



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

**YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ HAMZAŞEYH-YILDIZ  
BELDESİ GÜNEYİNDE KALAN BÖLÜMÜNÜN JEOLJİK VE  
JEOFİZİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Özgün DEMİR  
(201392080052)**

**Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Orhan TATAR**

**SİVAS  
TEMMUZ 2017**

**Özgün DEMİR**'ın hazırladığı ve “**YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ HAMZAŞEYHYILDIZ BELDESİ GÜNEYİNDE KALAN BÖLÜMÜNÜN JEOLojİK VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**      **Prof.Dr.Orhan TATAR**  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyesi**            **Doç. Dr.B.Levent MESCI**  
Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyesi**            **Doç.Dr. Uğur TEMİZ**  
Bozok 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.



*Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından **M-608** Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*



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

© Özgün DEMİR, 2017



*Çalışmalarım süresince her daim yanımda bulunan ve yardımlarını asla esirgemeyen  
babam Ali Ceylan DEMİR'e...*

## ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

17.06.2017

Özgün DEMİR

## ÖZET

### YILDIZ IRMAĞI HAVZASININ HAMZAŞEYH-YILDIZ BELDESİ GÜNEYİNDE KALAN BÖLÜMÜNÜN JEOLJİK VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Özgün DEMİR

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Orhan TATAR

2017, 95+xv sayfa

Çalışma alanı Sivas il merkezinin yaklaşık 32 km kuzeybatısında, Yıldızeli ilçesi sınırları içerisinde, Yıldız Irmağı Havzası'nın kuzeyinde yer alan Hamzaşeyh köyünün kuzey kesimlerinde ve Sivas Tersiyer Havzası'nın kuzey kenarında bulunmakta ve yaklaşık olarak 110 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu tez çalışması kapsamında yapılan büro çalışmalarını takip eden iki yaz döneminde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve bu çalışmalar önce jeolojik daha sonra da jeofizik çalışmalar olarak devam etmiştir. Jeoloji çalışmalarında, çalışma alanının genel jeolojik yapısı incelenmiştir. Temel birimlerini kalkışist, kuvarsit ve mermerden oluşan Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni Litodemi oluşturmaktadır. Bu birimlerin üzerinde uyumsuz olarak Lütesiye-Priaboniyen yaşlı kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan Tokuş Formasyonu bulunur. Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı volkano-sedimanter kayalar ile pelajik kireçtaşlarından oluşan Kılıçlı Olistostromu ve çoğunlukla bazalt içeren Paleosen yaşlı Darmik volkanitleri bu birimlerin üzerinde uyumsuz olarak bulunur ve tüm bu birimleri tektonik olarak Kretase yaşlı Tekelidağ Ofiyolitli Karışığı üzerlemektedir. Bu birimlerin üzerinde açılı uyumsuzlukla bulunan, genellikle kireçtaşlarından oluşan Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu ve arazinin çeşitli kesimlerinde su çıkışlarıyla beraber gözlenen Kuvaterner yaşlı travertenler ve alüvyonlar çalışma alanının genç ve örtü birimlerini oluşturmaktadır. Çalışma alanındaki birimler üzerinde Kuzey Anadolu Bindirmesi'nin etkileri ve arazi genelinde bu bindirmeye ait klipler gözlenmiştir. Arazi genelindeki çatlak ve eklemlerden elde edilen ölçümlerin kinematik analizleri sonucu ortaya çıkan KB-GD

yönlü sıkışma rejimi, bu bindirme sistemleri ve çalışma alanında gözlenen kıvrım eksenlerinin gidişi ile uyumluluk göstermektedir. Çalışma alanının orta ve güney kesimlerinde ve sahanın dışına çıkacak şekilde daha güney kesimlerde gözlenen traverten sahalarında jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Bu traverten sahalarının aktif su çıkışıyla beraber en net gözlenenleri Hamzaşeyh ve Uyuz Çermiktir. Tüm bu bölgelerde Düşey Elektrik Sondaj Yöntemi uygulanmış ve çalışma alanı ile alan dışındaki toplam 6 noktada Schlumberger elektrot dizilimi kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümler yorumlanarak su çıkışları, olası faylanmalar, tabakaların öz direnç değerleri ve kalınlıkları hakkında bilgi edinilmiş ve DES ölçümleri ile elde edilen jeoelektrik kesitlerdeki ani öz direnç düşüşlerini tespit ederek jeotermal kaynakların varlıkları hakkında yorum yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yıldız Irmağı Havzası, Yıldızeli, Tekelidağ Ofiyolitli Karışığı, Kuzey Anadolu Bindirmesi, Traverten, Elektrik Rezistivite

## **ABSTRACT**

### **GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL INVESTIGATION OF YILDIZ RIVER BASIN COVERING THE SOUTHERN SECTION OF HAMZAŞEYH-YILDIZ TOWN**

**Özgün DEMİR**

**Master of Science Thesis,  
Department of Geological Engineering  
Supervisor: Prof. Dr. Orhan TATAR  
2017, 95+xv pages**

The investigated field is located approximately at the 32 km north of Sivas city center, within Yıldızeli district's boundaries, at the northern parts of Hamzaşeyh village which is located at the north of Yıldız River Basin, and it covers nearly an area of 110 km squares. Field works were carried out during two summer terms following the desk studies within the scope of this thesis, and these studies were proceeded formerly geologic and then by following the geophysical methods. During the geological studies, the general geological structure of the field was investigated. The Paleozoic Akdağmadeni Metamorphites consist of calc-schist, quartzite and marble, and these rocks form the basement of the whole area. The Lutesian-Priabonian Tokuş Formation overlies these rocks uncorformably with its sandstones and conglomerates. The Campanian-Maastrichtian Kılıçlı Olistostrome includes both volcano-sedimentary units and pelagic limestones, and the Paleocene Darmik volcanties are mostly composed of basalt while covering these rocks unconformably, and all these units are overlain tectonically by Cretaceous Tekelidağ Ophiolitic Melange. The Upper Miocene-Pliocene İncesu Formation is genereally composed of limestones that exists with an angular unconformity, and the Quaternary Travertines and Alluviums, which are seen at various locations of the working field along with the geothermal water sources, are juvenile and covering units of the field. The effects of North Anatolian Thrust and klipfes belonging to it were observed across the field and on the structures. The resultant stress regime "NW-SE", which was obtained by kinematical analysis of the cracks and joints covering the region, showed the

consistency between the results and the thrusts systems and fold axes observed at the area. Geophysical studies were carried out at the central and southern parts of the field and also at the further south by getting out of the southern borders of the field on the travertine zones. The most obvious zones among these are Hamzaşeyh and Uyuz Çermik with a clear sight. Vertical Electric Drilling Method was used on all these zones, and measurements were performed by using the Schlumberger electrode array at totally six zones that were located at the field or close to it. The knowledge about water sources, possible faulting, the resistivity values and thicknesses for layers were obtained by interpreting these measurements, and the interpretations about geothermal water sources' existence were made by determining the sudden declines in the geoelectric profiles that were acquired from the Vertical Electric Drill measurements.

**Keywords:** Yıldız River Basin, Yıldızeli, Tekelidağ Ophiolitic Melange, North Anatolian Thrust, Travertine, Electric Resistivity

## KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Orhan TATAR'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince yine bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. B. Levent MESÇİ'ye, Arş. Gör. Deniz HOZATLIOĞLU'na;

Tezin arazi çalışmaları aşamasında, özellikle de haritalama çalışmalarında yardımcı olan Harita Yüksek Mühendisi Ahmet Turan YURDAKAN'a ve ilgili diğer T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sivas personeline;

Ve tez çalışmalarının her aşamasında maddi ve manevi olarak beni yalnız bırakmayan değerli aileme çok teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ÖZET</b> .....                                              | <b>v</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                          | <b>vii</b> |
| <b>KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR</b> .....                        | <b>ix</b>  |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                   | <b>xii</b> |
| <b>TABLolar DİZİNİ</b> .....                                   | <b>xv</b>  |
| <br>                                                           |            |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                          | <b>1</b>   |
| 1.1 Çalışmanın Amacı.....                                      | 1          |
| 1.2 Çalışma Alanının Konumu.....                               | 1          |
| 1.3 Çalışma Yöntemleri.....                                    | 2          |
| 1.4 Önceki Çalışmalar.....                                     | 3          |
| <b>2. JEOLojİ</b> .....                                        | <b>12</b>  |
| 2.1 Bölgesel Jeoloji.....                                      | 12         |
| 2.1.1 Sivas Tersiyer Havzası.....                              | 14         |
| 2.2 Litostratigrafi Birimleri.....                             | 15         |
| 2.2.1 Akdağmadeni Litodemi (Pa).....                           | 16         |
| 2.2.2 Tekelidağ Karışığı (Kt).....                             | 22         |
| 2.2.3 Kılıçlı Olistostromu (Kk).....                           | 32         |
| 2.2.4 Darmik Volkanitleri (Td).....                            | 35         |
| 2.2.5 Tokuş Formasyonu (Tt).....                               | 37         |
| a. Susuzdağ Üyesi (Tts).....                                   | 37         |
| b. Banaz Üyesi (Ttb).....                                      | 39         |
| 2.2.6 İncesu Formasyonu (Ti).....                              | 39         |
| a. Derindere Üyesi (Tid).....                                  | 40         |
| b. Porsuk Üyesi (Tip).....                                     | 41         |
| 2.2.7 Travertenler.....                                        | 43         |
| 2.2.8 Alüvyon.....                                             | 49         |
| <b>3. İNCELEME ALANININ TEKTONİK ÖZELLİKLERİ</b> .....         | <b>51</b>  |
| 3.1 Genel Özellikler.....                                      | 51         |
| 3.2 Uyumsuzluklar.....                                         | 52         |
| 3.3 Kıvrımlar.....                                             | 53         |
| 3.4 Faylar.....                                                | 55         |
| 3.4.1 Bindirmeler.....                                         | 55         |
| 3.4.1.1 Kuzey Anadolu Bindirmesi.....                          | 55         |
| 3.4.2 Ters Faylar.....                                         | 61         |
| 3.5 Çatlaklar.....                                             | 63         |
| 3.6 İnceleme Alanının Sismik Özellikleri.....                  | 68         |
| 3.7 Jeofizik Çalışmalar.....                                   | 72         |
| 3.8 Elektrik Rezistivite Yöntemi (Düşey Elektrik Sondajı)..... | 73         |
| 3.8.1 Elektrot Dizilim Türleri.....                            | 74         |
| 3.8.1.1 Schlumberger Dizilimi.....                             | 74         |
| 3.8.1.2 Wenner Dizilimi.....                                   | 85         |
| 3.8.1.3 Dipol-Dipol Dizilimi.....                              | 76         |
| 3.8.1.4 Pol-Dipol Dizilimi.....                                | 76         |
| 3.9 Jeoloji ve Öz direnç Arasındaki İlişki.....                | 77         |
| 3.10 Jeofizik Çalışmaların Arazi Uygulamaları.....             | 78         |



|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>4. TARTIşMA VE SONUÇLAR.....</b> | <b>88</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>               | <b>90</b> |
| <b>EKLER.....</b>                   | <b>95</b> |
| <b>ÖZGEÇMİş</b>                     |           |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|            | <u>Sayfa</u>                                                                                                                                                                                 |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Şekil 1.1  | İnceleme alanının konumunu gösterir yer bulduru haritası.....2                                                                                                                               |
| Şekil 2.1  | Kırşehir masifinin konumunu gösteren tektonik harita (Okay ve Tüysüz 1999)..... 12                                                                                                           |
| Şekil 2.2  | Sivas havzası ve çevresindeki komşu havzalar ve ana tektonik yapılarla ilişkisi (Poisson ve diğerleri, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır, Mesci, 2004)..... 15                              |
| Şekil 2.3  | İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.....16                                                                                                                          |
| Şekil 2.4  | Han tepe doğusunda Akdağmadeni Metamorfikleri içerisinde yer alan mermer-kalkışist birimlerinin görünümü.....17                                                                              |
| Şekil 2.5  | Han Tepe doğusunda gözlenen Akdağmadeni Litodemi içerisindeki Kalkışist ve Kuvarsit birimlerinin sınırı (B'dan D'ya bakış).....18                                                            |
| Şekil 2.6  | İmamların ağılı mevkiinde Akdağmadeni Metamorfikleri içerisinde yer alan kuvarsitlerin görünümü.....19                                                                                       |
| Şekil 2.7  | Zengi kuzeyinde gözlenen ofiyolitli karışık ile volkanitlerin bindirme dokanağı ve kuvarsitlerin alüvyonlarla sınırının genel görünümü (İmamların ağılı civarında KD'dan GB'ya bakış).....20 |
| Şekil 2.8  | Aktaş Tepe kuzeydoğusunda gözlenen mermer-serpantinit sınırı (KD'dan GB'ya bakış).....21                                                                                                     |
| Şekil 2.9  | Aktaş Tepe kuzeydoğusunda Akdağmadeni Litodemine ait mermerlerin görünümü (KD'dan GB'ya bakış).....21                                                                                        |
| Şekil 2.10 | Buğdayören köyü kuzeyinde Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin dere içerisinden görünümü (GB'den KD'ye bakış).....23                                                                    |
| Şekil 2.11 | Gökyar deresi civarında gözlenen pelajik kireçtaşları, Darmik volkanitleri ve serpantinitlerin sınır ve dokanak ilişkilerinin görünümü (KD'dan GB'ya bakış).....24                           |
| Şekil 2.12 | Serpantinit-şist birimlerinin sınırı (Zengi doğusu).....25                                                                                                                                   |
| Şekil 2.13 | Tekelidağ Karışığı'na ait yeşilşist biriminin görünümü (Zengi doğusu).....25                                                                                                                 |
| Şekil 2.14 | Karakaya tepede Tekelidağ Karışığı'na ait serpantinitlerin görünümü (G'den K'ye bakış).....26                                                                                                |
| Şekil 2.15 | Kavaklıkuz tepe civarında Tekelidağ Karışığına ait gabro bloklarının görünümü.....27                                                                                                         |
| Şekil 2.16 | Tekelidağ Karışığına ait diyabazın görünümü (Gaziköy değirmeni civarı)....28                                                                                                                 |
| Şekil 2.17 | Gaziköy değirmeni civarında gözlenen diyabazlarla serpantinitlerin sınırı (G'den K'ye bakış).....28                                                                                          |
| Şekil 2.18 | Dikmen tepede Tekelidağ Karışığı'na ait Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşlarının genel görünümü (B'dan D'ya bakış).....29                                                               |
| Şekil 2.19 | Tekelidağ Karışığı içerisinde yer alan Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşlarının görünümü.....30                                                                                         |
| Şekil 2.20 | Serpantinlerin genel görünümü .....31                                                                                                                                                        |
| Şekil 2.21 | Asar tepe güneydoğusunda Tekelidağ Karışığına ait bordo-kırmızımsı renkli radyolarit bloklarının genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).....32                                                  |
| Şekil 2.22 | Koyunbaba tepenin kuzeyinde Kılıçlı Olistostromuna ait volkano-sedimanter birimlerin görünümü.....33                                                                                         |

|                   |                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.23</b> | Koyunbaba tepede Kılıçlı Olistostromuna ait pelajik kireçtaşlarının genel görünümü (G'den K'ye bakış).....                                                                                            | 34 |
| <b>Şekil 2.24</b> | Kılıçlı Olistostromu içerisinde yer alan pelajik kireçtaşlarının görünümü.....                                                                                                                        | 34 |
| <b>Şekil 2.25</b> | Darmik Volkanitlerine ait bazaltların görünümü (Ulubelen Tepe güneyi).....                                                                                                                            | 35 |
| <b>Şekil 2.26</b> | Darmik Volkanitleri içerisinde gözlenen piroklastik lav akıntıları.....                                                                                                                               | 36 |
| <b>Şekil 2.27</b> | Gökyar deresi kuzeyinde serpantinitlerle volkanitler ve pelajik kireçtaşlarının dokanak ilişkisinin görünümü (GD'dan KB'ya bakış).....                                                                | 36 |
| <b>Şekil 2.28</b> | Koyunbaba tepe civarında Susuzdağ üyesine ait çakıldaşı seviyesinin görünümü (G'den K'ye bakış).....                                                                                                  | 38 |
| <b>Şekil 2.29</b> | Koyunbaba tepe civarındaki Susuzdağ üyesine ait çakıldaşlarının görünümü (G'den K'ye bakış).....                                                                                                      | 38 |
| <b>Şekil 2.30</b> | Hamzaşeyh köyünün doğusunda izlenen İncesu Formasyonu ile Tokuş Formasyonu arasındaki sınırın görünümü (B'dan D'ya bakış).....                                                                        | 39 |
| <b>Şekil 2.31</b> | Karamehmet köyünün doğusunda İncesu Formasyonuna ait turuncumsu çakıldaşlarının görünümü (G'den K'ye bakış).....                                                                                      | 40 |
| <b>Şekil 2.32</b> | İncesu Formasyonuna ait çakıldaşı seviyesinin görünümü.....                                                                                                                                           | 41 |
| <b>Şekil 2.33</b> | Karamehmet köyü doğusunda gözlenen Porsuk üyesine ait kireçtaşlarının görünümü (G'den K'ye bakış).....                                                                                                | 42 |
| <b>Şekil 2.34</b> | Gaziköy değirmeni doğusunda İncesu Formasyonuna ait karstik boşluklu kireçtaşlarının görünümü.....                                                                                                    | 43 |
| <b>Şekil 2.35</b> | Hamzaşeyh köyünün batısındaki aktif su çıkışının görünümü.....                                                                                                                                        | 44 |
| <b>Şekil 2.36</b> | Travertenlerin görünümü (Hamzaşeyh batısı, KB'dan GD'ya bakış).....                                                                                                                                   | 45 |
| <b>Şekil 2.37</b> | Travertenlerin görünümü (Hamzaşeyh kuzeyi, B'dan D'ya bakış).....                                                                                                                                     | 45 |
| <b>Şekil 2.38</b> | Travertenler ve tepenin ortasında oluşan yaklaşık dairesel şekilli boşluğun görünümü (Karamehmet doğusu, KD'dan GB'ya bakış).....                                                                     | 46 |
| <b>Şekil 2.39</b> | Katmerkaya tepedeki terkedilmiş traverten ocağının görünümü.....                                                                                                                                      | 47 |
| <b>Şekil 2.40</b> | Kaynarca tepedeki travertenler ve traverten ocağının görünümü (KB'dan GD'ya bakış).....                                                                                                               | 48 |
| <b>Şekil 2.41</b> | Yeni değirmeni mevkiinde travertenlerin arasında bulunan şelalenin görünümü (KB'dan GD'ya bakış).....                                                                                                 | 49 |
| <b>Şekil 2.42</b> | Akdağmadeni Metamorfitlelerine ait mermerler ve Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin Alüvyonlarla sınırının görünümü (Güneydeki Banazdağı tepeden kuzeydeki radyolaritli Asar tepeye bakış)..... | 49 |
| <b>Şekil 2.43</b> | İnceleme alanı yakın çevresinde yapılmış bazı önceki çalışmaların ve bu çalışmanın, stratigrafik dikme kesitlerinin denetimi.....                                                                     | 50 |
| <b>Şekil 3.1</b>  | Türkiye'nin ana tektonik birlikleri (Ketin, 1983).....                                                                                                                                                | 51 |
| <b>Şekil 3.2</b>  | Deformasyona uğramış kireçtaşı üzerindeki kıvrımların görünümü (Icalınbaşı tepe kuzeyi, K'den G'ye bakış).....                                                                                        | 53 |
| <b>Şekil 3.3</b>  | Kireçtaşları üzerindeki kıvrımların görünümü (Buğdayören KD'su, GB'dan KD'ya bakış).....                                                                                                              | 54 |
| <b>Şekil 3.4</b>  | Pelajik kireçtaşları üzerindeki kıvrımların görünümü (Karapınar dere Kuzeyi).....                                                                                                                     | 55 |
| <b>Şekil 3.5</b>  | Han tepe kuzeydoğusunda Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin, Akdağmadeni Metamorfitlelerine ait kuvarsitlerle olan tektonik dokanağının görünümü (G'den K'ye bakış).....                        | 56 |
| <b>Şekil 3.6</b>  | Kül tepede Tekelidağ karışığına ait serpantinitlerin ve kuzeyde Yıldız dağının görünümü.....                                                                                                          | 57 |
| <b>Şekil 3.7</b>  | Kül tepe civarında Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerle, Akdağmadeni Metamorfitlelerine ait kuvarsitler ve Banaz üyesinin dokanak ilişkisinin görünümü.....                                      | 57 |

|                   |                                                                                                                                                                                            |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.8</b>  | Bindirme tektoniği kontrolünde gelişebilecek olan tektonik pencere, nap ve klip gibi jeolojik unsurların görünümü.....                                                                     | 58 |
| <b>Şekil 3.9</b>  | Söğütlü tepe ve Hamzaşeyh civarında Tekelidağ Karışığının Banaz üyesi ile tektonik dokanağının görünümü (KB'dan GD'ya bakış).....                                                          | 58 |
| <b>Şekil 3.10</b> | Azak deresi civarından Zengi bindirmesinin Darmik volkanitleri üzerindeki görünümü ve serpantinitlerin İncesu Formasyonu ile sınır ilişkisi (G'den K'ye bakış).....                        | 59 |
| <b>Şekil 3.11</b> | Dikmen tepe civarında Zengi bindirmesinin görünümü (B'dan D'ya bakış)....                                                                                                                  | 59 |
| <b>Şekil 3.12</b> | İnceleme alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik dikme kesiti.....                                                                                                                   | 60 |
| <b>Şekil 3.13</b> | Serpantinit bloğu üzerindeki ters fayın görünümü (Buğdayören kuzeyi).....                                                                                                                  | 61 |
| <b>Şekil 3.14</b> | Karakaya tepe civarında serpantinitlerle volkanitlerin sınırındaki ters faylanmanın görünümü.....                                                                                          | 62 |
| <b>Şekil 3.15</b> | Ters fay üzerindeki fay çiziklerinin görünümü (Akören-Gökkaya arası).....                                                                                                                  | 62 |
| <b>Şekil 3.16</b> | İnceleme alanındaki yapılar arasında bulunan geometrik ilişkilerin düzlemsel görünümü.....                                                                                                 | 63 |
| <b>Şekil 3.17</b> | Pelajik kireçtaşları üzerindeki eklemelerin görünümü (Ozmuş kuzeybatısı)....                                                                                                               | 64 |
| <b>Şekil 3.18</b> | Yeşilist birimleri üzerindeki çatlakların görünümü (Zengi güneydoğusu)...                                                                                                                  | 65 |
| <b>Şekil 3.19</b> | Şistlerin üzerinde gelişen bir makaslama çatlağının görünümü (Zengi güneydoğusu).....                                                                                                      | 65 |
| <b>Şekil 3.20</b> | Verilen değerlere göre elde edilen gül diyagramı.....                                                                                                                                      | 67 |
| <b>Şekil 3.21</b> | Tabloda verilen değerlere göre elde edilen kontur diyagram.....                                                                                                                            | 67 |
| <b>Şekil 3.22</b> | Sivas ili deprem haritası (URL 1).....                                                                                                                                                     | 68 |
| <b>Şekil 3.23</b> | Çalışma alanı ve 50 km çevresinde 1900- 2015 yılları arasında meydana gelen 2 ve üzeri büyüklükteki depremler (Deprem verileri Uluslararası Sismoloji Merkezi (ISC)'den üretilmiştir)..... | 71 |
| <b>Şekil 3.24</b> | Arazi çalışmaları kapsamında yapılan jeofizik çalışmalarından görünüm..                                                                                                                    | 73 |
| <b>Şekil 3.25</b> | Schlumberger dizilimi (URL 4).....                                                                                                                                                         | 75 |
| <b>Şekil 3.26</b> | Wenner dizilimi (URL 4).....                                                                                                                                                               | 76 |
| <b>Şekil 3.27</b> | Dipol-Dipol dizilimi (URL 3).....                                                                                                                                                          | 76 |
| <b>Şekil 3.28</b> | Pol-Dipol dizilimi (URL 3).....                                                                                                                                                            | 77 |
| <b>Şekil 3.29</b> | Toprak ve kaya kütlelerinin elektrik özdirenç değerleri (Cone Tec and GeoProbe, 1997'den düzenlenmiştir, URL5).....                                                                        | 77 |
| <b>Şekil 3.30</b> | Elektrik Özdirenç ölçüm aletleri (URL 6).....                                                                                                                                              | 79 |
| <b>Şekil 3.31</b> | DES noktalarının Google Earth uydu görüntüsü üzerindeki konumu.....                                                                                                                        | 79 |
| <b>Şekil 3.32</b> | DES-1 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 81 |
| <b>Şekil 3.33</b> | DES-2 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 81 |
| <b>Şekil 3.34</b> | DES-3 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 82 |
| <b>Şekil 3.35</b> | DES-4 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 83 |
| <b>Şekil 3.36</b> | DES-5 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 83 |
| <b>Şekil 3.37</b> | DES-6 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.....                                                                                                                | 84 |
| <b>Şekil 3.38</b> | DES-2, DES-1 ve DES-3 noktalarının tüm AB/2 değerleri için çizdirilmiş görünür özdirenç kontur haritası.....                                                                               | 85 |
| <b>Şekil 3.39</b> | DES-4 ve DES-5 noktalarının tüm AB/2 değerleri için çizdirilmiş görünür özdirenç kontur haritası.....                                                                                      | 85 |
| <b>Şekil 3.40</b> | AB/2=10, 30, 60, 80, 120, ve 200 m için görünür özdirenç kat haritaları.....                                                                                                               | 86 |
| <b>Şekil 3.41</b> | DES-2, DES-1, DES-3 noktalarının uydu görüntüleri ve gerçek özdirenç kesitleri.....                                                                                                        | 87 |
| <b>Şekil 3.42</b> | DES-4 ve DES-5 noktalarının uydu görüntüleri ile gerçek özdirenç kesitleri (Kılıç, 2017).....                                                                                              | 87 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                                                                               | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Tablo 3.1</b> Çalışma kapsamında elde edilen eklem ölçümleri.....                                                                                                          | 66           |
| <b>Tablo 3.2</b> İnceleme alanı ve 50 km çevresinde 1900- 2015 yılları arasında meydana gelen 2 ve üzeri büyüklükteki depremler.....                                          | 69           |
| <b>Tablo 3.3</b> Bilinen bazı kayaçların ve toprak materyallerinin özdirenç değerleri (Kaarey ve diğ.,2007).....                                                              | 78           |
| <b>Tablo 3.4</b> İnceleme alanındaki DES-1 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür özdirenç (rezistivite) değerleri..... | 80           |
| <b>Tablo 3.5</b> İnceleme alanındaki DES-2 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür özdirenç (rezistivite) değerleri..... | 80           |
| <b>Tablo 3.6</b> İnceleme alanındaki DES-3 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür özdirenç (rezistivite) değerleri..... | 80           |
| <b>Tablo 3.7</b> İnceleme alanındaki DES-4 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür özdirenç (rezistivite) değerleri..... | 80           |
| <b>Tablo 3.8</b> İnceleme alanındaki DES-5 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür özdirenç (rezistivite) değerleri..... | 80           |

# 1. GİRİŞ

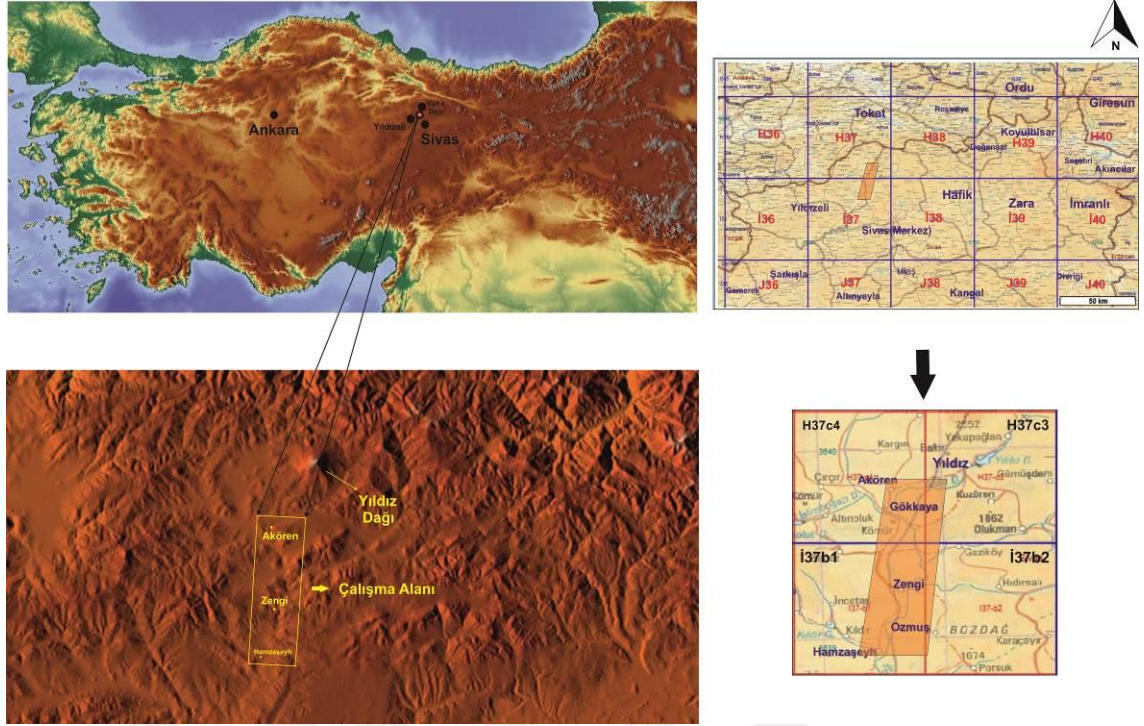
## 1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışması, Sivas ilinin kuzey batısında ve Yıldızeli ilçesinde bulunan Yıldız Irmağı Havzası'nın kuzey kesiminde yer alan Hamzaşeyh Köyü ile Yıldız Beldesi güneyi arasında kalan bölümün jeolojik, yapısal özelliklerinin ve olası gömülü fayların ayrıntılı saha çalışmaları ve sığ jeofizik yöntemler ile belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bölgeyi güneyden kuzeye doğru, güneyde bulunan Hamzaşeyh köyünün güney ve doğu kesimlerinden, kuzeyde bulunan Akören köyünün kuzey ve doğu kesimlerine kadar çalışmak ve birimlerin yapısı ve aralarındaki ilişkileri inceleyerek 1/25.000 ölçeğinde haritaya aktarmak amacıyla saha çalışmaları yapılmıştır. Bu bölgede, Sıcak Çermik'ten kuzeye doğru Yıldız Beldesine kadar olan alanda jeotermal su çıkış noktaları bulunmaktadır. Harita alım çalışmalarından sonra, önceden belirlenmiş traverten sahalarında uygun profiller boyunca Elektrik Rezistivite yöntemi kullanarak jeofizik çalışmalar yapmak ve jeoloji çalışmalarını bunlarla desteklemek amacıyla düşey elektrik sondajı yapılmıştır. Yıldız Irmağı Havzası jeolojik özellikleri itibariyle önem arz eden bir bölge olması nedeniyle gerek jeolojik gerekse de bu verilerin jeofizik verilerle desteklenmesi suretiyle incelenmesi gereken bir konumda bulunmaktadır.

## 1.2 Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı, Sivas ili kuzey batısında yer almakta olup il merkezine yaklaşık olarak 32 km uzaklıktadır. Yaklaşık 110 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsayan çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Sivas İ37b1, İ37b2 ve Tokat H37c3, H37c4 paftaları içerisinde bulunur (Şekil 1).

İnceleme alanının güneyinde Hamzaşeyh ve Karamehmet köyleri, doğusunda Ozmuş ve Gaziköy köyleri, batısında Kıldır, Buğdayören ve Banaz köyleri ve kuzeyinde ise Gökkaya, Akören ve Yıldız köyleri bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 İnceleme alanının konumunu gösterir yer bulduru haritası.

### 1.3 Çalışma Yöntemleri

Çalışmalara büro çalışmaları şeklinde başlanmış ve inceleme alanı yakın çevresinde yapılmış olan önceki çalışmalar derlenerek, çalışma alanı hakkında bilgi edinilmiştir.

2015 yılının yaz aylarında ise arazi çalışmaları ile devam edilmiş ve 110 km<sup>2</sup>'lik alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Saha çalışmaları sırasında petrografik analiz amacı ile 39, paleontolojik yaş tayini amacı ile 6 adet olmak üzere toplam 45 adet örnek alınmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında, bölgenin tektonik yapısının ortaya konulması amacı ile tabakalı birimlerin, eklemlerin ve fayların ölçümleri alınmıştır. Ölçümü alınan eklemlerden yararlanılarak gül ve kontur diyagramları hazırlanmıştır.

2015 yılının Ekim ayında çalışma alanında jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve bu kapsamda Düşey Elektrik Sondajı kullanılmıştır. Çalışmalar jeotermal kaynak suyu çıkış bölgelerinde ve buna bağlı olarak gelişen traverten sahalarında gerçekleştirilmiştir.

#### 1.4 Önceki Çalışmalar

Yıldız Irmağı Havzası'nın kuzey kesimlerinde yer alan inceleme alanı ve çevresi gerek önemli sıcak su çıkış merkezlerini barındırması ve traverten oluşum alanı olması gerekse ekonomik açıdan önemi bulunan Sıcak Çermik kaplıcalarının bu bölgede bulunması nedeni ile geçmiş yıllarda araştırmacılar tarafından farklı alanlarda incelenmiştir.

Okay (1952, 1953, 1955), Sivas ile Tokat arasında yapmış olduğu çalışmalarda bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını oluşturmuş ve bölgenin jeolojisini ayrıntılı olarak incelemiştir. Çalışmacı, bölgede yer alan kaya birimlerini Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik olarak ayırmış ve Mesozoyik yaşlı birimlerin sadece Üst Kretase ile temsil edildiğini belirtmiştir. Paleozoyik yaşlı killi şist, fillit, mikaşist, kuvarsit ve mermerlere değinen çalışmacı, Üst Kretase ile temsil edilen birimleri açık gri plaket kireçtaşı, marn ve kırmızı kireçtaşı olarak belirtmiştir. Çalışmacı, Eosen yaşlı birimlerin bir taban konglomerasıyla başlayıp, kum, kumlu kireçtaşı, kil ve marn ardalanmasından oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca, bölgede bulunan tatlı su kalker, kalker tüfü, gölsel kireçtaşları ve travertenlerin de Neojen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Yalçınlar (1955), Sivas, Hafik, Zara, Kangal ve Yıldızeli dolaylarında yapmış olduğu çalışmalarda 1/100.000 ölçekli jeolojik harita oluşturmuş ve Paleozoyik yaşlı kayaçların Karaçayır yakınından geçen D-B doğrultulu uzanan, üstü açılmış bir antiklinal oluşturduğunu belirtmiştir. Çalışmacı, inceleme alanı içerisindeki Paleozoyik yaşlı mermerlerin büyük karstik boşluklar içerdiğini, yeşilimsi kayaçların Eosen'den önce, andezitik volkanik fasiyesin, Eosen'den sonra, bazaltik püskürmelerin Oligosen ve Miyosen sonunda olmak üzere birkaç aşamada oluştuğunu ileri sürmektedir. Yazar ayrıca Oligosen ve Miyosen yaşlı kayaçların karasal ve denizel fasiyeslerinin varlığını da ortaya koymuştur.

Pollak (1957), Akdağmadeni (Yozgat) - Yıldızeli (Sivas) yöresinde metamorfik birimler üzerine ilk incelemeleri yaparak, bölgenin jeolojisi ve ekonomiye katkısı hakkında önemli bilgiler vermiştir. Araştırmacı, tabanda büyük bir plütonun varlığına işaret ederek, metamorfitlerin bunları örttüğünü belirtmiş ve bölgenin tektoniğiyle ilgili yaklaşımlarda bulunmuştur.

Çağlar (1961), Sıcak Çermik bölgesindeki sıcak su kaynaklarının analizini yapmış ve bu suların Na, Mg, HCO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub>'lı sular olduğunu tespit etmiştir.



Baykal (1966), Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sivas paftasını hazırlamıştır. Araştırmacı, bölgedeki metamorfik serilerin bölgesel metamorfizma ürünü olduğunu ve bunları küçük granit apofizlerinin kestiğini belirtmiştir. Araştırmacı, bölgedeki en şiddetli hareketlerin Üst Kretase sırasında gerçekleştiğini, bu yüzden ofiyolitik yerleşim için Üst Kretase yaşının verilebileceğini öne sürmüştür.

Gökalp (1972), “Sıcak Çermik Kaplıca Bölgesinin Jeolojik ve Hidrojeolojik Etüdü” adlı çalışmada, en altta metamorfitlerden şist ve mermerler, üstte sedimanter karasal Pliyosen serilerinin olduğunu belirtmiştir. Bölgedeki mevcut sıcak sular için andezit ve bazalt magmatitlerinin ısıtıcı, mermerlerin rezervuar kayaç ve Pliyosen yaşlı birimlerin ise örtü kayaç olduğunu saptamıştır. Araştırmacı, travertenlerde görülen çatlak ve yarıkların gömülü faylarla ilişkili olduğunu belirtmiş ve bununla birlikte mevcut sıcak suların Ca, Na, Mg, HCO<sub>3</sub> tipte mineralli termal sular grubunda olduğunu vurgulamıştır.

Tatar (1977), Yıldızeli bölgesinde yaptığı “Ofiyolitik Çamlıbel (Yıldızeli) Bölgesinin Stratigrafisi ve Petrografisi” adlı çalışmada bölgedeki kaya birimlerinin varlığını, Akdağ Metamorfitleri, ofiyolitik seri, Üst Kretase sedimentleri, Tersiyer volkanitleri ve Neojen sedimentleri olarak belirtmiştir. Araştırmacı, ofiyolitik seriyi alttan üste doğru; serpantin, kısmen şistleşmiş diyabaz ve seriye dâhil edilen sedimentler, Üst Kretase sedimentlerini; altta filiz üstte kireçtaşları, Tersiyer volkanitlerini; latit porfir, riyalitik tüf ve bazaltik – andezitik volkanitler, Neojen çökellerini; gevşek çimentolu, karasal klastik sedimentlerin oluşturduğunu kaydetmiştir. Araştırmacı, Üst Kretase çökellerinin metamorfizma geçirmemiş olmasına ve serpantin bloklarının olistolit olarak tanımlanabilmesine dayanarak ofiyolitik seriyi Üst Kretase öncesinde yerleşmiş olabileceği şeklinde yorumlamış ve Üst Kretase çökellerinin Alt Paleosen – Orta Eosen yaşlı birimlerce açılı uyumsuzluk ile örtüldüğünü öne sürmüştür. Tersiyer volkanitlerinin ise çalışma alanının güneydoğu kesiminde Neojen yaşlı gevşek çimentolu, kırıntılı karasal çökellerle örtüldüğünü belirtmiştir.

Tülümen (1980), Akdağ metamorfitlerinin 500 °C ile 600 °C aralığında ve en fazla 5 Kb. basınç altında bölgesel metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir. Araştırmacı, kayaçların metamorfizma şiddetlerinin güneybatıdan kuzeydoğuya doğru arttığını öne sürmüş ve bölgedeki metamorfik kayaçların köken kayaçlarının killer ve alüminyumca zengin kilaşları, karbonatsız ya da %35 oranına kadar karbonat içeren killer, yapraksal kilaşları, marnlar ve grovaplardan oluştuğunu saptamıştır.

Yılmaz (1980, 1981), Tokat ile Sivas arasındaki bölgede yapmış olduğu çalışmada, yöredeki ofiyolitlerin başlıca serpentinit hamurlu ve değişik yaş ve kaya türü özellikleri gösteren, boyutları dm'den km'lere kadar değişen bloklardan oluşan ofiyolitli karışık durumunda olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı, karışığın Alt Senoniye'de oluştuğunu ve tektonik unsurların konumunu gözeterek güneye doğru hareket edip allokon bir nitelik kazandığını ileri sürmektedir. Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada Yalçınlar (1955)'in Akdağ metamorfizmlerine dâhil ettiği Karaçayır dolayındaki metamorfizmleri, Karaçayır Formasyonu olarak adlandırmıştır. Karaçayır Formasyonu'nun altta yer yer yeşil şist ara katkılı kalkışit ve yer yer mermer seviyelerinden oluşan birimini Çeltekin Kalkışit üyesi, üstte kuvarsit ve çakıllardan oluşan birimi de Çalıdağı Kuvarsit üyesi olarak adlandırmıştır. Araştırmacı, Yıldızeli – Karaçayır arasında kalan alanda yaptığı incelemeler sonucunda, kuzeyde metamorfik karışık görünümünde olan kayalar ve bu kayaların arasında ofiyolitli karışık, bu karışığın üzerinde uyumsuzlukla duran Eosen yaşlı çakılla, kumtaşı, kilaşı ardalanması ve bütün bu birimlerin üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Neojen yaşlı karasal çökellerin yer aldığını belirtmektedir. Araştırmacıya göre kuzeyde ofiyolitli karışık üzerine, gereçleri ofiyolitli karışıktan türemiş olistostromal düzeyler kapsayan Üst Senoniye pelajik kireçtaşı uyumsuzlukla oturmaktadır. Araştırmacı, bu verilere göre ofiyolitli karışığın Senomaniye – Erken Senoniye yaş aralığında yerleşmiş olduğunu öne sürmektedir.

Tatar (1982), Yıldızeli (Sivas) kuzeyinde Çamlıbel dağlarının tektonik yapısını incelemiş ve bölgenin en önemli tektonik yapısının kuzeydeki ofiyolitik seriyi güneydeki Üst Kretase – Paleojen yaşlı genç birimlerden ayıran, Erzincan–Yozgat arasında uzanan D-B doğrultulu, güneye eğimli bir bindirme fayının olduğunu belirtmiştir. Çalışmacı, itilme zonunu temsil ettiği varsayılan bu fayın “Orta Anadolu Ofiyolit Bindirmesi” olarak adlandırılmasını önermiştir. Araştırmacı, bu fayın güneyinde tespit ettiği, yine D-B doğrultulu ve güneye eğimli ikinci bir bindirme fayının da (Ilıca-Yığıtlar Bindirmesi) Üst Kretase sedimentlerini Paleojen üzerine ittiğini belirtmiştir. Araştırmacı, Üst Kretase ve Alt Tersiyer sedimentleri üzerinde ve içerisinde görülen Paleozoyik yaşlı Akdağ metamorfizmlerine ait mostralara büyük olasılıkla olistolitler olduğunu ve Arabistan levhasının KKB yönündeki yatay bağıl hareketine bağlanabileceğini öne sürdüğü sıkışma gerilmelerinin Üst Kretaseden Neojene kadar etkin olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1982), “Dumanlıdağ (Tokat) ile Çeltekin Dağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu” adlı çalışmasında bölgenin ayrıntılı 1/100.000

ölçekli haritasını hazırlamıştır. Araştırmacı, önceki incelemelerde ofiyolitlerle yakın ilişkili ve Üst Kretase yaşlı olarak kabul edilen Yıldız dağı Gabrosunun daha genç (olasılı Eosen) yaşta olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, inceleme alanının kuzeyindeki yapısal unsurların Kuzey Anadolu Fayı ile uyum içinde olduğunu ve bindirmelerin kuzeyden güneye doğru dereceli olarak çekim faylarına doğru geçiş yaptığını saptamıştır.

Yılmaz ve Ercan (1984), Sivas ile Tokat arasında bulunan Yıldız dağı Gabrosunun petrokimyasal özelliklerini incelemişler ve olasılı Eosen yaşta olduğunu, yarı derinlik kayası özelliğinde, domsal yapıda olup, genellikle porfirik, ofitik ve poiklitik dokulu olduğunu belirtmiş, toleyitik bir nitelik taşıdığını ve olasılı Eosen sırasında gelişen bir yay sistemi içerisinde oluştuğunu savunmuşlardır.

Yılmaz ve Özer (1984), “Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı’nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) Arasındaki Bölümünün Temel Jeoloji İncelemesi ve Tersiyer Havzasının Yapısal Evrimi” isimli çalışmalarında, inceleme alanının temelinin metamofitler ve Geç Kretase-Paleosen yaşlı ofiyolitli karışık ile karışığın örtü kayalarından oluştuğunu öne sürmektedir. Eosen yaşlı birimlerin açılı uyumsuzlukla temel kayaların üzerine geldiğini, tüm bu birimleri Neojen-Kuvaterner yaşlı bazalt akıntıları karasal (olasılı akarsu) oluşukların açılı uyumsuzlukla örttüğünü belirtmektedirler. Araştırmacılar, Karaçayır dolayında yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan fayların, Akdağmadeni’ne doğru dereceli bir dönme ile yaklaşık KD-GB doğrultulu bir konum kazandığını belirtmişlerdir. Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı’nın yalnızca bir nap gelişiminin ürünü olduğunu ileri sürmektedirler.

Aydoğan vd. (1991), Sıcak Çermik yöresinde jeofizik çalışmalara yönelik olarak gravite, manyetik ve jeoelektrik çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar, Mesozoyik kristalize kireçtaşlarının ana rezervuar kaya görünümünde olduğunu ve Miyosen yaşlı jipsli formasyonlar ile Pliyosen çökellerinin örtü kayaç, Bayat vadisinde çalışma alanının kuzeyinde yüzeyleyen andezit ve bazalt lav çıkışlarının olası ısıtıcı kayaç olabileceğini ancak ısıtıcı kaynağın tam olarak saptanamadığını belirtmektedirler. Gravite çalışmalarıyla elde ettikleri verilerden hazırladıkları Bouguer II. türev haritalarının değerlendirilmesiyle temel kaya olarak nitelendirdikleri metamorfik şistlerle kristalize kireçtaşlarının batıdan doğuya doğru devam ettiğini, yer yer ondülasyonlar yaptığını ve buna bağlı olarak Pliyosen çökellerinin kalınlığının değiştiğini saptamışlardır. Eşrezistivite çalışmaları ile Pliyosen çökellerinin ve travertenlerin kalınlıklarını, tektonik

hatları ve sıcak su haznesi olabilecek iki ayrı çukurlaşmayı ve bu çukurlaşmayı sağlayan K-G ve D-B uzanımlı basamak yapılı kırıklı zonları saptamışlardır. Araştırmacılara göre, Bouguer anomali haritası ile Aşağı Nevruz köyünün batısından başlayıp kuzeye doğru uzanan ve Menteşe köyünün güneydoğusundan Delikkaya köyüne doğru devam eden kontur sıklaşması, atımı yüksek ve derindeki bir fayın varlığını belirtmektedir. Aşağı Nevruz köyünün doğusundan başlayıp Mumcuçiftliğinin batısına doğru devam eden ve bir bölümü Kalın Irmağı'na denk gelen kontur sıklaşması da ilk faya paralel bir başka fayın varlığına işaret etmektedir. Araştırmacılar, Sıcak Çermiğin güneybatısındaki Kaşın Tepe'nin doğu yönünde ve güneybatı yönünde birbirini kesen iki fayın varlığını belirtmektedirler.

Aktimur vd. (1990), "Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının Jeolojisi" isimli çalışmalarında, Üst Lütésiyen öncesi, Tortoniyen öncesi, Üst Miyosen ve Holosen olmak üzere dört önemli evrenin geliştiğine ve Oligo-Miyosen yaşlı kırıntılarda karbonatların denizel, lagünel ve karasal ortamlarda çökeldiğine değinmişlerdir. Neotektonik dönemde doğrultu atımlı fayların oluştuğunu bu faylara bağlı olarak da travertenlerin çökeldiğini belirtmişlerdir.

Ergin (1992), Sıcak Çermik yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları konulu çalışmasında, yöredeki sıcak sularla ilişkili olarak oluşan travertenlerin, Derindere üzerinde gözlemlendiğini, travertenleri oluşturan  $\text{CaCO}_3$ 'ün kaynağının, daha derinlerde bulunan ve sondajlarda kesilen gri -beyazımsı kireçtaşları (1. hazne kaya) ve karstik yapılı bol kırıklı mermerler (2. hazne kaya) olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı, Üst Pliyosen yaşlı Bayat volkanitlerinin, çoğunluğu meteorik kökenli olan suların ısıtıcısı olduğunu ve yöredeki İncesu Formasyonu ile Boğazköy Formasyonu'nun, sıcak su içeren hazne kayalar için örtü kaya niteliğinde olduğunu ifade etmektedir.

Gürsoy vd. (1992), Sivas yöresinde yaptıkları çalışmada bölgede yüzeyleyen Kuvaterner yaşlı akarsu çökellerinin oldukça yoğun bir faylanmaya uğradığını belirlemişlerdir. Bölgede KKB-GGD yönlü bir tansiyon gerilmesinin varlığını saptayarak, farklı düzeylerde gözlenen akarsu çökelleri ve Kızılırmak Nehri'nin bugünkü konumuna bu normal fayların etkisi altında ulaştığını ileri sürmüşlerdir.

Poisson vd. (1992), Sivas havzası Tersiyer çökellerinin oldukça önemli oranda K-G yönlü tektonik kısalma ve kalınlaşmaya uğramış olduğunu, havzadaki tektonik deformasyonun bindirme fayı ile kontrol edildiğini, genel tektonik taşınma yönünün güneye doğru

olduğunu ve KKD'ya doğru taşınma yönüne sahip önemli geri bindirmelerin de gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Alpaslan (1993), Yıldızeli (Sivas) yöresinde yaptığı metamorfizmaya yönelik çalışmasında, Akdağmadeni metamorfitlerini “Yıldızeli Metasedimanter Grubu” olarak adlandırmıştır. Araştırmacı, Akdağmadeni metamorfitlerini, alttan üste doğru; Aşılık Metamorfiti, Fındıcak Metamorfiti, Pelitlikaya Kuvarsiti ve Kadıköy Metakarbonatı şeklinde dört ayrı birime ayırmıştır.

Gökten (1993), Yıldızeli güneyinde yapmış olduğu araştırmada, Akdağmadeni metamorfitleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniğini incelemiştir. Yazar, Akdağ masifi içerisine Eosen öncesi yaşlı intrüzifler ile masifin Eosen ve daha genç yaşa sahip örtü kayalarını açıklamaktadır. Metamorfitlerin tekdüze bir metamorfizma geçirmediğini, son metamorfizmanın bölgesel ölçekte intrüzyonun yerleşimi sırasında kontak etkilerinin Geç Kretase sonunda tamamlandığını belirtmektedir. Araştırmacı Yıldızeli güneyindeki Eosen ve daha genç çökellerin Akdağ metamorfik serisini transgresif olarak örttüğünü ve bu metamorfik serinin bir horst yapısı gösterdiğini belirtmektedir.

Yılmaz vd. (1995), Akdağ masifinin doğu kesiminde yaptıkları çalışmada, Akdağmadeni litodeminin temeli oluşturduğunu, bu kayaçların yüksek dereceli amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olduğunu ve granitik-gabroyik intrüzifler tarafından kesildiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, Sivas Havzası genelinde en az iki masif jips düzeyinin yer aldığını vurgulamışlardır.

Guezou vd. (1996), Sivas Havzası'nın, Torid ve Pontid kuşaklarının arasında yer alan önemli bir kabuksal yapı üzerinde bulunduğunu belirtmektedirler. Sivas Havzası'nın temelinin Kırşehir kıtasal kabuğu ile ofiyolitik ve pelajik sedimanlardan oluşan bir bindirme örtüsünden oluştuğunu ve bunların Eosen örtüsü ile ekaylı bir yığın oluşturduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar, Sivas Havzası'nın, Kırşehir temelinden, Orta Miyosen yaşlı kumtaşları ve konglomeraları ile Pliyosen yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu yeni yapısal bir birim olan Kızılırmak Havzası ile ayrıldığını ve bölgesel ölçekte Sivas Havzası'nın bir “piggy-back” havza olarak geliştiğini düşünmektedirler.

Temiz (1996), Sivas Havzası'nın orta ve doğu kesimlerini kapsayan çalışmasında, Sivas Havzası'nın bölgesel olarak KKB-GGD yönlü sıkışmaya bağlı olarak gelişen çoklu bindirme sistemleri ile karakterize edildiğini savunmuştur. Araştırmacı, bölgede yer alan

jipslerin bindirme sisteminin geometrisi ve Alt Miyosen yaşı sığ denizel formasyonlarla ilişkisine dayanarak Oligosen yaşı olabileceğini öne sürmüştür.

Avcı vd. (1997), Sivas'ın genel jeolojisini, hidrojeolojisini, mühendislik jeolojisini ve doğal kaynaklarını inceledikleri çalışmalarında, Sivas'ın o dönem içme suyunu karşılayan Tavra vadisinin ve günümüzde karşılıyor olan 4 Eylül Barajı'nın kirletilmemesi için, ilgili yönetmelik çerçevesinde, koruma alanları tespit etmişlerdir. Sivas il merkezinin yakın çevresinde Sıcak Çermik jeotermal sahası dışında Soğuk Çermik, Uyuz Çermik, Hamzaşeyh ve Ilıca kaynaklarının da bulunduğunu belirtmiş, Uyuz Çermiğin, Sıcak Çermik ile muhtemelen aynı jeotermal sistem içerisinde yer alması nedeni ile önemli bir potansiyel saha olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Gürsoy vd. (1997), Sivas Havzası'nda yaptıkları paleomanyetik amaçlı çalışmada, Arabistan bloğunun Avrasya içine doğru hareketi ile Anadolu bloğunun yanal olarak batıya kaçışının, KB-GD ve/veya K-G yönlü sıkışmanın etkisi ile bölgedeki bindirme ve doğrultu atımlı faylanmalarda geliştiğini belirtmektedirler. Bindirmelerle sınırlı blokların ve fayın, saatin tersi yönündeki farklı rotasyonunun havzanın tamamında gözlemlendiği ve bu bölgesel rotasyonun 10°/milyon yıllık bir ortalama ile Kuvaterner dönem sırasında neotektonik dönemin en son fazında geliştiğini belirtmektedirler. Bu rotasyonun, Geç Miyosen-Pliyosen döneminde kabuksal kalınlaşma ile başlangıçta birikmiş olan çarpışmayı izleyen sıkışma ile ilgili olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar, hemen devamında gelişen saatin tersi yönündeki rotasyon, K-G yönlü sıkışmanın sonucunda kabuksal kısalmayı sağlayan KD-GB uzanımlı sol yanal ana faylar boyunca Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın güneyindeki blokların yana kaçışı ile sonuçlandığını vurgulamaktadırlar.

Yılmaz vd. (1997), çalışmalarında Sivas F-23 paftasının 1/100.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Araştırmacılar, inceleme alanında temeli Akdağmadeni Litodemi'nin oluşturduğunu ve bu litodemin gnays, amfibolit, şist, mermer ve kuvarsit gibi metamorfitlelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Metamorfitlerin, granitoid ile gabro türü intrüzifler tarafından kesildiğini ve Paleosen yaşı volkanitlerle genel olarak ilişkisinin faylı olduğunu ancak yer yer volkanitlerin uyumsuzlukla üstte yer aldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Üst Miyosen-Pliyosen yaşı akarsu ve göl oluşuklarının daha eski birimlerin üzerine açılı uyumsuzlukla geldiğini açıklamışlardır. İnceleme alanında neotektonik dönemde, KD-GB doğrultulu sol yanal oblik fayların yanı sıra, KKB-GGD

doğrultulu sağ yanal oblik fayların ve K-G doğrultulu normal fayların, yaklaşık K-G doğrultulu bir sıkışmanın denetiminde geliştiğini belirtmişlerdir.

Ayaz (1998), “Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) Yöresindeki Traverten Sahalarının Jeolojisi ve Travertenlerin Endüstriyel Özellikleri” adlı çalışmada, Karlıkaya, Kandilsırtı, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten yataklarının jeolojisi, endüstriyel özellikleri ve kullanılabilirliklerini incelemiştir. Araştırmacı, travertenleri oluşturan suların, açılma çatlakları boyunca çıktığını, bu çatlaklar için de damar tipi, yüzeyde akarken ise tabaka tipi travertenleri oluşturduğunu öne sürmüştür.

Mesci (1998), Sivas havzasının kuzey kesimlerinde yaptığı çalışmada Neojen yaşlı karasal çökellerin tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örtüğünü belirterek, Tersiyer öncesi birimlerle Tersiyer birimleri arasında yaklaşık DKD-BGB gidişli, kuzeyden güneye doğru gelişmiş 3 ana bindirme ayırtlamıştır. Neotetisin kuzey kolunun Geç Kretase’de kapanmaya başlamasıyla bölgeye yerleşen ofiyolitik melanjin, Neojen sonrasında da devam eden hareketlerle Neojen yaşlı karasal kırıntılı çökelleri de etkileyerek, bunların sınırlarında büyük açılı ters faylar ve geri bindirmeler oluşturduğunu belirlemiştir. Neojen yaşlı birimlerdeki faylardan elde edilen kinematik verilerin K10°B-G10°D doğrultulu sıkışmayı göstermekte olduğunu ve bu sonucun bölgedeki kıvrım eksenlerinin gidişleri ile Orta Anadolu Bindirme Kuşağını oluşturan sıkıştırma yönü ile uyumluluk sunduğunu saptamıştır.

Alpaslan (2000), Yıldızeli yöresindeki Pazarcık Volkanitleri üzerinde çalışmış ve bu volkanitlerin Neotetisin kuzey kolunun kapanmasını izleyen evrede oluşan Pontid ve Anatolid kuşakları arasındaki kıtasal çarpışmadan hemen sonra gelişen gelişen gerilmeli tektonik rejim altında, üst manto peridotitinin düşük dereceli bölümsel ergimesiyle oluşan alkali karakterli bir magmadan oluştuğunu belirtmiştir.

Mesci (2004), Sıcak Çermik ve yakın yöresindeki travertenlerle ilgili çalışmada, Sarıkaya ve Delikkaya bölgelerinde yer alan travertenleri morfolojik özelliklerine göre sınıflandırmış, çatlak sırtı tipi, aşınmış traverten tabakaları, kanal ve teras tipi travertenlerin varlığını belirlemiştir. Araştırmacı, XRD analizi ve gaz ölçümleri sonucu kükürt içeren herhangi bir minerale ya da bileşiğe rastlanmaması sonucu travertenlere kırmızımsı sarı rengi veren elementin sanılanın aksine kükürt değil, demir içeren minerallerin bozunması sonucu ikincil olarak oluşan limonitten kaynaklandığını düşünmektedir. Çalışmacı, İncesu Formasyonu’nda saptanan küçük ölçekli fayların

kinematik analizlerinin yanı sıra, bu birimlerden alınan eklem ölçümlerinden gül ve kontur diyagramları hazırlamıştır. Bu diyagramlar ile K20°B doğrultulu bir sıkışma yönü elde eden araştırmacı, İncesu Formasyonu'nda gelişmiş olan tansiyon eklemleri olarak tanımlanan eklemlerin, travertenler üzerinde bulunan çatlak sistemleriyle uyumlu olmasının, hidrotermal çözeltilerin İncesu Formasyonu içerisinde bulunan çatlak sistemleri ve küçük faylar aracılığı ile yüzeye taşındığını gösterdiğini düşünmektedir. Araştırmacı, havzada gelişen neotektonik unsurların sıkışma-genişleme türü neotektonik rejim altındaki Sivas Geri Bindirmesinin aktivitesinden kaynaklanan KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü bir açılma tektoniği denetiminde geliştiğini belirtmektedir.

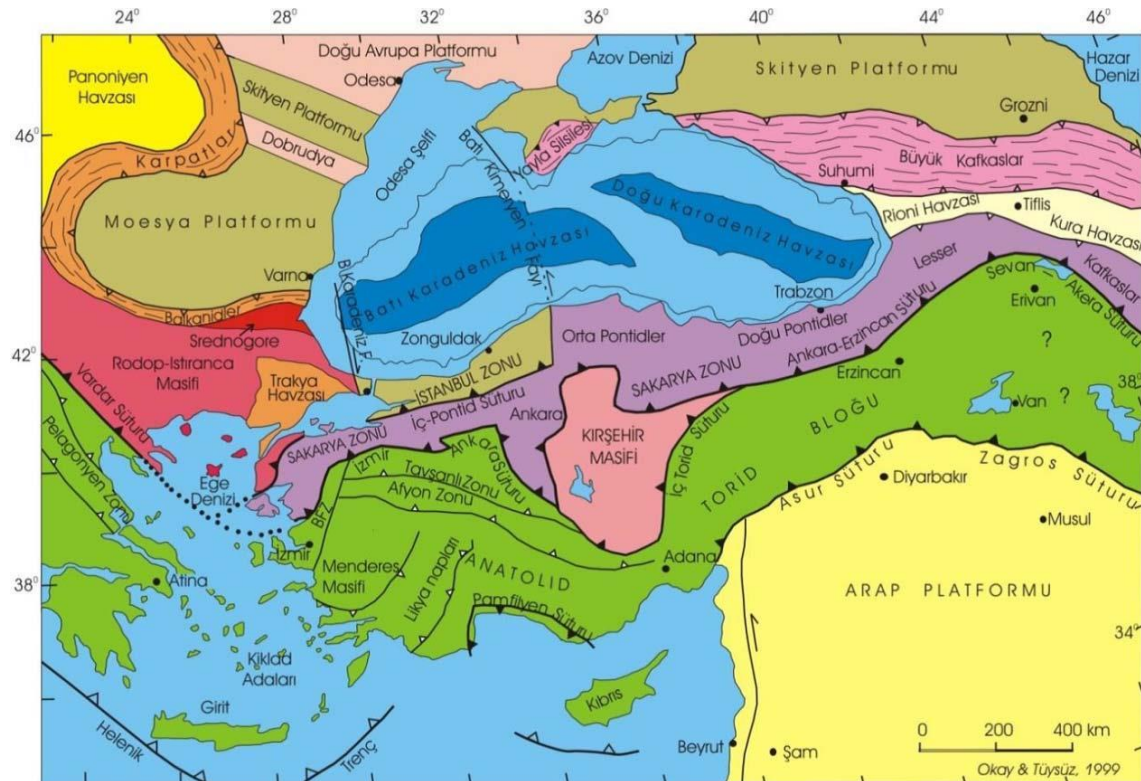
Ekemen (2006), Yıldız Irmağı Havzası'nın hidrojeolojisini konu alan çalışmasında, bölgenin yağış ve akım analizlerini, yüzey ve yeraltı suyu potansiyelini, birimlerin akifer özelliklerini, sıcak su ve kaynakların kimyasal ve izotopik bileşimlerini incelemiştir. Araştırmacı, inceleme alanındaki mermer, kireçtaşı, gablo, traverten, çakıltası-kumtaşı seviyeleri ve alüvyonların inceleme alanında geçirimli birimleri oluşturduğunu, şist, gnays, kuvarsit, granitoid, radyolarit, ve serpantinitle düzeylerinin ise geçirimsiz birimleri oluşturduğunu belirtmektedir. Araştırmacıya göre, sıcak suların Sıcak Çermik'te bulunan sondaj kuyuları yardımıyla gözlenen rezervuar kayacı Akdağmadeni Litodemi'ne ait mermerler, örtü kayacı ise İncesu Formasyonu'na ait kiltası-silttaşı-kumtaşı-çakıltası aralanmasıdır. Araştırmacı, Hamzaşeyh'te bulunan HŞ-1 ve HŞ-2'nin (Hamzaşeyh Çermikleri) örtü kayacının Tokuş Formasyonu'nun Banaz Üye'sine ait kırıntılı kayalar olabileceğini düşünmektedir.



## 2. JEOLÒJÌ

## 2.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, Kırşehir Masifi'nin kuzeydoğu kesiminde yer almaktadır. Kırşehir Masifi, güneydeki Toros ve kuzeydeki Pontid kuşakları arasında bir konuma sahiptir. Masifin güney kesimi Sivas Tersiyer havzası tarafından örtülmektedir (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1** Kırşehir masifinin konumunu gösteren tektonik harita (Okay ve Tüysüz, 1999).

İnceleme alanının temelini Kırşehir Masifine ait Akdağmadeni Litodemi ve Neotetis Okyanusunun kuzey kolunun kapanım ürünleri olan Tekelidağ Karışığına ait ofiyolitler oluşturmaktadır. Tekelidağ Karışığı inceleme alanında, Akdağmadeni Litodemiye ait birimleri, Üst Kretase yaşlı birimleri ve Eosen yaşlı örtü birimlerini tektonik olarak üzerlemektedir. İnceleme alanında ofiyolitli karışığın bindirme tektoniği Üst Kretase’de başlamış, Miyosen sonuna kadar devam etmiştir. Çalışma alanının ana yükselti morfolojisi Akdağmadeni Litodemi ve Tekelidağ Karışığı’nın oluşumu ve yerleşimi ile sonrasındaki tektonik aktiviteler ile gerçekleşirken, düzlük alanları, Paleosen, Eosen, Üst Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler doldurarak örtü birimleri oluşturmuşlardır.

Çalışma alanında bindirme fayları gibi sıkışma tektoniği verilerini gözlenmekle birlikte açılma tektoniğine bağlı olarak havzaya yerleşmiş olan plütonik ve volkanik kayalar ile yine açılmaya bağlı olarak gelişen normal faylar da izlenmektedir. Çalışma alanının yakınlarındaki Yıldız Dağı (2552 m.) arazinin kuzey kesiminde gözlenmekte olup gabro kökenli bir plütonik yükselim ile oluşmuştur (Ekemen, 2006).

Şengör (1981), Türkiye ve çevresindeki komşu alanlarda Permiyen'den günümüze kadarki levha tektoniği evriminin Paleo-Tetis'in kapanmasının ve daha sonra ortaya çıkan Neotetis'in doğması ile yok olmasının bir sonucu olduğunu belirtmektedir. Tetis evriminin bütün sürecinde levha kenarlarının konum ve nitelikleri düzenli bir şekilde değişmiştir. Bu değişim özellikle Geç Kretase-Geç Eosen süresince belirgindir. Çünkü bu dönemde levhaların birbirlerine doğru yaklaşmalarını devamlı olarak telafi edebilmek amacı ile Türkiye'deki dalma-batma zonları düzenli bir şekilde yer değiştirmişlerdir. Üst Kretase-Paleosen'de İç Toros okyanusunun güney kenarında gelişen güney yönlü dalma-batma zonunun, Paleosen-Üst Eosen döneminde aynı okyanusun kuzey kenarı boyunca yerini kuzey yönlü bir dalma-batma zonuna terk etmesi bu tür bir örnek olarak gösterilebilir. Batı Türkiye'de İzmir-Ankara kenet kuşağının güneyinde yapı, tektonik pencerelerle ve uzun mesafeler ilerlemiş paket nap sistemleriyle temsil edilmektedir. Naplar, hareket yönünde giderek gençleşirler. Anadolu fazı sırasında platformun bir kesimi allohtonların altına gömülmüş ve metamorfize olmuştur. Metamorfik komplekslerin sıcak ve sünek çekirdekleri sıkışan bu ortamda yükselmeye başlamış, kenet kuşağını itip döndürerek düşey bir konuma getirmiştir. Sıkışma devam ettiği için kenet zonu ters yöne ilerlemiştir. Birincil olarak üstte bulunan levha yükselen metamorfik kompleksin sünek çekirdeğinin içine doğru sokularak kamalanmıştır.

Doğu Anadolu'da kıtacıkları birbirinden ayıran birçok mini okyanus gelişmiştir. Miyosene kadarki dönemde levhaların birbirlerine yaklaşmaları çoğunlukla bu okyanus tabanlarının batmasıyla karşılanmıştır. Kıtacıkları birbirlerine devamlı kilitlenmeleri bu bölgede bir dizi orta ve yüksek açılı kenet zonu ile yaygın ofiyolitik kuşakları yaratmıştır. Kenetlenen bu kıtacıklar Arap kıtası ile son çarpışmaları sırasında daha fazla deformasyon geçirmiş ve magmatik sokulumlarla birbirlerine daha fazla pekişmişlerdir. Anadolu; Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi, Orta Anadolu Ovalar Bölgesi ve Ege Graben Sistemi olarak neotektonik bölgelere ayrılmıştır.

### 2.1.1 Sivas Tersiyer Havzası

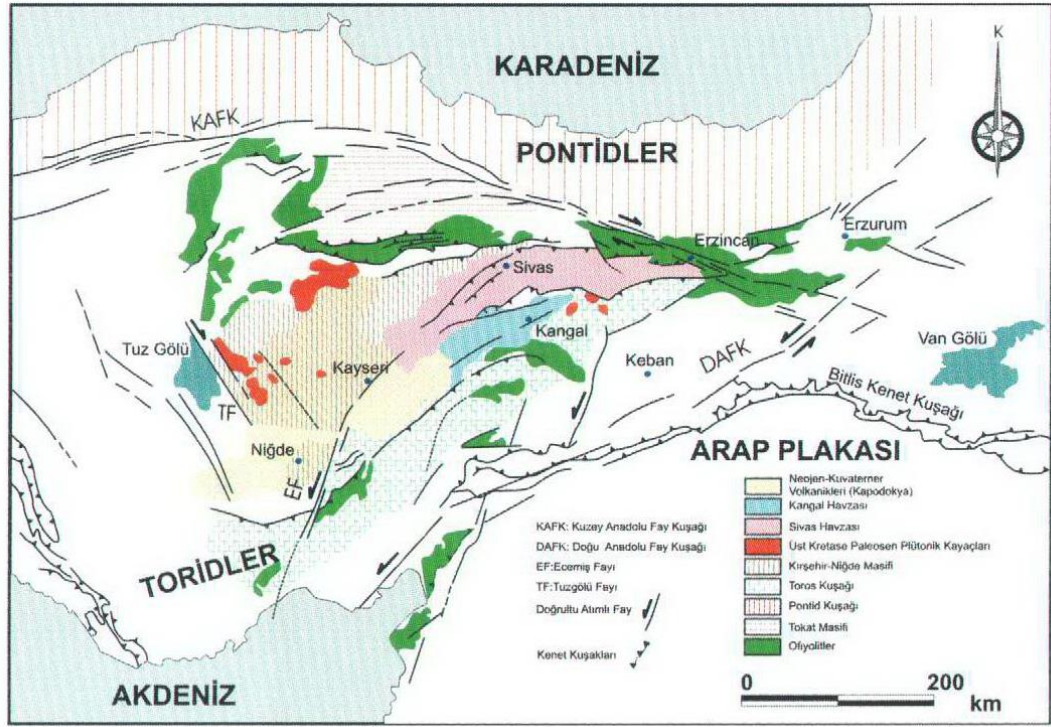
Sivas Tersiyer Havzası İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı'na ait ofiyolitik karmaşığın kuzeyden güneye doğru havza çökelleri üzerine bindirmesi şeklinde gelişmiş bir tektonik dokanakla sınırlanmaktadır. Ofiyolitik melanj napları ile birlikte Kırşehir Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar, havzanın temelini oluşturmaktadır. Bu ana ilişki doğrultusunda Sivas tersiyer havzasının Pontid'lerin önünde kuzeyden güneye doğru bir havza biçiminde Eosen'de şekillenmeye başladığı düşünülmektedir.

Kırşehir masifinin kuzeydoğuya doğru uzantısı niteliğindeki gnays, şist, amfibolit, kuvarsit ve mermerlerden oluşan Akdağmadeni metamorfitlelerine ait kayaçlar havza içerisindeki en yaşlı birimler olarak gözlenmektedir.

Havzanın temelini oluşturan Paleozoyik yaşlı Akdağmadeni metamorfitlerini Üst Kretase yaşlı Tekelidağ Karışığı keser ve içerisine sokulmuş konumdaki granit ve granodiyoritlerden oluşan Paleosen yaşlı asidik sokulum kayaçları (Banaz plütону) havzanın ilk kaya birimlerini oluşturur. Orta Eosen yaşlı Tokuş Formasyonunun değişik birimleri tarafından uyumsuz olarak üzerlenen Banaz plütону da kısmen Tekelidağ karışığı tarafından tektonik olarak üzerlenir. Sivas Tersiyer Havzası'nın havza çökellerini oluşturan Orta-Üst Eosen yaşlı Tokuş ve Doğanşar Formasyonları ve diğer volkanik birimler geniş yüzlekler sunmaktadır.

Havza birimleri üst kesimlere doğru çoğunlukla karasal fasiyeste çökelmiş kırıntılı tortul kayaçlar, genç traverten oluşumları ve alüvyonlar tarafından uyumsuz olarak örtülürler. Atalay'a (1999) göre Sivas havzası genel olarak K-G yönlü bir sıkışmanın etkisi altındadır. Havzanın güney batısı ise genel olarak GD-KB yönlü bir sıkışma etkisindedir. Buna bağlı olarak bölge Orta ve Üst Eosen'de yükselmeye başlamış, sıkışma tektoniği etkisini Oligosen'de devam ettirmiştir. Eosen sonunda denizin çekilmesiyle Oligosen'de karasal rejim hüküm sürmüş, bu dönemler boyunca aralıksız bir sedimantasyon gerçekleşmiştir. Kıta-kıta çarpışması sonrası oluşan kıta içi havza özelliklerini kapsadığı düşünülen havzanın Eosen döneminde ağırlıklı olarak kuzeydoğusundaki metamorfiklerden; Oligosen'de kuzey, kuzeybatı ve güneybatısındaki ofiyolit, metamorfik ve volkanitlerden meydana gelmektedir (Şekil 2.2).

İnceleme alanında Akdağmadeni Metamorfitleri, Tokuş Formasyonu, İncesu Formasyonu ve volkanik birimler otokton nitelikli iken, İzmir-Erzindan-Ankara Ofiyolit Kuşağına ait Tekelidağ Karışığı allokton niteliktedir (Koçbulut vd., 2001).



**Şekil 2.2** Sivas havzası ve çevresindeki komşu havzalar ve ana tektonik yapılarla ilişkisi (Poisson ve diğerleri, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır, Mesci, 2004).

## 2.2 Litostratigrafi Birimleri

İnceleme alanında yaşları Üst Kretase öncesi ile Kuvaterner arasında değişen farklı kaya türleri bulunmaktadır. Temelde bulunan Akdağmadeni metamorfitlerinin üzerine tektonik olarak Tekelidağı Karışığı gelmektedir. Bunların üzerine Kılıçlı Olistostromu ve Darmik Volkanitlerine ait birimler gelmekte ve bu birimlerin üzerinde örtü birim niteliğinde Tokuş ve İncesu formasyonları ile traverten ve alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 2.3).



| SENOZOYİK  |        |                             |                      | MESOZOYİK           |          |                                                                                                   |  | PALEOZOYİK  |  |
|------------|--------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|--|
| Üst Sistem | Sistem | Seri                        | Kat                  | Formasyon           | Üye      | LİTOLOJİ                                                                                          |  | AÇIKLAMALAR |  |
| KUV.       | NEOJEN | ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN      |                      | İncesu              | Porsuk   |                                                                                                   |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Tip: Gölsel kireçtaşları                                                                          |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Tid: Turuncumsu çakıltı, kumtaşından oluşan akarsu oluşukları.                                    |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Ttb: Kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kıltaşı ve şeyl ardışımı.                                          |  |             |  |
| PALEOJEN   | EOSEN  | Lütisen - Priaboniyen       | Tokuş                | Banaz               | Susuzdağ | Tts: Çakıltı, çakıllı kumtaşı.                                                                    |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Td: Piroklastik-epiklastik kayalar ve lavlar ile çoğunlukla bazalt.                               |  |             |  |
| KRETASE    | ÜST    | Kampaniyen - Maastrichtiyen | Kılıçlı Olistostromu | Darmik Volkanitleri |          | Kkk: Kampaniyen ve daha yaşlı pelajik kireçtaşları.                                               |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Kkv: Yer yer bloklu epiklastik ve piroklastik kayalar ile çoğunlukla volkano-sedimanter birimler. |  |             |  |
| ALT        |        |                             | Tekelidağ Karışığı   |                     |          | Ktrb: Radyolarit blokları.                                                                        |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Ktk: Jura - Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşı.                                                   |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Ktv: Vulkanit, çoğunlukla diyabaz.                                                                |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Ktg: Gabro.                                                                                       |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Kts: Yeşilşist.                                                                                   |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Kts: Çoğunlukla serpantinitle içeren ofiyilitli karışık.                                          |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | TEKTONİK DOKANAK                                                                                  |  |             |  |
|            |        |                             |                      |                     |          | Pa: Kalksist-mermer ardalanması, kuvarsit ve mermerlerden oluşan metamorfik birimler.             |  |             |  |

Şekil 2.3 İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

### 2.2.1 Akdağmadeni Litodemi (Pa)

İnceleme alanında temeli oluşturan ve genellikle Eosen yaşlı birimlerin temeli konumunda yer alan metamorfik kayalar, Akdağmadeni Grubu olarak adlandırılmış (Özcan vd., 1980), ve önerilen adlama Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından

“Akdağmadeni Litodemi” biçiminde resmi adlama olarak benimsenmiştir (Yılmaz vd., 1997).

Birim kalkışist, mermer ar dalanması ,mermer ve kuvarsit gibi metamorfik kayalarla bunları yer yer kesen granit, siyenit, monzonit, tonalit gibi granitoidlerden ve asidik dayklardan oluşur. Ayrıca birimi yer yer kesen kuvars damarları da yaygın olarak izlenir. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde, Han Tepe’nin doğusunda yüzeyleyen kalkışist, mermer ardışımı gri, yeşil ve yer yer kırmızımsı pembe bir renge sahip olup, oldukça sert bir yapı sunmaktadır. Birim içerisinde çatlak ve eklem sistemleri gözlenmektedir (Şekil 2.4).



**Şekil 2.4** Han Tepe doğusunda Akdağmadeni Metamorfikleri içerisinde yer alan mermer-kalkışist birimlerinin görünümü.

Kalkışist ve yer yer mermer ar dalanmasından oluşan metamorfiklerin, Baykal (1947), Vache (1963), Tatar (1977), Yılmaz (1980), Erkan (1980), Tülümen (1980), Özcan vd. (1980) tarafından genelde yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş sedimanter kayalar olduğu benimsenirken, Özer ve Göncüoğlu (1981) tarafından bu metamorfiklerin tekdüze bir metamorfizma geçirmediğini savunulmaktadır. Yılmaz ve Özer (1984) ise Karaçayır

dolaylarındaki metamorfitlerin, Akdağmadeni yöresindeki metamorfitlere göre genellikle daha düşük dereceli bir metamorfizmaya uğradığını belirtmektedirler (Kalkan, 1997). Kalkşistler, bozunma yüzeyi açık gri, taze yüzeyi alacalı, ince-orta yapraklanmalı, bol kırık ve kıvrımlı olup, kalsit ve kuvars ara katkılıdır. Bu birimler yer yer ince seviyeler halinde mermerler ile birlikte gözlenirler.



**Şekil 2.5** Han Tepe doğusunda gözlenen Akdağmadeni Litodemi içerisindeki Kalkşist ve Kuvarsit birimlerinin sınırı (B'dan D'ya bakış).

Kuvarsitler, çalışma alanı içerisinde, Han Tepe, Küçükhan Tepe ve Güney Tepe civarında ve Han Tepe'nin güneydoğu ve doğusunda yüzeylemektedir. Kuvarsitlerin Tekelidağ karışığı ile dokanağı, Han Tepe ile Küçükhan Tepe kuzeyinde ve batısında Tekelidağ karışığı tarafından tektonik olarak üzerlenirken, Güney Tepe batısı ile kuzeybatısında Tekelidağ karışığı üzerine itilmiştir (Şekil 2.5).





**Şekil 2.6** İmamların ağılı mevkiinde Akdağmadeni Metamorfikleri içerisinde yer alan kuvarsitlerin görünümü.

Kuvarsitler genellikle açık gri, beyaz renkli olup, bozunmuş kesimlerinde yeşilimsidir. Çok sert bir yapıya sahip olan birim, orta-kalın tabakalanmalı ve keskin kırılma kenarlıdır. Özcan vd. (1980), kuvarstilerin, kuvars-muskovit-şistlerin silisleşmesiyle oluştuklarını belirtmektedir. Ayrıca, kuvarsitlerin doğrudan kuvarslı kumtaşlarının metamorfizması sonucu oluşmuş olmaları da mümkündür (Ayaz, 1998) (Şekil 2.6).

Opak elemanların dikkati çektiği birim, ince, iri taneli kuvarslardan oluşur. Taneler genel olarak kenetlenmiş durumda ve köşelidir. Kuvarsit, metamorfiklerin üst düzeylerinde yer alır ve alt düzeylerle geçişlidir ve sıkı denizel ortamda çökelmiştir (Sümengen, 2013). Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yer alan Han Tepe civarında, Tekelidağ Karışığı, kuvarsitlere bindirmiş olarak gözlenmektedir.





**Şekil 2.7** Zengi kuzeyinde gözlenen ofiyolitli karışık ile volkanitlerin bindirme dokanağı ve kuvarsitlerin alüvyonlarla sınırının genel görünümü (İmamların ağılı civarında KD'dan GB'ya bakış). **Kts:** Serpantinit **Td:** Darmik volkanitleri **Qa:** Alüvyon **Pa:** Akdağmadeni Litodemi(Kuvarsit)

Mermerler çoğunlukla beyaz-gri, bazen sarımtırak ve kahve renkli ve kalın katmanlıdırlar. Bu birimler bazı kesimlerde bol kırıklı-çatlaklı ve yer yer karstik boşluklu, bazı kesimlerde ise sert ve masiftirler. Arazi içerisinde çok küçük alanlarda yüzlekler veren mermerler, Ozmuş Köyü'nün kuzeybatısında ve Aktaş Tepe'nin kuzeydoğusunda (Şekil 2.8) gözlenmekte ve bu civarlarda mermer ocakları işletilmektedir (Şekil 2.9).



**Şekil 2.8** Aktaş Tepe kuzeydoğusunda gözlenen mermer-serpantinit sınırı (KD'dan GB'ya bakış). **Pa:** Akdağmadeni Litodemi(Mermer) **Kts:** Serpantinit.



**Şekil 2.9** Aktaş Tepe kuzeydoğusunda Akdağmadeni Litodemiine ait mermerlerin görünümü (KD'dan GB'ya bakış).

Akdağmadeni Litodemi metamorfitlelerinin üzerine Eosen yaşlı kırıntılı kayalar açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Yılmaz vd. (1997), Eosen yaşlı kırıntılı kayaların altında ve metamorfitlelerin üzerinde yer alan Üst Kretase-Paleosen yaşlı bir karbonatın varlığının bilinmesi (Yılmaz, 1982; Yılmaz ve Özer, 1984) ve bu karbonatın metamorfizmaya uğramayarak metamorfitlelerin üzerine açılı uyumsuzlukla gelmesi sebebiyle, Akdağmadeni metamorfitlelerini etkileyen bölgesel metamorfizmanın, buna bağlı olarak da metamorfitlelerin en azından Maastrichtiyen-Paleosen öncesi bir yaşta olduğunu düşünmektedir. Ancak, birim içerisinde yaş bulgusu verecek bir verinin saptanamaması ve bölgede daha önce yapılmış çalışmalara göre birimin diğer birimlerle korelasyonundan, yaşı bu çalışmada Paleozoyik olarak kabul edilmiştir.

### **2.2.2 Tekelidağ Karışı (Kt)**

İnceleme alanında geniş yüzlekler sunan ofiyolitli karışık Yılmaz (1980) tarafından Tekelidağ Karışığı olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada karışık içerisinde serpantin (Kts), yeşilist (Ktş), gabro (Ktg), volkanit (diyabaz) (Ktv), radyolarit (Ktrb), Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşları (Ktk) ayırtlanmıştır.

Karışık, çalışma alanının güneyinde Hamzaşeyh Köyü'nün batısında ve Söğütlü Tepe civarında, Ozmuş Köyü'nün kuzeyinde yüzeylerken (Şekil 2.11) Buğdayören Köyü dolaylarında (Şekil 2.10) küçük çıkıntılar şeklinde gözlenmektedir. Arazinin orta kesimlerinde Zengi Köyü civarında büyük bir alanda yüzeylemekte (Şekil 2.14) ve özellikle bu kesimde gabro, diyabaz, yeşilist (Şekil 2.12, 2.13) ve radyolaritlere rastlanılmaktadır. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde geniş yüzleklere sahip olan ofiyolitli karışık Göllüsekiler Tepe, Banazdağı Tepe, Gökkaya Köyü, Karataş Tepe, Taşlı Tepe, Kuzey Tepe civarlarına tamamen hâkim olup, Güney Tepe'nin batısında yer almaktadır.

Birim, Geç Kampaniyen-Maastrichtiyen, Eosen ve Miyosen yaşlı birimlerin üzerinde tektonik olarak yer alır (Sümengen, 2013).





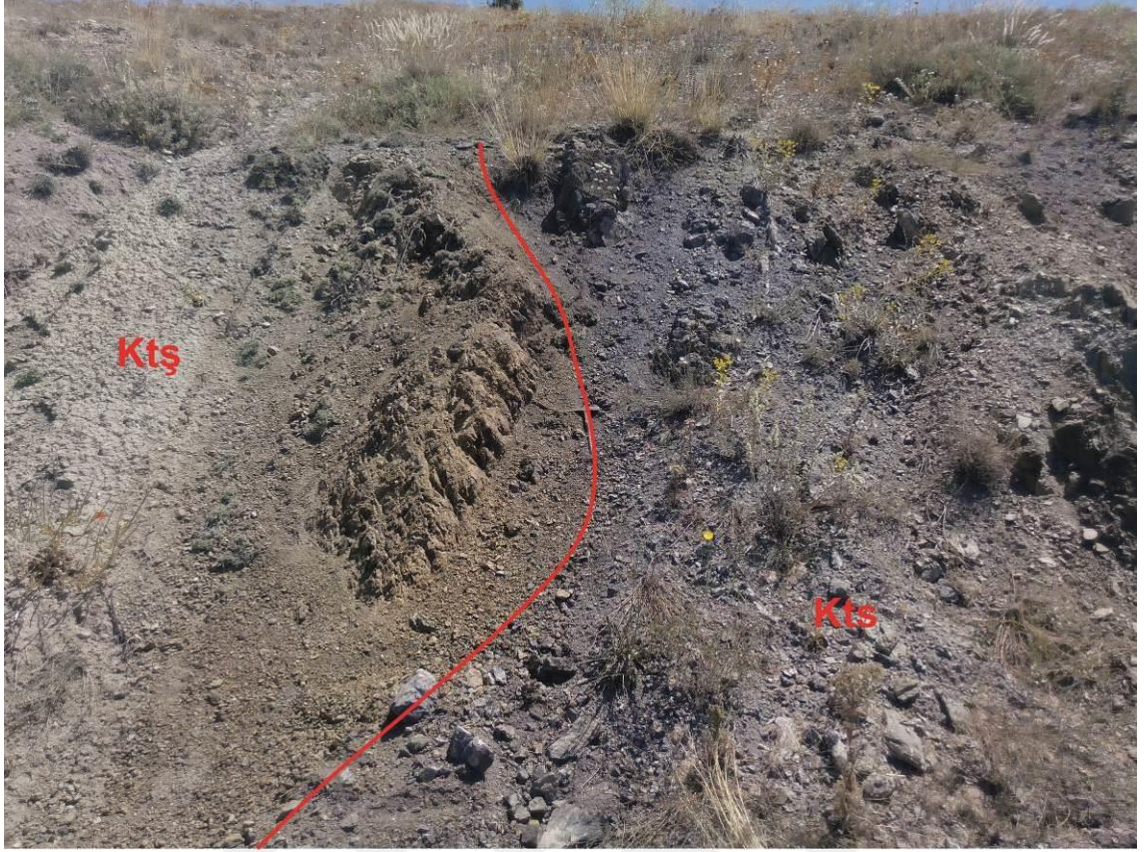
**Şekil 2.10** Buğdayören köyü kuzeyinde Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin dere içerisinde görünümü (GB'den KD'ye bakış).

Karışık, yeşil, beyaz, mor, alacalı renkte olup, içerisinde kırıntılı kayaçlar ile serpantinit, peridotit, piroksenit, gabro, spilit, diyabaz, yastık yapılı spilitik bazalt, andezit, aglomera, kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer, radyolarit ve değişik yaş ve türde kireçtaşı bloklarının olistolit, tektonik dilim ve olistostromal düzeylerinden oluşur (Özcan vd., 1980).



**Şekil 2.11** Gökyar deresi civarında gözlenen pelajik kireçtaşları, Darmik volkanitleri ve serpantinitlerin sınır ve dokanak ilişkilerinin görünümü (KD'dan GB'ya bakış). **Td**: Darmik volkanitleri **Kts**: Serpantinit **Kkk**: Pelajik kireçtaşları





**Şekil 2.12** Serpantinit-şist birimlerinin sınırı (Zengi doğusu). **Kts:** Yeşilşist



**Şekil 2.13** Tekelidağ Karışığı'na ait yeşilşist biriminin görünümü (Zengi doğusu).



Serpantinitler ve metaserpantinitler, peridotit, dünit, harzburgit kökenli olup spinel kromit içeren ağısı dokulu, karbonatlaşmalı, ezik kaya türleridir. Gabro, düşük dereceli metamorfizma gösterir. Metagabro, iri tanelidir, piroksen hornblend içerir ve mafik mineraller aktinolite dönüşmüştür. Dunit, antigorit türü serpantinit oluşumuna yola açan tamamen serpantinleşmeye uğramış olivin ve kromit içeren bir kaya türü olarak ofiyolitik kayalar arasında bulunur (Özcan ve Aksay, 1996).



**Şekil 2.14** Karakaya tepede Tekelidağ Karışığı'na ait serpantinitlerin görünümü (G'den K'ye bakış).

Gabro blokları, taze yüzeyi açık benekli yeşilimsi, ayrışma yüzeyi açık gri, yer yer sarımsı, katmansız, yer yer katmanlı, holokristalin, iri taneli şekilde Zengi Köyü'nün kuzey ve kuzeydoğusunda gözlenmektedir. Birim genellikle serpantinit ile diyabaz arasında bloklar halinde gözlenmektedir (Şekil 2.15).



**Şekil 2.15** Kavaklıkuz tepe civarında Tekelidağ Karışığına ait gabro bloklarının görünümü.

Diyabaz blokları, taze yüzeyi koyu yeşilimsi, ayrışma yüzeyi kahverengimsi, yer yer koyu gri renkli, katmansız, yer yer orta katmanlı, yer yer yastık yapılı, kırılgan, ofitik dokulu genel olarak Zengi Köyü'nün kuzeydoğusunda gözlenmektedir (Şekil 2.16, 2.17).





Şekil 2.16 Tekelidağ Karışığına ait diyabazın görünümü (Gaziköy değirmeni civarı).



Şekil 2.17 Gaziköy değirmeni civarında gözlenen diyabazlarla serpentinitlerin sınırı (G'den K'ye bakış). **Ktv**: Diyabaz **Kts**: Serpantinit

Geç Jura-Erken Kretase kireçtaşı blokları, gri, yer yer koyu gri, sarımsı renkte, ince-orta katmanlı ve kalsit damarlı olup, gri, yeşilimsi, yer yer sarımsı, orta katmanlı metakuvars, kuvarsit, mermer, volkanik ve mermer tanelerinden oluşan kumtaşı; gri, morumsu ince

katmanlı şeyl ara düzeyli kireçtaşlarından oluşur. Birim, çalışma alanının kuzeyinde Zengi Köyü'nün kuzeybatısında, Kaynarca Tepe'nin güneydoğusunda ve Bendindere Tepe civarında yüzeylemektedir. Birim bloklar şeklinde Tekelidağ karışığı içerisinde yer alır ve serpantinitlerin üzerinde ekaylı bir yapı oluşturur (Şekil 2.18, 2.19).



**Şekil 2.18** Dikmen tepede Tekelidağ Karışığı'na ait Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşlarının genel görünümü (B'dan D'ya bakış). **Ktk**: Türbiditik kireçtaşları **Kts**: Serpantinit





**Şekil 2.19** Tekelidağ Karışığı içerisinde yer alan Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşlarının görünümü (Dikmen tepenin güneybatısındaki dere yatağından tepeye bakış).

Serpantinit, yeşilimsi, mavimsi renkte kırılgan, yer yer milonitleşmiş, ağ dokulu, genellikle antigorit türde olup, içinde yer yer olivin ve ortopiroksen görülür. Birim Tekelidağ Karışığı içerisinde farklı boyutlarda bloklar halinde yer alır (Şekil 2.20).



**Şekil 2.20** Serpantinlerin genel görünümü (Güneydeki Kültepe’den kuzeydeki Yıldız dağına bakış).

Radyolarit blokları, bordo, kırmızımsı renkte, ince-orta katmanlı, çok kıvrımlı, kalsit damarlı olarak gözlenmektedirler. Birim ofiyolitli karışık içerisinde değişik boyutlarda bloklar halinde yer alır. Özellikle Kavaklıkuz Tepe kuzeydoğusunda küçük bloklar halinde ve arazinin kuzeybatısında yer alan Asar Tepe’nin çevresinde büyük bloklar halinde gözlenir (Şekil 2.21).





**Şekil 2.21** Asar tepe güneydoğusunda Tekelidağ Karışığına ait bordo-kırmızımsı renkli radyolarit bloklarının genel görünümü (GD'dan KB'ya bakış).

İnceleme alanında Eosen yaşlı birimler üzerinde tektonik dokanakla yer alan karışığın bölgeye Üst Kretase'de yerleştiği düşünülmektedir (Yılmaz, 1983). Bir yitim zonunun özelliklerini sunan ofiyolitli karışığın oluşumu, güneydeki okyanus kabuğunun, kuzeydeki Pontid levhasının altına dalması ile başlamıştır. Yitime bağlı olarak oluşan bu karışık Üst Kretase'de kısmen su yüzüne çıkmıştır (Yılmaz, 1984).

### **2.2.3 Kılıçlı Olistostromu (Kk)**

Çalışma alanının güney ve orta kesimlerinde yüzlekler sunan birim, volkano-sedimanter pelitik kum, kil ve çakıldaşından oluşan bir hamur ve Üst Kretase yaşlı çakıldaş ve kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır. Birim Yılmaz (1983) tarafından Kılıçlı Olistostromu olarak adlandırılmıştır.



**Şekil 2.22** Koyunbaba tepenin kuzeyinde Kılıçlı Olistostromuna ait volkano-sedimanter birimlerin görünümü.

Kılıçlı Olistostromu'nun Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter düzeyleri Kkv, pelajik kireçtaşları ise Kkk olarak simgelenmiştir. Olistostrom volkanik düzeylerde, çalışma alanının güney kesimlerinde yüzeylemekte, batıda Buğdayören Köyü'nün güneyi ile Koyunbaba Tepe arasında kalan bölgeden (Şekil 2.22), doğuda Ozmuş Köyü'nün kuzeybatısına kadar izlenmektedir. Birim içerisinde kahverengimsi siyah, gri renkli yer yer bloklu, volkano-sedimanter kayaçlar ile olistolitlere ve yer yer piroklastik ve epiklastik kayalara rastlanılmaktadır.

Pelajik kireçtaşları genellikle kahverengimsi pembe renkte olup yer yer sarımsı-beyaz renkler de göstermekte ve volkanik düzeylerle yer yer geçiş sunmaktadır (Şekil 2.24). Birim, çalışma alanının güney ve orta kesimlerinde (Şekil 2.23) D-B yönlü bir hat boyunca Arpalıoğlu Tepe, Kızılgüney Tepe ve Kürt Pınarı bölgelerinde yüzeylemektedir.





**Şekil 2.23** Koyunbaba tepede Kılıçlı Olistostromuna ait pelajik kireçtaşlarının genel görünümü (G'den K'ye bakış).



**Şekil 2.24** Kılıçlı Olistostromu içerisinde yer alan pelajik kireçtaşlarının görünümü.



Kılıçlı Olistostromu'nun gelişiminin başlangıçta bir çekim kayması veya örtü fayı ile gerçekleştiği daha sonra da gelişimini sıkışma sonucu devam ettirdiği söylenebilir. Ayrıca, Üst Kretase yaşlı kırıntılı kayaların iç yapılarına bakıldığında, bu kayaların da yer yer olistostromal yapılar göstermesi dolayısıyla olistostromun da muhtemelen Üst Kretase sırasında gelişen bir örtü fayının ürünü olduğu benimsenebilir (Yılmaz vd., 1997).

#### 2.2.4 Darmik Volkanitleri (Td)

Bazalt, spilitik diyabaz ve bazik tüften oluşan epilastik ve piroklastik kayalar ile yer yer lavlardan (Şekil 2.26) oluşan birim Özcan ve diğerleri (1980) tarafından Darmik Volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Çoğunlukla bazalt içeren birim, ayrışma yüzeyinde gri, koyu yeşil, yeşilimsi siyah, taze yüzeyinde ise; gri, yeşil ve çoğunlukla siyah renklidir (Şekil 2.25). Birim çalışma alanının orta kesimlerinde geniş yüzlekler sunmakta, doğu kesimlerinde Gökyar Deresi ve Özmuş Tekkesi mevkiinin kuzey kesimlerinde ve Zengi Köyü'nün batı ve kuzey kesimlerinde geniş yüzlekler şeklinde, kuzeyde Zincan Ağılı ve Alinin Ağılı bölgelerine kadar izlenmektedir.

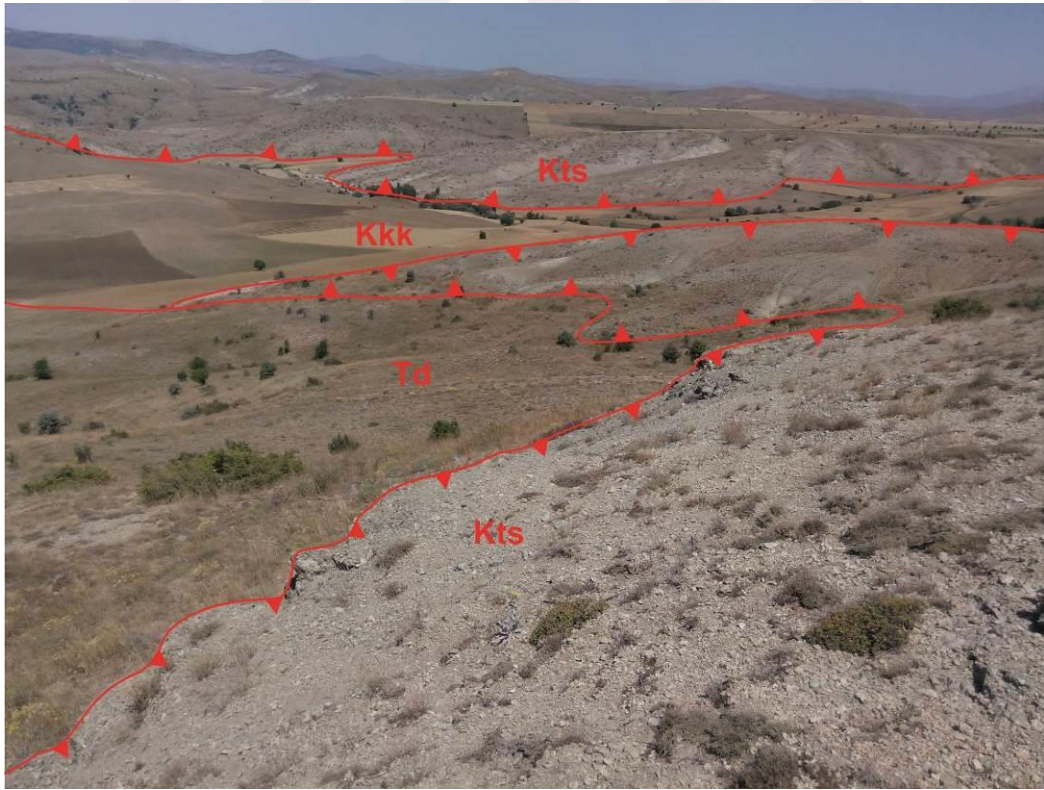


**Şekil 2.25** Darmik Volkanitlerine ait bazaltların görünümü (Ulubelen Tepe güneyi).





Şekil 2.26 Darmik Volkanitleri içerisinde gözlenen piroklastik lav akıntıları.



Şekil 2.27 Gökyar deresi kuzeyinde serpantinitlerle volkanitler ve pelajik kireçtaşlarının dokanak ilişkisinin görünümü (GD'dan KB'ya bakış). **Kts:** Serpantinit **Kkk:** Pelajik kireçtaşları **Td:** Darmik Volkanitleri

Darmik volkanitleri inceleme alanında ofiyolitli karışık ile tektonik dokanaklıdır (Sümengen, 2013) (Şekil 2.27).

Birimin yaşı Özcan vd. (1980) tarafından Eosen olarak önerilmiştir, ancak Yılmaz vd. (1997) yaptığı çalışmada birim içerisinde ince kırıntılı düzeylerde Globotruncana sp. (linneiana grubu) fosil saptamış ve birimin Kılıçlı Olistostromu'nun üzerine uyumlu bir ilişki ile geldiğini gözeterek bu birimin de Maastrichtiyen-Paleosen yaşta olabileceğini benimsemiştir. Bu çalışmada da Darmik Volkanitleri'nin bu ilişkileri ve önceki çalışmalarla korelasyonu ile Paleosen yaşta olduğu kabul edilmiştir.

### **2.2.5 Tokuş Formasyonu (Tt)**

Akdağmadeni Litodemi metamorfiteği üzerine bir taban çakıltası ile açılı uyumsuzlukla gelen Eosen yaşlı kaya türü topluluğu Yılmaz (1982, 1983) tarafından Tokuş Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Metamorfitlerin örtüsü konumunda bulunan Tokuş Formasyonu, çakıltası, kumlu kireçtaşı, kumtaşı-kıltaşı-şeyl birimlerinden oluşmaktadır. Yılmaz ve diğerleri (1997) tarafından, Tokuş Formasyonunun ağırlıklı olarak çakıltılarından oluşan bölümü Susuzdağ üyesi (Tts), Nummulites'li kireçtaşlarından oluşan bölümü Asar üyesi ve kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kıltaşı-şeyl aralanmasından oluşan bölümü ise Banaz üyesi (Ttb) olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde Banaz ve Susuzdağ üyelerinin aynı özelliklerine sahip birimlerin yüzeylemesi nedeni ile birim bu üyelere ayrılarak incelenmiştir.

#### **a. Susuzdağ Üyesi (Tts)**

Tokuş formasyonunun ağırlıklı olarak çakıltası ve çakıllı kumtaşından oluşan bölümü, inceleme alanının güneybatısında Koyunbaba Tepe civarında yaklaşık KB-GD yönlü bir yayılım ile küçük bir alanda izlenmektedir (Şekil 2.28, 2.29).

Akdağmadeni metamorfiteğini açısal uyumsuzlukla örten birim bölgeye transgresif bir istif olarak yerleşmiştir ve taban kesimlerinde blok boyutunda çakıltıları ile başlarken, üst kesimlere doğru çakıllı kireçtaşlarına geçiş göstermektedir. Birim içerisindeki çakıl tanelerinin iyi-orta yuvarlaklaşmış olması kaynağa uzak bölgede çökeldiğine işaret etmekte ve istifin ilk seviyeleri sığ denizel bir ortamı işaret etmektedir (Burgucu, 2006).





**Şekil 2.28** Koyunbaba tepe civarında Susuzdağ üyesine ait çakıltası seviyesinin görünümü (G'den K'ye bakış).



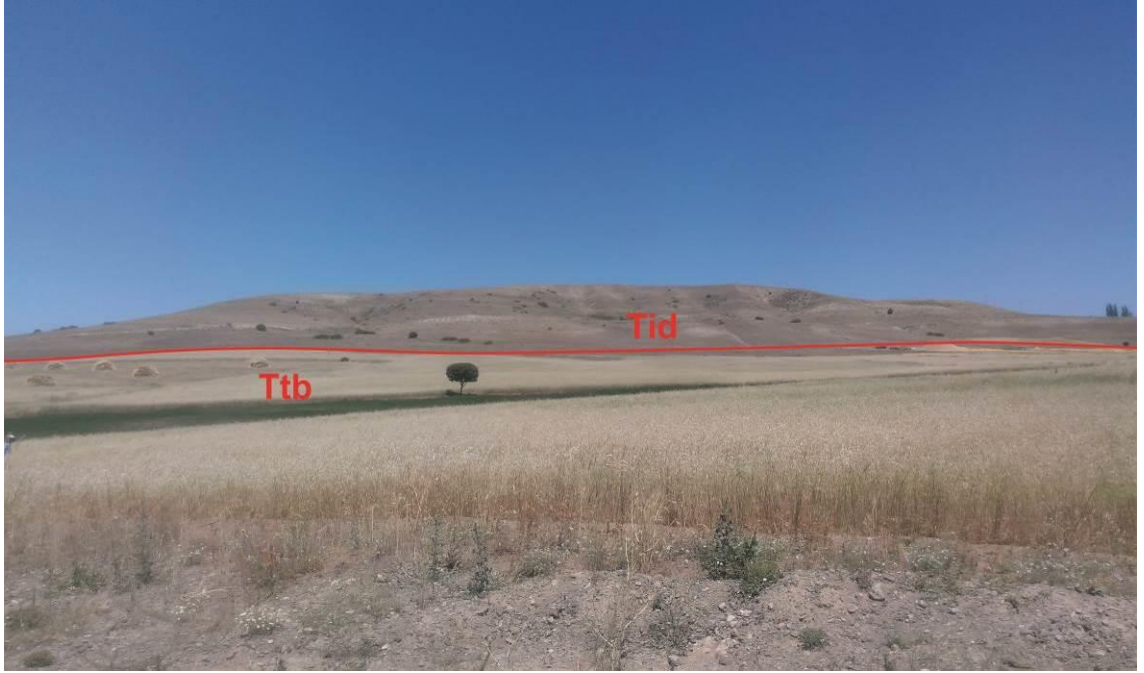
**Şekil 2.29** Koyunbaba tepe civarındaki Susuzdağ üyesine ait çakıltılarının görünümü (G'den K'ye bakış).



### b. Banaz Üyesi (Ttb)

Tokuş Formasyonunun ağırlıklı olarak kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kıltaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan bölümü çalışma alanının güney kesiminde Hamzaşeyh Köyü civarında, Karamehmet Köyü batısında, çalışma alanının kuzey kesimlerinde ise Gaziköy Köyü'nün batısında, Zincan Ağılı civarında ve Han Tepe güneybatısında gözlenmektedir. Han Tepe'nin batısında birimin üzerine Tekelidağ Karışığı tektonik dokanakla gelmekte iken, tepenin güneyinde ve güneybatısında Eosen yaşlı birim, Akdağmadeni Litodemine ait metamorfitle rin üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Çalışma alanının güney kesimlerinde ise, Hamzaşeyh'in batısında Tekelidağ Karışığı tarafından tektonik dokanakla üzerlenmiş olarak gözlenir. Hamzaşeyh'in doğusunda ve Karamehmet'in batı, kuzey ve güney kesimlerinde ise birimin üzerinde açısal uyumsuzlukla Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı İncesu Formasyonu yer almaktadır.

Birim sığ denizel bir ortamı temsil eder ve yaşı Lütési yen-Priaboniyen'dir (Yılmaz vd., 1997).



**Şekil 2.30** Hamzaşeyh köyünün doğusunda izlenen İncesu Formasyonu ile Tokuş Formasyonu arasındaki sınırın görünümü (B'dan D'ya bakış). **Tid:** Derindere üyesi kireçtaşları **Ttb:** Banaz üyesi

### 2.2.6 İncesu Formasyonu (Ti)

Çakıltaşı, kumtaşı ve gölsel karbonatlardan oluşan birim, Yılmaz (1980) ile Yılmaz ve Özer (1984) tarafından İncesu Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Yılmaz vd. (1997),

İncesu Formasyonunun genel itibariyle turuncumsu çakıltası ve kumtaşından oluşan akarsu oluşuklarını Derindere üyesine (Tid), bu üyenin üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelen geçiş fasiyesini Aydoğmuş üyesine ve gölsel kireçtaşı oluşuklarını da Porsuk üyesine (Tip) ayırmıştır. Bu çalışmada, inceleme alanı içerisinde Derindere ve Porsuk üyelerinin özelliklerine sahip birimlerin yüzeylemesi nedeni ile birim bu üyelere ayrılarak incelenmiştir.

#### **a. Derindere Üyesi (Tid)**

Birim, çakıltası ve kumtaşından oluşmakta ve çalışma alanının güney kesiminde, Karamahmet köyünün doğusunda gözlenmektedir. Birim içerisinde gözlenen çakıltaları orta dereceli yuvarlaklaşmış ve kötü boylanmalıdır (2.32). Çakıllar killi, kumlu ve yer yer kireçli bir bağlayıcı ile gevşek bir şekilde tutturulmuştur (Ayaz, 1998). Birim, Derindere Tepe civarında çapraz tabakalanmalı şekilde, iyi yuvarlaklaşmış, kötü boylanmalı, çapraz tabakalanmalı ve diğer birimleri açısız uyumsuzlukla üzerler şeklinde gözlenmektedir (Şekil 2.31). İncesu Formasyonunun tabanını oluşturan birim oluşumu itibariyle akarsu ortamını temsil etmektedir.



**Şekil 2.31** Karamahmet köyünün doğusunda İncesu Formasyonuna ait turuncumsu çakıltalarının görünümü (G'den K'ye bakış).





**Şekil 2.32** İncesu Formasyonuna ait çakıltaşı seviyesinin görünümü.

**b. Porsuk Üyesi (Tip)**

Derindere üyesinin üzerinde geçişli olarak yer alan gölsel kireçtaşı oluşukları kireçtaşı, kumlu-killi kireçtaşlarıyla temsil edilmektedir. İncesu Formasyonunun üst kesimlerinde bulunan birim grimsi-beyazımsı renkli kireçtaşlarından oluşmakta ve ilk başlarda akarsu

ortamına işaret eden oluşum süreci yer yer gölgesel nitelikler de göstermektedir. Çalışma alanında Karamehmet'in doğusunda ve güneydoğusunda geniş yüzlekler halinde (Şekil 2.33), orta ve kuzey kesimlerde, Azak Deresi civarında, Karlıkeh Tepe'nin güneyinde, Gaziköy Değirmeni'nin kuzeydoğusunda (Şekil 2.34) ve kuzeyde ise Akören'in kuzey, doğu ve batı kesimlerinde gözlenmektedir. Çalışma alanındaki, Neojen'den daha yaşlı tüm birimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla çökelen birim yaklaşık olarak yatay konumdadır ve yumuşak bir topografya sunmaktadır. Çakıl taşları üzerine ardalanmalı şekilde kumtaşları, kumlu-kireçtaşlarının geldiği tespit edilmiş olup, kireçtaşları içerisinde bol miktarda gözenek ve bu gözeneklerin tamamen kumla dolu olduğu gözlenmiştir. Bu birimlerin eğimi yatay ya da yataya yakın olarak belirlenmiştir.



**Şekil 2.33** Karamehmet köyü doğusunda gözlenen Porsuk üyesine ait kireçtaşlarının görünümü (G'den K'ye bakış).





**Şekil 2.34** Gaziköy değirmeni doğusunda İncesu Formasyonuna ait karstik boşluklu kireçtaşlarının görünümü.

Başlangıçta akarsu daha sonra ise gölsel ortada gelişimini sürdüren birimin alt kesimlerinin Üst Miyosen, üst kesimlerinin ise Pliyosen yaşta olduğu belirlenmiştir (Yılmaz vd., 1997).

### 2.2.7 Travertenler

Bünyesinde çözülmüş karbon dioksit bulunan yeraltı suları, geçtikleri bölgelerdeki kalsiyum karbonatı eriterek taşır. Suyun aniden açığa, basınçsız ortama çıkması ve karbondioksitin uçması ile suyun bünyesindeki kalsiyum karbonat çok ince katmanlar halinde kayaların üzerine çöker. Bu birikim zamanla travertenleri oluşturur. Traverten, mermerlere benzer şekilde kullanılan bir yapı malzemesidir ve Sivas'ta ocakları işletilmektedir.

Çalışma alanında küçük alanları kapsasa da bölgenin güneyinden kuzeyine kadar farklı lokasyonlarda gözlenmektedir. Termal kaynak sularının çıkışıyla beraber gözlenen travertenler yer yer gri-beyaz renkli iken arazi genelinde turuncumsu renktedirler. İnceleme alanının güneyinde Hamzaşeyh köyünün batısında halen devam eden su çıkışına (Şekil 2.35) bağlı olan çökelimle beraber gözlenirken (Şekil 2.36, 2.37), bu noktanın

hemen kuzeyinde Katmerkaya tepede de travertenler gözlenmektedir. Katmerkaya tepedeki traverten bölgesi bir süre ocak olarak işletildikten sonra terk edilmiştir (Şekil 2.39). Bu iki traverten bölgesinin arasından Kıldırözü deresi akmaktadır.



**Şekil 2.35** Hamzaşeyh köyünün batısındaki aktif su çıkışının görünümü (G'den K'ye bakış).

Bölgenin güney kesimlerinde yer alan travertenler üzerinde yaptıkları çalışmalarda Ayaz ve Karacan (2000), travertenlerin ortalama gözenekliliklerini hesaplamışlardır. Ortalama gerçek gözenekliliklerini, Karlıkaya travertenlerinde  $8.7 \pm 1.71$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $9.4 \pm 1.75$ , Sarıkaya travertenlerinde  $4.8 \pm 0.97$  ve Uyuz Çermik travertenlerinde  $1.7 \pm 0.63$  olarak belirlemişlerdir. Buna göre yaptıkları sınıflamada Uyuz Çermik travertenlerini düşük dereceli gözenekliliğe sahip travertenler olarak sınıflamışlardır.





**Şekil 2.36** Travertenlerin görünümü (Hamzaşeyh batısı, KB'dan GD'ya bakış).



**Şekil 2.37** Travertenlerin görünümü (Hamzaşeyh kuzeyi, B'dan D'ya bakış).



Karam Mehmet köyünün doğusunda kuzey-güney yayımlı olarak travertenler gözlenmiştir. Travertenler önce Paşapınarı çayına kadar inmekte ardından sırtlara kadar tekrar yayılarak son bulmaktadır (Şekil 2.38).



**Şekil 2.38** Travertenler ve tepenin ortasında oluşan yaklaşık dairesel şekilli boşluğun görünümü (Karam Mehmet doğusu, KD'dan GB'ya bakış).

Tekin ve Ayyıldız (2001) Sıcak Çermik yöresinde yaptıkları çalışmada güncel traverten oluşumlarının fissur-çatlak sırtı birikimleri, mikroşelale veya çağlayan çökelleri, mikrotaraça-teraz kümeleri ve minyatür göl yelpazeleri olmak üzere 4 farklı morfolojik yapı sunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmacılara göre türbülanslı ya da ani basınç düşüşü ile çıkan sular hızlı karbonat çökelimine neden olmaktadır.

Travertenler oluştukları bölgeye ilişkin önemli tektonik bilgiler içerebilirler. Bunun yanı sıra travertenlerin arkeolojik ve antropolojik önemleri vardır Sıcak Çermik ve Delikkaya bölgelerinde traverten alanlarında bu önemi destekleyici unsurlar mevcuttur; travertenlerin hidrotermal etkinlikleri durduğunda ancak çeşitli bölgesel etkilerle çatlak eksenleri genişlemeye devam ettiğinde traverten oluşumu devam etmezken birim içerisinde kimi zaman boşluklar oluşabilir (Şekil 2.37) (Mesci, 2013).





**Şekil 2.39** Katmerkaya tepedeki terk edilmiş traverten ocağının görünümü (D'dan B'ya bakış).

İnceleme alanının orta-kuzey kesimlerinde Kaynarca tepe civarında travertenlere rastlanılmıştır. Bu bölgede traverten ocağı aktif olarak işletilmektedir ve geniş bir alan kaplamaktadır (Şekil 2.40). Travertenler Yıldız ırmağının her iki tarafına yayılmış durumdadır ancak kuzey tarafında daha geniş bir alanda gözlenmektedir.





**Şekil 2.40** Kaynarca tepedeki travertenler ve traverten ocağının görünümü (KB'dan GD'ya bakış).

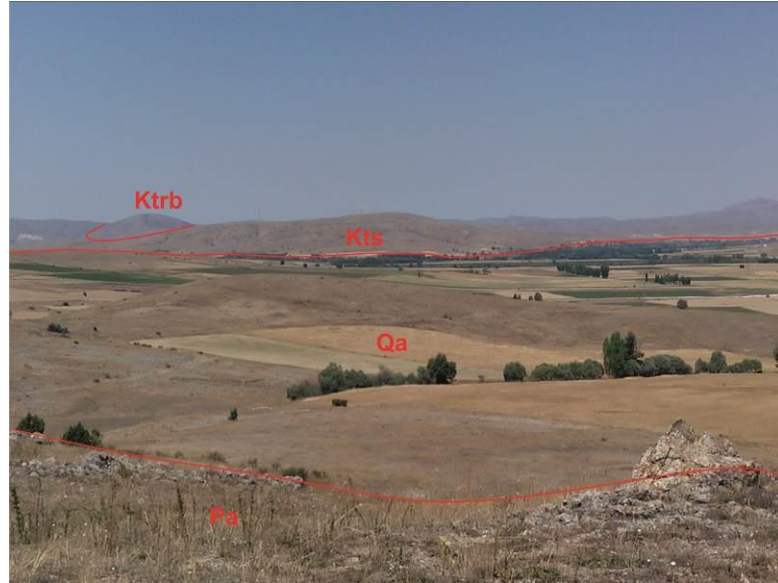
Çalışma alanının kuzeydoğusunda, Akören'in doğusunda, Yeni değirmeni mevkiinde geniş alana yayılmış travertenler gözlenmiştir. Bu travertenler de Karadönek deresinin her iki tarafında doğu-batı yakasına yayılacak şekilde yerleşmiştir. Bu bölgede travertenlerin içerisinde şelale gözlenmiştir (Şekil 2.41).



**Şekil 2.41** Yeni değirmeni mevkiinde travertenlerin arasında bulunan şelalenin Görünümü (KB'dan GD'ya bakış).

### 2.2.8 Alüvyon

İnceleme alanında bulunan akarsular ve yamaçlar boyunca gelişen, pekişmemiş çakıl, kum, kil ve çamur ardışımından oluşan taşınmış malzemelerden oluşmaktadır. İnceleme alanındaki birimlerin aşınarak taşınması ve daha az eğimli yerlerde biriktirilmesi ile oluşan alüvyonlar diğer birimlerin üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedirler (Şekil 2.42).



**Şekil 2.42** Akdağmadeni Metamorfitlerine ait mermerler ve Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin Alüvyonlarla sınırının görünümü (Güneydeki Banazdağı tepeden kuzeydeki radyolaritli Asar tepeye bakış). **Ktrb:** Radyolarit blokları **Kts:** Serpantinit **Qa:** Alüvyon **Pa:** Akdağmadeni Litodemi



| ZAMAN      | DEVİR      | DEVRE    | Ofiolitli Çamlıbel (Yıldızeli) Yöresi<br>Yusuı Tatar - 1977 |                                          | Tokat ile Sivas Dolayları<br>Ali Yılmaz - 1983 |           | Yıldızeli Kuzeybatısı<br>B. Levent Mesci-1998 |           | Sıcak Çermik Yöresi<br>M. Emrah Ayaz-1998 |           | Bu Çalışma |           |
|------------|------------|----------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|-----------|------------|-----------|
|            |            |          | Kaya Türü                                                   | Açıklamalar                              | Formasyon                                      | Kaya Türü | Formasyon                                     | Kaya Türü | Formasyon                                 | Kaya Türü | Formasyon  | Kaya Türü |
| SENOZOYİK  | KUVATERNER | NEOJEN   | Pliosen                                                     | Alüvyon                                  |                                                | Qal       |                                               |           |                                           | Qt        |            | Qa        |
|            |            |          | Miyosen                                                     | Konglomera                               |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            | PALEOJEN |                                                             | Andezitik bazaltik<br>volkanitler        | Karakent Alınus<br>Kargın, Hafik               |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Riyolitik tüf                            |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Latitporfir                              |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            | KRETASE    | ÜST      |                                                             | Paleojen kalkerleri                      |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Paleojen filifi                          | Tokuş -<br>Kılıçlı Olistostromu                | Boğazköy  | Pazarcık                                      | Hafik     |                                           |           |            |           |
|            |            | ORTA     |                                                             | Granit-siyenit ve<br>gabroik plütonitler |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Üst Kretase kalkerleri                   |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Üst Kretase filifi                       | Boztepe                                        |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
| MESOZOYİK  | JURA       | Malm     |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Gri yarı mermer                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            | Dogger   |                                                             | Kırmızı yarı mermer                      |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Radıolarit                               |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Diyabaz                                  |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            | TRIYAS     | Üst      |                                                             | Yeşiljel ve<br>metadiyabaz               |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             | Serpantin                                |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            | Orta     |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
| PALEOZOYİK |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |
|            |            |          |                                                             |                                          |                                                |           |                                               |           |                                           |           |            |           |

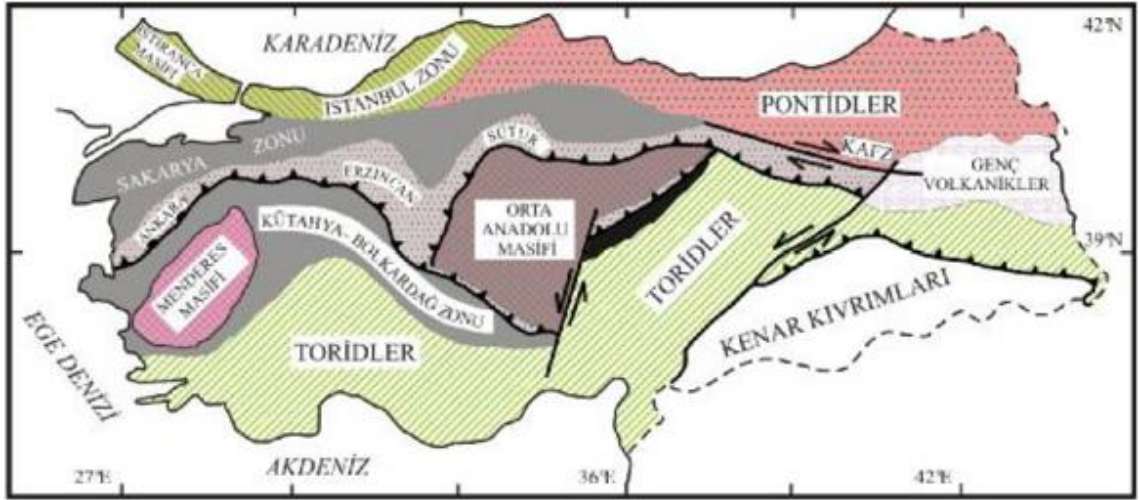
**Şekil 2.43** İnceleme alanı yakın çevresinde yapılmış bazı önceki çalışmaların ve bu çalışmanın, stratigrafik dikme kesitlerinin denetşirmesi.



### 3. İNCELEME ALANININ TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

#### 3.1 Genel Özellikler

Türkiye, jeolojik çağlar boyunca önemli orojenik olayların etkisi altında kalmıştır. Gerçekleşen ve gerçekleşmekte olan bu olayların sonucunda Anadolu yükseltili bir morfoloji sunmaktadır. Özellikle Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde yer alması nedeni ile birçok çalışmacı tarafından dikkate alınmaktadır. Geçmişten günümüze yapılan çalışmaların sonucunda bölgede yüzeyleyen kayaçların jeolojik ve yapısal özellikleri de dikkate alınarak bölge çeşitli kuşaklara ayrılmıştır. Ketin (1983) yaptığı sınıflama ile kuzeyden güneye Pontidler–Anatolidler–Toridler ve Kenar Kıvrımlar olmak üzere dört kuşak ayırt etmiştir. İnceleme alanı bu kuşaklardan Torid-Anatolid kuşağının sınırında, Kırşehir-Niğde masifinin kuzeydoğu kesimi ile Sivas Tersiyer Havzasının kuzeybatı kesiminde yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Türkiye'nin ana tektonik birlikleri (Ketin, 1983).

Güneydoğu'da Orta Miyosen esnasında Çüngüş havzasının da kapanmasıyla (Şengör ve Yılmaz, 1981) Arabistan-Avrasya levhalarının çarpışmaları başlamış ve bu çarpışma sonucu Anadolu bloğunun batıya kaymaya başlaması ile kendi içerisinde kırılmalar başlayan Türkiye orojenik yapısı Paleotektonik evrimini tamamlayarak, Arabistan-Avrasya çarpışmasının devam ettiği Neotektonik döneme girmiştir (Şengör, 1980).

Paleotektonik dönemin sona ererek Neotektonik dönemin başlamış olması Alpid evresinin de Paleotektonik dönemle sona erdiği anlamına gelmektedir. Ülkemizde Alpid evresi Neotetisin ve buna bağlı kenar denizi sistemlerinin tamamı, yani Doğu Akdeniz ve Karadeniz dalma-batma ile kaybolana kadar sürecektir.

Pontidler, Türkiye'nin kuzey kesimlerini oluşturmakta ve diğer tektonik birliklerden İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu ile ayrılmaktadırlar. Şengör (1984) Pontidleri Sakarya kıtası ve Rodop-Pontid fragmanı şeklinde iki bölüme ayırırken, Okay (1986) Pontidleri İstanbul ve Sakarya zonları ile Istranca masifi şeklinde üç ana zona ayırır. Anatolidler ana olarak kristalin masifleri kapsamaktadır ve şiddetli Alpin metamorfizmasına uğramıştır. Okay (1984, 1986) Anatolidleri Afyon-Bolkardağı, Tavşanlı zonları ve Menderes-Kırşehir masifleri gibi dört zona ayırmış ve bunları Torosların başkalaşıma uğramış eşlenikleri olarak kabul etmiştir. Toroslar Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı ekaylı-naplı yapılı sedimanter kayalardan oluşmuştur. Şengör (1984) Anatolid ve Pontid tektonik birliklerini Anatolid-Torid platformu olarak tanımlamış ve bu platformu Menderes-Toros bloku ve Kırşehir bloku şeklinde İç Toros keneti ile birbirinden ayrılan iki bölüme ayırmıştır. Kenar kıvrımları ise Arap platformunun kuzeye bakan pasif kıta kenarını temsil etmekte ve hafifçe kıvrımlanmış deforme olmuş kayalar kapsamaktadır.

Anatolid-Torid platformu ve Doğu Anadolu Yığılma Karmaşığı'nı (DAYK), Afro-Arabistan levhalarından ayıran Neo-Tetis'in güney kolu Geç Kretase'de kapanmaya başlamış sadece Bitlis-Zağros kesiminde Orta Miyosen'de Arabistan-Avrasya son çarpışması gerçekleşmiştir. Doğu Akdeniz bugün okyanusal litosferle altlanan, Neotetis güney kolunun henüz kapanmamış bir kalıntısıdır. Türkiye'de Neotektonik devreyi başlatan işte bu kapanmadır.

Bölge genel olarak kuzey-güney doğrultulu sıkıştırma kuvvetlerinin etkisindedir buna bağlı olarak küçük çaplı faylanmalar, kıvrımlar, uyumsuzluklar ve bindirmeler gözlenmiştir.

### **3.2 Uyumsuzluklar**

İnceleme alanında göze çarpan en önemli uyumsuzluk Tekelidağı karışığının üzerinde bulunan Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, çakıltası birimleri arasında görülmektedir. Aynı zamanda Tekelidağı karışığı üzerlediği tüm birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. İnceleme alanı içerisinde yer alan Kılıçlı Olistostromuna ait volkanitler de yer yer Tokuş formasyonuna ait olan birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir (Şekil 3.12).

### 3.3 Kıvrımlar

İnceleme alanında kireçtaşları ve pelajik kireçtaşları üzerinde farklı lokasyonlarda küçük çaplı kıvrımlanmalar gözlenmiştir. Bunlardan ilkinde Ozmuş köyünün kuzeyinde yer alan Icalınbaşı tepe civarında, diğerlerine Buğdayören köyü (Şekil 3.3) ve Karapınar deresi kuzeyinde (Şekil 3.4) rastlanılmış ve üzerlerinde küçük çaplı antiklinal ve senklinal yapılar izlenmiş ve ölçümler alınmıştır (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2** Deformasyona uğramış kireçtaşı üzerindeki kıvrımların görünümü (Icalınbaşı tepe kuzeyi, K'den G'ye bakış)





**Şekil 3.3** Kireçtaşları üzerindeki kıvrımların görünümü (Buğdayören KD'su, GB'dan KD'ya bakış).

Karapınar deresinin kuzey kesimlerinde gözlenen pembemsi renkli pelajik kireçtaşları üzerinde kıvrımlanmalar gözlenmiştir.

Koçak'a (1997) göre inceleme alanı dolaylarında gözlemlenebilen tektonik yapılar K-G doğrultulu bir sıkışma rejimi içerisinde gelişebilecek olan kıvrım eksenleri ve bindirmeler gibi tektonik unsurlar ile uyumluluk sunmaktadır. Bu sıkışma yönüne bağlı olarak yaklaşık D-B doğrultulu, genelde kuzeyden güneye doğru bindirmeler gelişmiştir.

Mesci (2002) çalışma alanı çevresinde yaptığı tektonik çalışmalarda, Kılıçlı Olistostromundaki kıvrımların eksenlerinin yaklaşık D-B gidişli, güney kanatlarının daha fazla eğimli asimmetrik kıvrımlar olduğunu ve inceleme alanında özellikle bindirme fayları şeklinde gözlenen tektonik dokanaklara yakın kesimlerde kıvrımlanmaların gözlendiğini belirtmiştir. İncesu Formasyonu içerisinde daha çok KD-GB gidişli kıvrımlanmaların geliştiğine değinen araştırmacı, bölgedeki bindirme sistemlerinin Tekelidağ Karışığı üzerinde uyumsuz olarak bulunan İncesu Formasyonunu da etkilemiş olmasından dolayı bindirme kuşağını oluşturan rejimin Üst Miyosen sonrasında da devam ettiğini belirtmiştir.



**Şekil 3.4** Pelajik kireçtaşları üzerindeki kıvrımların görünümü (Karapınar dere kuzeyi).

### **3.4 Faylar**

Çalışma alanında büyük boyutlu faylar görülmesine de, küçük çaplı normal, ters, doğrultu atımlı ve bindirme fayları gözlenmiştir. Bölgede yer alan bindirme fayları kuzey-güney doğrultulu sıkışma rejiminin etkisine bağlı olarak gelişmekte ve çalışma alanının birçok noktasında gözlenmektedir.

#### **3.4.1 Bindirmeler**

Çalışma alanında Tekelidağı karışığı diğer birimlere bindirmiş konumdadır. Genel olarak çalışma alanının güney batısında Tekelidağ karışığı Tokuş formasyonu ile, güney doğusunda ve orta kesimlerinde Darmik volkanitleriyle, kuzey kesimlerinde ise Akdağmadeni metamorfitleleriyle tektonik dokanaklıdır.

##### **3.4.1.1 Kuzey Anadolu Bindirmesi**

Orta Anadolu Ofiyolit Kuşağı'nın (Brikmann, 1976) güney sınırını oluşturan ve kabaca doğu-batı uzanımlı büyük bir bindirme hattını meydana getiren bu kuşak ilk kez Tatar



(1982) tarafından ‘Orta Anadolu Ofiyolit Bindirmesi’ olarak tanımlanmıştır. Yılmaz ve Özer (1984) ise, Yozgat kuzeyi ile Erzincan arasında ofiyolitleri güneyden sınırlayan, Eosen yaşlı kayaları da etkileyen bu bindirme kuşağının Anadolu’nun kuzey kesiminde yer almasını göz önünde bulundurarak Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı olarak adlandırmıştır.

Kuzey Anadolu Bindirmesi çalışma alanının kuzey kesiminin tamamında doğu-batı yönlü olarak izlenmektedir.

Belirgin olarak, Zincan ağılı kuzeyinden itibaren izlenmeye başlanan bindirme batıdan doğuya doğru, Küçükhan ve Han tepelerin kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde, Güney tepenin batı, kuzey ve kısmen doğu kesimlerinde gözlenmektedir (Şekil 3.5). Bindirme boyunca Tekelidağı karışığının, Tokuş formasyonunun Eosen yaşlı Banaz üyesine, Akdağ metamorfite içindeki kuvarsitlere ve mermerlere bindirdiği görülmektedir (Şekil 3.6, 3.7).

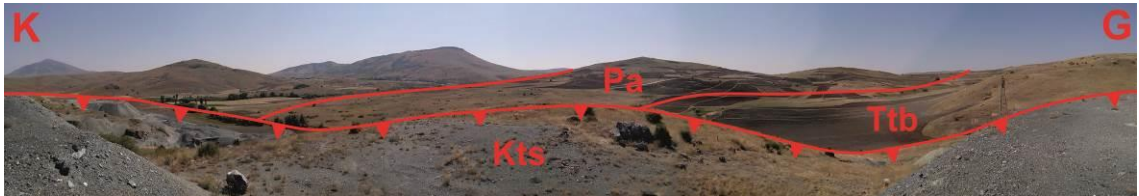


**Şekil 3.5** Han tepe kuzeydoğusunda Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerin, Akdağmadeni Metamorfitlerine ait kuvarsitlerle olan tektonik dokanağının görünümü (G’den K’ye bakış). **Kts:** Serpantinit  
**Pa:** Akdağmadeni Litodemi



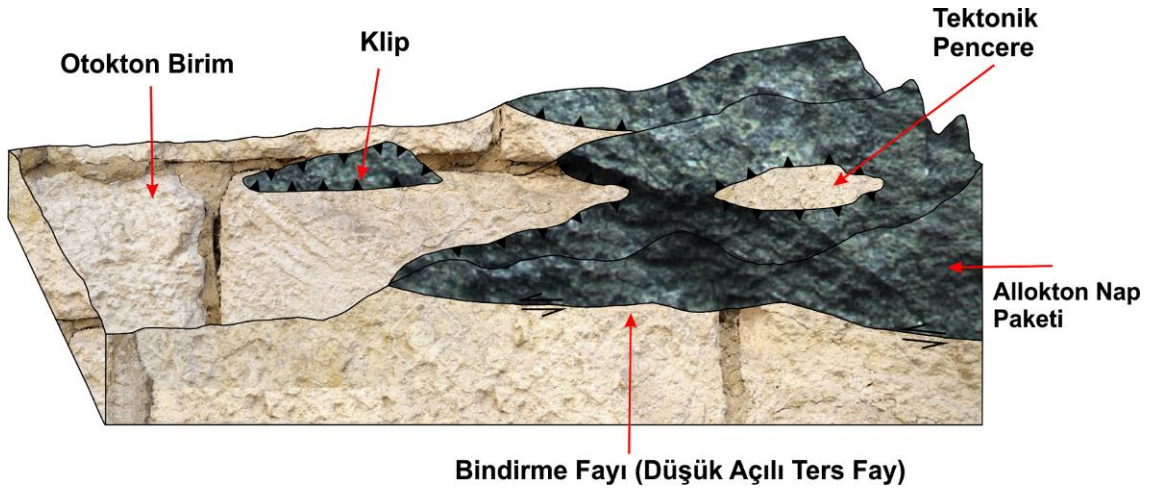


**Şekil 3.6** Kül tepede Tekelidağ karışığına ait serpantinitlerin ve kuzeyde Yıldız dağının görünümü (G'den K'ye bakış).



**Şekil 3.7** Kül tepe civarında Tekelidağ Karışığına ait serpantinitlerle, Akdağmadeni Metamorfittlerine ait kuvarsitler ve Banaz üyesinin dokanak ilişkisinin görünümü (fotoğraf yönü K'den G'ye doğrudur). **Kts:** Serpantinit **Ttb:** Banaz üyesi **Pa:** Akdağmadeni Litodemi

Çalışma alanının güneybatı kesimlerinde Hamzaşeyh köyünün batısında karışığa ait serpantinitler Eosen yaşlı Tokuş formasyonuna bindirmiş durumdadır (Şekil 3.9). Kuzey Anadolu Bindirmesi bu kesimde tektonik klip şeklinde gözlenmektedir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8** Bindirme tektoniği kontrolünde gelişebilecek olan tektonik pencere, nap ve klip gibi jeolojik unsurların görünümü.



**Şekil 3.9** Söğütlü tepe ve Hamzaşeyh civarında Tekelidağ Karışığının Banaz üyesi ile tektonik dokanağının görünümü (KB'dan GD'ya bakış). **Kts:** Serpantin **Ttb:** Banaz üyesi

Zengi köyü civarlarında Tekelidağı karışığı, güneyde Karlıkeh, batıda Babaylı, Karakaya (Şekil 3.10) ve Dikmen (Şekil 3.11), kuzeyde Yaylabayırı (Şekil 3.12), doğuda Kavaklıkuz ve Düğücek tepeler boyunca izlenmekte ve genel olarak Darmik volkanitlerine ait birimler ile Kılıçlı olistostromuna ait pelajik kireçtaşlarına bindirir durumdadır. Bu bölgede de Kuzey Anadolu Bindirmesi klip şeklinde devam etmektedir.

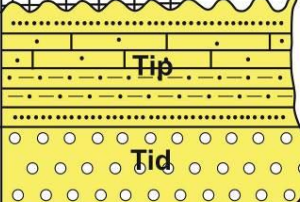
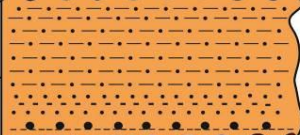
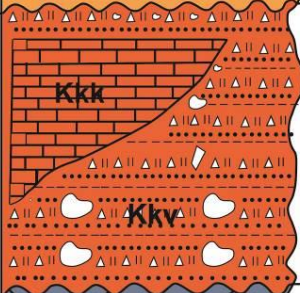
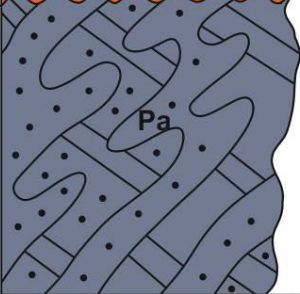


**Şekil 3.10** Azak deresi civarından Zengi bindirmesinin Darmik volkanitleri üzerindeki görünümü ve serpantinitlerin İncesu Formasyonu ile sınır ilişkisi (G'den K'ye bakış). **Td**: Darmik volkanitleri **Tip**: Porsuk üyesi



**Şekil 3.11** Dikmen tepe civarında Zengi bindirmesinin görünümü (B'dan D'ya bakış). **Ktk**: Türbiditik kireçtaşları **Kts**: Serpantinit **Td**: Darmik volkanitleri



| Jeolojik Yaş              | Formasyon            | Üye                 | LİTOLOJİ                                                                            | AÇIKLAMALAR                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KUV.                      |                      |                     |    | Qa : Alüvyon<br>Qt : Traverten                                                                                                                                                                                         |
| ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN    | İncesu               | Porsuk<br>Derindere |    | Tıp : Gölsel kireçları.<br><br>Tid : Turuncumsu çakıldaşından oluşan akarsu oluşukları.                                                                                                                                |
| KRETASE                   | Tekelidağ Karışığı   |                     |   | Ktrb : Radyolarit blokları.<br>Ktk : Jura - Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşı.<br>Ktv : Volkanit, çoğunlukla diyabaz.<br>Ktg : Gabro.<br>Kts : Yeşilist.<br>Kts : Çoğunlukla serpantinitle içeren ofiyilitli karışık. |
| PALEOSEN                  | Darmik Volkanitleri  |                     |  | Td : Piroklastik ve epiklastik kayalar ile çoğunlukla bazalt.                                                                                                                                                          |
| Lütisen-Priaboniyen       | Tokuş                | Banaz<br>Susuz-dag  |  | Ttb : Kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kıltaşı ve şeyl ardışımı.<br>Tts : Çakıldaş, çakıllı kumtaşı.                                                                                                                          |
| Kampaniyen-Maastrichtiyen | Kılıçlı Olistostromu |                     |  | Kkk : Kampaniyen ve daha yaşlı pelajik kireçtaşları.<br><br>Kkv : Yer yer bloklu epiklastik ve piroklastik kayalar ile çoğunlukla volkano-sedimanter birimler.                                                         |
| PALEOZOYİK                | Akdağmademi Litodemi |                     |  | Pa : Kalkışit-mermer ardalınması, kuvarsit ve mermerlerden oluşan metamorfik birimler.                                                                                                                                 |

Şekil 3.12 İnceleme alanının genelleştirilmiş tektonostratigrafik dikme kesiti.

### 3.4.2 Ters Faylar

Buğdayören köyünün kuzeybatısında gözlenen serpantinit blokları içerisinde bir takım faylanmalar gelişmiş durumdadır. Eğim atımlı ters fay üzerinde yapılan ölçümle fayın durumu K2°B 26°KD olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.13).

Arazinin kuzey kesimlerinde de karışık içerisinde ters faylar gözlenmiş, bunların içerisinde de fay çizikleri tespit edilerek durumları ölçülmüştür (Şekil 3.14). Fay düzlemi: K24°B 38°KD, silikinsayd: 43° (Şekil 3.15).



**Şekil 3.13** Serpantinit bloğu üzerindeki ters fayın görünümü (Buğdayören kuzeyi).





Şekil 3.14 Karakaya tepe civarında serpantinitle volkanitlerin sınırındaki ters faylanmanın görünümü.



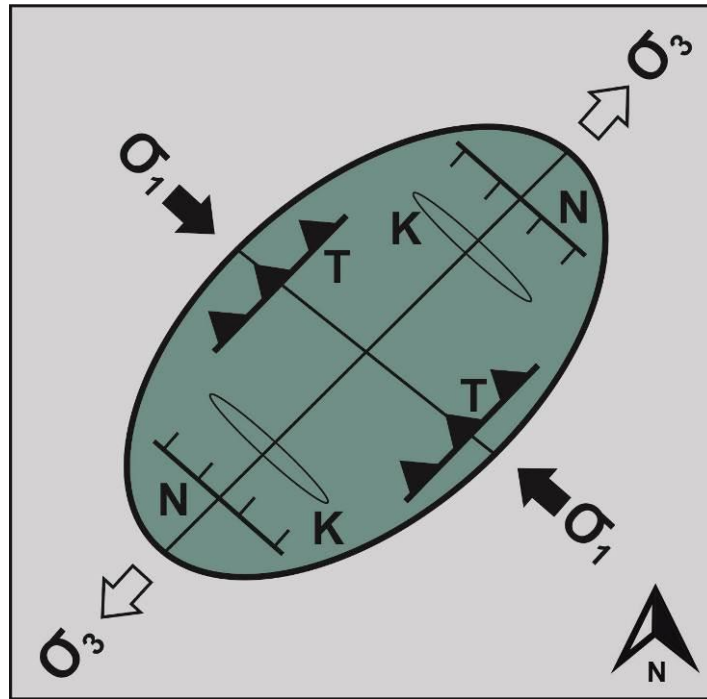
Şekil 3.15 Tekelidağ Karışığı içerisindeki birimler üzerinde gözlenen fay çiziklerinin görünümü (Akören-Gökkaya arası).



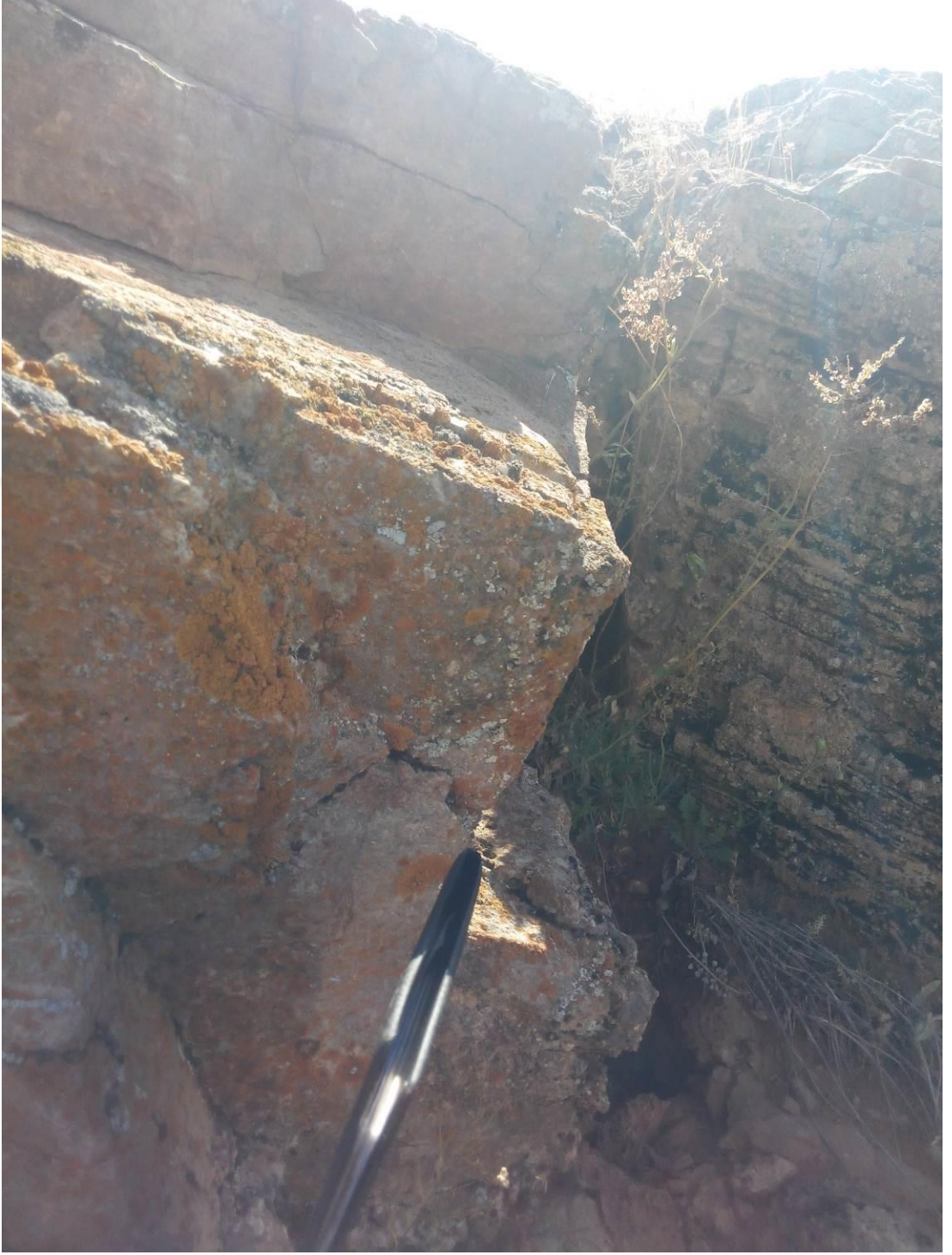
### 3.5 Çatlaklar

İnceleme alanında yüzeyleyen kayaçlar üzerinde, bölgede hâkim olan sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi ile çok sayıda çatlak gelişmiştir. Bu çatlaklar genel olarak ofiyolitli karışık içerisindeki serpantinitle, yeşilistler ve volkanitler ile kuvarsitler içerisinde gözlenmektedir (Şekil 3.17, 3.18, 3.19). Sıkıştırma kuvvetlerinin pelajik kireçtaşları üzerinde daha çok kıvrımlanmalara neden olduğu gözlenmiştir.

Çalışma alanı genel olarak kuzeyde Kuzey Anadolu Bindirmesi ve güneyde Sivas Geri Bindirmesi'nin etkisi altındadır. Daha önce Sivas havzasında yapılan pek çok çalışmada bu bindirme aktivitelerinden kaynaklanan sıkışma rejiminin KB-GD yönlü bir sıkışma ve buna bağlı olarak KD-GB yönlü bir açılma tektoniğine işaret ettiği vurgulanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında yapılan eklem ölçümleri ve kinematik analizler sonucunda ortaya çıkan gül ve kontur diyagramlarına bakıldığında, inceleme alanına hâkim sıkışma rejiminin KB-GD olduğu ve açılma yönünün KD-GB olduğu görülmektedir (Şekil 3.20, 3.21). Bu doğrultular önceki çalışmalarla ve bölgedeki yaklaşık K-G yönlü açılma çatlakları gösteren tektonik unsurla uyumludur. Bu çatlaklara bağlı olarak yeryüzüne ulaşan jeotermal suların etkisiyle çalışma alanının güneyinde yaklaşık KB-GD yönlü yayılım gösteren travertenler ve K-G yönlü akan Yıldız Irmağı gibi jeolojik unsurlar da bu doğrultularla benzerlik göstermektedir.



**Şekil 3.16** İnceleme alanındaki yapılar arasında bulunan geometrik ilişkilerin düzlemsel görünümü.  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$ : Ana gerilim eksenleri **T**: Bindirme ve ters faylar  
**N**: Normal faylar **K**: Kıvrımlar



**Şekil 3.17** Pelajik kireçtaşları üzerindeki eklemlerin görünümü (Ozmuş kuzeybatısı).





**Şekil 3.18** Yeşilşist birimleri üzerindeki çatlakların görünümü (Zengi güneydoğusu).



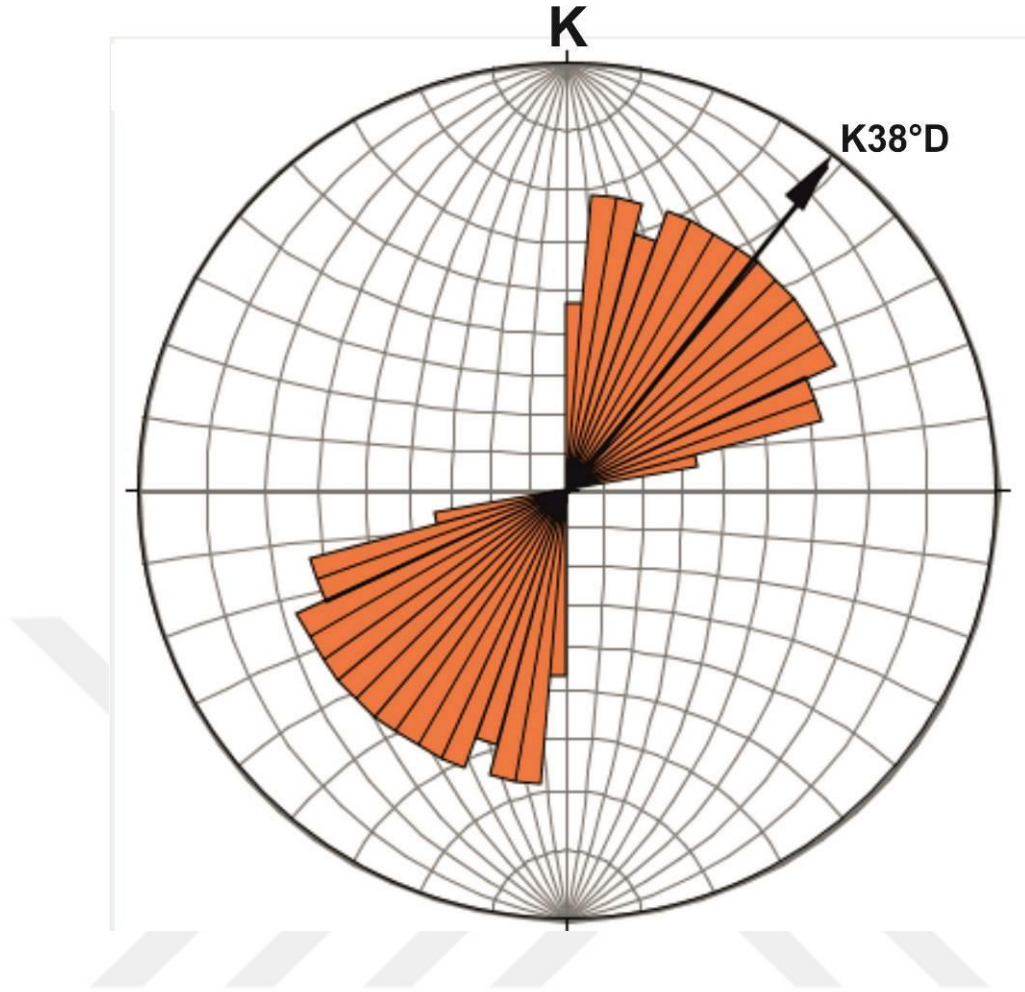
**Şekil 3.19** Şistlerin üzerinde gelişen bir makaslama çatlağının görünümü (Zengi güneydoğusu).



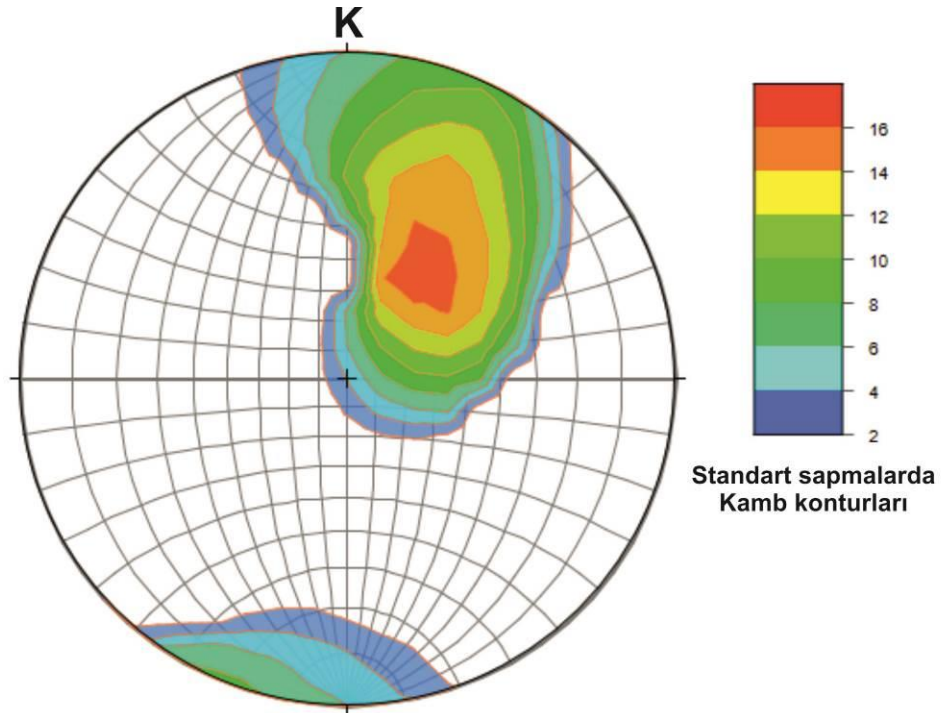
Yapılan eklem/çatlak ölçümleri modern yönteme çevrilmiş olup bölgelerine göre şu şekildedir:

**Tablo 3.1** Çalışma kapsamında elde edilen eklem ölçümleri.

|                    |             |                  |
|--------------------|-------------|------------------|
| <b>Buğdayören;</b> | 26) 102, 57 | 55) 285, 71      |
| 1) 10, 73          | 27) 255, 87 | 56) 300, 85      |
| 2) 305, 49         | 28) 48, 63  | 57) 90, 61       |
| 3) 66, 89          | 29) 74, 64  | 58) 70, 64       |
| <b>Ozmuş;</b>      | 30) 71, 32  | 59) 166, 81      |
| 4) 342, 73         | 31) 244, 56 | 60) 135,73       |
| 5) 117, 63         | 32) 31, 59  | 61) 294, 86      |
| 6) 15, 70          | 33) 128, 59 | 62) 284, 64      |
| 7) 315, 59         | 34) 115, 37 | 63) 65, 76       |
| 8) 326, 68         | 35) 32, 73  | 64) 44, 64       |
| 9) 339, 84         | 36) 70, 77  | 65) 250, 38      |
| 10) 132, 83        | 37) 74, 66  |                  |
| 11) 330, 59        | 38) 220, 34 | <b>Han Tepe;</b> |
| 12) 322, 61        | 39) 32, 63  | 66) 350, 70      |
| 13) 187, 89        | 40) 63, 70  | 67) 225, 76      |
| 14) 195, 85        | 41) 125, 73 | 68) 41, 72       |
| 15) 61, 66         | 42) 113, 82 |                  |
| 16) 237, 85        | 43) 130, 84 | <b>Akören-</b>   |
| <b>Zengi;</b>      | 44) 34, 89  | <b>Gökkaya;</b>  |
| 17) 75, 82         | 45) 45, 88  | 69)207, 86       |
| 18) 24, 62         | 46) 162, 83 | 70) 221, 65      |
| 19) 20, 61         | 47) 284, 81 | 71) 351, 61      |
| 20) 38, 46         | 48) 285, 60 |                  |
| 21) 97, 45         | 49) 228, 86 |                  |
| 22) 99, 49         | 50) 90, 76  |                  |
| 23) 104, 55        | 51) 115, 82 |                  |
| 24) 281, 83        | 52) 345, 67 |                  |
| 25) 305, 89        | 53)30, 71   |                  |
|                    | 54) 302, 82 |                  |



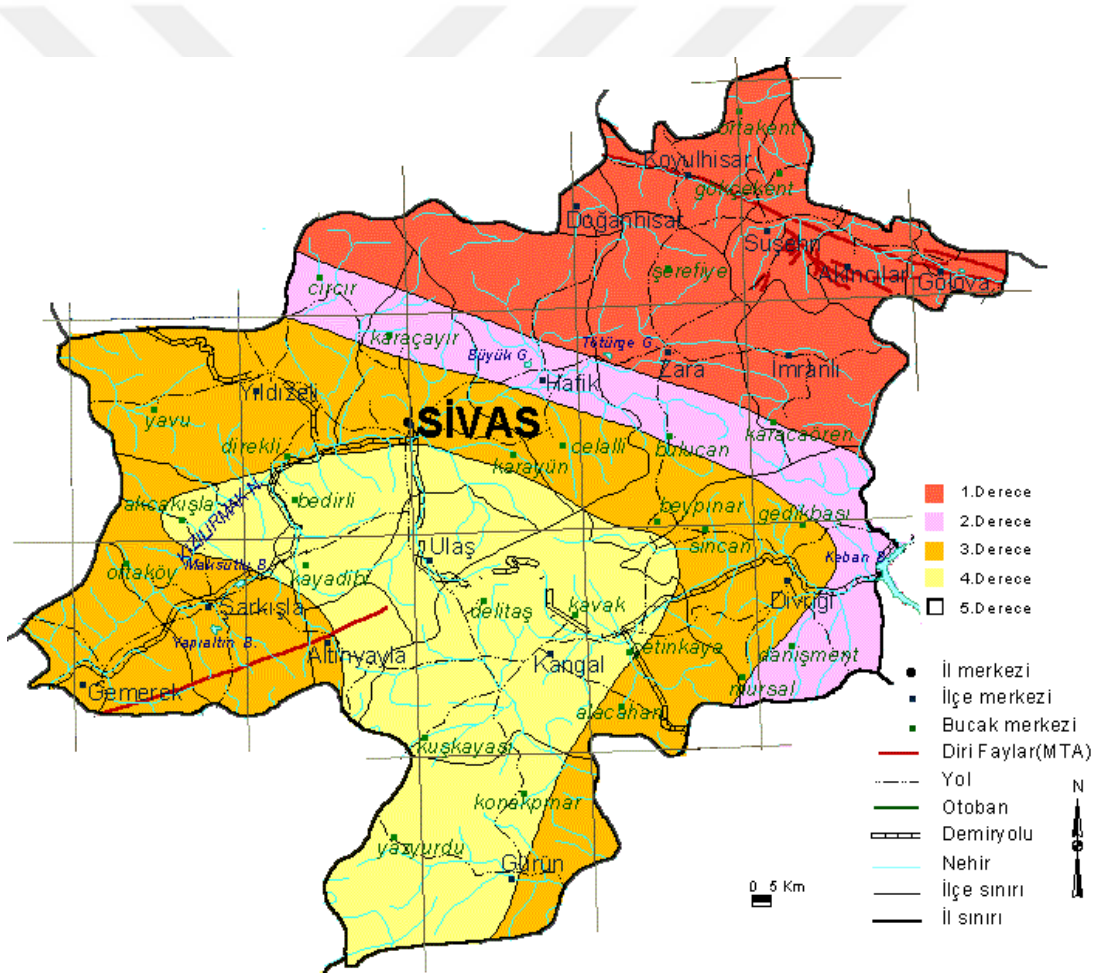
Şekil 3.20 Verilen değerlere göre elde edilen gül diyagramı.



Şekil 3.21 Tabloda verilen değerlere göre elde edilen kontur diyagramı.

### 3.6 İnceleme Alanının Sismik Özellikleri

Sivas ili 3. derece deprem bölgesi içinde olup kuzey kesimleri ise 1. derecede deprem kuşağında yer almaktadır. Deprem tehlikesi güneye doğru azalarak 4. dereceye düşmektedir. Bölge için en önemli deprem tehlike kaynakları, Kuzey Anadolu Fay Zonu ile güneyde bulunan Deliler Fayı'dır. 1909 M=6.4 Sivas, 1914 M= 5.6 Gemerek, 1929 M=6.1 Suşehri ve 1939 M=7.9 Erzincan depremleri bölgede hasar ve can kaybına neden olmuştur. Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alan ve sismik aktivitelerin yoğun olduğu bir kuşak üzerinde bulunan Kelkit Vadisi içerisindeki Koyulhisar, Suşehri, Gölova ve Akıncılar ilçeleri ile bu ilçelerin güneyinde yer alan İmranlı ve Zara ilçeleri de 1. derecede deprem bölgesi içindedir ve bu bölgelerde küçük ve orta ölçekli depremler yoğun şekilde gözlenmektedir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 Sivas ili deprem haritası (URL 1).

Çalışma sahası merkez alınarak 50 km. yarıçaplı alanda meydana gelmiş olan ve Uluslararası Sismoloji Merkezi verilerinden elde edilerek aletsel dönemde oluşan



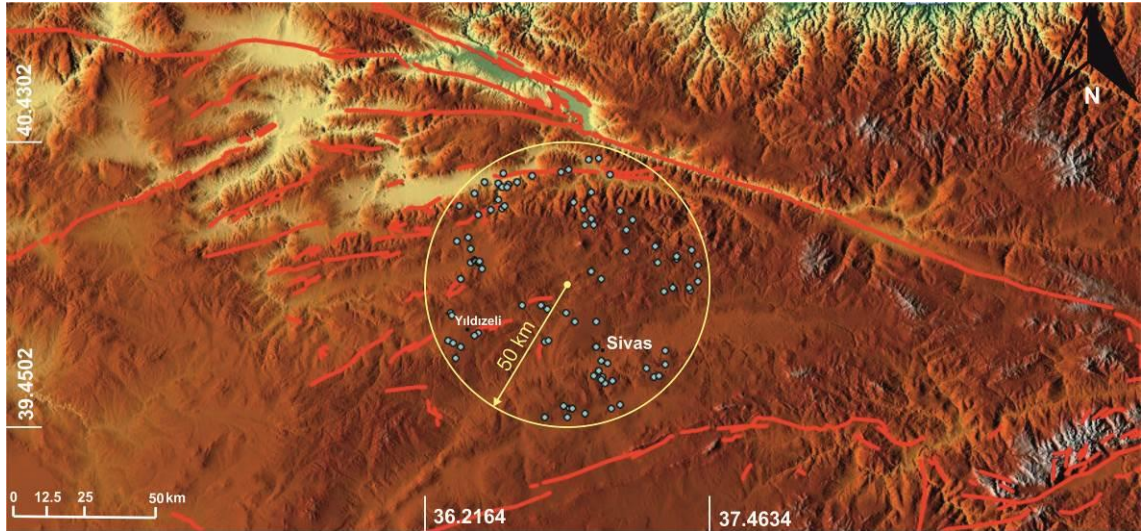
depremlerin derlenmesi ile elde edilen sonuçlar Tablo 3.2 ve Şekil 3.23’de gösterilen harita üzerinde sunulmuştur.

**Tablo 3.2** İnceleme alanı ve 50 km çevresinde 1900- 2015 yılları arasında meydana gelen 2 ve üzeri büyüklükteki depremler (ISC, Uluslararası Sismoloji Merkezi, <http://isc-mirror.iris.washington.edu>, URL 2).

| Tarih      | Enlem   | Boylam  | Derinlik(Km) | Büyüklük |
|------------|---------|---------|--------------|----------|
| 29.04.1923 | 40.0000 | 37.0000 | 35           | 5.6      |
| 31.07.1924 | 40.0000 | 37.0000 | 10           | 3        |
| 25.02.1934 | 40.0000 | 37.0000 | 10           | 3        |
| 28.12.1939 | 40.0000 | 37.0000 | 10           | 3        |
| 21.03.1978 | 40.3619 | 36.8578 | 33           | 4.3      |
| 04.02.1993 | 40.2545 | 36.8809 | 10           | 3.9      |
| 22.08.1994 | 40.2828 | 36.4460 | 10           | 3        |
| 09.11.1996 | 40.1061 | 37.2366 | 8            | 3.1      |
| 29.11.1996 | 39.7100 | 37.2800 | 10           | 3.3      |
| 27.06.1997 | 39.9300 | 37.2600 | 10           | 3.2      |
| 19.10.1998 | 40.3957 | 36.9461 | 10           | 3.4      |
| 16.01.1999 | 40.3420 | 36.7010 | 10           | 2.9      |
| 11.06.1999 | 39.4900 | 36.6690 | 9            | 4.8      |
| 11.06.1999 | 39.5630 | 36.8620 | 10           | 3.6      |
| 06.05.2000 | 39.6980 | 37.0010 | 10           | 3.6      |
| 13.05.2000 | 40.0890 | 37.1100 | 10           | 3.2      |
| 19.07.2000 | 39.5630 | 37.0440 | 10           | 3.1      |
| 04.09.2000 | 39.4680 | 36.8140 | 9            | 3.5      |
| 12.11.2001 | 40.3570 | 36.8280 | 12           | 3.1      |
| 19.07.2002 | 40.5530 | 37.0160 | 11           | 3.5      |
| 24.09.2002 | 40.1320 | 36.3260 | 5            | 3.6      |
| 04.08.2003 | 39.8560 | 36.9800 | 3            | 3.1      |
| 14.12.2004 | 39.7710 | 36.7340 | 6.4          | 4.1      |
| 14.12.2004 | 39.7890 | 36.7560 | 12           | 3.3      |
| 14.07.2005 | 40.0350 | 37.2260 | 8            | 3.7      |
| 14.04.2006 | 40.3170 | 36.5430 | 6            | 3.4      |
| 24.04.2006 | 39.8960 | 37.4620 | 22           | 3.1      |
| 30.04.2006 | 40.2020 | 36.9180 | 5            | 3.1      |
| 11.05.2006 | 40.2024 | 36.9303 | 8            | 3.5      |
| 24.06.2006 | 39.7590 | 37.2840 | 24           | 3.2      |
| 24.07.2006 | 39.8030 | 36.3730 | 30           | 3.1      |
| 18.10.2006 | 39.8910 | 36.8550 | 30           | 3.3      |

|            |         |         |      |     |
|------------|---------|---------|------|-----|
| 22.10.2006 | 40.0220 | 36.9570 | 5    | 3.1 |
| 16.02.2007 | 40.3150 | 36.3590 | 15   | 2.9 |
| 28.03.2007 | 40.2983 | 37.0341 | 11   | 2.8 |
| 14.06.2007 | 39.9645 | 36.5973 | 7.2  | 3   |
| 18.06.2007 | 40.1310 | 36.4120 | 5.6  | 3.1 |
| 25.06.2007 | 39.4153 | 36.1572 | 7.6  | 3.1 |
| 17.08.2007 | 40.0170 | 37.4270 | 4.9  | 3.3 |
| 31.08.2007 | 39.7160 | 37.0280 | 5    | 3.2 |
| 08.11.2007 | 39.8540 | 36.8840 | 6    | 3   |
| 24.01.2008 | 39.9500 | 36.7360 | 5    | 3   |
| 26.01.2008 | 39.6980 | 37.2540 | 5    | 3.3 |
| 27.02.2008 | 39.7710 | 36.9790 | 5    | 3   |
| 23.05.2008 | 40.2170 | 26.5250 | 5    | 2.8 |
| 29.05.2008 | 39.9610 | 37.4490 | 8    | 3.1 |
| 31.05.2008 | 39.5842 | 36.7673 | 17.3 | 2.8 |
| 11.06.2008 | 40.1672 | 37.1090 | 6.4  | 3.5 |
| 25.06.2008 | 39.5367 | 37.0301 | 5.8  | 3.1 |
| 08.11.2008 | 40.2342 | 36.3618 | 8.9  | 3.2 |
| 28.12.2008 | 40.3137 | 36.5937 | 6.8  | 3.1 |
| 27.02.2009 | 40.2150 | 36.5200 | 5    | 2.8 |
| 14.04.2009 | 39.6155 | 37.2228 | 14   | 2.8 |
| 16.05.2009 | 40.0980 | 36.4300 | 10   | 3.3 |
| 11.06.2009 | 40.0153 | 36.4575 | 11.3 | 2.8 |
| 26.06.2009 | 39.7640 | 36.2350 | 10   | 2.7 |
| 05.09.2009 | 39.7702 | 36.3853 | 7    | 3   |
| 13.11.2009 | 40.0390 | 36.4540 | 5    | 2.7 |
| 15.12.2009 | 40.3390 | 36.5700 | 2    | 3.3 |
| 07.06.2010 | 39.8740 | 36.3260 | 8    | 3.2 |
| 15.06.2010 | 40.0380 | 36.4640 | 5    | 3   |
| 02.07.2010 | 40.0070 | 36.4640 | 5    | 2.7 |
| 04.07.2010 | 42.2410 | 26.8120 | 13   | 4.3 |
| 14.08.2010 | 40.0780 | 36.4410 | 5    | 3.1 |
| 30.09.2010 | 40.0450 | 36.4450 | 12.4 | 3   |
| 08.10.2010 | 40.3609 | 36.5982 | 6.6  | 2.7 |
| 22.10.2010 | 40.1900 | 36.4640 | 9.3  | 2.6 |
| 18.11.2010 | 39.7035 | 37.2097 | 7    | 2.6 |
| 25.11.2010 | 40.2150 | 36.4830 | 7.2  | 2.7 |
| 18.01.2011 | 40.7212 | 36.8670 | 6.1  | 2.8 |
| 02.03.2011 | 39.8950 | 36.6560 | 5    | 2.8 |
| 15.03.2011 | 39.5453 | 36.9503 | 7    | 2.7 |
| 30.03.2011 | 40.1808 | 36.9317 | 7    | 2.5 |

|            |          |         |      |     |
|------------|----------|---------|------|-----|
| 02.04.2011 | 40.2570  | 36.5540 | 6.9  | 2.5 |
| 10.08.2011 | 40.0865  | 37.3260 | 10   | 2.6 |
| 20.09.2011 | 39.6790  | 36.9440 | 7    | 2.6 |
| 26.09.2011 | 39.6568  | 37.0541 | 15.9 | 2.6 |
| 07.10.2011 | 39.6550  | 37.0110 | 9.9  | 2.5 |
| 25.11.2011 | 39.6620  | 37.0218 | 5.6  | 2.6 |
| 12.12.2011 | 39.6908  | 36.9891 | 14.3 | 2.6 |
| 28.12.2011 | 39.7075  | 36.9312 | 13   | 2.8 |
| 08.02.2012 | 39.92.08 | 36.3193 | 5    | 2.7 |
| 18.02.2012 | 39.5740  | 37.0821 | 12.1 | 2.7 |
| 20.07.2012 | 40.1943  | 37.1404 | 2    | 2.5 |
| 01.08.2012 | 39.9607  | 37.3926 | 9    | 2.5 |
| 12.11.2012 | 39.8978  | 36.7653 | 9.6  | 2.7 |
| 27.02.2013 | 40.2923  | 36.4720 | 5.2  | 3.9 |
| 04.04.2013 | 39.8179  | 36.4630 | 2    | 2.3 |
| 07.05.2013 | 39.8073  | 36.4485 | 9    | 2.5 |
| 05.06.2013 | 40.3220  | 36.6345 | 10.7 | 2.6 |
| 10.07.2013 | 40.1420  | 37.1470 | 16.6 | 2.7 |
| 10.12.2013 | 40.1807  | 36.9672 | 4.7  | 3.5 |
| 22.05.2014 | 40.1170  | 37.7960 | 41.7 | 3   |
| 23.06.2014 | 40.0342  | 36.4248 | 3.6  | 3.8 |
| 23.06.2014 | 40.0348  | 36.4408 | 4.5  | 3.6 |



**Şekil 3.23** Çalışma alanı ve 50 km çevresinde 1900- 2015 yılları arasında meydana gelen 2 ve üzeri büyüklükteki depremler (Deprem verileri Uluslararası Sismoloji Merkezi (ISC)’den üretilmiştir).



### 3.7 Jeofizik Çalışmalar

Bu tez çalışması kapsamında, jeolojik çalışmaları takiben özellikle traverten sahalarındaki su çıkışlarını kontrol eden yapısal unsurları ortaya çıkartabilmek amacıyla sığ jeofizik çalışmalar yapılmıştır (Şekil 3.24). Bu çalışmaları yapmaktaki temel amaç bölgede gözlenen jeotermal su çıkışları ile bunların bulundukları bölgedeki birimlerin ilişkilerini belirlemek ve tektonik açıdan bir değerlendirmede bulunmaktır. Bölgede bu amaçla ve olası fayların bu su çıkışlarıyla olan ilişkisini değerlendirebilmek için Elektrik Rezistivite yöntemi ile çalışmalar yapılmıştır. Herhangi bir alanda yer altı suyunun varlığı, ortamda yer alan kayaçların su taşıma kapasitesine ve bu potansiyelin beslenme ve boşaltım koşullarına bağlıdır. Yeraltı jeolojisinin yorumlanmasında örtü kaya kalınlığının, rezervuar yayılımının ve tektonik yapının ortaya çıkarılmasında jeotermal enerji aramalarıyla ilgili olarak jeofizik gravite, rezistivite, sismik, manyetik çalışmalarından yararlanılmaktadır. Eşrezistivite haritaları çizilen seviyelere göre yatay görünür öz direnç dağılımları ile bunlara bağlı olarak sahadaki jeolojik birimlerin ve bozucu zonların (sıcak su zonları, süreksizlikler vb.) yatay konumları hakkında bilgiler içerir. Genel olarak yeraltı suları, kumlu, çakıllı alüvyonlardan, kayaçların kırıklı çatlaklı bölümlerinden, karstik boşluklardan ve fay zonlarından alınabilmektedir.



**Şekil 3.24** Arazi çalışmaları kapsamında yapılan jeofizik çalışmalarından görüntüler.

### **3.8. Elektrik Rezistivite Yöntemi (Düşey Elektrik Sondajı)**

Düşey elektrik sondajı (DES) uygulamalı jeofiziğin ilk yöntemlerinden birisidir ve günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektriksellik, elektroliz işlemiyle yeryüzü boyunca oluşan iletimdir ve toprak ile kayalarda bulunan gözeneklilik ile gözeneklerin içerdiği su miktarına bağımlı olarak değişim gösterir. Bu yöntemde amaç yer altındaki yapıların düşey ve yatay yönde elektriği iletim biçimlerini araştırmaktır. Kayaçlar, elektriği iletme yeteneklerinin yanı sıra elektriğin iletimine karşı direnç de gösterirler. Kayaç birimleri içerisindeki gözenekliliği az ve sıkı olanlar oldukça zayıf

ileticilerdir ve yüksek dirence sahiptirler. Buna karşı gözeneklilik arttıkça gözenek miktarındaki sıvı oranının artışına bağlı olarak iletkenlik artar ve direnç azalır.

Elektrik rezistivite yöntemi jeolojik yapıların kalınlıklarının ve derinliklerinin belirlenmesi, yanal değişimlerin saptanması ve jeolojik koşullara bağlı anomalilerin belirlenmesi, tuzlu su girişi ve kirlilik haritalarının elde edilmesi, gömülü atık yerinin belirlenmesi, yeraltı suyu ve maden gibi doğal kaynakların tespiti, kuyu logları gibi çalışmalar için kullanılabilir. Elektrik rezistivite yönteminde düşük öz direnç değerlerinde etki azalsa da, düşey yönde oldukça iyi çözünürlük sunan bir yöntemdir. Ayrıca, hem sığ hem derin çalışmalarda kullanılabilirdiği gibi farklı uygulamalar için değişik elektrot dizilimleri de sunmaktadır.

### **3.8.1 Elektrot Dizilim Türleri**

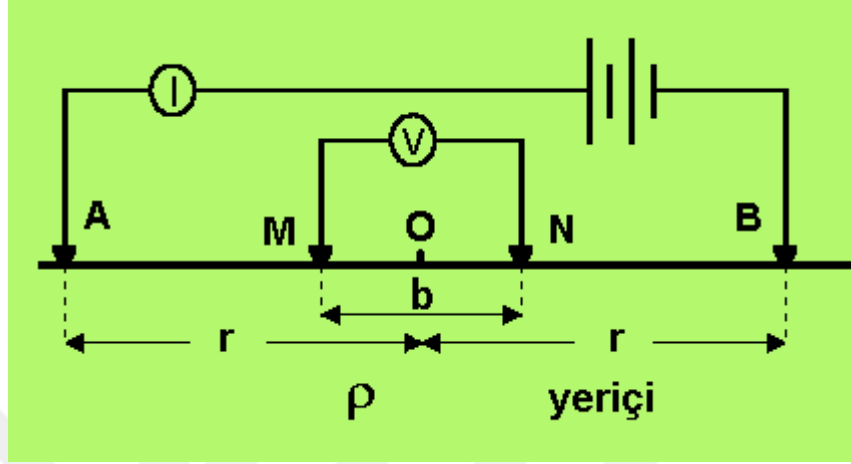
Elektrik öz direnç araştırmalarında elektrotların birbirlerine ve merkeze olan konumlarına göre değişik dizilim türleri vardır. Saha çalışmaları için dizilim seçimi çalışmanın amacı ve çalışma sahasının özelliklerine bağlıdır. Dizilimin türü, elektrotlar arasındaki uzaklık, akım girişi ve ölçüm ekipmanının hassasiyetine bağlıdır. Bu yöntem düşey ve yatay profiller olmak üzere iki tipte uygulanır. Eğer elektrotlar arasındaki uzaklık çok geniş veya akım çok güçlü ise en derinlerdeki materyaller potansiyel elektrotlarındaki potansiyeli arttıracak şekilde etkileyecektir. Dizilim merkezi sabit iken düşey profil yönteminde elektrotlar arası uzaklık düzenli olarak arttırılır. Yatay profil boyunca yapılan ölçümlerde ise potansiyel ve akım elektrotları hat boyunca hareket ettirilir. Yüzey araştırmalarının dışında yer içi araştırmaları tek veya birden fazla kuyuda yapılabilir. Akım ve potansiyel elektrotları için tek bir kuyu kullanılırsa ölçümlerin yorumlama prosedürü farklı yönelimli olan yüzey araştırmalarını andırır (Demirbaş, 2008). Elektrik öz direnç yönteminde kullanılan başlıca dizilim türleri şunlardır:

#### **3.8.1.1 Schlumberger Dilizimi**

Bu dizilim merkez noktasına göre simetrik iki akım ve potansiyel elektrotundan oluşur, Potansiyel elektrotları arasındaki uzaklık MN uzaklığı, akım elektrotları arasındaki uzaklık AB uzaklığına göre çok küçük alınır. Bunun amacı simetri merkezindeki elektrik alanı ölçmeye çalışmaktır. Teorik olarak, düşey elektrik sondajı (DES) amacıyla A ve B akım elektrotlarının arasını açtıkça M ve N potansiyel elektrotlarının yer değiştirmesine gerek yoktur (Şekil 3.25) .



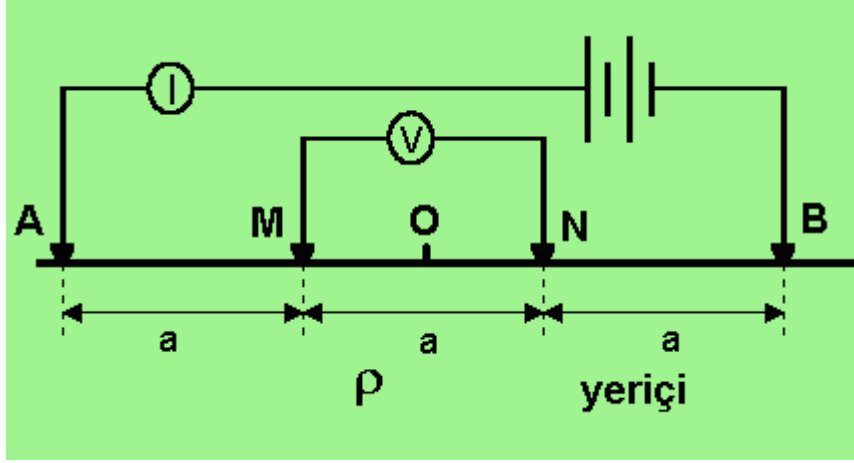
Açılım uzaklığı arttıkça M ve N arasındaki potansiyel farkı ölçülemeyecek kadar küçük olur ve arazi çalışmalarında MN uzaklığı kademeli olarak büyütülür. En alt katmanın sonsuz öz dirençli olması durumunda, görünür öz direnç eğrisinin S boyuna iletim çizgisine asimptot olması için, uygun yatay eksen değerleri seçilebilir. Bu yatay eksen değerlerine etkin uzaklık denilmektedir (URL 3).



Şekil 3.25 Schlumberger dizilimi (URL 4).

### 3.8.1.2 Wenner Dizilimi

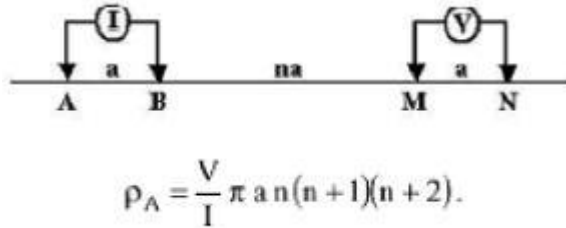
Wenner elektrot dizilimi, düşey süreksizliklerin belirlenmesi için kaydırma ölçü tekniği kullanılarak oldukça hassas bir şekilde yapılabilmektedir. Ölçme işlemi, elektrot arası mesafe değişmeden profil boyunca kayarak veya ölçü noktası etrafında simetrik biçimde açılarak devam eder. Yanal yöndeki değişimler bu dizilimle daha kolay biçimde saptanır. Ancak, bu dizilim geometrisinde araştırma derinliği diğer yöntemlere göre daha azdır (akım elektrotları arasındaki uzaklığın yaklaşık üçte birine kadar derinlikten bilgi alınabilir). Nüfuz derinliği az olduğundan sığ yapıları yüksek çözünürlükte belirleyebilmektedir. Daha fazla kablo ve personel gerektirmesi dizilimin bir dezavantajyken dizilimin gürültüye karşı daha az duyarlı olması ise bir avantajdır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Wenner dizilimi (URL 4).

### 3.8.1.3 Dipol-Dipol Dizilimi

Jeoelektrik çalışmalar amacıyla kullanılan dipol-dipol açılımında, akım ve potansiyel elektrotları birer çift olarak düşünülür. Akım elektrotları çifti, akım dipolü ve potansiyel elektrotları çifti ise potansiyel dipolü olarak adlandırılır. Akım ve elektrot çiftleri birbirinden ayrı olarak arazide yerleştirilir. Her çiftin aralarında  $n$  çarpanı ( $n=1.2.3$  gibi tam sayı) kadar ( $n$  a elektrot aralığı) bir uzaklık vardır. Bu dizilim türü daha çok yapay polarizasyon (IP) uygulamalarında tercih edilir. N-aralıklamasına bağlı olarak yapılan çizim tekniği ile elde edilen IP'yi andıran kesitler maden jeofiziğinde başarılı bir uygulamadır. Ayrıca özel jeolojik problemlerin çözümünde de dipol dizilim türlerinin kullanıldığı bilinmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27 Dipol-Dipol dizilimi (URL 3).

### 3.8.1.4 Pol-Dipol Dizilimi

Pol-Dipol dizilimi potansiyel elektrotların arası değişmeden bir yerde sabit tutularak bir tane olan akım elektrotunu belli bir mesafede açarak yapılır. Bu dizilim, Dipol-Dipol dizilimine göre daha yüksek sinyal gücüne sahiptir ve Pol-Pol dizilimi kadar gürültüye hassas değildir (Şekil 3.28).

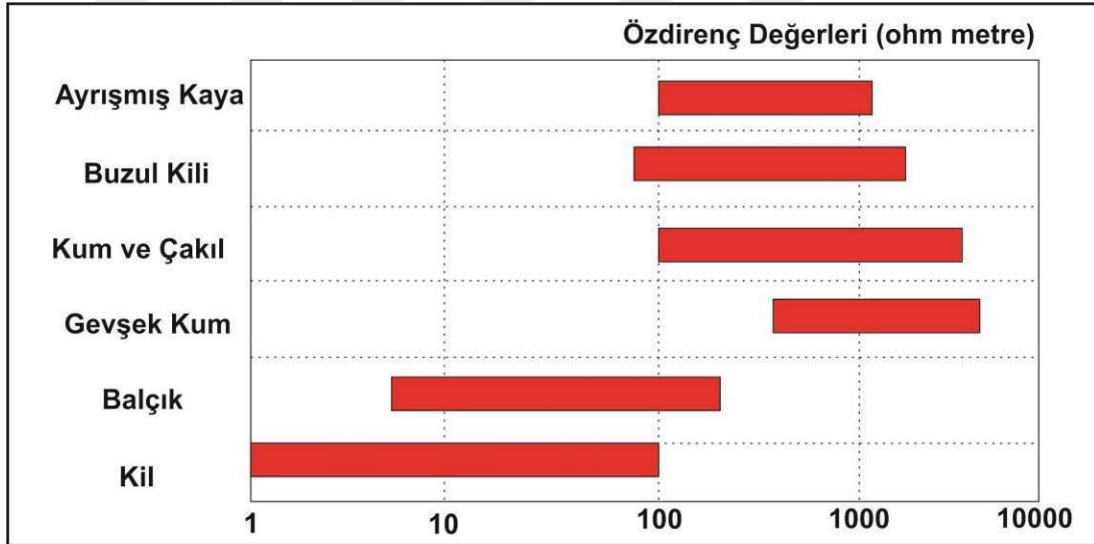


$$\rho_A = 2\pi \frac{(a+b)}{b} \frac{V}{I}$$

Şekil 3.28 Pol-Dipol dizilimi (URL 3).

### 3.9 Jeoloji ve Özdirenç Arasındaki İlişki

Özdirenç görüntülerini jeolojik görüntülere çevirmek önem arz etmektedir. Elektrik özdirenç ölçümleri, farklı ara yüzey materyalleri arasındaki direnç farklılıklarının belirlenmesi esasına ilişkin değişik materyallerin karakteristik elektrik direnç ve özdirenç değerleri ile verilmektedir (Şekil 3.29).



Şekil 3.29 Toprak ve kaya kütlelerinin elektrik özdirenç değerleri (Cone Tec and GeoProbe, 1997'den düzenlenmiştir, URL5).



**Tablo 3.3** Bilinen bazı kayaçların ve toprak materyallerinin özdirenç değerleri  
(Kaerey vd., 2007).

| Jeolojik Malzeme                      | Özdirenç(Ohm-m)          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| VOLKANİK VE<br>METAMORFİK<br>KAYAÇLAR | $5 \times 10^3 - 10^6$   |
| Granit                                | $10^3 - 10^6$            |
| Bazalt                                | $10^2 - 2.5 \times 10^8$ |
| Mermer                                | $10^2 - 2 \times 10^8$   |
| Kuvarsit                              | $10^2 - 2 \times 10^8$   |
| SEDİMANTER KAYAÇLAR                   |                          |
| Kumtaşı                               | $8 - 4 \times 10^3$      |
| Şeyl                                  | $20 - 2 \times 10^3$     |
| Kireçtaşı                             | $50 - 4 \times 10^2$     |
| Kil                                   | 1-100                    |
| Alüvyon                               | 10-800                   |

Volkanik ve metamorfik kayaçlar tipik yüksek özdirenç değerine sahiptirler. Bu kayaçların özdirençleri genel olarak kırık ve çatlakların çokluğuna ve bunların yeraltı suyu içeriğine bağlıdır. Genelde çok boşluklu ve yüksek su içeriğine sahip sedimanter kayaçlarda özdirenç değeri düşüktür. Nemli toprak ve tatlı yer altı suyu da düşük özdirenç değerlerine sahiptir. Killi toprağın özdirenci, kumlu toprağın özdirencine göre daha düşüktür (Tablo 3.3).

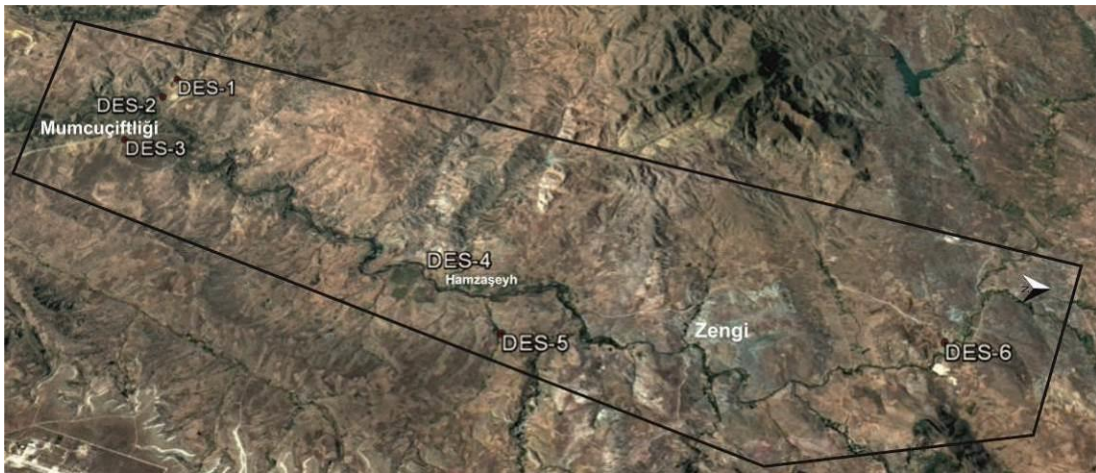
### 3.10 Jeofizik Çalışmaların Arazi Uygulamaları

Bu tez projesi kapsamında arazi çalışmalarında jeofizik yöntemi olarak Düşey Elektrik Sondaj (DES) kullanılmıştır. Çalışma alanı içerisinde 3 ve bölgenin yaklaşık güneyinde yine 3 bölgede olmak üzere toplam 6 ayrı nokta 1/25000 ölçekli topografik harita üzerinde belirlenip gerekli ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.31). Seçilen pilot noktalarda yüzeyle ilgili özdirenç değişimlerine karşı daha az hassas olmasından dolayı Schlumberger elektrot açılımı kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümler yapılırken enerji kaynağını etkilememek için gürültüden uzak alanlar tercih edilmiş, elde edilen verilerde gürültü saptanan yerlerde gürültü arındırılarak ölçümler buna göre değerlendirilmiştir.

Ölçüm aletleri; iki akım elektrotu ile iki potansiyel elektrotu, bir DC akım kaynağı ve ölçüm cihazından oluşmaktadır. Yere yerleştirilmiş iki akım elektrotu tarafından akım verilmiş ve yüzeye yerleştirilmiş olan potansiyel elektrotları ile oluşan potansiyel farkı ölçülmüştür (Şekil 3.30).



**Şekil 3.30** Elektrik Öz direnç ölçüm aletleri (URL 6).



**Şekil 3.31** DES noktalarının Google Earth uydu görüntüsü üzerindeki konumu.

Arazide Schlumberger ölçü düzenine göre alınan ölçümler 5 DES noktası için hesaplanan görünür öz direnç değerleri ve koordinatları Tablo 3.4-3.8'de verilmiştir

**Tablo 3.4** İnceleme alanındaki DES-1 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür öz direnç (rezistivite) değerleri.

| Nokta No                                | Koordinat                | No    | 1    | 2  | 3     | 4    | 5    | 6     | 7   | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18 |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------|------|----|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| DES-1<br>39°48'54.93"K<br>36°45'30.32"D | AB/2 (m)                 | 5     | 8    | 10 | 15    | 20   | 25   | 30    | 40  | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 120   | 140   | 180   | 200   | 225   |    |
|                                         | Görünür<br>Özdirenç<br>Ω | 52,75 | 29,1 | 23 | 17,78 | 15,2 | 12,8 | 11,25 | 9,9 | 8,272 | 7,505 | 7,071 | 6,391 | 6,137 | 6,204 | 6,604 | 7,272 | 7,672 | 8,005 |    |

**Tablo 3.5** İnceleme alanındaki DES-2 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür öz direnç (rezistivite) değerleri.

| Nokta No                               | Koordinat                | No  | 1  | 2    | 3    | 4    | 5  | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21 |
|----------------------------------------|--------------------------|-----|----|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| DES-2<br>39°49'13.39"K<br>36°45'3.61"D | AB/2 (m)                 | 5   | 8  | 10   | 15   | 20   | 30 | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 120  | 140  | 160  | 200  | 225  | 250  | 300  | 350  |    |
|                                        | Görünür<br>Özdirenç<br>Ω | 116 | 89 | 75,8 | 46,8 | 27,2 | 12 | 8,18 | 7,22 | 6,77 | 7,11 | 7,53 | 7,99 | 8,56 | 9,62 | 10,6 | 11,8 | 14,6 | 16,3 | 18,5 | 21,3 | 24,2 |    |

**Tablo 3.6** İnceleme alanındaki DES-3 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür öz direnç (rezistivite) değerleri.

| Nokta No                                | Koordinat                       | No    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    | 11   | 12    | 13   | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19   | 20  | 21    | 22    | 23    | 24    | 25 |
|-----------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-------|-------|-------|-------|----|
| DES-3<br>39°47'58.42"K<br>36°46'10.59"D | AB/2 (m)                        | 5     | 8     | 10    | 15    | 20    | 30   | 40    | 50   | 60    | 80    | 100   | 120  | 140   | 160  | 200   | 225   | 250   | 275   | 300   | 350  | 400 | 450   | 500   | 550   | 600   |    |
|                                         | Görünür<br>Özdirenç<br>$\Omega$ | 15,07 | 17,77 | 18,47 | 19,71 | 18,47 | 15,8 | 12,03 | 10,4 | 8,667 | 7,038 | 6,343 | 6,18 | 6,261 | 6,51 | 6,681 | 6,769 | 6,769 | 6,681 | 6,681 | 6,51 | 6,1 | 5,866 | 5,497 | 5,084 | 4,642 |    |

**Tablo 3.7** İnceleme alanındaki DES-4 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür öz direnç (rezistivite) değerleri.

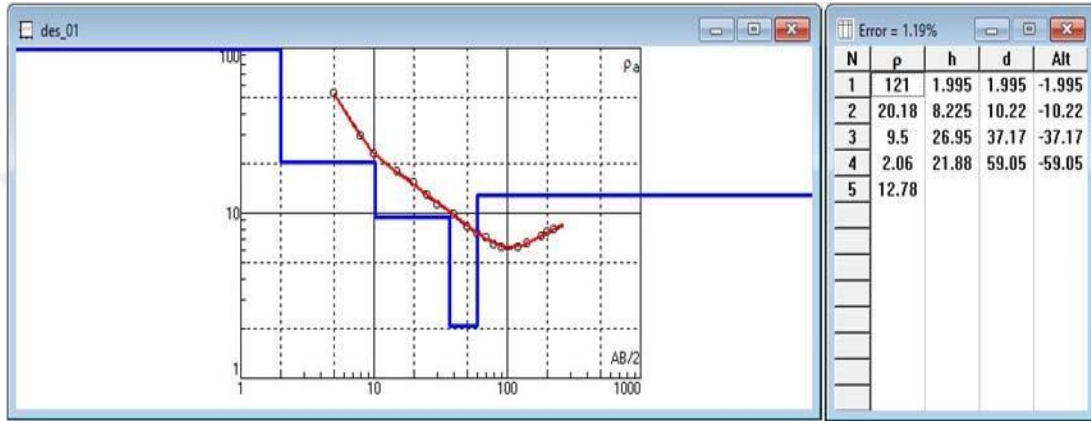
| Nokta No                                | Koordinat                | No  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9  | 10   | 11   | 12 | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21 |
|-----------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| DES-4<br>39°53'56.33"K<br>36°49'41.06"D | AB/2 (m)                 | 5   | 8   | 10  | 12  | 20  | 25   | 30   | 40   | 50   | 60 | 70   | 80   | 90 | 100  | 120  | 140  | 160  | 180  | 200  | 250  | 300  |    |
|                                         | Görünür<br>Özdirenç<br>Ω | 522 | 550 | 508 | 418 | 173 | 96,2 | 59,4 | 27,6 | 18,9 | 17 | 16,4 | 16,2 | 16 | 15,8 | 16,2 | 16,8 | 17,7 | 18,4 | 19,7 | 22,4 | 25,2 |    |

**Tablo 3.8** İnceleme alanındaki DES-5 noktasının koordinatları ve yarı açılım uzaklıkları (AB/2) ve bunlara karşılık gelen görünür öz direnç (rezistivite) değerleri.

| Nokta No                                | Koordinat                      | No    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   | 13   | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22  | 23 |
|-----------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|----|
| DES-5<br>39°54'40.91"N<br>36°50'55.21"E | AB/2 (m)                       | 5     | 8     | 10    | 12    | 15    | 20    | 25    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80   | 100  | 120   | 140   | 160   | 200   | 225   | 250   | 300   | 350   | 400 |    |
|                                         | Görünür<br>Gölgenç<br>$\Omega$ | 34.62 | 20.45 | 19.31 | 19.16 | 19.67 | 20.21 | 20.72 | 20.72 | 20.72 | 21.27 | 21.83 | 21.83 | 23.1 | 23.6 | 24.54 | 26.53 | 29.55 | 31.38 | 35.32 | 41.79 | 47.07 | 51.49 |     |    |

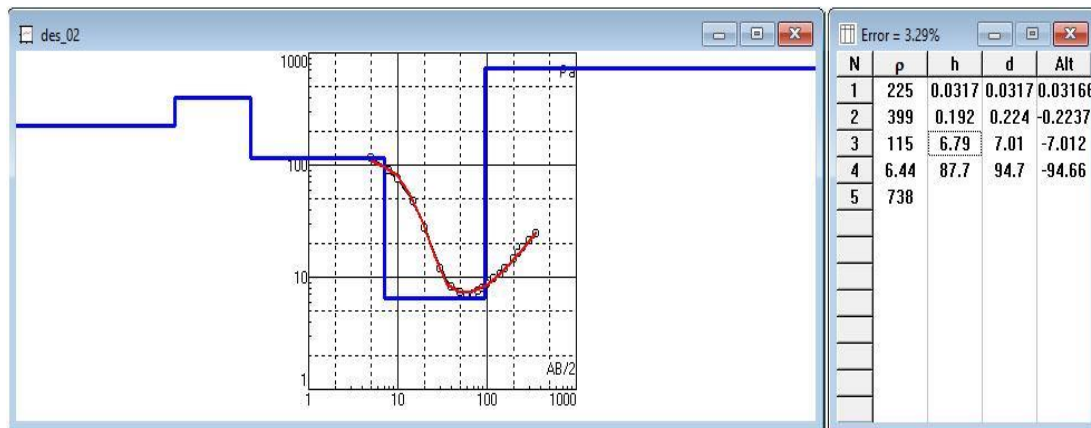


Görünür öz direnç değerleri ve bunların karşılığı olan yarı açılım uzunlukları ( $AB/2$ ) IPI2WIN programında veri olarak girilerek arazi eğrileri bilgisayar ortamında çizdirilmiştir. Her bir istifi oluşturan tabakaların kalınlıkları ve öz direnç değerleri hesaplanmıştır. Grafikte yatay eksen ( $AB/2$ ) yarı açılım uzaklığı (metre), dikey eksen ise görünür öz direnç (ohm-m) olarak çift logaritmik görünür öz direnç arazi eğrisi çizilmektedir. IPI2WIN programı tabakaların kalınlıklarını, öz direnç değerlerini ve yer altı yapısının litolojisinin belirlenmesinde katkı sağlar.



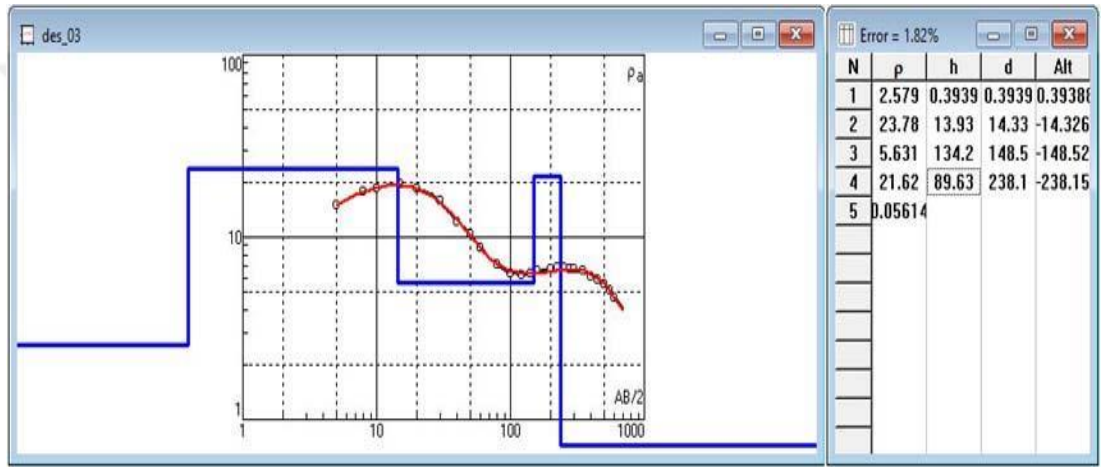
Şekil 3.32 DES-1 noktasının görünür öz direnç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

DES-1 ölçüm grafiğine bakıldığında ortamın 5 tabakalı olduğu değerlendirilmiştir. İlk tabakanın öz direncinin  $121\Omega$  ve kalınlığının  $\approx 2m$  olduğu gözlenmiştir. Ölçüm kotundan itibaren 0-10 metreler arasında alüvyon ve killi birimlerin etkisi ile grafik düşen eğimlidir ve 10-100 metreler arasında İncesu Formasyonunda yer alan killi birimlerden dolayı azalan eğilim gösteren grafik göze çarpmaktadır. 100 metreden daha derin kesimlerde grafik yükselen eğilim göstermiş ve volkanik birimleri işaret eden yükseliş grafiği sergilemiştir (Şekil 3.32).



Şekil 3.33 DES-2 noktasının görünür öz direnç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

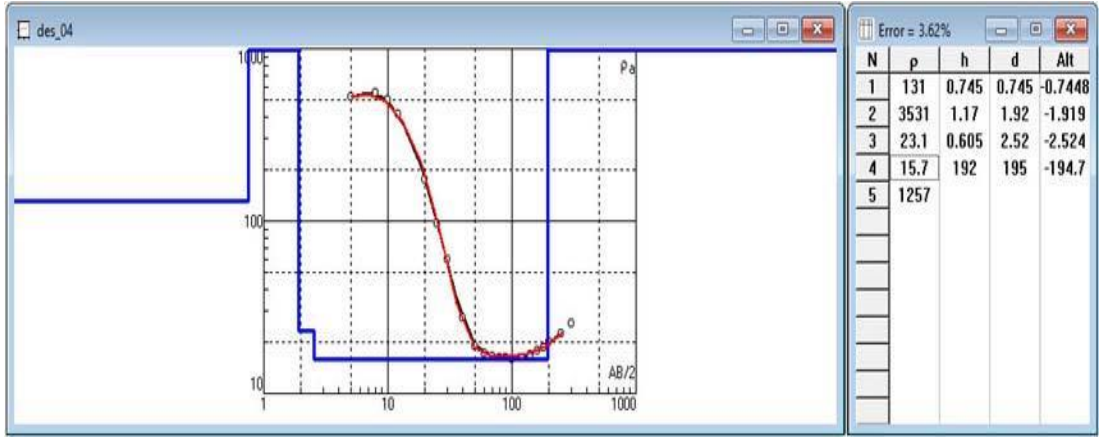
DES-2 ölçüm grafiğine bakıldığında, DES-1 ölçümü ile benzerlik gözlenmektedir. Ölçümlerin yapıldığı yüksekliklerin farklı olması ve yer altındaki tabakaların eğimine bağlı olarak birim derinlikleri farklılık göstermiştir. 1-10 metreler arasında alüvyon-killi birimlerden dolayı grafik düşen eğimli, 0-60 metre derinlikler arasında İncesu Formasyonunda yer alan killi yapılardan dolayı azalan eğilim gösteren bir grafik ortaya çıkmıştır. Killi birimlerden volkanitlere geçişin bulunduğu 50-60 metrelerde, sıcak su varlığından kaynaklanan yatay grafik gözlenmektedir. Bu tabakanın yaklaşık olarak 10 metre yükseklikte bir alana etki ettiği düşünülmektedir. Sıcak su tabaka geçişi sonrası volkanitler alt seviyelerde devam etmektedir (Şekil 3.33).



Şekil 3.34 DES-3 noktasının görünür öz direnç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

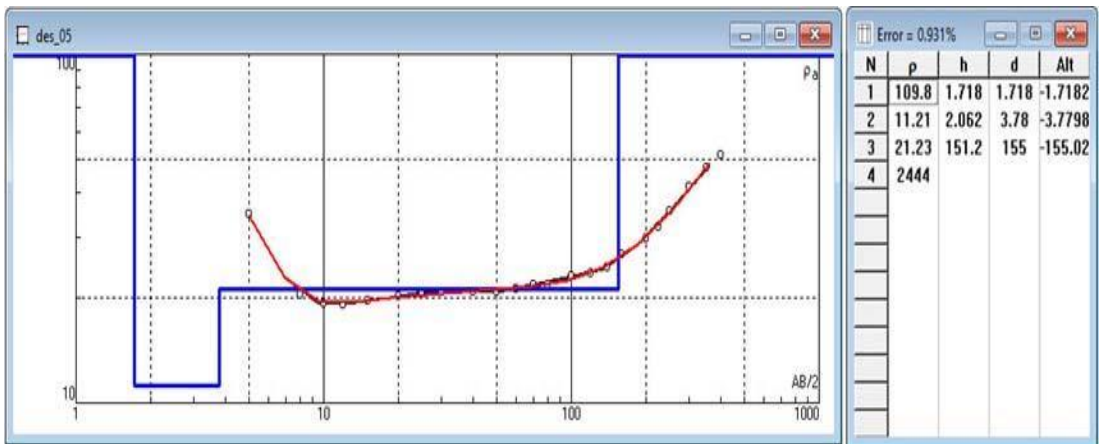
DES-3 grafiğine bakıldığında, 0 ile 15 metreler arasında traverten birimlerinin varlığından dolayı düşük bir eğilimle yükseliş eğiliminde olan grafik gözlenmektedir. 15-100 metrelerde ise İncesu Formasyonuna ait killi birimlerden dolayı azalan bir eğilim görülmektedir. 100-140 metrelerde olası serpantin birimlerinin yataya yakın eğiliminde bir grafik sunulmuştur. 140 metreden daha derinlerde Akdağ Metamorfitlerine ait mermerler veya volkaniklere ait bazaltların varlığından dolayı yükselen grafik olması gerekirken grafiğin aşağı yönlü olmasının iki nedeni olabilir. İlk olarak, bu bölgede bir su varlığı olabilir ancak grafiğin sonlanmaması ve yükselen eğilim göstermemesi su içeren tabakanın kalınlık bilgisinin saptanmasını oldukça güçleştirmektedir. İkincil olarak, elektrik akımının 150 metreden daha derinlere iletilmemesi nedeni ile öz direnç verilerinin doğru okunamayarak hatalı veya kontak direncini göstermiş olma olasılığıdır. Bunun yanı sıra, yapılan jeofizik çalışmalar ve daha önceki jeolojik çalışmalar düşünüldüğünde İncesu Formasyonu ile volkanitlerin sınırında sıcak su tabakası olma

ihtimali daha yüksektir. 100-300 metreler arasında devam eden volkanitleri, serpantinli birimlerden oluşan Tekelidağ Karışığı'nın takip ettiği düşünülmektedir (Şekil 3.34).



Şekil 3.35 DES-4 noktasının görünür öz direnç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

DES-4 grafiğine bakıldığında, DES-3 ölçümü ile benzer şekilde ilk metrelerde traverten birimlerinin varlığından dolayı düşük bir eğimle yükseliş eğiliminde olan grafik ortaya çıkmıştır. 8-90 metreler arasında İncesu Formasyonunda yer alan killi-kireçli birimlerden dolayı azalan eğilim gösteren bir grafik vardır. Bu birimler ile volkanitlerin sınırında muhtemelen diğer ölçümlerde gözlenen sıcak sulardan daha yüksek sıcaklığa sahip sudan kaynaklanan yatay bir grafik sunulmuştur. 100 metreden daha derinlerde ise grafik yeniden yükselen bir eğilim göstermiş ve bazalt varlığına işaret eden bir yükseliş grafiği göstermiştir (Şekil 3.35).

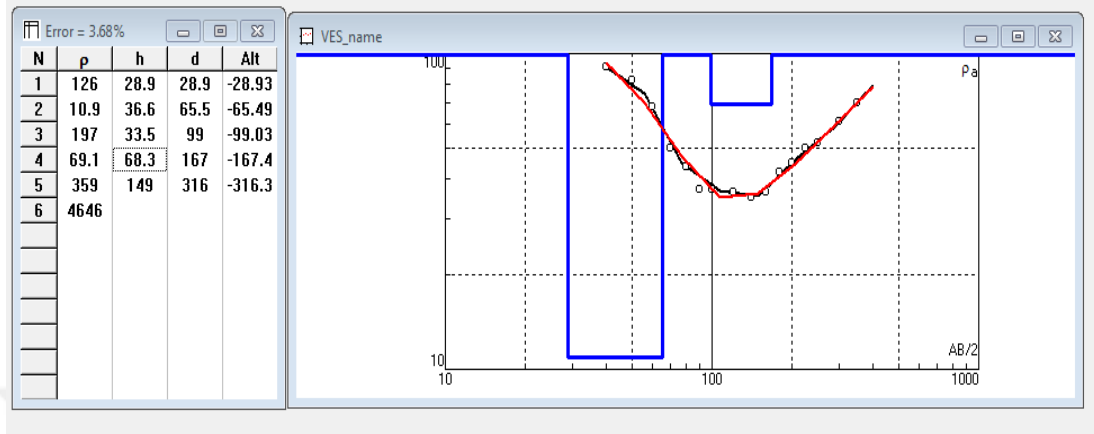


Şekil 3.36 DES-5 noktasının görünür öz direnç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

DES-5 ölçüm grafiğine bakıldığında, ortamın 4 tabakalı olarak değerlendirildiği gözlenmiştir. İlk tabakanın öz direnci  $\approx 110\Omega$  ve kalınlığı  $\approx 2m$  olarak tespit edilmiştir.



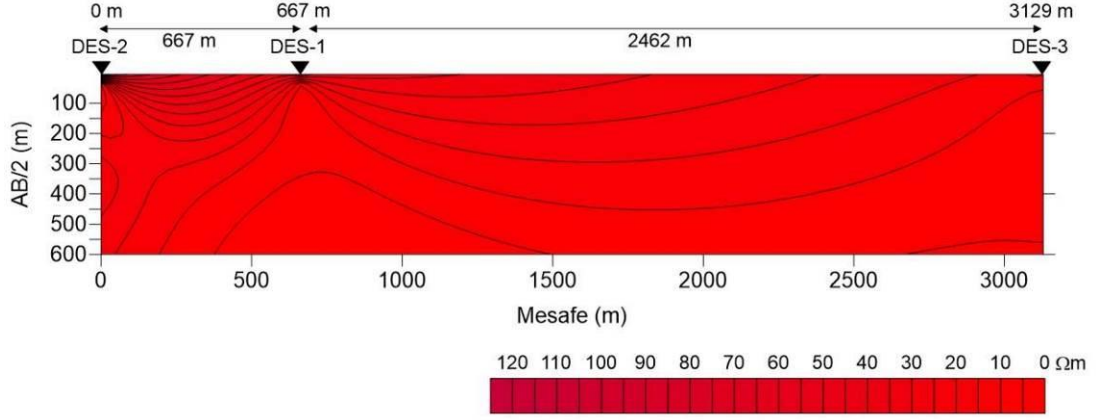
Grafik 0-10 metrede azalan eğilim göstermiş ve bu durum 90 metreye kadar devam etmiştir. Özdirenç düşüşü killi birimlerin varlığından kaynaklanmakta ve 100 metreden sonra daha yüksek özdirence sahip birimlerin varlığı görülmektedir (Şekil 3.36).



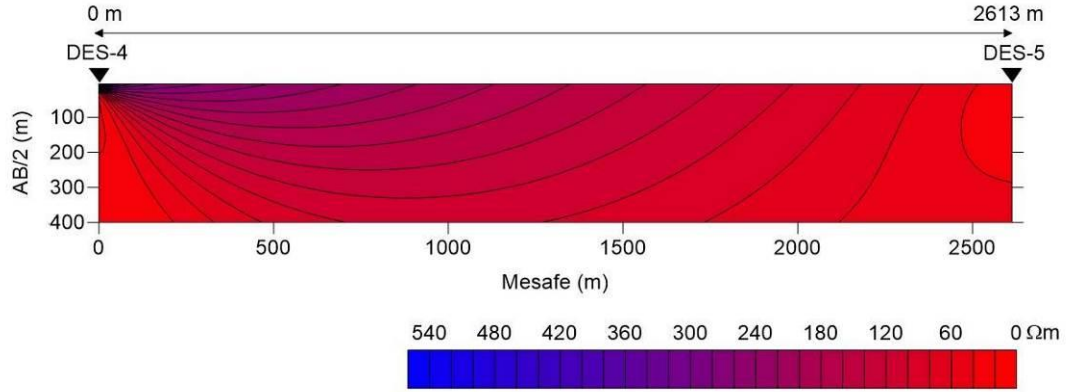
Şekil 3.37 DES-6 noktasının görünür özdirenç arazi eğrisi ve tabaka parametreleri.

DES-6 ölçüm grafiği incelendiğinde, ortamın 6 takabalı olduğu görülmektedir. İlk tabakanın özdirenci 126  $\Omega$  ve kalınlığı yaklaşık 29m'dir. Traverten birimlerle başlayıp killi-kireçli birimlerle 100 metrelere kadar devam eden bir azalış gösteren grafik, 100 metre ile 150 metrelerde sıcak bir suyun varlığından kaynaklanan yatay bir grafik sunmaktadır. Bundan daha derinlerde ise grafik yükselen bir eğilime geçmektedir bu da Tekelidağ Karışığına ait birimlere bunu takiben de Akdağ metamorfitlelerine ait metamorfik birimlere geçildiğini göstermektedir (Şekil 3.37).

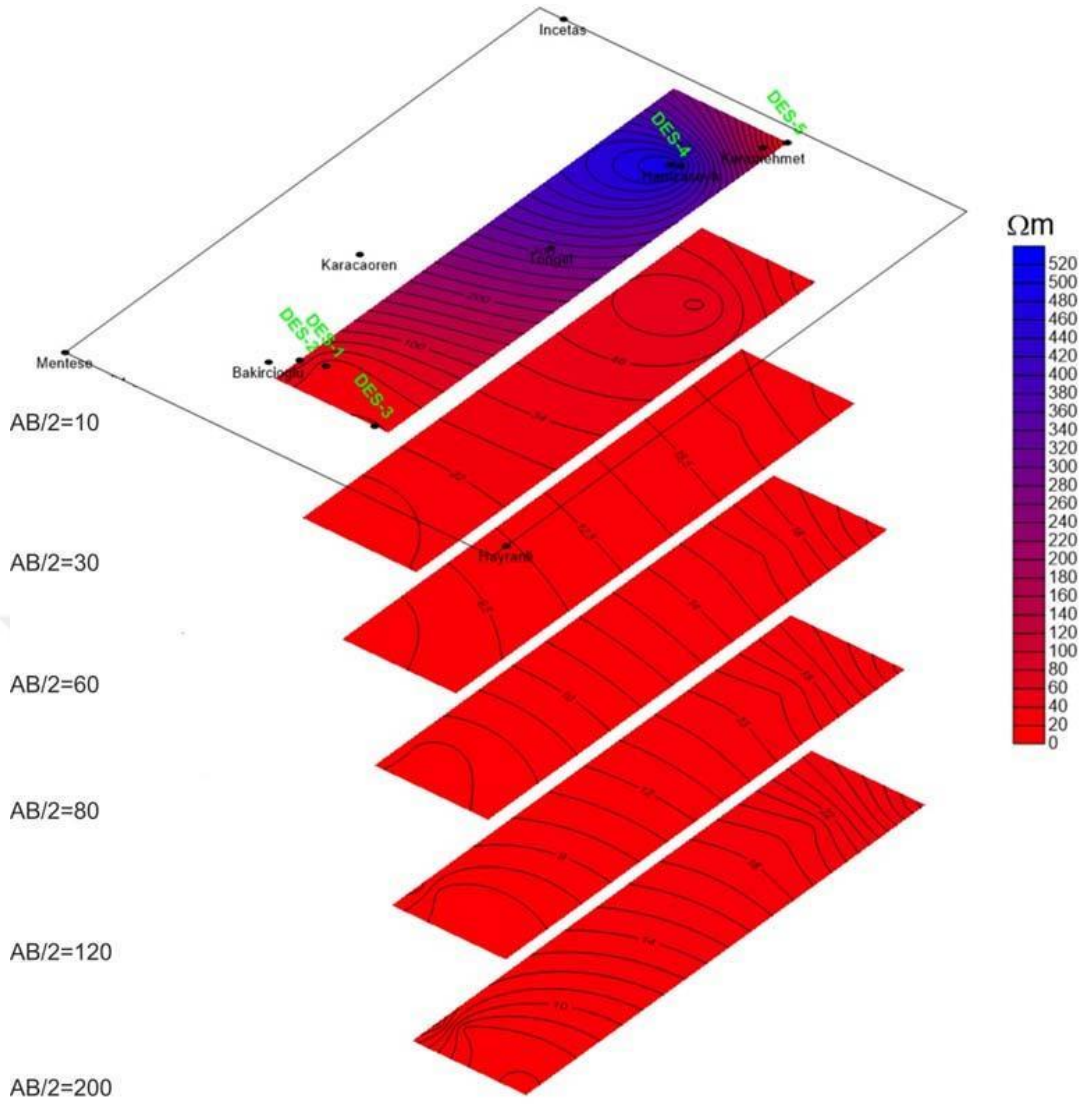
Görünür özdirenç değerlerinin yataydaki ve düşeydeki değişimini incelemek amacı ile görünür özdirenç kat haritaları hazırlanmıştır (Şekil 3.40). Görünür özdirenç kat haritaları, iki boyutlu topografya haritalarına benzer ancak yükseklik değerleri eş yükselti eğrilerinin yerine  $\rho_a$  değerleri ve eş görünür özdirenç değerleri kullanılarak elde edilir ve belirli bir araştırma derinliği için incelenen alanda yanal jeolojik yapılanma hakkında bilgi verir (Kopaçlı, 2009). Çalışma alanında önceden hazırlanan 1/25000 ölçekli topografik harita üzerinde belirlenen toplam 5 DES noktasında Schlumberger elektrot dizilimine göre alınan ölçümlerden elde edilen görünür özdirenç değerleri baz alınarak Surfer 11 programında  $AB/2=10, 30, 60, 80, 120$  ve  $200$  m için görünür özdirenç kat haritaları hazırlanmıştır (Şekil 3.38).



**Şekil 3.38** DES-2, DES-1 ve DES-3 noktalarının tüm  $AB/2$  değerleri için çizdirilmiş görünür özdirenç kontur haritası.



**Şekil 3.39** DES-4 ve DES-5 noktalarının tüm  $AB/2$  değerleri için çizdirilmiş görünür özdirenç kontur haritası.

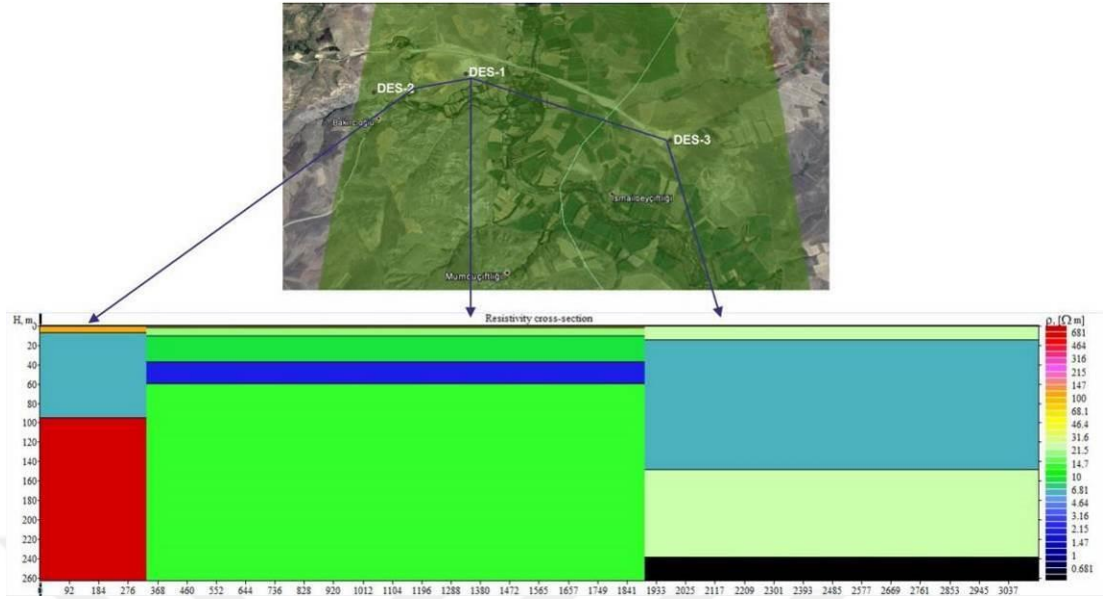


**Şekil 3.40** AB/2=10, 30, 60, 80, 120, ve 200 m için görünür özdirenç kat haritaları.

Arazi çalışmalarında elde edilen özdirenç verileri IPI2WIN programında değerlendirildikten sonra yer altı yapı kesitleri, ölçüm noktalarının tabaka derinliğinin fonksiyonu olarak ölçekli şekilde çizilmiştir (Şekil 3.41, 3.42) (Kılıç, 2017).

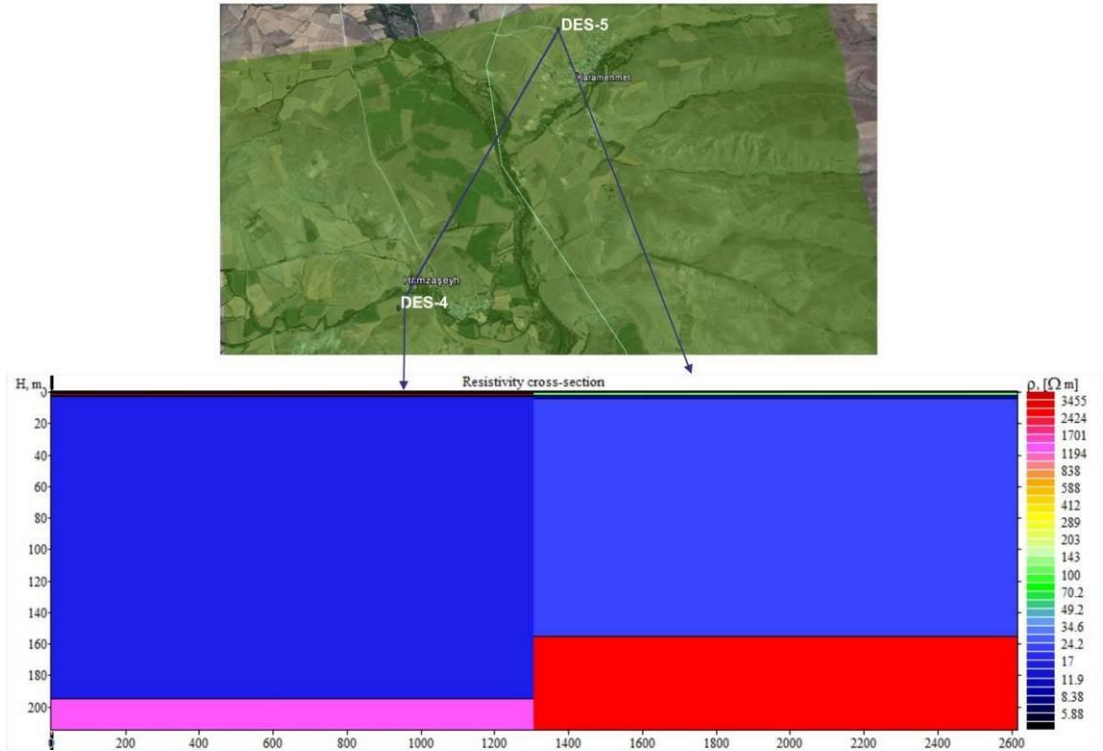


2-1-3 HATLARI BOYUNCA ALINAN REZİSTİVİTE ÖLÇÜMLERİ  
BİRLEŞTİRİLEREK OLUŞTURULAN 2D ÖZDİRENÇ MODELİ



Şekil 3.41 DES-2, DES-1, DES-3 noktalarının uydu görüntüleri ve gerçek öz direnç kesitleri.

4-5 HATLARI BOYUNCA ALINAN REZİSTİVİTE ÖLÇÜMLERİ  
BİRLEŞTİRİLEREK OLUŞTURULAN 2D ÖZDİRENÇ MODELİ



Şekil 3.42 DES-4 ve DES-5 noktalarının uydu görüntüleri ile gerçek öz direnç kesitleri (Kılıç, 2017).

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında Hamzaşeyh köyü ile Yıldız Beldesi'nin güney kesimleri arasında kalan alanın jeolojik ve yapısal özelliklerini ortaya koymak için ayrıntılı saha çalışmaları gerçekleştirilmiş, birimlerin birbirleri ile olan ilişkileri ortaya konulmuş, özellikle sıkışma türü yapılar üzerinde ölçümler yapılmış ve yersel gerilme yönleri saptanmaya çalışılmıştır. Çalışma alanında önemli bir yayılım gösteren jeotermal kaynak çıkış noktaları üzerine yoğunlaşarak jeofizik çalışmalar yapılmış ve bölgenin genel jeolojik yapısı incelenmiştir.

1. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası, stratigrafik ve tektonostratigrafik dikme kesitleri hazırlanmıştır.
2. Güneydeki Toros ve kuzeydeki Pontid kuşakları arasında bir tektonik konuma sahip olan Kırşehir masifinin kuzeydoğu kesiminde yer alan inceleme alanında yüzeyleyen kaya birimleri ayırtlanmıştır. Yaklaşık 110 km<sup>2</sup>'lik inceleme alanında, temelde ana kaya niteliğinde Kretase öncesi dönemde bölgeye yerleşmiş olan otokton nitelikli Akdağmadeni metamorfitlelerine ait kalkışist-mermer ardışıkları, kuvarsit ve mermerler bulunurken bunların üzerine açısız uyumsuzlukla, Lütesiyen-Priaboniyen yaşlı Tokuş formasyonuna ait Susuzdağ çakıltası üyesi ile kumtaşı, kumlu-kireçtaşı içeren Banaz üyesi gelmektedir. Bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelen Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Kılıçlı Olistostromu genel itibarıyla volkano-sedimanter kayaçlar, yer yer bloklu epiklastik-piroklastik kayalar ve kampaniyen ve daha yaşlı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Çalışma kapsamında pelajik kireçtaşları ve volkano-sedimanter kayaçlar birbirinden ayrı değerlendirilmiş ve ayırtlanmıştır. Bu birimlerin üzerine Paleosen yaşlı Darmik volkanitleri gelmektedir. Darmik volkanitleri çoğunlukla bazalt içermektedir ancak piroklastik ve epiklastik kayalara ve yer yer lavlara rastlanılmaktadır. Arazideki tüm bu Kretase öncesi yaşlı birimleri tektonik olarak allokton nitelikli Tekelidağ ofiyolitli karışığı üzerlemektedir. Karışık bu birimlere arazinin çeşitli bölgelerinde bindirir konumdadır. Bu ve diğer birimlerin üzerine İncesu Formasyonu açılı uyumsuzlukla gelmektedir. İncesu Formasyonu Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olup Derindere üyesi çalışma alanı içerisinde turuncumsu çakıltası seviyesinde izlenirken, Porsuk kireçtaşı üyesi geniş yayılımlar göstermektedir. Arazideki Kuvaterner yaşlı birimleri alüvyonlar ve travertenler oluşturmaktadır.

3. Çalışma alanında güneyden kuzeye geniş yüzlekler sunan Tekelidağ Karışığı çoğunlukla serpantinit içerse de içerisinde farklı birimlere de rastlanılmış, bunlar ayırtılarak haritalanmış ve jeolojik enine ve dikme kesitlerde gösterilmiştir. Özellikle Zengi dolaylarında ayırt edilebilen birimler; sırasıyla, yeşilist, gabro, diyabaz, Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşları ve radyolarit blokları olmuştur ve bunların serpantinitlerle sınır ilişkileri gösterilmiştir.
4. Ofiyolitli karışığın bindirme tektoniği çalışma alanında izlenmiş ve Kuzey Anadolu Bindirmesi çalışma alanının kuzey kesimlerinde uzun bir hat boyunca izlenirken orta ve güney kesimlerinde, özellikle Söğütlü Tepe ve Zengi dolaylarında klipler halinde gözlenmiştir. İnceleme alanındaki bindirmelere genel olarak bakıldığında bunların kuzeyden güneye doğru hareket ettiği görülmektedir, ancak yersel ölçekte güneyden kuzeye bindirmeler de mevcuttur.
5. Çalışma alanındaki çatlak içeren birimlerden kinematik analiz yapmak amacıyla ölçümler alınmıştır. Ölçümlerin sonucunda sıkışma yönü yaklaşık olarak KD-GB yönlü bir açılma tektoniğine işaret eden KB-GD doğrultulu bir sıkışma rejimini göstermiştir. Bu da Yıldızeli yöresinde daha önce yapılan pek çok çalışmayla ve bölgenin jeolojik unsurlarıyla uyumlu olacak şekilde Sivas Geri Bindirmesinin veya Orta Anadolu Bindirme kuşağının etkisini gösterir niteliktedir.
6. Çalışma alanında traverten sahalarına yoğunlaşılacak şekilde Elektrik Rezistivite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu sahalarda devam eden aktif su çıkışı ile traverten yüzlekleri arasındaki ilişki ve olası fay varlığını saptamak için yapılan çalışmalardan elde verilere göre, öz direnç değerlerini yorumlayarak tabaka kalınlıkları ve tabaka değerlerine göre bunların hangi birimlere denk geldiği tespit edilmiştir. Çalışma yapılan alanlarda elde edilen veriler büyük bir fayın varlığını göstermemektedir; grafiklerdeki ani düşüşler sıcak su varlığına işaret ederken, travertenler üzerinde gelişen kırıkların açılma çatlakları olduğu yorumlanmıştır.



## KAYNAKLAR

- Aktimur, H. T., Tekirli, M. E. ve Yurdakul, M. E.** (1990). Sivas-Erzincan Tersiyer Havzasının jeolojisi. *MTA dergisi*, no.111, s.25-37.
- Alparslan, M.** (1993). Yıldızeli Metamorfitlerinin petrolojik incelemesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 359s, Sivas, (yayımlanmamış).
- Alparslan, M.** (2000). Pazarcık volkanitlerinin (Yıldızeli-Sivas) mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 43 no.2, s.49-60.
- Atalay, Z.** (1999). Sivas Tersiyer Havzasının Paleocoğrafik evrimi (B-GB Sivas). *MTA Dergisi*, C.121, s. 153-173.
- Avcı, N., Kılıçdağı, R., Ayaz, M. E., Cadoğlu, İ. F., Kesgin, Ö., Koçak, A., Keçer, M., Polat, N. ve Nişan, E.** (1997). Sivas kentinin Çevre jeolojisi ve Doğal kaynakları. *MTA Derleme Rap.* no.10042, Sivas (yayımlanmamış)
- Ayaz, M. E.** (1998). Sıcak Çermik (Yıldızeli-Sivas) yöresindeki traverten sahalarının jeolojisi ve travertenlerin endüstriyel özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 157s, Sivas, (yayımlanmamış).
- Ayaz, M. E. ve Karacan, E.** (2000). Sivas batısındaki traverten oluşumlarının yapı ve yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi. *Jeol. Müh. Derg.*, 24/1, 87-99.
- Aydoğan, S., Demirbaş, Ş., Yemen, H., İçerler, A., Doğan, M. ve Önder, İ.** (1991). Sıcak çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresi gravite-manyetik ve jeoelektrik etüdü. *MTA Rapor* no.339, Sivas (yayımlanmamış).
- Baykal, F.** (1966). 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Sivas), *MTA Enstitüsü Yayını* no.116, Ankara.
- Baykal, F.** (1947). Zile-Tokat-Yıldızeli bölgesinin jeolojisi. *İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi*, C.12, No:3, s.191-209.
- Burgucu, P. M.** (2006). Kavik (Yıldızeli güneybatısı-B Sivas) ve Banaz (Yıldızeli kuzeydoğusu-KB Sivas) Plütonlarının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemesi. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 70s, Sivas (yayımlanmamış).
- Çağlar, K. Ö.** (1961). Türkiye maden suları ve kaplıcaları. *MTA Yayını* no. 107, f:4, s.639-791.
- Demirbaş, N.** (2008). Jeofizik Yöntemler ile Heyelan Araştırmaları, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 116s, Trabzon.
- Ekemen, T.** (2006). Yıldız Irmağı Havzasının (Sivas) hidrojeoloji incelemesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), 233s, Sivas.

- Ergin, Ç.** (1992). Sıcak Çermik (Sivas-Yıldızeli) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 70s, Sivas, (yayımlanmamış).
- Erkan, Y.** (1980). Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni, Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*. C.23, s.213-218.
- Gökalp, E.** (1972). Sıcak Çermik kaplıca bölgesinin jeolojik ve hidrojeolojik etüdü. *MTA Rap. no.3440*, Ankara (yayımlanmamış).
- Gökten, E.** (1993). Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ Metamorfitleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 36, s. 83-93.
- Guezou, J. C., Temiz, H., Poisson, A. ve Gürsoy, H.** (1996). Tectonics of the Sivas Basin: The Neogene record of the Anatolian accretion along the Inner Tauric Suture. *International Geology Review*, vol. 38, p. 901-925.
- Gürsoy, H., Temiz, H. ve Poisson, A. M.** (1992). Sivas Yöresindeki Güncel Faylanma (Sivas Havzası, İç Anadolu-Türkiye). *Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Dergisi*. Seri, A-Yerbilimleri, C.9., Sayı.1. s.11-18 Sivas.
- Gürsoy, H., Piper, J. D. A., Tatar, O. and Temiz, H.** (1997). A paleomagnetic study of the Sivas Basin, central Turkey: Crustal deformation during Lateral extursion of the Anatolian Block. *Tectonophysics*, Vol: 271, No: 1-2, p.89-105.
- Kaerey, P., Brooks, M., Hill, I.** (2007). Jeofizik Aramaya Giriş. *Gazi Kitapevi*. (Çeviri: Ateş, A.), 262s, Ankara.
- Kalkan, E.** (1997). Sivas Tersiyer Havzasının kuzey kenarının Çırçır-Hamzaşeyh Köyleri (Sivas KB) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. *C. Ü. Fen. Bil. Enst.* (Yüksek Lisans Tezi), 87s, (yayımlanmamış).
- Ketin, İ.** (1983). Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Matbaası, 596 pp. *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.
- Kılıç, M.** (2017). Yıldız Irmağı Havzasının Hamzaşeyh-Mumcuçiftliği (Yıldızeli-Sivas) köyleri arasında kalan bölümünün jeofizik ve jeolojik yöntemlerle incelenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 69s, Sivas, (yayımlanmamış).
- Koçak, A.** (1997). Yıldızeli (Sivas) Yöresinin Tektonostratigrafisi. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 56s, Sivas, (yayımlanmamış).
- Koçbulut, F., Şahin, S. Y. ve Tatar, O.** (2001). Akdağmadeni (Yozgat)-Yıldızeli (Sivas) arasındaki Kaletpe Volkanitinin Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal özellikleri. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg*, C.14, s.1-2, ss.77-91.
- Kopaçlı, A.** (2009). Hatay ili Yayladağ ilçesinde öz direnç yöntemiyle yer altı suyu aramaları. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 93s, Adana.

- Mesci, B. L.** (1998). Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli KB) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 86s, Sivas.
- Mesci, B. ve Gürsoy, H.** (2002). Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli KB-Sivas) arasındaki Orta Anadolu Bindirme Kuşağının (Kuzey Neotetis Kenedi) Tektonostratigrafik ve Yapısal Özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fak. Derg.*, Seri A, Yerbilimleri, C.19, S.2, s.135-150.
- Mesci, B. L.** (2004). Sıcak Çermik ve yakın yöresindeki (Sivas) travertenlerin gelişimi ve aktif tektonikle ilişkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (Doktora Tezi), 244s, Sivas.
- Mesci, B. L.** (2013). Özgün Niteliklere Sahip Travertenler ve Önemleri: Sivas Yöresi Travertenlerinden Örnekler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 56, S.1, s.23-37.
- Okay, A. C.** (1952). Sivas 62/2 paftası raporu. *MTA, Derleme Rap.* no.1996.
- Okay, A. C.** (1953). Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin (Reşadiye 44/3 paftasının) jeolojisi hakkında not. *MTA, Derleme Rap.* no.2242.
- Okay, A. C.** (1955) Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojik etüdü. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*. Seri.8, C.20, S.1-2, s.95-108.
- Okay, A. I.** (1984). Kuzeybatı Anadolu'da Yer Alan Metamorfik Kuşaklar. Ketin Sempozyumu, *Bildiriler*, 83-92, Ankara.
- Okay, A. I.** (1986). High-pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey, *Geol. Soc. Am. Memoir*, No.164, 333-348.
- Okay, A. I. and Tüysüz, O.** (1999). Tethyan Sutures Of Northern Turkey. In: MASCLE. A. & LOLIVET, L. (eds) The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogeny. *Geological Society, London, Special Publication*, 156, 475-516.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O.** (1980). Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasındaki temel jeolojisi. *MTA Rap.*, 238s, (yayımlanmamış).
- Özcan, A. ve Aksay, A.** (1996). Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel dolayının jeolojisi. *MTA Jeoloji Etüdları Dairesi*, Derleme No.9972, Ankara.
- Özer, S. ve Göncüoğlu, C.** (1981). Orta Anadolu Masifi Doğusunda (Akdağmadeni-Yıldızeli) ilginç metamorfik parajenezler: *MTA Dergisi* 5/96, 173-174, Ankara.
- Pollak, A.** (1957). 1957 yılında Akdağmadeni-Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon hakkında rapor. *MTA, Derleme Rap.* no.2679.
- Poisson, A. M., Temiz, H. ve Gürsoy, H.** (1992). Hafik yöresinde Sivas Havzası'nın Pliosen bindirme tektoniği; güney yönlü ön bindirmeler ve kuzey yönlü geri bindirmeler (Türkiye): C.Ü. *Mühendislik Fak. Dergisi*, Seri A, Yerbilimleri, C.9, s. 1, Sivas.
- Sümengen, M.** (2013). 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Tokat-H37 paftası, No: 188. *MTA*, Ankara.

- Şengör, A. M. C.** (1980). Türkiye'nin Neotektoniği'nin esasları: *Türkiye Jeol. Kur. Yayını*, 40s, Ankara.
- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y.** (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, Vol.75, pp. 181-241.
- Şengör, A. M. C.** (1984). Türkiye'nin Tektonik Tarihinin Yapısal Sınıflaması. Ketin sempozyumu, s.37-61, *Türkiye Jeol. Kur. Yayını*, Ankara.
- Tatar, Y.** (1977). Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. *MTA Dergisi*, C.88, s.56-72.
- Tatar, Y.** (1982). Yıldızeli (Sivas) kuzeyinde Çamlıbel dağlarının tektonik yapısı, *Karadeniz Üniversitesi Yerbilimleri Derg.*, C.2, s.1-2, 1-20, Trabzon.
- Tekin, E. ve Ayyıldız, T.** (2001), Sıcak Çermik jeotermal alanındaki (Sivas KB, Türkiye) güncel traverten çökellerinin petrografik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C.44, S.1, s.1-13.
- Temiz, H.** (1996). Tectonostratigraphy and Thrust Tectonics of the Central and Eastern parts of the Sivas Tertiary Basin, Turkey. *International Geology Review*, Vol.38, pp.957-971.
- Tülümen, E.** (1980). Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metamorfik incelemeler. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi (Doktora Tezi)*, 157s, Trabzon (yayımlanmamış).
- Vache, R.** (1963). Akdağmadeni kontakt yatakları ve bunların Orta Anadolu Kristaline karşı olan jeolojik çerçevesi: *MTA Dergisi* 60, 22-36, Ankara
- Yalçınlar, İ.** (1955). Sivas 61-1, 61-4 paftalarına ait jeolojik rapor. *MTA*, Derleme Rap. no.2577 (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A.** (1980). Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni, iç yapısı, ve diğer birimlerle ilişkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Fak. Jeoloji Kürsüsü (Doktora Tezi)*, 136s, Ankara, (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A.** (1981a). Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C.24, s.31-38.
- Yılmaz, A.** (1981b). Tokat ile Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petrokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C.24, s.51-58.
- Yılmaz, A.** (1982). Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltekdağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. *MTA Rap. no.7230*, Ankara, 208s, (yayımlanmamış).
- Yılmaz, A.** (1983). Tokat (Dumanlıdağı) ile Sivas (Çeltekdağı) dolaylarının temel jeolojik özellikleri ve ofiyolitli karışığın konumu. *MTA Dergisi* C.99-100, s.1-18.
- Yılmaz, A. ve Ercan, T.** (1984). Tokat ile Sivas arasındaki Yıldız Dağı Gabrosunun petrokimyasal özellikleri: *Jeoloji Müh. Derg.*, Mayıs 1984, 11-16, Ankara.



- Yılmaz, A. ve Özer, S.** (1984). Kuzey Anadolu Bindirme Kuşağı'nın Akdağmadeni (Yozgat) ile Karaçayır (Sivas) arasındaki bölümünün temel jeoloji incelemesi ve Tersiyer havzasının yapısal evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Kitabı*, s.163-174.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoglu, H., Havzaoglu, T., Ağan, A., Gaf, D. ve Aydın N.** (1995). Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisi. *MTA Dergisi*, C.117, s.125-138.
- Yılmaz, A., Uysal, Ş., Ağan, A., Göç, D. ve Aydın, N.** (1997). 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Sivas F-23 Paftası. *MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi*, no:47, Ankara.

URL 1: <http://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/sivas-deprem-fay-hatti-riskharitasi>

Erişim Tarihi: 12.02.2017

URL 2: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin> Erişim Tarihi: 13.01.2017

URL 3: <http://jeofizikmuhendisi.weebly.com/elektrik-youmlntem>

Erişim Tarihi: 15.02.2017

URL 4: <http://web.itu.edu.tr/~caglari/jeotermal/jeoelek> Erişim Tarihi: 15.02.2017

URL 5: <https://tr.scribd.com/document/168493615/Soil-Investigations-pdf>

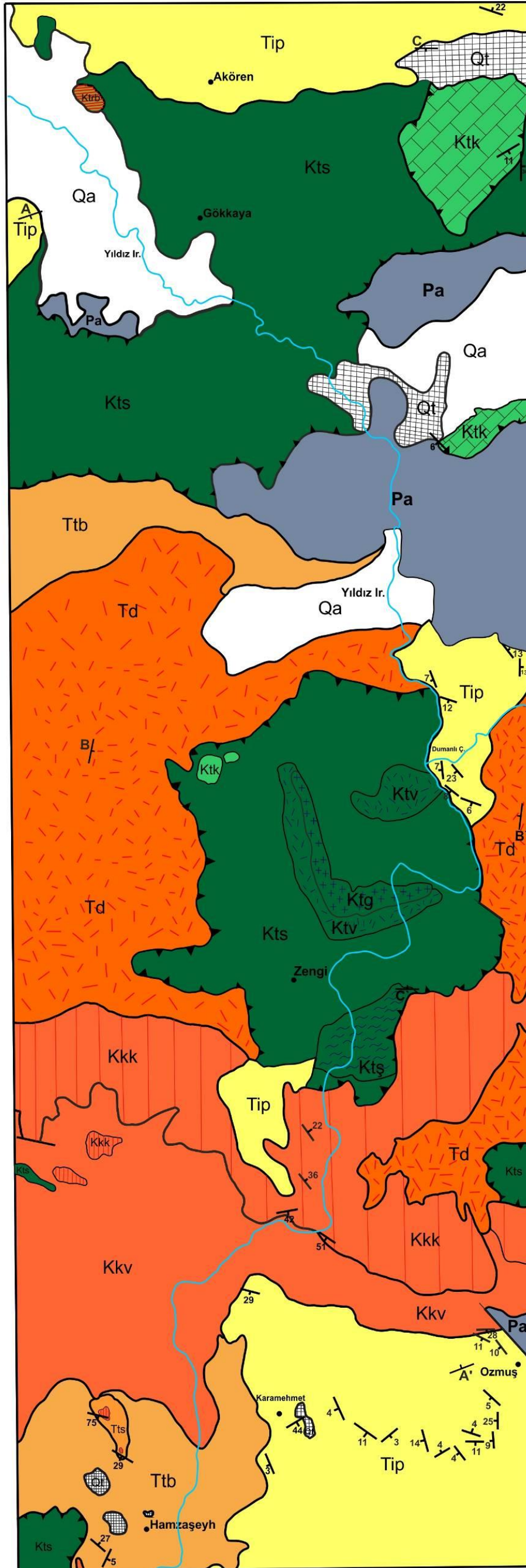
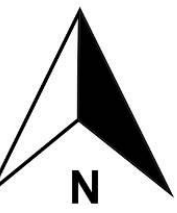
Erişim Tarihi: 09.03.2017

URL 6: <http://www.maviyeoteknik.com/files/des.pdf> Erişim Tarihi: 20.04.2017



**EKLER**  
Jeoloji Haritası ve Kesitler.

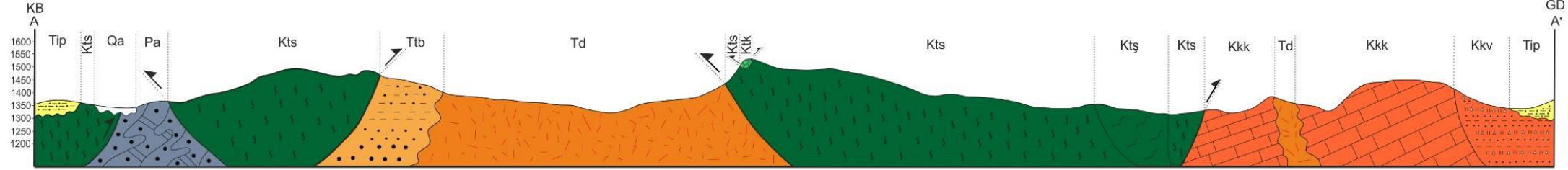
# HAMZAŞEYH KÖYÜ İLE YILDIZ BELDESİ ARASINDA KALAN ALANIN 1/25000 ÖLÇEKLİ JEOLojİ HARİTASI / Özgün DEMİR-2017



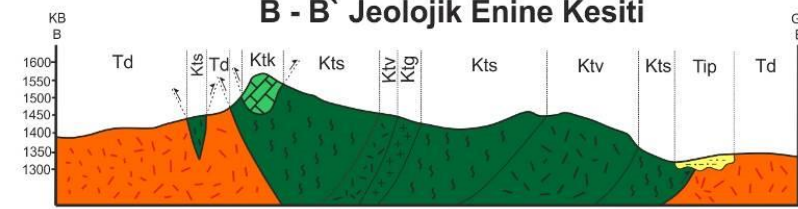
## HARİTA BİRİMLERİNİN AÇIKLAMASI

|      |                                                                  |                      |
|------|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Qa   | Alüvyon                                                          | Kuvaterner           |
| Qt   | Traverten                                                        | Üst Miyosen-Pliyosen |
| Tip  | İncesu Formasyonu; Porsuk üyesi; kireçtaşları.                   | Eosen                |
| Ttb  | Tokuş Formasyonu; Banaz üyesi; kumtaşı, kıltaşı-şeyl.            | Eosen                |
| Tts  | Tokuş Formasyonu; Sususdağ üyesi; çakıltaşı, çakıllı kumtaşı     | Eosen                |
| Td   | Darmik Volkanitleri; piroklastik kayalar, lavlar, bazalt.        | Paleosen             |
| Kkk  | Kılıçlı Olistostromu; Kampaniyen ve daha yaşlı pelajik kireçtaşı | Üst Kretase          |
| Kkv  | Kılıçlı Olistostromu; yer yer bloklu volkano-sedimanter birimler | Üst Kretase          |
| Ktrb | Radyolarit blokları                                              | Alt Kretase          |
| Ktv  | Volkanit; genel olarak diyabaz.                                  | Alt Kretase          |
| Ktg  | Gabro; yer yer katmanlı                                          | Alt Kretase          |
| Kts  | Yeşilşist                                                        | Alt Kretase          |
| Kts  | Serpantinit                                                      | Alt Kretase          |
| Ktk  | Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşı                          | Alt Kretase          |
| Pa   | Akdağmadeni Litodemi                                             | Paleozoyik           |

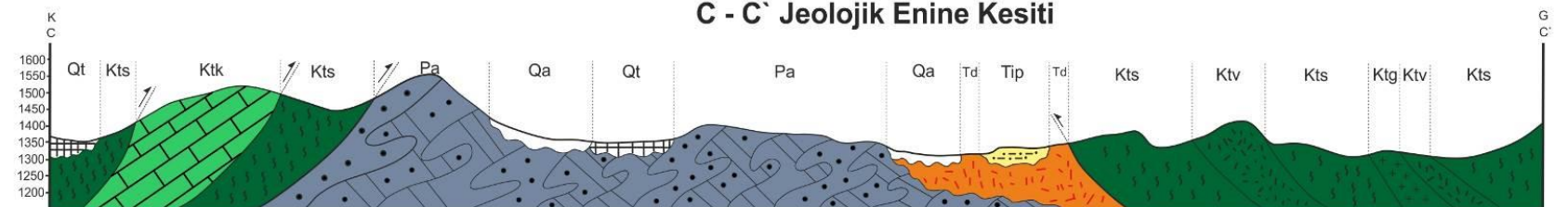
## A - A' Jeolojik Enine Kesiti



## B - B' Jeolojik Enine Kesiti



## C - C' Jeolojik Enine Kesiti





## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı Özgün Demir  
Doğum Yeri ve Yılı Sivas, 06.07.1989  
Medeni Hali Bekâr  
Yabancı Dil İngilizce  
İletişim Adresi Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
58140 Sivas  
E-posta Adresi [ozgundemir89@gmail.com](mailto:ozgundemir89@gmail.com)

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise Sivas Lisesi, 2007  
Lisans Cumhuriyet Üniversitesi, 2013  
Yüksek Lisans Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2013-Günümüz

### **İş Tecrübesi**

Makreskon A.Ş. Şantiye Şefi Yrd., 2014