ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUZGÖLÜ HAVZASINDA BAZI ANA FAY ZONLARININ GRAVİTE VE MANYETİK YÖNTEMLER İLE BELİRLENMESİ VE TEKTONİK YORUMU

Bahar DİNÇER

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Bahar DİNÇER tarafından hazırlanan **"Tuzgölü Havzasında Bazı Ana Fay Zonlarının Gravite ve Manyetik Yöntemler İle Belirlenmesi ve Tektonik Yorumu"** adlı tez çalışması 02 / 08 / 2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Veysel IŞIK
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Erdoğan TEKİN
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Veysel IŞIK
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Uğur TEMİZ
Bozok Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdürü Vekili

ETİK

Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

02/08/ 2019



Bahar DİNÇER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZGÖLÜ HAVZASINDA BAZI ANA FAY ZONLARININ GRAVİTE VE MANYETİK YÖNTEMLER İLE BELİRLENMESİ VE TEKTONİK YORUMU

Bahar DİNÇER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Veysel IŞIK

Orta Anadolu'nun önemli havzalarından olan Tuzgölü Havzası kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı ve üst Kretase-Senozoyik yaşlı birimler ile temsil olur. Fay kontrollü havzaya yönelik jeolojik ve jeofiziksel çalışmalar havza birimlerinin bazı fay zonlarından etkilendiğini ortaya koymuştur. Havzanın doğu bölümünde yer alan Tuzgölü Fay Zonu ile havzanın göreceli olarak batı bölümünde yer alan Cihanbeyli, Yeniceoba ve Sultanhanı Fay Zonları benzer yönelimli uzanıma sahiptir. Altınekin Fay Zonu ise bu fay zonlarına göre göreceli olarak eşlenik konum sergiler. Yüzeyde, morfolojik ve jeolojik özellikleri yersel belirginlikte olan bu fay zonları ya genç fay zonları ya da genç dönem aktivitesi olan zonlardır.

Gravite ve manyetik verilerin analizi Tuzgölü Havzası ve çevresinin belirgin çöküntü ve yükselti alanları ile temsil olduğunu ortaya koymaktadır. Gravite anomali verileri, Tuzgölü Havzası ve yakın kesimlerinde deniz seviyesinde (0 m), -1000 m, -2000 m, -3000 m ve -4000 m derinliklerde fayların varlığına işaret etmektedir. KB-GD, K-G ve KD-GB yönelimli bu faylar büyük oranda normal ve ters fay karakterinde, az oranda ise düşey fay (çok yüksek açılı normal/ters fay) özelliğine sahiptir. Kuvaterner birimlerinin altında yüzey verileri ile belirlenmesi mümkün olmayan bu fay zonlarını içine alan alanların fay haritası yapılmıştır. -4000 m'ye kadar belirlenen bu faylanmalardan normal faylar, Tuzgölü Havzasının yapısal gelişimini ve havza birimlerinin çökelimini denetleyen faylar olarak yorumlanmıştır. Normal faylar geç Kretase-orta Eosen dönemi ile erken Miyosen-Kuvaterner dönemlerini temsil etmektedir. Ters faylar ise bölgesel ölçekte sıkışma rejiminin ürünleri olup literatürde belirtilen faylara ait yaşlar göz önüne alındığında orta Eosen-geç Oligosen/erken Miyosen zaman aralığında gelişmiş faylar olarak önerilmektedir. Bölgedeki aktif fay zonlarını (Tuzgölü, Cihanbeyli, Yeniceoba, Altınekin Fay Zonları) oluşturan fay kolları ise göreceli olarak daha genç oluşumlar olarak yorumlanmıştır. Zonu temsil eden bu faylar orta Miyosen sonrası ya da erken Pliyosen sonrası faylanmalardır.

Ağustos 2019, 91 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fay Zonu, Aşağı uzanım, Jeofizik yöntem, Tuzgölü Havzası, Orta Anadolu

ABSTRACT

Master Thesis

CHARACTERISATION OF SOME MAIN FAULT ZONES IN TUZGOLU BASIN USING GRAVITY AND MAGNETIC METHOD AND TECTONIC INTERPRETATION

Bahar DİNÇER

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Veysel IŞIK

The NW-SE trending Tuzgölü Basin, one of the most significant basins in Central Anatolia, is characterized by Upper Cretaceous-Cenozoic units. Numerous geological and geophysical studies have revealed that the basin, fault-controlled basin, has affected by several fault zones. The Tuzgölü Fault Zone located in eastern borders of the basin and the Cihanbeyli, Yeniceoba and Sultanhanı Fault Zones located in western and southwestern borders, which exhibit approximately the similar trending. The Altinekin fault zone, however, presents conjugate fault geometry in comparison with those -fault zones. All these fault zones, which represent fault-related morphological and geological properties, are either young fault zones (Holocene faults) or the faults with recent (Quaternary) tectonic activity.

Analyzing the Gravity and Magnetic data reveals that the Tuzgölü and its surroundings are represented by distinct depressions and elevation areas. Gravity anomaly data show the presence of faults at depths of sea level (0 m), -1000 m, -2000 m, -3000 m and -4000 m along the Tuzgölü Fault Zone and its nearby areas. These faults are mostly normal and reverse faults, as well as the less number of vertical faults (either very the high-angle normal/reverse faults) with NW-SE, N-S, and NE-SW-striking. Fault maps of the areas including these fault zones, which covered by Quaternary units and cannot be determined using surface data, were made. Some faulting traces determined until depths of -4000 meters is characterized by normal faults that were interpreted as basin bounding-faults controlling both the structural development of the Tuzgölü Basin and deposition of the basin units. The occurrence of the normal faults might be the late Cretaceous-middle Eocene and Early Miocene-Quaternary Periods. However, the reverse faults, characterized by several fault strands along the zone, are interpreted as a result of the regional-scale compressional regime and occurred during middle Eocene-late Oligocene/Early Miocene based on the fault dating data from the literature. The fault strands which constitute the regional active fault zones (Tuzgölü, Cihanbeyli, Yeniceoba, Altınekin Fault Zones) are relatively younger faults which occurred during faulting events from after middle Miocene or early Pliocene.

August 2019, 91 pages

Key Words: Fault zone, Downward continuation, Geophysical method, Tuzgölü Basin, Central Anatolia

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamı üstlenerek tezin her aşamasında bilgi ve engin tecrübelerini benimle paylaşan, büyük bir sabırla çalışmalarıma destek olan danışman hocam Prof. Dr. Veysel IŞIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın içerik ve şekilsel olarak değerlendirmesini yapıp önemli katkılar sağlayan Sayın Dr. Ayşe ÇAĞLAYAN'a ve Reza SABER'e

Tezimin son şeklini almasında değerli bilgi ve eleştirileriyle katkıda bulunan jüri üyeleri hocalarım Sayın Prof. Dr. Erdoğan TEKİN'e ve Sayın Doç. Dr. Uğur TEMİZ'e,

TPAO'da göreve başladığım andan itibaren gravite-manyetik bilgisi ve uygulamaları ile bana destek olan Sayın Sait YÜKSEL'e,

Kurumum TPAO da her türlü kaynağı kullanmam konusunda destek olan başkan ve başkan yardımcılarıma ve ilgili birimde çalışan bütün arkadaşlarıma,

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen maddi ve manevi yanımda olan annem, babam ve kardeşlerime,

Son olarak çalışmamın her aşamasında bana uygun çalışma ortamı sağlayan aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

Bahar DİNÇER
Ankara, Ağustos 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK..... i
ÖZET..... ii
ABSTRACT..... iii
TEŞEKKÜR..... iv
SİMGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ..... viii
ÇİZELGE DİZİNİ..... x
1. GİRİŞ..... 1
1.1 Tezin Konusu ve Tez Alanının Konumu..... 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Tezin Kapsamı/Önemi……..... 3
1.4 Öncel Çalışmalar..... 4
2. YÖNTEM VE VERİ ELDE EDİLİMİ..... 13
2.1 Gravite Yöntemi..... 13
2.1.1 Gravite yöntemi temel bilgiler..... 13
2.1.2 Gravite yöntemin tanıtılması..... 14
2.1.3 Gravite birim……..... 15
2.1.4 Gravite saha ölçümü..... 16
2.1.5 Gravite ölçümlerine uygulanan düzeltmeler..... 17
2.1.5.1 Enlem düzeltmesi..... 17
2.1.5.2 Topoğrafya düzeltmesi..... 18
2.1.5.3 Yükseklik düzeltmesi..... 18
2.1.5.4 Gel-git düzeltmesi……..... 20
2.1.5.5 İzostasi düzeltmesi..... 20
2.1.6 Bouguer gravite..... 21
2.1.7 İzostatik gravite..... 23
2.2 Manyetik Yöntem…..... 24
2.2.1 Manyetik yöntemi temel bilgiler..... 24
2.2.2 Manyetik yönteminin tanıtılması..... 24
2.2.3 Manyetik yöntemde kullanılan parametreler..... 25
2.2.3.1 Manyetik duyarlılık (Suseptibilite)..... 25
2.2.3.2 Manyetik geçirgenlik..... 26
2.2.3 Yerkürenin manyetik alanı..... 26
2.2.4 Yer manyetik alanının elemanları..... 27
2.2.5 Manyetik birimler..... 29
2.2.6 Kayaların suseptibilitesi 29
2.2.7 Manyetik yöntemde saha ölçüm……..... 29
2.2.8 Manyetik ölçümlere uygulanan düzeltmeler..... 29

2.2.8.1 Günlük değişim düzeltmesi..... 30
2.2.8.2 Enlem ve boylam düzeltmesi..... 31
2.3 Temel Proses Yöntemleri..... 31
2.3.1 Güç spektrumu yöntemi……..... 31
2.3.2 Analitik sinyal yöntemi 31
2.3.3 Düşey türev yöntemi..... 32
2.3.4 Aşağı uzanım yöntemi..... 32
2.3.5 Toplam yatay türev yöntemi 32
2.4 Fayların Gravite Anomalisi..... 33
3. TUZGÖLÜ HAVZASI..... 36
3.1 Jeoloji..... 36
3.2 Fay Zonları..... 44
3.2.1 Tuzgölü Fay Zonu..... 44
3.2.2 Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonları..... 46
3.2.3 Konya Fay Zonu / Konya-Bulok Fay Zonu……..... 47
3.2.4 Altınekin Fay Zonu..... 47
4. ARAŞTIRMA BULGULARI..... 48
4.1 Gravite-Manyetik Anomali Haritaları..... 48
4.2 Analitik Sinyal ve Düşey Türev Haritaları..... 51
4.3 Aşağı Uzanım Haritaları ve Derinlik Kestirim Grafiği..... 52
4.4 Güç Spektrum Grafiği..... 57
4.5 Gravite Anomali Değerlerinden Elde Edilen Faylar..... 58
4.5.1 Alan 1..... 60
4.5.2 Alan 2..... 60
4.5.3 Alan 3..... 61
4.5.4 Alan 4..... 65
4.5.5 Alan 5..... 65
4.5.6 Alan 6..... 68
4.5.7 Alan 7..... 69
4.5.8 Alan 8..... 69
4.5.9 Alan 9..... 71
5. TARTIŞMA..... 74
6. SONUÇLAR……..... 79
KAYNAKLAR..... 81
ÖZGEÇMİŞ..... 91

SİMGELER DİZİNİ

'	Dakika
Δ	Delta
º	Derece
μ	Manyetik Geçirgenlik
ϑ	Teta
λ	Lamda
ɤ	Gamma
~	Yaklaşık
K	Manyetik Duyarlılık
L	Açı
m	Kütle
P	Ro
r	Yarıçap
T	Tesla

Kısaltmalar

cgs	Birim Sistemi (Sanimetre, Gram, Saniye)
cm^3	Santimetreküp
Cos	Kosinüs
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GGB	Güney Güneybatı
GGD	Güney Güneydoğu
gr	Gram
GRS	Jeodezik Referans Sistemi
IAG	Uluslararası Jeodezi Birliği
IUGG	Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği
K-Ar	Potasyum-Argon
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KKB	Kuzey Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KKD	Kuzey Kuzeydoğu
kg	Kilogram
km	Kilometre
m	Metre
My	Milyon yıl
nT	Nanotesla
SI	Uluslararası Birimler Sistemi
Sin	Sinüs
sn	Saniye
sn^2	Saniyekare
U-Th	Uranyum-Toryum
Tan	Tanjant

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Şekil 1.1 a) Tuzgölü Havzası ve yakın çevresinin yer bulduru haritası. b) Çalışma alanı ve civarının aktif fay haritası…..…….	2
Şekil 2.1	Yoğunluk değişiminin anomali olarak gelişimini gösterir şematik şekiller……...…	14
Şekil 2.2	Arazide gravimetre cihazı ile ölçüm alımının görünümü ……	16
Şekil 2.3	Engebeli bir arazide topoğrafya düzeltmesini gösterir şematik şekil. P ölçü noktası civarındaki yükselim ve çukurluklar ölçü değerini etkilemektedir …….....	18
Şekil 2.4	Serbest hava düzeltmesinin şematik çizimi. Düzeltmede deniz seviyesi ile topoğrafya arasında kütle olmadığı varsayılır ..………	19
Şekil 2.5	Plaka (Bouguer) düzeltmesinin şematik çizimi. Deniz seviyesi ile topoğrafya arasında kütlenin etkisi giderilir…….……	20
Şekil 2.6	İzostasi düzeltmesinin şematik çizimi ……..…	21
Şekil 2.7	Manyetik değişiminin anomali olarak gelişimini gösterir şematik şekiller……..	25
Şekil 2.8	Yer manyetik alan kuvvet çizgileri ……..……	27
Şekil 2.9	Yermanyetik alanının bileşenleri ……...…..	28
Şekil 2.10	Arazide manyetometre cihazı ile ölçüm alımının görünümü …...…	30
Şekil 2.11	Toplam Yatay Türev anomalisi……	33
Şekil 2.12	a) Düşey, b) normal ve c) ters faylarda gravite anomalilerinin şematik görünümü ……...	35
Şekil 3.1	Türkiye ve yakın çevresinin ana tektonik hatları ile bölgedeki Alp-Himalaya orojenezinin levhlarını gösterir harita (Işık vd. 2014' ten çizilmiştir)..…….....	37
Şekil 3.2	Orta Anadolu'nun sadeleştirilmiş jeoloji haritası.....	38
Şekil 3.3	Tuzgölü Havzası ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası ……	39
Şekil 3.4	Şekil 3.4 Tuzgölü Havzasının batı ve doğu kesimlerinin sadeleştirilmiş stratigraf kolon kesitlerinin ve korelasyonu. …...…	42
Şekil 4.1	Hava Manyetik Anomali Haritası (Kontu aralığı 50 nT alınmıştır)	49
Şekil 4.2	İzostatik gravite haritası (Kontur aralığı 5m Gal alınmıştır)……	50
Şekil 4.3	Tuzgölü Havzası ve çevresinin manyetik ve gravite anomalilerini karşılaştırır harita……..…	51
Şekil 4.4	İzostatik gravite verilerinin analitik sinyal haritası	52
Şekil 4.5	İzostatik gravite verilerinin düşey türev haritası ……..…	53
Şekil 4.6	Aşağı uzanım haritaları……..….	54
Şekil 4.7	Tuzgölü Havzasını ve çevresinin aşağı uzanım haritalarından yararlanarak temel kayaların bölgesel derinliklerinin kestirim grafiği	56
Şekil 4.8	İzostatik gravite değerlerinden elde edilen ortalama güç spektrum ve tahmini derinlik grafikleri …..……	58
Şekil 4.9	Tuzgölü Havzası ve çevresindeki gravite anomalilerinden elde edilen fay derinliklerdeki fay izlerini gösterir harita.....	59

Şekil 4.10 Alan 1'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) enine kesit ve c) gül diyagramlarının görünümü 62
Şekil 4.11 Alan 2'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) enine kesit ve c) gül diyagramlarının görünümü 63
Şekil 4.12 Alan 3'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita b), c) ve d) enine kesit, e) gül diyagramlarının görünümü …… 64
Şekil 4.13 Alan 4'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) ve c) enine kesit ve d) gül diyagramlarının görünümü …… 66
Şekil 4.14 Alan 5'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) ve c) enine kesit, d) gül diyagramlarının görünümü ……..…… 67
Şekil 4.15 Alan 6'da yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita b), c), d) ve e) enine kesit, f) gül diyagramlarının görünümü ……..… 68
Şekil 4.16 Alan 7'de gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü 70
Şekil 4.17 Alan 8'de gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü……..… 72
Şekil 4.18 Alan 9'da gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü…...…… 73

ÇİZELGE DİZİNİ

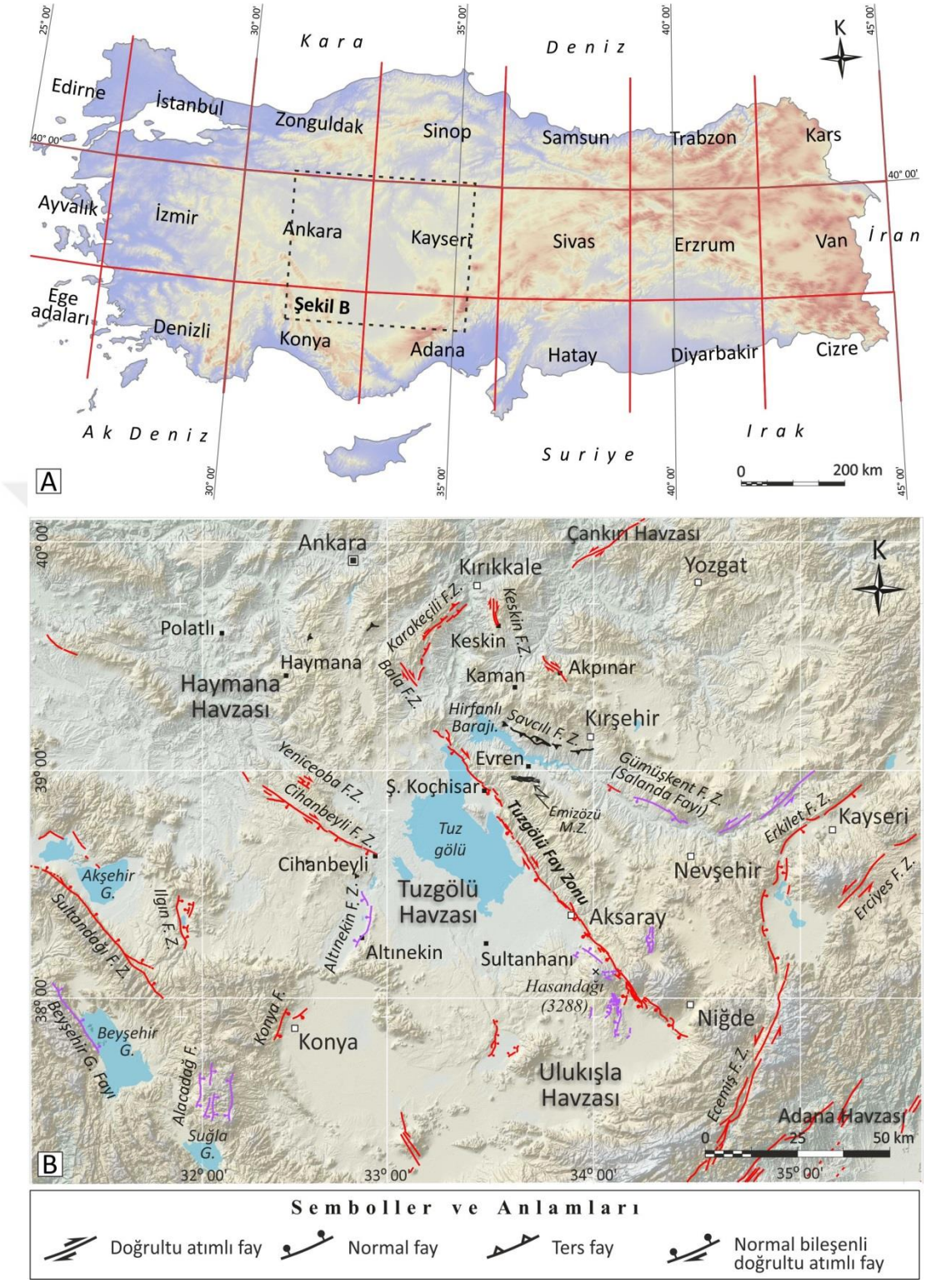
Çizelge 2.1 Kayaların yoğunluk/manyetik duyarlılık değerleri 15

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Konusu ve Tez Alanının Konumu

Gravite ve manyetik yöntemler yeraltının araştırılmasında uzun yıllardır sıklıkla başvurulan doğal potansiyel yöntemlerdir. Özellikle petrol ve gaz araştırmalarında 20. yüzyılın başlarından itibaren yoğun olarak kullanılmaktadır (Örn., İlkışık 1996, Reynolds 1997, Aydemir ve Ateş 2008, Rivas 2009). Yeraltı jeolojisine yönelik çalışmalarda karşılaşılan önemli sorunlar arasında gömülü fayların belirlenmesi, gömülü ve yüzeylemiş fayların derinlerdeki konumlarının, karakteristiklerinin (Örn., geometrisi, türü, yer değiştirme miktarı) ortaya konulabilmesi ve jeolojik dokanakların tespit edilmesi öne çıkmaktadır. Doğal potansiyel yöntemler, söz konusu olan bu süreksizliklerin anlaşılmasında etkin jeofizik yöntemler arasındadır. Buna göre gravite ve manyetik ölçümler ve elde edilen anomaliler kıta kabuğunun sığ kesimlerindeki fayların belirlenmesi, bu yapıların haritalanması ve karakterlerinin belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Yoğunluk ve manyetizasyondaki yatay değişimler farklı jeolojik birimler arası geçişi göstermekte ve haritalarda bu durum anomali olarak karşımıza çıkmaktadır (Wilcox 1974). Bu kapsamda literatürde türev tabanlı algoritmaları kullanan çalışmalar bulunmaktadır (Örn., Boschetti 2005, Cooper ve Cowan 2008, Hosseini vd. 2013). Bunlardan toplam yatay türev (Cordell ve Grauch 1982, 1985, Lyatsky ve Dietrich 1998), sınır belirleme (Blakely ve Simpson 1986), analitik sinyal (Roest vd. 1992), eğimlenme (tilt) açısı türevi (Miller ve Singh 1994, Salem vd. 2008) ve eğimlenme açısı-toplam yatay türev tekniği (Verduzco vd. 2004) sayılabilir. Bunlar içerisinden toplam yatay türev tekniği ile oluşturulan görsellikler, süreksizlikleri temsil eden çizgiselliklerin belirlenmesinde, litolojilerdeki yanal değişimlerin anlaşılmasında ve diğer bazı yapısal oluşumların yorumlanmasında önemlidir (Saad 2006, Cooper ve Cowan 2008, Aydoğan 2011, Zhang vd. 2011, Hosseini vd. 2013).



Şekil 1.1 a) Tuzgölü Havzası ve yakın çevresinin yer bulduru haritası

Haritaların bölümlenmesinde (1:500000) MTA pafta indeksinden yararlanılmıştır. b) Çalışma alanı ve civarının aktif fay haritası. Aktif faylar MTA Diri Fay Haritası (2011-2012), Emizözü Makaslama Zonu Işık (2009)'dan Savcılı Fay Zonu Işık vd. (2014)'den çizilmiştir

Tez çalışmasına konu olan Tuzgölü Havzası Orta Anadolu'nun batısında yer almaktadır. Geniş yayılımlı çok genç çökeller nedeniyle sınır geometirisini belirgin olarak tanımlamak güçtür.Havza büyük ölçüde UTM Koordinat sistemine göre 32°30′-34°00′ doğu boylamları ile 37°30′-39°30′ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Tez çalışması da bu koordinat sistemi içerisinde yer alan bazı fay zonlarının incelemesini konu almaktadır. Havza büyük ölçüde MTA tarafından hazırlanan Ankara ve Kayseri 1:500.000 ölçekli jeoloji haritalarında yer almaktadır. Havzanın sınırlı güney yayılımı ise Konya ve Adana haritalarında görülmektedir.

1.2 Tezin Amacı

Tuzgölü Havzası Orta Anadolu'da geniş yayılımı bulunan önemli kıta içi havzadır. Havza, pasif ve aktif fay zonları ile sınırlanır ve/veya kesilir. Tez çalışması yüzeyde de belirgin morfoloji oluşturan bazı ana fay zonlarının derinlerde nasıl devam ettiğini ve karakterlerinin jeofizik yöntemleri (gravite, manyetik) kullanarak anlaşılmasını/ortaya konulmasını ve bu kapsamda havzaya yönelik tektonik yorum yapmayı amaçlamaktadır.

1.3 Tezin Kapsamı/Önemi

Orta Anadolu Türkiye'de paleotektonik ve neotektonik dönemde gelişen ve/veya gelişimlerini sürdüren pek çok havza oluşumlarına ev sahipliği yapmaktadır. Farklı geometri ve tektonik süreçlere sahip bu havzalar pek çok çalışma ile irdelenmiştir (Örn., Görür vd. 1998). Tuzgölü Havzası paleotektonik dönemin Kırşehir Bloğu ve neotektonik dönemin Anadolu levhası içerisinde yer alan Orta Anadolu havzalarından biridir. Havzanın egemen yönelimi kuzeybatı-güneydoğudur. Havza kuzeybatı uzanımında Haymana Havzası güney/güneydoğu uzanımında ise Ulukışla Havzası ile ilişkilidir. Tuzgölü Havzası diğer Orta Anadolu havzalarına benzer şekilde fay kontrollü havzadır. Bölgede havzayı sınırlayan ya da kesen yüzeylemiş ana aktif fay zonları bilinmektedir. Bunlardan en belirgin olanı havzanın batı kesimindeki Tuzgölü Fay Zonudur (TGFZ) (Şekil 1.1.a). Kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı zon yaklaşık 200 km uzunluğa ve 2-25 km genişliğe sahiptir (Örn., Dirik ve Erol 2000).

Havzanın batı kesiminde yer alan Sultanhanı Fay Zonu ise TGFZ gibi belirgin topografya oluşturmasa da KB yönelimli olarak izlenir (Şekil 1.1.a). Zon kuzey uzanımında Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonlarına bağlanır (Örn., Çemen vd. 1999, Özsayın ve Dirik 2007). Dirik ve Erol (2000) bu fay zonlarını bir sistem içinde değerlendirerek Eskişehir-Sultanhanı Fay Sistemi olarak tanımlamıştır.

Tuzgölü Havzası ve yakın kesimlerinde özellikle jeoloji temelli yapılan çalışmalarda bu fayların yüzeylemiş kesimleri haritalanmıştır. Bu fayların önemli bölümü genç ve/veya aktif faylardır. Havza ve yakın çevresi geniş alanlarda Kuvaterner birimler ile Tuz Gölünün sulak alanları ile kaplıdır. Bu kesimlerde özellikle Pliyo-Kuvaterner öncesi oluşmuş fayları belirlemek ve tanımlamak oldukça sınırlıdır. Tez çalışması derinlerde yer alan Tuzgölü Havzasının çökelimini denetleyen ve kesen fayların/fay zonlarının gravite ve manyetik yöntemlerle derinlikle olan değişimlerinin ve karakterlerinin tespit edilmesini hedeflemektedir.

Bu kapsamda çalışmanın amacına ulaşabilmesi için öncelikle Tuzgölü Havzasını da içine alan genişçe bir bölgenin gravite ve manyetik özellikleri belirlenmiştir. Tuzgölü Havzası ve yakın çevresinin deniz seviyesi (0 km), -1000 m, -2000 m, -3000 m ve -4000 m derinliklerdeki fay izlerinin tespiti gerçekleştirilmiştir.

1.4 Öncel Çalışmalar

Bölge jeofizik yöntemlerin uygulanması açısından tektonizmanın ve jeolojik birimlerin farklılığı gözönünde bulundurularak tektonik, maden ve petrol potansiyeli yönünden pek çok yazar tarafından tercih edilmiştir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunda temel proses haritaları (gravite ve manyetik) ile bu haritalardan türetilen analitik sinyal, düşey ve yatay türev vb. haritalar kullanılmış ve havza yorumlanmaya çalışılmıştır.

Uğurtaş (1975) N.V. Turkse Shell firması ortaklığı ile yapılan 1970-1972 yılları arasını kapsayan Tuzgölü havzasını doğudan batıya jeofizik çalışmalarla ele almışır.

Çalışmada muhtemel tuz diyapir yapılarınının ortaya konulmasında gravite ve manyetik verilerinden yararlanmıştır. Araştırmacı batı Tuzgölü sahasında KB-GD yönünde uzanan ve kuzeyde bütünleşen iki negatif anomalinin varlığını göstererek toplam manyetik şiddet haritasında belirgin olaran KB-GD yönlü negaif anomalilerin varlığına dikkat çekmiştir. Aynı çalışmada aeromanyetik verilerden havzanın doğusu ve batısında farklı taban maddesi (temel birimlerin) olduğu yorumu yapılmıştır.

Visher (1975) Tuzgölü havzasının doğu sınırını oluşturan Tuzgölü fay zonunun normal fay karakterinde olduğunu ve ve bu fayın sağ yanal bileşenininde bulunduğunu ifade eder.

Özdemir (1983/1984) Tuzgölü havzasının temel yapı derinliğini ortaya koymak için jeofizik yöntemlerden gravite verilerini kullanmıştır. Çalışmasında sığ kökenli (yüksek dalga sayılı) bozucu kütle etkilerini derin kökenli bozucu kütle etkisinden ayırarak temel yapı durumunu yansıtan anomalileri elde etmiştir. Araştırmacı çalışmasında alandaki derinlik ve mağmatik volkanik kayaların fazla derinde olmadıklarını ve havza çökellerinin kalınlığının 8 km olduğu yorumlarını yapmıştır.

Dellaloğlu ve Aksu (1984) Kulu-Şereflikoçhisar-Aksaray civarının jeolojisini incelemişler ve petrol olanaklarını değerlendirmişlerdir. Çalıştıkları sahada kompresif bir tektoniğin mevcut olduğunu buna bağlı olarak da ters fay ve bindirme yapılarını gözlemlemişlerdir. Petrol potansiyeli açısından da hazne kaya olarak Karamollauşağı üyesinin olduğunu yaptıkları analizlere ve numunelere dayandırmışlardır.

Görür vd. (1984) Tuzgölü havzasının paleotektonik evrimini irdeledikleri çalışmada Tuzgölü havzasını Erken Tersiyer-Geç Eosen döneminde gelişen yay önü havza olarak yorumlar.

Göncüoğlu ve Türeli (1993) havzanın temel kayalarının Orta Anadolu Kristalen k-Komlpleksi olduğunu metamorfitler granitoyid kayaları ve ofiyolitli melanj kayaları temel kayaları oluşturan litolojiler şeklinde belirtmişlerdir.

Çemen vd. (1995) çalışmalarında havzanın doğu kenarında gözlenen kaya birimlerini ve yapılar ile olan ilişkisini inceleyerek, havza gelişimini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır.

Dirik ve Göncüoğlu (1996) Orta Anadolunun neotektonik özelliklerini tartıştıkları çalışmalarında Tuzgölü Fay Zonunu yaklaşık 190-200 km uzunluğunda 15-25 km genişliğinde KB-GD doğrultulu kıta içi kırık zonu olarak tanımlar. Araştırmacılar Tuzgölü Fay Zonunun kuzey segmentlerini batıya eğimli normal fay karakterinde tanımlarken, güney segmentlerinin sağ yanal karakterde olduğunu ifade eder.

Göncüoğlu vd. (1996) Tuzgölü Havzası'nın batı kesiminde gerçekleştirdikleri çalışmada havza birimlerinde Gökdağ ve Cihanbeyli formayonlarını tanımlayarak Ilıca, Yeniceoba ve Cihanbeyli Fay Zonlarını haritalamışlardır.

Yüksel vd. (1996) Tuz Gölü ve çevresini kapsayan geniş bir alanda çalışma yapmışlardır. Araştırmacıların bölgenin gravite, manyetik, sismik, kuyu ve jeoloji temelli verilerden Tuzgölü havzasının tam simetrik olmayıp GB'ya doğru daha düşük eğimlerle sığlaştığını havzadaki batı bloğunun doğu bloğuna göre daha fazla açıldığını belirtmişlerdir.

Doğan ve Ateş (1998) makalesinde potansiyel alan data analiz tekniklerinden güç spektrum yöntemi (power spektrum) ve yatay türev tekniği (horizontal gradient) üzerinde durmuşlar ve bir sentetik örnekle açıklamaya çalışarak yapıların üst derinliklerinin hesaplanabileceğini ve yatay türevlerden elde edilen maksimum değerlerin arkeolojik çalışmalarda da kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kadıoğlu vd. (1998) çalışmalarında Orta Anadolu Kristalen Kompleksi Ağaçören granitoitleri ve gabroik kayalarının yapısal yorumunu jeoloji ve hava manyetik data yardımı ile açıklamaya çalışmışlardır.

Ateş (1999) Tuz Gölü'nün doğusunda çok sınırlı bir alanda yüzeyleyen gabroik kayaların varlığını hava manyetik datasını kullanarak incelemiştir. Araştırmacı hava manyetik anomali datasına yüksek ve alçak geçişli filtre uygulayarak yüksek amplitütlü anomalinin varlığını bölgede derin kökenli, konik şeklinde üst kabuğun derin seviyelerine kadar inen gabroyik kayalar ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır.

Çemen vd. (1999), Tuzgölü Havzasının fay kontrollü bir havza olarak tanımlar. Araştırmacılar bu fayların büyük ölçüde saf normal fay karakterinde olduğunu belirtirler. Çalışmalarında Yeniceoba ve Cihanbeyli fay zonlarını da tanımlamışlardır.

Ayyıldız (2000) Tuzgölü Havzası içerisinde Geç Paleosen yaşlı denizel kırıntılı seviyelerin jeokimyasal ve diyajenetik özelliklerini inceleyerek şeylli-marnlı seviyelerin bölgede yüzeyleyen bitümlü kumtaşlarındaki kalıntı petrollerin kaynak kayası olduğunu belirlemiştir. Kırıntılı seviyelerin hidrokarbon aramaları için hazne kaya olarak önem taşıdığını vurgulamıştır.

Derman vd. (2000) Şereflikoçhisar-Aksaray Fay Zonundan elde edilen sedimantolojik verileri inceleyerek fay zonu hakkında bilgi almaya çalışmışlardır. Araştırmacıya göre zon önce normal fay şeklinde Eosen döneminde sol yönlü doğrultu atımlı fay karakterinde ve daha sonraki dönemde ise yine normal fay olarak hareket ettiği görüşündedir.

Dirik ve Erol (2000) Tuzgölü Fay Zonunun basamak şeklinde yarı graben veya horst graben morfolojili birbirine paralel veya yarı paralel faylardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Eren (2000), Konya Havzası'nı batısında yer alan fayları tanımlayarak bölgenin depremselliğine dikkat çekmiştir. Buradaki fayların bölgedeki Miyo–Pliyosen ve Kuvaterner birimlerini etkilediğini çoğunlukla normal fay karakterinde olduğunu belirtmiştir.

Koçyiğit (2000) Orta Anadolunun neotektonik özellikleri ve depremselliği konulu çalışmasında Tuzgölü Fay Zonu boyunca gelişen morfotektonik yapıların irdelenmesi sonucunda aktif fay karakterde tanımladığı zonu önemli miktarda normal bileşeni olan sağ yanal doğrultu atımlı fay olarak nitelendirir.

Toprak (2000) Tuzgölü fay kuşağının 35 km lik güney kesiminin bulunduğu Kapadokya volkanitlerinin önemli püskürme merkezlerinden biri olan Hasandağ volkanı dolayında incelemelerde bulunmuştur. Belli bölümlerinin genç lavlar ve örtü birimleri altında gömülü kaldığı Tuzgölü Fay Zonunun birbirine paralel, KB-GD gidişli üç fay setinden oluştuğunu ileri sürerek bu fay setlerini incelemişlerdir. Ayrıca Tuzgölü fay kuşağının sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterinde olduğunu belirtmişlerdir.

Ateş ve Kearey (2001) Tuzgölü Havzasının KD'sunu gravite, manyetik, sismik ve kuyu verileri yardımı ile incelemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar bölgede gravite ve manyetik anomaliye neden olan yapıların derinliğini yaklaşık 2.8 km olarak belirlemişlerdir.

Yıldız vd. (2001) Tuzgölü Havzasının kuzeybatı kısmının Haymana-Polatlı bölümünü Üst Maestrihtiyen-Paleosen zaman aralığı içindeki formasyonlarını biyostratigrafik ve paleoekolojik yönden incelemişlerdir. Formasyonların litolojik özellikleri, fosil içerikleri ve fosil depolanma ortamlarını dikkate alarak çalışmalarda bulunmuşlardır.

Aydemir ve Ateş (2005, 2006a,b, 2008) Gravite ve manyetik verileri ile Tuzgölü, Haymana ve Kırıkkale Havzalarını yorumlamışlardır. Çalışmalarında yukarı uzanım tekniğini uygulayarak bu havzaların birbirlerine kanallar ile bağlantılı olduğunu bu bağlantılarında genç çökellerce örtülü olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yine sismik verilerden Sülüklü-Cihanbeyli-Gölören anomalisinin varlığını yorumlayarak bu anomaliyi magmatik kütle ile ilişkilendirmişlerdir.

Ayyıldız (2006) havzanın petrol potansiyel taşıma özelliği açısından kaynak kayası olarak Paleosen-Eosen yaşlı Karapınaryaylası formasyonunun toplam karbon miktarı (TOC), Hidrojen indeksi (HI) içeriklerini inceleyerek Karapınaryaylası formasyonunu havzanın güney kesimleri için potansiyel kaynak kaya olabilecek değerlere sahip olduğunu belirtmiştir.

Özsayın (2007) Bölgede yüzeyleyen kayaları temel ve örtü birimleri olarak ikiye ayırır. Bölgedeki Neojen-Kuvaterner dönemin yapısal evrimine yönelik bu çalışma ile Cihanbeyli ve Yeniceoba fay zonlarının ayrıntılı şekilde ortaya konulmuştur.

Özsayın ve Dirik (2007) İnönü-Eskişehir fay sistemi içerisinde konumlandırdıkları Yeniceoba ve Cihanbeyli fay zonlarının Kuvaterner aktivitesini ortaya koymuşlardır. Morfolojik ve fay kinematiklerinden elde ettikleri verilerden Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonlarınının her ikisinin de Kuvaterner'de aktif olduklarını ve KKD–GGB yönlü bir açılma ile oluştuklarını belirtir. Aletsel dönemde meydana gelen ve depremlerin bazılarının bu fay zonları üzerinde yer almalarını aktivitenin günümüzde devam ettiği yorumunu yapmışlardır.

Yeşilova ve Tekin (2007) Polatlı-Sivrihisar Neojen Havzasında Üst Miyosen evaporitlerinin jeokimyasal ve jeoistatistiksel olarak incelemişlerdir. Üst Miyosen yaşlı Sakarya formasyonunun jips üyesine ait evaporitlerin değerlendirilmesinde paleoiklimsel koşullar, dönemsel karasal volkanizma ve tektonizma ile depolanma sistemlerinin geliştiği playa gölü kompleksinde çökeldiğini belirtmişlerdir.

Aydemir (2009) Orta Anadolu havzasını tektonik açıdan jeofizik veriler kullanarak araştırmış ve yakın zamanda önerilen tektonik modellerle karşılaştırmıştır. Araştırmacı bu makalesinde Şereflikoçhisar-Aksaray ve Ecemiş Fayları arasındaki tektonik kaçma modelini inceleyerek bu durumu jeoloji ve jeofiziksel açıdan çelişkili bulmuştur.

Işık (2009) Tuzgölü Havzasının kuzeydoğusu kesiminde haritaladığı genişlemeli sünümlü makaslama zonunu Emizözü makaslama zonu olarak tanımlamış ve Tuzgölü

havzasının oluşumu ile ilişkilendirmiştir. Araştırmacı Türkiye Diri Fay Haritasında belirtilen Tuzgölü Fay Zonunun Kretase döneminden beri Tuzgölü Havzasının çökelimini denetleyen fay/fay zonu olmadığını, haritada çizlen Tuzgölü Fay Zonunu temsil eden faylanmanın Miyosen sonrası dönemde gelişmiş faylar olabileceği görüşünü belirtmiştir.

Çağlayan (2010) Savcılı Fay Zonunun tanımsal analizine ve kinematiğine yönelik bilgiler sunduğu çalışmasında KB-GD doğrultulu zonun birbirine paralel yarı-paralel pek çok faydan oluştuğunu ifade eder. İnceleme alanında zon boyunca metamorfiklerin, Eosen yaşlı kırıntılı birimler üzerine, granitoyidlerin ise metamorfitler üzerine itildiğini vurgulayarak zonun gelişimini yapısal bölümlere (fay çekirdeği, hasar zonu) ayırarak etraflıca açıklar.

Aydoğan (2011) gravite ve manyetik datanın yorumunda doğrusal anomalilerin önemine dikkat çekerek bazı önemli yapıların anlaşılmasında bu doğrusallıkları kullanmıştır. Araştırmacı yöntemi önce sentetik verilerle denemiş ardından Tuzgölü Havzasına uygulamıştır. Çalışma ile küçük ve büyük fayların izlerinin yeraltı yapılarının sınırlarının bulunmasında gravite anomali haritasının görsel olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Kürçer (2012), Tuzgölü Fay Zonunun neotektonik özellikleri ve paleosismolojisini araştırdığı tezinde fay zonunun 9 ile 30 km arasında uzunluklarda 9 farklı segmente ayrıldığını belirtir. Paleosismoloji çalışmaları sonucunda Tuzgölü Fay Zonunun Tuzgölü ve Akhisar-Kılıç segmentleri için deprem tekrarlama aralığını 8980-10390 yıl, son depremden günümüze kadar geçen zamanı ise 2340-4010 yıl olarak belirlemiştir.

Fernandez-Blanco vd. (2013) Tuzgölü havzasının doğu ve GD sunda yedi adet sismik hattı ele alarak günümüze kadar olan tüm zamanlar için Tuzgölü Havzasını Senozoyik dönemi tektonik evrimini ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırmacılar havzanın karmaşık evrimine sahip olduğuna dikkat çekerek 800 m'lik bir sediman kalınlığının

Tortoniyen zamanından başlayarak muhtemelen Pliyosen zamanı boyunca da devam ettiği yorumunu yapmışlardır.

Işık vd. (2014), Savcılı fay zonunun ilk kez bu çalışmada birbirine paralel, yarı paralel pek çok faydan oluştuğunu göz önüne alarak Savcılı Fay Zonu olarak adlandırmıştır. Çalışma ile bölgesel ölçekteki bu fay zonunun Ar-Ar ve Rb-Sr yaşlandırma metodları ile yaşı belirlenerek zonun paleotektonik bir yapımı yoksa neotektonik bir yapı mı olduğu ortaya konulmuştur. Fay zonunun fay kayalarından elde edilen izotopik yaşlar ile fay zonunun Eosen ile geç Oligosen-Erken Miyosen aralığında oluştuğu ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, Maestrihtiyende başlayan genişlemeli rejimin bölgede Savcılı Fay Zonu verileri ile Orta Eosenden (~40 My) itibaren sıkışmalı rejim etkisinde kaldığını bu rejimin geç Oligosen-erken Miyosene kadar sürdüğünü ardından tekrar bölgenin genişlemeli rejim etkisi altında kaldığını ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada zonun KKD-GGB stres etkisinde oluştuğunu belirtmişlerdir.

Gürbüz ve Kazancı (2014) Tuzgölü Havzası'nın Neojen ve özellikle Kuvaterner dönemi ile ilgili yapılan çalışmaların azlığına değinmiş ve havzanın bu dönemleri için tortulların zaman ve mekan içerisindeki sedimanter özellikleri ile bu özellikleri denetleyen süreçleri tespit etmek amacıyla Tuzgölü Havzasının güney ve doğu kesimlerinde detaylı arazi gözlemleri ile incelemişlerdir.

Kürçer ve Gökten (2014) Tuzgölü Fay Zonunun neotektonik dönem özelliklerini, depremselliğini, geometrisini ve segment yapısını detaylı bir şekilde araştırmışlardır. Geçiş zonu üzerinde bulunan kuzeybatı gidişli, aktif, sağ yanal doğrultu atım bileşenli, normal bir fay zonu olduğunu belirterek yapılan çalışmalar neticesinde yapısal jeolojik gözlemler, stratigrafik ilişkiler ve yaş verilerine göre Tuzgölü Fay Zonu bölgesinin neotektonik dönem başlangıç yaşını Erken Pliyosen olarak belirlemişlerdir.

Göksu (2015) Cihanbeyli-Yeniceoba civarındaki kırıntılı ve karbonat ağırlıklı istifin depolanma özellikleri, yanal ve düşey fasiyes değişimleri ile petrografik özelliklerinin belirlenmesi ve diyajenez süreçlerin araştırmıştır. Bu çalışmalar ile çökelme sisteminin

aydınlatılmasına ve bölgenin paleocoğrafik gelişiminin anlaşılmasına yardımcı olmuştur.

Dokuz (2019), Kırşehir Masifinin kuzeyinde yer alan Oligosen istiflerinin sedimantolojisini irdelediği çalışmasında paleo-akıntı yönlerinin havzanın kuzeyinde kuzeyden güneye havzanın güneyinde ise güneyden kuzeye olduğunu belirlemiştir. Kırşehir Masifinin Oligosen dönemi konglomeralarına malzeme vererek kaynak kaya oluşturduğunu, Kırşehir Masifinin kuzeyinde kalan birimlerin bir akarsu sistemi içerisinde depolanarak zaman zaman bu çökele alüvyal girdinin malzeme sağladığını ifade etmektedir.

Özkaptan (2019) Orta Anadolu havzalarını gravite ve manyetik veriler yardımı ile daha derindeki yapılar ile ilgili bağlantısını açıklamaya çalışmıştır. Özellikle Haymana ve Kırıkkale – Bala havzalarının bölgedeki en kalın (yaklaşık 8-9 km) havza olduğuna dikkat çekmiştir. Havzaların yeraltındaki yapılarını modelleyerek birbirleri ile olan ilişkilerini ve bağlantılarını ortaya koymaya çalışmıştır.

2. YÖNTEM VE VERİ ELDE EDİLİMİ

2.1 Gravite Yöntemi

2.1.1 Gravite yöntemi temel bilgiler

Gravite ölçüm metodunun temelini Isaac Newton'un yerçekim kanunu (1687) oluşturur ve m_1 ve m_2 kütleli iki cismin aralarında r mesafesiyle birbirlerine olan çekim kuvveti şeklinde ifade edilerek aşağıdaki gibi tarif edilir (Blakely 1995).

$$F=G\frac{m1*m2}{r*r}$$

Newton'un ikinci yasasına göre çekim kuvveti, hareketin ivmesi ile kütlenin çarpımına eşittir,

$$F=M*g$$

Formüller düzenlendiğinde yerçekim ivmesi,

$$g= G\frac{M}{r2}$$

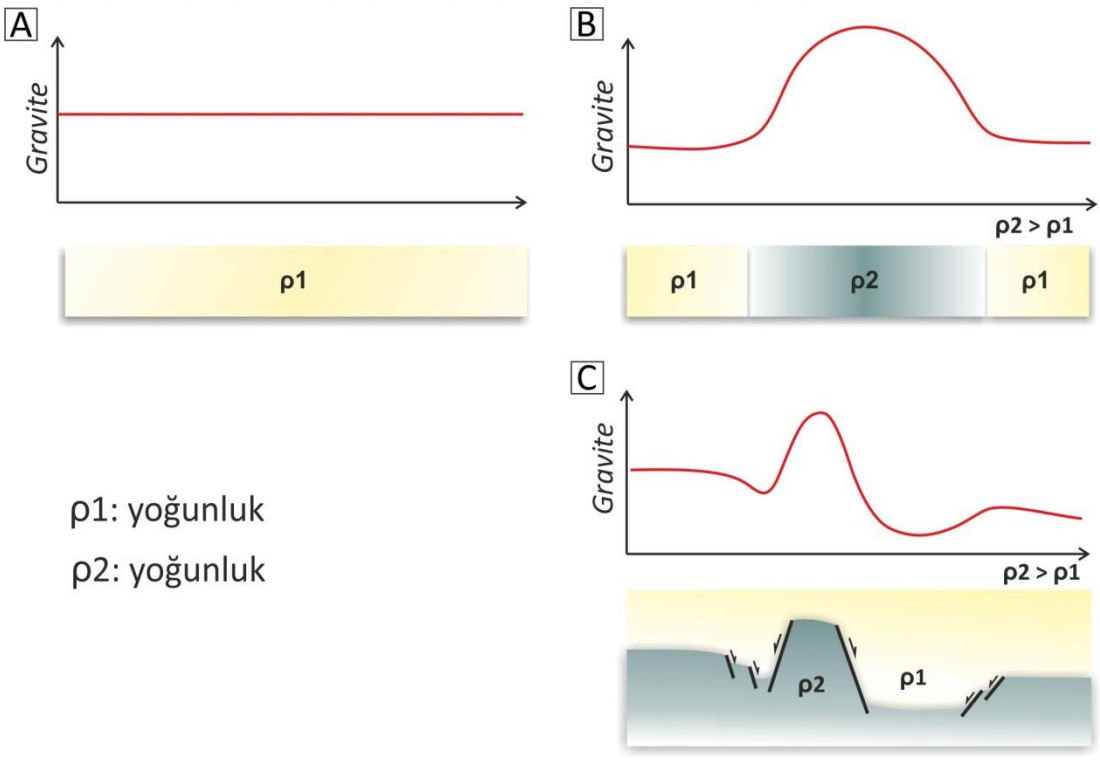
elde edilir.

Burada yer kürenin kütlesi $M=5.97*10^{24}$ ve yarıçap R= 6371000 m alındığında yerçekimi (gravite ivmesi) g=9.8 m/sn^2=980 cm/sn^2=980 gal olarak hesaplanılır. G uluslararası yer çekim sabiti olup ilk kez H. Cavendish (1798) tarafından 6.6579 * 10^{-8} c.g.s. birimi olarak kullanılmıştır (Ergin 1973). Günümüzde ise bu değer Sistem (SI) birimine göre G= $6.67*10^{-11}$ $kg.cm^3/sn^2$ c.g.s. birimine göre ise $6.67*10^{-8}$ $gr.cm^3/sn^2$ alınmaktadır (Ergin 1973, Blakely 1995, Oruç 2013). Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (IUGG) 1930 yılında enlemin bir fonksiyonu olarak referans gravite formülü tanımlamıştır. Daha sonra 1967 yılında rekrar gözden geçirilerek GRS1967- Geodetic Refeence System-1967 olarak düzenlenmiştir. IUGG tarafından belirlenen formül g_0 (referans graviteye göre) aşağıdaki gibidir:

$$g0(\vartheta) = 9.78031846\ [1+0.005278895 \sin 2\vartheta - 0.000023462 \sin 4(\vartheta)]\ m/s2$$

2.1.2 Gravite yöntemin tanıtılması

Gravite yöntemi, yerçekim ivmesindeki küçük değişimlerin ölçülmesi ve yorumlanması esasına dayanır ve yerçekim ivmesindeki bu küçük değişimler de yoğunluk farkından kaynaklanır (Ergin 1973). Yeraltının homojen olmaması, farklı türde kayaların olması yoğunluk farkı oluşturur. Kayalardaki yoğunluk farkı "anomali" olarak değerlendirilmektedir (Wilcox 1974) Gravite yönteminde amaç ölçümlerle anomaliye neden olan hedef kütlenin bulunması ve yorumlanıp yeraltının modellenmesidir Şekil 2.1.a'da görüleceği üzere yer altında aynı tür kayanın yoğunluğunda değişim olmadığı için anomaliyi temsil edecek bir değişim görülmeyecektir. Farklı yoğunluklu birimlerin oluşturduğu litolojiler de ise bu değişim anomali olarak görülecektir (Şekil 2.1.b). Yine yapı ile ilişkili farklı yoğunluklu birimlerin yer altındaki konumları anomali olarak görmek mümkündür (Şekil 2.1.c). Buna göre yüksek yoğunluklu birimler pozitif anomali, düşük yoğunluklu birimler ise negatif anomali oluşturmaktadır. Diğer bir ifade ile yer altında yüksek yoğunluklu birimler temel, düşük yoğunluklu birimler havza birimleri olarak yorumlanmaktadır.



Şekil 2.1 Yoğunluk değişiminin anomali olarak gelişimini gösterir şematik şekiller

Çizelge 2.1 Kayaların yoğunluk/manyetik duyarlılık değerleri

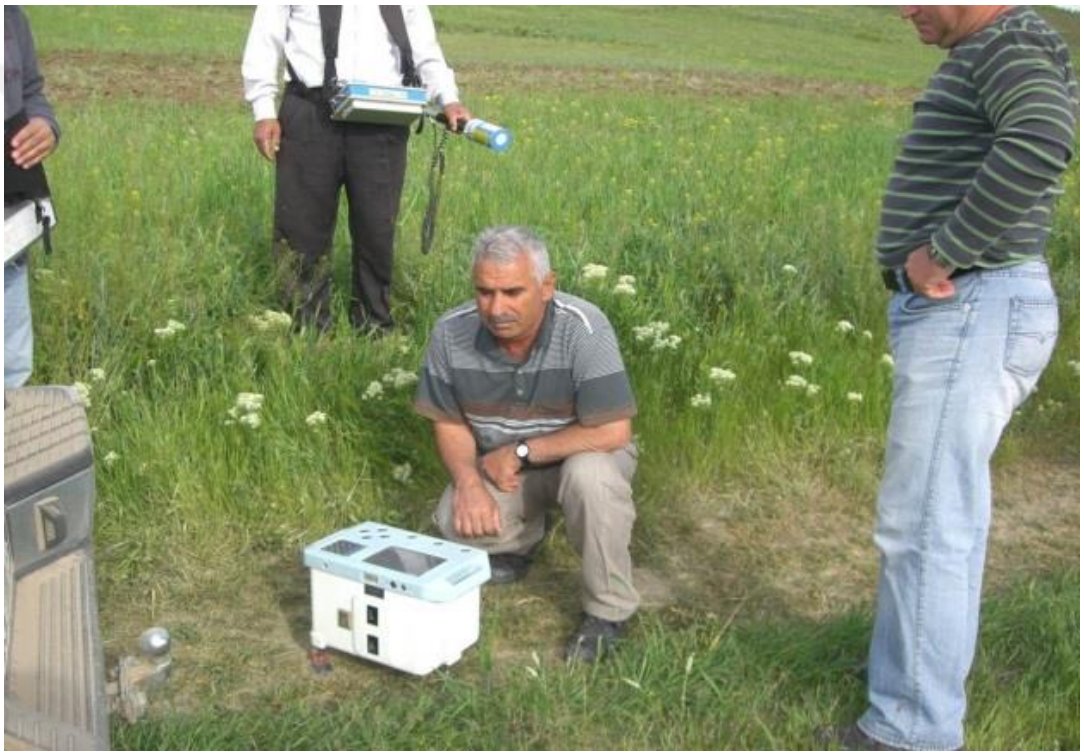
Kaya Türü	Yoğunluk (gr/cm^3)	Suseptibilite (Manyetik Duyarlılık) (μcgs)
Sedimanter Kaya/Çökel		
Alüvyon	1.96-2.00	
Kil	1.63-2.60	0-1500
Dolomit	2.28-2.90	0-75
Kumtaşı	1.77-3.20	0-1670
Kireçtaşı	1.61-2.76	0-300
Magmatik Kaya		40-10000
Granit	2.50-2.81	
Granodiyorit	2.67-2.79	
Gabro	2.70-3.50	
Andezit	2.40-2.80	
Bazalt	2.70-3.30	
Metamorfik Kaya		0-5800
Sleyt	2.70-2.90	
Şist	2.39-2.90	
Gnays	2.61-2.99	
Kuvarsit	2.60-2.99	
Amfibolit	2.90-3.04	

2.1.3 Gravite birim

Yerçekim ivmesi ilk olarak Galileo tarafından 1604 yılında Pisa kulesinde ölçülmüştür (İlkışık 1996). Bu nedenle gravitenin birimi 'Gal' olarak alınır (Reynolds 1997). Bağıl gravite ölçümlerinde gravite ivmesinin çok küçük değişimleri (.001) ölçüldüğünden daha çok miligal (mGal)' terimi kullanılır. c.g.s. birim sisteminde 1 mGal = 10^{-3} Gal = 0.001 cm/sn^2 1 mikrogal=10^{-6} gal olarak ve c.g.s. biriminden SI birimine dönüşümünde 1 mGal= 10^{-5} $m*sn^{-2}$ ifadesi kullanılır (Blakely 1995).

2.1.4 Gravite saha ölçümü

Ölçümler sahada gravimetre adı verilen cihazla yapılır (Şekil 2.2) ve düşey bileşen ölçülür. Son yıllarda geliştirilen cihazlarla tüm yönlerde (x, y, z) ölçüm alınabilmektedir. Ölçümler mutlak ve bağıl olmak üzere iki şekilde yapılır. Mutlak gravite ölçümlerinde o anki gerçek değer ölçülür. Bağıl gravitede ise değeri bilinen bir nokta ile arazide yapılan bir ölçüm noktası arasındaki fark alınarak yapılır (Lowrie 2007). Yorum amaçlı gravite çalışmalarında genelde bağıl gravite değerleri kullanılır.



Şekil 2.2 Arazide gravimetre cihazı ile ölçüm alımının görünümü

Dünyamızın şeklinin elipsoidal olması ve enlemlerle yarıçapın değişkenlik göstermesi gravite değerinin de her noktada farklı olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kutuplarda yarıçap ekvatordaki yarıçapa göre küçük olduğundan, kutuplarda ölçülen yerçekim değeri ekvatorda ölçülen yer çekim değerinden daha fazladır (Lowrie 2007). Buna göre gravite değeri ekvatorda 978031.89 mgal, kutuplarda ise 983217.77 mgal ölçülmüştür. Ankara'da ölçülen gravite değeri ise 980169.00 mgal dir.

2.1.5 Gravite ölçümlerine uygulanan düzeltmeler

Arazide gravimetre aleti ile yapılan ölçümlere istenmeyen etkiler de dahil olabilmektedir (Özdemir 1983, 1984). Ölçüm yapılan noktanın deniz seviyesine göre konumu, enlem değerinin farklılaşması, gel-git etkisi gibi daha pek çok durumlar ölçüm değerlerini etkilemektedir. Sadece jeolojiden kaynaklanan etkilerin bulunup yorumlanabilmesi için ölçüm değerlerine bazı indirgemelerin uygulanması gerekir. Enlem düzeltmesi, topoğrafya düzeltmesi, yükseklik düzeltmesi (serbest hava düzeltmesi, Bouguer düzeltmesi), gel-git düzeltmesi ve izostasi düzeltmesi bu yöntem çerçevesinde yapılan düzeltmelerdir. Tüm düzeltmelerden sonra ölçümler deniz seviyesine indirgenir ve yorumlama bu seviyeye göre olur.

2.1.5.1 Enlem düzeltmesi

Gravite değerlerinin enleme bağlı olarak değişmesi ve buna ek olarak oluşan merkezkaç kuvveti ölçülen gravite değerlerini etkiler. Yeryüzünde herhangi bir noktada ölçülen gravite değeri enlemin (∅) fonksiyonu olarak yazılabildiği için enlemden gelen bu etki ölçülen noktanın kuzey veya güney yarım kürede olmasına göre bu düzeltme değeri ölçüm değerlerine eklenir veya çıkartılır. Ölçüm yapılan alana en yakın enlem indirgeme düzlemi olarak seçilir ve bu etkilerin giderilmesi için yapılan düzeltmeye "enlem düzeltmesi" denir. Bu şekilde ekvatordan kutuplara doğru yapılan ölçümlerdeki enlem etkisi giderilmiş olur. Küçük sahalarda enlem etkisi aşağıdaki formülle giderilir,

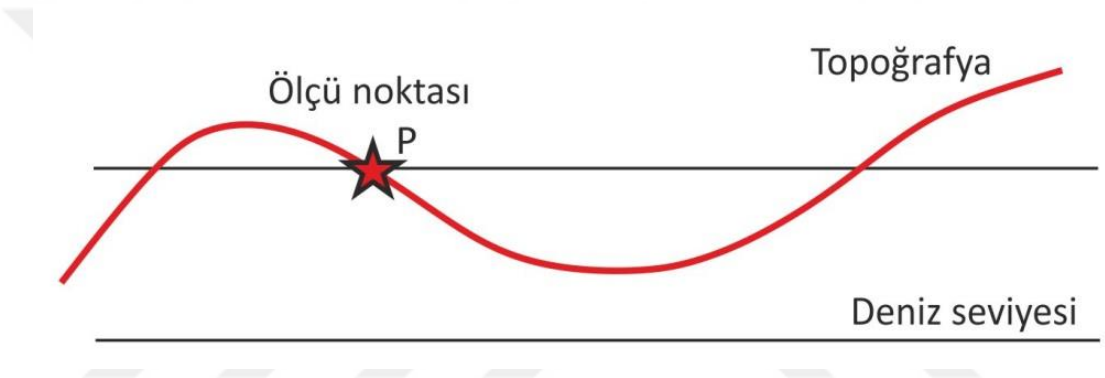
$$ge=0.8122 \sin 2\phi$$

Büyük sahalarda ise enlem etkisi Uluslararası Jeodezi Birliğinin (IAG) 1984 yılında enlem düzeltmesi için kabul edilen formülü aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (Blakely 1995).

$$gn(\lambda) = 978032.67714\left(\frac{1+0.00193185138639\sin 2\lambda}{\sqrt{1-0.00669437999013\sin 2\lambda}}\right)$$

2.1.5.2 Topoğrafya düzeltmesi

Topoğrafya düzeltmesi Bouguer düzeltmesinin bir devamı niteliğindedir. Ölçüm yapılan saha düz ve engebesiz ise topoğrafya düzeltilmesine ihtiyaç duyulmaz. Fakat ölçüm yapılan saha engebeli ise bu düzeltmeye ihtiyaç duyulur (Şekil 2.3). Çünkü ölçüm esnasında topoğrafyanın etkisi ölçüm değerlerini etkilemektedir. Topoğrafik etkiyi gidermek için kullanılan yöntemlerin başında Hammer yöntemi gelmektedir. Günümüzde uygun bilgisayar programı topoğrafya düzeltmesinin çok kısa sürede hesaplanabilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 2.3 Engebeli bir arazide topoğrafya düzeltmesini gösterir şematik şekil. P ölçü noktası civarındaki yükselim ve çukurluklar ölçü değerini etkilemektedir

2.1.5.3 Yükseklik düzeltmesi

Yükseklik düzeltmesi serbest hava düzeltmesi ve plaka (Bouguer) düzeltmesi olarak iki şekilde yapılmaktadır. Bu düzeltme serbest hava düzeltmesi ile plaka düzeltmelerinin toplamına eşittir.

a) Serbest hava düzeltmesi

Ölçüm esnasında deniz seviyesinden olan yükseklikler gravite değerini etkiler. Bu etkinin giderilmesi ve referans düzlemine indirgenmesi gerekir. Referans düzlemi genelde deniz seviyesidir. Deniz seviyesine göre olan yükselimler gravite değerini azaltır (Şekil 2.4).

Deniz seviyesindeki gravite değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır,

$$g= G \frac{M}{r*r}$$

M yerkürenin kütlesi

r yerkürenin yarıçapı

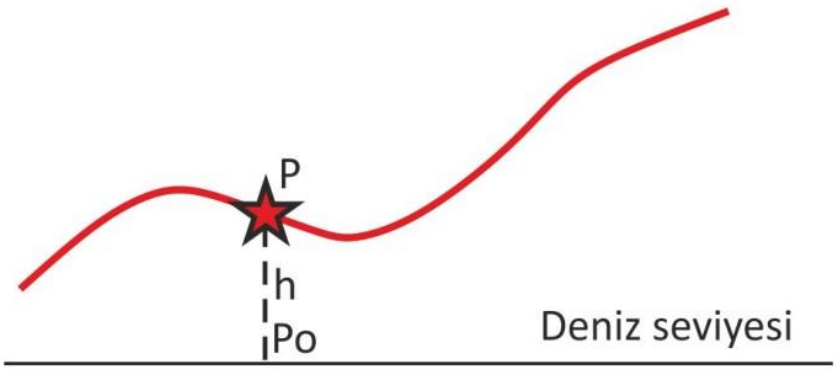
Deniz seviyesinden h yüksekliğindeki bir noktada gravite değeri,

$$gh= G \frac{M}{(r+h)2}$$

olarak bulunur. Formüle göre yüksekliğin artması g değerini azaltır.

$$\Delta g = gh - go$$

g= -0.3083*h mgal/m bağıntısı elde edilir ve her bir metre yüksekliğinde gravite değerindeki azalma miktarını göstermektedir.



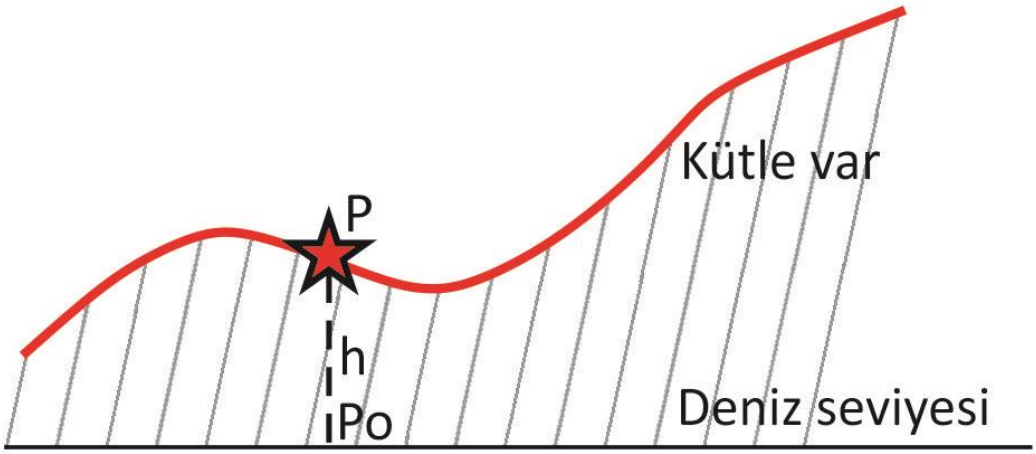
Şekil 2.4 Serbest hava düzeltmesinin şematik çizimi. Düzeltmede deniz seviyesi ile topoğrafya arasında kütle olmadığı varsayılır

b) Plaka (Bouguer) düzeltmesi

Serbest hava düzeltmesi yapılırken deniz seviyesi ile topoğrafya arasında herhangi bir kütle olmadığı kabulü yapılarak düzeltme uygulanmasına karşın plaka düzeltmesinde ρ yoğunluklu kütle göz önüne alınarak bir düzeltme uygulanır (Şekil 2.5). Bu şekilde ρ

yoğunluklu kütlenin neden olduğu etkinin giderilme işlemi plaka (Bouguer) düzeltmesi adlanır. Düzeltme şöylesi bağıntı ile açıklanır:

$$g = 0.04191 * \rho h \text{ mGal/m}$$



Şekil 2.5 Plaka (Bouguer) düzeltmesinin şematik çizimi. Deniz seviyesi ile topoğrafya arasında kütlenin etkisi giderilir

2.1.5.4 Gel-git düzeltmesi

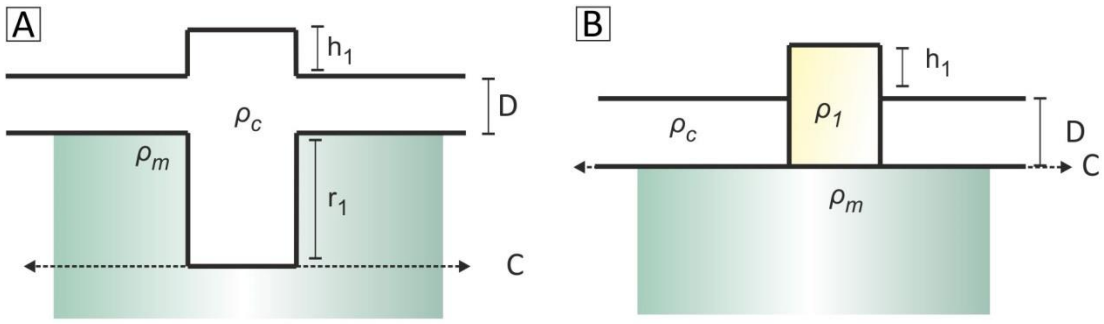
Yeryüzü dışındaki bir kütle, yeryüzündeki bir P noktasına bir çekim kuvveti uygular. Aynı zamanda yer P noktasına yerin merkezine doğru çekim kuvveti uygular. Bu iki kuvvet arasındaki fark ve yeryüzü-ay döngüsünün P noktasındaki merkezcil kuvvetin toplamı gel-git etkisini oluşturur (Ergin 1973). Ölçüm esnasında gravite değerleri ayın ve güneşin çekim gücü tarafından etkilenir. Bu etkilerin çıkarılması yapılan düzeltmeye gel-git düzeltmesi denir. Diğer düzeltmelere göre etkisi daha az olup değeri 0.3 mGal'i aşmamaktadır (Blakely 1995).

2.1.5.5 İzostasi düzeltmesi

Gravite ölçüm değerleri incelendiğinde yüksek dağlık bölgelerde negatif, okyanus alanlarında pozitif gravite değerleri okunduğu görülmüştür (Akçığ ve Pınar 1994). Dağlık bölgelerde gravite değerleri beklenenden az ölçülmüştür. Bu durum "izostasi" ile açıklanırken derinlikle değişen kütle fazlalığı ve kütle eksikliği anlamına

gelmektedir (Blakely 1995). Airy (1855) tüm kaya yoğunluklarını sabit kabul ederek denge durumunu yüksek dağların mantoya doğru kökleri olduğu görüşüne dayandırır. Araştırmacı yine yüksek dağların hafif yoğunluklu maddelerden, alçak olan yerlerin ise daha yoğun maddelerden yapıldığını görüşüde ileri sürmüştür (Şekil 2.6.a). Bu nedenle gravite ölçüm değerleri yüksek dağlık bölgelerde negatif okyanuslarda pozitif anomli vermektedir (Ergin 1973). Pratt (1859)'a göre ise yoğunluğun yüksek dağlık alanlarda daha düşük, okyanus altındaki kütlelerde ise daha yüksek olduğunu belirtmiştir (Şekil 2.6.b). Bu izostasi durumu gravite ölçümlerini etkilemektedir. Derinden gelen etki olduğu için sığ etkileri bastırabilmektedir. Bu yüzden bu etkinin giderilip düzeltilmesi gerekmektedir.

Gravite ölçümlerinde çalışma alanı belirlendikten sonra bölgenin topoğrafyası, jeolojik yapısı ve aranacak hedef kütlenin derinliğine göre ölçüm alınacak istasyon ve profil aralıkları belirlenir. Genelde maden aramaları çok sığ derinlikle ilgili olduklarından 10-50 m, petrol ve doğalgaz aramalarında ise bu aralık yaklaşık olarak 500-3000 m, rejyonal aramalarda ise 5000 m olarak alınır. Genelde istasyon aralıkları anomali kaynağının derinliğinin yarısı olacak şekilde düzenlenir.



Şekil 2.6 İzostasi düzeltmesinin şematik çizimi
(a) Airy'e göre, (b) Pratt'a göre

2.1.6 Bouguer gravite

Yerkabuğu çeşitli kaya gruplarından oluşmaktadır. Yerkabuğunda görülen bu çeşitlilik, kayaların yoğunluk ve suseptibilite değerlerinin farklı olmasına neden olmaktadır. Bu farklılık yerin çekim ivmesinde (g) küçük değişimlere yol açmaktadır

(Oruç 2013). Bu değişimler Gravimetre denilen cihazlarla ölçülmektedir. Ancak bu yöntemin kullanılabilmesi yanal olarak yoğunluk değişimi şartının sağlanması durumunda mümkün olmaktadır.

Gravimetre cihazı kullanılarak ölçülen "g" değerinde yeraltında bulunan farklı derinlik ve yoğunluktaki yapıların toplam etkisi görülür (Ergin 1973). Dolayısı ile bu ölçüm değerleri kullanılarak elde edilen gravite haritalarında, farklı derinlik ve yoğunluğa sahip yapıların oluşturduğu toplam anomaliler gözlenir (Li ve Oldenburg 1998, Tsivouraki-Papafotiou 2003). Bu gözlemlenen toplam anomaliler bölgesel (rejyonal) ve artık (rezidüel) anomali olarak bahsedilen derin ve sığ etkilerden kaynaklanan anomalilerdir. Yapıların yorumlanması aşamasında bu toplam etkilerin ayrılması gerekmektedir (Ergin 1973). Toplam etkinin içinde, derin ve sığ etkilerden başka "gürültü" diye nitelendirilen anomaliler de yer alır (Özdemir 1983, 1984). Bu gürültülerin ayıklanması, sağlıklı yorum yapılabilmesi ve sadece yeraltındaki yapılardan kaynaklanan anomalilerin bulunması gerekmektedir. Gürültülerin anomaliden giderilmesi, derin ve sığ etkilerin birbirinden ayrılması için türetilen haritaların başında Bouguer gravite anomali haritası gelmektedir. Bouguer gravite anomali haritası, datalara uygulanan tüm düzeltmelerden sonra elde edilen, ölçülen gravite ile teorik gravite arasındaki farkı göstermektedir (Blakely 1995). Buna göre,

$$G_{bg} = [\ G_o + \{G_{sh} - G_{bp}\} + G_t\ ] - G_e$$

G_{bg} = Bouguer gravite anomali

G_o = Ölçülen gravite

G_e = Enlem düzeltmesi

G_{sh} = Serbest hava düzeltmesi

G_{bp} = Bouguer Plaka düzeltmesi

G_t = Topoğrafya düzeltmesi dir.

Tez çalışmasında Bouguer gravite değerinin hesaplanmasında 2.2 gr/cm^3 (kayaların ortalama yoğunluğu=kıtasal kabuk yoğunluğu) değeri kullanılmıştır. Bölgedeki topoğrafya etkisini gidermek için de aynı şekilde 2.20 gr/cm^3 değeri kullanılmıştır. İndirgeme yoğunluğunun bulunmasında Nettleton Yöntemi kullanılmıştır (Nettleton 1971). Grid aralığı 1 km alınmıştır.

Gravite haritalarında görülen renk dağılımı yeraltında bulunan kayaların yoğunlukları ve derinlikleri ile ilgilidir. Genel olarak yüksek yoğunluk (pozitif anomali) değeri pembe-kırmızı, düşük yoğunluk (negatif anomali) değeri ise haritalarda mavi-yeşil renk ile gösterilmektedir. Ayrıca havzayı oluşturan çökel birimlerin yoğunluğu düşük, temel birimlerin yoğunluğu yüksek olduğundan gravite haritalarında görülen renk değişimi genel olarak havza ve yükselim alanları hakkında bilgi vermektedir. Anomalilerin dalga boylarının genişliği ise anomaliye neden olan birimlerin derinliği ile ilgilidir.

2.1.7 İzostatik gravite

Bouguer gravite değerlerinden izostasi etkisi çıkarılarak elde edilen gravite değeridir. Buna göre,

$G_{ig} = G_{bg} - G_i$

G_{ig} = İzostatik Gravite Anomali

G_{bg} = Bouguer Gravite anomali

G_i = İzostasi dir.

Moho'nun etkisinin giderildiği izostatik gravite anomali haritası jeolojiden kaynaklanan anomalileri yansıtmaktadır (Yüksel 2013). Yapılan bu hesaplama ile jeolojik model çalışmalarında hatların dengelenmesi hususunun daha basite indirgenmesi ve geniş çaplı aramalarda kıtasal etkinin giderilmesi amaçlanmıştır.

2.2 Manyetik Yöntem

2.2.1 Manyetik yöntemi temel bilgiler

Yöntem, 1875 yılında Fransiz fizik bilim adamı Chales Augustin de Colulomb tarafından geliştirilmiş ve elektromanyetizmanın temelini oluşturmuştur. Colulomb Kanununa olarak da ifade edilen bu kanun iki kutbun birbirlerine uyguladıkları çekme veya itme kuvveti olup şu formül ile ifade edilir:

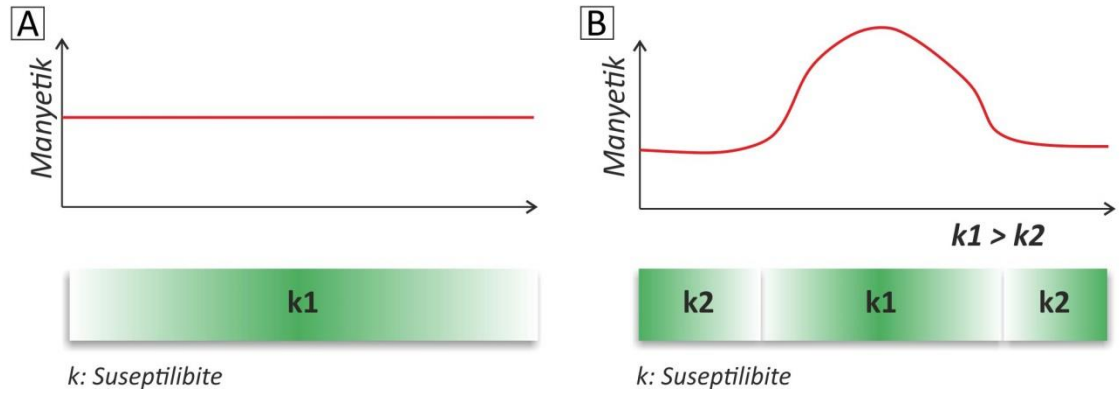
$F=1\mu*p1p2\r^2$

Burada μ magnetik permeabilite olup ortamın manyetik özelliğini gösterir. r iki kutup arasındaki uzaklık ve p1 ve p2 ise kutup şiddetini göstermektedir. Bu durum gravite yöntemindeki Newton'un evrensel kütle çekim yasasına benzemektedir.

2.2.2 Manyetik yönteminin tanıtılması

Manyetik, yeraltı jeolojisinin yorumlanmasında ve/veya modellenmesinde kullanılan diğer jeofizik yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde yeryuvarında meydana gelen manyetik alandaki değişimlerden yararlanılır (Musset ve Khan 2000). Yöntem ile manyetik alanın yatay (H), düşey (Z), ve toplam (T) bileşenleri ölçülebilmektedir. Bir kayanın manyetik anomali oluşturabilmesi o kayanın mıknatıslanma özelliği göstermesi ve dolayısı ile manyetik mineralleri içermesine bağlıdır (Şekil 2.7). En yaygın manyetik mineral manyetitdir (Subasinghe vd. 2014). Manyetit minerali aynı zamanda ortamın manyetik duyarlılığını ve manyetik geçirgenliğini de etkilemektedir. Kayaların mıknatıslanması indüksüyon yoluyla ve kalıcı mıknatıslanma şeklinde

olmaktadır.



Şekil 2.7 Manyetik değişiminin anomali olarak gelişimini gösterir şematik şekiller

(a)Yeraltında aynı birimin olması durumunda manyetik değerde bir değişiklik görülmezken, (b) Birimin manyetik duyarlılığının çevresindeki birimin manyetik duyarlılığından (suseptibilite) farklı olması durumunda manyetik anomali gelişmektedir

Manyetik yöntem gravite yöntemine benzer görünse de matematiksel olarak kullanılan parametreler farklıdır. Manyetik yöntemde anomaliyi oluşturan kütlenin lokasyonunu bulmak yeryuvarının eğim ve sapma açılarından dolayı biraz daha karmaşık işlemler gerektirmektedir. Yöntem havada denizde ve karada ölçüm olanağına sahiptir.

2.2.3 Manyetik yöntemde kullanılan parametreler

2.2.3.1 Manyetik duyarlılık (Suseptibilite)

Bir cismin mıknatıslanma ile oluşmuş olan duyarlılığıdır. Mıknatıslanma şiddetinin cismi etkileyen manyetik alan şiddetine oranı olarak ifade edilir ve birimsizdir (Blakely 1995).

K=J\ T

J: Cismin mayetizasyon şiddeti

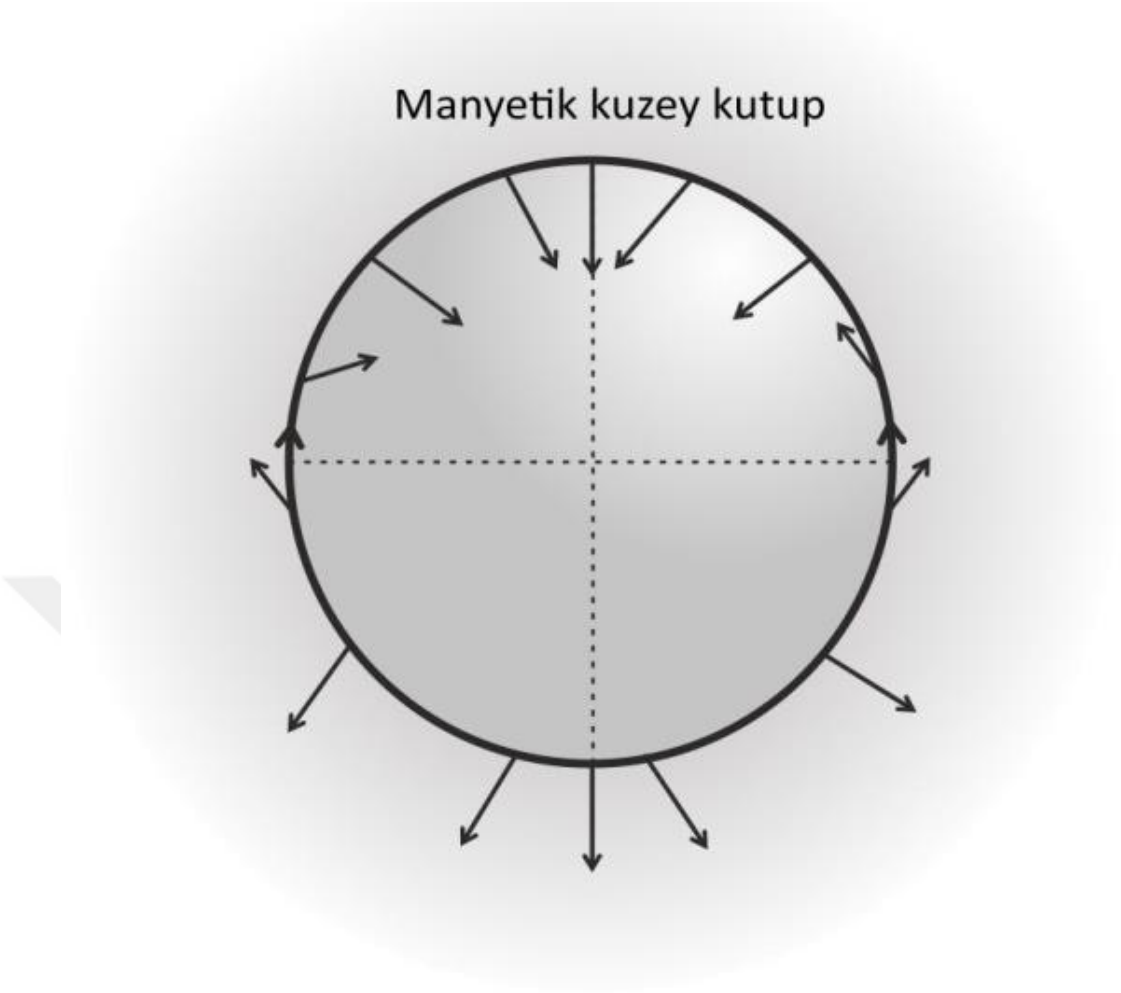
T: Ortamın manyetik alanı

2.2.3.2 Manyetik geçirgenlik

Lord Kelvin bir maddenin magnetik geçirgenliğini (permeabilitesini) (μ) bu maddede magnetik akımın tesisi derecesinin indeksi olarak almıştır (Ergin 1973). Cismin birim kesitinden geçen kuvvet çizgilerinin havada (boşluk) aynı kesitten geçen kuvvet çizgileri sayısına oranı şekline açıklamak mümkündür.

2.2.3 Yerkürenin manyetik alanı

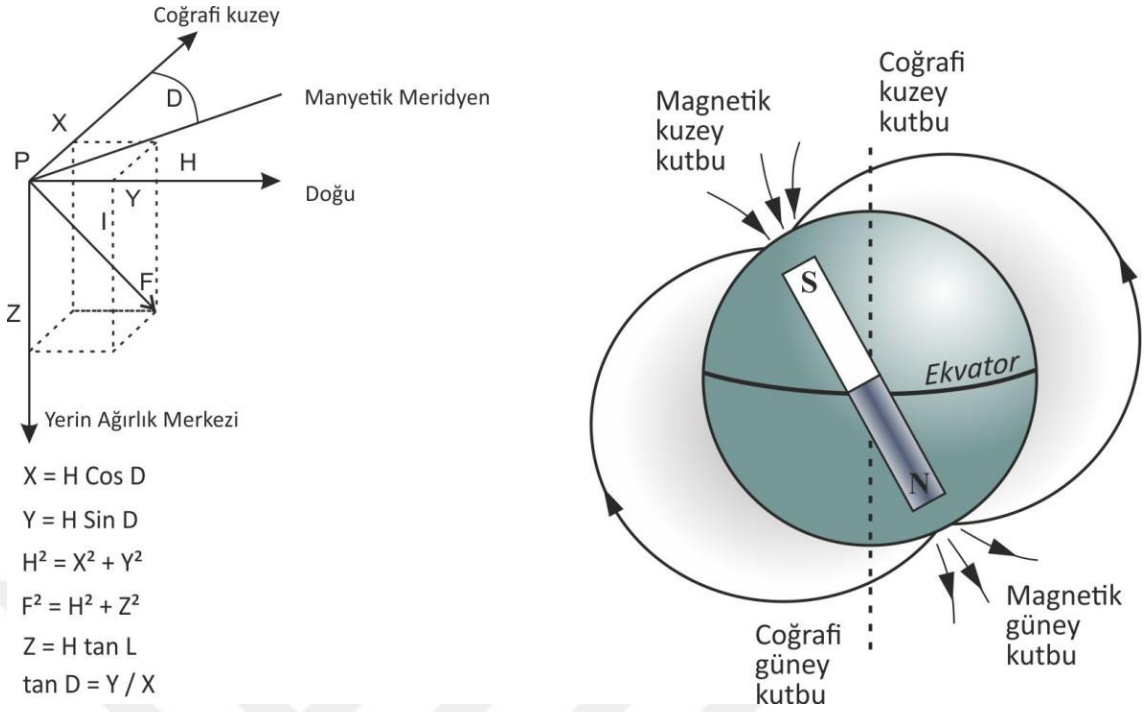
Yer manyetik alanı çekirdekten ve yerin dış kısmından gelen etkilerden meydana gelmektedir. Yerin dış kısmından gelen etki çok azdır. Yerin manyetik alanı esas çekirdek kısmından oluşmaktadır (Amigun vd. 2012). Çekidekte bulunan dipoller manyetik alanı oluşturmakta ve kuvvet çizgileri güney kutbundan çıkıp kuzey kutbudan yerin içine girmektedir. Bu dipolün ekseni Dünya'nın dönme ekseni ile 11 derecelik bir fark oluşturur (Milsom 2003). Dolayısı ile coğrafi kuzey ile manyetik kuzey farklılık oluşturur (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Yer manyetik alan kuvvet çizgileri

2.2.4 Yer manyetik alanının elemanları

Yeryüzünde ölçülen bir noktada toplam manyetik alan şiddeti (T) vektörel bir büyüklük olduğundan düşey (Z) ve yatay (H) olmak üzere iki bileşeni vardır; manyetik alan bu vektörün yönü ve şiddeti ile belirtilir.



Şekil 2.9 Yer manyetik alanının bileşenleri

Şekil 2.9.a'da gösterilen yer manyetik alanının bileşenleri aşağıdaki şekilde ifade edilir:

H: yatay bileşen
Z: düşey bileşen
T: toplam manyetik alan şiddeti
D: sapma (denklinasyon) açısı
I: eğim (inklinasyon) açısı

Sapma açısı manyetik kuzey ile coğrafik kuzey arasındaki açıdır. Kuzeyden doğuya doğru ölçüm alındığında pozitif, kuzeyden batıya doğru ölçüm alındığında negatif işaretini alır (Akçığ ve Pınar 1984). Eğim açısı ise yatay bileşen ile toplam bileşen arasındaki açıdır. Eğim açısının yönü yukarı doğru ise işareti negatif ve ölçüm yapılan noktanın güney yarımkürede olduğunu, eğim açısının yönü eğer aşağıya doğru ise işareti pozif ve ölçüm yapılan noktanın kuzey yarımkürede olduğunu gösterir.

2.2.5 Manyetik birimler

Manyetik alan şiddetinin birimi Oersted'dir. Manyetik yöntemde genellikle gamma (ɤ) ifadesi kullanılmaktadır. 1 Tesla (T) = 10^4 Gauss=10^9 gamma (ɤ). ve 1 nanotesla (nT)= 0.00001 Oersted'tir. 1 nanotesla (nT)= 1 gamma (ɤ)= 10^{-5} gauss birimleri kullanılmaktadır (Blakely 1996).

2.2.6 Kayaların suseptibilitesi

Gravite yönteminde kayaların yoğunluk değeri, manyetik yöntemde ise kayaların suseptibilite değerlerinin bilinmesi gerekir. Manyetik anomaliye neden olan kayanın suseptibilitesinin tayini gerek arazi ortamında gerekse labaratuvar ortamında bulunabilmektedir. Birimlerin suseptibilite değerleri içeriğindeki manyetit mineraline bağlıdır. En genel ifade ile sediman birimlerin suseptibilite değeri çok az, temel birimlerin suseptibilite değeri fazla ölçülmektedir. Kayaların suseptibilite değerleri önceki bölümde verilmiştir.

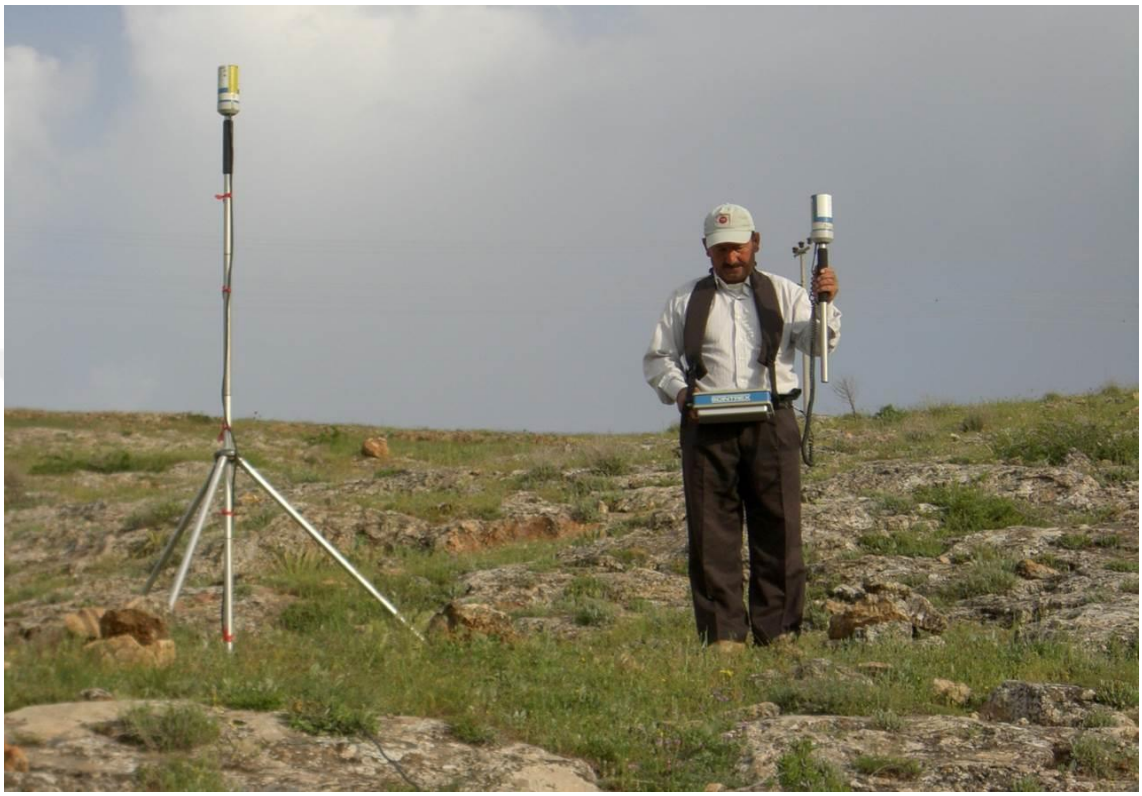
2.2.7 Manyetik yöntemde saha ölçüm

Manyetik ölçümde amaç manyetik anomaliye neden olan kütlenin derinliğinin ve sınırlarının tespit edilmesidir (Şekil 2.10). Gravite yönteminde kullanılan istasyon noktalarından gravite ölçümünden sonra manyetik ölçümde alınabilmektedir. Ölçüm yapılan alanda manyetik ölçümü etkileyecek yüksek gerilim hattı, demiryolları, elektrik akımı gibi anomaliyi bozacak unsurların olmamasına veya uzak durulmasına özen gösterilmelidir. Manyetik ölçümlerde bağıl ölçümlerdir ve manyetometre denilen aletle ölçüm yapılmaktadır.

2.2.8 Manyetik ölçümlere uygulanan düzeltmeler

Gravite yönteminde olduğu gibi manyetik yöntemde de ölçüm esnasında istenmeyen etkiler ölçüm değerine eklenebilmektedir (Milsom 2003). Anomaliyi oluşturan

kütlenin lokasyonunun ve derinliğinin doğru tahmin edilmesi için ölçüm değerlerine bazı düzeltmelerin uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu düzeltmeler günlük değişim ve enlem ve boylam düzeltmesi olarak ikiye ayrılır.



Şekil 2.10 Arazide manyetometre cihazı ile ölçüm alımının görünümü

2.2.8.1 Günlük değişim düzeltmesi

Günlük değişim güneşin iyonosfer üzerindeki etkisinden ve güneş ile ayın oluşturduğu gel-git etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu değişim gravite düzeltmelerinde yapılan düzeltmelere benzemektedir. Ölçümlerin alındığı zamanlardaki yer manyetik alan değişimi rasathane kayıtlarından alınır veya bizzat ölçümler ile kaydedilir (Ateş 2013). Magnetometre ile her sabah ölçüm işlemlerine belirli bir bazdan başlanır ve bir saat aralıkla aynı baza dönerek ölçüm yapılır. Böylece günlük değişim günün saatlerinin bir fonksiyonu olarak belirlenir ve ölçüm değerlerine düzeltme uygulanır (Ergin 1973).

2.2.8.2 Enlem ve boylam düzeltmesi

Bu düzeltmeye normal düzeltmede denilmektedir (Ergin 1973). Yer manyetik alanı enlem ve boylama göre değiştiğinden ölçüm noktalarında bu düzeltmenin yapılması gerekmektedir. Ülkemizde kuzeye doğru 3.21 nT/km doğuya doğru ise 1.36 nT/km artmaktadır (Ateş 2013) Bu nedenle ölçüm değerlerine bu düzeltmenin yapılması gerekmektedir.

2.3 Temel Proses Yöntemleri

Gravite ve Manyetik haritalarda derin ve sığ yapılardan kaynaklanan anomaliler gözlenir (Li ve Oldenburg 1998, Tsivouraki-Papafotiou 2003). Gravite ve manyetik anomaliye neden olan bu yapıların araştırılması için çeşitli proses haritaları oluşturulur. Haritaların elde edilmesinde Oasis Montaj 7.4 programı kullanılmıştır ve indirgeme yoğunluğu 2.2 gr/cm^3 alınmıştır.

2.3.1 Güç spektrumu yöntemi

İstatistiksel bir yaklaşım olup jeolojik yapıların derinliğinin tespitinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yöntem, güç spektrum grafiği dalga sayısı özelliği kullanılarak anomali kaynaklarının ortalama üst derinliğini yaklaşık olarak tespit etmede kullanılmaktadır (Spector ve Grant 1970, Pal vd. 1979, Poudjom Djomani vd. 1992, Chavez vd. 1999, Maden vd. 2009) Metotta kaynağın şekli ve yoğunluğu için ön bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Gravite ve manyetik anomaliler Laplace denklemini sağladığından yöntem her iki anomali içinde uygulanabilmektedir (Spector ve Grant 1970).

2.3.2 Analitik sinyal yöntemi

Yapı sınırlarının belirlenmesi (Roest vd. 1992), havza kalınlığının bulunması, temel yükseliminin öngörülmesi gibi konular hakkında bilgi vermektedir. Analitik sinyal yöntemi gravite ve manyetik anomalilerin yatay ve düşey türev toplamlarından oluşur.

Genellikle yapı kenarlarında sinyal verdiği için yorum aşamasında sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Komolafe 2012). Bu yöntem ilk defa Misac Nabighian (1972) tarafından ele alınmıştır. Yöntemin bir avantajı inklinasyon, deklinasyon ve mıknatıslanma yönünden bağımsız olmasıdır (Blakely 1995, Bilim ve Ateş 2005).

2.3.3 Düşey türev yöntemi

Anomaliyi oluşturan kütlenin sınırları, süreklilikleri ve derinlikleri hakkında bilgi vermektedir. Gravite verileri kullanılarak düşey türev haritalarının hazırlanması ile kısa dalga boylu anomaliler elde edilir.

2.3.4 Aşağı uzanım yöntemi

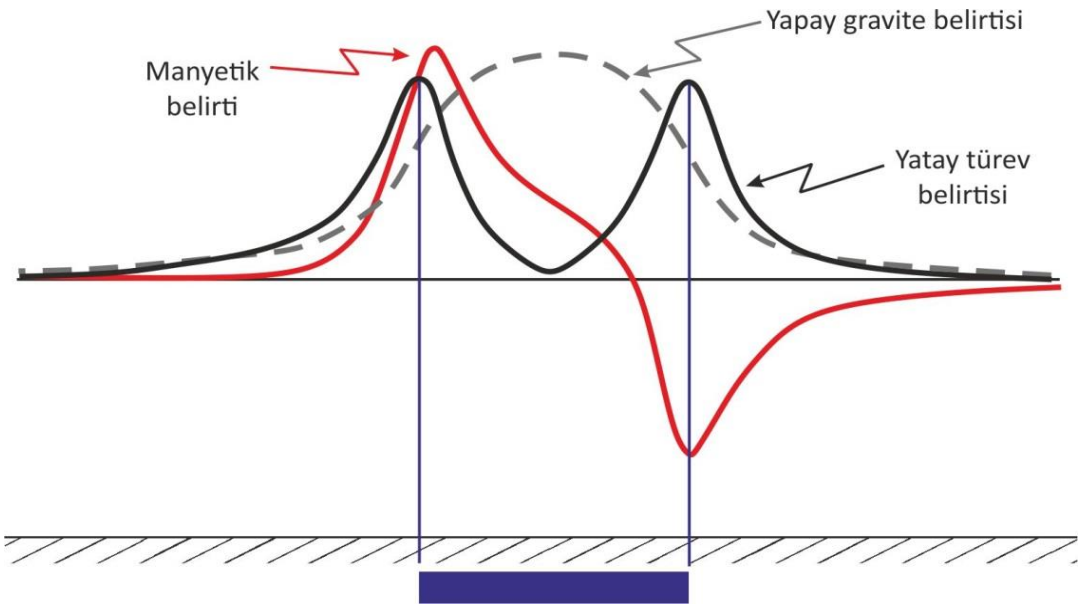
Gravite anomalileri genelde gözlem yüzeyinin (observation surface) üzerinde yorumlanmakla beraber bazı durumlarda yorum amaçlı farklı bir düzleme taşınır. Yukarı ve aşağı uzanım olarak adlandırılan bu yöntem hem hayali hem de mekansal ortamda sıklıkla tercih edilmektedir (Pick vd 1973, Huestis ve Parker 1979, Aydın 1997, Fedi vd 2005). Yapıların neden olduğu anomalileri ve anomaliyi oluşuran kaynakların ayırt edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Blakely 1995). Aşağı uzanım yönteminde derine inildikçe gürültü oluşması derinlik sınırlamasına neden olmaktadır (Oruç 2013).

2.3.5 Toplam yatay türev yöntemi

Jeofizik yöntemde karşılaşılan en temel sorunlardan biri yeraltında farklı derinlikteki fayların veya jeolojik dokanakların tespit edilmesidir. Özellikle doğrusal anomaliler gravite ve manyetik verilerin yorumunda önem kazanmaktadır (Aydoğan 2011). Çünkü bu anomaliler önemli jeolojik yapıları temsil edebilmektedir (Cooper ve Cowan 2008). Gravite yönteminde yoğunluk, manyetik yöntemde mıknatıslanmadan kaynaklanan farklılıklar ölçümlerde potansiyel alan anomalilerini oluşturmaktadır (Wilcox 1974). Potansiyel alanın birincil veya ikincil türevlerinin maksimum değerleri yoğunluğun veya mıknatıslanmanın ani değişimlerinin olduğu yerde anomali meydana

getirir (Cordell 1979) (Şekil 2.11). Bu anomaliye neden olan jeolojik oluşumları belirlemek için potansiyel alanın yatay ve düşey türevlerinin kullanımı pek çok yazar tarafından tercih edilmektedir (Örn., Cordell 1979, Cordell ve Grauch 1985, Miller ve Singh 1994, Verduzco vd. 2004, Cooper ve Cowan 2008, Aydoğan 2011). Potansiyel alan yöntemi mevcut veriyi kullanarak yatay (x, y) ve düşey (z) doğrultuda türev alabilme özelliği sunar (Saad 2006). Türev yöntemi lokal anomaliyi görmemize yardımcı olur (Ateş 2013). Yatay yönde alınan (x, y) türevler süreksizlikleri, düşey yönde (z) alınan türev ise kaynağın derinliğini ve yayılımını ortaya koymaktadır. X yönünde türev alınarak y yönündeki, y yönünde türev alınarak x yönündeki süreksizlikleri tespit etmek olasıdır.

Bu yöntem ilk kez, Cordell ve Grauch (1982, 1985) tarafından yatay yönde değişen yoğunluk ve manyetizasyonun ani değişim yerlerinin saptanabilmesi amacıyla kullanılmıştır. Yöntemde amaç en yüksek genlik noktalarının belirlenmesidir. Bu yöntem daha sonra Blakely ve Simpson (1986) tarafından geliştirilmiş ve maksimum genliklerin kaynak yapıların sınırlarında üzerinde belirlenebilmesi amacıyla formüle edilip haritalanacak şekilde ele alınmıştır. Toplam yatay türev Şekil 2.11'de görüldüğü üzere toplam yatay türev (THDR) tekniğinde pozitif anomaliler kaynak yapının sınırları üzerinde maksimum değer almaktadır (Blakely 1995).

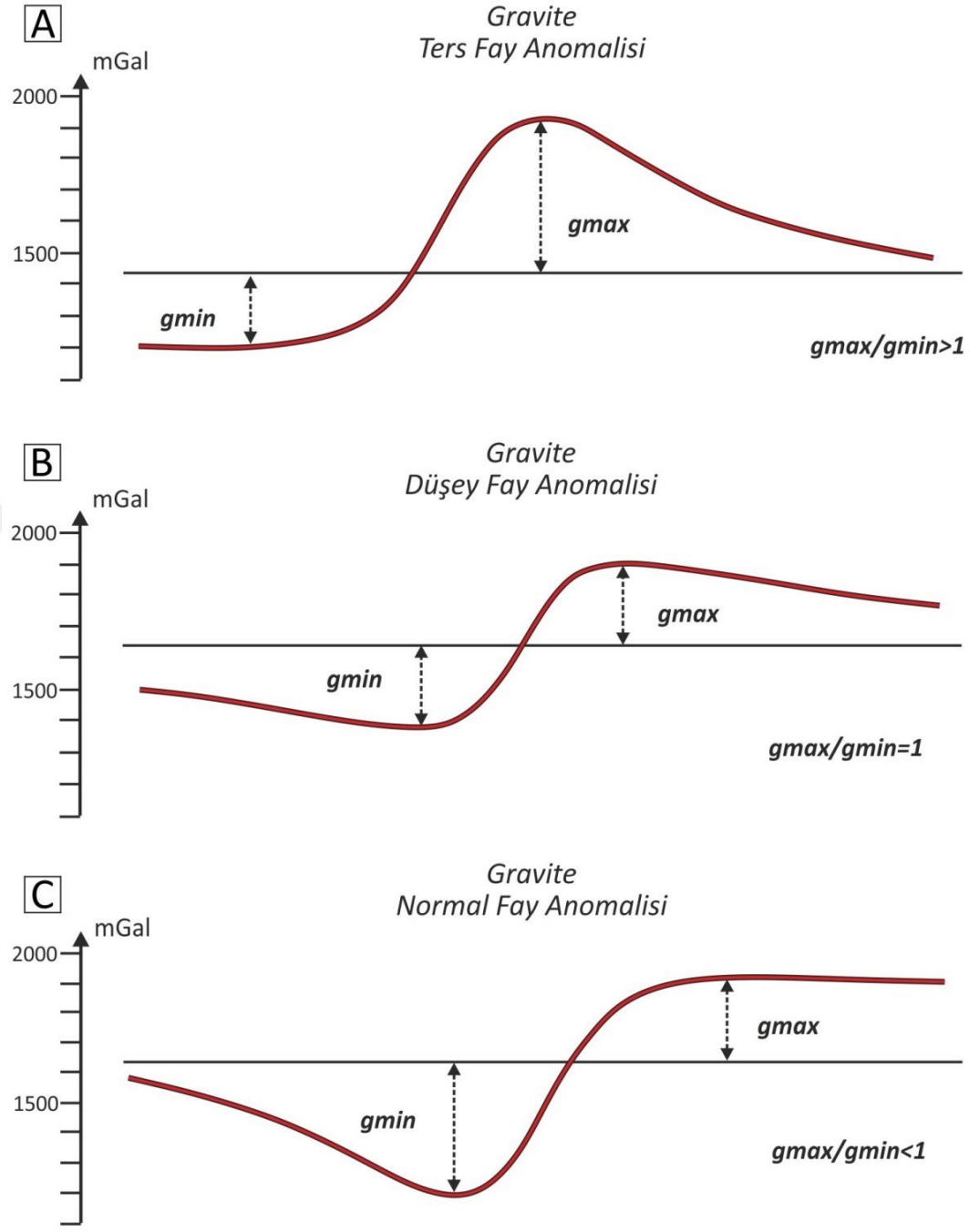


Şekil 2.11 Toplam yatay türev anomalisi

2.4 Fayların Gravite Anomalisi

Fayların gravite anomalilerinin tespitinde gravite ve manyetik anomalilerinde genlik değişimlerinden litoloji, dalga boyu değişimlerinden derinlik tahmini yapılabilmektedir. Gravite fay anomalilerinin maksimum ve minimum değişimi bize fayların türlerinin belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (Yüksel 1984, Lowrie 2007) (Şekil 2.12).

Düşey fay anomalisi Şekil 2.12 a'da görülmektedir. Burada maksimum ve minimum anomali değerleri değişim oranı 1'e eşittir. Normal fay anomalisi düşey fay anomalisinden belirgin farklılık göstermektedir (Şekil 2.12.b). Buna göre maksimum anomali değerinin minimum anomali değerine oranı birden küçüktür. Benzer şekilde anomali farklılık durumu ters oluşumu için de geçerlidir. Ters faylarda ise maksimum anomali değerinin minimum anomali değerine oranı birden büyüktür (Şekil 2.12.c).



Şekil 2.12 a) Düşey, b) normal ve c) ters faylarda gravite anomalilerinin şematik görünümü

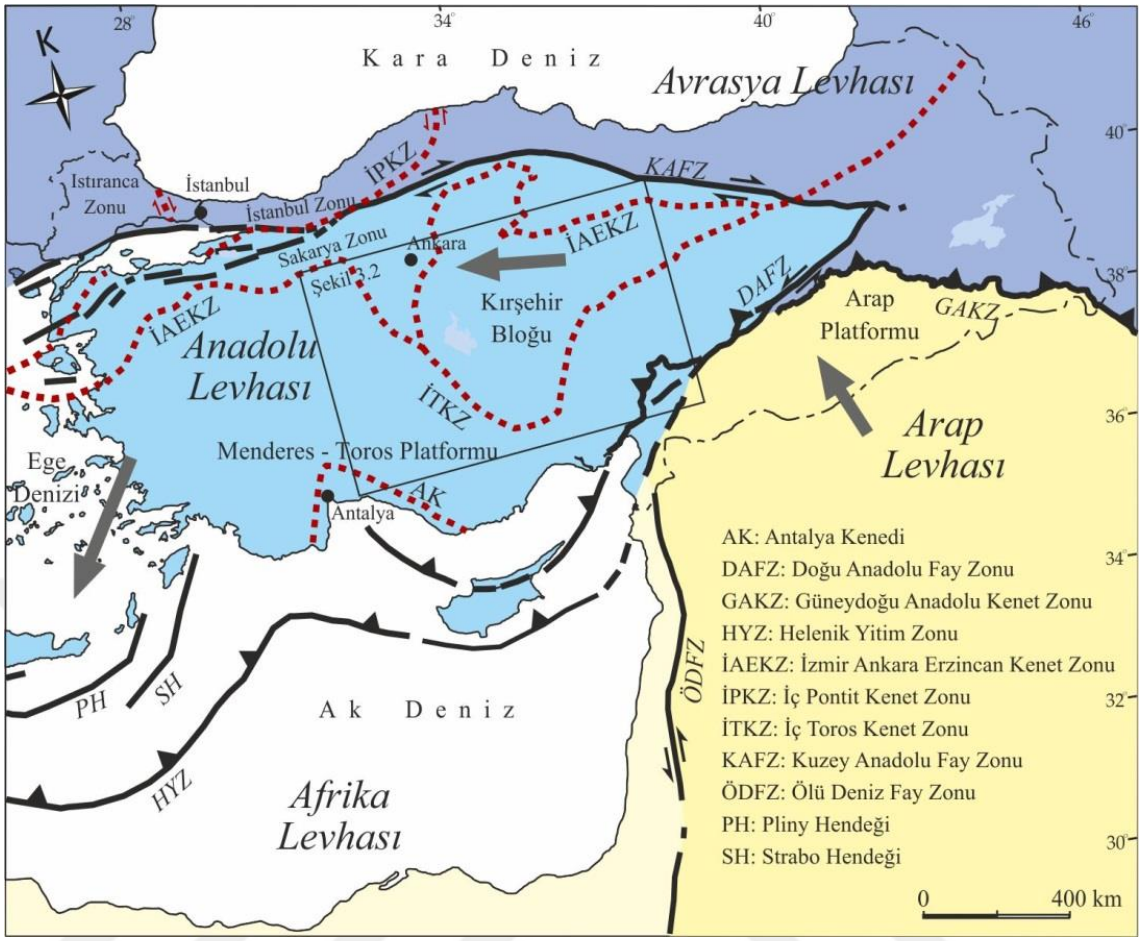
3. TUZGÖLÜ HAVZASI

3.1 Jeoloji

Orta Anadolu bölgesi Sakarya Zonu, Kırşehir Bloğu/Menderes Toros Platformu ve İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu olarak tanımlanan paleotektonik oluşumlar ile temsil olur, tartışmalı olmakla birlikte İç Toros Kenet Zonu da bölgedeki diğer paleotektonik oluşumdur (Örn., Şengör ve Yılmaz 1981, Okay ve Tüysüz 1999) (Şekil 3.1). Bölge kıtasal ve okyanusal olmak üzere farklı litolojilere ev sahipliği yapmaktadır. Litolojileri genel olarak metamorfitler, ofiyolitik kayalar, granitoyidler ve volkanik kayalar ile çökel kayalar olarak ayırmak mümkündür (Örn., Göncüoğlu vd. 1992, Görür vd. 1998, Işık vd. 2008, 2014). Bu kayalar değişen oranlarda belirgin Alpin orojenezinin etkilerini taşımaktadır (Işık vd. 2008, 2014).

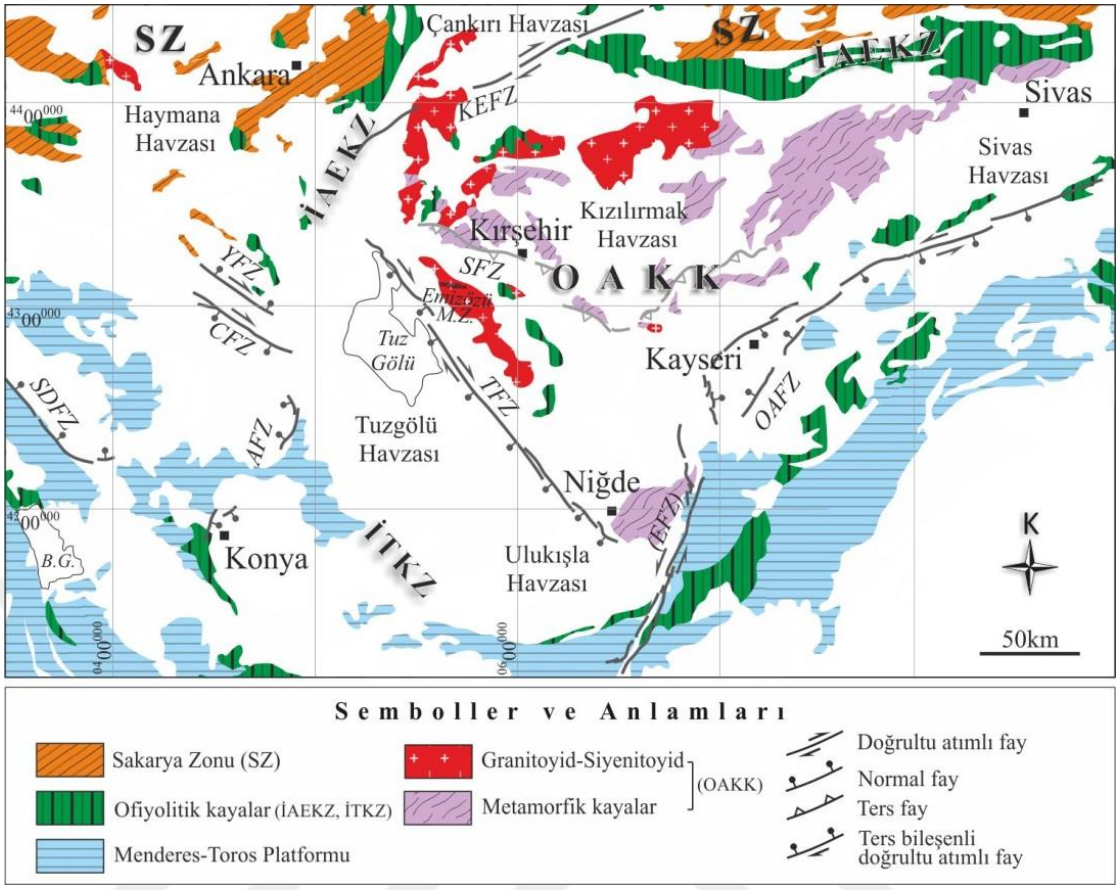
Tuzgölü Havzası Türkiye'nin paleotektonik sınıflamasında Ketin (1966)'e göre Anatolidlerde, Şengör ve Yılmaz (1981) ve Okay ve Tüysüz (1999) sınıflamasında Anatolid-Torid platformunda gelişmiş Orta Anadolu Havzalarından biridir. Havzayı paleotektonik dönemin Kırşehir Bloğu ve neotektonik dönemin Anadolu Levhası içerisinde yer alan fay kontrollü bir havza olarak tanımlamak olasıdır (Şekil 1). Görür vd. (1984), Tuzgölü Havzasını Kırşehir yayı ile İç-Toros Kenet Zonu arasında gelişen yay önü havza olarak tanımlar. Görür vd. (1998) Tuzgölü Havzasının da içerisinde yer aldığı Orta Anadolu Havzalarını tektonik konumuna, yapısal ve stratigrafik özelliklerine göre üç gruba (magmatik yay ilişkili havzalar, çarpışma ilişkili periferal yay önü havzalar ve sedimanter örtü havzalar) ayırmıştır, bu gruplandırmada Tuzgölü Havzası magmatik yay ilişkili havza olarak tanımlanır.

Tuzgölü Havzanın stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri paleontolojik bulgular desteği ile iyi bilinmektedir (Örn., Rigo de Righi ve Cortesini 1960, Arıkan 1975, Ünalan ve Yüksel 1978, Görür vd. 1984, Derman vd. 2000, Dirik ve Erol 2000). Havza bugünkü geometrisi itibariyle kuzeybatı-güneydoğu uzanımlıdır. Havzanın kuzeybatı uzanımında Haymana Havzası güneydoğu uzanımında ise Ulukuşla Havzası yer alır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Türkiye ve yakın çevresinin ana tektonik hatları ile bölgedeki Alp-Himalaya orojenezinin levhalarını gösterir harita (Işık vd. 2014' ten çizilmiştir)

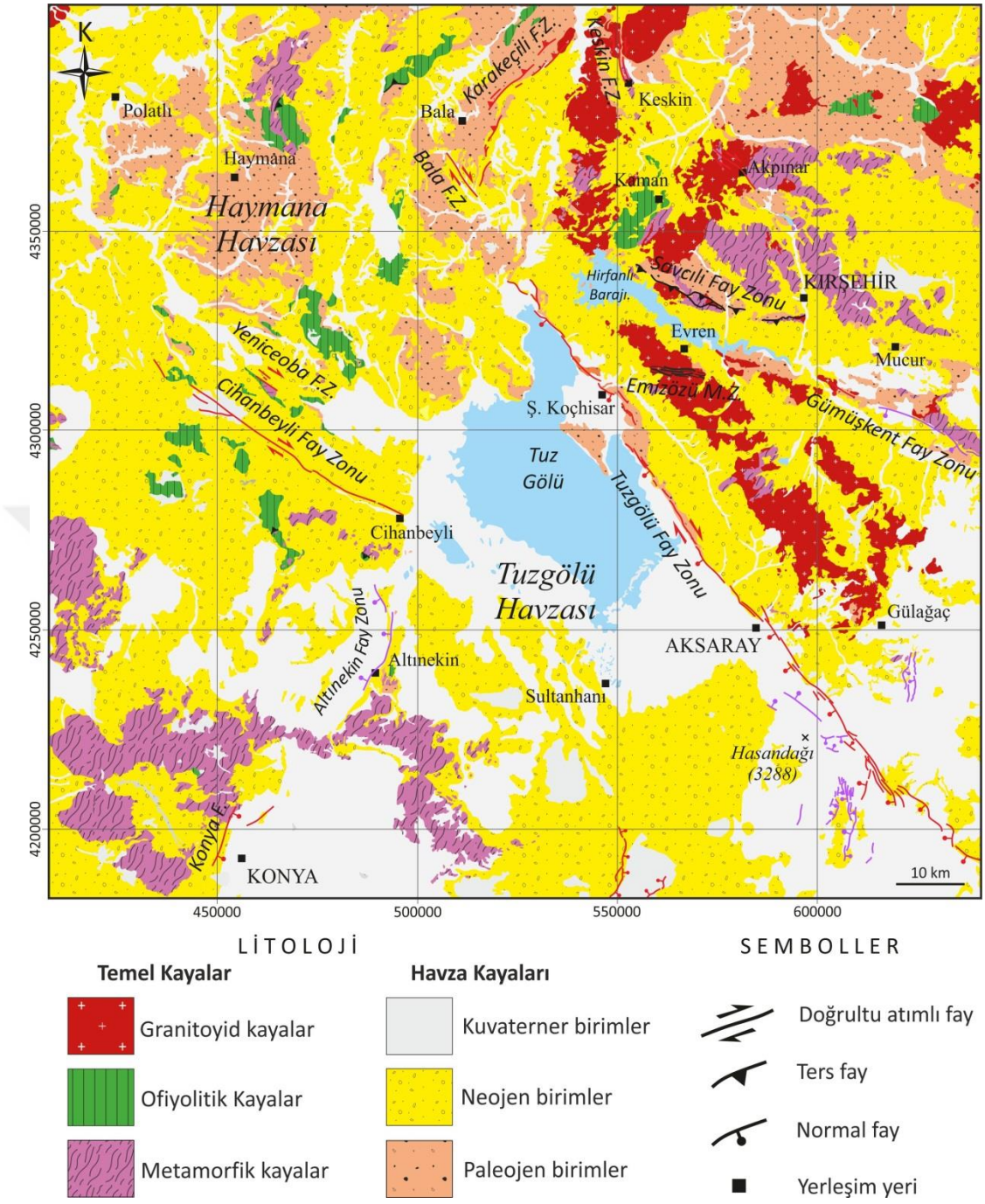
Görür vd. (1984) Tuzgölü Havzasını iki depolanma merkezli olarak yorumlayarak alt havzalara ayırır ve literatürde Haymana ve Tuzgölü Havzaları olarak bilinen havzaları Tuzgölü ve Haymana alt havzaları olarak tanımlar. Tuzgölü Havzasının doğu kesimi Kırşehir Masifi/Orta Anadolu Kristalen Kompleksi kayaları, batı kesimi ise Bolkar Birliği/İç-Toros Okyanusu/Kütahya-Bolkardağ metamorfitleri/Afyon Zonu kayaları (Menders-Toros Platformu) ile sınırlanır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Orta Anadolu'nun sadeleştirilmiş jeoloji haritası (Işık vd. 2008, 2014)

Bir kısım faylar MTA Diri Fay Haritasından yararlanarak çizilmiştir). Kısaltmalar: AFZ: Altınekin Fay Zonu, CFZ: Cihanbeyli Fay Zonu, EFZ: Ecemiş Fay Zonu, İEAKZ: İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu, İTKZ: İç-Toros Kenet Zonu, KEFZ: Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu, OAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu, OAKK: Orta Anadolu Kristalen Kompleksi, SZ: Sakarya Zonu, SFZ: Savcılı Fay Zonu, SDFZ: Sultandağ Fay Zonu, TGFZ: Tuzgölü Fay Zonu, YFZ: Yeniceoba Fay Zonu

Havza stratigrafisi iki ana litoloji grubundan oluşmaktadır. Bunlar temel kayalar ve havza birimleridir. Buna göre havzanın doğu kesimi temel kayalarını özellikle Kırşehir ve çevresinde belirgin yüzeylemeleri bulunan Orta Anadolu Kristalen Kompleksi oluşturur. Metamorfitler, granitoyid kayaları ve ofiyolitli melanj kayaları buradaki temel kayaları oluşturan litolojilerdir (Örn., Seymen 1984, Göncüoğlu ve Türeli 1993, Kadıoğlu vd. 2003, Köksal vd. 2004, Işık 2009, Işık vd. 2014) (Şekil 3.3). Batı kesimi ise literatürde yaygın kullanımı olan Bolkar Birliğinin metamorfik kayaları ile İzmir-Ankara okyanusunun ofiyolitik kayaları ile temsil olur (Örn., Karaman 1986, Göncüoğlu vd. 1996, Eren 2000).



Şekil 3.3 Tuzgölü Havzası ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası

(1:500000 ölçekli MTA jeoloji haritasından yeniden çizilmiştir). Kırmızı ve mor renkli aktif faylar MTA Diri Fay Haritasından alınmıştır. Emizözü Makaslama Zonu Işık (2009) 'dan, Savcılı Fay Zonu Işık vd. (2014)'den çizilmiştir

Bu litolojiler önemli ölçüde genç birimler tarafından örtülüdür. Havzanın kuzey kesiminde temel kaya birimleri ofiyolitik kayaları ile temsil olur. Bu birimler aynı zamanda Tuzgölü Havzası ile Haymana Havzasını ayırır ve her iki havzanın temel

kaya litololojisini oluşturur (Görür vd. 1984), Göncüoğlu vd. (1996) tarafından Orta Anadolu Ofiyolitleri olarak tanımlanan birimleri İzmir-Ankara Okyanusunun kapanma sürecine bağlı gelişen, değişen boyutlarda blok (metamorfize olmuş/olmamış platform kayaları, ayrılan levha ve yitim zonunda gelişmiş metamorfize-metamorfize olmayan okyanusal kabuk kayaları) ve matriks (türbitik, olistostromal fasiyes birimleri) oluşturur.

Tuzgölü Havzasının havza birimlerinin stratigrafisi tartışmalı olmakla birlikte iyi bilinen bir stratigrafiye sahiptir (Örn., Turgut 1978, Dellaloğlu ve Aksu 1984, Görür vd. 1984, Ulu vd. 1994, Göncüoğlu vd. 1996, Derman vd. 2000, Dirik ve Erol 2000). Havza birimlerini çökel özelliklerine ve ana uyumsuzluk düzlemlerine göre üç birim grubuna ayırmak olasıdır. Bunlar Geç Kretase-Paleojen birimleri, Oligo-Miyosen birimleri ve Pliyo-Kuvaterner birimleridir (Şekil 3.4). Tuzgölü Havzasının özellikle Geç Kretase-Paleojen birimleri büyük ölçüde genç birimlerce örtülüdür. Birimlerin önemli yüzeylemeleri havzanın doğu kesiminde yer alır. Havzanın farklı kesimlerinde açılan bazı derin sondajlar havza stratigrafisinin oluşturulmasına katkı sağlamıştır.

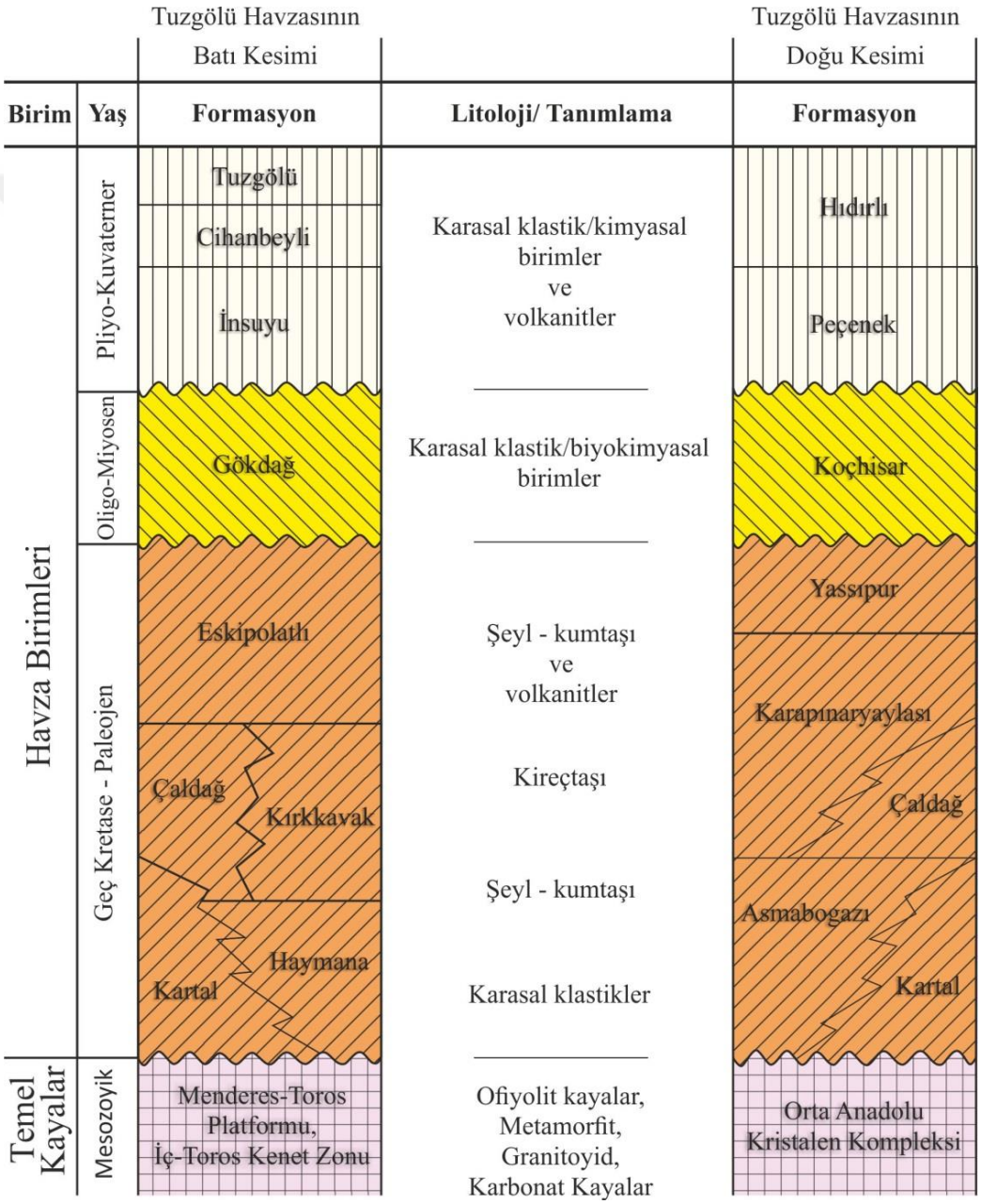
Tuzgölü Havzasının stratigrafik ayırımı bir bütün olarak ilk kez Rigo de Righi ve Cortesini (1960) tarafından yapılmıştır. Havzanın batı ve doğu kesimleri litolojilerin yayılımı ve fasiyes özellikleri itibariyle ayırt edilebilir farklılıklar oluşturmaktadır. Bu sebeple havzanın bu kesimleri korele edilebilir olmasına rağmen ayrı stratigrafi olarak sunulur (Görür vd. 1984, Derman vd. 2000, Dirik ve Erol 2000) (Şekil 3.4). Derman (1980), havzanın Üst Kretase-Neojen dönemi birimlerini 7 farklı formasyon altında açıklamıştır. Görür vd (1984) ise havza stratigrafisi ile birlikte çökellerin fasiyes değişimlerini ortaya koymuştur. Havzanın özellikle Neojen-Kuvaterner birimleri, yakın zamanda yapılan çalışmalarda ele alınarak stratigrafisi ve fasiyes özellikleri ortaya konulmuştur (Örn., Özsayın ve Dirik 2007, Gürbüz 2012, Kürçer 2012, Özsayın vd. 2013, Göksu 2015).

Havza, Maestrihtiyen yaşlı birimler ile başlar ve doğu kesimindeki yüzeylemeleri tipiktir. Kırmızımsı morumsu renkli karasal (alüvyal yelpaze, akarsu, taşkın ovası) bu birimler konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı litolojisi ile temsil olur. Büyük oranda

ofiyolitik kayalardan türeme tanelerin oluşturduğu birime az oranda metamorfik ve granitoyid kayalar da malzeme vermiştir. Literatürde Kartal formasyonu olarak bilinen bu litolojilerin yaşı, konumu ve fasiyes karakteri tartışmalıdır. Aynı birimler Derman vd. (2000) tarafından Hanobası formasyonu ve Maestrihtiyen öncesi yaş ile tanımlanır. Dirik ve Erol'a (2000) göre havzanın batı kesiminin tabanı benzer şekilde karasal birimler ile başlamaktadır. Görür vd. (1984) ve Derman vd. (2000) ise batı kesimin denizel birimler ile temsil olduğu görüşündedir, bu kesimde temel kayalarını Maestrihtiyen yaşlı Haymana formasyonu üzerler. Kartal formasyonunun yaşı Alt Paleosene (Daniyen) kadar çıkartılırken (Göncüoğlu vd. 1996, Dirik ve Erol 2000), Ayyıldız (2006) havza genelinde Maestrihtiyen-Orta Eosen yaşını öngörür. Derman vd. (2000) ise Geç Maestrihtiyen öncesi yaşını öngörmüştür. Birim üstte gri-yeşil renkli kumtaşı, fosilli kumtaşı ve kireçtaşı birimlerine (Hippurites, orbitoides, rudist) geçer. Havzanın doğu kesiminde bu birim Asmaboğazı formasyonu olarak tanımlanır (Görür vd. 1984, Derman vd. 2000, Dirik ve Erol 2000). Derman vd. (2000)'e göre Kartal ve Asmaboğazı formasyonları arasındaki dokanak uyumsuzdur. Diğer çalışmalarda iki birim yanal ve düzey olarak geçişli tanımlanır (Şekil 3.4).

Tuzgölü Havzasında Paleojen yaşlı birimler doğu kesimde alttan üste doğru Çaldağ, Karapınaryaylası ve Yassıpur formasyonları batı kesimde ise Çaldağ, Kırkkavak ve Eskipolatlı formasyonları ile temsil olur (Dirik ve Erol 2000). Bu formasyonlar önemli ölçüde türbidit ve olistostram fasiyes karakterlidir (Görür vd. 1984). Havzanın doğu kesimi Alt Paleosen yaşlı fosilli kireçtaşı (Çaldağ formasyonu), Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı kumtaşı, şeyl, türbiditik kireçtaşı ardalanmalı birimler (Karapınaryaylası formasyonu) ve konglomera ve evaporit seviyeleri (Yassıpur formasyonu) ile temsil olur. Yassıpur formasyonu karasal özellikte olup Üst Eosen-Alt Oligosen yaşlıdır. Havzanın bu kesimi göreceli olarak farklı fasiyes özelliğinde olup marn, kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve fosilli kireçtaşı ardalanmasını oluşturan Çaldağ formasyonu, altta Kartal formasyonunun üst kesimleri ile üstte ise Kırkkavak formasyonunun şeyl ve türbiditik kumtaşı ardalanmalı birimleri ile yanal ve düşey geçişlidir (Şekil 3). Bu birimler üstte kumtaşı şeyl ardalanmalı ve fosilli kireçtaşı katkılı Eskipolatlı formasyonu tarafından örtülür. Havzanın her iki kesimini kırıntılı ve gölsel çökellerin temsil ettiği karasal birimler (Gökdağ/Mezgit ve Koçhisar formasyonları) uyumsuz

olarak örter (Görür vd. 1984, Dirik ve Erol 2000). Özellikle doğu kesimde Koçhisar formasyonu içerisinde kömür seviyeleri karakteristiktir. Oligo-Miyosen yaşlı bu birimleri Miyo-Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner/Kuvaterner birimler geniş alanlarda örter (İnsuyu, Cihanbeyli, Tuzgölü ve Peçenek, Hıdırlı formasyonları). Bu birimlerin stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri son yıllarda yapılan bazı çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Örn., Özsayın ve Dirik 2007, Gürbüz 2012, Göksu 2015).



Şekil 3.4 Tuzgölü Havzasının batı ve doğu kesimlerinin sadeleştirilmiş stratigrafik kolon kesitlerinin ve korelasyonu. Dirik ve Erol (2000)'den yeniden çizilmiştir

Havzanın güneydoğu kesiminde literatürde Kapadokya Volkanik Bölgesi olarak da tanımlanan Miyosen-Kuvaterner/Holosen yaşlı volkanik kayalar yer alır (Örn., Beekman 1966, Ercan vd. 1992, Aydar vd. 1994, Deniel vd. 1998, Toprak 2000, Schmitt vd. 2014). Karacadağ, Kötüdağ, Keçikalesi, Hasandağ, Keçiboyduran ve Melendiz volkanları bu dönemde farklı aralıklarda etkinlik gösteren volkanlar olup bölgede bu volkanlar ile ilişkili geniş alanlarda lav ve piroklastikler yer alır. Keçikalesi kalderası en eski volkanik kompleks (andezit, bazaltik andezit litolojili) olup 12.4-13.7 My yaşındadır (K-Ar yöntemi: Besang vd. 1977). Hasandağ kalderası bölgede şeklini en iyi koruyanlar arasındadır, bazalttan riyolite kadar değişen bileşimlerde çoklu-kaldera kompleksi özelliğindedir (Beekman 1966, Aydar ve Gourgaud 2002). U-Th zirkon yaşları Hasandağı volkanının Holosen döneminde (M.Ö. 6960±640: Schmitt vd. 2014) aktif olduğunu ortaya koyar. Daha doğuda yer alan Keçiboyduran ve Melendiz volkanları benzer özelliklerde olup Erken Pliyosen yaşlı olarak yorumlanır (Toprak 2000).

Tüm bu havza birimleri Tuzgölü Havzasının kalın çökel ve volkanik malzeme oluşumuna sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Derin sondaj çalışmaları havza birimlerinin bazı alanlarda 4 km'den daha fazla yapısal kalınlık (Örn., Bezirci-1 kuyusu) sunduğunu ortaya koymaktadır. Aydemir ve Ateş (2006a,b) Haymana ve Tuzgölü Havzalarının gravite ve manyetik verilerinin havza modellemesinde bazı kabullenmeler ile havzaların en derin oldukları yerleri belirlemiştir. Buna göre havza tabanlarını oluşturan metamorfik kayaların yoğunluklarının 2.65 gr/cm^3 ve havza birimlerinin ise 2.40 gr/cm^3 olduğunu kabul etmişlerdir. Araştırmacılara göre Tuzgölü Havzasının farklı kesimleri farklı derinliklere sahip olup 12-13 km derinliğe kadar ulaşabilmektedir. Aynı çalışmada Tuzgölü ve Haymana Havzalarında sonik log ölçümlerinin ortalama hız değerlerinden elde edilen ortalama kalınlıklar Kartal formasyonunun (Maestrihtiyen) 1080 m, Haymana formasyonunun (Maestrihtiyen) 1113 m, Karapınaryaylası formasyonunun (Paleosen-Orta Eosen) 1332 m (Kırkkavak formasyonu: 814 m ve Eskipolatlı formasyonu: 518 m) ve Koçhisar formasyonunun 802 m kalınlıkta olduğunu gösterir.

3.2 Fay Zonları

Orta Anadolu bölgesindeki jeolojik yapıların paleotektonik ve neotektonik dönem ayırdımı yapılarak sunulması yaygınca benimsenmektedir. Paleotektonik dönem faylanmalar büyük ölçüde ofiyolitik kayaların yerleşimi ile ilişkilidir. Buna göre farklı boyut ve geometrilerde ofiyolitik kayalar Mesozoyik ve Alt Senozoyik yaşlı birimleri tektonik dokanakla üzerler. Bu tür faylanmaları genç birimlerce örtülmenin olmadığı alanlarda sınırlı kesimlerde görmek olasıdır. Bölgedeki Üst Kretase açılma rejimini temsil eden Emizözü makaslama zonu bölgede tanımlanmış paleotektonik dönem yapıdır (Işık 2009). Yine yaşı iyi sınırlandırılmış Savcılı Fay Zonu önemli paletektonik yapılardan biri olup orta Eosen-Oligosen sonu aralığında gelişmiş bölgesel ölçekli fay zonudur (Çağlayan 2010, Işık vd. 2014).

Orta Anadolu'nun neotektonik dönemi faylanmalar, Dirik ve Göncüoğlu (1996) ve Koçyiğit (2000) tarafından etraflıca tanımlanır. Orta Anadolu Fay Zonu, Niğde Fay Zonu, Konya-Bulok Fay Zonu/Altınekin Fay Zonu, Tuzgölü Fay Zonu (TGFZ), İnönü-Eskişehir Fay Zonu (Sistemi) ve Akşehir Fay Zonu Orta Anadolu'da neotektonik dönemi temsil eden önemli fay zonlarıdır. Genel olarak KB ve KD uzanımlı bu faylar farklı araştırmalarla tanımlanmıştır (Örn., Dirik ve Erol 2000, Eren 2000, Koçyiğit 2000, Toprak 2000, Özsayın ve Dirik 2007, Işık 2009, Kürçer 2012, Fernandez-Blanco vd. 2013, Özsayın vd. 2013). Aşağıda Tuzgölü Havzası ve yakın çevresini etkileyen bazı fay zonları verilmektedir.

3.2.1 Tuzgölü Fay Zonu

Çalışmaya konu olan Tuzgölü Fay Zonu (TGFZ) KB-GD uzanımlı kıta içi fay zonudur. TGFZ Edmund Neumann (1896) tarafından oluşturulan tektonik haritada bir çizgisellik olarak görülmekte ve özellikle jeoloji temelli çalışmalarda fay zonunun farklı isimler altında ve geometrik özelliklerde sunulduğu görülmektedir. Koçyiğit (2000) TGFZ'yi kuzeybatıda Paşadağı (Ankara) ile Bor (Niğde) arasında yaklaşık 220 km uzunluğunda 15 ile 25 km arası genişlikli bir zon olarak tanımlar. Dirik ve Erol (2000) aynı zonu 190-200 km uzunluğunda ve 5-25 km genişlikli olarak belirtir. MTA

Türkiye Diri Fay Haritasında belirtilen aktif fay izlerini dikkate aldığımızda TGFZ yaklaşık 195 km uzanımlı bir zondur. Zonun genişliği ise tanımlanan fay izlerine göre yersel önemli farklılıklar sunmaktadır. Bu durum zonu temsil eden fay kollarının büklümlenme, sıçrama ve saçaklanma geometrisine göre değişmektedir. Zon genişliği özellikle Aksaray'dan itibaren güneybatı uzanımında yaklaşık 25 km genişliğe sahipken diğer kesimleri 1 km ile 5 km arasında değişmektedir.

TGFZ bugünkü geometrisi itibariyle Pliyo-Kuvaterner çökeller ile daha yaşlı havza kayaları arasını temsil eden faylanma gibi görünse de fay zonunun karakteri ve yaşı tartışma konusudur. Şaroğlu vd. (1987) TGFZ'nin yüksek açılı ters fay bileşenli sağ-yanal doğrultu atımlı faylanma ile karakterize olduğu görüşündedir. Dirik ve Erol (2000)'a göre fay zonu basamak şeklinde, yarı-graben veya horst-graben morfolojili birbirine paralel, yarı-paralel faylar ile temsil olmaktadır. Dirik ve Göncüoğlu (1996) ana fayın düşen batı bloğunda oluşan yer yer deforme olmuş alüvyon yelpazeler, fay sarplıkları ve doğu blok üzerinde saat yönünde büklüm gösteren dere yataklarının varlığına dikkat çekmiştir. Toprak ve Göncüoğlu (1993) ve Toprak (2000) TGFZ'nin güney kesiminin fay zonuna paralel parazitik volkan koni dizilimleri ve volkanik aktivite, sıcak su çıkışları ve traverten oluşumları, fay kontrollü teras gelişimleri ve sağ yanal faylanmayı temsil eden bazı belirteçler (yer değiştirmiş lav akıntıları) ile temsil olduğunu belirtmektedir. Koçyiğit (2000) TGFZ'nin Orta Anadolu Fay Zonunun eşleniği konumunda olduğunu önemli miktarda normal bileşeni olan sağ yönlü fay zonu olduğunu belirtir. Kürçer (2012) ve Kürçer ve Gökten (2014) TGFZ'yi segment kapsamında irdeleyerek segment uzunlukları 9 km ile 30 km arasında değişen 11 fay segmentine ayırmıştır. Bu çalışmalarda zonun Pliyosen'den itibaren normal eğim atım miktarını 230-290 m olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar TGFZ'nin verev atımlı normal fay zonu olduğu görüşündedir. Derman vd. (2000)'e göre zon önce normal fay karakterinde, Eosen döneminde sol yönlü doğrultu atımlı fay karakterinde ve daha sonraki dönemde ise yine normal fay olarak hareket ettiği görüşündedir.

Bir grup araştırmacı TGFZ'nin başlangıç yaşını Üst Kretase olarak kabul eder (Örn., Uygun vd. 1982, Görür vd. 1984, Çemen vd. 1999, Fernandez-Blanco vd. 2013). Yine TGFZ için Eosen (Arıkan 1975) ve Miyosen (Dellaloğlu ve Aksu 1984) yaşları da

önerilmektedir. Işık (2009) Tuzgölü Havzasının Geç Kretase döneminde gerilme tektoniğine bağlı sünümlü makaslama zonu ve ilişkili normal faylanma ile gelişim gösterdiğini bugünkü morfoloji ile temsil olan TGFZ'nin Miyosen sonrası faylanmayı temsil ettiğini belirtmiştir. Koçyiğit (2000) bugünkü TGFZ'nin Erken Pliyosen sonrası bir yaşta olduğuna işaret eder. Benzer yaş önerisi Kürçer (2012) tarafından da belirtililerek zonun bazı segmetlerinin aktivitesine dikkat çekilir. Yine Yıldırım (2014) morfometrik indis verileri ile TGFZ'nin göreceli aktivitesine dikkat çeker.

3.2.2 Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonları

Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonları Koçyiğit (2000) tarafından İnönü-Eskişehir Fay Zonu içinde irdelenirken sonraki bazı çalışmalarda ise bu zonlar İnönü-Eskişehir Fay Sistemi tanımı içerisinde açıklanmaya çalışılmıştır (örn., Özsayın 2007, Özsayın ve Dirik 2007). Koçyiğit (2000)'e göre İnönü-Eskişehir Fay Zonu İnegöl (Eskişehir) ile Sultanhan (Konya) arasında yaklaşık 430 km uzunluğa ve 15-25 km genişliğe sahip zondur. Zon BKB ve KB uzanıma sahiptir. Zon boyunca oluşan faylanmalar bir kaç yüz metre ile 60 km arasında uzunluklarda olabilmektedir. Zonun güneydoğu uzanımlarını oluşturan Cihanbeyli ve Yeniceoba Fay Zonları Özsayın (2007) ve Özsayın ve Dirik (2007) tarafından ayrıntılı haritalanarak segment tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre Cihanbeyli fay zonu yaklaşık 80 km uzanımda ve Kaletepe, İnsuyu-Pınarbaşı, Tuğtepe-Hatırlı ve Hacıömeroğlu segmentlerinden oluşmaktadır. K25-50B doğrultulu bu segmentler güneybatı ve kuzeydoğu eğimlidir. Arazi çalışmaları önceki önerilerin aksine Cihanbeyli fay zonunun normal faylardan oluştuğu ortaya konulmuştur (Özsayın 2007, Özsayın ve Dirik 2007).

Cihanbeyli Fay Zonuna paralel kuzey kesiminde yer alan Yeniceoba Fay Zonu 130 km uzanımda ve KB-GD gidişli faylar ile temsil olmaktadır (Özsayın ve Dirik 2007). Zonu oluşturan faylanmalar horst-graben yapısı ile tipik morfolojik özellikler oluşturmaktadır. Buradaki kayma düzlemi analizleri iki farklı deformasyona işaret etmektedir; kayma çizgisellikleri faylanmanın önce sağ-yanal hareketi ardından normal fay hareketinin geliştiğini ortaya koymaktadır (Özsayın ve Dirik 2007).

3.2.3 Konya Fay Zonu / Konya-Bulok Fay Zonu

Konya yerleşim yerinin batı kesiminde yer alan faylanma Koçyiğit (1984) tarafından genel özellikleri ile haritalanmıştır. Türkiye Diri Fay Haritasında Konya Fayı olarak tanımlanmasına karşın Eren (2000) Konya Fay Zonu olarak adlandırmıştır. Araştırmaya göre Konya Fay Zonu 50 km uzunlukta birbirlerine paralel çok sayıda faylanmalar ile temsil olur. Bu faylar ana faya göre sintetik ya da antitetik geometrilerde olabilmektedir. Bölgede fay zonu 4 km genişlikte olup egemen olarak doğuya ve güneydoğuya eğimli normal fay karakterindedir. Bu faylarda bir miktar sağ yönlü doğrultu atım bileşeni de olağandır. Eren (2000)'e göre basamak geometrili zon ile bölgede 900 m'ye varan bir alçalma söz konusudur; bu alçalma geç Miyosenden günümüze kadar gelişmiş olmalıdır. Konya Fay Zonu aktif özelliğe sahip olup büyüklüğü 4.4 olan çok sayıda deprem üretmektedir. Koçyiğit (2000) ise bu zonun kuzeybatısında yer alan faylarla birlikte tanımlayarak Konya-Bulok Fay Zonu olarak adlandırır. Buna göre zon Hatip (Konya)'ten başlayıp KKD doğrultu boyunca Konya grabaninin batı kenarı, Altınekin grabeni, Bulok grabeni sınırlayan fayları kapsamakta ve kuzeyde Kırıkkale güneybatısına kadar uzanmaktadır (Koçyiğit 2000). Zonun uzanımı 250 km ve genişliği ise 10-20 km öngörülmektedir. Zonu oluşturan fay kolları ise bir kaç yüz metre ile 35 km arasında değişmektedir. Birbirlerine paralel, yarı-paralel bu faylar verev atımlı normal fay karakterindedir. Koçyiğit (2000)'e göre Konya-Bulok Fay Zonu Cihanbeyli civarında İnönü-Eskişehir Fay Zonu ile Kulu civarında ise Tuzgölü Fay Zonu ile kesişmekte ve eşlenik bir geometri sunmaktadır. Zondaki faylanma Kuvaterner yaşlı 300-400 m kalınlığındaki çökel birimini denetlemiş görünmektedir. Koçyiğit (2000)'e göre zonu oluşturan faylarda düşey atım miktarı 500 m ile 850 m arasında değişmektedir.

3.2.4 Altınekin Fay Zonu

Zonu Koçyiğit (2000) Konya-Bulok Fay Zonu içerisinde irdeler. Türkiye Diri Fay Haritasında ayrı bir fay olarak haritalanır. Ulu vd. (1994) Zıvarak fayı ve Eren (2000) ise Altınekin fayı olarak tanımlamıştır. Belirgin morfoloji oluşturan bu fay bu çalışmada fay zonu olarak verilmektedir. Zonun kuzey uzanımı kuzey-güney, güney uzanımı ise KD-GB gidişlidir; batıya eğimli bu faylar Miyo-Pliyosen yaşlı birimler ile Kuvaterner yaşlı birimlerin sınırını oluştururlar (Karaman 1986, Eren 2000).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

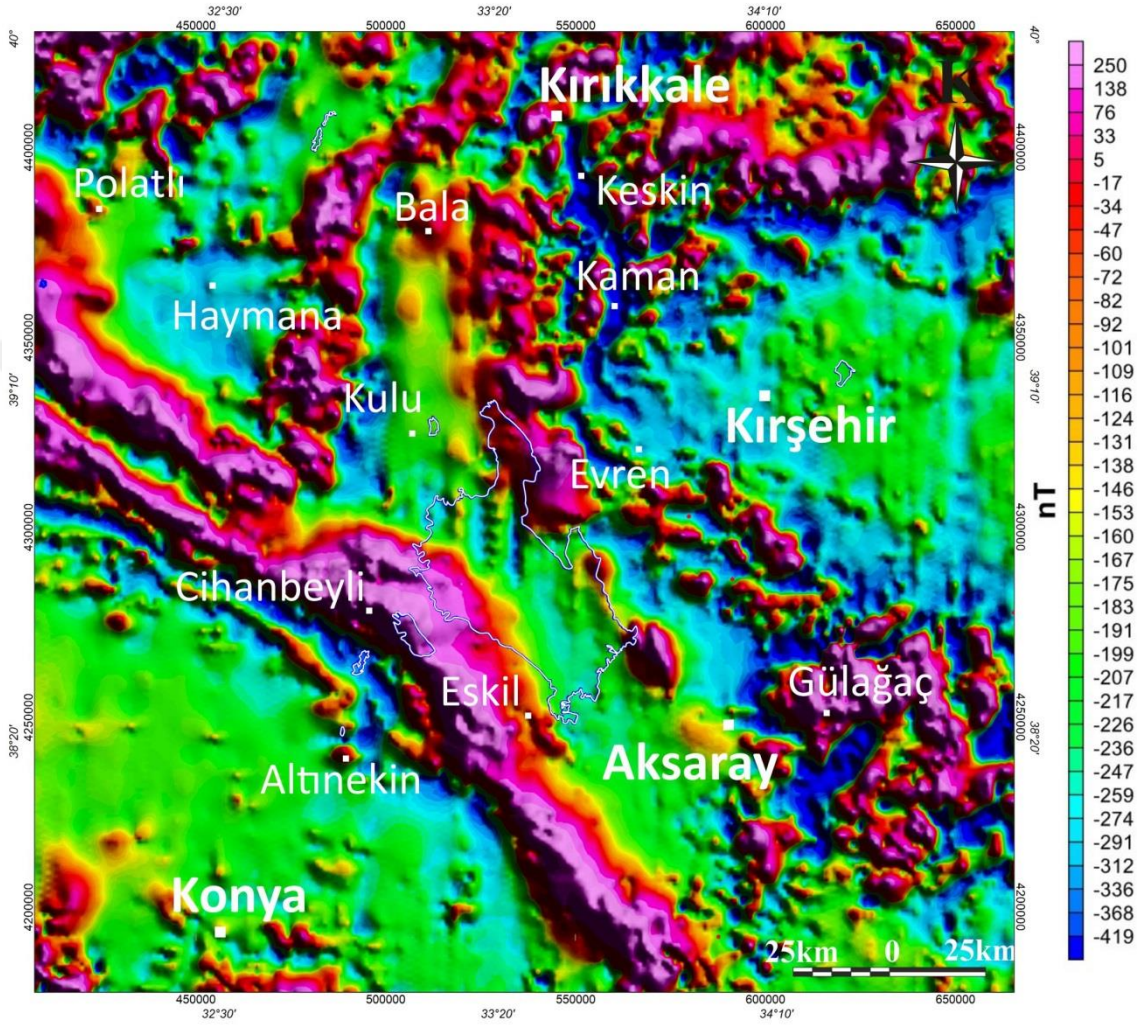
Harita alanı için oluşturulan hava manyetik anomali haritası, izostatik gravite haritası, analitik sinyal haritası ve düşey türev haritası dışında havza çökelleri ile temel birimler arasındaki sınırı bir başka ifade ile havzanın çökel derinliğine yönelik öngörülerde bulunmak için harita alanına aşağı uzanım yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda daha sağlıklı derinlik miktarları belirleyebilmek için izostatik gravite haritasında mevcut olan gürültüleri (istenmeyen sinyalleri) giderme yoluna gidilmiştir. Buna göre öncelikle 3x3 konvolüsyon işlemi (filitreleme) yapılmış ardından 4 km derinliğe kadar aşağı uzanım haritaları elde edilmiştir.

4.1 Gravite-Manyetik Anomali Haritaları

TGFZ'nin içerisinde yer aldığı genişçe bölge için oluşturulan hava manyetik anomali haritası Şekil 4.1 olarak sunulmaktadır. Harita, farklı derinlikteki birimlerden kaynaklanan anomalilerin toplam etkisini göstermektedir. Kontur aralığının 50 nT olarak alındığı haritada özellikle 85 nT ve üzeri pozitif anamolilerin oluşturduğu alanlar oldukça dikkat çekicidir. Bu alanlar kırmızı ve pembe renk ve tonları ile temsil olmaktadır (Şekil 4.1). Böylesi yüksek anomali değerleri bu kuşaklarda manyetik duyarlılık (suseptibilite) ve/veya yoğunluğu yüksek litolojilerin varlığına işaret etmektedir. Buna göre harita üzerinde pembe-kırmızı renk aralığında görülen alanlar yüksek manyetik duyarlılık değerine sahiptir. Sarıdan yeşile doğru renklerin gözlendiği alanlar manyetik duyarlılık değerlerinin azaldığı kesimleri göstermektedir. Haritada mavi renk ile temsil olan alanlar ise çevre kayalara göre manyetik duyarlılık değerinin çok az veya hiç olmadığı anlaşılan alanlardır. Bölge için oluşturulan izostatik gravite haritası Şekil 4.2 olarak verilmektedir. Harita farklı derinliklerdeki ve farklı yoğunluklardaki birimlerin toplam etkisini göstermektedir. Buna göre pembe-mor renkler ile temsil olan alanlar yüksek yoğunluklu birimlerin, mavi renkli kesimler ise en düşük yoğunluklu birimlerin yayılım gösterdiğine işaret eder.

Gravite ve manyetik haritalar bölgede negatif ve pozitif anomalilerin nerelerde ve nasıl konumda olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 4.2, 4.3). Hazırlanan

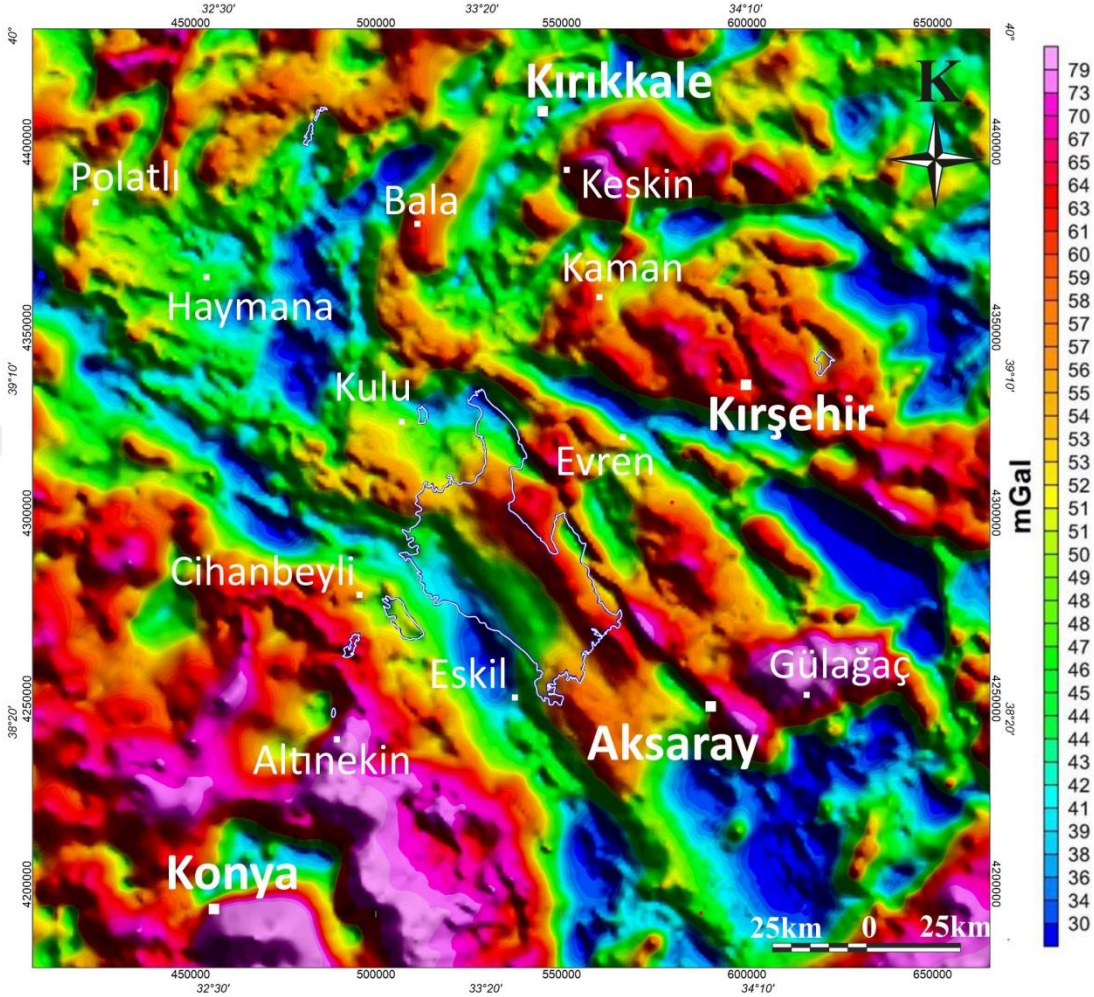
sadeleştirilmiş gravite ve manyetik haritaların birlikte korelasyonu, harita alanındaki anomaliyi oluşturan birimlerin bulundukları derinliklerle ilgili çeşitli yaklaşımlarda bulunulmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 4.4).



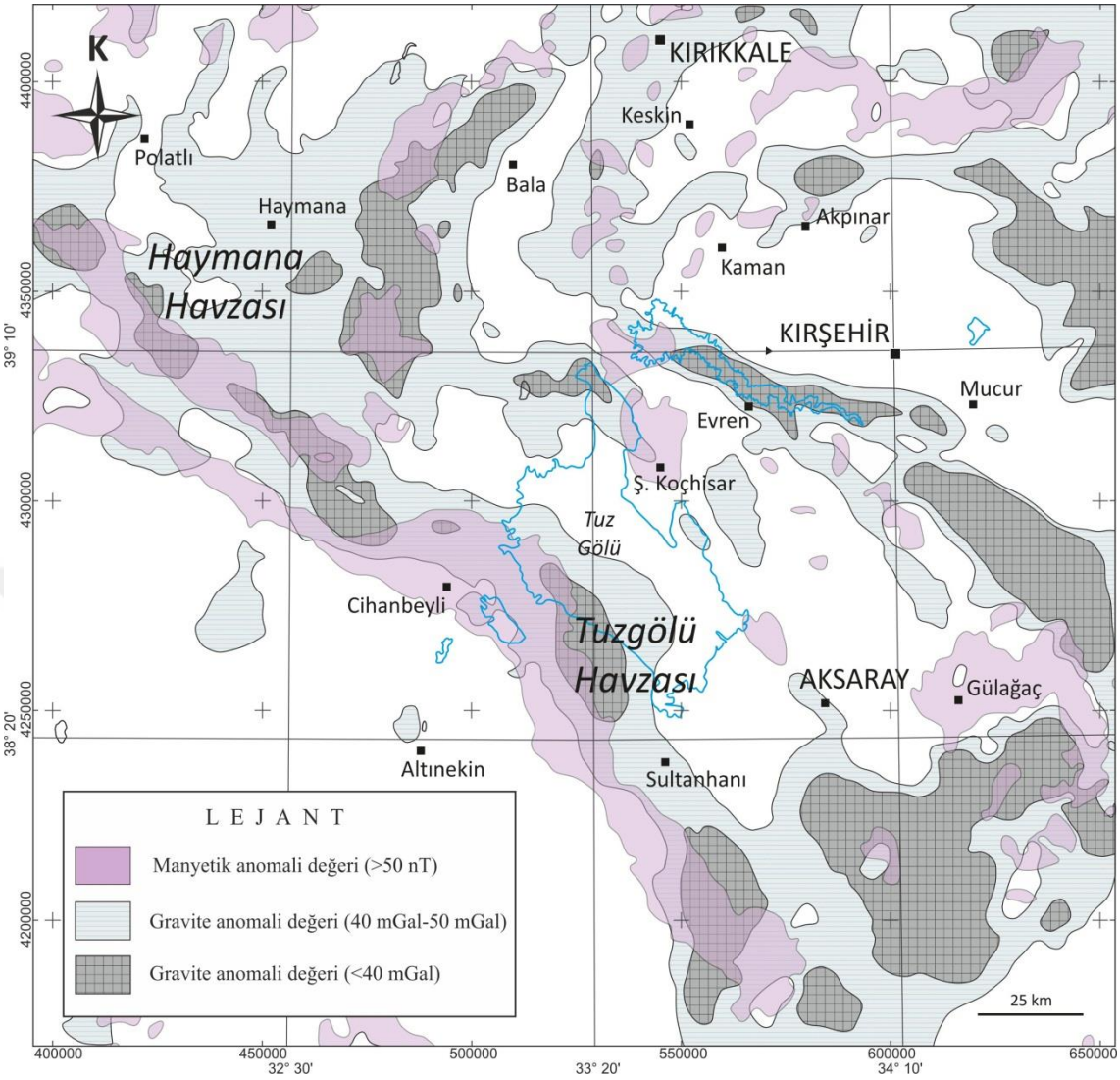
Şekil 4.1 Hava manyetik anomali haritası (Kontur aralığı 50 nT alınmıştır)

Bu karşılaştırma havza alanlarının (Örn., Tuzgölü, Haymana) konum ve geometrileri ile temel birimlerin yayılımını da anlamamızı mümkün kılmaktadır. Bu verilerin yüzey jeolojisi ile olan korelasyonu bazı uyumlulukları ve farklılıkları da ortaya koymaktadır. Gravite ve manyetik haritalardaki anomalilerden bölgedeki faylanmaların büyük ölçüde kuzeybatı-güneydoğu yönelimli olduğunu sınırlı alanlarda ise yaklaşık kuzey-güney yönelimli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda manyetik haritada kuzeybatı güneydoğu yönelimli olarak görülen uzundalga boylu pozitif

anomalinin, derin kökenli olduğunu ve muhtemelen kenet kuşağını temsil ettiğini söylemek mümkündür.



Şekil 4.2 İzostatik gravite haritası (Kontur aralığı 5m Gal alınmıştır)

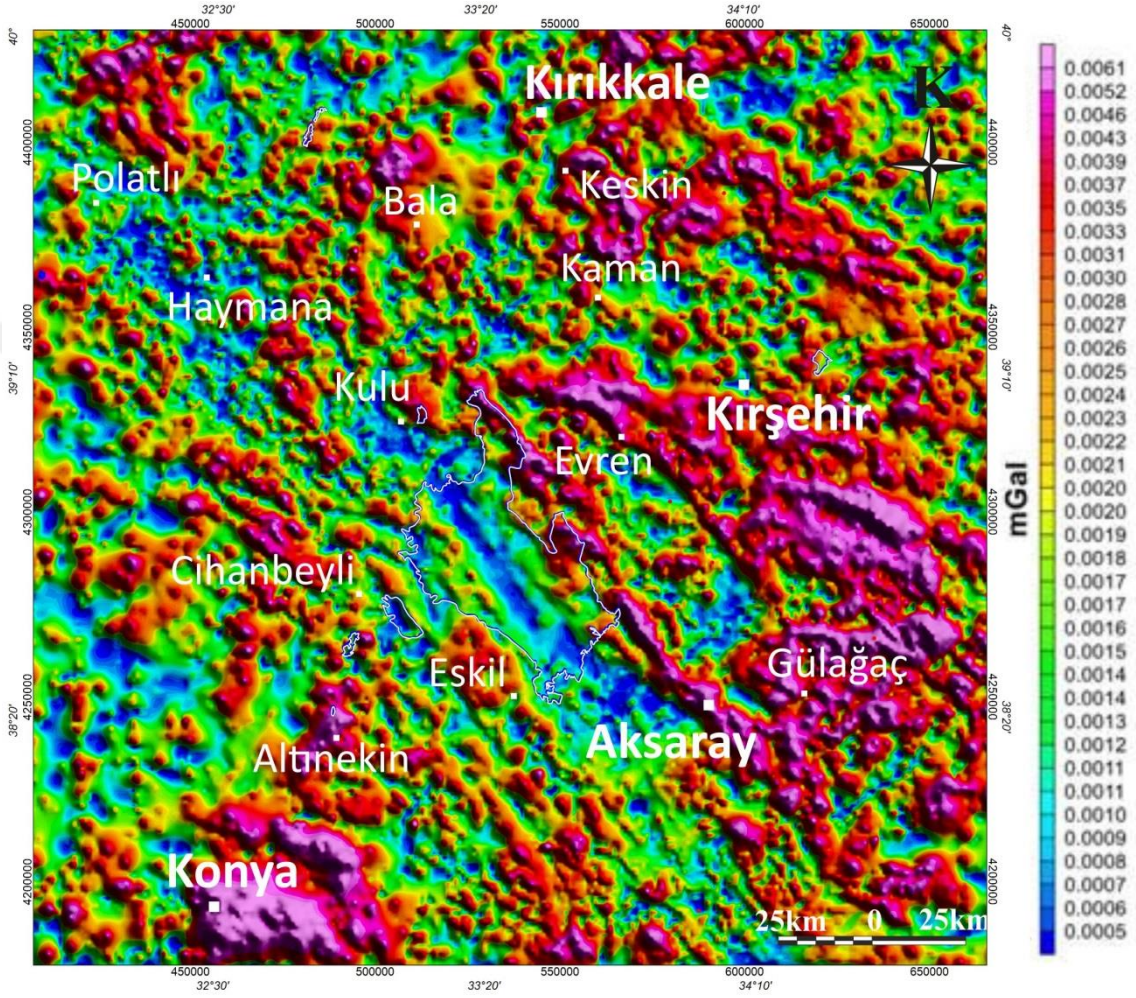


Şekil 4.3 Tuzgölü Havzası ve çevresinin manyetik ve gravite anomalilerini karşılaştırır harita

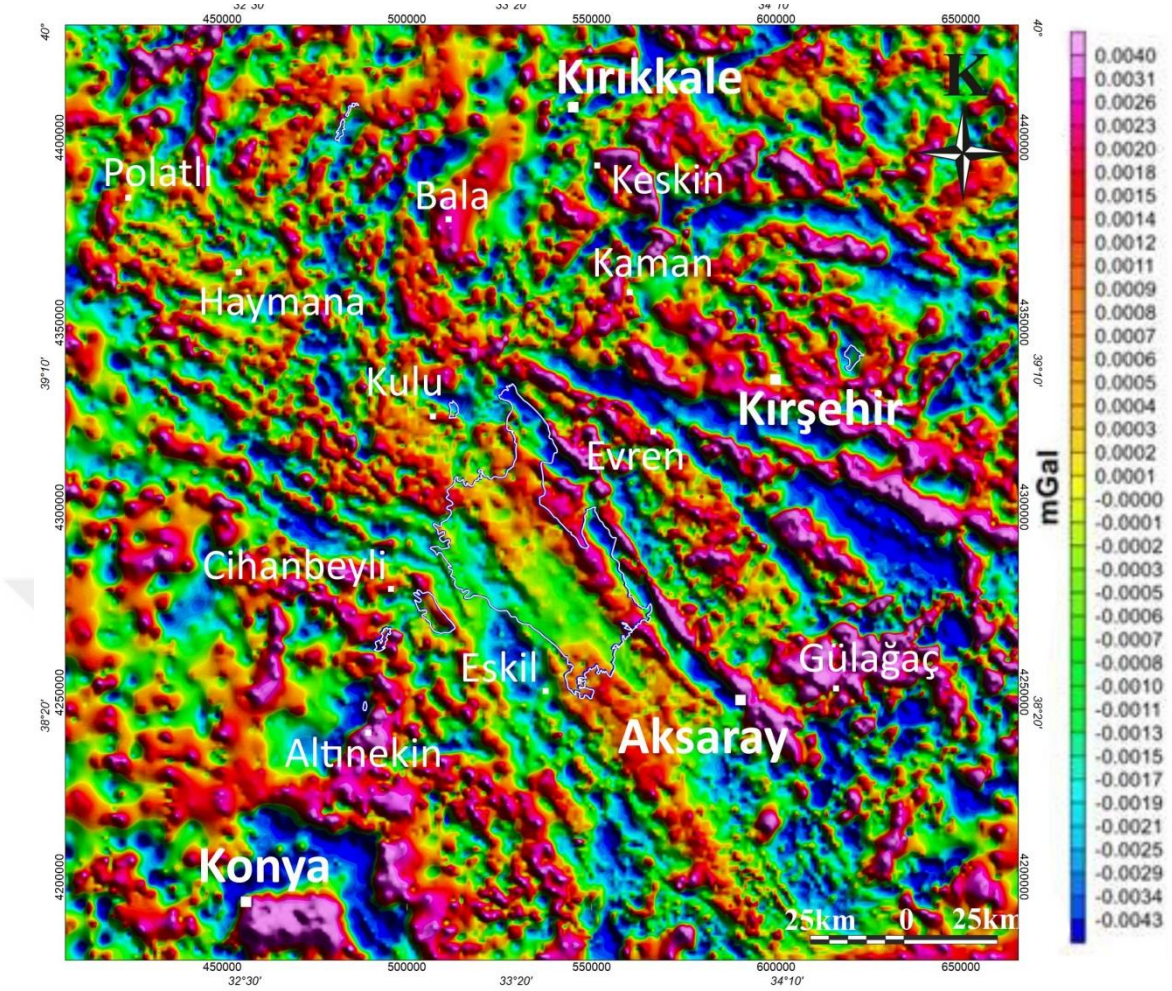
4.2 Analitik Sinyal ve Düşey Türev Haritaları

Gravite verisinden elde edilen analitik sinyal ve düşey türev haritaları Şekil 4.4 ve 4.5 olarak verilmektedir. Bu haritalar izostatik gravite haritasındaki anomalilerin detaylı olarak yorumlanmasına yardımcı olmaktadır. Her iki haritadan (analitik sinyal, düşey türev) bölgedeki havza birimlerinin çok kalın olup-olmadıkları ya da havza derinliklerinin ne ölçüde sığ olup-olmadığı yorumlanabilmektedir (Şekil 4.4, 4.5). Analitik sinyal haritasındaki pozitif/negatif anomali alanlarını, gravite haritasındaki anomali alanları ile birlikte değerlendirmek önemlidir. Analitik sinyal haritasındaki pozitif anomali alanlar, izostatik gravite haritasındaki benzer anomaliye sahip

alanlarda bu anomaliyi oluşturan birimlerin yüzeye yakın kesimde veya yüzeyde olduğunu göstermektedir. Yine düşey türev haritalarındaki pozitif/negatif anomali alanları birimlerin ne ölçüde derin ya da sığ olduğunun anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Benzer durum faylar için de geçerlidir.



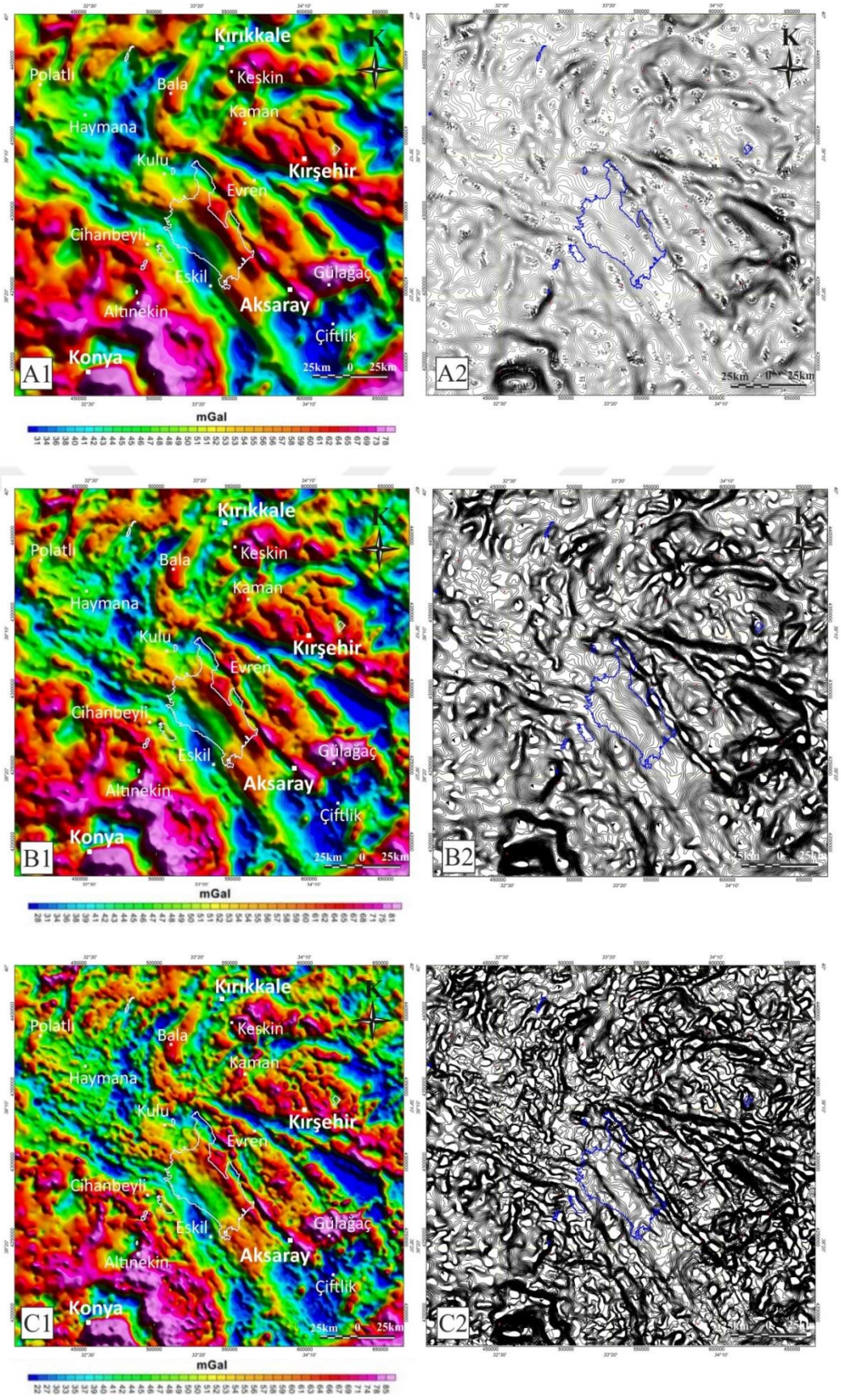
Şekil 4.4 İzostatik gravite verilerinin analitik sinyal haritası



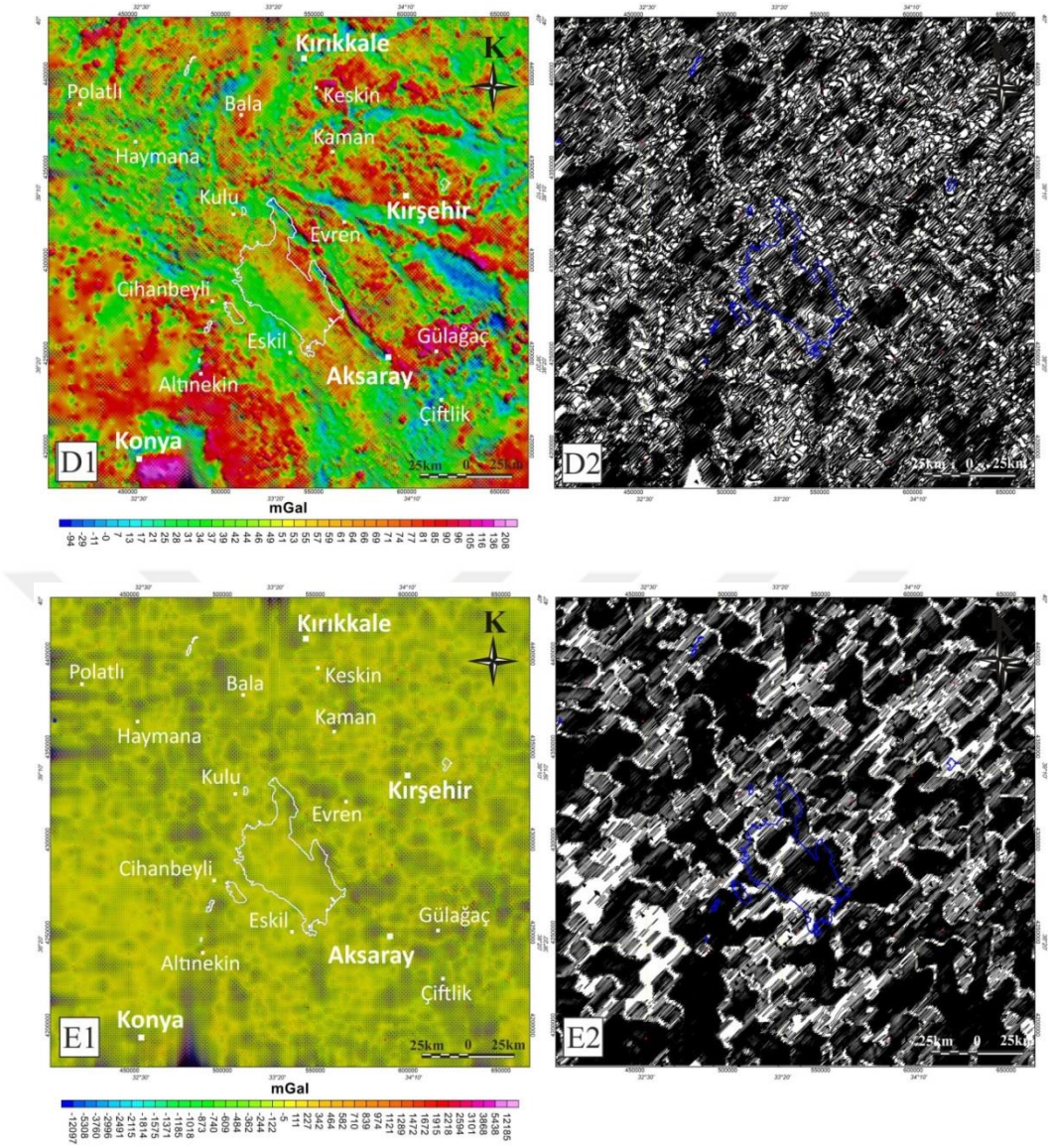
Şekil 4.5 İzostatik gravite verilerinin düşey türev haritası

4.3 Aşağı Uzanım Haritaları ve Derinlik Kestirim Grafiği

Tuzgölü Havzası ve çevresi için oluşturulan aşağı uzanım grid haritaları ile bu haritalardan elde edilen kontur haritaları bölgedeki havzanın derinlerdeki temel birimlerini belirleme olanağı sunmaktadır. Deniz seviyesinden itibaren -3000 m ve -4000 m için hazırlanan aşağı uzanım haritaları bölgedeki temel birimlerin bu seviyelerde yer aldığını belirtmektedir. Veriler bu derinliklerde gürültülerin çok arttığına dolayısıyla yüksek yoğunluklu birimlerin (temel birimlere) bu derinliklerde olduğuna işaret etmektedir (Şekil 4.6). Benzer şekilde kontur haritalarında değerler derine inildikçe bozulma göstermekte olup bu da temel birimlere yaklaşıldığını ve/veya girildiğini göstermektedir. Bölge için yoğunluk değişimi yaklaşık 3000 m'lerden itibaren görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Aşağı uzanım haritaları

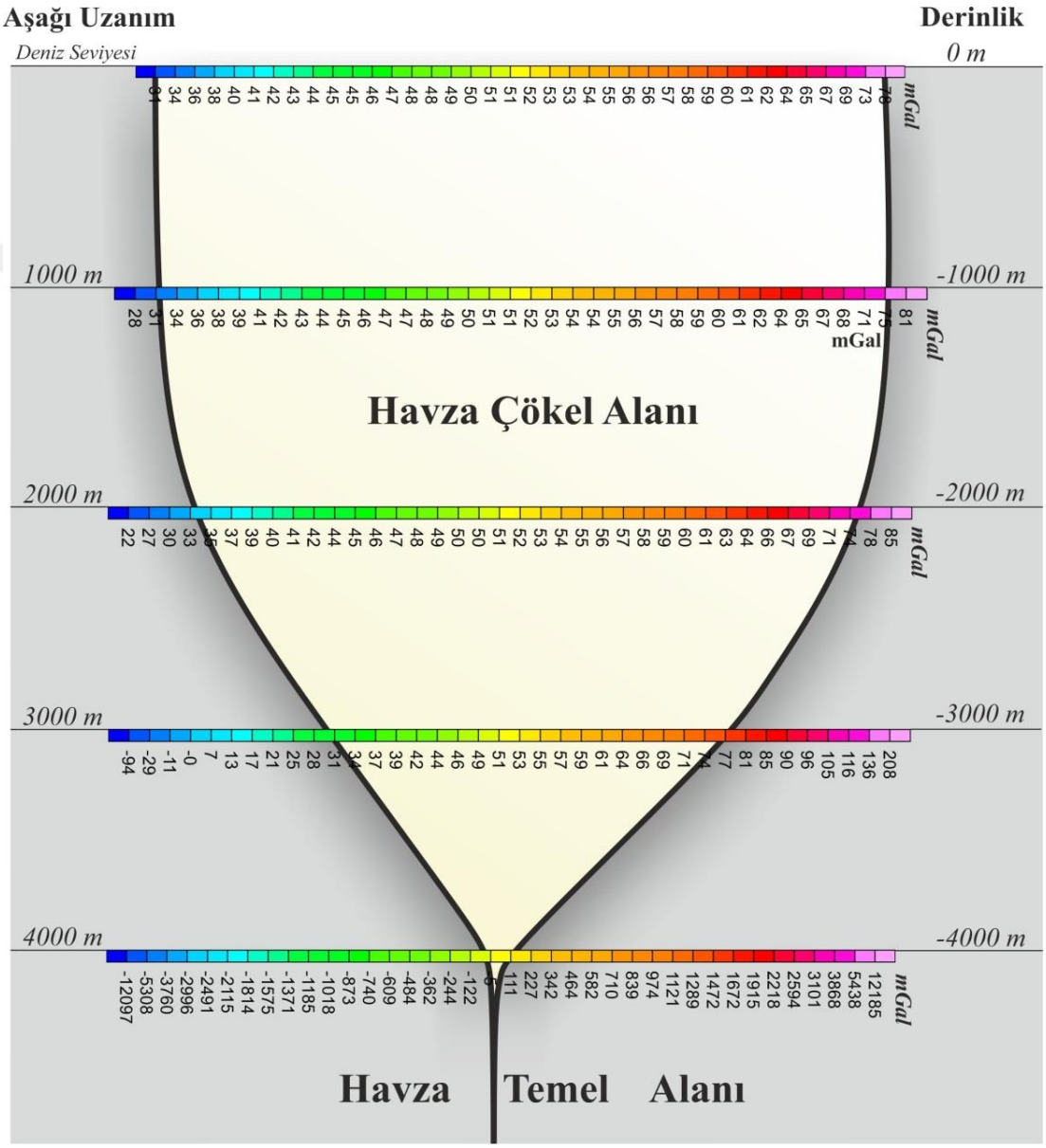


Şekil 4.6 Aşağı uzanım haritaları (devam)

(a) Deniz seviyesi için uzanım uygulanmış grid haritası (a1) ve kontur haritası (a2) (Kontur aralığı 1 mGal). (b) Deniz seviyesinden itibaren 1000 m aşağı uzanım uygulanmış grid haritası (b1) ve kontu haritası (b2) (Kontur aralığı 1 mGal). (c) Deniz seviyesinden itibaren 2000m aşağı uzanım uygulanmış grid haritası (c1) ve kontur haritası (c2) (Kontur aralığı 1 mGal). (d) Deniz seviyesinden itibaren 3000 m aşağı uzanım uygulanmış grid haritası (d1) ve kontur haritası (d2) (Kontur aralığı 10 mGal). (e1) Deniz seviyesinden 4000 m aşağı uzanım uygulanmış grid haritası (e1) ve kontur haritası (e2) (Kontur aralığı 250 mGal)

Aşağı uzanım haritalarından derinlik kestirim tekniği (Yüksel 2013) uygulanarak kestirim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.7). Tuzgölü Havzası ve yakın çevresi için deniz seviyesi ve deniz seviyesinden itibaren her 1000 m için oluşturulan (4000 m'ye kadar) aşağı uzanım harita değerlerinden kestirim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.7).

Buna göre deniz seviyesi için oluşturulan aşağı uzanım haritası 31 mGal ile 78 mGal değer aralığındadır. Bu değerler düşük yoğunluklu birimler ile yüksek yoğunluklu birimler arasındaki sınırın 31 mGal ile 78 mGal değerleri aralığında olduğunu ortaya koymaktadır. 2000 m ve 3000 m derinliklerde bu değerlerde önemli değişim görülmemektedir.



Şekil 4.7 Tuzgölü Havzasını ve çevresinin aşağı uzanım haritalarından yararlanarak temel kayaların bölgesel derinliklerinin kestirim grafiği

Ancak -3000 m derinlik için oluşturulan aşağı uzanım haritasında değerlerde belirgin değişim izlenmektedir. Bu derinliklerde yer yer temel birimlere girilmekte ve

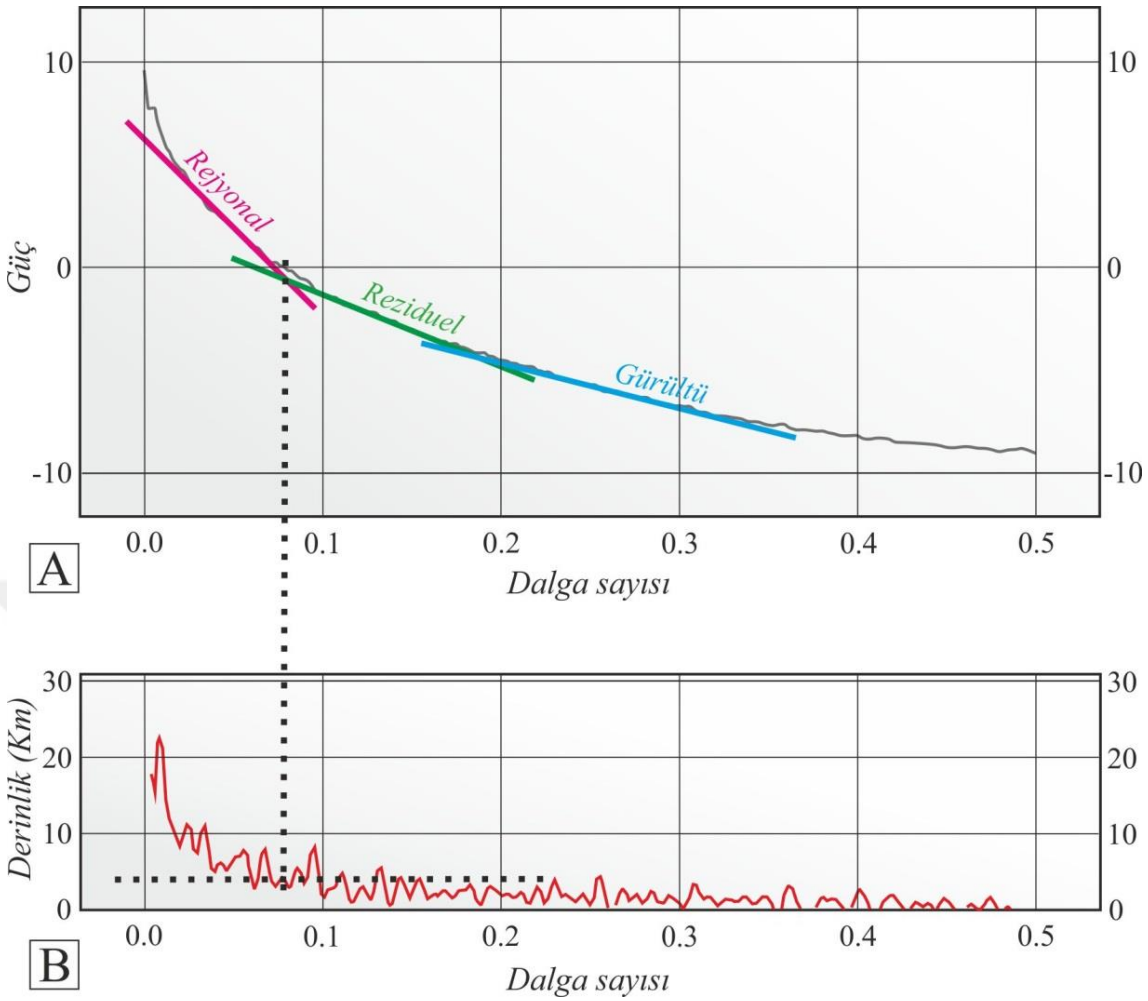
anomaliler yüksek ve alçak değer aralıklarındaki sapmalarla terslenme, bozulma (reverberasyon) tepkisi vermekte ve bu tepkiyi düşük yoğunluklu birimler ile yüksek yoğunluklu birimler arasını temsil eden değerler görülmektedir.-3000 m derinlik için elde edilen değerler 208 mGal ile -94 mGal arasındadır (Şekil 4.7).

Deniz seviyesinden itibaren -4000 m derinliklerde ise gürültüler maksimum boyuta ulaşmakta, şablon değer aralığı tamamen kaybolma gösterdiği tespit edilmektedir. Bu derinlikte elde edilen değerler 12185 mGal ile -12097 mGal arasındadır. Bu değişim düşük yoğunluklu seviyeler (havza birimleri) ile yüksek yoğunluklu seviyeler (temel birimler) arasındaki sınırı diğer bir ifade ile havza birimleri ile temel birimler arasındaki sınırı temsil etmektedir. Hazırlanan bu kestirim grafiği Tuzgölü Havzasındaki temel kayaların ortalama ne kadar derinliklerde olduğu ile ilgili güçlü veri sunmaktadır (Şekil 4.7).

4.4 Güç Spektrum Grafiği

Güç spektrum grafiği toplamda güç-dalga sayısı ve derinlik-dalga sayısı olmak üzere iki farklı grafik oluşturmaktadır (Şekil 4.8). Güç-dalga sayısı yüksek, düşük ve çok düşük olmak üzere 3 farklı eğim sunmaktadır (Şekil 4.8a,b). Yüksek eğimli doğrunun olduğu kısım derin yapıları (rejyonal), düşük eğimli doğrunun olduğu kısım sığ yapıları (rezidüel) belirtmektedir, çok düşük eğimli doğrunun bulunduğu kısım ise gürültü olarak nitelendirilen ve istenmeyen değerlere karşılık gelmektedir.

Derinlik-dalga grafiği güç-dalga sayısı grafiği ile birlikte değerlendirilerek bölgedeki temel kayaların yaklaşık derinliklerini belirlememize ve kestirim grafiğinden elde edilen değerlerin sağlamasının yapılmasına olanak sunmaktadır. Grafikten sığ ve derin etki ayırımı -4000 m ile -5000 m arası derinlik olarak belirlenmiştir. Bu derinlik aynı zamanda bölgesel kestirim grafiğinden elde edilen derinlik miktarı ile uyumlu görülmektedir.



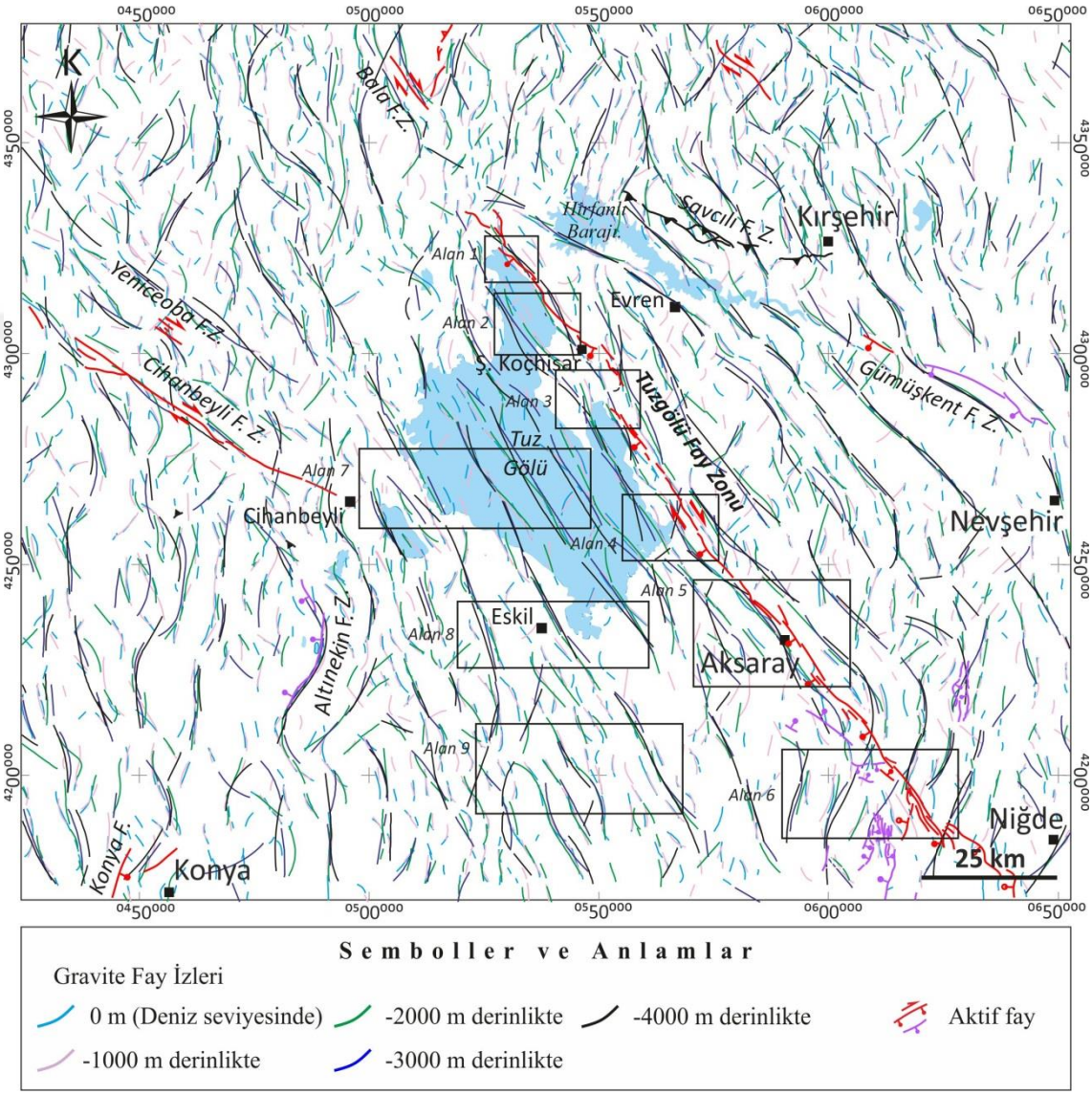
Şekil 4.8 İzostatik gravite değerlerinden elde edilen ortalama güç spektrum ve tahmini derinlik grafikleri

4.5 Gravite Anomali Değerlerinden Elde Edilen Faylar

Tuzgölü Havzası ve çevresini kapsayan alandaki gravite anomali analizlerimiz bölgede deniz seviyesi (0 m) ile deniz seviyesinden itibaren -1000 m, -2000 m, -3000 m ve -4000 m derinliklerde fay izlerinin varlığını ortaya koymuştur (Şekil 4.9). Bölgede gravite anomali analizleri ile belirlenen fay izleri büyük ölçüde kuzeybatı-güneydoğu yönelime sahiptir. Yine kuzeydoğu-güneybatı, kuzey-güney yönelimli fay izleri de görülmektedir (Şekil 4.9).

Tez çalışmasının amacı kapsamında havza alanı içerisinde derinlerdeki fayların uzanımı ve fay karakterini belirlemek için 9 alan içerisinde gravite anomalileri

ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Her bir alanda gravite anomalilerden belirlenen fay izleri sayısal yükseklik modeli üzerine işlenerek haritalanmıştır. 9 alan için oluşturulan fay haritalarındaki fayların hangi derinlikleri temsil ettiğini gösterebilmek için fay izleri farklı renklerde sunulmuştur.



Şekil 4.9 Tuzgölü Havzası ve çevresindeki gravite anomalilerinden elde edilen fay derinliklerdeki fay izlerini gösterir harita

(TGFZ Emre vd. (2011) MTA Türkiye Diri Fay Haritalarından alınmıştır. Savcılı Fay Zonu Çağlayan (2010), Işık vd. (2014)'den çizilmiştir)

Buna göre, deniz seviyesinden itibaren -4000 m derinlikler olan faylar siyah renkte, -3000 m derinliklerdeki faylar lacivert, -2000 m derinliklerde olan faylar yeşil, -1000 m

derinliklerde olan faylar eflatun ve deniz seviyesinde olan (0 m) faylar ise açık mavi renkte gösterilmiştir. Gravite anomalileri, temel prensipler çerçevesinde fayların normal, ters ve düşey faylar olarak ayırımına olanak sağlamaktadır. Bu fayların ne tür karakterde olduğu yine fay haritalarında belirtilmiştir.

Alanlardaki faylanmaları daha iyi anlamak için her bir alanın bazı kesimlerinde enine kesitler oluşturulmuştur. Hazırlanan enine kesitlerde fayların türü bulundukları derinlikler içerisinde gösterilmiştir. Yine her alandaki her bir derinliklerdeki fay izlerinin yönelimlerinden gül diyagramları oluşturularak egemen yönelimlerin anlaşılması sağlanmıştır.

4.5.1 Alan 1

Alan 1 TGFZ'nin kuzeybatı uzanımında yer almaktadır. TGFZ farklı yapısal segmentler (fay kolları) ile temsil olmaktadır. Segmentler büyük oranda kuzeybatı-güneydoğu doğrultuludur, bir kısım segmentler ise yaklaşık kuzey-güney doğrultuya sahiptir (Şekil 4.10.a, c). Zonu oluşturan segmentler normal bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterindedir. Bölgenin gravite anomali verileri deniz seviyesinden dört kilometreye kadar inebilen faylanmaların olduğunu ortaya koymaktadır. Fay izlerinin gül diyagramı analizi derinlerdeki fay izlerinin açısal farklılıklar göstermekle birlikte kuzeybatı-güneydoğu yönelimlere sahip olduğunu ortaya koyar (Şekil 4.10.a, c). Bu fay izlerinin küçük bölümü ise KKD-GGB yönelime sahiptir (Şekil 4.10.c). Bu fayların türünü belirleme çalışmalarımızda alandaki bu faylanmaların neredeyse tamamı normal fay karakterindedir. Ters ve düşey fay izleri de görülmektedir (Şekil 4.10.a, b).

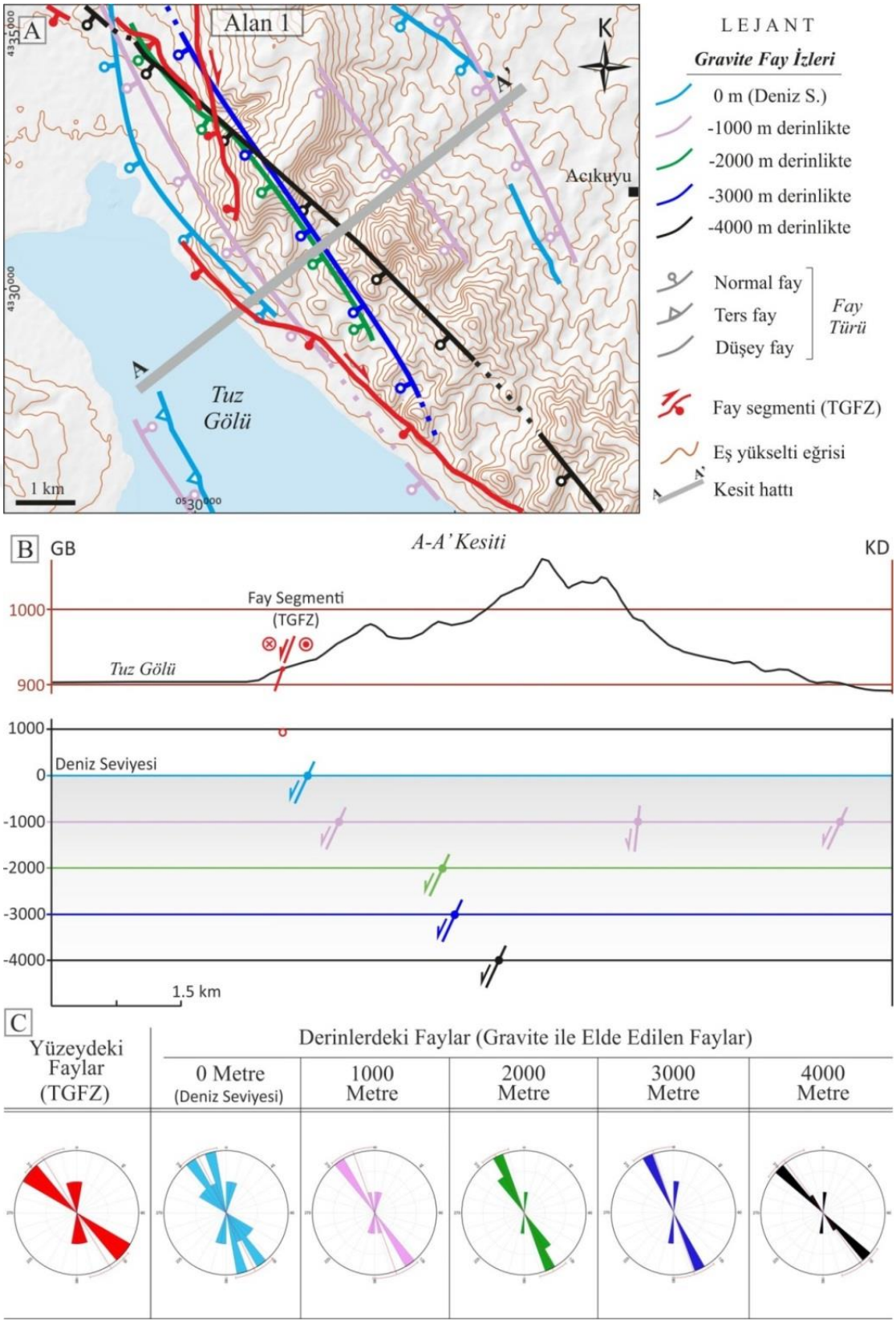
4.5.2 Alan 2

Alan 2 içerisindeki TGFZ'yi temsil eden segmentler KB-GD doğrultulu ve kavisli bir geometriye sahiptir. Segmentlerin fay türünü normal bileşenli doğrultu atımlı faylar oluşturur (Şekil 4.11.a). Gravite anomali verilerinden elde edilen faylar normal, ters ve

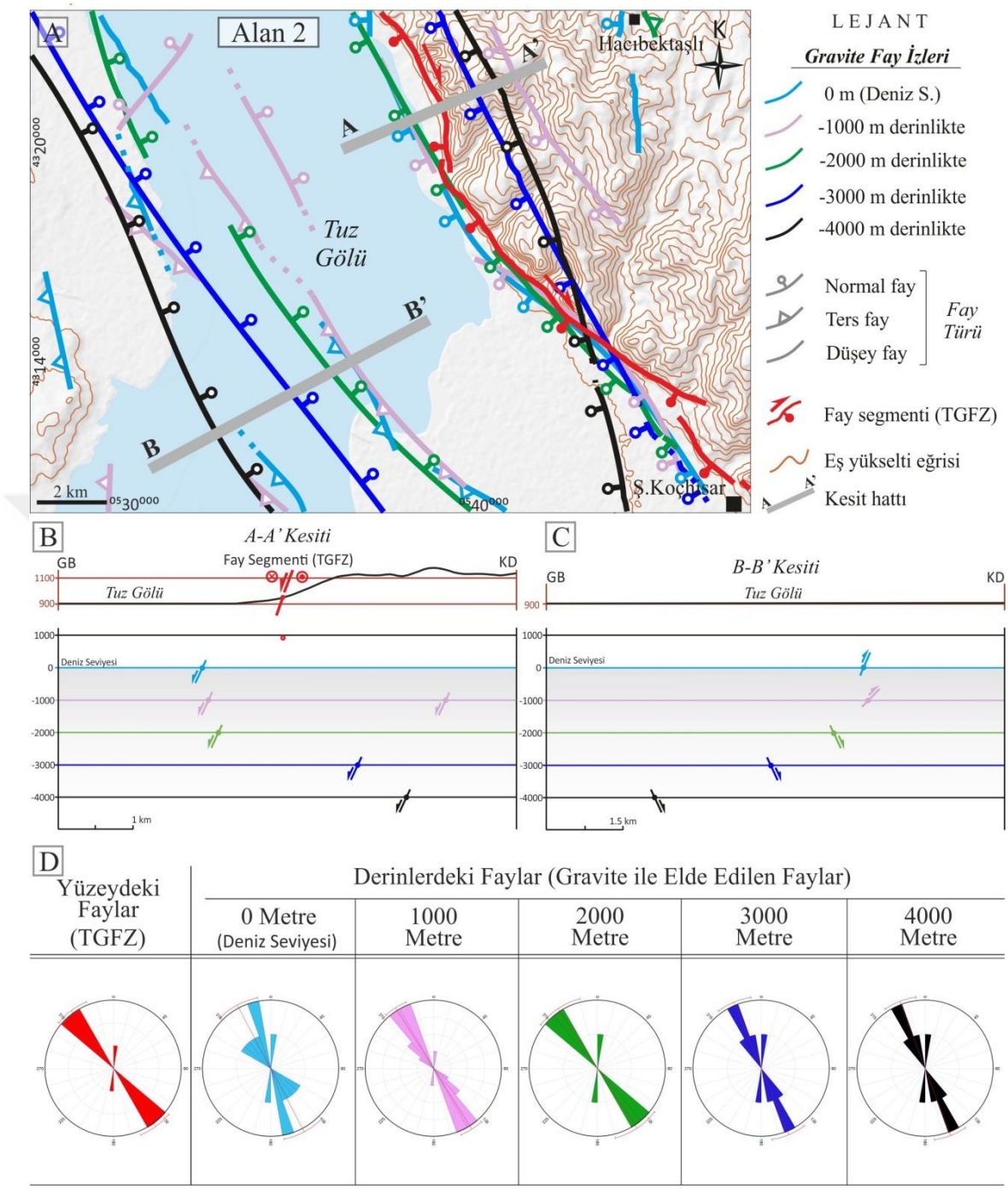
düşey fay karakterindedir (Şekil 4.11.a,b,c). Gül diyagram verileri -4000 m ve -3000 m derinliklerdeki fayların birbirleri ile korele edilebilir doğrultularda olduğunu göstermektedir (Şekil 4.11.d). Benzer durum -2000 m ve -1000 m derinliklerdeki faylar için söylenebilir. Bu faylar önemli ölçüde KB-GD doğrultulara sahiptir. TGFZ içindeki fayların normal fay karakterinde ve güneybatıya eğimli olduğu anlaşılmaktadır. Tuz Gölü alanında ve harita alanının güneybatı kesimindeki fayların önemli bölümü kuzeydoğuya eğimli normal faylar olmakla birlikte bir bölümü ters fay karakterindedir (Şekil 4.11.a,c). Alandaki ters fay gelişimleri -1000 m ve deniz seviyesi (0 m) derinliklerdeki fay izleri ile temsil olmaktadır. Ters fayların eğim yönleri, taban blok-tavan blok ilişkilerine göre ters faylanmanın güneybatıdan kuzeydoğuya doğru bir faylanma ile temsil olduğuna işaret etmektedir.

4.5.3 Alan 3

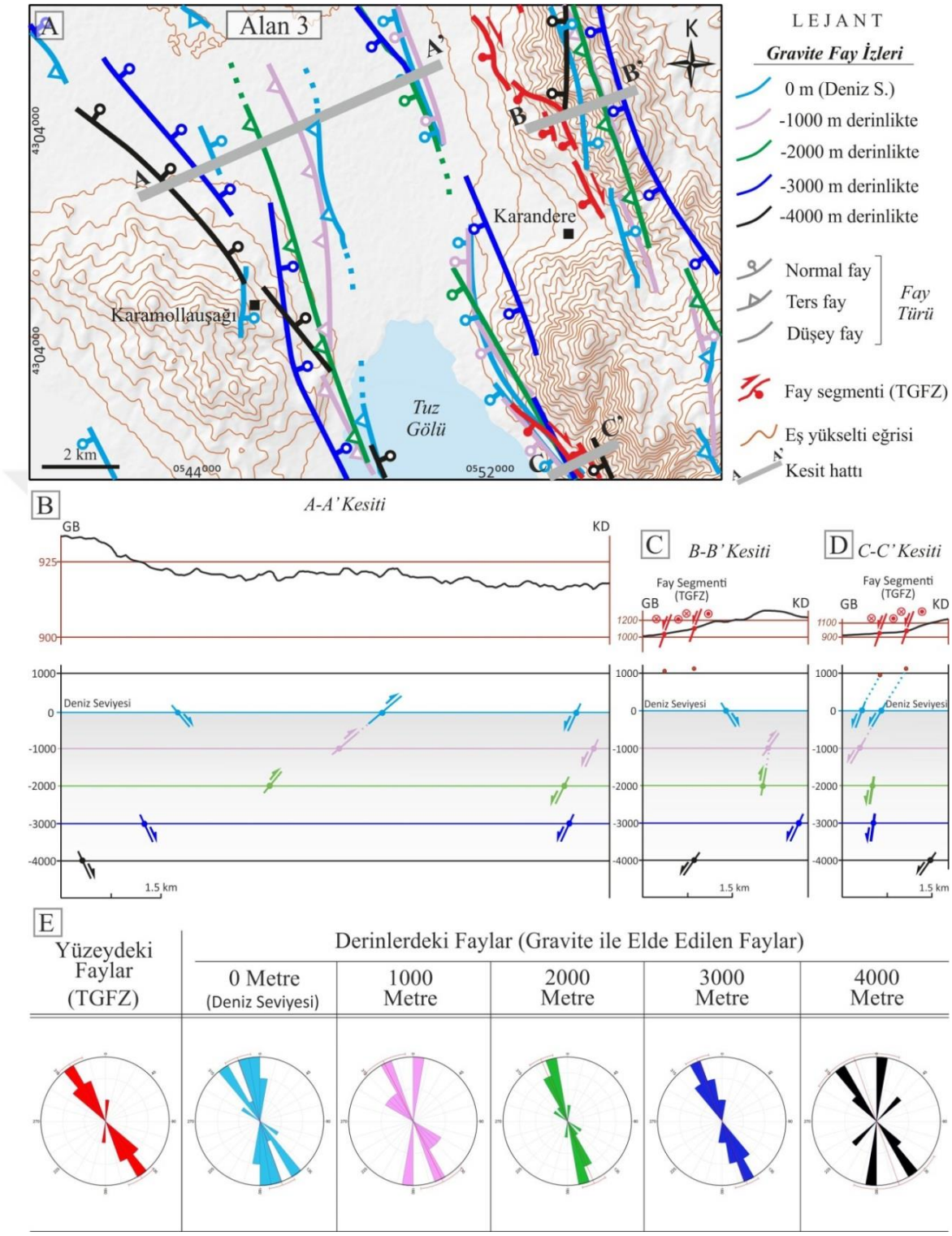
Alan 3 içerisindeki TGFZ'yi temsil eden segmentler kuzeydoğuya sıçrama yaparak KB-GD doğrultulu ve kavisli bir geometri sunmaktadır (Şekil 4.12.a). Segmentlerin fay türünü normal bileşenli doğrultu atımlı faylar oluşturur. Alan içerisinde gravite anomali verilerinden elde edilen faylar büyük oranda normal fay daha az oranda ise ters fay karakterindedir (Şekil 4.12.a,b,c). -4000 ve -3000 m derinliklerdeki fay izleri normal fay özelliğindedir, yine -2000 m, -1000 m ve deniz seviyesindeki bazı faylar da normal fay karakterindedir (Şekil 4.12.b,c,d). Normal faylanmalar fay doğrultusuna göre GB ve KD eğim yönlerine sahiptir. Ters fay oluşumları bazı alanlarda özellikle -2000 m ve -1000 m derinlerde görülmektedir. Bu fayların eğim yönleri ve taban blok-tavan blok ilişkileri faylanmanın güneybatıdan kuzeydoğuya doğru bir yönelimle geliştiğine işaret etmektedir. Alan 3'deki faylanmaların gül diyagram verileri fay izlerinin büyük oranda KB-GD yönelimli olduğunu ortaya koymaktadır, bir kısım fay izlerinin ise yaklaşık K-G yönelimlidir (Şekil 4.12.e).



Şekil 4.10 Alan 1'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) enine kesit ve c) gül diyagramlarının görünümü



Şekil 4.11 Alan 2'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) enine kesit ve c) gül diyagramlarının görünümü



Şekil 4.12 Alan 3'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita b), c) ve d) enine kesit, e) gül diyagramlarının görünümü

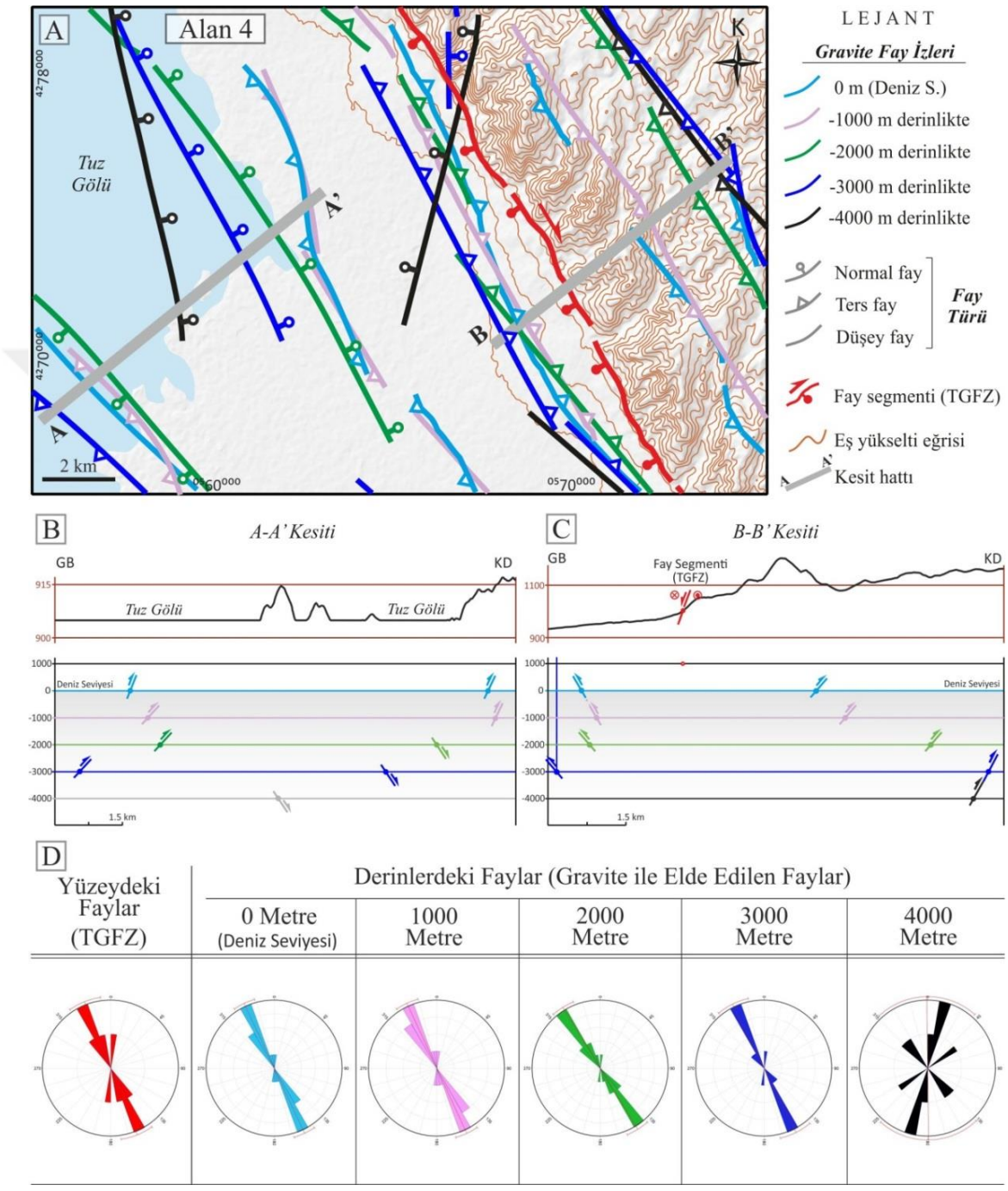
4.5.4 Alan 4

Alan 4 TGFZ'nin orta kesimini oluşturan bir alanı temsil etmektedir. Bu alandaki TGFZ tek bir fay izi olarak görülmektedir. Fayın uzanımı KB-GD olup normal bileşenli doğrultu atımlı fay karakterindedir. Bu aktif fay güneybatı eğime sahiptir (Şekil 4.13.a). Gravite anomali verilerinden elde edilen fay izlerinin konumu yaklaşık KB-GD uzanımlıdır. -4000 m derinlikteki fayların bir bölümü KKD-GGB uzanıma sahiptir (Şekil 4.13.a,d). Alan 4'deki bu faylar normal ve ters fay karakterindedir, sınırlı kesimlerde bazı fay izleri düşey fay olarak belirlenmiştir. Alanda -4000 m derinlikte olan fay izleri normal fay karakterindedir. -3000 ve -2000 m ile 0 m (deniz seviyesi) derinliklerdeki fayların bir bölümü normal bir kısmı ise ters fay karakteri sunmaktadır (Şekil 4.13.a,b,c). -1000 m derinliklerde belirlenen faylar ise bu alanda KD ya da GB eğimli ve ters faylanma göstermektedir. Alan 4'deki fay izlerinin gül diyagram verileri fay izlerinin büyük ölçüde KB-GD yönelimde olduğunu ortaya koyar. Az sayıdaki fay izleri ise yaklaşık K-G, KKD-GGB ve KD-GB yönelimlere sahiptir (Şekil 4.13.e)

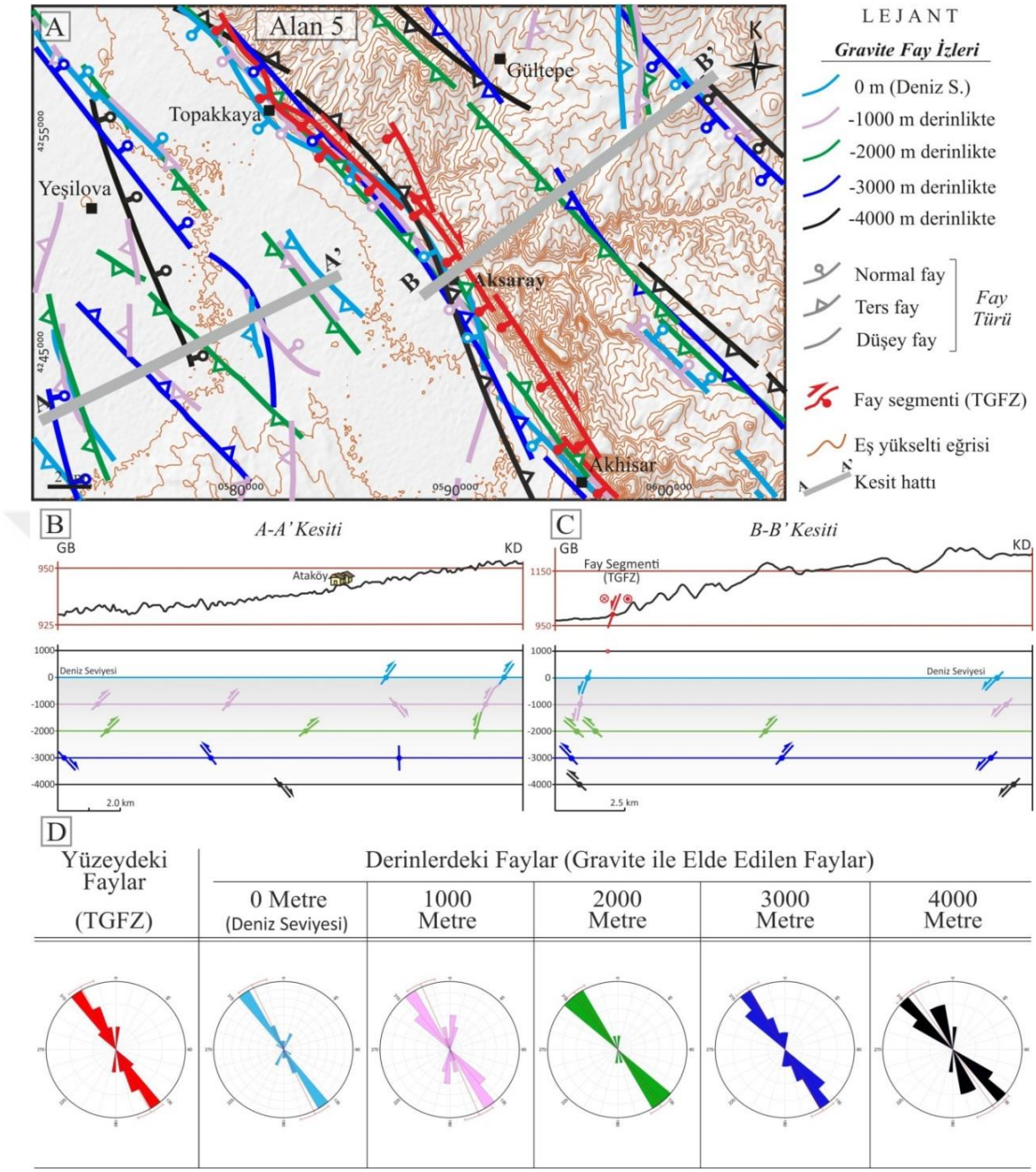
4.5.5 Alan 5

Alan 5 Aksaray yerleşim yerini de içine alan bir bölgeyi temsil etmektedir. TGFZ'yi oluşturan fay kolları (segmentleri) 4 km ile 14 km arasında yanal uzunluklara sahiptir. KB-GD gidişli bu fay kolları normal bileşenli doğrultu atımlı fay karakterindedir. Gravite anomali verilerinden elde edilen fay izleri, alanda fark edilir bir zon geometrisi oluşturmaktadır. Fay izleri çok büyük bölümü KB-GD yönelimli olup güneybatıya ya da kuzeydoğuya eğimlidir (Şekil 4.14.a). Alandaki fayların büyük bölümü normal veya ters fay karakterindedir. Sınırlı sayıda bazı faylar düşey fay olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14.b,c). B-B' kesitinde görüleceği üzere TGFZ'yi oluşturan fay kolları ile aynı zonu paylaşan -4000 m, -3000 m ve -2000 m derinlerdeki fay izleri kuzeydoğuya eğimli ters fay karakterindedir. -1000 m ve deniz seviyesinde belirlenen fay izleri ise normal fay karakterinde olup TGFZ'nin fay kolları ile göreceli uyumludur (Şekil 4.14.a,c). Aynı kesitin kuzeydoğu uzanımında ise tüm derinliklerde faylar güneybatıya eğimli normal fay özelliği göstermektedir. A-A' kesiti boyunca

Tuzgölü Havzasının derinliklerindeki fayların karakteri farklılıklar göstermektedir. Burada -2000 m derinliklerdeki tüm fay izleri ters fay karakterindedir.



Şekil 4.13 Alan 4'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) ve c) enine kesit ve d) gül diyagramlarının görünümü

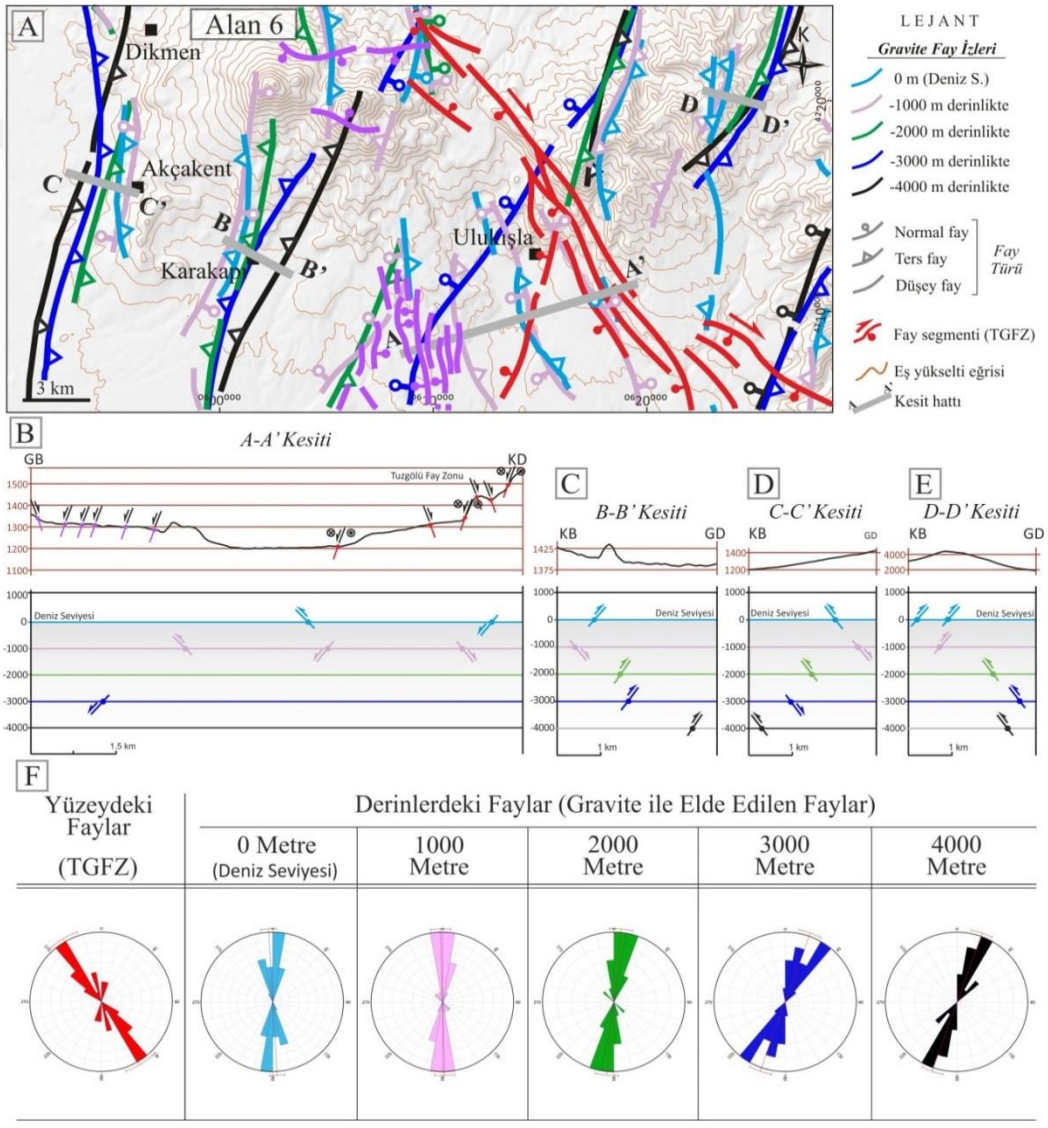


Şekil 4.14 Alan 5'de yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita, b) ve c) enine kesit, d) gül diyagramlarının görünümü

-4000 m derinlikte belirlenen fay izi ise normal fay özelliği gösterir. A-A' kesitinin kuzeydoğu kesiminde -2000 m, -1000 m ve deniz seviyesi için belirlenen fayların uyumlu biçimde ters fay özelliği göstermesi dikkat çekicidir (Şekil 4.14.b). Alan 5'deki fay izlerinin gül diyagram verileri fay izlerinin çok büyük ölçüde KB-GD yönelimde olduğunu ortaya koyar (Şekil 4.14.d).

4.5.6 Alan 6

Alan 6 TGFZ'nin güneydoğu uzanımında yer almaktadır. Fay zonu bu kesimde geniş alanlarda saçaklanır bir geometri göstermektedir. Bu durum fay izlerinin yönelimine yansımaktadır. Fay izleri KB-GD, K-G ve KD-GB doğrultuludur. TGFZ'yi oluşturan kollar 1 km ile 20 km arasında yanal uzunluklardadır. Fay kolları normal bileşenli doğrultu atımlı fay ve normal fay karakterindedir (Şekil 4.15.a).



Şekil 4.15 Alan 6'da yüzeyleyen TGFZ'nin segmentleri ile gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita b), c), d) ve e) enine kesit, f) gül diyagramlarının görünümü

Alandaki gravite anomali verilerinden elde edilen fay izleri de diğer alanlara kıyasla farklı yönelime sahiptirler. Fay izlerinin çok büyük bölümü KKD-GGB ve KD-GB yönelimlidir. Alandaki fayların büyük bölümü normal veya ters fay karakterindedir. Bir kısım faylar düşey fay özelliği sunmaktadır (Şekil 4.15.a,b,c,d,e). Bu fayların çok büyük bölümünün eğim yönleri GD ya da KB'dır. Bu durum bölgedeki faylanmaların diğer alanlara göre dönme gösterdiğine işaret eder. Alandaki -4000 m derinlikte belirlenen fayların çoğu ters fay karakterindedir. Benzer durum -3000 m ve -2000 m derinlerdeki fay izleri içinde geçerlidir. Bu alanda en dikkat çeken durumlardan biri gravite verileri ile elde edilen fay izlerinin sahanın güney kısımlarında TGFZ'nin fay kolları ile önemli ölçüde farklılık göstermesidir (Şekil 4.15). Bu durum Alan 6 için oluşturulan gül diyagramında görülmektedir (Şekil 4.15.f).

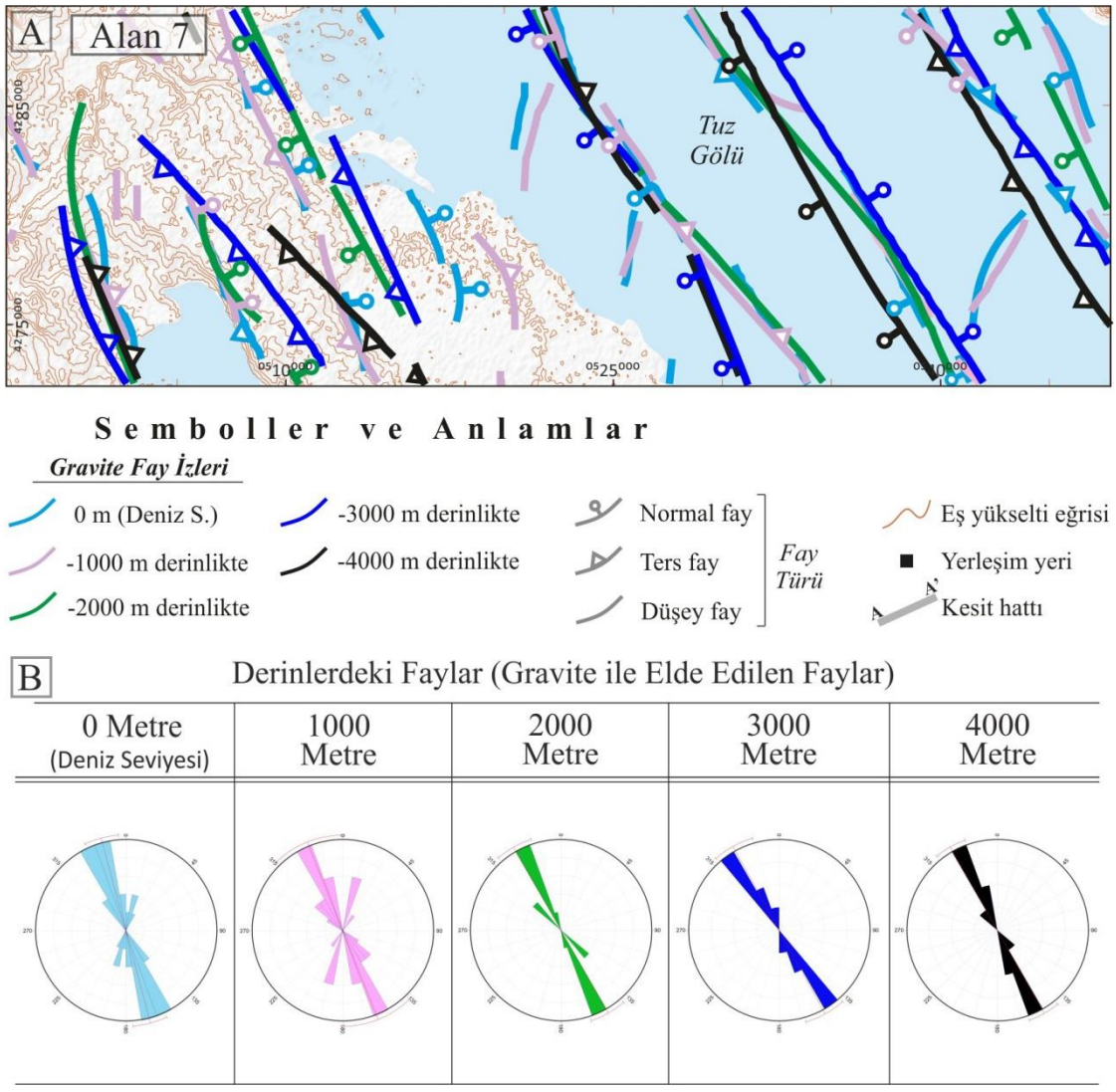
4.5.7 Alan 7

Alan 7 Cihanbeyli'nin hemen batısından itibaren Tuz Gölü'nin belirli kesimini içine alan bir bölgeyi temsil etmektedir (Şekil 4.9). Gravite anomali verilerinden elde edilen fay izleri, alanda belirli hatlar boyunca yoğunlaşır geometri oluşturmaktadır. Fay izleri çok büyük bölümü KB-GD veya KKB-GGD yönelimli olup güneybatıya ya da kuzeydoğuya eğimlidir (Şekil 4.16a). Alandaki fayların büyük bölümü normal veya ters fay karakterindedir. Bazı faylar düşey fay olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16.a). Alan 7'deki fay izlerinin gül diyagram verileri fay izlerinin büyük ölçüde KB-GD yönelimde olduğunu ortaya koyar. Bu yönelimler özellikle -4000 m, -3000 m ve -2000 m derinlerdeki fay izlerinde belirgindir. -1000 m ve deniz seviyesinde belirlenen fayların da önemli bölümü KB-GD veya KKB-GGD yönelimli olmasına karşın bu derinliklerdeki bir kısım fay izleri KD-GB ve/veya KKD-GGB yönelimlere sahiptir (Şekil 4.16.b).

4.5.8 Alan 8

Alan 8, Alan 7'nin güneyinde Eskil ve çevresini kapsamaktadır (Şekil 4.9). Gravite anomali verilerinden elde edilen fay izleri, alanda özellikle üç hat boyunca yoğunlaşır durumdadır. Bu hatlardaki fay izleri KB-GD ve/veya KKB-GGD yönelimli olup

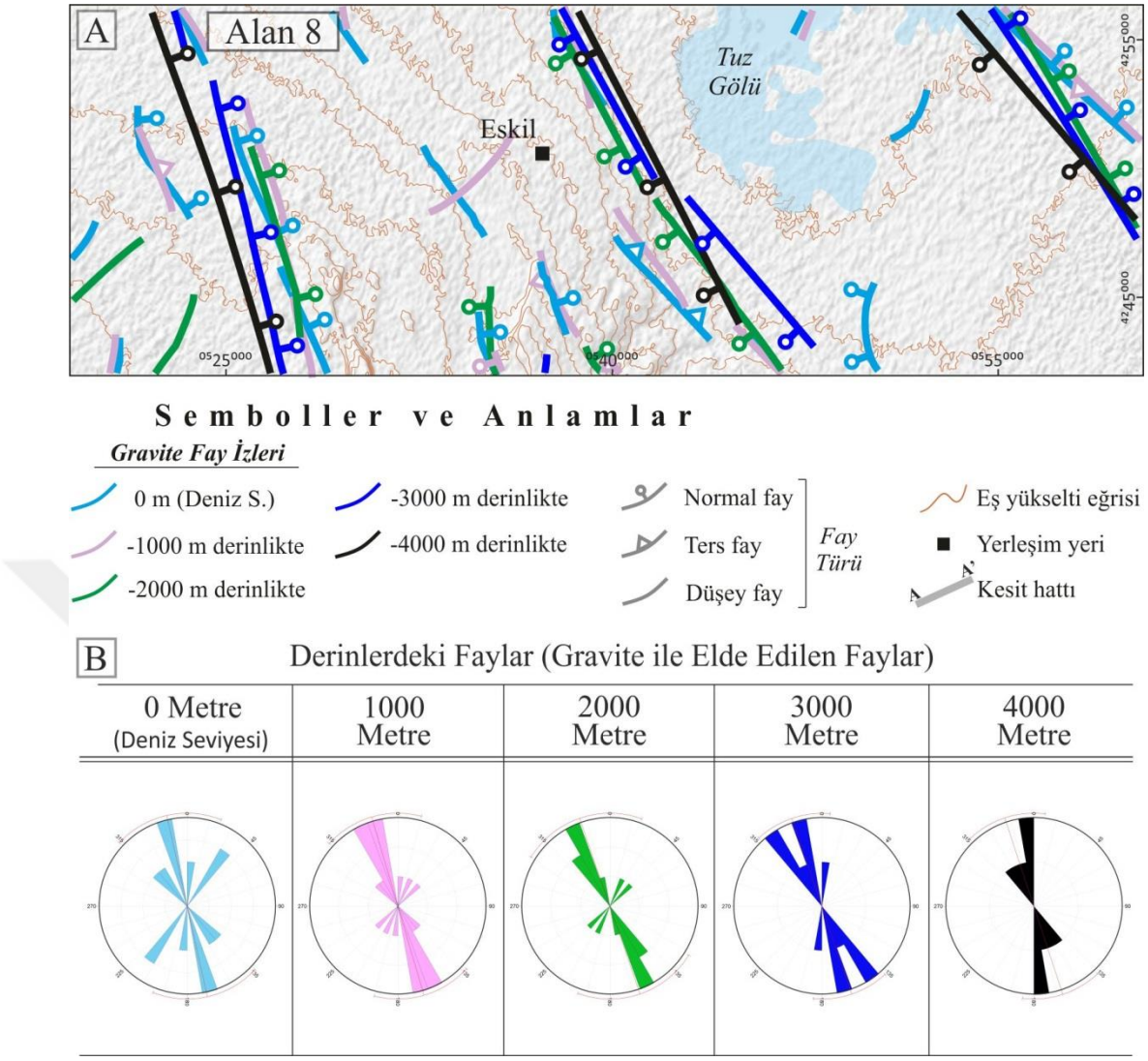
güneybatıya ya da kuzeydoğuya eğimlidir (Şekil 4.17.a). Alandaki fayların büyük bölümü normal veya ters fay karakterindedir. Bazı faylar düşey fay olarak belirlenmiştir (Şekil 4.17.a). Alan 8'deki fay izlerinin gül diyagram verileri Alan 7'ye göre bir miktar farklılıklar göstermektedir. Buna göre -4000 m derinlikte belirlenen fay izleri KKB-GGD yönelimlidir. -3000 m, -2000 m ve -1000 m derinliklerdeki fay izleri ise yaklaşık benzer yönelimlere sahiptir. Buradaki faylar önemli ölçüde KB-GD yönelimlere sahiptir. Deniz seviyesinde belirlenen faylar ise hem KB-GD hem de KD-GB yönelimlere sahiptir (Şekil 4.17b).



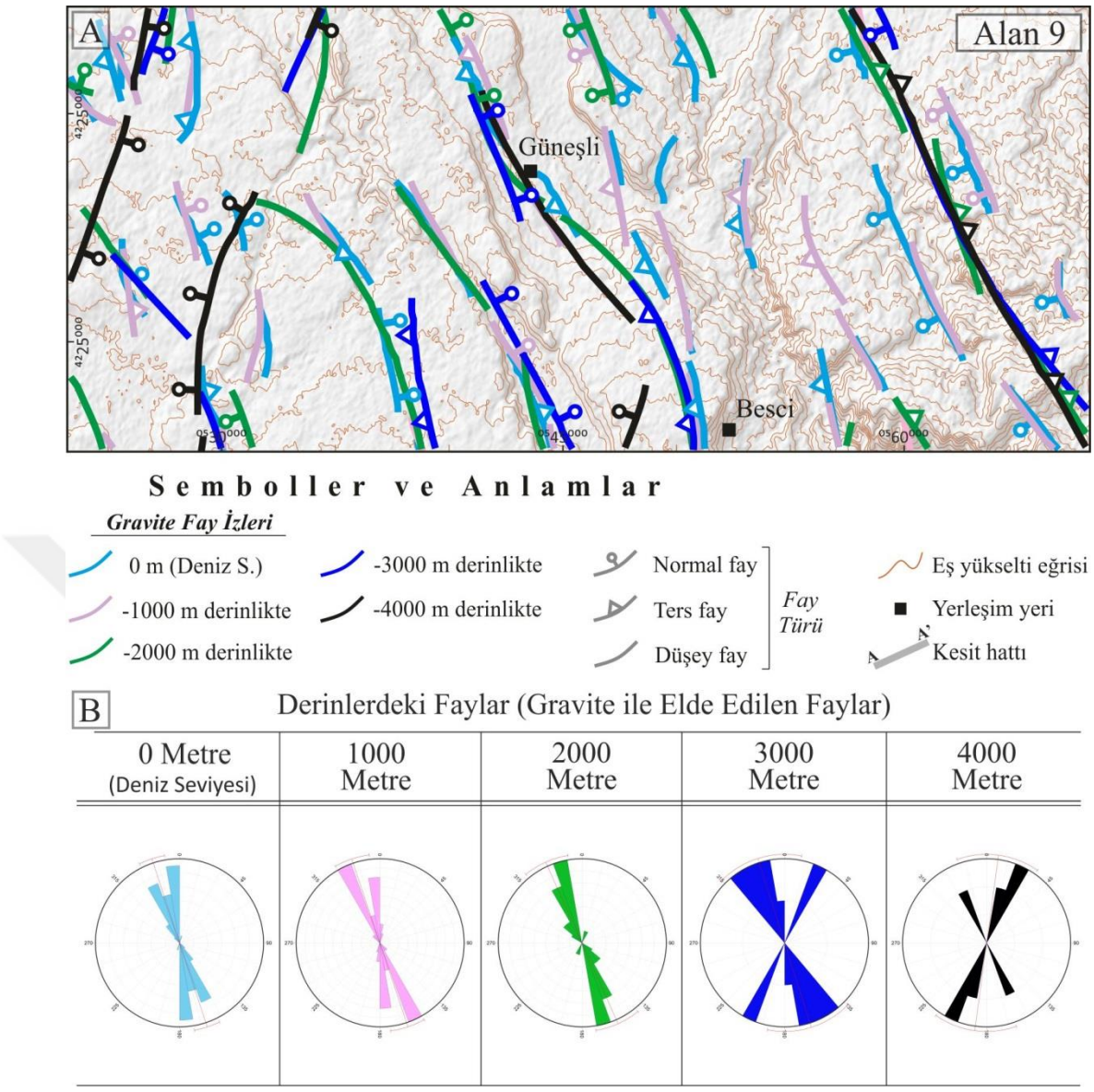
Şekil 4.16 Alan 7'de gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü

4.5.9 Alan 9

Alan 9, havzanın daha güneyinde yer almaktadır (Şekil 4.9). Gravite anomali verilerinden elde edilen fay izleri, alandaki faylanmaların belirli hatlar yerine göreceli olarak homojen bir dağılım göstermektedir. Alandaki fay izleri KB-GD ve/veya KKB-GGD yönelimli olup güneybatıya ya da kuzeydoğuya eğimlidir (Şekil 4.18a). Alandaki fayların büyük bölümü normal veya ters fay karakterindedir. Bazı faylar düşey fay olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18.a). Alan 9'daki fay izlerinin gül diyagram alandaki fay izlerinin yönenelimlerini belirgin olarak ortaya koymaktadır. Buna göre -4000 m derinlikte belirlenen fay izleri büyük ölçüde KD-GB yönelimlidir; bu derinliklerdeki bir kısım fay izleri KB-GD yönelimlere sahiptir (Şekil 4.18.b). -3000 m derinliklerdeki fay izleri ise bunun tersine durum sergilerken, -2000 m, -1000 m ve deniz seviyesi derinliklerdeki fay izleri ise KB-GD ve/veya KKB-GGD yönelimlere sahiptir (Şekil 4.18.b).



Şekil 4.17 Alan 8'de gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü



Şekil 4.18 Alan 9'da gravite anomalilerden elde edilen derinlerdeki fay izlerine ait a) harita ve b) gül diyagramlarının görünümü

5. TARTIŞMA

Orta Anadolu paleotektonik ve neotektonik dönem çok sayıda havza gelişimine ev sahipliği yapmaktadır. Bu havzalar, özellikle Neotetis Okyanusunun geç Kratese-Senozoyik dönemin karmaşık gelişimini belirgin olarak yansıtmaktadır. Bugünkü jeolojik konumları itibariyle bağımsız görünmekle birlikte bazı havzaların benzer ve/veya ortak jeodinamik gelişimlerine dikkat çekilmektedir. Havzaların bir bölümünün olası hidrokarbon potansiyeli detay araştırmalarla ele alınmıştır.

Orta Anadolu Havzalarına yönelik bütüncül çalışmalarda (Örn., Şengör ve Yılmaz 1981, Görür vd. 1984, 1998, Koçyiğit 1991, Göncüoğlu vd. 1996) havza çökellerinin Neotetis Okyanusunun kuzey kolunu oluşturan okyanus kabuğu birimleri ile bazı kıta kabuğu (örn., Sakarya Zonu, Kırşehir Bloğu) litolojileri üzerinde yer aldığı belirtilir. Görür vd. (1998)'e göre bu havzaların pek çoğu ya yay-ilişkili ya da molas havzalardır. Ancak bu havzalara yönelik sonraki çalışmalar havzalar için farklı oluşum mekanizmaları da önermektedir (Örn., Göncüoğlu vd. 1996, Çemen vd. 1999, Gürer ve Aldanmaz 2002, Alparslan vd. 2006, Işık vd. 2008, 2014, Işık 2009, Advokaat vd. 2014, Seyitoğlu vd. 2017).

Bu çalışmaya konu olan Tuzgölü Havzası, Orta Anadolu'da geniş yayılıma ve kilometrelerce çökel kalınlığı olan önemli havzalardandır. Jeolojik veriler ışığında havzada toplam çökel kalınlığının 9 km olduğu öngörülmüştür (Görür vd. 1998). Jeofizik yöntemlere (sismik, gravite, manyetik) dayalı yorumlarda ise Tuzgölü Havzasının ortalama 8 km derinlikte olduğu hatta bazı kesimlerinin 12-13 km derinliklere ulaştığını önerilir (Aydemir ve Ateş 2006a,b). Böylesi kalınlıklar Tuzgölü Havzasının fay kontrolünde geliştiğini ortaya koyar.

Görür vd. (1998)'e göre Tuzgölü Havzası Bumerang benzeri Kırşehir Bloğunun batı kanadında, İzmir-Ankara Okyanusunun içerisinde ve KD-GB yönelimli olarak gelişen yitim (KB'ya dalımlı) ile ilişkili yay havzasıdır. Araştırmacılara göre Tuzgölü Havzası Çankırı, Kırıkkale ve Ulukışla Havzaları ile kökensel ilişkilidir ve ortak jeodinamik koşullarda gelişmiş olmalıdır. Nairn vd. (2013) Tuzgölü Havzasını üst Kretase

döneminde Niğde-Kırşehir mikro kıtasının batısında konumlandırır ve Neotetis Okyanusu içerisinde batıya dalımlı K-G yönlü yitim ile ilişkilenmektedir. Araştırmacılar üstelik Görür vd. (1998)'nin aksine Çankırı ve Ulukışla Havzalarını farklı konumlu olarak yorumlar. Çemen vd. (1999) ve Dirik ve Erol (2003) Tuzgölü Havzasının geç Kretase-Erken Paleosende başlayan gerilmeli havza oluşumunun Paleosen-orta Eosende de devam ettiğini, geç Eosen-Oligosende ise havzanın sıkışma rejimi etkisinde kaldığını belirtir. Araştırmacılara göre havza Oligo-Miyosen döneminde de sıkışma rejiminden etkilenirken geç Miyosen-erken Pliyosende ise normal faylanmanın egemen olduğu havza gelişimini temsil etmektedir.

Işık (2009) Tuzgölü Havzasının kuzeydoğusunda haritaladığı genişlemeli sünümlü makaslama zonunu (Emizözü Makaslama Zonu) Tuzgölü Havzasının oluşumu ile ilişkilendirmiştir. Araştırmacıya göre Türkiye Diri Fay Haritasında konumlandırılan Tuzgölü Fay Zonunun Tuzgölü Havzasının Kretase'den beri çökelimini denetleyen fay olarak tanımlanamayacağını bu zonu oluşturan faylanmanın Miyosen sonrası gelişmiş olacağına dikkat çekmiştir. Savcılı Fay Zonunu oluşturan fayların yaşlandırılması (Işık vd. 2014) bölgenin jeodinamik gelişiminin anlaşılmasına önemli katkıda bulunmuştur. Işık vd. (2014)'e göre Tuzgölü Havzası Maestrihtiyende sünümlü makaslama zonunun eşlik ettiği gerilme rejimi ile oluşmaya başlamıştır. Gerilme rejimi orta Eosenden itibaren(~46-40 My) yerini ters faylanmalar ile temsil olan sıkışma rejimine bırakmıştır. Bu faylanmalar geç Oligosen-Erken Miyosene (~30-23) kadar sürmüştür. Seyitoğlu vd. (2017) Ulukışla Havzası başta olmak üzere Orta Anadolu'daki havzaların gelişimini sıyrılma fayı ile ilişkilendirerek bölgesel bir model içerisinde ortaya koymuştur.

Fernadez-Blanco vd.'nin (2013) Tuzgölü Havzasının sismik yansıma profilleri yardımıyla üç boyutlu modelleme çalışmasında birbirlerinden bağımsız iki havza gelişim safhasından bahsetmektedir. Bu fazlar Paleojen ve geç Miyosen-Güncel dönem fazlarıdır. Araştırmacılara göre Paleojen fazı Sakarya Kıtasının okyanus kabuğunun Kırşehir Masifi altına dalması ve bunula ilişkili kabuk kalınlaşmasını temsil etmektedir. Bu yorumlar Görür vd. (1984) tarafından önerilen görüşü destekler nitelikte iken Işık vd. 2008, 2014, Işık (2009) ve Lefebre vd. (2011) tarafından

önerilen görüşler ile uyuşmamaktadır. Fernadez-Blanco vd.'ne (2013) göre bölgesel sıkışma geç Miyosen-Pliyosen dönemine kadar sürmüş ardından Tortoniyende başlayan ve günümüze kadar devam eden sürede yaklaşık 800 m sediman çökeliminin geliştiği genişleme rejimi gelişmiş olmalıdır. Ancak araştırmacılar bu geç Miyosen-Pliyosen döneminin tümüyle genişleme rejimi ile ilişkilendirilemeyeceği belirtilerek havzanın kısa süreli olarak ana sıkışma olayından etkilendiği (en geç Miyosen-Pliyosende: 7-5 My) görüşüne yer verirler. Aynı çalışmada Tuzgölü havzasındaki kısa süreli bu sıkışma rejiminin kanıtlarının yetersizliğini genişleme rejiminin sonraki dönemlerinde yok olmasına dayandırırlar.

Birbirleri ile farklı görüşlerin savunulduğu bölgedeki tektonik gelişim, bölgedeki faylanmaların iyi anlaşılması ile açığa kavuşabilecektir. Tuzgölü Havzası ile kökensel ilişkisi de belirtilen Tuzgölü Fay Zonu bölgedeki önemli yapısal süreksizliklerden biridir. Yaklaşık 195 km uzanımlı ve 1 km ile 25 km arası genişliğe sahip aktif fay zonu özelliğindedir (Örn., Koçyiğit 2000, Dirik ve Erol 2000, Kürçer ve Gökten 2014, Dinçer ve Işık 2019). 2011 yılı MTA Diri Fay Haritasında zonun büyük oranda Holosen faylarından oluştuğu görülmektedir. Zonun güneydoğu uzanımında yer alan fayların bir bölümü Kuvaterner yaşlı faylar olarak belirtilir. Diri Fay Haritasında zonu oluşturan bu fayların önemli bölümünün normal fay, yersel alanlarda ise normal bileşenli doğrultu atımlı fay karakterli olarak sunulmaktadır. Koçyiğit'e (2000) göre, TGFZ normal bileşeni olan sağ yönlü fay zonu özelliği sunmaktadır. Kürçer (2012) ve Kürçer ve Gökten'e (2014) göre zon farklı segmentlerden oluşmakta ve bu segmentler verev atımlı normal faylanmayı temsil etmektedir.

Yüzey jeoloji çalışmalarında havzanın batı kesiminde yersel belirgin morfolojili fay zonları (Örn., Cihanbeyli, Yeniceoba, Ilıca, Sultanhanı, Altınekin Fay Zonları) haritalanmıştır. Bir kısım çalışmalarda bu fay zonları İnönü-Eskişehir Fay Zonu/İnönü-Eskişehir Fay Sistemi/ Eskişehir-Sultanhanı Fay Sistemi ve Konya-Bulok Fay Zonları içerisinde tanımlanır. (Örn., Dirik ve Erol 2000, Eren 2000, Koçyiğit 2000, Özsayın 2007, Özsayın ve Dirik 2007). Özsayın (2007)'a göre Yeniceoba Fay Zonu iki (ilk deformasyon evresinde sağ yönlü doğrultu atımlı fay, ikinci evresinde ise normal fay karakterli), Cihanbeyli Fay Zonu ise tek evreli (normal fay karakterli) bir

deformasyon özelliğine sahiptir. Araştırmacı Yeniceoba fay zonunun ilk evresini geç Oligosen-Erken Miyosende yaklaşık K-G doğrultulu sıkışmaya bağlı olarak Trakya-Eskişehir Fay Zonu ile ilişkilendirir. Özsayın (2007)'a göre bu fay zonu ve Cihanbeyli Fay Zonu geç Pliyosenden sonra normal fay karakterli olarak çalışmış olmalıdır.

Tuzgölü Havzasının olası petrol potansiyeli nedeniyle havzanın farklı kesimlerinde derin sondaj kuyusu ve sismik profil çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Havza içerisinde ve Tuzgölü Fay Zonunu da içine alan kesimlerde çok sayıdaki sismik profil kesitleri farklı yapılar olarak değerlendilmiştir. Uğurtaş (1975) sismik yansıma profilleri, gravite ve yüzey topografyası verilerinden Tuzgölü alanının yer altının tuz yapısı özellikli olarak yorumlar. Çemen vd. (1999) Aksaray'ın kuzeybatısında Tuzgölü Fay Zonuna dik geçen sismik profilin yorumlanmasında Tuzgölü Havzasının yüzeye yakın kesimlerde yüksek açılı normal fay derinlere doğru düşük açılı sıyrılma fayının havzayı sınırladığını havza çökellerinin bu fayla ilişkili olarak antiklinal geometrisinde kıvrımlanma sunduğuna işaret eder. Tuzgölü Havzasına ait benzer sismik profiller Aydemir ve Ateş (2006a) tarafından da kullanılarak profil yorumlarında farklı yer değiştirmelerin eşlik ettiği normal faylara yer vermişlerdir. Havzanın sismik profillerinin yorumlanması Fernadez-Blanco vd.'nin (2013) çalışmasına da konu olmuştur. Araştırmacıların TGFZ'yi kesen ve yaklaşık 7 km derinlikli sismik profillerin yorumlanmasında Tuzgölü Fayı olarak tanımladıkları fayı kilometrelerce derine uzanan normal fay olarak belirtirler. Aynı çalışmada profil kesitlerin yorumlanmasında Tuzgölü Fayına göre taban blok konumlu olan kesimde yine derinlere kadar uzanan bindirme fayının (Şereflikoçhisar-Aksaray Bindirmesi) varlığına işaret ederler.

Işık (2009) Evren-Şereflikoçhisar arasında Orta Anadolu Kristalen Kompleksini oluşturan Ağaçören Granitodini kesen K70°-80°B uzanımlı ve güneybatıya eğimli sünümlü (milonitik) makaslama zonunun (Emizözü Makaslama Zonu) varlığını ortaya koymuştur (Şekil 2). Emizözü Makaslama Zonunun mikro yapısal özellikleri zonun bölgesel genişleme rejimi ile geliştiğini ortaya koymaktadır; zonun gelişimi 78-71 My olarak belirtilmektedir (Işık 2009). Kaman çevresinde Lefebvre vd. (2011) tarafından tanımlanan 84-74 My yaşlı sıyrılma zonu Işık (2009) tarafından belirtilen Geç Kretase

yaşlı genişleme rejimini destekler niteliktedir. Benzer diğer bir genişlemeli sünümlü makaslama zonu gelişimi Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin kuzey kesiminde de tanımlanmıştır (Işık vd. 2008). Seyitoğlu vd. (2017) tüm bu genişlemeli makaslama zonlarını Orta Anadolu'nun güney kesiminde Ulukışla Havzasının çökelimini denetleyen Ivriz Sıyrılma Fayı ile ilişkilendirerek bölgedeki genişleme rejimini modellemiştir.

Işık vd. (2014) arazi temelli ve izotopik yaş verilerinden Orta Anadolu'nun şöylesi tektonik gelişime yer vermiştir: Bölgesel sıkışma rejimine bağlı Neo-Tetis okyanusunun kapanması Orta Anadolu'da geç Kretase, yerini genişleme rejimine bırakmıştır. Orta Anadolu'da genişleme rejimi granitoyid yerleşimi, sünümlü makaslama zonlarının gelişimi, metamorfitlerin ve granitoyidlerin yüzeylemesi önemli büyük havzaların normal faylanmalarla ilişkili gelişimini temsil etmektedir. Genişleme rejimi orta Eosenden itibaren yerini sıkışma rejimine bırakarak bölgesel ölçekte ters ve bindirme faylarının gelişimine neden olmuştur. Savcılı Fay Zonu bu gelişimin yaş verileri ile ortaya konulmuş en iyi örneğidir. Sıkışma rejimi izotopik verilere göre Oligosen sonu ya da erken Miyosen dönemine kadar sürmüştür (Işık vd. 2014). Sonraki dönem genişleme ve/veya yanal tektonik rejim ile ilişkili olarak yorumlanmıştır.

Dellaloğlu ve Aksu (1984) çalışmasında Tuzgölü Havzası için oluşturdukları kesitlerde Miyosen öncesi dönemde gelişmiş ters ve bindirme faylarına yer verir. Hidrokarbon amaçlı açılan sondaj kuyu verileri bu faylanmaların varlığını açıkça ortaya koymaktadır. Havza derinliklerinde belirtilen bu faylanmaların bir bölümünün Savcılı Fay Zonuna benzer hareket yönüne sahip oluşu dikkat çekicidir.

6. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında Tuzgölü Havzası ve yakın çevresindeki faylanmalar gravite ölçümlerin analizi ile belirlenme yoluna gidilmiştir. Ölçümlerin sunduğu anomalilerin birlikte değerlendirilmesi yer yüzeyinin deniz seviyesinden itibaren -4000 m derinliğe kadar bölgedeki fay izlerinin belirlenmesine olanak sağlamıştır (Şekil 4.9). Tuzgölü Havzası boyunca gravite verilerinden elde edilen fay izleri, zonun belirli kesimlerinde oluşturulan alanların sayısal yükseklik modeli üzerine işlenmiştir (Şekil 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18).

Tüm verilerden şu sonuçlar elde edilmiştir:

(1) Gravite anomali verilerinden yararlanarak Tuzgölü Havzası ve yakın kesimlerinde deniz seviyesi (0 m), -1000 m, -2000 m, -3000 m ve -4000 m derinliklerde faylar belirlenmiştir. Fay izleri hazırlanılan haritalarda farklı renklerde gösterilmiştir.

(2) Bu fay izlerinin yanal uzanımları birkaç kilometre ile birkaç on kilometre arasında değişmektedir. KB-GD, K-G ve KD-GB yönelimli bu faylar büyük oranda normal ve ters fay karakterinde az oranda ise düşey fay özelliğine sahiptir.

(3) Alanlar içerisinde deniz seviyesinden itibaren -4000 m'ye kadar belirlenen faylanmalardan normal fay karakterinde olanların Tuzgölü Havzasının gelişimini ve havza birimlerinin çökelimini denetleyen faylar olarak yorumlanmıştır. Ters fayların ise Işık vd. (2014) tarafından elde edilen faylanma yaşları (orta Eosen: ~46-40 My ve geç Oligosen-Erken Miyosene: ~30-23) ile korele edilebileceği ve bu dönemde meydana gelen sıkışma rejiminin ürünleri olarak yorumlanmıştır.

(4) Tuzgölü Fay Zonu boyunca faylanma karakteri Tuzgölü Havzasının geç Kretaseden günümüze kadar aynı tektonik rejimle temsil olmadığını ortaya koymaktadır. Dahası bölge jeolojisine yönelik bir kısım literatürde Tuzgölü Havzasının doğu kesiminin tek bir fay izi sınırlar olarak gösterilmesi ve bu izin

yüzeyden kilometrelerce derinlere inen tek bir normal fay ile ilişkili olarak benimsenmesi bu çalışma bulguları ile çelişmektedir. Özellikle bölgenin sismik profillerine dayalı önceki çalışmaların yorumlarında havza evriminde sadece normal faylanmaların öne çıkarılması ya da yüzeye yakın kesimlerde yüksek açılı derinlere doğru düşük açılı normal faylanma modelleri bu çalışma bulgularının ortaya koyduğu ters faylanlanmalar ile tezat teşkil etmektedir. Bu durum sismik profil yorumlarının yeniden gözden geçirilmesine işaret etmektedir. Fernadez-Blanco vd.'nin (2013)'nin belirttiği Şereflikoçhisar-Aksaray Bindirmesi bu çalışma ile ortaya konulan ters faylanmaların bir kısmı ile uyumlu gözükmektedir.

(5) Çalışma kapsamında Tuzgölü Havzası ve yakın çevresi boyunca belirlenen normal faylar büyük ölçüde geç Kretase-orta Eosen dönemi ile erken Miyosen-Kuvaterner dönemlerini temsil etmektedir. Ters faylar ise orta Eosen-geç Oligosen/erken Miyosen zaman aralığındadır. MTA Diri Fay Haritasında belirtilen ve Tuzgölü Fay Zonunu temsil eden segmentler bu faylanmalara göre göreceli olarak daha genç oluşumlar olup orta Miyosen sonrası ya da Koçyiğit (2000) tarafından belirtildiği gibi erken Pliyosen sonrası olmalıdır.

KAYNAKLAR

Advokaat, E.L., Van Hinsbergen, D.J.J., Kaymakçı, N., Vissers, R.L.M. and Hendriks, B.W.H. 2014. Late Cretaceous extension and Palaeogene rotation-related contraction in Central Anatolia recorded in the Ayhan-Büyükkışla basin. International Geology Review, 56, 1813-1836.

Airy, G.B. 1855. On the computations of the effect of the attraction of the mountain masses as disturbing the apparent astronomical latitude of station in geodetic survey. Philo. Trans. R. Soc. London, 145, 101.

Akçığ, Z. ve Pınar, R.Ö. 1994. Gravite ve Manyetik Arama Yöntemleri. DEÜ. Müh. Fak. Yayınları, No:249, 166, İzmir.

Alparslan, M., Boztuğ, D., Frei, R., Temel, A. and Kurt, M.A. 2006. Geochemical and Pb-Sr-Nd isotopic composition of the ultrapotassic volcanic rocks from the extension-related Çamardı-Ulukışla basin, Niğde province, central Anatolia, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 27, 613-627.

Amigun, J.O., Adelisi, A.O. and Ako, B.D. 2012. The application of integrated geophysical methods in oil sand exploration in Agbabu area of south western Nigeria. International Research Journal of Geology and mining, 2(9), 243-253.

Arıkan, Y. 1975. Tuz Gölü havzasının jeolojisi ve petrol imkanları. MTA Dergisi, 85, 17-37.

Ateş, A. 1999. Possibility of deep gabbroic rocks, east of Tuz Lake, central Turkey, interpreted from aeromagnetic data. Journal of the Balkan Geophysical Society, 2(1), 15-29.

Ateş, A. 2013. Gravite ve Manyetik Yöntemler ve Uygulamaları. Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti, 93, Ankara.

Ateş, A. and Kearey, P. 2001. Deep Structure of NE Tuz Lake, Central Anatolia, from potential field, seismic, borehole and other geophysical and geological data. Jeofizik, 15, 3-17.

Aydar, E., Gündoğdu, M., Bayhan, H. ve Gourgaud, A. 1994. Kapadokya bölgesi, Kuvaterner yaşlı volkanizmasının volkanik-yapısal ve petrolojik incelemesi. Doğa-Yerbilimleri, 3, 25-42.

Aydar, E. and Gourgaud, A. 2002. Garnet-bearing basalts: an example from Mt. Hasan, Central Anatolia, Turkey. Mineralogy and Petrology, 75, 185-201.

Aydemir, A. 2009. Tectonic investigation of central Anatolia, Turkey, using geophysical data. Journal of Applied Geophysics, 68, 321-334.

Aydemir, A. and Ateş, A. 2005. Preliminary evaluation of Central Anatolian basins in Turkey using the gravity & magnetic data. Journal of Balkan Geophysical Society, 8(1), 7-19.

Aydemir, A. and Ateş, A. 2006a. Interpretation of Suluklu-Cihanbeyli-Goloren Magnetic Anomaly, Central Anatolis, Turkey: An integration of geophysical data. Physical of the Earth and Planetary Interiors, 159, 167-182.

Aydemir, A. and Ateş, A. 2006b. Strucrural interpretation of the Tuzgolu and Haymana Basins, Central Anatolia, Turkey, using seismic, gravity and aeromagnetic data. Earth Planets, 58, 951-961.

Aydemir, A. and Ateş, A. 2008. Determination of hydrocarbon prospective areas in the Tuzgolu (Salt lake) Basin, Central Anatolia, by using geophysical data. Journal of Petroleum Science and Engineering, 62, 36-44.

Aydın, A. 1997. Gravite Verilerinin Normalize Edilmiş Tam Gradyan, Varyasyon ve İstatistik İle Hidrokarbon Açısından Değerlendirilmesi, Model Çalışmalar ve Hasankale-Horasan (Erzurum) Havzasının Uygulanması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, 151, Trabzon, (yayınlanmamış).

Aydoğan, D. 2011. Extraction of lineaments from gravity anomaly maps using the gradient calculation: Application to Central Anatolis. Earth Planets and Space, 63(8), 903-913.

Ayyıldız, T. 2000. Tuzgölü Havzası Geç Paleosen yaşlı birimlerin jeokimyası ve diyajenetik özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 271, Ankara.

Ayyıldız, T. 2006. Hydrocarbon potential of Karapınaryaylası formation (Paleocene or Eocene) source rock in the Tuz Gölü Basin, Central Anatolia, Turkey. Petroleum Geoscience, 12, 41-48.

Beekman, P. 1966. The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasan Dag-Melendiz Dag region. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Bülteni, 66, 90-105.

Besang, C., Eckhart, F., Harre, W., Kreuzer, H. and Müller, P. 1977. Radiometrische altersbestimmungen an neogenen eruptigesteinen der Tukei. Geol. Jahrb., B25, 3-36.

Bilim, F. ve Ateş, A. 2005. Analitik Sinyal Yöntemlerinin Manyetik Model verileri Üzerinde Karşılaştırılması ve Arazi Örneği. İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 18(2), 151-162.

Blakely, R. 1995. Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press, 441, United Kingdom.

Blakely, R. and Simpson, R. 1986. Approximating edges of source bodies from magnetic or gravity anomalies. Geophysics, 51(7), 1494-1498.

Boschetti, F. 2005. Improved edge detection and noise removal in gravity maps via the use of gravity gradiends. Journal of Applied Geophysics, 7(3), 213-225.

Chavez, R.E., Lazaro-Mancilla, O., Campos-Enriquez, J.O. and Flores- Marquez, E.L. 1999. Basement topography of the Mexicali valley from spectral and ideal body analysis of gravity data. Journel of South American Earth Sciences, 12, 579-587.

Cooper, G. and Cowan, D. 2008. Edge enhancement of potential-field data using normalized statistics. Geophysics, 73(3), 1MJ-Z46.

Cordell, L.E. 1979. Gravimetric Expression Of Graben Faulting in Santa Fe Contry and The Espanola Basin, New Mexico. New Mexico Geological Society, 59-64.

Cordell, L.E. and Graunch, V.J.S. 1982. Reconciliation of the discrete and integral Fourier transform. Geophysicis, 47, 237-243.

Cordell, L.E. and Graunch, V.J.S. 1985. Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico. The utulity of regional gravity and magnetic anomaly maps. Edited W.J. Hinze, Soc. Expl. Geophys., 181-197.

Çağlayan, A. 2010. Savcılı Fay Zonunun Yapısal Analizi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 82, Ankara.

Çemen, İ., Göncüoğlu, M., Dirik, K. ve Erler, A. 1995. Tuz gölü havzası batı Kısmının Temel Jeolojik Sorunları Projesi Geliştirme Raporu, TPAO, Ankara, (yayınlanmamış).

Çemen, İ., Göncüoğlu, M. and Dirik, K. 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey. Journal of Geology, 107 (6), 693-706.

Dellaloğlu, A. ve Aksu, R. 1984. Kulu-Şereflikoçhisar-Aksaray dolayının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor No: 2020, Ankara, (yayınlanmamış).

Deniel, C., Aydar, E. and Gourgaud, A. 1998. The Hasan dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone. J. Vocanol. Geotherm. Res., 87, 275-302.

Derman, A. 1980. Tuz Gölü ve kuzeyinin Jeolojisi. TPAO Rapor No: 1512, Ankara, (yayımlanmamış).

Derman, A., Rojay, B., Güney, H. ve Yıldız, M. 2000. Koçhisar-Aksaray fay zonu'nun evrimi hakkında yeni veriler. Haymana-Tugölü-Ulukışla basenlerinin uygulamalı çalışması. Bildiri Özleri, 1, Aksaray.

Dinçer, B. ve Işık, V. 2019. Tuzgölü Fay Zonunun Yapısal Karakterinin Gravite ve Manyetik Yöntemler İle Belirlenmesi, Orta Anadolu. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, Ankara, (İncelemede).

Dirik, K. ve Erol, O. 2000. Tuzgölü ve çevresinin tektonomorfolojik evrimi, Orta Anadolu-Türkiye, TPJD Özel sayı, 5, 27-46.

Dirik, K. and Erol, O. 2003. Tectonomophologic evolution of Tuzgölü and surrounding area, central Anatolia-Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publications, 5, 27-46.

Dirik, K. and Göncüoğlu, M. 1996. Neotectonic characteristics of Central Anatolia, Int. Geology Review, 38, 807-817.

Doğan, M. and Ateş, A. 1998. Methods for interpretation of synthetically produced archaeomagnetic data. Journal of Balkan Geophysical Society, 1(2), 27-37.

Dokuz, H. 2019. Kırşehir Masifi Kuzeyindeki Oligosen İstiflerinin Sedimantolojisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 173, Ankara.

Ercan, T., Tokel, S., Matsuda, J., Ui, T., Notsu, K. and Fujitani, T. 1992. A new geochemical, isotopic and radiometric data on plio- quaternary volcanism of Erciyes Mountains (Central Anatoli) and importance of geothermal energy. 6th Energy Congress of Turkey, October, proceeding, 17-22.

Eren, Y. 2000. Polyphase Alpine deformation at the northern edge of the Menderes-Taurus block, North Konya, Central Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 19, 737-749.

Ergin, K. 1973. Uygulamalı Jeofizik. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi Yayın No: 935, 374, İstanbul.

Fedi, M., Florio, G. and Cascone, L. 2005. Multiscale Derivative Analysis of the Gravity and Magnetic Fields of the Southern Apennines (Italy). Deep Seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy, Edited by I.R. Finetti, 14, 281-318.

Fernadez-Blanco, D., Bertotti, G. and Çiner, A. 2013. Cenozoic tectonics of the Tuz Gölü Basin (Central Anatolian Plateau, Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 715-738.

Göksu, B. 2015. Cihanbeyli-Yeniceoba (Konya Kuzeyi) Civarındaki Miyo-Pliyosen Birimlerin Sedimantolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 188, Ankara.

Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak, V., Yalnız, K., Olgun, E. ve Rojay, B. 1992. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi. TPAO Rapor No: 3535, Ankara.

Göncüoğlu, M. and Türeli, T. 1993. Petrology and geodynamic interpretation of plagiogranites from central Anatolian ophiolites (Aksaray-Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 2, 195-203.

Göncüoğlu, M., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L. ve Çemen, İ. 1996. Tuzgölü havzası batı kısmının temel jeolojik sorunları. TPAO Rapor No: 3753, Ankara.

Görür, N., Oktay, F., Seymen, İ. and Şengör, A. 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin Complex, Central Turkey: Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, In: Dixion, J.E. and Robertson, A.H.F. (eds.), The Geological evolution of the Eastern Mediterranean, Geol. Soc. London Spec. Publ. No 17, 455-466.

Görür, N., Tüysüz, O. and Şengör, A.M.C. 1998. Tectonic evoluation of the Central Anatolian basins. International Geology Rewiev, 40, 831-850.

Gürbüz, A. 2012. Tuz Gölü Havzası'nın Plyo-Kuvaterner'deki Tektono-sedimanter evrimi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 130, Ankara.

Gürbüz, A. ve Kazancı, N. 2014. Tuzgölü Havzası ve Denetim Mekanizmaları. MTA Dergisi, 149, 1-18.

Gürer, Ö.F. and Aldanmaz, E. 2002. Origin of the Cretaceous-Tertiary sedimentary basins within the Tauride-Anatolide platform in Turkey. Geological Magazine, 139, 191-197.

Hosseini, S., Ardejani, F., Tabatabaie, S. and Hezarkhani, A. 2013. Edge Detection in Gravity Field of the Gheshm Sedimentary Basin. International Journal of Mining and Geo-Engineering Article, 4(47-1), 41-50.

Huestis, S.P. and Parker, R.L. 1979. Upward and downward continuation as inverse problems. Geophysical Journal International, 57(1), 171-188.

İlkışık, O. 1996. Jeofiziğe Giriş. İstanbul Üniversitesi Fakültesi Yayın No: 97, Üniversite Yayın No: 3964, 121, İstanbul.

Işık, V. 2009. Ductile shear zone in granitoid of Central Anatolian Ctysalline Complex, Turkey: Implications for Late Cretaceous extensional deformation. Journal of Asian Earth Science, 34, 507-521.

Işık, V., Göncüoğlu, C. and Demirel, S. 2008. 39Ar/40Ar ages from the Yozgat Batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Comlex, Turkey. Journal of Geology, 116(5), 510-526.

Işık, V., Uysal, T., Çağlayan, A. and Seyitoğlu, G. 2014. The evolution of intra-plate fault system in central Turkey: structural evidence and Ar-Ar and Rb-Sr age constrains for the savcılı Fault Zone. Tectonics, 33(10), 1875-1899. (DOI:10.1002/2014TC003565).

Kadıoğlu, Y.K., Ateş, A. and Güleç, N. 1998. Structural intepretation of gabboic rocks in Ağaçören Granitoid, Central Turkey: field observations and aeromagnetic data. GeoLmag, 135, 245-254.

Kadıoğlu, Y., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K. 2003. Tectonomagmatik evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. Geological Journal, 111, 671-690.

Karaman, E.M. 1986. Altınekin (Konya) çevresinin jeolojik ve tektonik evrimi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 29(1), 157-171.

Ketin, İ. 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Dergisi, 66, 20-35.

Koçyiğit, A. 1984. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 27(1), 1-16.

Koçyiğit, A., 1991. An example of an accretionary forarc basin from northern Central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. Geological Society of America Bulletin, 103, 22–36.

Koçyiğit, A. 2000. Orta Anadolu'nun Genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Özel Sayı, 5, 1-26.

Komolafe, A.A., Kuria, Z.N., Woldai, T., Noomen, M. and Anifowose, A.Y.B. 2012. Investigation into the Tectonic Faults on Magadi Geothermal Field Using Ground and Aeromagnetic Data. Physical Review and Research International, 3(4), 385-406.

Köksal, S., Romer, R.L., Göncüoğlu, M.C.F. and Toksoy-Köksal, F. 2004. Timing of post collision H-type to A type granitic magmatism: U-Pb titanite ages from the Alpine central Anatolian granitoids Turkey. International Journal of Earth Sciences, 93, 974-989.

Kürçer, A. 2012. Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Özel Sayı, 5, 1-26.

Kürçer, A. ve Gökten, Y. 2014. Tuz Gölü Fay Zonunun Neotektonik Dönem Özellikleri, Depremselliği, Geometrisi ve Segment yapısı. MTA Dergisi, 149, 19-69.

Lefebre, C.A. 2011. Late Cretaceous extensional denudation along a marble detachment fault zone in the Kırşehir massif near Kaman, central Turkey. J. Struct. Geol., 33, 1220-1236.

Li, Y. and Oldenburg, D.W. 1998. 3-D invension of Gravity Data. Geophysics, 63(2), 431-439.

Lowrie, W. 2007. Fundamentals of Geophysics. Second Edition Published in the United States of America by Cambridge University Press, 381, New York.

Lyatsky, H. and Dietrich, J. 1998. Mapping Precambrien Basement Structure Beneath The Williston Basin in Canada: Insights From Horizontal-Gradient Vector Processing of Gravity and Magnetic Data, Canadian. Journal of Exploration Geophysics, 34(1-2), 40-48.

Maden, N., Gelişli, K., Eyüboğlu, Y. and Bektaş, O. 2009. Two and Three Dimensional Crustal Thickness of the Eastern Pontids (NE Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 18, 225-238.

Miller, H. and Singh, V. 1994. Potential field yilt-a new concept for location of potential field sources. Journal of Applied Geophysics, 32, 213-217.

Milson, J. 2003. Field Geophysics. John Wiley and Sons Ltd., 232, England.

Musset, A.E. and Khan, M.A. 2000. Looking into the Earth. Cambridge University Press, New York, 608, USA.

Nabigian, M.N. 1974. The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: its properties and use for autormated anomaly interpretation. Geophysics, 37, 505-517.

Nairn, S.P., Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C., Taşlı, K. and İnan, N. 2013. Tectonostratigraphic evolution of the Upper Cretaceous-Cenozoic central Anatolian basins: an integrated study of diachronous ocean basin closure and continental collision. Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. Geological Society London Special Publication, 372.

Nettleton, L.L. 1971. Elementary Gravity and Magnetics For Geologists And Seismologists. Society of Exploration Geophysicists, 132.

Okay, A. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Geological Society, London, Special Publication, 156, 475-515.

Oruç, B. 2013. Yeraltı Kaynak Aramalarında Gravite Yöntemi. Umuttepe Yayınları, 270, Kocaeli.

Özdemir, M. 1983/1984. Tuzgölü Bölgesinin Bouguer Gravite Alanının Filtrelenmesi ve Temel Yapı Derinliğinin Araştırılması. İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C4, (1-2), 67-86.

Özkaptan, M. 2019. Orta Anadolu (Ankara ve civarı) Havzalarının Gravite & Manyetik Yöntemler ile Modellenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 62, 141-166.

Özsayın, E. 2007. İnönü-Eskişehir Fay Sistemi'nin Yeniceoba-Cihanbeyli (Konya-Türkiye) Arasındaki Bölümünün Neojen-Kuvaterner Yapısal Evrimi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 120, Ankara.

Özsayın, E. and Dirik, K. 2007. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba Fault Zones: İnönü-Eskişehir Fault System, central Anatolia. Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 471-492.

Özsayın, E., Çiner, A., Rojay, B., Dirik, K., Melnick, D., Fernando-Blanco, D. and Sudo, M. 2013. Plio-Quaternary extensional tectonics of the Central Anatolian Plateue: A case study from the Tuz Gölü Basin, Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 22(5), 691-714.

Pal, P., Khurana, K. and Unnikrishna, P. 1979. Two example of spectral approach to source depth determination in gravity and magnetics. Pure and Applied Geophysics, 117, 772-783.

Pick, M., Picha, J. and Vyskocil, V. 1973. Theory of the Earth's Gravity Field. J. Math. Pure Application, 16, (9-130), 289-336.

Poudjom-Djomani, Y.H., Diament, M. and Albouy, Y. 1992. Mechanical behaviour of the litosphere beneath the Adamawa Uolift (Cameron, West Africa) based on gravity data. Journal of African Earth Sciences, 15, 81-90.

Pratt, J.H., 1859. On the attraction of the Himalaya Mauntains and of the elevated regions beyond the plumb-line in India. Philo Trans. R. Soc. London, 145,53.

Reynolds, J.M. 1997. An introduction to applied and environmental geophysics. Published 1997 by John Wiley and Sons Ltd., 806, New York.

Rigo de Righi, M. and Cortesini, A. 1960. Regional studies of the Central Anatolian basins progress report. PDR. Turkish Gulf Oil Co. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Rapor no:II / 11-12, (yayınlanmamış).

Rivas, J. 2009. Gravity and Magnetic Methods. Presented at "Short Course on Surface Exploration for Geothermal Resources", organized by UNU-GTP and LaGeo, 17-30 October, 2009, InAhuachapan and Santa Tecla, El Salvador.

Roest, W., Verhoef, J. and Pilkington, M. 1992. Magnetic Interpretation Using The 3-D analytic signal. Geophysics, 57(1), 116-125.

Saad, A. 2006. Understanding gravity gradients-a tutorial. The Leading Edge, 942-949.

Salem, A., Williams, S., Fairhead, D., Smith, R. and Ravat, D. 2008. Interpretation of magnetic data using tilt-angle derivatives. Geophysics, 73(1), 14JF-Z11.

Schmitt, A.K, Danisik, M., Aydar, E., Şen, E., Ulusoy, İ. and Lovera, O.M., 2014. Identifying the Volcanic Eruption Depicted in a Neolithic Painting at Çatalhöyük, Central Anatolia, Turkey. PLOS ONE 9(1), e84711. doi:10.1371/journal.pone.0084711.

Seyitoğlu, G., Işık, V., Gürbüz, E. and Gürbüz, A. 2017. The discovery of a low-angle normal fault in the Taurus Mountains the İvriz detachment and implications

concerning the Cenozoic geology of southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 26, 189-205.

Seymen, I. 1984. Geological evolution of the metamorphic rocks in the Kırşehir massif. Geological Society of the Turkey Publications-Ketin Symposium, 133-148.

Subasinghe, N.D., Charles, W.D.G.D.R. and De Silva, S.N. 2014. Analytical Signal and Reduction to pole Interpretation of Total Magnetic Field Data at Eppawala Phosphate Deposit. Journel of Geoscience and Environment Protection, 2, 181-189.

Spector, A. and Grant, F.S. 1970. Statistical models for interpreting aeromagnetic data. Geophysics, 35, 293-302.

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8174, 394, Ankara.

Şengör, A. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics,75, 181-241.

Toprak, V. 2000. Tuzgölü Fay kuşağı Hasandağ kesiminin özellikleri. TPJD Özel Sayı, 5, 71-84.

Toprak, V. ve Göncüoğlu, M. 1993. Melendiz Fayı ve bölgesel anlamı. H.Ü. Yerbilimleri, 16, 55-67.

Tsivouraki- Papafotiou, B., Tsokas, G.N., Tsourlas, P.I. and Panas, S. 2003. Regional-residual magnetic field data seperation in wavelet domain. Journal of the Balkan Geophysical Society, 6(4), 209-220.

Turgut, S. 1978. Tuz Gölü havzasının stratigrafik ve çökelsel gelişimi: Türkiye IV. Petrol Kongresi Bildirileri, 115-126.

Uğurtaş, G. 1975. Tuz gölü havzasının bir bölümünün jeofizik yorumu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Dergisi, 85, 38-45.

Ulu, Ü., Öcal, H., Bulduk, A., Karakaş, M., Arbas, A., Saçlı, L. ve Karabıyıkoğlu, M. 1994. Cihanbeyli-Karapınar yöresi geç Senozoyik çökelme sistemi: Tetonik ve iklimsel önemi. TJK Bülteni, 9, 149-163.

Uygun, A., Yaşar, M., Erkan, M., Baş, H., Çelik, E., Aygün, M. ve Ayok, F. 1982. Tuzgölü havzası projesi, Cilt 2, MTA Raporu, (yayınlanmamış).

Ünalan, G. ve Yüksel, V. 1978. Eski Bir Graben Örneği: Haymana - Polatlı Havzası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 21, 165-169.

Verduzco, B., Fairhead, J.D., Green, C.M. and Mackenzie, C. 2004. New insights into magnetic derivatives for srtuctural mapping. The Lead Edge, 2382, 116-119.

Visher, G.S. 1975. Geologic evaluation of the Salt Lake basin for hydrocarbon potential. TPAO Raporu, (yayınlanmamış).

Wilcox, L. 1974. An analysis of Gravity Prediction Methods For Continental Areas. NTIS: National Technical Information Service U.S. Department of Commerce. DMAAC Reference Publication No:74-001.

Yeşilova, P. ve Tekin, E. 2007. Polatlı-Sivrihisar Neojen Havzası Üst Miyosen Evaporitlerinin Jeokimyasal ve Jeoistatistiksel İncelemesi (Demirciköyü, KD Sivrihisar-İçAnadolu). Türkiye Jeoloji Bülteni, 50(2), 71-83.

Yıldırım, C. 2014. Relative tectonic activity assessment of the Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey. Tectonophysics, 630, 183-192.

Yıldız, A., Ayyıldız, T. ve Sonel, N. 2001. Tuzgölü Havzası kuzeybatısı (Karahoca-Mangaldağ-Yeşilyurt-Sarıhalit bölgesi) Üst Maastrihtiyen-Paleosen biyostratigrafisi ve paleoeolojisi. Yerbilimleri, 23, 33-52.

Yüksel, S. 1984. Gravite ve Manyetik saha çalışmaları el kitabı. TPAO, 196, Ankara.

Yüksel, S., Özbek, G. ve Aydın, M. 1996. Tuzgölü Baseni Gravite-Magnetik Model Çalışmaları Raporu. TPAO Rapor No:3565, Ankara.

Yüksel, S. 2013. Petrol Aramacılığında Doğal Potansiyel Yöntemler Gravite-Manyetik. TPAO Kurum içi eğitim notları, 231.

Zhang, H., Tian-You, L. and Yu-Shan, Y. 2011. Calculation of gravity and magnetic source boundaries based on anisotropy normalized variance. Chinese Journal of Geophysics, 54(4), 560-567.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bahar DİNÇER

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 01.05.1975

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü (1993 - 1997)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (Şubat 2014 - Ağustos 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar:

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (2006 - devam ediyor)

Hakemli Dergiler

Dinçer, B. ve Işık, V. 2019. Tuzgölü Fay Zonunun Yapısal Karakterinin Gravite ve Manyetik Yöntemler ile Belirlenmesi, Orta Anadolu. Maden Tetkik ve Arama Dergisi (*İncelemede*).

Dinçer, B. and Işık, V. 2019. Determination of Structural characteristics of Tuzgölü Fault Zone Using Gravity and Magnetic Methods, central Anatolia. Bulletin of the Mineral Research and Exploration (*Under Review*).

Uluslararası Kongreler

Dinçer, B. ve Işık, V. 2017. Tuzgölü Fay Zonunun Yapısal Karakterinin Gravite ve Manyetik Yöntemler İle Belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 10-14 Nisan, 2017, Ankara.