



ERZİNCAN HAVZASI'NIN POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE İNCELENMESİ

ÖMER LÜTFÜ AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2016

**T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERZİNCAN HAVZASI'NIN POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ömer Lütfü AYDIN
(201492131075)**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. Özcan BEKTAŞ

**SİVAS
KASIM 2016**

ÖMER LÜTFÜ AYDIN'ın hazırladığı ve “**ERZİNCAN HAVZASI'NIN POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE İNCELENMESİ**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOFİZİK ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Özcan BEKTAŞ**

Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ**

Bitlis Eren Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İdris ZORLUTUNA
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Ömer Lütfü AYDIN, 2016



Beni sabırla bekleyen aileme...

ÖZET
ERZİNCAN HAVZASI'NIN POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE
İNCELENMESİ
Ömer Lütfü AYDIN

Yüksek Lisans Tezi

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Özcan BEKTAŞ

2016, 47 + XIII Sayfa

Bu tezde, Erzincan havzası gravite verileri kullanılarak araştırılmıştır. Ayrıca çalışma alanında mevcut süreksizliklerin yanı sıra gömülü süreksizliklerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Günümüzde yeraltında bulunan gömülü yapıların belirlenmesi ve görüntülenmesi oldukça yaygın bir konu olup gelişen mühendislik teknolojileri ile gömülü yapılarının konumu ve şekli ayrıntılı bir şekilde belirlenebilmektedir. Sınır belirleme süzgeçleri ile verinin yapı ile analizi ve bağlantısı ortaya konulur ve net bilgiler elde edilir.

Gravite anomalilerine 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 km seviyeleri için aşağı ve yukarı uzanım yöntemleri uygulanmıştır. Aşağı Uzanım uygulanmış gravite haritaları incelendiğinde sığ derinliklerden başlayarak derinlere inildikçe gürültü seviyesinin arttığı gözlenmiştir. Bu nedenle aşağı uzanım uygulanmış gravite haritalarına herhangi bir işlem uygulanmamıştır.

Yukarı uzanım uygulanan her bir veriye sırasıyla Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT), Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS), Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt), Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR), Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \Theta$) ve Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) olmak üzere toplam 6 adet türev uygulanmış ve bölgedeki süreksizlikler ile jeolojik yapı sınırları ortaya konulmuştur. Uygulanan türev tabanlı süzgeçlerden Tilt ve Teta açısı türevleri en iyi sonucu vermiştir. Elde edilen bilgiler mevcut yüzey jeolojisiyle karşılaştırılmış ve formasyonlar arası uyum kontrol edilmiştir. Ayrıca yüzey gözlemlerinden belirlenmiş süreksizliklerin yanı sıra elde edilen sonuçlar ışığında yeni yapı ve süreksizlikler ortaya çıkarılmıştır.

Çalışma alanına ait gravite verisi kullanılarak Erzincan havzası üç boyutlu modellenmiştir. Modelleme sonucunda Erzincan Havzasının ortalama 7 km. kalınlığa sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erzincan Havzası, Gravite verisi, 3B modelleme, Türev tabanlı süzgeçler

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ERZİNCAN BASIN USING POTENTIAL FIELD DATA

Ömer Lütfü AYDIN

Master of Science Thesis, Department of Geophysical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Özcan BEKTAŞ

2016, 47 pages

In this thesis, Erzincan basin is investigated by using the gravity data. Also, it is aimed to buried structures as well as existing discontinuities in study area. Determining and imaging the buried structures in underground is a widespread topic and the location and shape of buried structures can be determined detaily with growing engineering technologies. Connection and analysis of the structure of the data is presented and obtained clearly by the edge detection filters.

Downward and upward continuation methods are applied to gravity anomalies for levels of 0.25, 0.50, 0.75 and 1 km. When downward continued gravity maps are examined, it is observed that the level of noise start to increase from the shallow to deep depths. Therefore, any processes are not applied to downward continued gravity maps.

Total Horizontal Derivative (THD), Analytical Signal (AS), Tilt Angle Derivative (Tilt), Total Horizontal Derivative (THDR), Teta Angle Derivative ($\cos\Theta$) and Hyperbolic Tilt Angle Derivative (HTA) are performed respectively and the discontinuities and the boundaries of the geological structure are determined in the region. Tilt and Teta angle derivatives are given the best results from the applied derivative filters. The obtained results are compared with the existing surface geology. In addition to the discontinuities determined from surface observations, new structures and discontinuities are found from obtained results.

Erzincan basin is modeled in three dimensions by using gravity data of the study area. It is determined from the modelling results that the Erzincan Basin has average 7 km thickness.

Key Words: Erzincan Basin, Gravity data, 3D modeling, Derivative-based filters.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, yalnızca mesleki konularda değil her konuda bana destek olan danışman hocam Sayın **Doç. Dr. Özcan BEKTAŞ'a** (Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Böl.),

Tezime ilgili çalışmalarını gerçekleştirmemde büyük katkısı olan ve benden yardımını, kaynaklarını ve zamanını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Sayın **Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ'a** (Bitlis Eren Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü) ve **Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ'a** (Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Böl.),

Ayrıca çalışmalarım esnasında gerekli tüm kolaylıkları gösteren Sayın **Şennur ARINÇ AKKUŞ'a** (Erzurum Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanı), sağladığı mükemmel çalışma ortamı ve manevi destek nedeniyle bana her zaman ağabeylik yapan Sayın **Muammer ÖZGEN'e** (Erzurum Büyükşehir Belediyesi, Şehir Planlama Şube Müdürü) ve her zaman yanımda olan arkadaşım **Resul AYYILDIZ'a** (Şehir ve Bölge Plancısı) şükranlarımı sunarım.

Çalışmanın her aşamasında manevi katkı, emek ve anlayış gösteren aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	1
2. ERZİNCAN HAVZASININ GENEL JEOLJİSİ	2
2.1. Çalışma Alanının Tektoniği ve Sismotekoniği	4
3.ÖNCEL ÇALIŞMALAR	6
4. MATERYAL VE YÖNTEM	9
4.1. Gravite Verisi	9
4.2. Analitik Uzanım	9
4.2.1. Yukarı ve Aşağı Analitik Uzanım	10
4.3. Türev Yöntemleri	10
4.4. Üç Boyutlu (3B) Derinlik Modeli	12
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	15
5.1. Gravite Verisi Yukarı ve Aşağı Uzanım Sonuçları	15
5.2. Türev Sonuçları	21
5.3. 3B Model	38
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	40
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

- Şekil 2.1.** İnceleme alanı ve civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengör ve Yılmaz, 1981; Koçyiğit, 1990'dan değiştirilmiştir). 3
- Şekil 2.2.** Erzincan Havzası ve çevresi genel jeoloji haritası (Bilgiç, 2002'den sadeleştirilmiştir). HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı. 3
- Şekil 2.1.1.** Erzincan Havzası ve çevresindeki tektonik bloklar ve bu blokların hareket yönünü gösterir şekil (Barka ve Gülen, 1989; Barka ve Eyidoğan, 1993; Kaypak ve Eyidoğan 2002 den sadeleştirilmiştir). S1, S2 ve S3 Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun segmentleridir. (Akpınar, 2010). 4
- Şekil 2.1.2.** Çalışma alanına ait deprem dağılım (1900 – 2014 yılları arasında) ve topoğrafya haritası. HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı. 5
- Şekil 4.1.** Çalışma alanına ait Gravite Anomali Haritası. 9
- Şekil 5.1.1.** 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 15
- Şekil 5.1.2.** 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 16
- Şekil 5.1.3.** 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 16
- Şekil 5.1.4.** 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 17
- Şekil 5.1.5.** 2 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 17
- Şekil 5.1.6.** 3 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 18
- Şekil 5.1.7.** 0.25 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 19
- Şekil 5.1.8.** 0.50 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 19
- Şekil 5.1.9.** 0.75 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 20
- Şekil 5.1.10.** 1 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası 20
- Şekil 5.2.1.** Şekil 5.1.1'de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması 21

Şekil 5.2.2.	Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması. 21
Şekil 5.2.3.	Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması. 22
Şekil 5.2.4.	Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması..... 22
Şekil 5.2.5.	Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci (cos θ) Uygulanması..... 23
Şekil 5.2.6.	Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması. 23
Şekil 5.2.7.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması..... 24
Şekil 5.2.8.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması..... 24
Şekil 5.2.9.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması. 25
Şekil 5.2.10.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması..... 25
Şekil 5.2.11.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci (cos θ) Uygulanması..... 26
Şekil 5.2.12.	Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması. 26
Şekil 5.2.13.	Şekil 5.1.3.’de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması. 27
Şekil 5.2.14.	Şekil 5.1.3.’de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması..... 27

- Şekil 5.2.15.** Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması..... 28
- Şekil 5.2.16.** Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması..... 28
- Şekil 5.2.17.** Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci (**cos θ**) Uygulanması..... 29
- Şekil 5.2.18.** Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması..... 29
- Şekil 5.2.19.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması..... 30
- Şekil 5.2.20.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması..... 30
- Şekil 5.2.21.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması..... 31
- Şekil 5.2.22.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması..... 31
- Şekil 5.2.23.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci (**cos θ**) Uygulanması..... 32
- Şekil 5.2.24.** Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması..... 32
- Şekil 5.2.25.** Şekil 5.2.3'de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı..... 33
- Şekil 5.2.26.** Şekil 5.2.5'de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ

- Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 34
- Şekil 5.2.27.** Şekil 5.2.9'da gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 35
- Şekil 5.2.28.** Şekil 5.2.11'de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 35
- Şekil 5.2.29.** Şekil 5.2.15'de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 36
- Şekil 5.2.30.** Şekil 5.2.17'de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 36
- Şekil 5.2.31.** Şekil 5.2.21'de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy Anadolu Fay1, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fay1, MOF: Malatya-Ovacık Fay1, PF: Pülümür Fay1. 37
- Şekil 5.2.32.** Şekil 5.2.23'de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fay1, EHF: Erzincan Havza içi Fay1, HF: Heltepe Fay1, KAF: Kuzy

Anadolu Fayı, KDFAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.....	38
Şekil 5.3.1. Çalışma alanına ait 3B alüvyon kalınlığı haritası.....	39



SİMGELER DİZİNİ

mGal	Miligal
ρ	Yoğunluk (gr/cm^3)
T_q	Prizma kalınlığı
G	Gravitasyon sabiti
D	Referans düzlemine olan derinlik
m	Toplam grid noktası sayısı
Q	Grid noktası altındaki prizmanın üst yüzeyine olan derinlik
Y	Uzanım yarı uzunluğu
h	Derinlik (km)
k_x	x yönündeki dalga sayısı
k_y	y yönündeki dalga sayısı
3-B	Üç Boyutlu

1.GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, genç havza dolgusu çökelleri içerisinde bugün yüzeyde herhangi bir jeomorfolojik ve jeolojik belirtisi saptanamayan, özellikle tarihsel dönemde oluşmuş depremler sonucunda gelişmiş olabilecek gömülü yüzey kırıklarının uzanımlarının ve havzanın derinliği ve geometrisinin jeofizik yöntemlerle saptanmasıdır. Bu çalışma kapsamında, Erzincan Havzası'nda bugüne kadar yapılan jeofizik ve jeolojik çalışmalardan yararlanarak, jeofizik çalışmalardan elde edilecek veriler birbirleriyle ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca ortaya çıkan sonuçlar bilinen jeolojik veriler ile birlikte yorumlanarak yapılan çalışmalara bir katkı sağlanarak güvenilirliği kontrol edilip ortaya konulan sonuçlara eleştiri veya destek sağlanacaktır.

Çalışma alanına ait gravite verisi kullanılarak Erzincan havzası üç boyutlu modellenmiştir. Böylece Erzincan Havzası'nın derin yapısı belirlenmiş, bununla birlikte, gravite verilerine türev tabanlı sınır belirleme süzgeçleri uygulanarak bölgedeki süreksizlikler ile jeolojik yapı sınırları ortaya konulmuştur. Elde edilen bilgiler mevcut yüzey jeolojisiyle karşılaştırılarak ve formasyonlar arası uyum kontrol edilmiştir. Ayrıca yüzey gözlemlerinden belirlenmiş süreksizliklerin yanı sıra elde edilen sonuçlar ışığında yeni yapı ve süreksizlikler ortaya çıkarılmıştır.

Bölge evrimini Liyas öncesinde Paleo-Tetis ve onun yarı havzası olan Karakaya Okyanuslarının, Kretase sonunda ise Neo-Tetis Okyanusunun farklı kollarının kapanması ile kazanmıştır. Neo-Tetis'in kapanmasının ardından büyük ölçüde kara haline gelen bölge Eosen'de ve Alt Miyosen'de sığ denizlerle kaplanmıştır. Ancak her iki denizel ortam da bölgenin kuzey-güney sıkışmalarla bindirmeli bir yapı kazanması ve yükselmesi yüzünden uzun ömürlü olmamışlardır. Alt Miyosen sonundan itibaren başlayan neo-tektonik dönemde bölgede kaçma tektoniği etkin olmuş, farklı atım ve uzanımına sahip yanal atımlı faylar gelişmiştir (Barka ve Gülen, 1989).

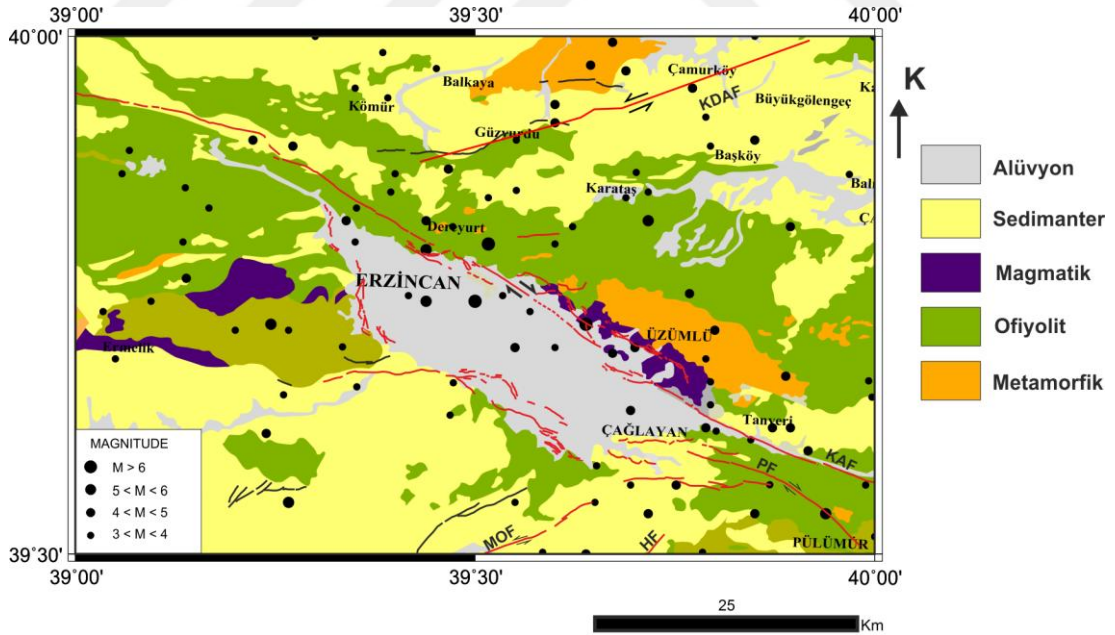
2. ERZİNCAN HAVZASININ GENEL JEOLJİSİ

Avrasya plakası ile Anadolu plakasının kenet kuşağına yer alan Erzincan yöresi, Tersiyer öncesi kaya birimleri; fosil topluluğu, litoloji, çökel ortamı ve fasiyes özellikleri bakımından farklılıklar sunar. Bu sebeplerden ötürü Tersiyer öncesi stratigrafi kuzey blok ve güney blok olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Erzincan Yöresinde, yaşlıdan gence doğru; Paleozoik yaşlı ayrılmamış metamorfik seri, Mesozoyik kireçtaşları, Kretase filizi, Eosen filizi, Neojen kireçtaşları, Neojen karasal ve volkanik kayaçlarla; Kuvaternere ait traverten, taraça, alüvyon ve alüvyon konileri bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Kuzey blokta Permo-Triyas yaşlı Pulur Metamorfikleri, Liyas yaşlı volkano sedimanter Hamurkesen Formasyonu ve Üst Jura- Alt Kratese yaşlı Hozbirikyayla Formasyonu yüzeylenmektedir. Güney blokta ise Paleozoyik yaşlı metamorfik Yoncayolu Formasyonu, Permilen yaşlı Çayderesi kireçtaşı ve Triyas-Jura-Kretase yaşlı Munzur Kireçtaşı yer almaktadır. Bölgede Alt Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen zaman aralığında ofiyolitli karışık üzerlemesi görülmektedir. Refahiye Ofiyolitli Karışığı Üst Maestrihtiyen-Paleosen yaşlı Çerpaçindere Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Çerpaçindere Formasyonu üstte uyumlu olarak olistostromal ve türbiditik fliş karakterli Eosen yaşlı Gülandere Formasyonuna geçmektedir. Alt Miyosen yaşlı Kemah Formasyonu alttaki yaşlı birimleri uyumsuzlukla örtmektedir. Kemah Formasyonunu yine uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı İslamkenti Formasyonu takip etmektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşumuna ve gelişimine paralel olarak meydana gelen çukurluklarda Pliyo-Kuvaterner yaşlı Yanlızbağ Formasyonu çökelmiştir. Erzincan havzasında yine Pliyo-Kuvaterner yaşlı Karatepe Andeziti ve Ağlı tüfleri yer almaktadır (Kaynak:<http://www.mta.gov.tr>).

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	PLİYO - KUVATERNER	Yanlızbağ Formasyonu (Erzincan Volkaniti)	~ 1000	Alüvyon	Alüvyon

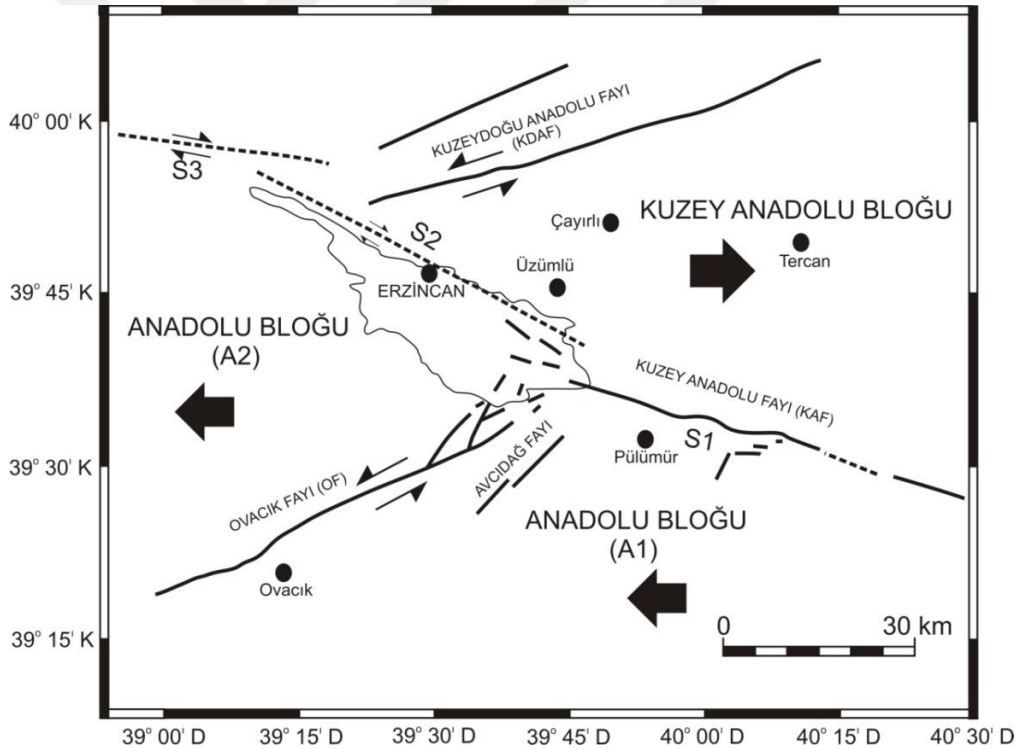
Şekil 2.1. İnceleme alanı ve civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengör ve Yılmaz, 1981; Koçyiğit, 1990'dan değiştirilmiştir.)



Şekil 2.2. Erzincan Havzası ve çevresi genel jeoloji haritası (Tarhan, N., 2002'den sadeleştirilmiştir). HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

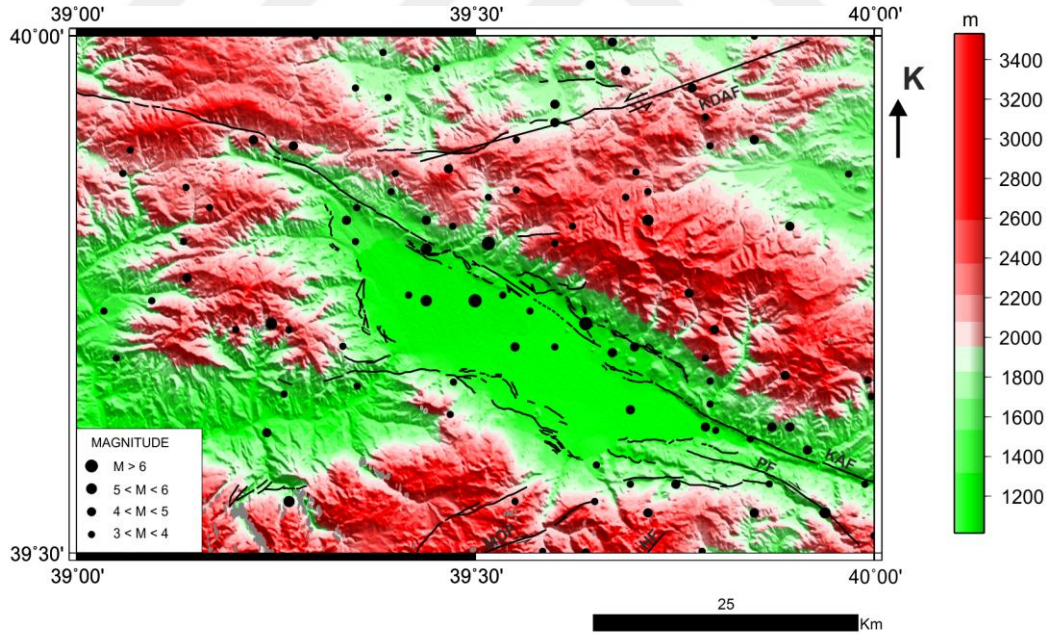
2.1. Çalışma Alanının Tektoniği ve Sismotekoniği

Türkiye'deki en aktif doğrultu atımlı fay zonlarından birisi olan KAFZ üzerinde gelişmiş genç çökel havzalarından birisi olan Erzincan havzasının özellikle kuzey kenarı üzerinde Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik çıkış merkezlerinin KAFZ ile yakından ilintili olduğu bilinmektedir. Erzincan havzası, uzun ekseninin KB-GD olması ve genç yapılarla ilişkili olması nedeniyle KAFZ üzerindeki diğer havzalardan farklıdır. Havzanın KB-GD uzanımı KAFZ'nun uzanımına paraleldir ve KAFZ'nun ana kolu Erzincan Havzası'nın kuzey kenarı boyunca uzanır. Kuzey kenar boyunca sıralanan volkan konileri ise bu ana kolun gidişine yaklaşık olarak bir paralellik sunmaktadır. KAFZ bölgede üç ana segment içerir (Şekil 2.1.1) Bu segmentlerin yerleşimi ve geometrisi Erzincan Havzası'nın gelişimi ve kökeninin anlaşılması için önemlidir (Akpınar, 2010).



Şekil 2.1.1. Erzincan Havzası ve çevresindeki tektonik bloklar ve bu blokların hareket yönünü gösterir şekil (Barka ve Gülen, 1989; Barka ve Eyidoğan, 1993; Kaypak ve Eyidoğan 2002 den sadeleştirilmiştir). S1, S2 ve S3 Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun segmentleridir. (Akpınar, 2010).

Kuzeydoğu Anadolu Bloğu'nun doğuya hareketi, bu bloğun kuzey sınırını oluşturan Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu'nda (KDAFZ) sol-yanal hareketlere ve blok için karmaşık deformasyonlara neden olur. Sol-yanal atımlı Ovacık fayı Erzincan baseninin güneydoğusunda KAFZ ile kesişirler. Erzincan baseni yaklaşık uzunluğu 50 km ve genişliği en çok 15 km yi bulan KB-GD doğrultulu çek-ayır tipi (pullapart) bir basendir (Allen, 1969). KAFZ 'nun Erzincan civarındaki bölümü birçok parçadan oluşmaktadır Bu parçalardan birincisi Karlıova'dan Yedisu batısına kadar, ikincisi Yedisu' nun batısından Erzincan baseninin güneydoğu ucuna kadar uzanır. Üçüncüsü Erzincan baseninin kuzeydoğu sınırını oluşturur ve ikinci tali bir parça ile kuzeybatıya devam eder. Bu fay parçalarının jeolojik ve sismik özellikleri ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Allen, 1969; Toksöz ve diğ. 1979). Erzincan havzası ve yakın çevresinde, birbiri ile geometrik eşlenik oluşturan Kuzey Anadolu Fay (KAF) kuşağı, Kuzeydoğu Anadolu Fay (KDAF) ve Ovacık Fayı (OF) bu yörenin en önemli tektonik yapılarını oluşturmaktadır. Tarihsel depremlerin çoğu bu üç ana fayın hareketleri ile yakından ilgilidir. Çalışma alanına ait deprem dağılım ve topoğrafya haritası Şekil 2.1.2'de verilmiştir.



Şekil 2.1.2. Çalışma alanına ait deprem dağılım (1900 – 2014 yılları arasında) ve topoğrafya haritası. HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

3.ÖNCEL ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı ve çevresinde bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından yapılmış çalışmalar vardır.

Baykal (1952, 1953), Kelkit, Şiran ve Munzur Dağları yöresinde çalışmalarını yürütmüş ve bu çalışmalar yörenin ilk jeolojik çatısı ve temel kaya birimleri ilişkilerini sergilemiştir. Ayrıca Türkiye'nin 1/500.000 ölçekli jeolojik haritalarının yapılmasında kullanılmıştır.

Kurtman (1973), Kalkancı (1974), Sivas-Erzincan bölgesinde genellikle 1/25000 ölçekte ayrıntılı ve özel konulara dönük araştırmalar yapmışlardır. Kalkancı (1974) jeokronolojik verilere göre Köseadağı Siyeniti'nin Üst Eosen yaşta olduğunu ortaya koymuştur.

Cordell (1973), prizma modeliyle eksponansiyel yoğunluk fonksiyonu kullanarak, Güney Kaliforniya' daki San Jacinto Grabenini; Chai ve Hinze (1988) ise Kaliforniya' da Los Angeles Basenini incelemişlerdir.

Tatar (1974, 1978), Refahiye ofiyolitik zonuna ait yapısal gözlemlerinde; Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayının eşlenik doğrultu atımlı faylar meydana getirdiğini ve Kuzey Anadolu Fayını oluşturan ana basınç gerilmesinin yaklaşık K-G doğrultusunda olduğunu tespit etmiştir.

Baş (1979), Erzincan dolayındaki genç volkanitlerin (Miyosen-Pliyosen) kalkalkalin özellikte olduğunu ve kıta kenarı volkanizmasının bir ürünü olduğunu belirtmiştir.

Tufan ve Ateş (1995), Sivas, Erzincan, Malatya ve Kayseri arasında kalan bölgenin rejyonal gravite ve havadan manyetik anomalilerini inceleyerek, bölgedeki gravite ve manyetik etki oluşturan kütlelerin yayılım ve uzanımlarını araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonucuna göre manyetik anomalilere neden olan kütlelerin tabanlarının Curie derinliğine kadar uzandıklarını ifade etmişlerdir.

Chakravarthi v.d. (2001), çokgen modeli kullanarak Güney Arizona' daki Tucson Basenini; Chakravarthi ve Sundararajan (2005, 2006), 2.5 boyutlu düşey prizma modelini kullanarak, parabolik yoğunluk fonksiyonu yardımıyla, Hindistan' daki Godawari Basenini modellemişlerdir.

Berge-Thierry (2001), k^{-2} kinematik kaynak modeli ile 1992 Erzincan depreminin simülasyonunu yapmışlardır. Bu çalışmayı Erzincan havzasını da kapsayan 60 km x 60 km'lik bir bölge için yapmışlar ve sonuçta teorik ivme haritası oluşturmuşlardır. Bu haritadan elde ettikleri sonuçlara göre havzanın özellikle batı kısmı ileride

oluşabilecek kuvvetli yer hareketlerinin seviyesinin 1992'den daha yüksek seviyede olacağını göstermişlerdir.

Kaypak ve Eyidoğan (2002), Erzincan ve çevresinin üst kabuk hızını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmışlardır. Çalışmaların ışık tuttuğu sismik hız yapısı ile hesaplanan yeni artçı sarsıntılar incelendiğinde, bunların genellikle Kuzey Anadolu Fay Kuşağı üzerine düştüğü ancak sismik etkinliğin güneye Pülümür'e doğru yöneldiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar ışığında, havzanın güneydoğusu ile Pülümür arasında yer alan yeni bir zayıflık zonunun olabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Kaypak ve Eyidoğan (2005), Erzincan Havzası'nda kabuğun 20 km'lik üst kısmında farklı sismik hızlarından tespit edilen altı katman tanımlamışlardır. Pülümür ve havzanın güneydoğusunda kümelenen 1992 Erzincan depreminin artçı şoklarının yanısıra 2003 Pülümür depreminden sonraki bölgesel sismik aktivitenin, Ovacık Fayı'na benzer şekilde Kuzey Anadolu Fay Zonu'na antitetik olarak Avcıdağ Fayı şeklinde adlandırdıkları yeni bir fayın geliştiğine işaret etmektedirler.

Hartleb vd. (2006), Erzincan Havzası'nın kuzeybatısında Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde Çukurçimen'de paleosismolojik amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Son 3500 yıllık zaman diliminde en az altı ve muhtemelen yedi veya daha fazla yüzey kırığı oluştuğunu ifade etmektedirler. Son 2500 yıllık zaman diliminde ise bu bölgede meydana gelen depremlerde beş adet yüzey kırığı oluştuğunu ve deprem tekrarlanma aralığının 210-700 yıl arasında değiştiğini ifade etmektedirler

Büyüksaraç (2007), İç Doğu Anadolu'nun burkulma tektoniğini potansiyel alan verileriyle incelemiştir. Gravite anomalilerinin yatay gradyanlarından elde edilen maxspot değerlerini hesaplamış ve çizdiği maxspot haritası ile bilinen fayların yanı sıra yeni çizgiselliklerin de konumlarını ortaya koymuştur. Havadan manyetik anomalilere göre ise yaklaşık olarak saatin tersi yönünde 30° derecelik sapma olduğunu ortaya koymuşlardır.

Işık (2003), çeşitli yoğunluk fonksiyonları kullanarak Aydın-Sultanhisar bölgesini, Bal ve Kara (2005), değişken yoğunluk farkı ile Tuz Gölü bölgesini değerlendirmişlerdir.

Kaypak (2008), Erzincan depreminin (1992) artçı şoklarından yayılan sismik dalgalar kullanarak Erzincan Havzası ve çevresini Vp ve Vp/Vs hız yapısını kullanarak lokal deprem tomografisi ile üç boyutlu modellemişlerdir. Elde edilen 3B Vp ve Vp/Vs tomografik görüntülerinin Erzincan havzası altındaki gömülü saklı

jeolojik ve tektonik yapılarla ilişkili hız anomalilerini gösterdiğini ortaya çıkarmışlardır.

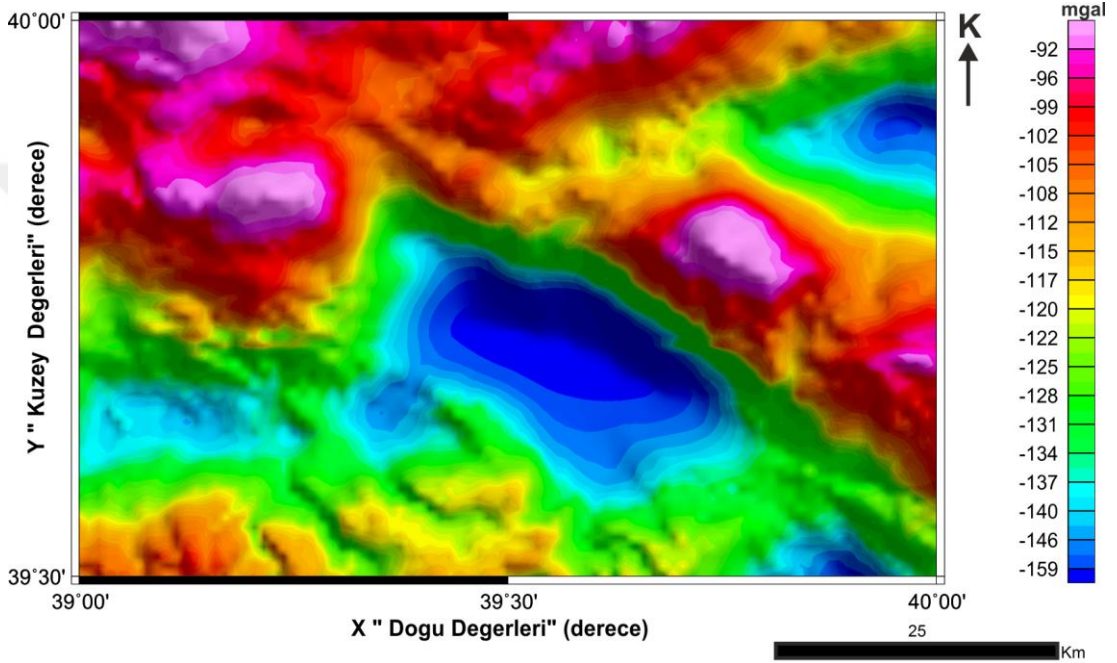
Önal vd. (2008), Sivas Havzası'nın derin yapısını Cordell and Henderson (1968) yöntemini kullanarak 3B modellemiştir. Bu çalışmada, havzanın derinlik değişimi ve en derin yerleri ortaya çıkarılmıştır.

Akpınar vd. (2016), Erzincan Havzası'nın özellikle kuzey kenarı üzerinde KAFZ ile yakından ilişkili Kuvaterner yaşlı volkanik çıkış merkezlerindeki lavlardan paleomanyetik amaçlı örnekler alınmıştır. Erzincan Havzası'nda 43 ayrı istasyondan alınan örneklerin paleomanyetizma sonuçları incelendiğinde, örneklerin tümünün pozitif inklinasyon değeri gösterdiği dolayısıyla normal bir polarite içerdiği görülmektedir. Bu sonuçlar, Erzincan Havzası'ndaki genç volkanik kayaların tümünün Bruhnes evresinde oluştuğunu ortaya koymaktadır.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Gravite Verisi

Çalışma alanına ait gravite verileri 2.5 km grid aralıklı MTA Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve tüm düzeltmeler MTA tarafından yapılmıştır. 2.67 gr/cm³ olan yoğunluk değeri, havza dolgu malzemesinin alüvyonlardan oluşması nedeni ile 2.40 gr/cm³ yoğunluk değerine göre Bouguer düzeltmesi yeniden yapılmış ve çalışma alanına ait Gravite anomali haritası Şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait Gravite Anomali Haritası.

4.2. Analitik Uzanım

Yerin farklı derinliklerinde ve farklı noktalarında bulunan sonsuz sayıda kütlelerin etkileri yüzeyde ölçülen gravite anomalilerini oluşturmaktadır. Yüzeyden ölçülen gravite değerleri hem yüzeyde hem de derinlerde bulunan kütlelerin yoğunluklarından ileri gelen gravite anomalileridir. Derindeki kütlelerden ileri gelen anomalileri saptayabilmek için yüzeye yakın sığ kütlelerin etkisinin atılması gerekir, bunun için “yukarı uzanım” yöntemi uygulanması gerekir. Aynı şekilde sığ kütlelerden ileri gelen gravite anomalilerinin saptanabilmesi için derinden gelen kütlelerin anomali etkilerinin atılması gerekir, bunun için de “aşağı uzanım” yöntemi uygulanması gerekir.

4.2.1. Yukarı ve Aşağı Analitik Uzanım

Yukarı uzanım yöntemi ile yüzey üzerindeki bilgisi tam olarak bilinen potansiyel alanın herhangi bir noktasındaki kaynaktan daha uzak olan potansiyel alan hesaplanabilir. Yukarı uzanım yöntemi ile potansiyel alan verileri inceleme yapılan yüzey derinliğine göre yararlı hale getirilebilir. Bazen çeşitli sebeplerden dolayı farklı yüksekliklerde ölçüm yapılmak durumunda kalınır fakat bu ölçümlerin belirli bir seviyede olması istenir. Yukarı uzanım işlemi ile ölçüler sabit bir yüzeye taşınır. Ayrıca yüzeydeki kütlelerden ileri gelen anomaliler nedeniyle derin anomaliler, belirgin bir şekilde gözlenemeyebilir bu durumda yukarı uzanım işlemi ile derin kütlelerin oluşturduğu anomaliler daha belirgin duruma getirilmiş olur. Yani derin kütlelerin etkisi daha fazlayken, yüzeye yakın küçük kütlelerin etkisi azalır. Bir gravite alanının konvolüsyonu sırasında kullanılan işleç (Blakely, 1995).

Yukarı analitik uzanım yöntemiyle şekildeki yüzeyde bulunan küçük kütlelerin gravite anomalileri etkisi azaltılır ve derinden gelen kütlelerin gravite anomalisi belirginleştirilir. Ayrıca alınan ölçümlerin yukarı doğru itilmesiyle de küçük kütlelerin etkisi azaltılır ve bir kütle olduğu ortaya çıkar (Ateş, 2004). Aşağı analitik uzanım daha derinde alınan ölçülerin nasıl olacağı düşünülerek yapılır aşağı analitik uzanım yönteminde derinlik sınırlaması vardır derinlik artarsa gürültü de artar.

$$e^{h(kx^2 + ky^2)^{1/2}} \quad [4.1]$$

olarak verilir. Burada,

h derinlik, (z yönünde, km)

kx x yönündeki dalga sayısı

ky y yönündeki dalga sayısı

Burada h, analitik uzanım mesafesidir. (+) olduğu durumda Yukarı Analitik Uzanım, (-) olduğu durumda ise Aşağı Analitik Uzanım işleci olur.

4.3. Türev Yöntemleri

Potansiyel alan kaynaklarının sınırlarının belirlenmesi amacıyla birçok sınır belirleme süzgeci önerilmiştir. Sınır belirleme süzgeçlerinin ilk nesili olan toplam yatay türev ve analitik sinyal süzgeçlerinin kullanımı artık standart bir durum

almıştır. Toplam yatay türev (TYT) süzgeci Cordell ve Grauch (1985) tarafından izleyen bağıntı ile verilmiştir.

$$TYT = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial y}\right)^2} \quad [4.2]$$

TYT çıkışının en yüksek genlik değerleri kaynak sınırları üzerinden geçmektedir. Analitik sinyal (AS) genliği 2B durum için Nabighian (1972) tarafından,

$$|AS| = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial z}\right)^2} \quad [4.3]$$

bağıntısı ile ve 3B AS genliği ise Roest vd. (1992) tarafından izleyen bağıntı ile verilmiştir,

$$|AS| = \sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)^2} \quad [4.4]$$

AS süzgeci özellikle yakın yüzey arama amaçlı toplanan potansiyel alan verilerinde sıklıkla kullanılan bir süzgeçtir. AS genliği kaynak yapıların üzerinde çan şekilli belirtiler sunar. Araştırmacılar son yıllarda dengelenmiş (normalize edilmiş) türev yöntemleri başlığı altında süzgeçler geliştirmiştir.

Bu kavram içerisinde ilk geliştirilen süzgeç eğim açısı (tilt angle) süzgecidir ve Miller ve Singh (1994) tarafından izleyen bağıntı ile verilmiştir;

$$Tilt = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{\partial P}{\partial z}}{TYT} \right) \quad [4.5]$$

Eğim açısı, düşey türevin TYT' e oranlanarak normalleştirilmiş şeklidir. Eğim açısı, hem yakın yüzey hem de derin kaynakların etkilerini aynı genlik seviyesinde veren bir süzgeçtir. Eğim açısının genliği yapı üzerindeyken pozitif, yapı kenarı üzerindeyken sıfır ve yapının dışında ise negatif değerler alır. Genlik değerleri $-\pi/2$ ve $\pi/2$ arasında değişir ve bu sayede yorumlanması oldukça kolaydır.

Eğim açısı temelde plan veya şekil belirleyici bir süzgeçtir. Bu sebepten dolayı, Verduzco vd. (2004) eğim açısının toplam yatay türevinin sınır belirlemede kullanılabilir bir yaklaşım olacağını göstermiştir. Eğim açısının toplam yatay türevi;

$$THDR = \sqrt{\left(\frac{\partial Tilt}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Tilt}{\partial y}\right)^2} \quad [4.6]$$

bağıntısıyla verilir. Eğim açısının toplam yatay türevi, türev tabanlı bir süzgecin tekrar türevi alınarak hesaplandığından verideki olası gürültünün artmasına neden olur. Diğer bir zayıf yönü ise derin yapılara karşı etkili sonuç üretememesidir. Öte yandan en kullanışlı özelliği ise mıknatıslanma yönünden bağımsız olmasıdır. Bu nedenle, uygulamada sıklıkla başvurulan bir süzgeçtir.

Dengelenmiş türevler kavramı altında geliştirilen diğer bir süzgeç ise teta açısı süzgecidir. Teta açısı Wijns vd. (2005) tarafından;

$$\cos \theta = \left(\frac{TYT}{AS}\right) \quad [4.7]$$

bağıntısıyla verilmiştir. Teta açısı, analitik sinyal genliği kullanılarak toplam yatay türevin normalleştirilmiş şeklidir. Teta açısı; $0 < \theta < \pi/2$ arasında değişir. Bu nedenle, yorumlanması oldukça kolaydır. Yöntemin zayıf noktası ise derin yapıların etkilerini dağınık bir şekilde göstermedir.

Diğer bir yaklaşım ise Cooper ve Cowan (2006) tarafından önerilen hiperbolik eğim açısı süzgecidir ve izleyen bağıntı ile verilmektedir;

$$HTA = \Re \left(\tanh^{-1} \left(\frac{\partial f / \partial z}{\sqrt{((\partial f / \partial x)^2 + (\partial f / \partial y)^2)}} \right) \right) \quad [4.8]$$

4.4. Üç Boyutlu (3B) Derinlik Modeli

Cordell and Henderson (1968)'in önerdiği 3B modelleme yönteminde gravite anomalisi dikdörtgen olarak gridlenir. Burada her bir grid noktası düşey prizmatik yapının merkezidir ve prizmaların enine kesit boyutları grid aralıkları kadardır. Bu

şekilde veri, grid noktası kadar eşit prizmalara bölünmektedir. Yapının ilk yaklaşım modeli Bouguer slab ilişkisinden elde edilmektedir. İlk modelin gravite alanı hesaplanır ve her bir grid noktasında ölçülen ile hesaplanan gravite değerinin oranı ilk yapı modelini değiştirmekte kullanılır, böylece yapının ikinci modeline yol göstermektedir. Bu işlem ölçülen ve hesaplanan gravite verileri arasında en iyi uyum sağlanıncaya kadar yinelemeli olarak sürdürülür. Bu yöntemde modeli oluşturan yapının, yoğunluğunun homojen dağıldığı ve belirli bir derinlikteki referans düzlemi boyunca sınırlandığı varsayılmaktadır. Yinelemeli modelleme yöntemlerinin çoğu üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- 1) Başlangıç modeli,
- 2) Deneysel modelin gravite etkisinin hesaplanması,
- 3) Modelin değiştirilmesidir.

İkinci ve üçüncü adımlar yeterli uyum sağlanana kadar yinelenir. Her bir prizma elemanının pozisyonu belirtilen bir yatay referans yüzeyi için düzenli ilişki ile kurulmaktadır. Prizma elemanlarının referans yüzeyi için üç mod vardır. Bunlar, üst yüzey, alt yüzey ve orta noktadır. Burada önce yoğunluk ve referans düzlemi belirtilir, q'uncu grid noktasındaki Q (x', y', 0) düşey prizmaya ait gravite etkisi P (x,y,0) sadece prizma kalınlığı T_q ve ilgili pozisyonun bir fonksiyonudur. Böylece,

$$\Delta g_{obs,p} \approx \gamma f(P, Q, T_q; \rho, D) \quad [4.9]$$

ve p'inci grid noktasındaki girilen nedensel yapının gravite etkisi;

$$g_{obs,p} \approx \sum_{q=1}^M \gamma f(P, Q, T_q; \rho, D) \quad [4.10]$$

ile ifade edilir. Burada;

γ = gravite sabiti

ρ = yoğunluk

D = referans düzleminin derinliği

M = toplam grid sayısıdır.

Eğer t_{n,q} n'inci iterasyon sonucunda q'uncu grid noktası altındaki prizma elemanının kalınlığı ise;

$$\lim_{n \rightarrow \infty} t_{n,q} = T_q$$

olarak ifade edilir. Her grid noktasındaki başlangıç model kalınlıkları,

$$t_{1,q} = K g_{obs,q} \quad [4.11]$$

olarak ifade edilir.

Burada $K = \frac{1}{2\pi\gamma\rho}$ dur.

Böylece ilk modelin hesaplanan gravite anomalisi;

$$g_{calc,1,p} = \sum_{q=1}^M \gamma f(P, Q, t_{1,q}; \rho, D) \quad [4.12]$$

olarak ifade edilir. Bir sonraki yinelemedeki model kalınlıkları izleyen eşitlikle tanımlanmıştır.

$$t_{2,q} = t_{1,q} \left(\frac{g_{obs,q}}{g_{calc,1,q}} \right) \quad [4.13]$$

Veya genel olarak;

$$t_{n+1,q} = t_{n,q} \left(\frac{g_{obs,q}}{g_{calc,n,q}} \right) \quad [4.14]$$

Olur ve böylece;

$$g_{calc,n,p} = \sum_{q=1}^M \gamma f(P, Q, t_{n,q}; \rho, D) \quad [4.15]$$

ifadesi yazılabilir. Ölçülen ve hesaplanan veriler arasındaki uyumu belirlemek için rms değerleri hesaplanır.

$$rms_n = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^M (g_{obs,p} - g_{calc,n,p})^2}{M}} \quad [4.16]$$

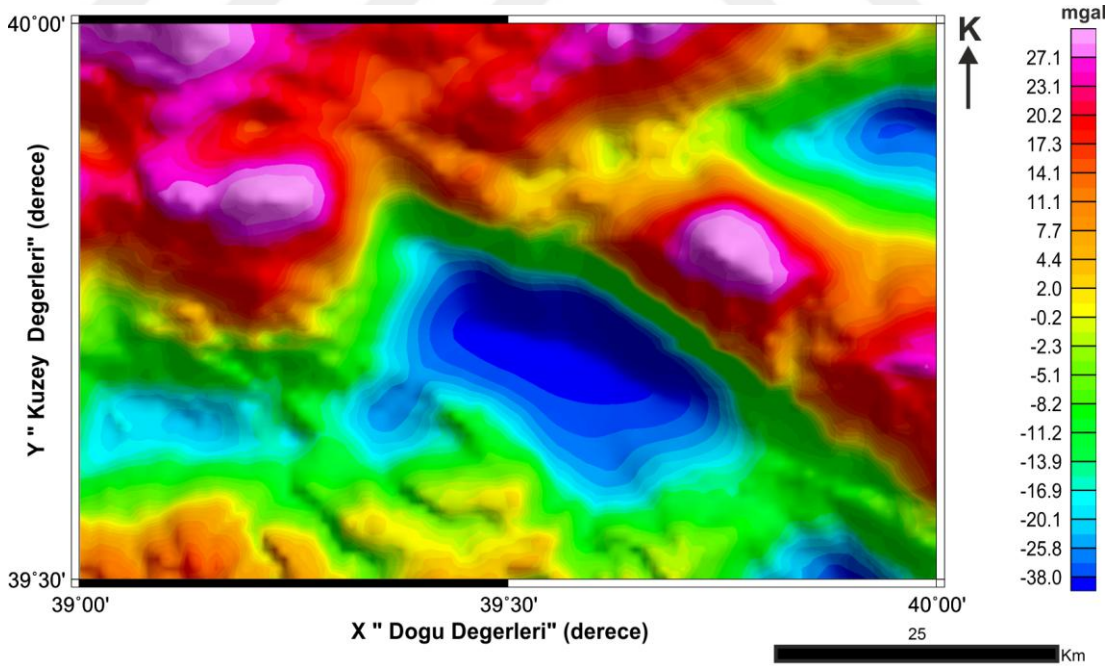
Böylece rms değerinin en küçük olduğu yineleme adımı çözüm olarak kabul edilir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

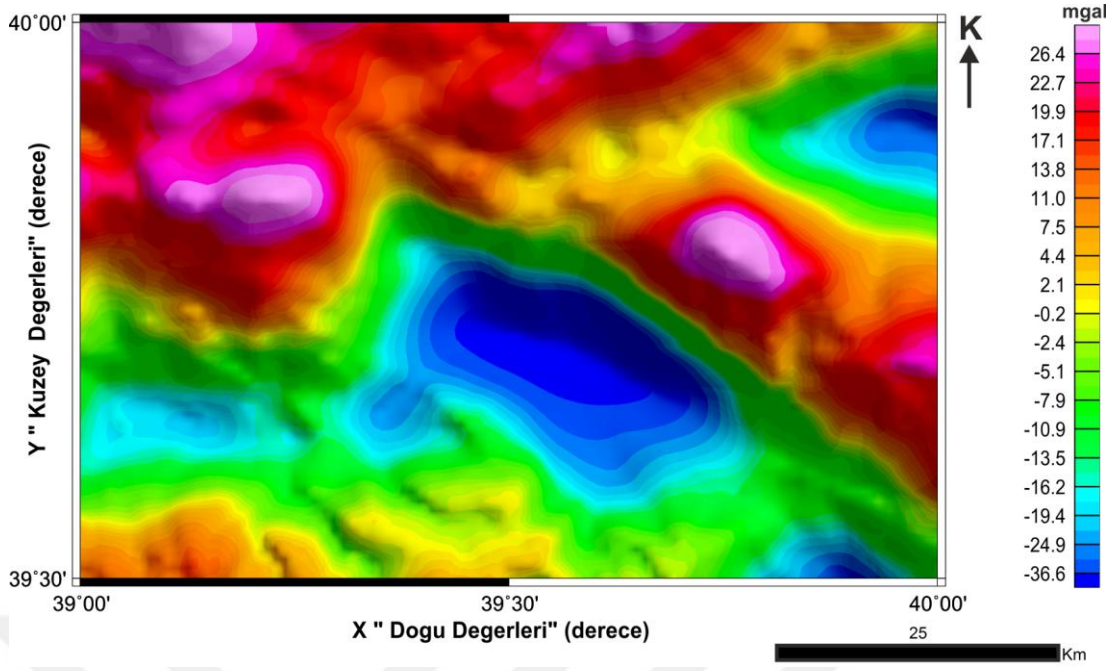
Erzincan Havzasının temelini, sınırlarını ve havza kalınlığını belirlemek için Şekil 4.1'de gösterilen gravite verilerine 0.25 km, 0.50 km , 0.75 km ve 1 km olmak üzere yukarı uzanım uygulanmıştır. Yukarı uzanım uygulanan her bir veriye sırasıyla Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT), Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS), Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt), Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR), Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \Theta$) ve Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) olmak üzere toplam 6 adet türev uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler birbiri ile ve mevcut havza geometrisiyle karşılaştırılmıştır.

5.1. Gravite Verisi Yukarı ve Aşağı Uzanım Sonuçları

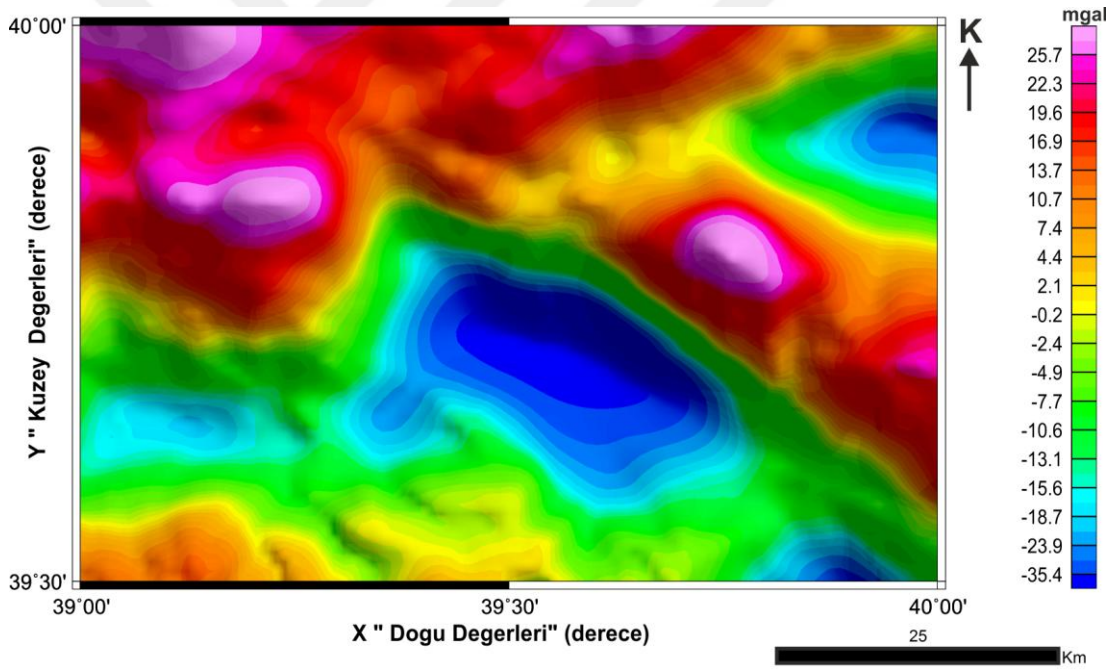
Yukarı uzanım yöntemiyle sığ yapıların anomali üzerinde ki etkilerin uzaklaştırılmış ve derindeki yapılar belirgin olarak görülmesine olanak sağlanmıştır. Şekil 4.1'de gösterilen gravite verilerine 0.25 km, 0.50 km , 0.75 km ve 1 km olmak üzere yukarı uzanım uygulanmıştır. Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Anomali Haritaları Şekil 5.1.1 - 5.1.6'da verilmiştir.



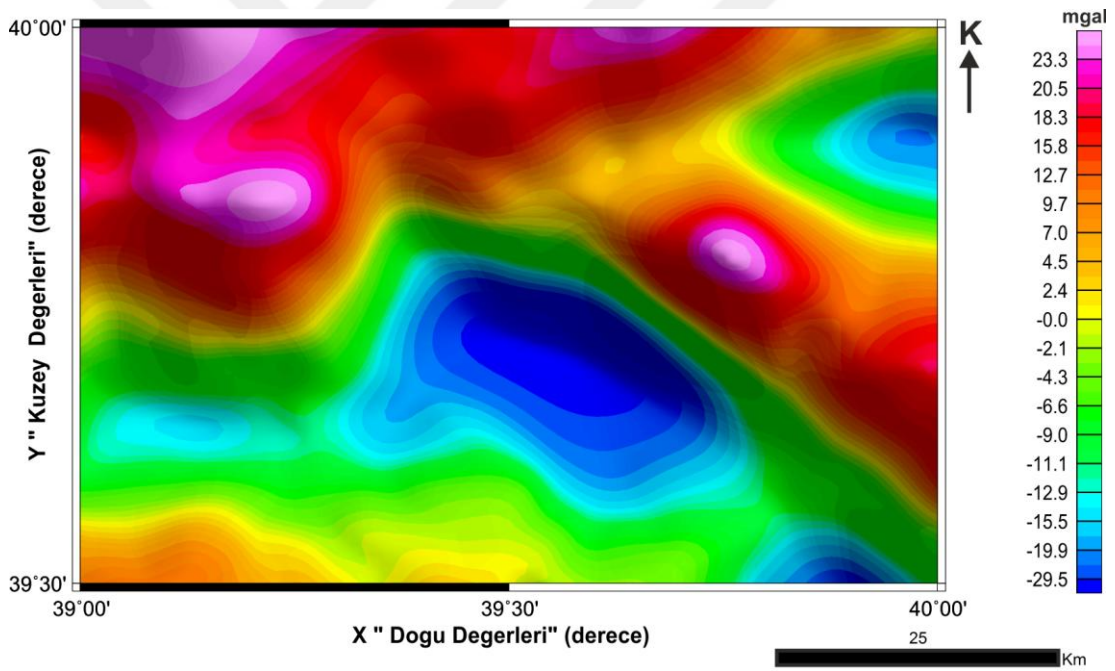
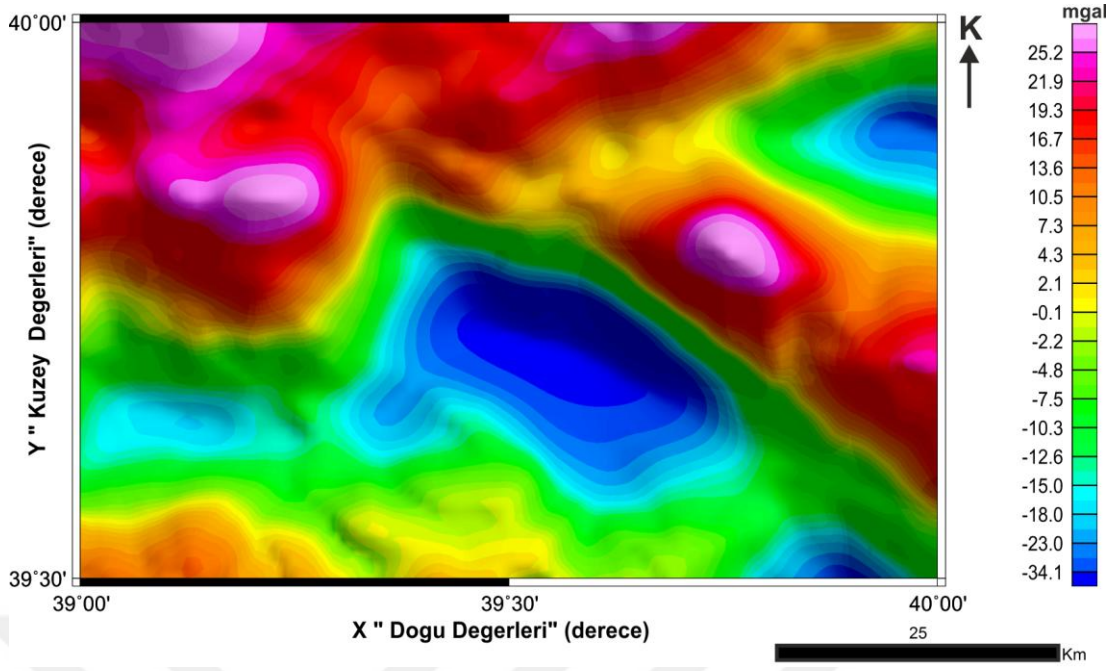
Şekil 5.1.1. 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.

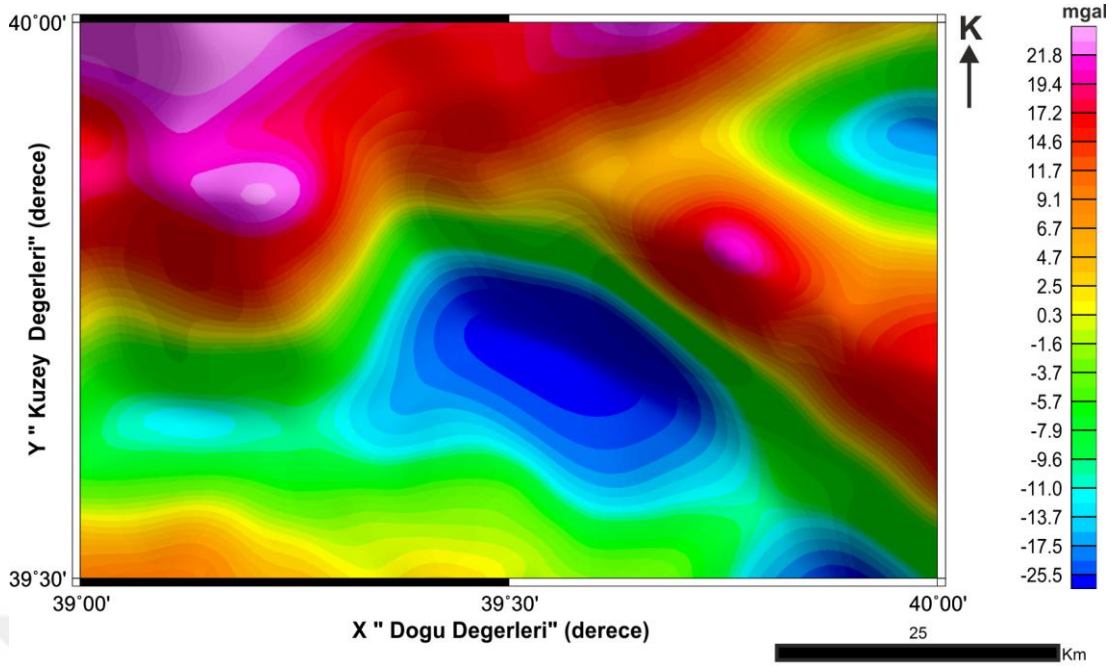


Şekil 5.1.2. 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.



Şekil 5.1.3. 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.



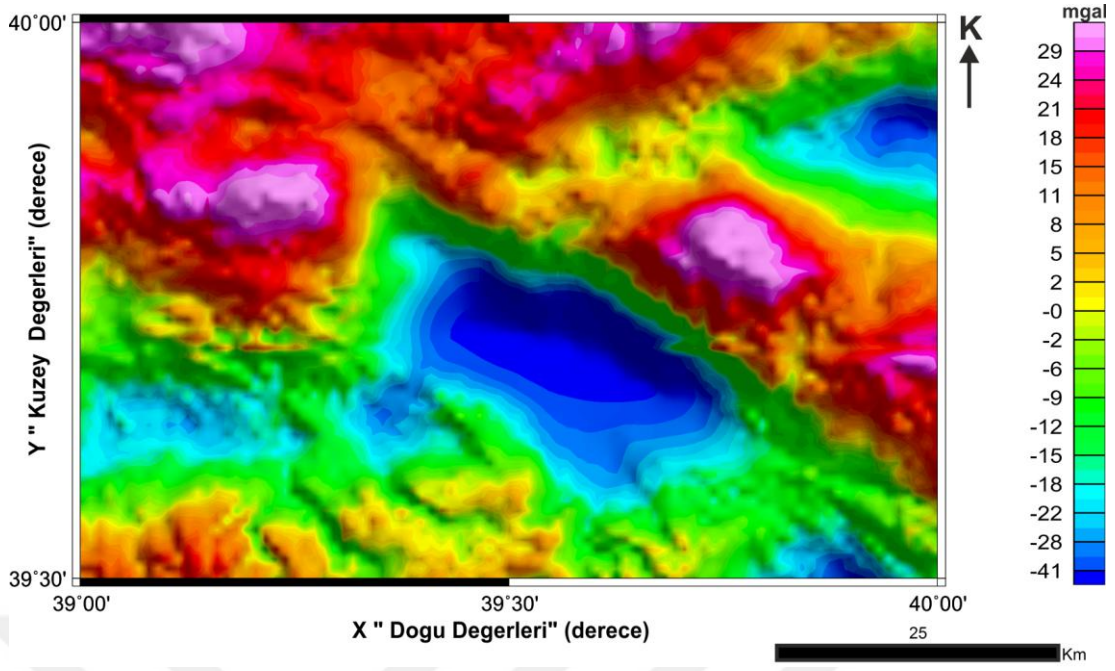


Şekil 5.1.6. 3 km Yukarı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.

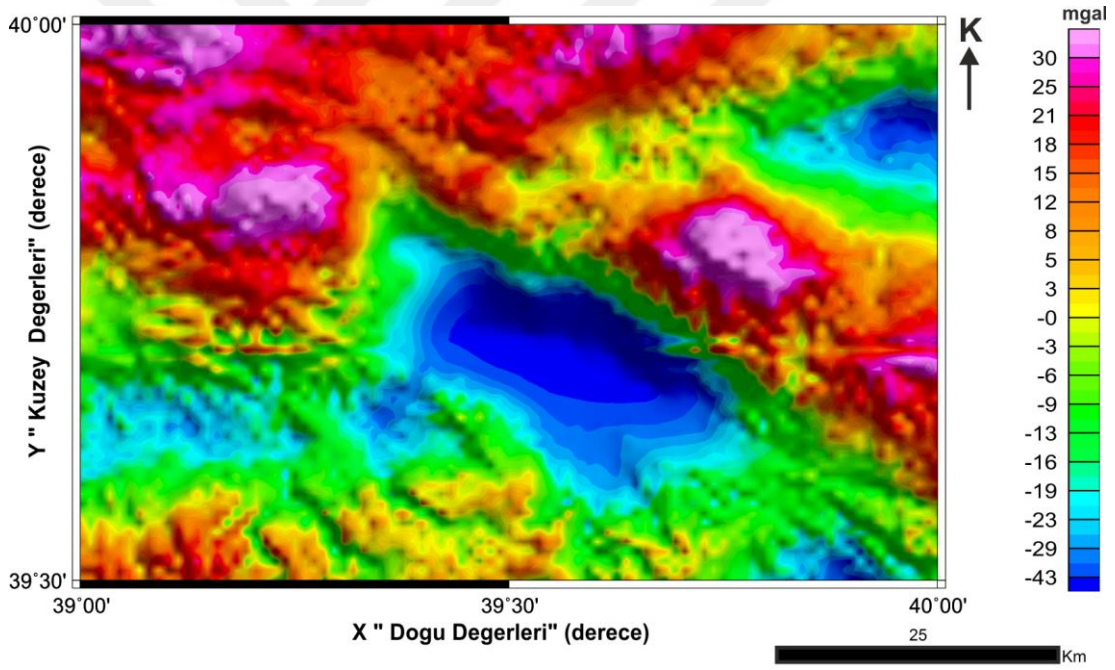
Şekil 5.1.5 ve 5.1.6'da 2 ve 3 km yukarı uzanım uygulanmış gravite anomali haritaları incelendiğinde verilerde diğer uzanımlara göre bir çok etkinin kaybolduğu gözlenmiş ve bu nedenle çalışmanın amacına 0.25 km, 0.50 km, 0.75 km ve 1 km uzanım uygulanmış veriler uygun olduğu düşünüldüğünden sadece bu uzanım seviyeleri dikkate alınmıştır.

Aşağı uzanım yöntemiyle derin yapıların anomali üzerinde ki etkilerin uzaklaştırılmış ve sığ yapıların belirgin olarak görülmesine olanak sağlanmıştır.

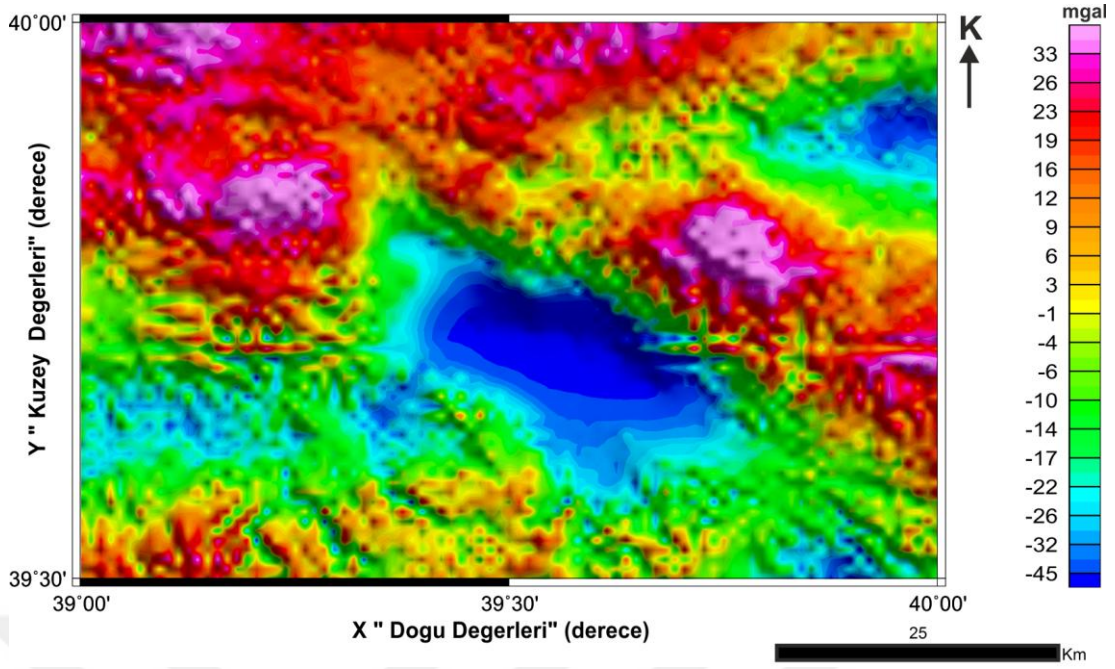
Şekil 4.1'de gösterilen gravite verilerine 0.25 km, 0.50 km , 0.75 km ve 1 km olmak üzere aşağı uzanım uygulanmıştır. Aşağı Uzanım Uygulanmış Gravite Anomali Haritaları Şekil 5.1.7 - 5.1.10'de verilmiştir.



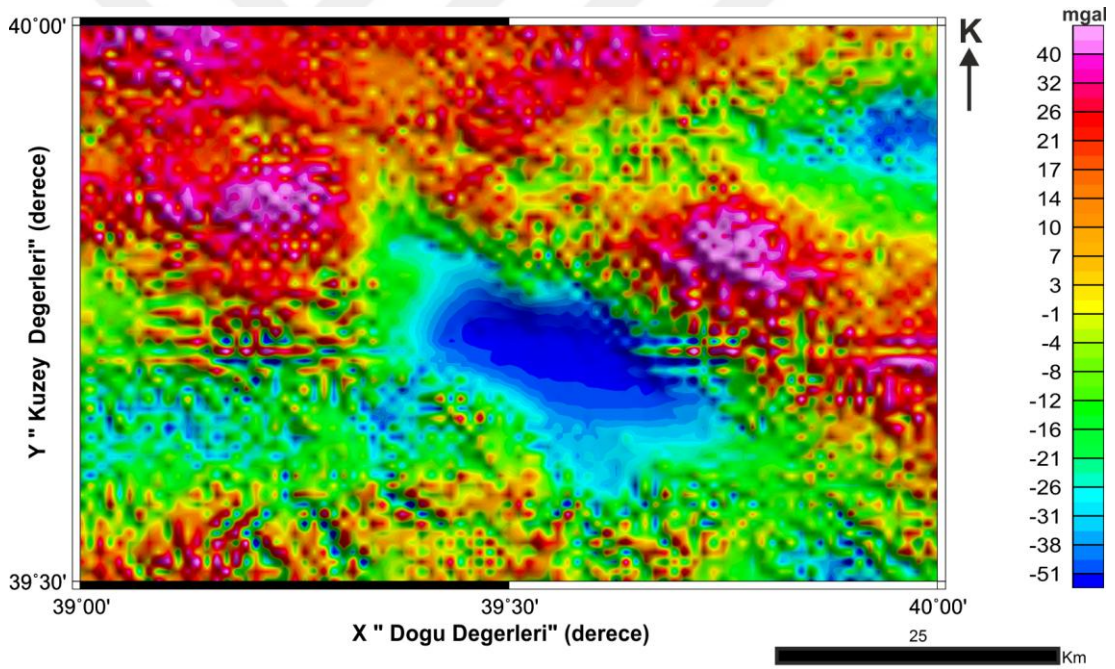
Şekil 5.1.7. 0.25 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.



Şekil 5.1.8. 0.50 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.



Şekil 5.1.9. 0.75 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.

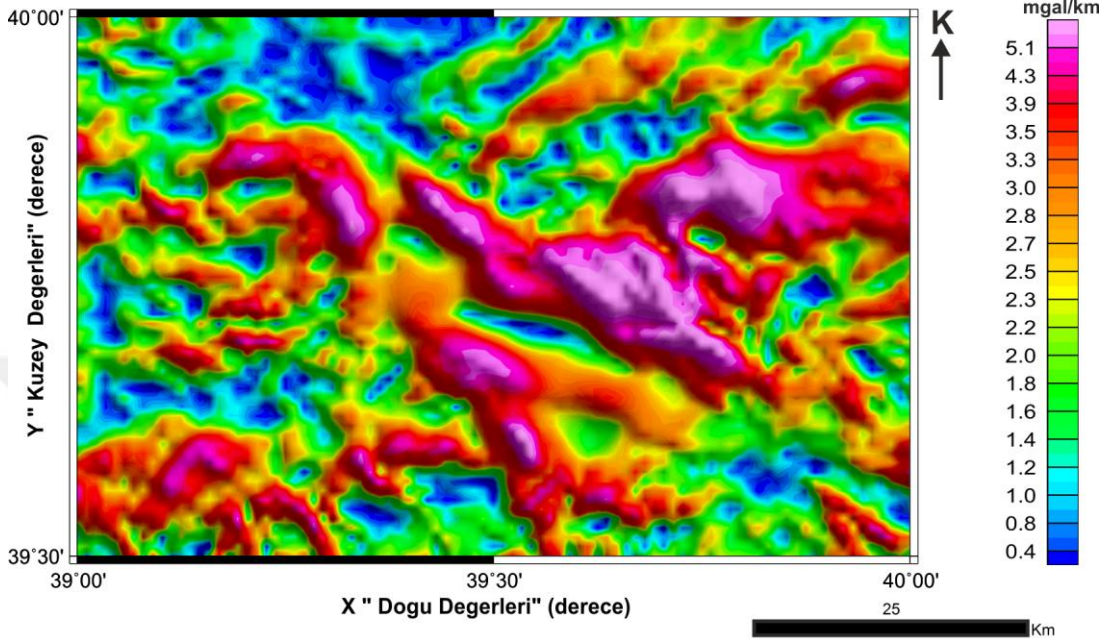


Şekil 5.1.10. 1 km Aşağı Uzanım Uygulanmış gravite anomali haritası.

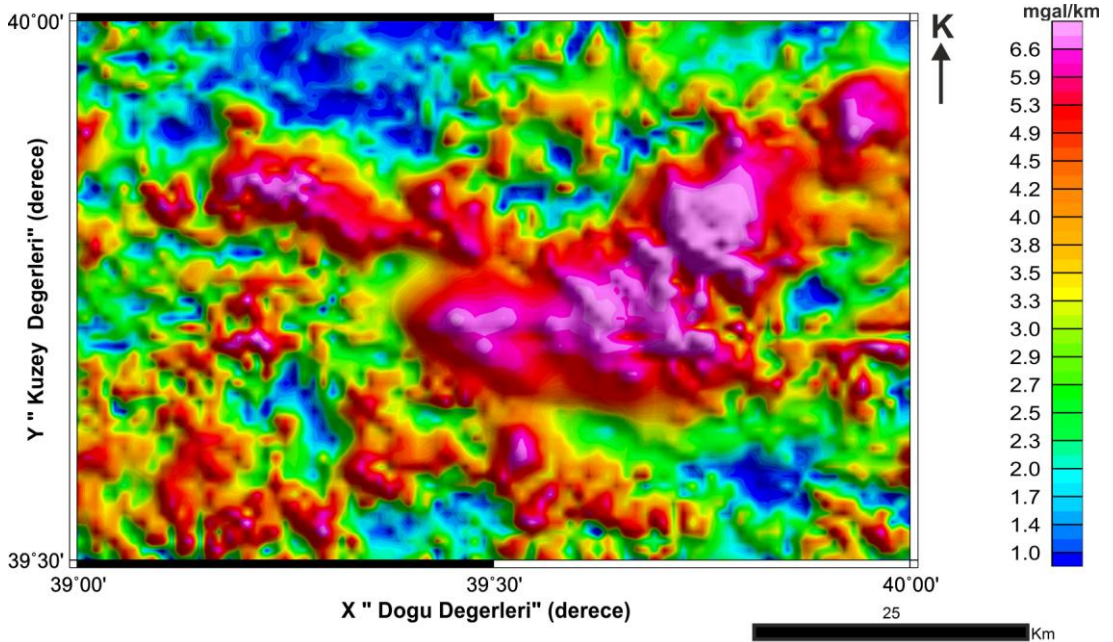
Şekil 5.1.7 - 5.1.10 da gösterilen değişik seviyelerde uygulanmış Aşağı Uzanım haritaları incelendiğinde sığ derinliklerden başlayarak derinlere inildikçe gürültü seviyesinin arttığı gözlenmiştir. Bu nedenle aşağı uzanım uygulanmış gravite haritalarına herhangi bir işlem uygulanmamıştır.

5.2. Türev Sonuçları

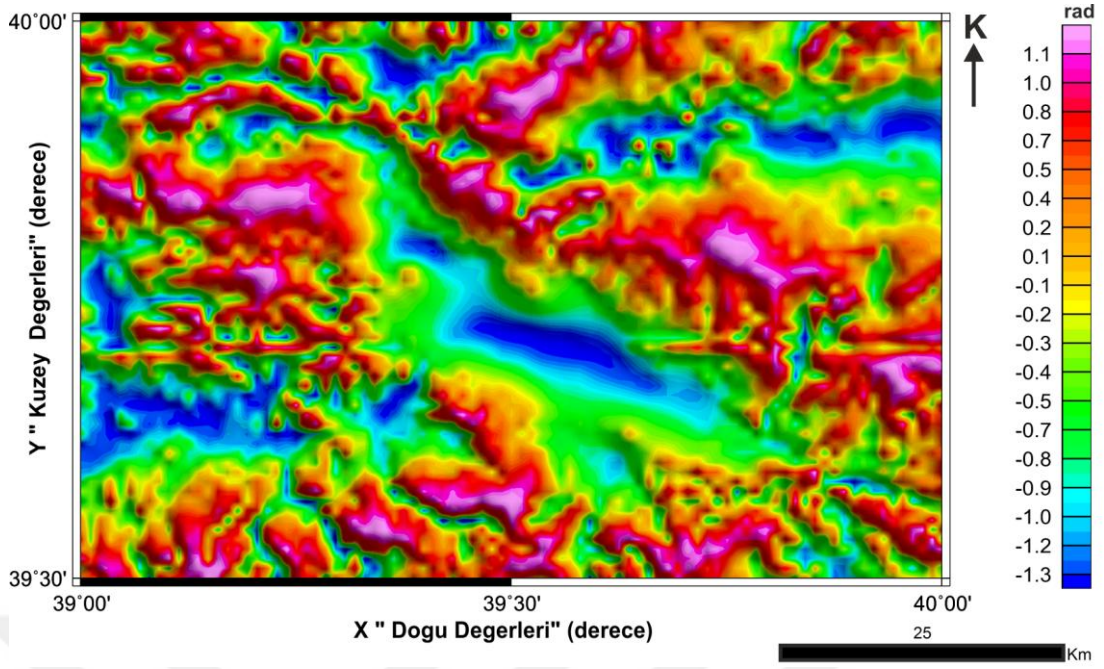
Şekil 5.1.1.'de Yukarı 0.25 km Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine 6 adet Türev süzgeci uygulanmıştır. Türev süzgeci uygulanan gravite anomali haritası Şekil 5.2.1, 5.2.2 - 5.2.6'da gösterilmiştir.



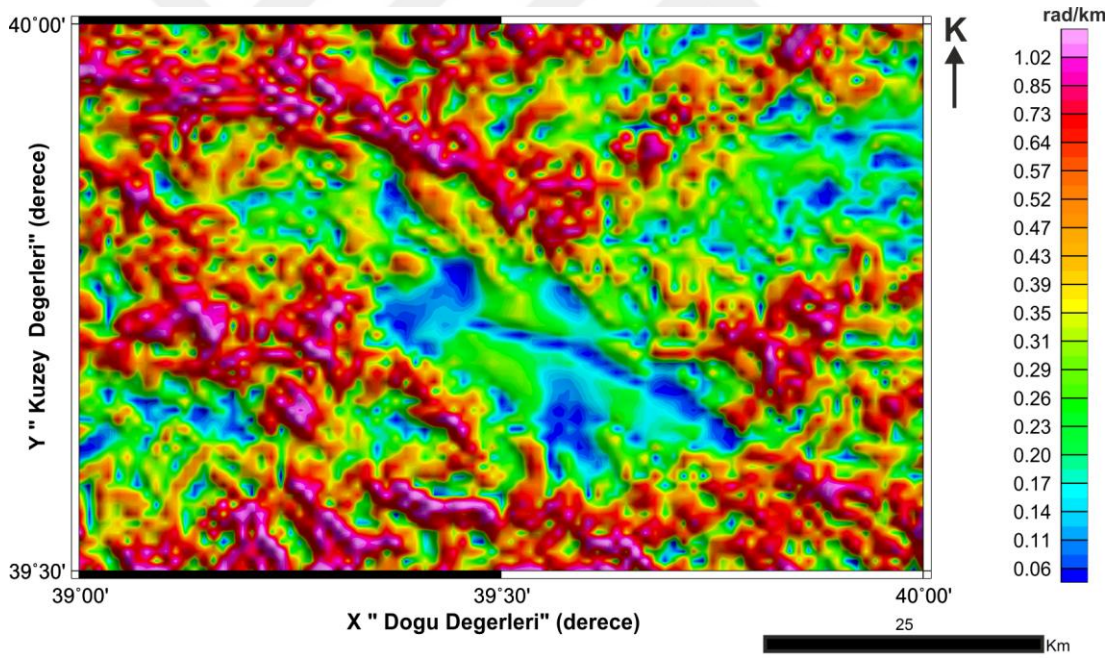
Şekil 5.2.1. Şekil 5.1.1.'de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması.



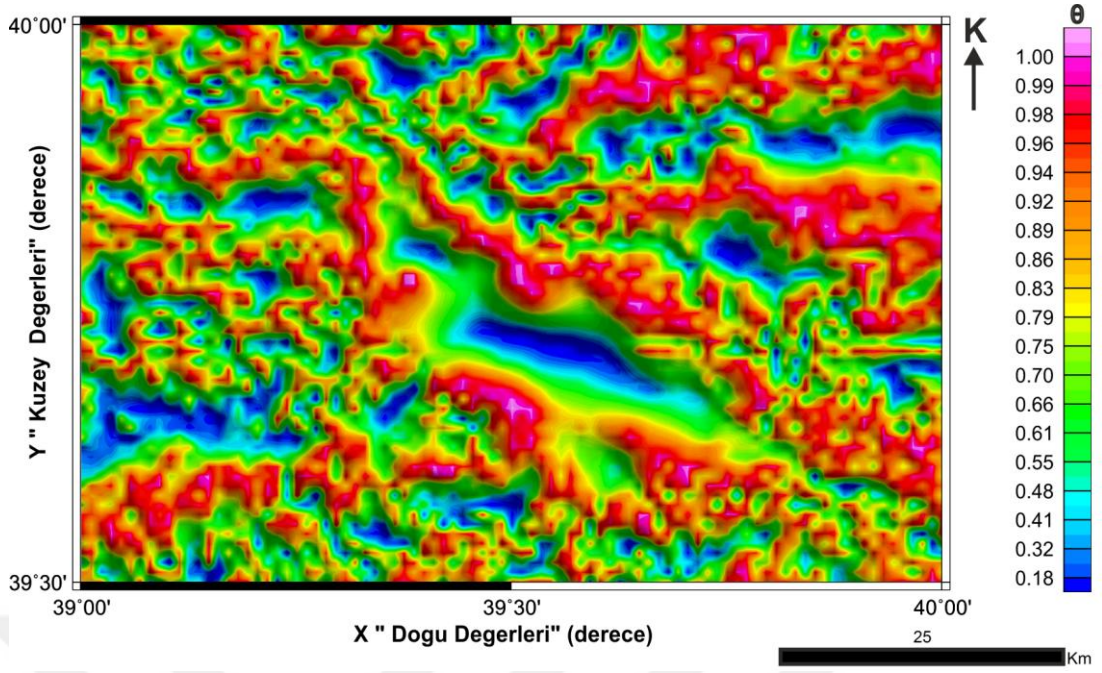
Şekil 5.2.2. Şekil 5.1.1.'de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması.



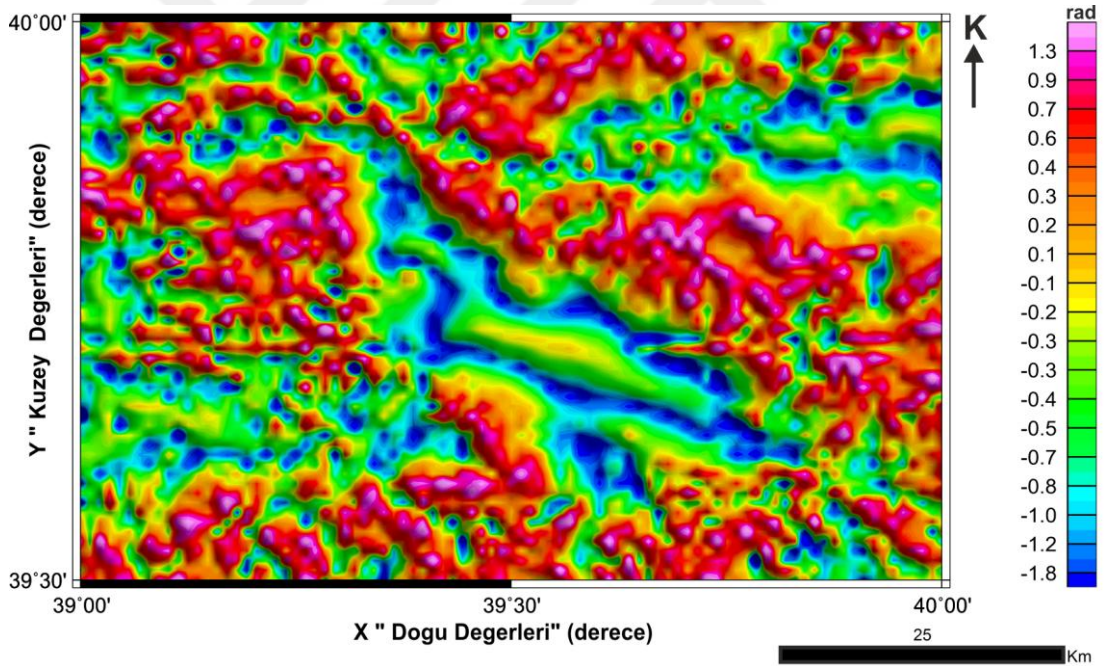
Şekil 5.2.3. Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması.



Şekil 5.2.4. Şekil 5.1.1’de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması.

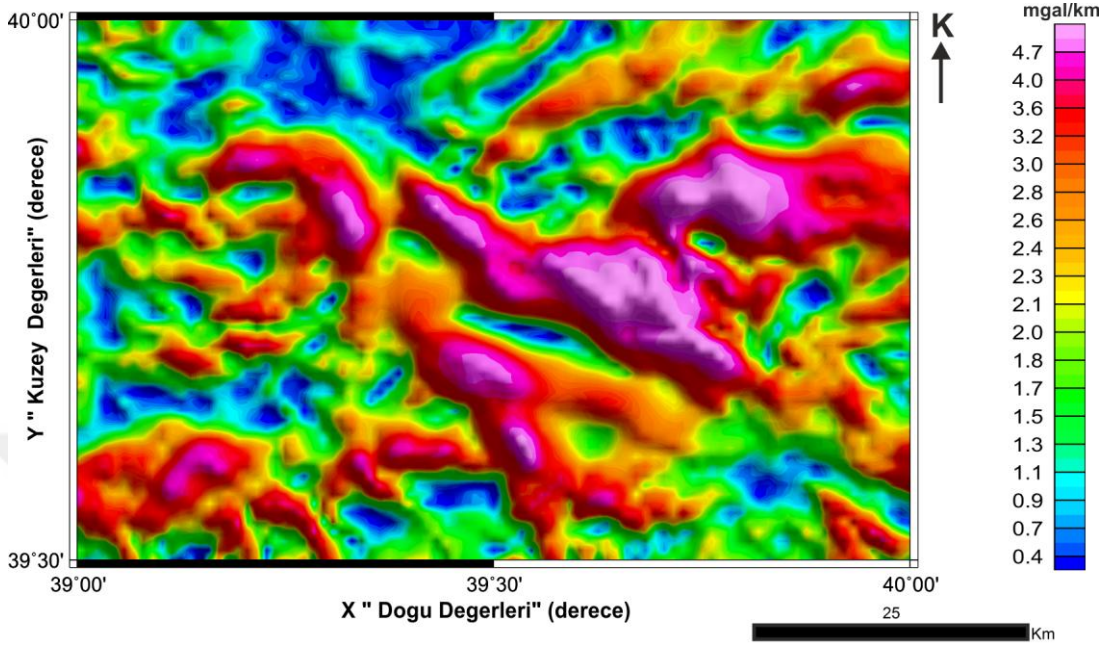


Şekil 5.2.5. Şekil 5.1.1'de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \theta$) Uygulanması.

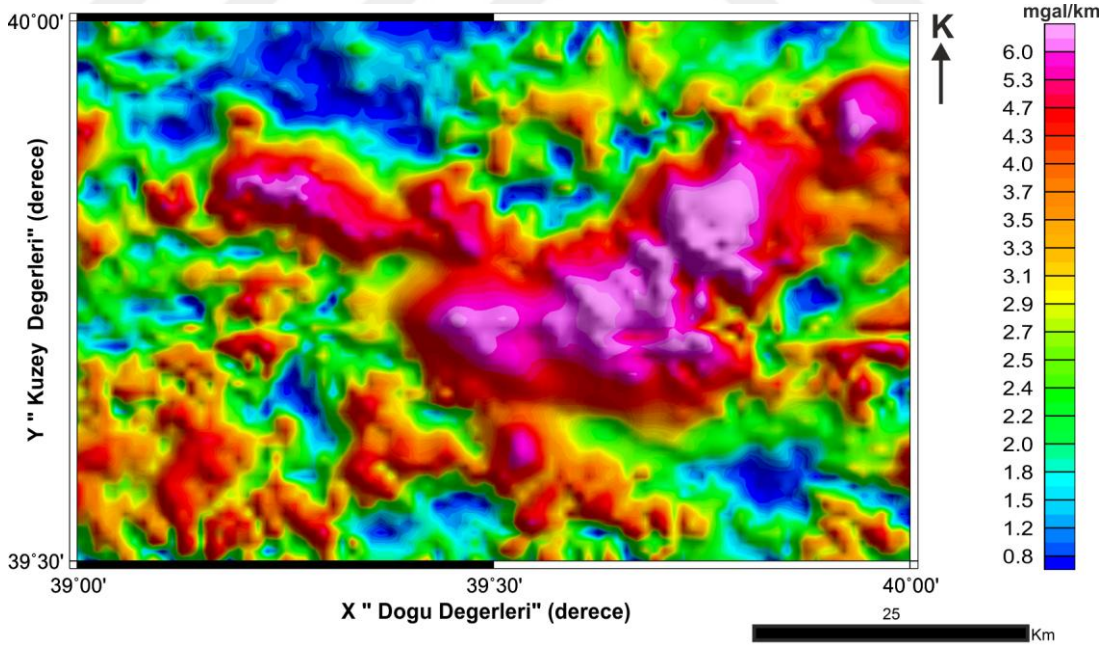


Şekil 5.2.6. Şekil 5.1.1'de gösterilen 0.25 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması.

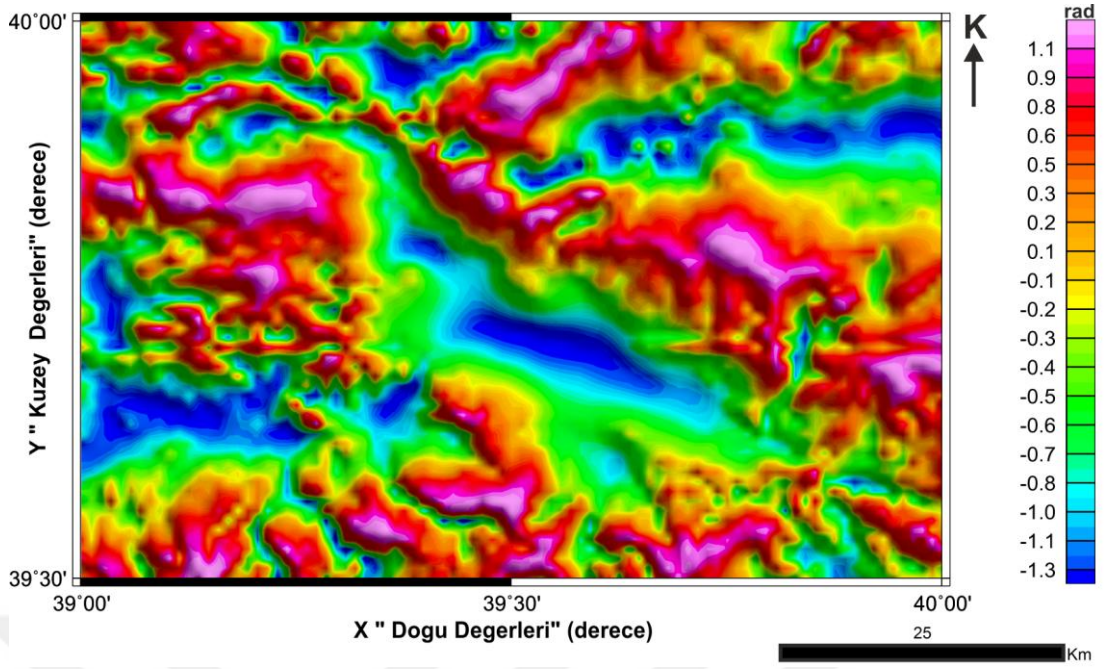
Şekil 5.1.2'de Yukarı 0.50 km Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine 6 adet Türev süzgeci uygulanmıştır. Türev süzgeci uygulanan gravite anomali haritası Şekil 5.2.7 - 5.2.12'de gösterilmiştir.



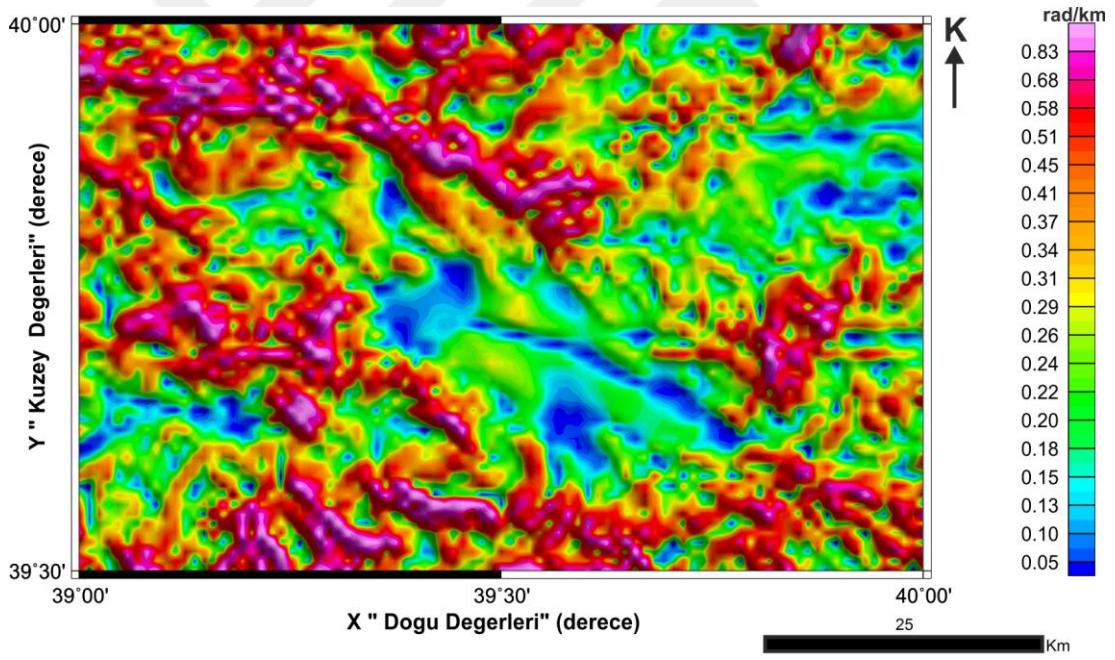
Şekil 5.2.7. Şekil 5.1.2'de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması.



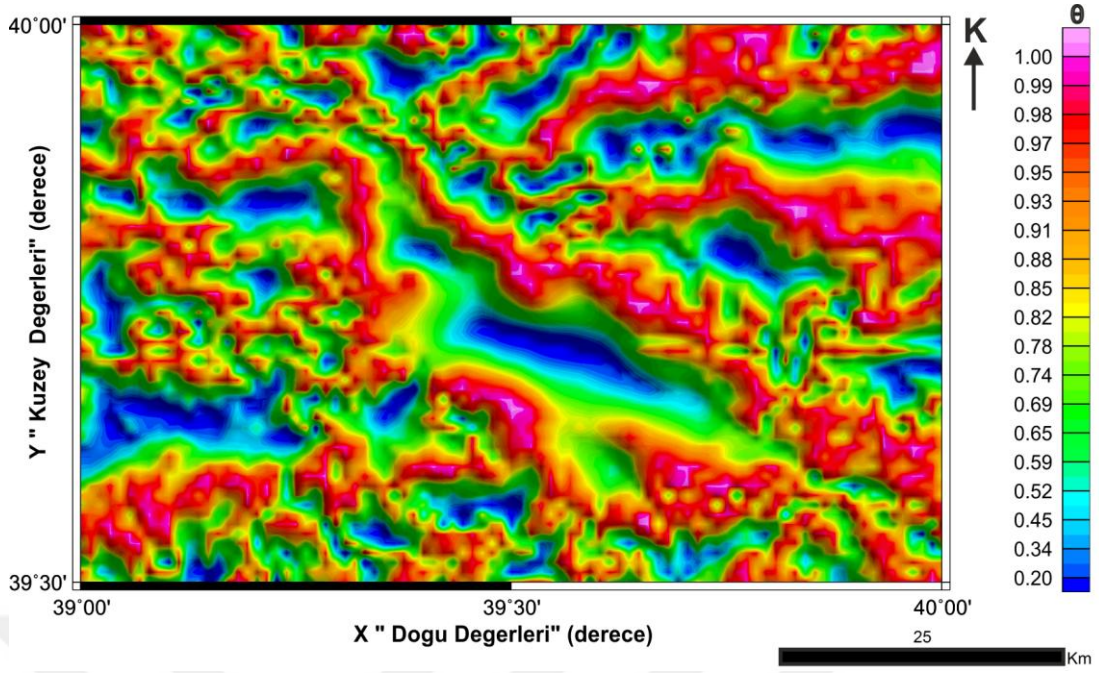
Şekil 5.2.8. Şekil 5.1.2'de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması.



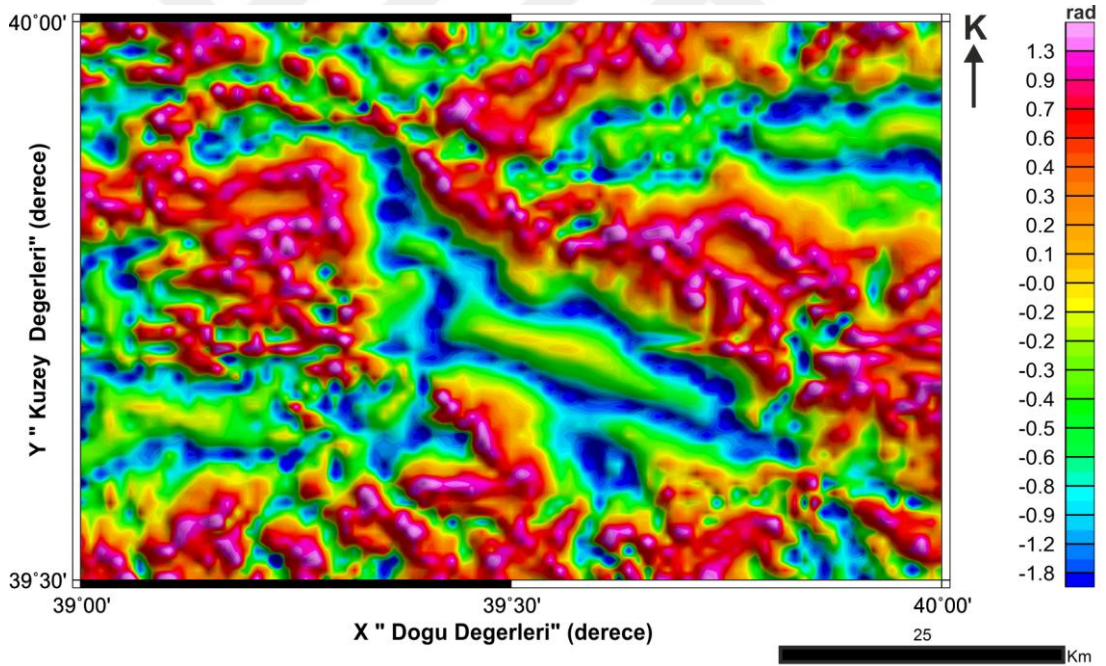
Şekil 5.2.9. Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması.



Şekil 5.2.10. Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması.

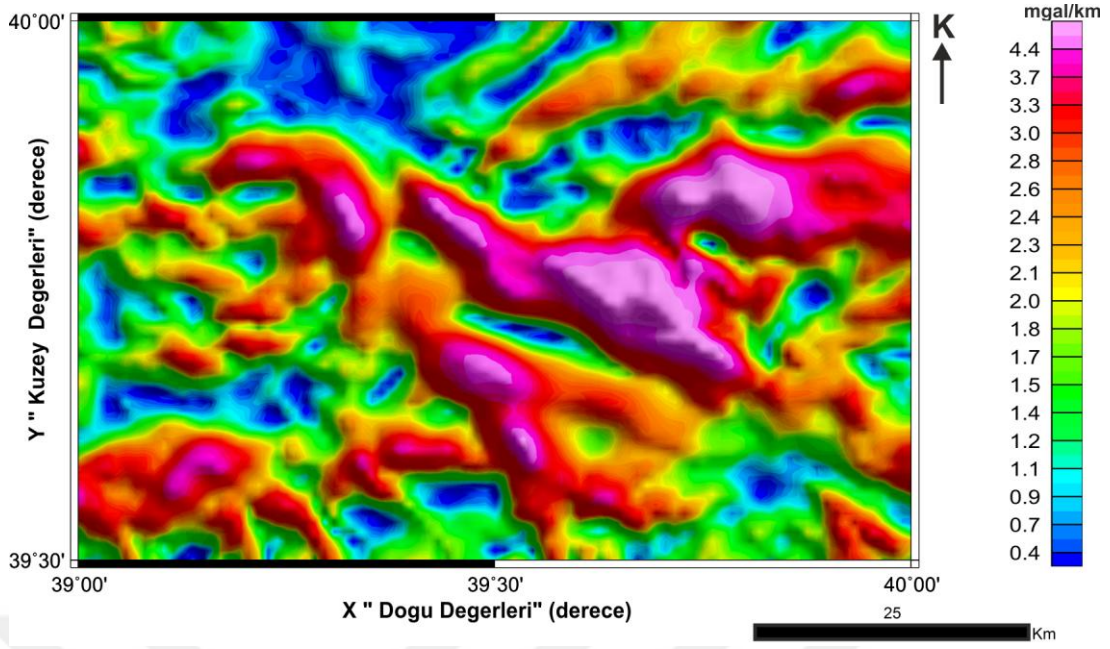


Şekil 5.2.11. Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \theta$) Uygulanması.

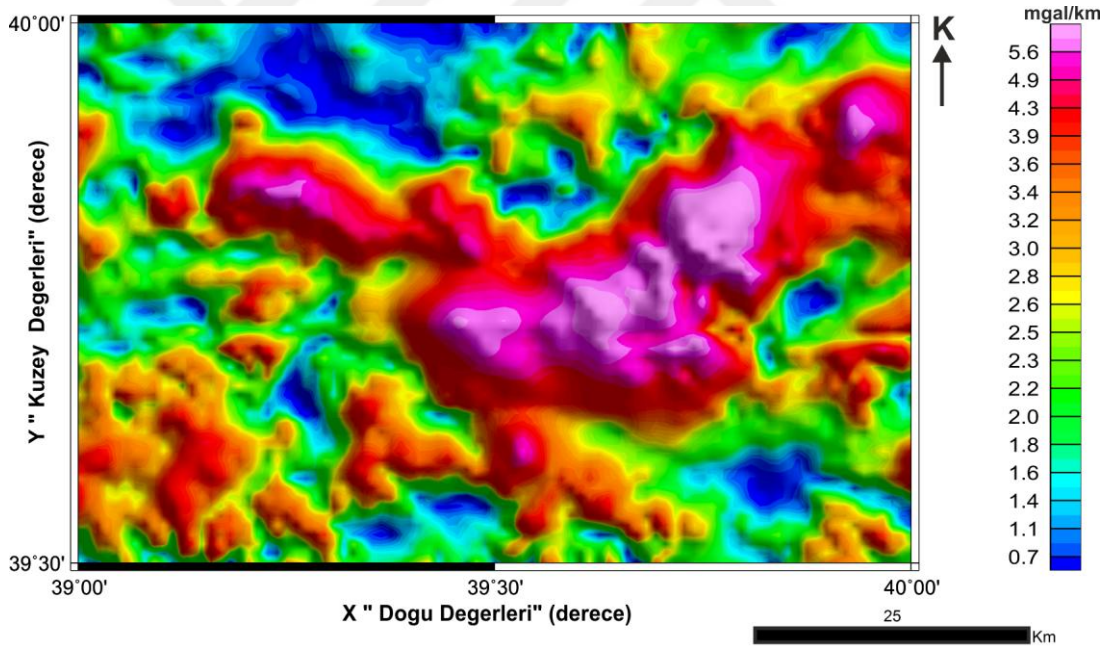


Şekil 5.2.12. Şekil 5.1.2’de gösterilen 0.50 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması.

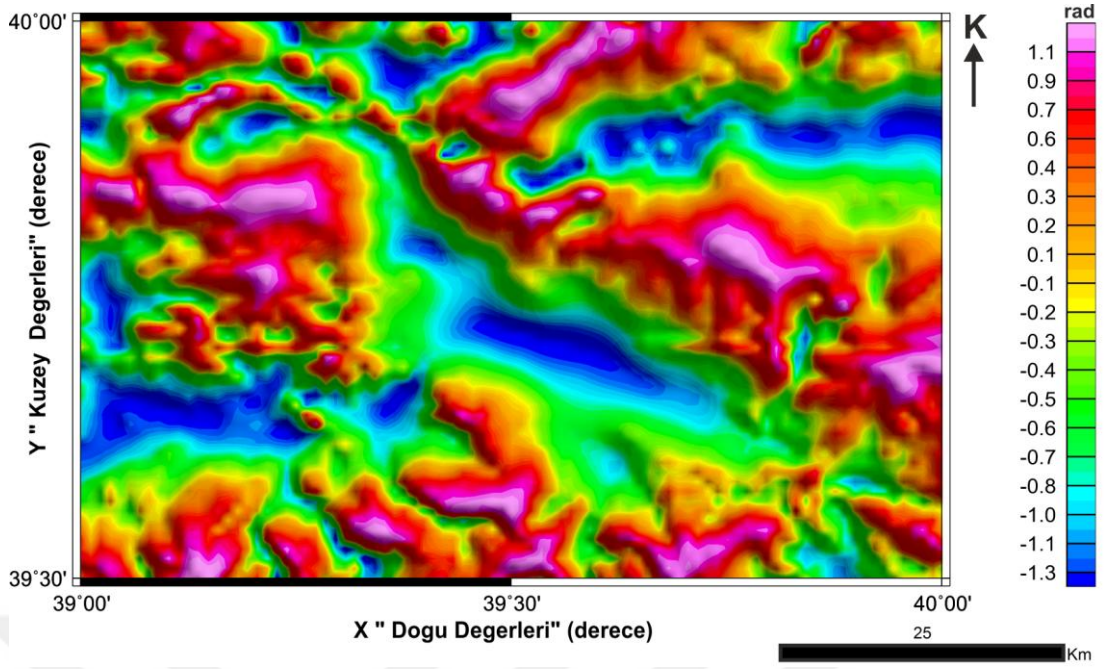
Şekil 5.1.3’de Yukarı 0.75 km Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine 6 adet Türev süzgeci uygulanmıştır. Türev süzgeci uygulanan gravite anomali haritası Şekil 5.2.13 - 5.2.18’de gösterilmiştir.



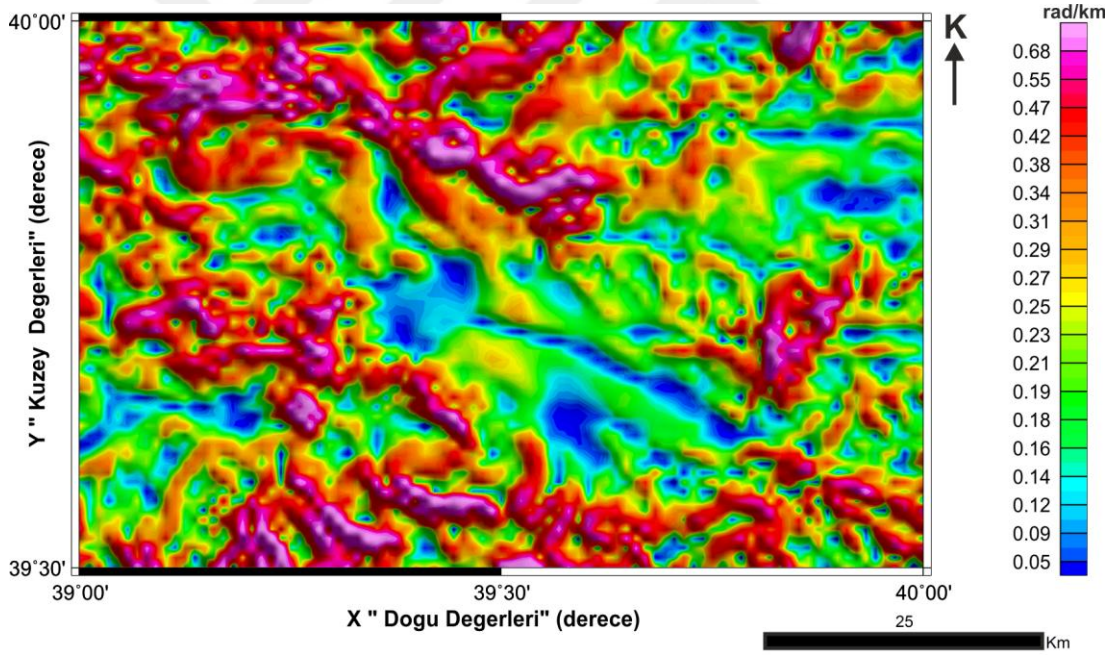
Şekil 5.2.13. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması.



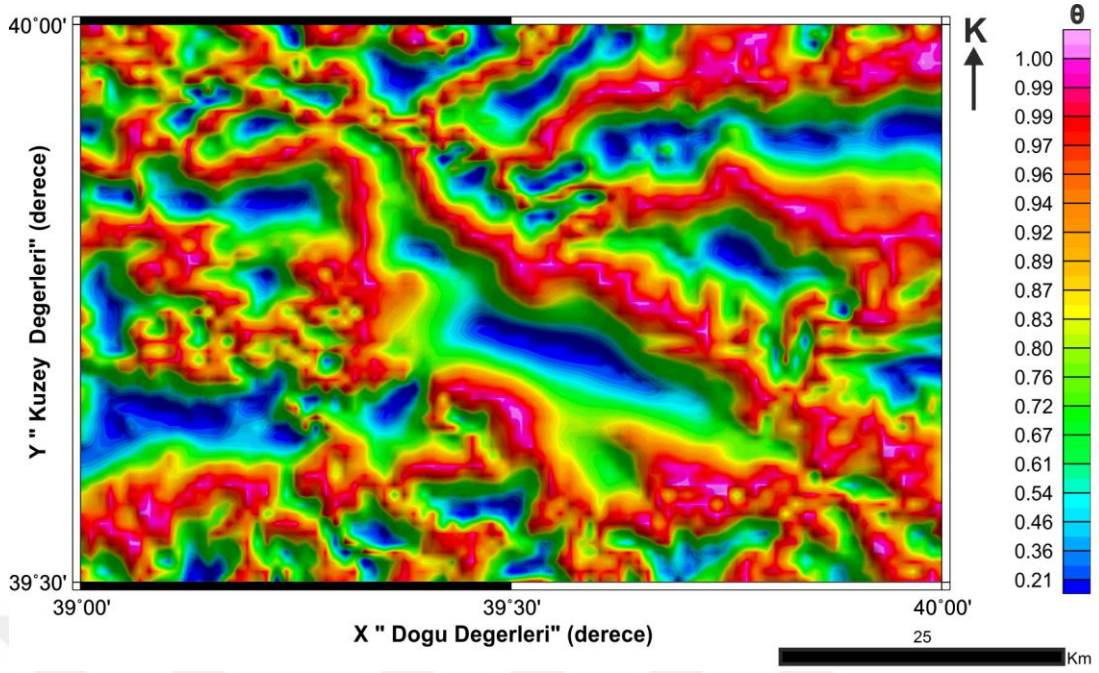
Şekil 5.2.14. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması.



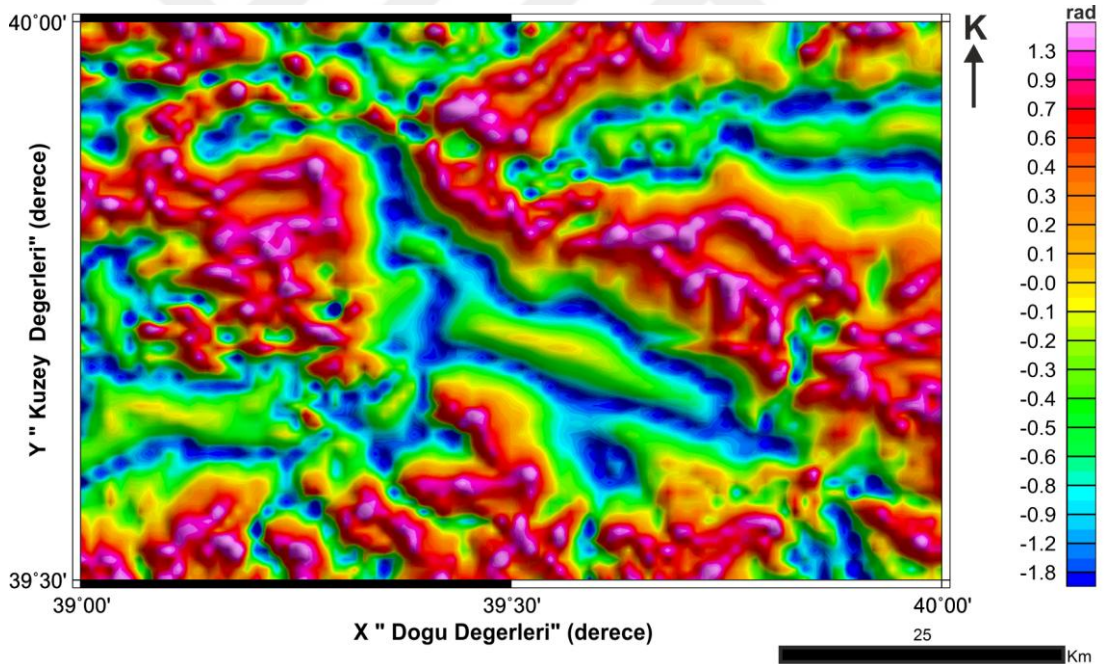
Şekil 5.2.15. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması.



Şekil 5.2.16. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması.

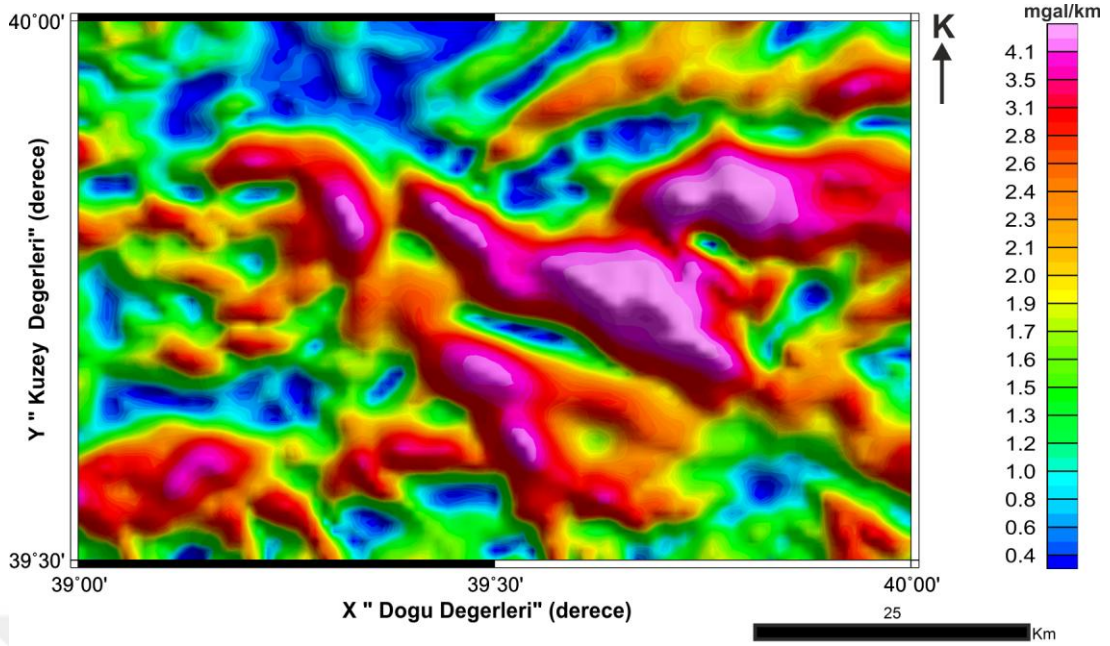


Şekil 5.2.17. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \theta$) Uygulanması.

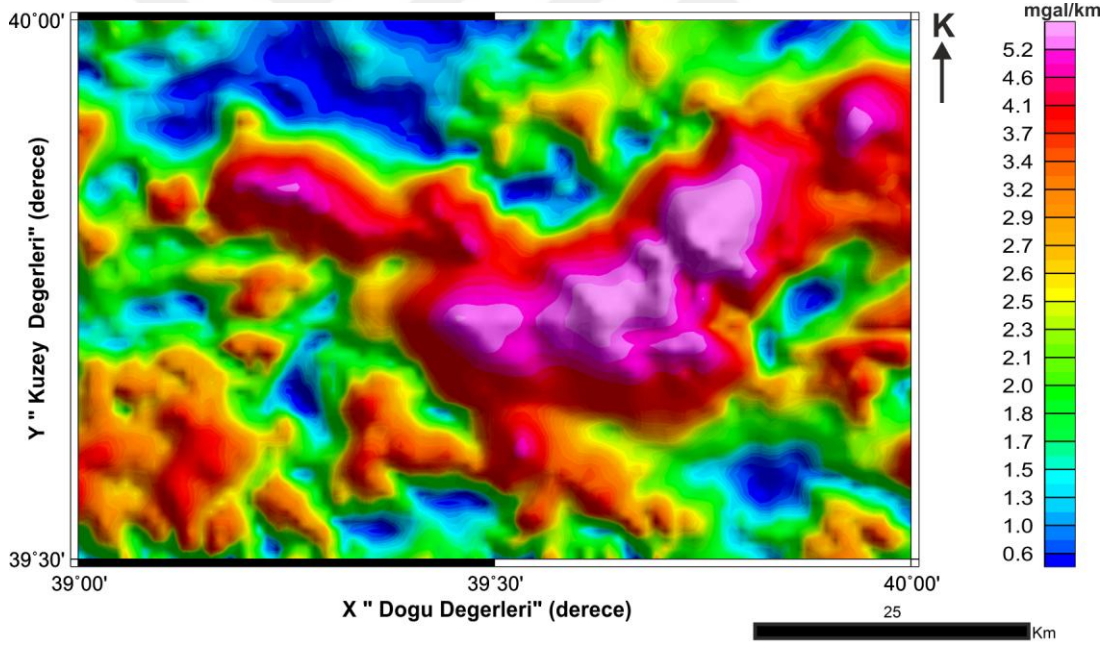


Şekil 5.2.18. Şekil 5.1.3.'de gösterilen 0.75 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması.

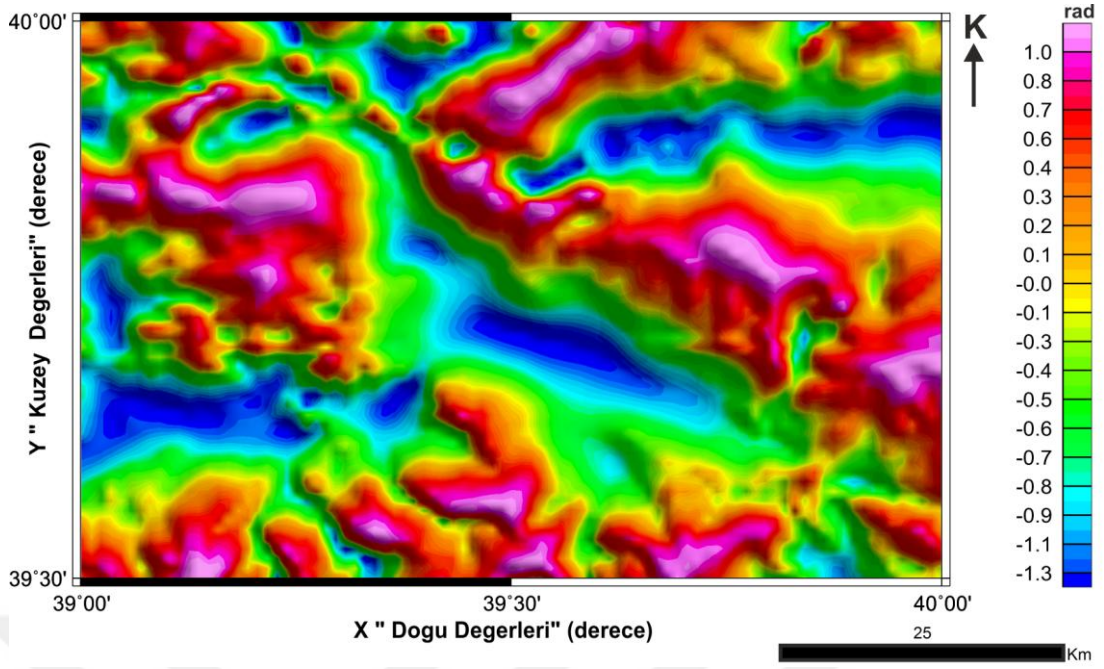
Şekil 5.1.4'de Yukarı 1 km Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine 6 adet Türev süzgeci uygulanmıştır. Türev süzgeci uygulanan gravite anomali haritası Şekil 5.2.19 - 5.2.24'de gösterilmiştir.



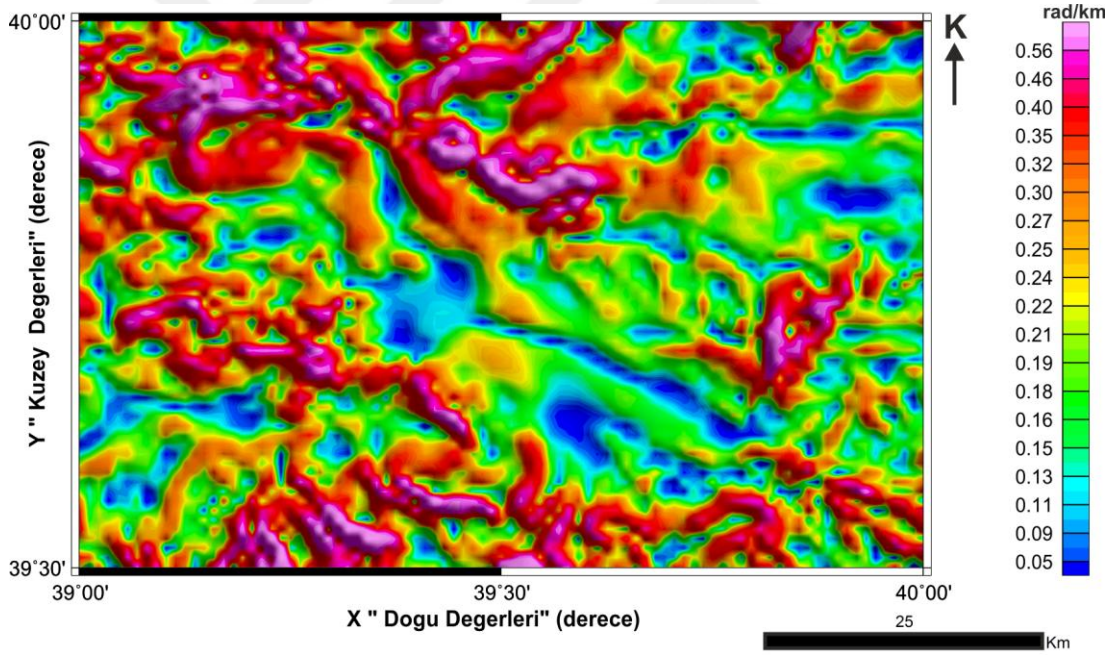
Şekil 5.2.19. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT) Uygulanması.



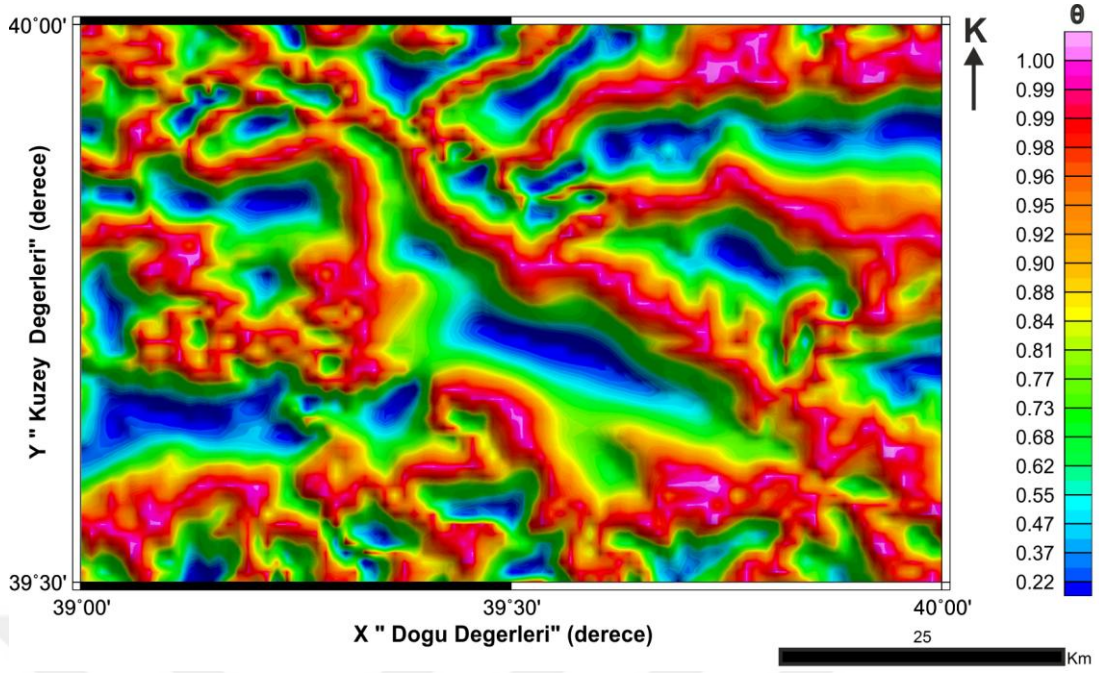
Şekil 5.2.20. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS) Uygulanması.



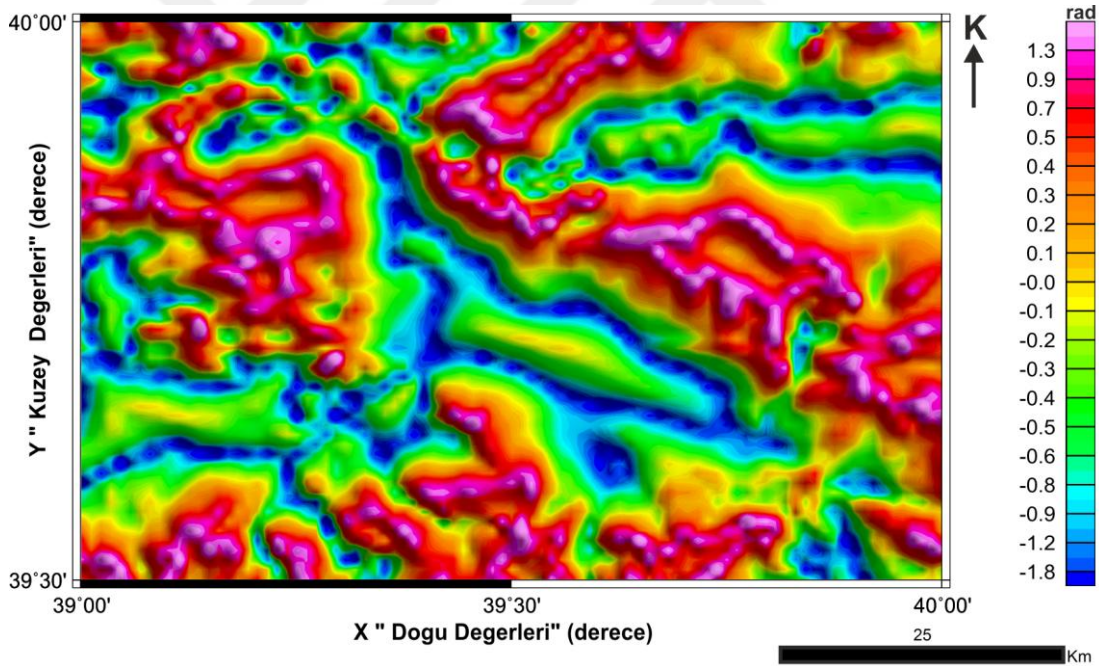
Şekil 5.2.21. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt) Uygulanması.



Şekil 5.2.22. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR) Uygulanması.



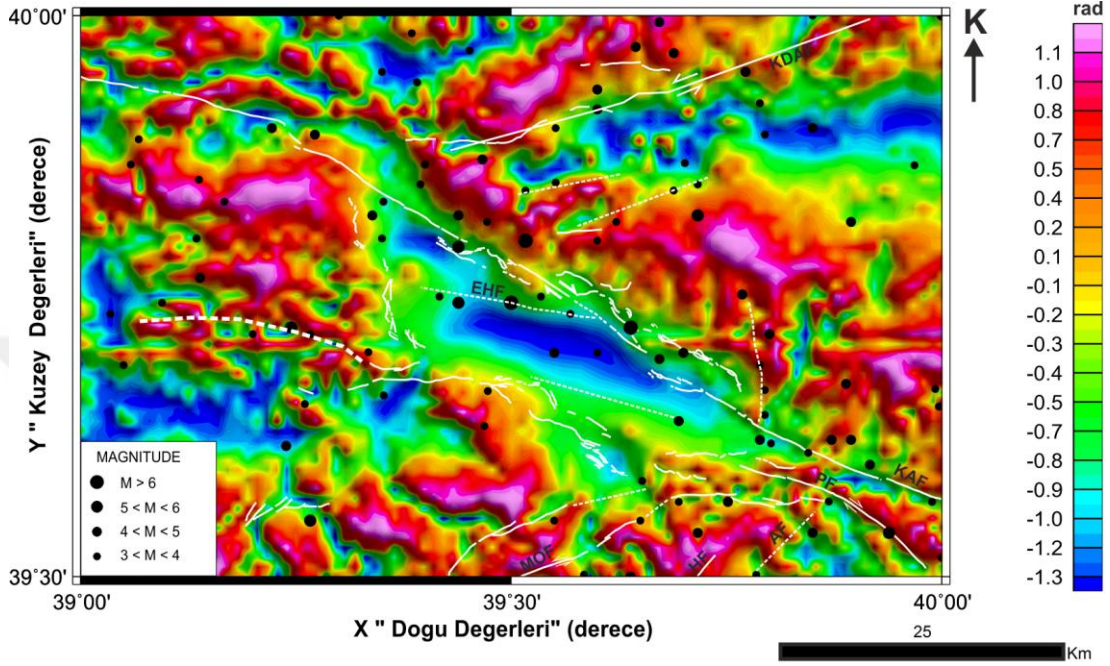
Şekil 5.2.23. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \theta$) Uygulanması.



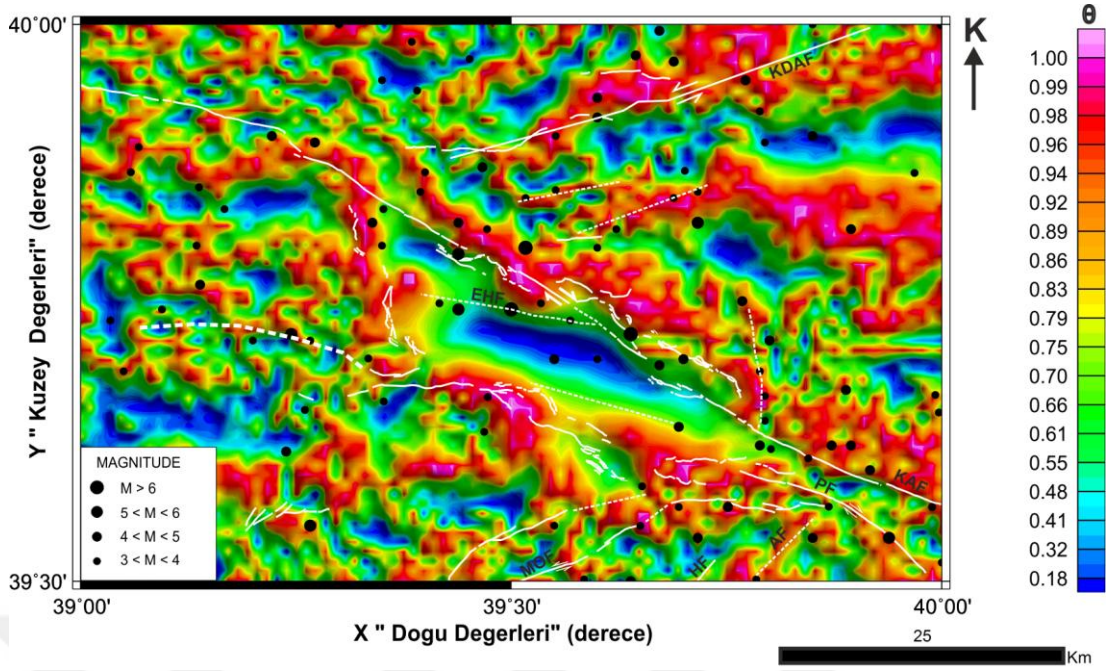
Şekil 5.2.24. Şekil 5.1.4.'de gösterilen 1 km Yukarı Uzanım Uygulanmış Gravite Verisine Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) Uygulanması.

Bu bölümde verilen her bir seviye için uygulanan türev yöntemleri sonucunda elde edilen haritalar incelendiğinde çalışmanın amacına uygun olarak yapı sınır ve süreksizliklerinin en belirgin olarak gözlemlendiği türev yöntemleri tilt ve teta açısı olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle 6 adet türev yöntemi içerisinde tilt ve teta açısı türev yöntemleri sonuçları mevcut yüzey fayları ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca her bir

uzanım seviyesine ait tilt ve teta açısı haritaları üzerinde yüzeyde görülmeyen ve mevcut depremlerle uyumlu olan süreksizlikler kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Şekil 5.2.3 ve 5.2.5’de gösterilen tilt ve teta açısı türevleri uygulanmış gravite anomalileri ile mevcut süreksizliklerin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 5.2.25 ve 5.2.26’da verilmiştir.

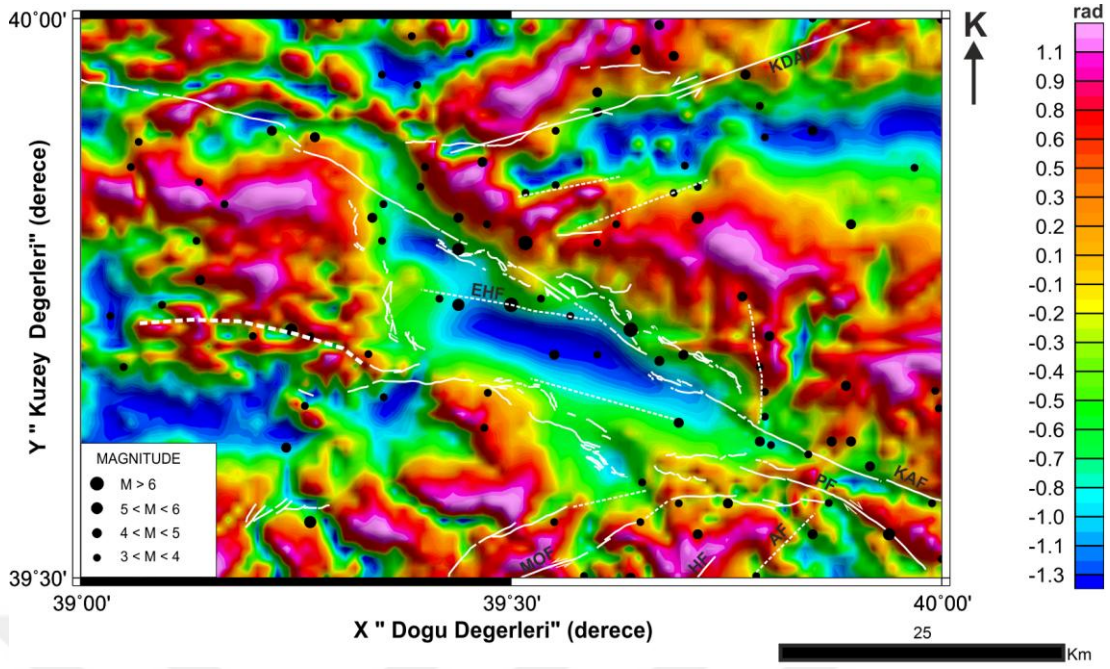


Şekil 5.2.25. Şekil 5.2.3’de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

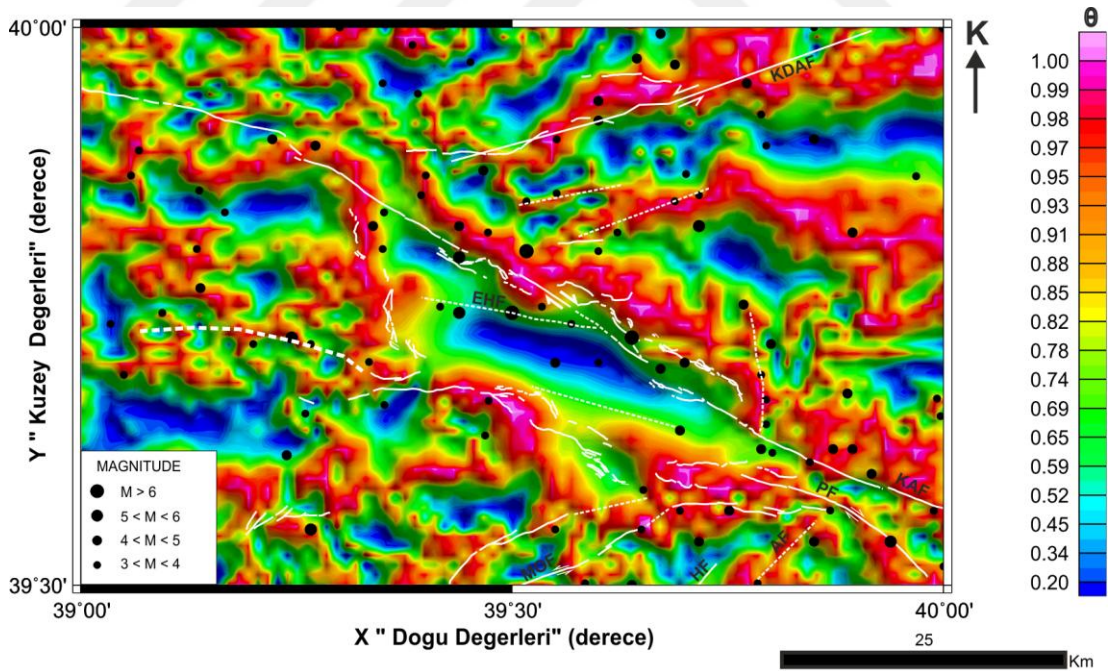


Şekil 5.2.26. Şekil 5.2.5’de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

Şekil 5.2.9 ve 5.2.11’de gösterilen tilt ve teta açısı türevleri uygulanmış gravite anomalileri ile mevcut süreksizliklerin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 5.2.27 ve 5.2.28’de verilmiştir.

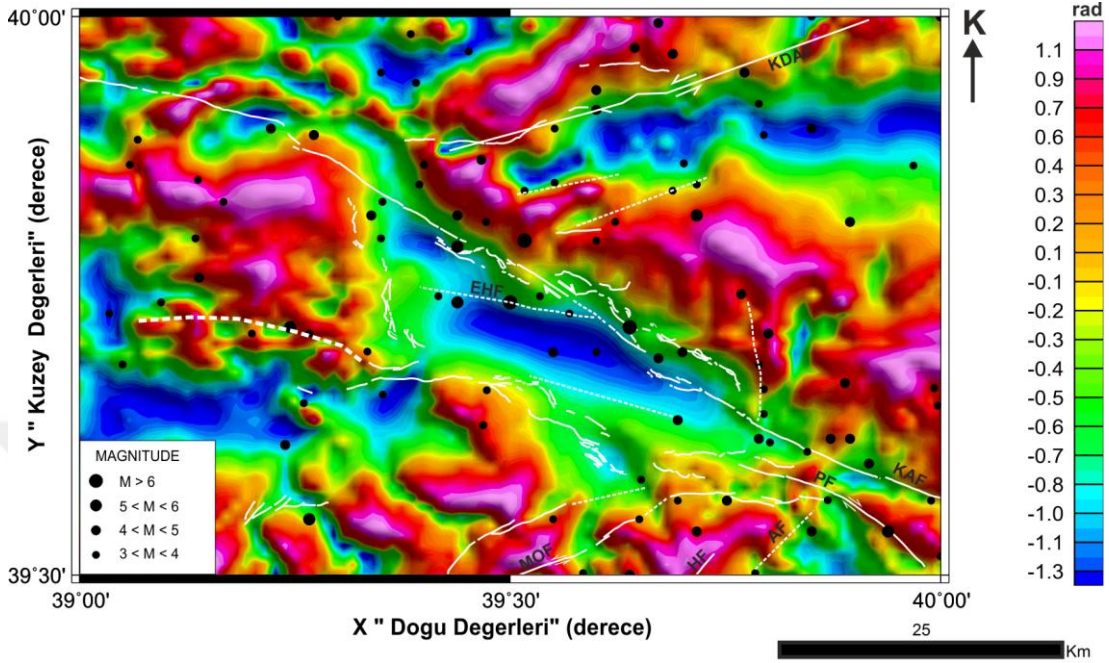


Şekil 5.2.27. Şekil 5.2.9’da gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

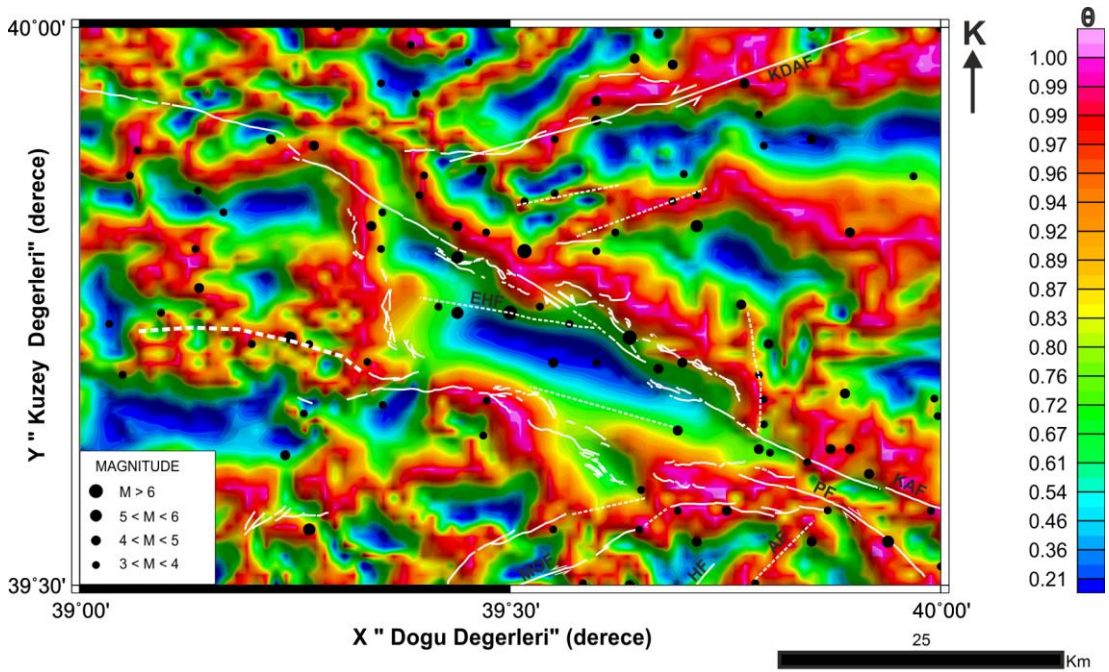


Şekil 5.2.28. Şekil 5.2.11’de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

Şekil 5.2.15 ve 5.2.17’de gösterilen tilt ve teta açısı türevleri uygulanmış gravite anomalileri ile mevcut süreksizliklerin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 5.2.29 ve 5.2.30’da verilmiştir.



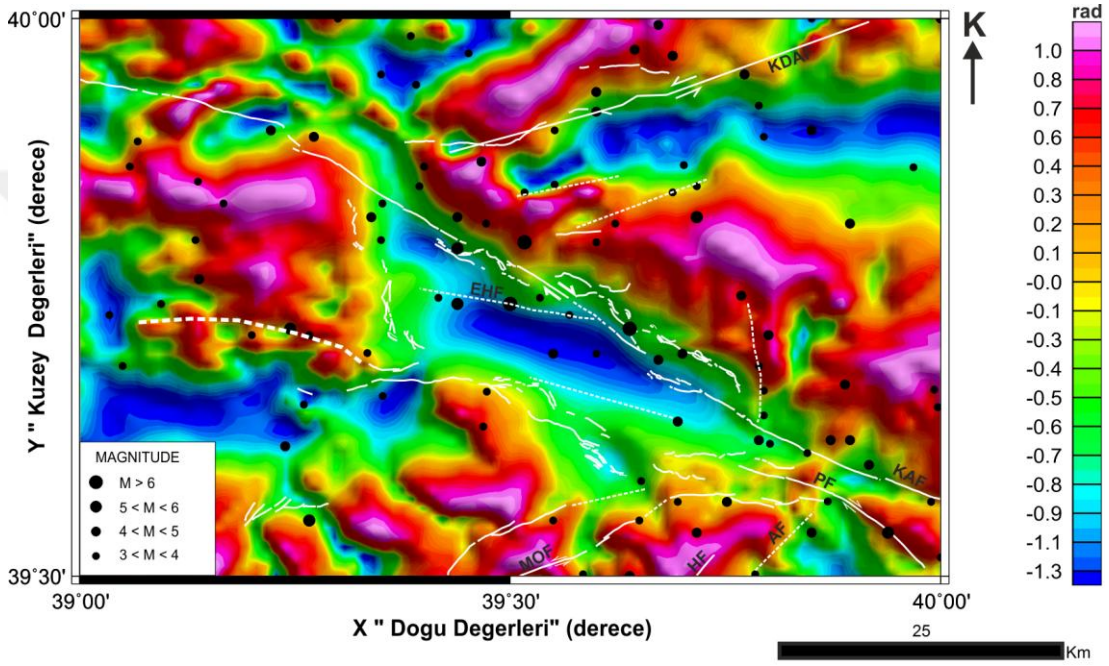
Şekil 5.2.29. Şekil 5.2.15’de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.



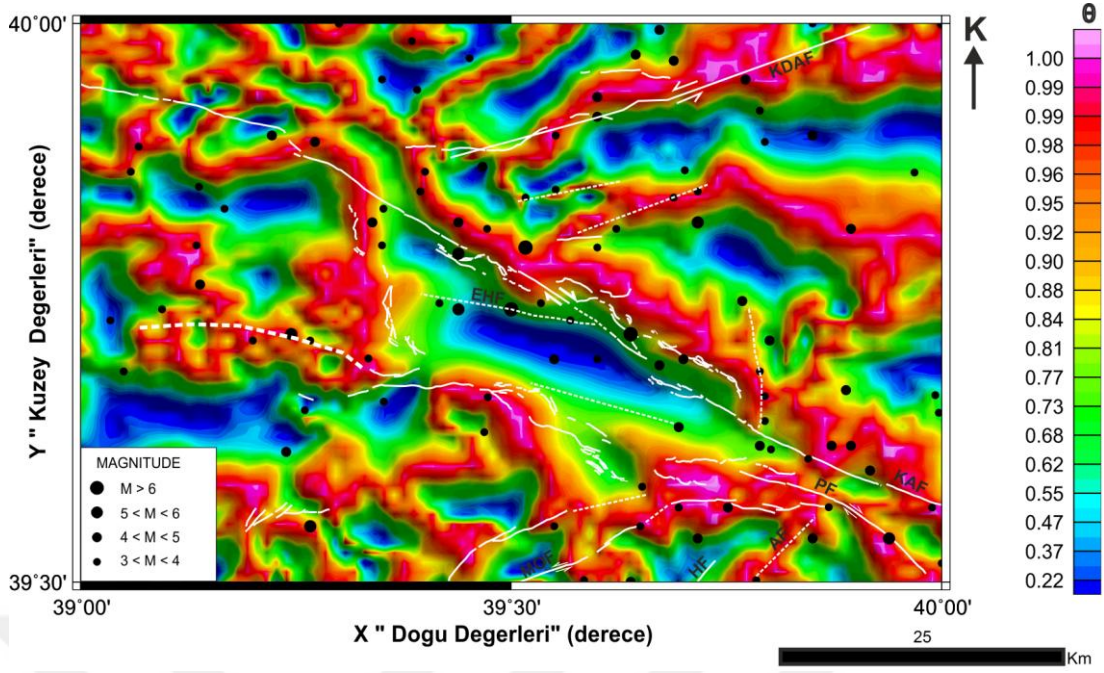
Şekil 5.2.30. Şekil 5.2.17’de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF:

Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

Şekil 5.2.21 ve 5.2.23'de gösterilen tilt ve teta açısı türevleri uygulanmış gravite anomalileri ile mevcut süreksizliklerin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 5.2.31 ve 5.2.32'de verilmiştir.



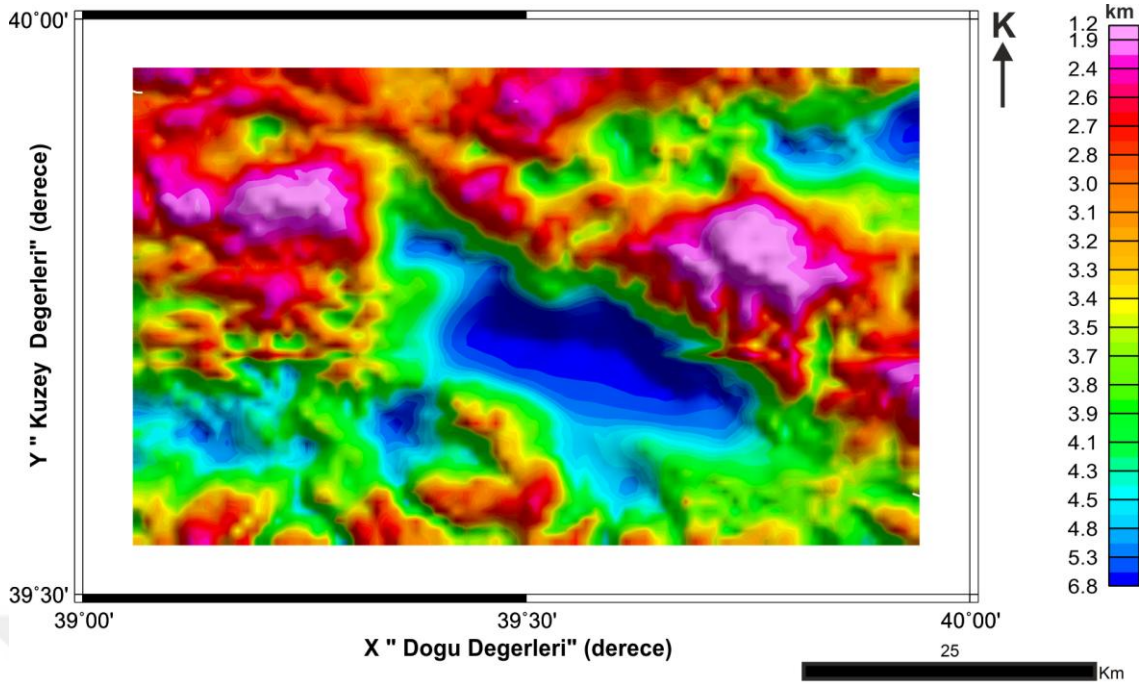
Şekil 5.2.31. Şekil 5.2.21'de gösterilen Tilt Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzy Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.



Şekil 5.2.32. Şekil 5.2.23’de gösterilen Teta Açısı Türev Süzgeci Uygulanmış Gravite Verisi ile süreksizliklerin karşılaştırılması. AF: Avcı Dağ Fayı, EHF: Erzincan Havza içi Fayı, HF: Heltepe Fayı, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, KDAF: Kuzey Doğu Anadolu Fayı, MOF: Malatya-Ovacık Fayı, PF: Pülümür Fayı.

5.3. 3B Model

Erzincan Havzasının alüvyon kalınlığı değişimini belirlemek için Cordell ve Henderson (1968) tarafından geliştirilen yöntem Şekil 4.1’de gösterilen gravite verisine uygulanmıştır. Üç boyutlu modelleme yapılırken yoğunluk farkı değeri Akpınar (2010) tarafından verilen yoğunluk değeri kullanılmıştır (-0.86 gr/cm^3). Şekil 5.3.1’de gösterilen 3B derinlik modelinden görüldüğü gibi Erzincan havzasını oluşturan alüvyon birimin kalınlığı yaklaşık 7 km olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Havzanın kuzeybatı kısmında alüvyon kalınlığının azaldığı ve havzanın iki parçalı bir hal aldığı görülmektedir. Akpınar (2010) havzaya dik olarak aldığı gravite profillerinden oluşturduğu 2 boyutlu gravite modellerinden havzanın derinliğini yaklaşık 7.5 km olarak belirlemiştir. Şekil 5.3.1’de gösterilen üç boyutlu model sonucu ile Akpınar (2010) tarafından elde edilen sonuçla uyumludur.



Şekil 5.3.1. Çalışma alanına ait 3B alüvyon kalınlığı haritası.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma alanına ait gravite anomali haritası incelendiğinde Erzincan Havzasını oluşturan alüvyon birimin çevresindeki yapılara oranla düşük gravite değerlerine sahip olduğu (~ -160 mgal) ve bu durum Şekil 2.1’de gösterilen yüzey jeoloji haritası ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada gravite anomalilerine 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 km uzanım seviyeleri sığ yapıların etkilerini arttırmak için aşağı uzanım yöntemi uygulanmıştır. Aşağı uzanım seviyesi arttıkça verideki gürültü oranının arttığı gözlenmiş ve bu nedenle aşağı uzanım uygulanmış gravite anomali haritaları veri işlem için kullanılmamıştır. Erzincan Havzasının sınırlarını ve süreksizlikleri belirlemek için Şekil 4.1’de gösterilen gravite verilerine 0.25, 0.50, 0.75, 1, 2 ve 3 km uzanım seviyeleri için yukarı uzanım yöntemi uygulanmıştır. Her bir seviyeye ait yukarı uzanım haritası incelendiğinde 2 ve 3 km yukarı uzanım uygulanmış verilerde yüzeye yakın birçok etkinin kaybolduğu gözlenmiş ve bu nedenle 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 km yukarı uzanım uygulanmış gravite anomalileri kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki yapı sınırlarını ve süreksizlikleri belirlemek için yukarı uzanım uygulanan her bir veriye sırasıyla Toplam Yatay Türev Süzgeci (TYT), Analitik Sinyal Türev Süzgeci (AS), Tilt Angle Türev Süzgeci (Tilt), Eğim Açısının Toplam Yatay Türev Süzgeci (THDR), Teta Açısı Türev Süzgeci ($\cos \Theta$) ve Hiperbolik Eğim Açısı Türev Süzgeci (HTA) olmak üzere toplam 6 adet türev uygulanmıştır. Şekil 5.2.1’den 5.2.24’e kadar gösterilen tüm haritalar incelendiğinde çalışmanın amacına uygun olarak yapı sınırları ve süreksizliklerinin en belirgin olarak gözlendiği türev yöntemlerinin Tilt ve Teta açısı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle 6 adet türev yöntemi içerisinde Tilt ve Teta açısı türev yöntemleri sonuçları mevcut yüzey fayları ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 5.2.25, 5.2.27, 5.2.29 ve 5.2.31’de gösterilen her bir yukarı uzanım seviyesine (sırasıyla 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 km) uygulanmış Tilt açısı türev yöntemi sonuçları çalışma alanındaki mevcut süreksizlikler ile karşılaştırılmıştır. Tüm haritalar incelendiğinde Tilt açısının genliği yapının üzerindeyken $+1.5 (\pi/2)$ (pembe renkli), yapının kenarı üzerindeyken 0 (sarı renkli) almaktadır ve sürekli beyaz çizgiler ile gösterilen süreksizlikler (AF, MOF, HF, KAF, KDAF ve PF) Tilt açısı değerleriyle uyumludur. Kesikli beyaz çizgiler ile gösterilen süreksizlikler Tilt açısı haritalarında gerek $+1.5 (\pi/2)$ (pembe renkli) gerekse 0 (sarı renkli) değerlerinin mevcut

depremlerle uyumlu olduğu yerler dikkate alınarak bu çalışma kapsamında belirlenmiş süreksizliklerdir. Ayrıca, Tilt açısı haritalarında Erzincan Havzasının kuzeybatı kısmında havzanın bugüne kadar düşünülenin aksine bir bütün olmadığı, iki parçalı olduğu görülmektedir. Havzanın bu kısmında deprem dış merkez dağılımının da bu deformasyon yönüyle uyumlu olduğu görülmektedir. Bu nedenle havzanın bu kısmında EHF (Erzincan Havza içi Fayı) olarak yeni bir süreksizlik tanımlanmıştır.

Şekil 5.2.26, 5.2.28, 5.2.30 ve 5.2.32’de gösterilen her bir yukarı uzanım seviyesine (sırasıyla 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 km) uygulanmış Teta açısı türev yöntemi sonuçları çalışma alanındaki mevcut süreksizlikler ile karşılaştırılmıştır. Tüm haritalar incelendiğinde Teta açısının genliği yapının üzerindeyken $+1 (\pi/2)$ (pembe renkli) değerini almaktadır ve sürekli beyaz çizgiler ile gösterilen süreksizlikler (AF, MOF, HF, KAF, KDAF ve PF) Teta açısı değerleriyle uyumludur. Kesikli beyaz çizgiler ile gösterilen süreksizlikler Teta açısı haritalarında $+1 (\pi/2)$ (pembe renkli) değerlerinin mevcut deprem dış merkezlerinin dağılımı ile uyumlu olduğu yerler dikkate alınarak bu çalışma kapsamında belirlenmiş süreksizliklerdir. Ayrıca, Teta açısı haritalarında Erzincan Havzasının kuzeybatı kısmında havzanın deforme olduğu ve dolayısıyla iki parçalı olduğu görülmektedir. Havzanın bu kısmında depremlerinde bu deformasyon yönüyle uyumlu olduğu görülmektedir. Bu nedenle havzanın bu kısmında EHF (Erzincan Havza içi Fayı) olarak yeni bir süreksizlik tanımlanmıştır.

Tilt ve Teta açısı haritalarından elde edilen süreksizliklerin bir kısmı Akpınar (2010) tarafından belirlenen süreksizliklerle (sürekli beyaz çizgiler) uyumludur. Bu çalışmada Akpınar (2010)’nun sonuçlarına ek olarak kesikli beyaz çizgilerle gösterilen yüzeyden görülmeyen yeni süreksizlikler belirlenmiştir.

3 boyutlu gravite modeli sonucunda Erzincan havzasını oluşturan alüvyal birimin kalınlığı yaklaşık 7 km olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Havzanın kuzeybatı kısmında alüvyon kalınlığının azaldığı ve havzanın iki parçalı bir hal aldığı görülmektedir. Bu durum Tilt ve Teta açısı haritalarında belirlenen durumla uyumludur. Akpınar (2010) havza uzanımına dik olarak aldığı gravite profillerinden oluşturduğu 2 boyutlu gravite modellerinden havzanın derinliğini yaklaşık 7.5 km olarak belirlemiş ve her iki çalışma sonucu birbiriyle uyumludur.

Bu çalışma ile Erzincan Havzası’nın genç havza dolgusu çökelleri içerisinde bugün yüzeyde herhangi bir morfolojik ve jeolojik belirtisi saptanamayan, özellikle tarihsel

dönemde oluşmuş depremler sonucunda gelişen yüzey kırıklarının uzanımları potansiyel alan verileri kullanılarak belirlenmiş, bu veriler kullanılarak havzanın üç boyutlu geometrisi ile ilgili bilgiler ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar ile havza içerisi ve çevresindeki aktif Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun, bugün yüzeyde izlenemeyen başka uzantılarının olduğu ve Erzincan kentsel yerleşim alanının deprem tehlikesine yönelik yeni veriler elde edilmiştir. Bölgede yapılacak çalışmalarda bu verilerin dikkate alınması gerekmektedir. Büyük deprem riski taşıyan bu bölgede, saptanacak yeni bilgi ve bulguların gelecekte yaşanabilecek depremlerde ortaya çıkabilecek can ve mal kaybını en aza indirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Ates, A., P.** (1999), Kearey, and S. Tufan. "New gravity and magnetic anomaly maps of Turkey." *Geophysical Journal International* 136.2: 499-502.
- Akpınar, Z.**, (2010), Erzincan Havzası'nın tektonik gelişiminin paleomanyetik ve potansiyel alan verileri ile incelenmesi. Doktora tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 196 s. Sivas.
- Aktimur T.**, vd., (1995), Erzincan Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor. 9792, Ankara.
- Aydın, A., and Nur, A.**, (1982), Evolution of pull-apart basins and their scale dependence. *Tectonics*, 1, 91-105.
- Barka, A. A. and Eyidoğan, H.**, (1993), The Erzincan earthquake of 13 March 1992 in eastern Turkey, *Terra Nova*, 5, 190-194.
- Barka, A.A. and Gülen, L.**, (1989), Complex evolution of the Erzincan Basin (eastern Turkey), *J. Struct. Geology* 11, 275-283.
- Bal, O., Kara, İ.** (2005), Yoğunluk kontrastı derinlikle parabolik olarak azalan sedimanter basenlerin düşey prizmalarla modellenmesi ve Tuz Gölü verilerine uygulanması. 2. *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi*, İstanbul, TÜRKİYE, Kasım 17-19.
- Barka A. and Gülen, L.**, (1989), Complex Evolution of the Erzincan Basin (Eastern Turkey) and its Pull-apart and Continental Escape Origin, *J. Struct. Geol.*, 11, 275-283.
- Baş, Halil.** (1979), Petrologische und geochemische Untersuchungen an subrezenten Vulkaniten der nordanatolischen Störungszone:(Abschnitt: Erzincan-Niksar, Türkei).
- Baykal, E.** (1952), Kelkit-Şiran bölgesinde jeolojik araştırmalar, .M.T.A. Rapor» No. 2205 Ankara.
- Berge-Thierry, C., Bernard, P. and Herrero, A.**, (2001), Simulating strong ground motion with the 'k²' kinematic source model: An application to the seismic hazard in the Erzincan basin, Turkey. *Jornal of Seismology* volume 5, p. 85-101.
- Barka, A.A.**, (1992), The North Anatolian Fault Zone, *Anneles Tecton.* 6, 164-195.
- Barka, A. A., and L. Gülen** (1988), "New constraints on age and total offset of the North Anatolian Fault Zone: implications for tectonics of the eastern Mediterranean region." *Middle East Tech. Univ. J. Pure Appl. Sci* 31: 39-63.
- Büyüksaraç, Aydın** (2007), "Investigation into the regional wrench tectonics of inner East Anatolia (Turkey) using potential field data." *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 160.1: 86-95.

- Blakely, R. J.** (1995), Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge Press., 441 p.
- Bilim, F. and Ates, A.** (2004), An enhanced method for estimation of body magnetization direction from pseudo-gravity and gravity data. *Computers and Geosciences*, 30, 161-171.
- Cordell, L.E. and Grauch, V.J.S.,** (1985), Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan basin, New Mexico. In: W.J. Hinze, Editor, *The Utility of Regional Gravity and Magnetic Anomaly Maps*, Society of Exploration Geophysicists, 181-197.
- Cooper, G.R.J. and Cowan, D.R.,** (2006), Enhancing potential field data using filters based on the local phase. *Computers & Geosciences*. 32(10), 1585-1591.
- Cordell, L., Henderson, R.G.,** (1968), Iterative three-dimensional solution of gravity anomaly data using a digital computer. *Geophysics* 33, 596-601.
- Cordell, L.** (1973), "Gravity Analysis Using An Exponential Density-Depth Function—San Jacinto Graben, California." *Geophysics*, 38(4), 684-690.
- Chai, Y. and William J. Hinze** (1988), "Gravity inversion of an interface above which the density contrast varies exponentially with depth." *GEOPHYSICS*, 53(6), 837-845.
- Chakravarthi, V., Singh, S.B., Ashok B.G.** (2001), Inver2dbase- A program to compute basement depths of density interfaces above which the density contrast varies with depth, *Computers and Geosciences*; 27:1127-1133.
- Chakravarthi, V., Sundararajan, N.** (2005), Gravity modeling of 2.5-D sedimentary basins-a case of variable density contrast, *Computers and Geosciences*; 31:820-827.
- Dirik K., Yürür T., Demirbağ H.,** (2003), 1 MAYIS 2003 Çimenli (Bingöl) Depremi Değerlendirme Raporu, *Hacettepe Ün., Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü*, Ankara.
- Erdik, Mustafa,** et al. "Istanbul earthquake rapid response and the early warning system." *Bulletin of earthquake engineering* 1.1 (2003): 157-163.
- Gençoğlu S., İnan E., Güler H.,** (1990), Türkiye'nin Deprem Tehlikesi, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Işık, M.** (2003), Yoğunluk fonksiyonları ile sedimanter basenlerin gravite modellenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*; 2:45-63.
- Kaypak, B. and Eyidoğan, H.,** (2002), 3-D models of Vp and Vp/Vs from local earthquake tomography in Erzincan basin, eastern Turkey. Paper given at the

Tectonics of Eastern Turkey and the Northern Arabian Plate International Workshop, 23-25 Sept. 2002, Erzurum, Turkey.

Kurtman, F., (1973), Sivas-Hafik-Zara ve «mranl» bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. M.T.A. Dergisi, 80, 1-32.

Kaypak, B. (2002), Erzincan Havzası 3-B Hız Yapısının Yerel Deprem Tomografisi ile Belirlenmesi. PhD. Thesis. *İTÜ Fen Bilim. Enst.*, İstanbul. 216 pp.

Kaypak, B. and Eyidoğan, H., (2002), 3-D models of Vp and Vp/Vs from local earthquake tomography in Erzincan basin, eastern Turkey. Paper given at the Tectonics of Eastern Turkey and the Northern Arabian Plate International Workshop, 23-25 Sept. 2002, Erzurum, Turkey.

Kaypak, B. and Eyidoğan, H., (2005), One-dimensional crustal structure of the Erzincan basin, eastern Turkey and relocations of the 1992 Erzincan earthquake ($M_s = 6.8$) aftershock sequence, *Phys. Earth Planet. Sci.*, 151, 1–20.

Kaypak, B., (2008), Three-dimensional Vp and Vp/Vs structure of the upper crust in the Erzincan basin (eastern Turkey). *Journal of Geophysical Research*, Vol 113, B07307, doi:10.1029/2006JB004905.

Kaypak, B., (2008), Three-dimensional Vp and Vp/Vs structure of the upper crust in the Erzincan basin (eastern Turkey). *Journal of Geophysical Research*, Vol 113, B07307, doi:10.1029/2006JB004905.

Koçyiğit, A., (1990), Tectonic setting of the Gölova basin, total offset of the North Anatolian Fault Zone, Eastern Pontides, Turkey, *Annales Tecton.* 4, 155-170.

Miller, H.G. and Singh, V., (1994), Potential field tilt—a new concept for location of potential filed sources. *Journal of Applied Geophysics.* 32, 213-217.

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

Önal, K.M., Büyüksaraç, A., Aydemir, A. and Ateş, A., (2008), Investigation of the deep structure of the Sivas Basin (innereast Anatolia, Turkey) with geophysical methods. *Tectonophysics*, volume 460, p. 186-197.

Roest, W.R., Verhoef, J. and Pilkington, M., (1992), Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics.* 57(1), 116-125.

Şengör, A.M.C. (1980), Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans serisi 2, Ankara.

Şaroğlu, F., (1985), Geological and Structural Evolution of East Anatolia during Neotectonic Period, Ph. D. Thesis, *İstanbul Univesity*, İstanbul, (unpublished; in Turkish with English abstract).

- Şaroğlu, F.**, (1988), The age and offset on the North Anatolian Fault. METU J. Pure Appl. Sci. 21, 65-79.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F.** (1985), Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In *Strike-slip deformation, Basin formation and sedimentation* (eds K. T. Biddle and N. Christie-Blick), pp. 227–64. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication no. 37.
- Tarhan, N.**, (2002), Türkiye Jeoloji Haritası (1:500000 ölçekli Erzurum Paftası), *MTA Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Tatar, Y.**, (1978), Tectonic study of Erzincan-Refahiye section of the North Anatolian Fault Zone, Hacettepe Univ. Earth Sci. 4, 201-236 (in Turkish with English abstract).
- Tatar, O., Akpınar, Z., Gürsoy, H., Piper, J.D.A., Koçbulut, F., Mesci, B.L., Polat, A., Roberts, A.P.**, (2013), Palaeomagnetic evidence for the neotectonic evolution of the Erzincan Basin, North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Journal Of Geodynamics*. Volume 65, Pages 244-258.
- URL 1**, www.mta.gov.tr, 2016.
- URL 2** www.sayisalgrafik.com, 2016.
- Ulusay R., Tuncay E., Sönmez H. and Gökçeoğlu C.** (2004), An Attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey. *Engineering Geology*, 74, 265-291.
- Verduzco, B., Fairhead, J.D., Green, C.M. and MacKenzie, C.**, (2004), New insights into magnetic derivatives for structural mapping. *The Leading Edge*. 23(2), 116-119.
- Wijns, C., Perez, C. and Kowalczyk, P.**, (2005), Theta map: edge detection in magnetic data. *Geophysics*. 70(4), L39-L43.

ÖZGEÇMİŞ



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Ömer Lütfü AYDIN
Doğum Yeri ve Tarihi	Erzurum, 07.11.1989
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Erzurum Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Şehir Planlama Şube Md.
E-posta Adresi	omerlutfuaydin@gmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Şükrüpaşa Anadolu Lisesi, 2007
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği 2012
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, Yer Fiziği Anabilim Dalı 2016

İş Tecrübesi

TUMAD Madencilik	Proje Sorumlusu, 2012
Pozitif Drilling Industry	Şantiye Şefi, 2013
Medicana Sivas Hastanesi	İş Güvenliği Uzmanı, 2013
Erzurum Büyükşehir Belediyesi	Jeofizik Mühendisi, 2014 - ...