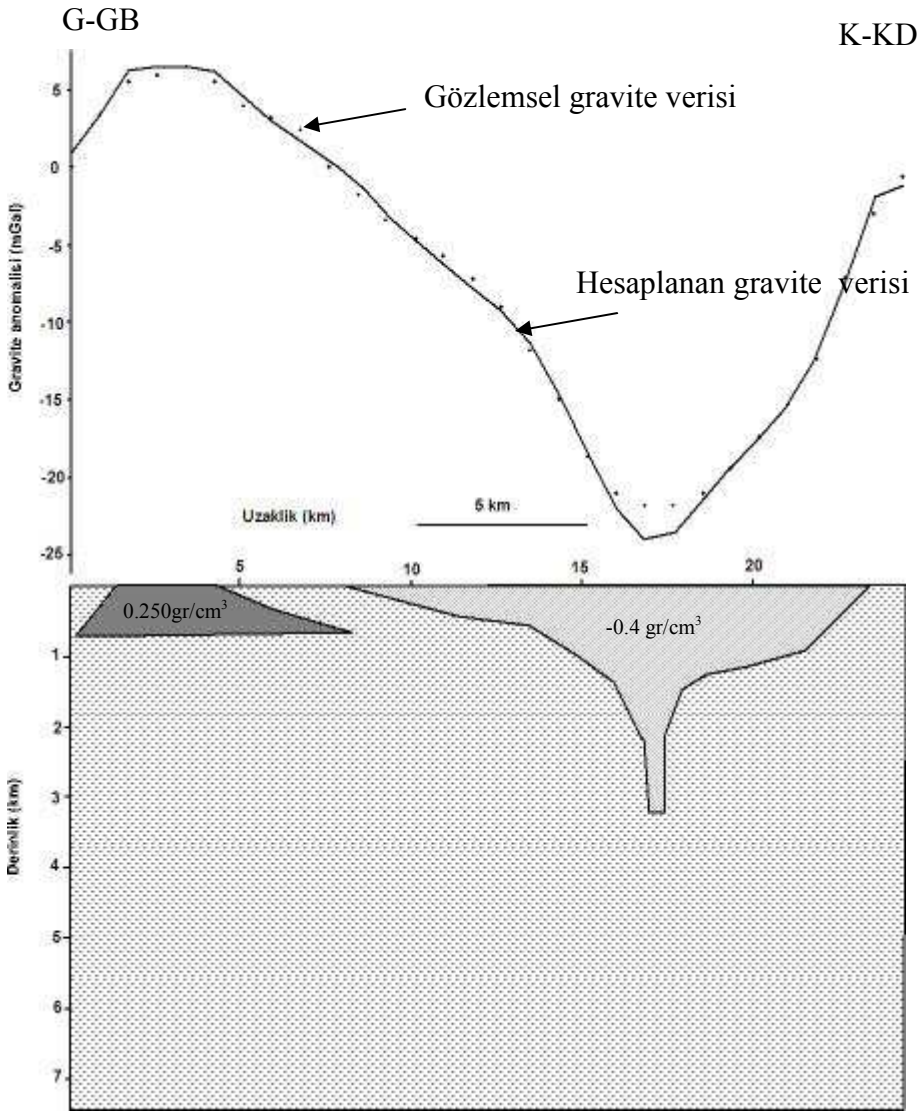
Şekil 5.9 Şekil 5.7'nin üzerindeki profil 2 (p2) için 2 boyutlu yer altı modeli



Şekil 5.10 Şekil 5.7'nin üzerindeki profil 3 (p3) için 2 boyutlu yer altı modeli

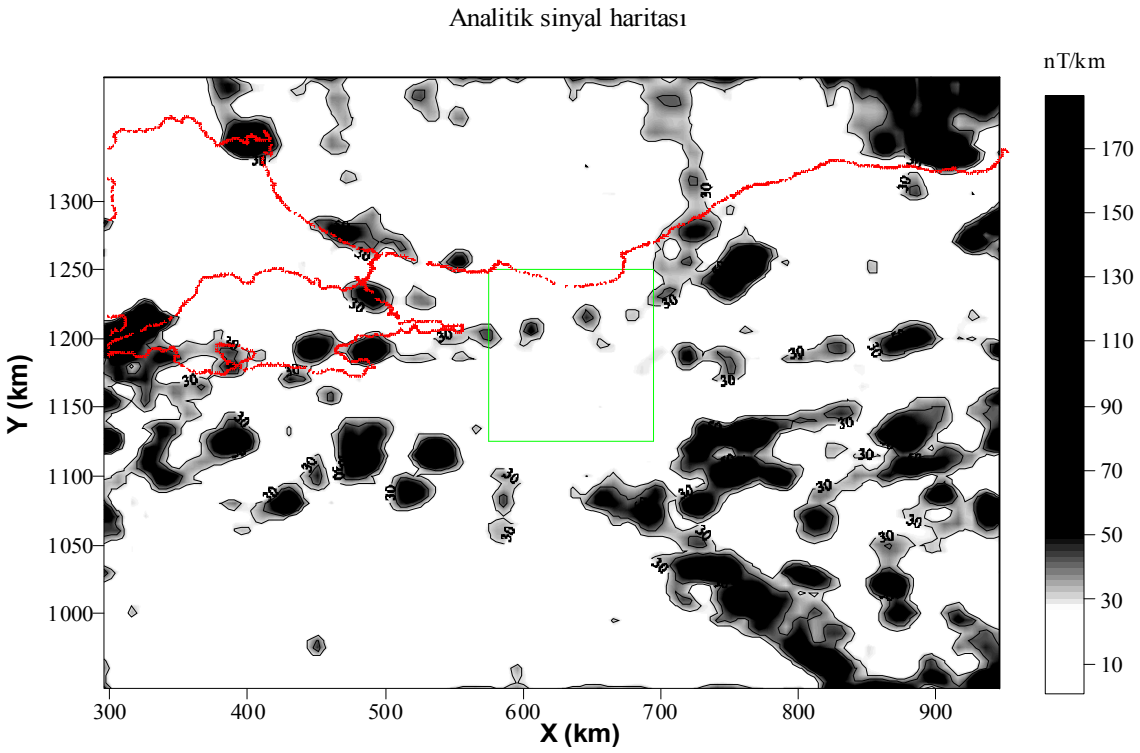


Şekil 5.11 Şekil 3.1'in 2. bölgesi üzerinden alınan gravite profilini (p4) gösteren harita



Şekil 5.12 Şekil 5.11'in profil 4 (p4) için 2 boyutlu yer altı modeli

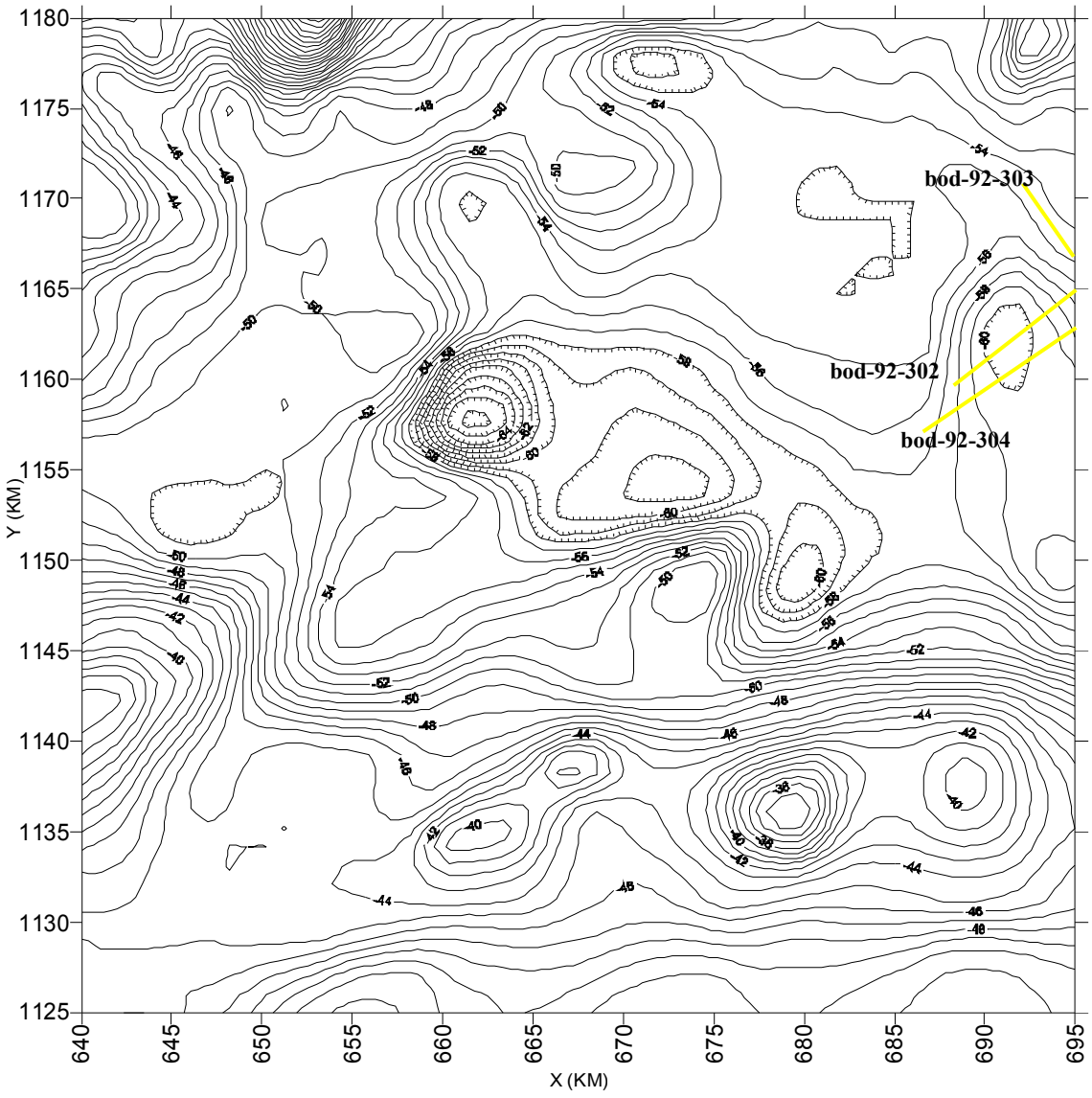
5.3 Havadan Manyetik Anomalilerine Analitik Sinyal Yöntemi Uygulanması



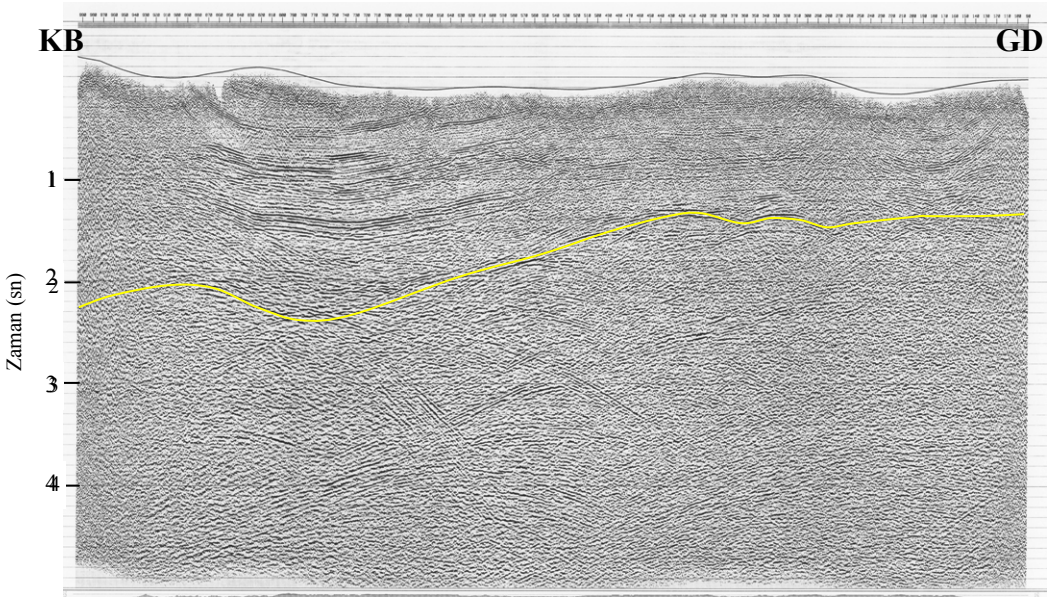
Şekil 5.13. Çalışma bölgesine ait AS haritası

Havadan manyetik anomalilere analitik sinyal dönüşümü uygulanmıştır (Şekil 5.13). Çalışma alanı kutu ile sınırlandırılmış bölgedir. Analitik sinyal dönüşümü uygulanmış haritada, Kuzey Anadolu Fayı(KAF) gözlenmektedir. KAF'ın doğrultusu kuzey-doğu yönlüdür.

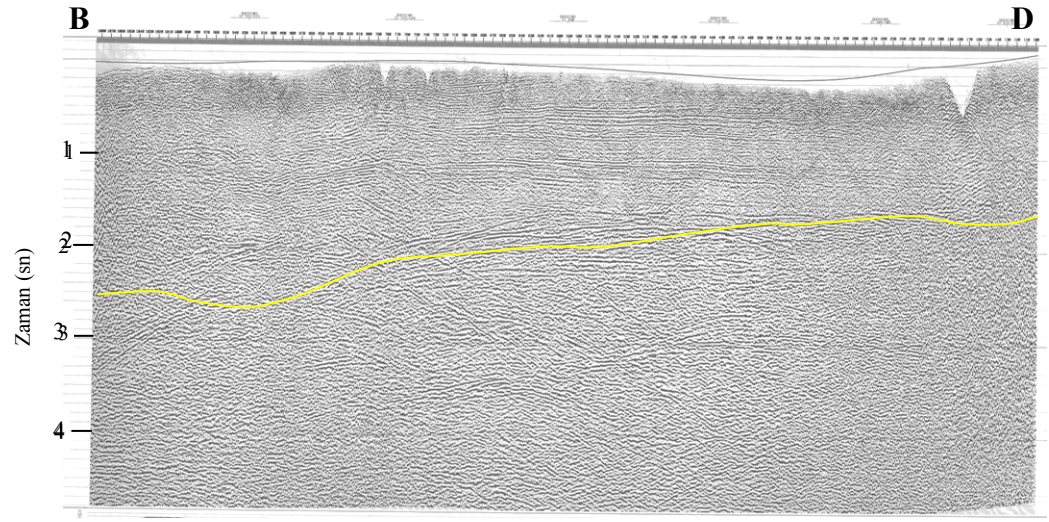
5.4 Sismik Kesitlerin Yorumlanması



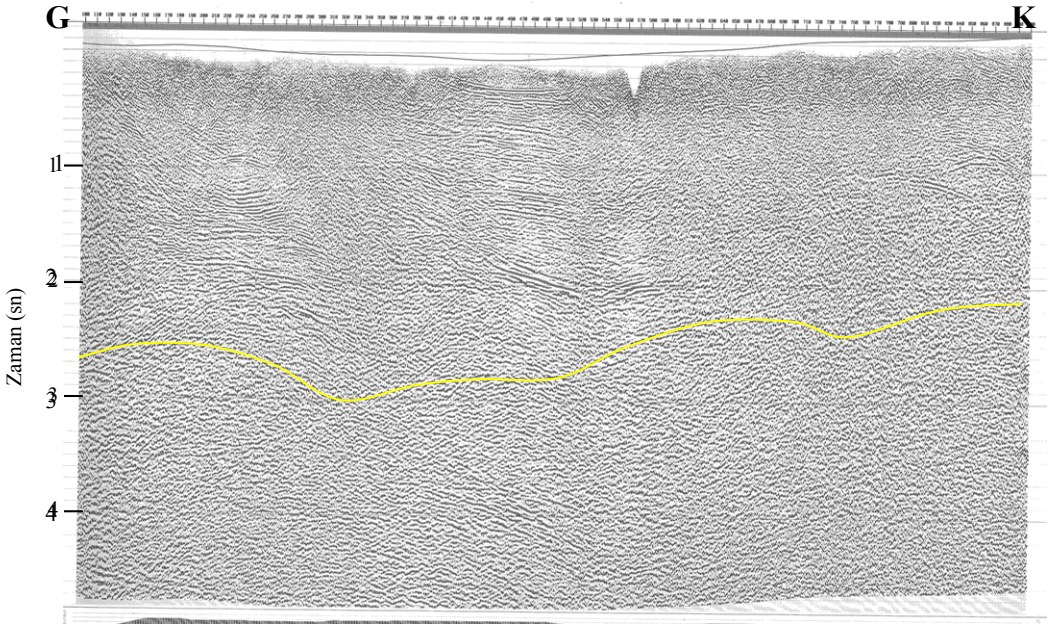
Şekil 5.14 Üçüncü bölgeye denk gelen sismik yansıma profillerini gösteren harita



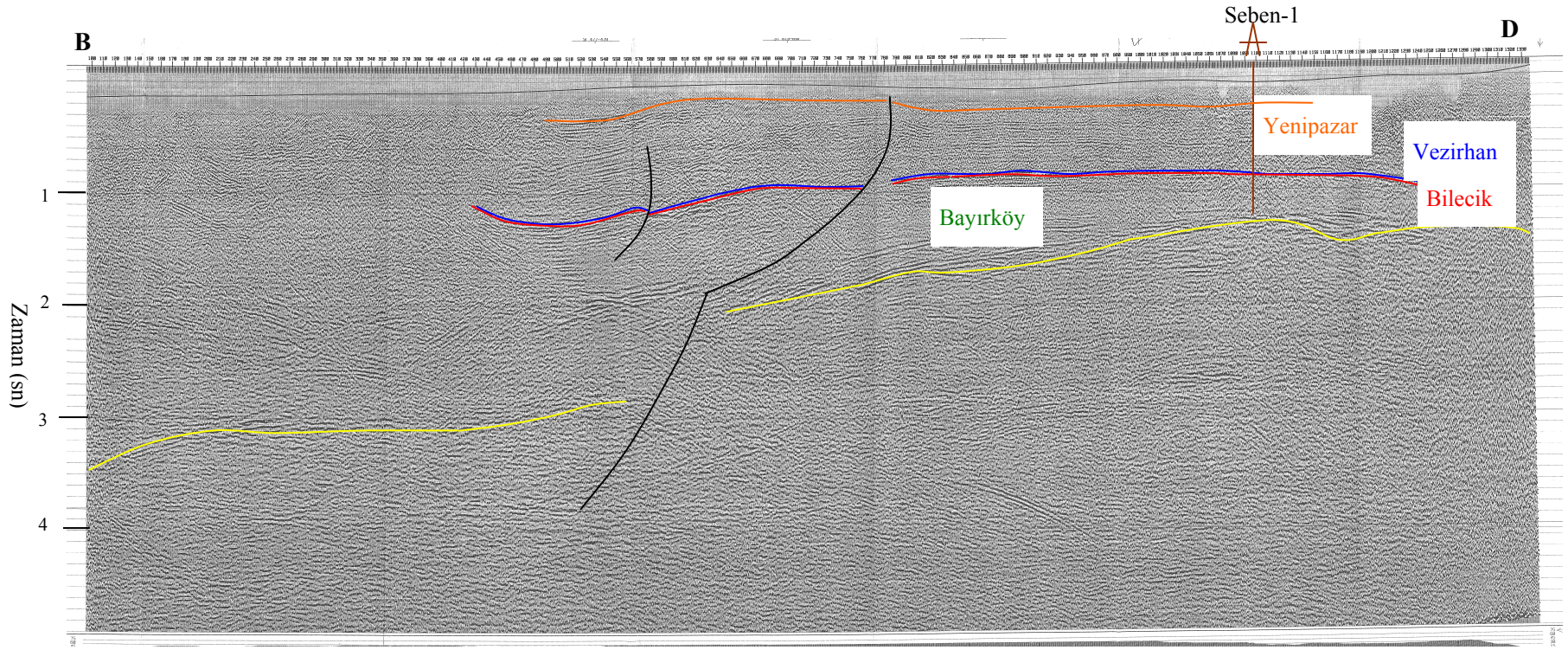
Şekil 5.15 Şekil 5.14'ün bod-91-302 numaralı sismik yansıma kesiti
(Temel kaya sarıyla gösterilmiştir)



Şekil 5.16 Şekil 5.14'ün bod-92-302 numaralı sismik yansıma kesiti



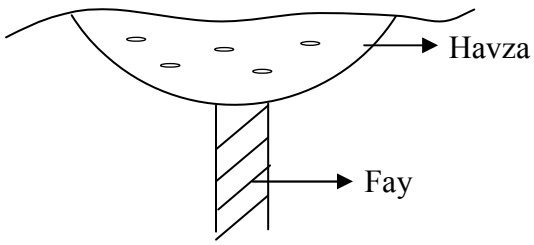
Şekil 5.17 Şekil 5.14'ün bod-92-303 numaralı sismik yansıma kesiti



Şekil 5.18 Şekil 5.14'ün bod-92-304 numaralı sismik yansıma kesiti

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nin doğusundan Bolu'ya kadar uzanan bölgede KAF'ın davranışı ve yeraltı yapısı gravite ve manyetik anomaliler kullanılarak araştırılması yapılmıştır. Türkiye rejyonel gravite ve havadan manyetik anomalileri detay bir çalışma yapabilecek kadar duyarlı değildir. Bu nedenle 1/500000 ölçekli MTA tarafından yapılan, Zonguldak paftası, gravite anomali haritası sayısal hale getirilmiştir. Bu sayısal harita değişik bölgelere ayrılarak önce üç-boyutlu bir yöntemle modellenmiştir. Modeller derinliği 0.5-3 km derinliklerinde dar ve uzun çökel havzaların varlığını ortaya koymuştur. Sismik kesitlerden elde edilen temel derinliği 3-5 km arasında değişmektedir. Daha önce bölgede gerçekleştirilen derin sismik kırılma verilerindeki hız bilgileri yoğunluğa dönüştürülerek modellerde parametre olarak kullanılmıştır. Daha sonra oluşturulan iki boyutlu modeller pozitif yoğunluk farkına neden olan kütlelerin varlığını göstermektedir. Bu tür kütleler genellikle oval veya eliptik şekle sahip olup, KAF bu kütleleri kesememektedir. Bu nedenle KAF bu pozitif yoğunluk farkı oluşturan kütlelerin etrafından dolaşarak kollara ayrılmaktadır. Bunun en güzel örneği Almacık Yongasında olduğu gibidir. Aynı benzer kütlelere Marmara Denizi içinde de rastlanmaktadır. Modellerde görülen dar ve uzun havzaların bunların altlarında yeralan faylarla kontrol edildiği düşünülmektedir (Şekil 6.1). Bölgeye ait havadan manyetik anomaliler 5x5km grid aralığına sahip olup MTA'dan temin edilmiştir. Bu anomali haritası fayları algılayabilmek için yeterli duyarlılığa sahip olmamakla birlikte bu haritanın Analitik Sinyal dönüşümü haritasından KAF gözlenebilmektedir. Burada KAF'ın doğrultusu en doğuda kuzey-doğu yönündedir.



Şekil 6.1 Havza-Fay modeli

KAYNAKLAR

Aktar, M., Özalaybey, S., Ergin, M., Karabulut, H., Bouin, M.-P., Tapırdamaz, C., Biçmen, F., Yörük, A., Bouchon, M. 2004. Spatial variation of aftershock activity across the rupture zone of the 17 August 1999 İzmit Earthquake, Turkey, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2004.07.020.

Ates, A., Bilim, F., Buyuksarac, A. and Bektas, Ö. 2008. A tectonic interpretation of the Marmara Sea, NW Turkey from geophysical data, Earth Planet Space, 60,169-177.

Ateş, A., Kayıran, T. and Sincer, İ., 2003. Structural Interpretation of the Marmara region, NW Turkey, from aeromagnetic, seismic and gravity data., Tectonophysics 367, p.41-99.

Ateş, A., Kearey, P. and Tufan, S. 1999. New Gravity and magnetic anomaly maps of Turkey, Geophysical J. Int.136, p. 499-502.

Barka, A.A., 1992. The North Anatolian fault Zone. Anneles Tectonicae, 6, 174-195.

Barış, Ş., Nakajima, J., Hasegawa, A., Yoshimoro, H., Ito, A. and Üçer, B., 2005. Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs in the upper crust of the Marmara region, NW Turkey, Earth Planet Space, 57, 1019-1038.

Bekler, T. and Gürbüz, C. 2008. Insight into the Crustel Structure of the Eastern Marmara Region, NW Turkey, Pure and Applied Geophysics doi: 10.1007/s00024-008-0302-3.

Bilim, F., Ates, A., 2003, Analytic Signal inferred from reduced to the pole data, Journal of the Balkan Geophysical Society 6, p.66-74.

Bilim, F. ve Ates, A., 2005. Analitik Sinyal yöntemlerinin manyetik model verileri üzerinde karşılaştırılması, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 18, S. 2, SS. 151-162, Y. 2005.

Blakely, R.J. 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications, Camridge University Press, pp.441.

Bournas, N. and Baker, H.A. 2001. Interpretation of magnetic anomalies using the horizontal gradient analytic signal, Annali Di Geofisica 44, 505-526.

Bott, M.H.P. 1960. The use of rapid digital computing methods for direct gravity interpretation of sedimentary basins. Royal Astron. Soc. Geophys. Journal, 3(1), 63-67.

Büyüksaraç, A., Reiprich, S., and Ateş, A. 1998. Three-dimensional magnetic model of amphibolites complex in Taşkesti area, Mudurnu Valley, northwest Turkey, Journal of the Balkan Geophysical Society, 1(3), 44-52.

Cooper, G.R.J. 1998. GEOMODEL for Windows, 2.5-D interactive magnetic and gravity data modeling and inversion. Version 1.20.

Cordell, L., and Henderson, R.G. 1968. Iterative three-dimensional solution of gravity anomaly data using a digital computer. Geophysics, 33, 596-601.

Doğan, B. ve Gürer, F. 2005. Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Mekece-İznik Gölü Arasının Pliyo-Kuvaterner Dönem, Morfotektonik ve Stratigrafik Özellikleri, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu.

Erden, F. ve Oray, E.,1977. 1:500.000 lik Türkiye Gravite Haritası Zonguldak ve İstanbul paftaları, MTA Yayını.

Fedi, M. and Florio, G. 2001. Detection of potential fields source boundaries by enhanced horizontal derivative method, Geophysical Prospecting, 49,40-58.

Gradshteyn, I.S. and Ryzhik, I.M. 1965. Table of integrals, series and products: New York, McGraw-Hill, 584 p.

Hsu, S-K., Sibuet, J-C. and Shyu, C-T. 1996. High resolution detection of geologic boundaries from potential-field anomalies: An enhanced analytic signal technique, Geophysics, 61, 373-389.

Karahan, A., Berckhemer H. and Baier, B. 2001. Crustal structure at the western end of the N orth Anatolian Fault Zone from deep seismic sounding, Annali Di Geofisica 44, p.49-68.

Nabighian, M.N. 1972. The analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: its properties and use for automated anomaly interpretation, Geophysics, 37, 507-517.

Nabighian, M.N. 1974. Additional comments on the analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section, Geophysics, 39, 85-92.

Nurlu, M. 2000. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depreminin Tektonik Özellikleri, 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu.

Oncel, A.O. and Wilson, T. 2006. Evaluation of earthquake potential along the Northern Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea using comparisons of GPS strain and seismotectonic parameters, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2006.02.006.

Rasmussen, R. and Pedersen, L.B. 1979. End corrections in potential field modeling. Geophysical Prospecting, 27, 749-760.

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, 55, 80-91.

Roest, W.R., Verhoef, J. and Pilkington, M. 1992. Magnetic interpretation using 3D analytic signal, Geophysics, 57, 116-125.

Sato, T., Ksahara, J., Taymaz, T., Ito, M., Kamimura, A., Hayakawa, T. and Tan, O. 2004. A study of microearthquake seismicity and focal mechanism within the Sea of Marmara (NW Turkey) using ocean bottom seismometers (OBSs), Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2004.07.018.

Spector, A. and Grant, F.S. 1970. Statistical models for interpretation aeromagnetic data, Geophysics, 22, 359-383.

Shuey, R.T. and Pasquale A.S. 1973. End Corrections in Magnetic Profile Interpretation. Geophysics, 38,507-512.

Şaroğlu, F., Emre, O. ve Kuşçu, I. Türkiye'nin aktif fay haritası, 1992.

Talwani, M. 1965. Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape. Geophysics, 30,797-817.

Talwani, M., Worzel, J.L. and Landisman, M. 1959. Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. Journal of Geophysical Research, 64(1), 49-59.

Talwani, M. and Heirtzler, J.R. 1964. Computation of magnetic anomalies caused by two-dimensional structures of arbitrary shape. Computers in the mineral industries, Part 1, Stanford University Publications, Geological Sciences, 9, p. 464-480.

Tarı, U., Tüysüz, O. ve Erturaç, M.K. 2003. Doğu Marmara Bölgesi'nde Multidisipliner bir Morfotektonik Çalışması. İtü Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Kuvaterner Çalıştayı IV.

Thompson, D.T. 1982, EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data, Geophysics, 47, 31-3.

Tunçer, M.K., Honkura, Y., Oshiman, N., Ikeda, Y., Işıkara, M., 1991, Magnetic Anomalies Related to Active Folds in the North Anatolian Fault Zone, J. Geomag. Geoelectr. 43, p.813-823.

Tunçer, K., Oshiman, N., Barış, Ş., Kamacı, Z., Kaya, M.A., Isıkara, M., Honkura, Y., 1991, Further Evidence for Anomalous Magnetic Structure Along the Active Fault in Western Turkey, J. Geomag. Geoelectr. 43, p.937-950.

Zor, E., Özalaybey, S., Gürbüz, C., 2006, The crustal structure of the eastern Marmara region, Turkey by teleseismic receiver functions, Geophysics, doi: 10.1111/j.1365-246X.2006.03042.x

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Çiğdem ŞENDUR
Doğum Yeri : Çankırı
Doğum Tarihi : 29.06.1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : Ankara Yahya Kemal Beyatlı Lisesi (2001)
Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Jeofizik Mühendisliği Bölümü (2005)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2006-Şubat2009)

Yayınları (SCI) :

Ateş, A., Büyüksaraç, A., Bilim, F., Bektaş, Ö. ve Şendur, Ç., Komanovalı, G. 2008 Spatial correlation of the aeromagnetic anomalies and seismogenic faults in the Marmara region, NW Turkey, Tectonophysics. (doi:10.1016/j.tecto.2008.09.025)

Yurt içi ve yurt dışı hakemli dergilerdeki yayınlar :

Ateş, A. ve Şendur, Ç. 2005. Türkiye ve Çevresindeki Denizlerin Gravite Anomalilerinin Derlenmesi ve 2.5 Boyutlu Model Çalışmaları, TUJK-2005 Yılı Bilimsel Toplantısı, Jeoid ve Düşey Datum Çalıştayı Bildiriler ve Konuşma Tutanakları, s.193-200.

Bildiriler

Ateş, A., Şendur, Ç. ve Hocaoğlu, Ş. 2005. Türkiye ve Çevresindeki Denizlerin Gravite Anomalilerinin Derlenmesi ve 2.5 Boyutlu Model Çalışmaları, TUJK-2005 Çalıştay Proğramı, KTÜ, Atatürk Kültür Merkezi, Prof. Dr. Erdoğan Özbenli Anfisi, (23 Eylül 2005), s.4.

Ates, A. ve Sendur, C. 2006. A compilation of gravity anomalies of Turkey and surrounding seas, EGU General Assembly 2006 abstract no: EGU06-A-06369; p.421.