

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAĞIZMAN (KARS) – TUZLUCA (IĞDIR) TUZ**  
**YATAKLARININ JEOLojİSİ, MİNERALojİSİ**  
**VE PETROGRAfİSİ**

**Okan YILMAZ**

**Şubat, 2007**  
**İZMİR**

**KAĞIZMAN (KARS) – TUZLUCA (IĞDIR) TUZ  
YATAKLARININ JEOLojİSİ, MİNERALojİSİ  
VE PETROGRAfİSİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ekonomik Jeoloji Anabilim Dalı**

**Okan YILMAZ**

**Şubat, 2007  
İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**Okan YILMAZ** tarafından **Prof. Dr. Cahit HELVACI** yönetiminde hazırlanan “**KAĞIZMAN (KARS) – TUZLUCA (IĞDIR) TUZ YATAKLARININ JEOLJİSİ VE MİNERALOGİSİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Cahit HELVACI

Yönetici

.....  
Jüri Üyesi

.....  
Jüri Üyesi

.....  
Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

# KAĞIZMAN (KARS) – TUZLUCA (IĞDIR) TUZ YATAKLARININ JEOLOJİSİ, MİNERALOGİSİ VE PETROGRAFİSİ

## ÖZ

Kars'ın Kağızman ve Iğdır'ın Tuzluca ilçesinde bulunan kaya tuzu yatakları, bu yatakların bulunduğu formasyon ve bu formasyonla dokanağı olan diğer formasyonların stratigrafik ve mineralojik özelliklerinin açıklanması amaçlanmıştır.

Kağızman ilçesinde bulunan çalışma alanının temelini Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman karmaşığı oluşturur. Bu karmaşığı Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar Formasyonu uyumsuz olarak üstlemektedir. Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar Formasyonunu Geç Pliyosen yaşlı Tuzluca Formasyonu uyumlu bir şekilde üstlemektedir. Bu birimleri uyumsuz olarak Kağızman volkanitleri kesmekte ve üstlemektedir. Kuvaterner yaşlı taraça / yamaç molozu ve alüvyon birimi bütün birimleri uyumsuz olarak üstlemektedir.

Tuzluca ilçesinde bulunan çalışma alanında bulunan en yaşlı birim Erken Pliyosen yaşlı Turabi Formasyonudur. Erken Pliyosen yaşlı Çinçevat formasyonu ve Geç Pliyosen yaşlı Tuzluca Formasyonu bu birim üzerine uyumlu olarak çökelmişlerdir. Kuvaterner yaşlı taraça / yamaç molozu ve alüvyon birimi bütün birimleri uyumsuz olarak üstlemektedir.

Çalışma alanlarından alınan 80 adet tuz örneğinden ince kesit yapılarak, bu örneklerin petrografik ve mineralojik özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Bu özelliklere göre çalışma alanlarında anhidrit, jips, tuz, sölestin ve kalsit mineral parajenezleri gözlenmiştir.

Kağızman ilçesinde yapılan yapısal jeoloji incelemelerinde GB – KD uzanımlı antiklinal ve senklinal gözlenmiştir. Çalışma alanımızın GD'sunda Küllü Tepe (1582 m)'nin GB'sında K 60 D / 47 KB konumlu fay gözlenmiştir.

Tuzluca ilçesinde yapılan yapısal jeoloji incelemelerinde KB – GD uzanımlı Tuzluca senklinali gözlenmiştir. Çalışma alanımızın KB'sında, Koşaağılı Tepe (1201 m)'nin KB'sında ve Tuzluca ilçesinin KD'sunda K 60 B / 75 GB konumlu normal fay tespit edilmiştir.

Kağızman (Kars) ve Tuzluca (Iğdır) kaya tuzu yataklarının rezerv miktarları belirtilip, tuzlaların durumu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kağızman, Tuzluca, Kaya Tuzu, Evaporit, Jips

# **GEOLOGY, MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF THE KAĞIZMAN (KARS) AND TUZLUCA (IĞDIR) SALT BEDS**

## **ABSTRACT**

The main aim of this study to explain that rock salt beds existence in the Kağızman district of Kars and the Tuzluca area of Iğdır, and the formation in which these beds occur and stratigraphical and mineralogical peculiarities of other formations adjacent with these formation.

Upper Cretaceous – Paleocene aged Old Kağızman ophiolitic complex forms the basement of studied area in the district of Kağızman. Early Pliocene Kızıllar formation unconformably overlies this ophiolitic complex. Late Pliocene Tuzluca formation conformably overlies Early Pliocene Kızıllar formation. Kağızman volcanites cut and overly these units. Quaternary aged terrace /slope materials and alluvium unit overlies all these unit unconformably.

The oldest unit existence in the studied area in Tuzluca area is the Early Pliocene Turabi formation. Early Pliocene aged Çinçevat formation and Late Pliocene aged Tuzluca formation deposit on this unit conformably. Quaternary aged terrace /slope materials and alluvium unit overlies all these unit unconformably.

Thin sections were made from the 80 items t samples taken from studied areas and petrographic and mineralogical characteristics of these samples were explained. According to these samples anhydrite, gypsum, salt, celestite, and calcite mineral parageneses were present in the studied areas.

Anticline and syncline extending along SW - NE studies in the Kağızman area and one reverse fault extending along N 60 E / 47 SW were observed in the structural studies in the Kağızman area.

By structural observation made in the Tuzluca area, Tuzluca syncline extending

along NW- SE and one normal fault extending along N 60 W/ 75 S-W were observed.

In this study, reserves amount of rock salt beds in Kağızman (Kars) and Tuzluca (Iğdır) are expressed and the condition of the salt beds are shown.

**Keywords:** Kağızman, Tuzluca, Rock Salt, Evaporites, Gypsum

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....</b>	<b>ii</b>
<b>ÖZ.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışma Alanı .....	1
1.2. Amaç .....	4
1.3. Yöntemler .....	4
1.4. Önceki Çalışmalar .....	4
<b>BÖLÜM İKİ - GENEL JEOLJİ.....</b>	<b>7</b>
2.1. Kağızman Bölgesi .....	8
2.1.1. Kağızman Ofiyolitik Serisi .....	9
2.1.1.1. Tanım .....	9
2.1.1.2. Litoloji.....	9
2.1.1.3. Dokanak .....	12
2.1.1.4. Yaş.....	12
2.1.2. Kızıllar Formasyonu .....	12
2.1.2.1. Tanım .....	12
2.1.2.2. Litoloji.....	13
2.1.2.3. Dokanak .....	14
2.1.2.4. Yaş.....	14
2.1.3. Tuzluca Formasyonu.....	15
2.1.3.1. Tanım .....	15
2.1.3.2. Litoloji.....	15
2.1.3.3. Dokanak .....	17
2.1.3.4. Yaş.....	18
2.1.4. Kağızman Volkanitleri.....	18
2.1.4.1. Tanım .....	18



2.1.4.2. Litoloji.....	18
2.1.4.3. Dokanak .....	21
2.1.4.4. Yaş.....	21
2.1.5. Taraça / Yamaç Molozu ve Alüvyon.....	21
2.2. Tuzluca Bölgesi.....	22
2.2.1. Turabi Formasyonu.....	22
2.2.1.1. Tanım .....	22
2.2.1.2. Litoloji.....	23
2.2.1.3. Dokanak .....	23
2.2.1.4. Yaş.....	24
2.2.2. Çinçevat Formasyonu .....	24
2.2.2.1. Tanım .....	24
2.2.2.2. Litoloji.....	25
2.2.2.3. Dokanak .....	25
2.2.2.4. Yaş.....	26
2.2.3. Tuzluca Formasyonu.....	26
2.2.3.1. Tanım .....	26
2.2.3.2. Litoloji.....	27
2.2.3.3. Dokanak .....	29
2.2.3.4. Yaş.....	29
2.4 Taraça / Yamaç Molozu ve Alüvyon .....	29
<b>BÖLÜM ÜÇ - MİNERALOGİ VE PETROGRAFI .....</b>	<b>31</b>
3.1. Jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) .....	32
3.2. Anhidrit ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).....	34
3.3. Sölestin ( $\text{SrSO}_4$ ) .....	37
3.4. Kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) .....	39
3.5. Halit (Tuz) ( $\text{NaCl}$ ).....	40
<b>BÖLÜM DÖRT - YAPISAL JEOLJİ.....</b>	<b>43</b>
4.1. Bölgenin Genel Yapısal Özelliği.....	43
4.2. Çalışma Alanının Yapısal Özelliği.....	43

4.2.1. Kağızman Bölgesinin Yapısal Özelliği.....	43
4.2.1.1 Kıvrımlar .....	44
4.2.1.2. Doğrultu – Eğim Değerleri.....	45
4.2.1.3. Uyumsuzluklar .....	45
4.2.1.4. Fay.....	47
4.2.2. Tuzluca Bölgesinin Yapısal Özelliği .....	47
4.2.2.1. Kıvrım .....	48
4.2.2.2. Doğrultu – Eğim Değerleri.....	49
4.2.2.3. Uyumsuzluklar .....	49
4.2.2.4. Fay.....	51
<b>BÖLÜM BEŞ - EKONOMİK JEOLJİ VE KAYA TUZU İŞLETMELERİNİN</b>	
<b>DURUMU .....</b>	<b>52</b>
5.1. Kağızman Kaya Tuzu Kapalı İşletmesi.....	52
5.1.1. Rezerv Durumu .....	56
5.2. Tuzluca Kaya Tuzu Kapalı İşletmesi .....	56
5.2.1. Rezerv Durumu.....	62
<b>BÖLÜM ALTI - SONUÇLAR.....</b>	<b>63</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>66</b>

## BÖLÜM BİR

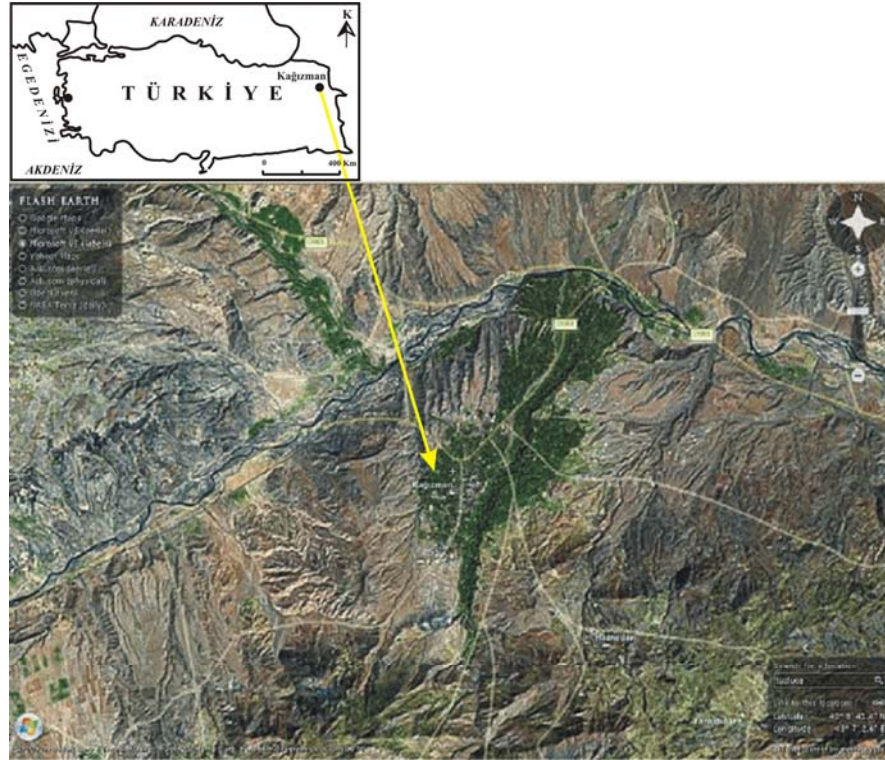
### GİRİŞ

#### 1.1 Çalışma Alanı

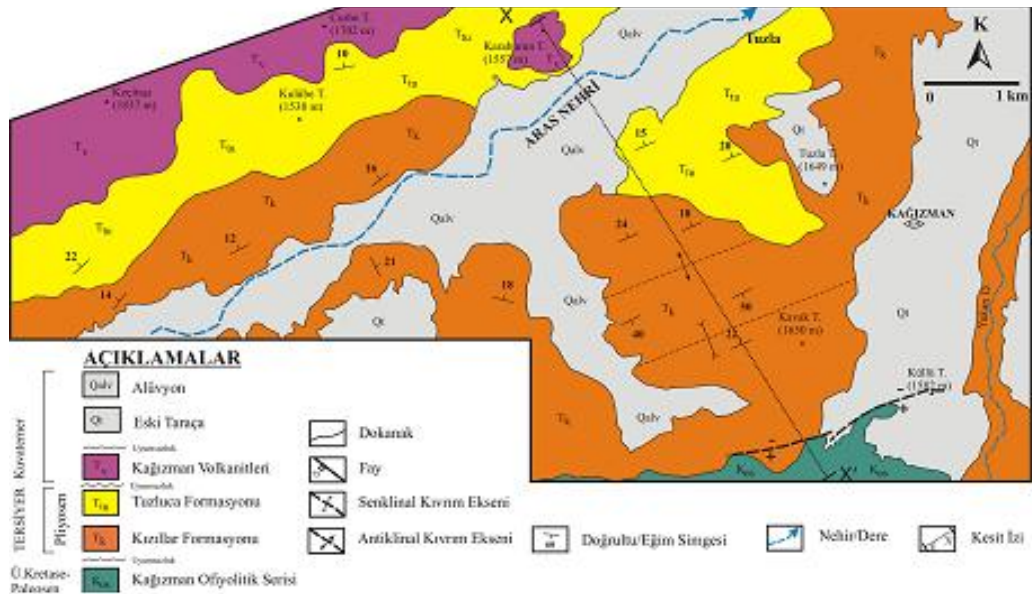
Kars ili, Kağızman ilçesinde bulunan çalışma alanı Kars H 50-d1 ve H 50- d4 paftalarında, 330000- 339000 enlemleri, 4444000- 4447000 boylamları arasında yer alır (Şekil 1.1). Çalışma sahasının ortasından GB- KD uzanımlı Aras nehri geçmektedir. Çalışma alanının KB'sında bulunan Keçitaşı Tepe (1837 m) en önemli yükseltilerdir bunun dışındaki tepeler çalışma alanının kuzeyindeki Curbe Tepe (1702 m), KB'daki Kulübe Tepe (1538 m), kuzeydeki Karaburun Tepe (1357 m) ve GD'daki Kavak Tepe (1650 m)'dir (Şekil 1.2). Karasal iklimin etkisinde olan çalışma alanlarında buğday türü kısa köklü bitkiler yetiştirilmektedir. Tarım alanları dışındaki yerlerde meyve ağaçları mevcuttur. Hayvancılık bölge için önemli geçim kaynağıdır.

Iğdır ili, Tuzluca ilçe merkezinde bulunan çalışma alanı Erivan H 51- d3 paftasında, 4432000- 4436000 enlemleri, 387000- 393000 boylamları, arasında yer alır (Şekil 1.3). Çalışma alanındaki en önemli yükseltiler kuzeyde bulunan Nevruz Tepe (1041 m), Atburnu Tepe (1233 m), Mozayik Tepe (1038 m), doğuda bulunan Şiştepe (1090 m), Ispanaklı Tepe (1050 m), Büyükkızıl Tepe (1130 m), Tarasut Tepe (1268), güneyde Çimen Tepe (1170 m), ve güneydoğuda bulunan Kara Tepe (1151 m)' dir. Çalışma alanındaki başlıca akışlı dereler Çekilmez Dere, Boğazağıl Dere, Döşek Dere, Bozdere, Acıdere, Yatak Dere, Nahırpınarı Dere, Gendere, Kanlıca Dere, Göze Dere, Susuz Dere, Kelemet Dere, Ferzal çayır Dere, Lala Dere'dir (Şekil 1.4). Çalışma alanı bitki örtüsü bakımından çoraktır.

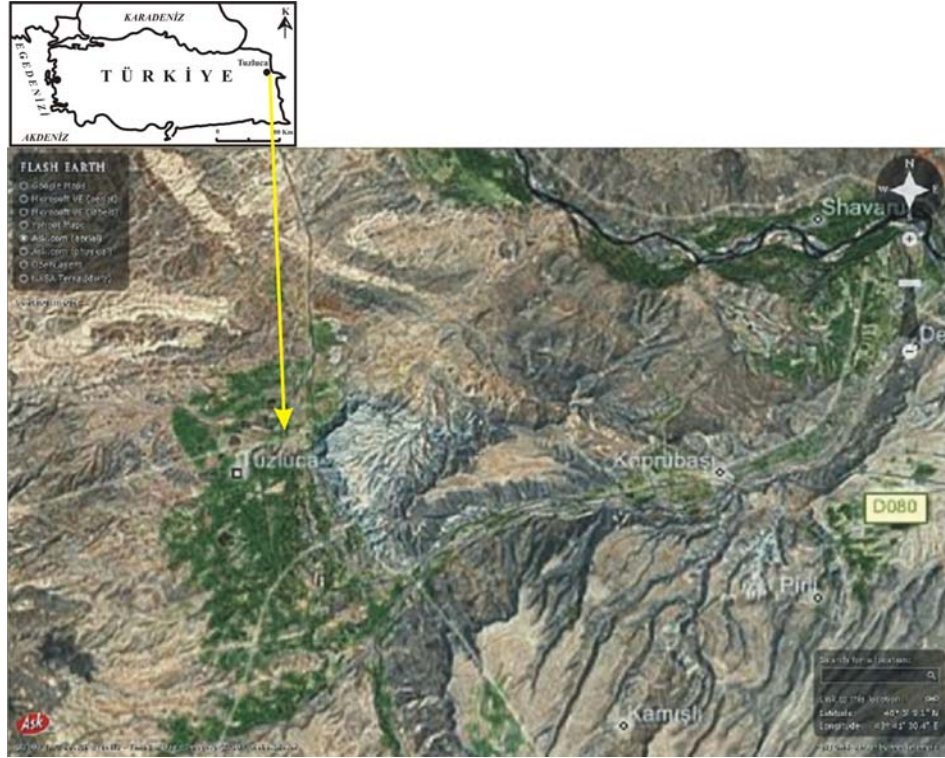
Çalışma sahasımızda ulaşım durumu iyidir. Kars - Iğdır karayolu Kağızman ve Tuzluca'dan geçer. Yol bakımlı olup, yaz kış trafiğe açıktır. Kars'tan demiryolları ile Türkiye'nin her tarafına gitmek mümkündür.



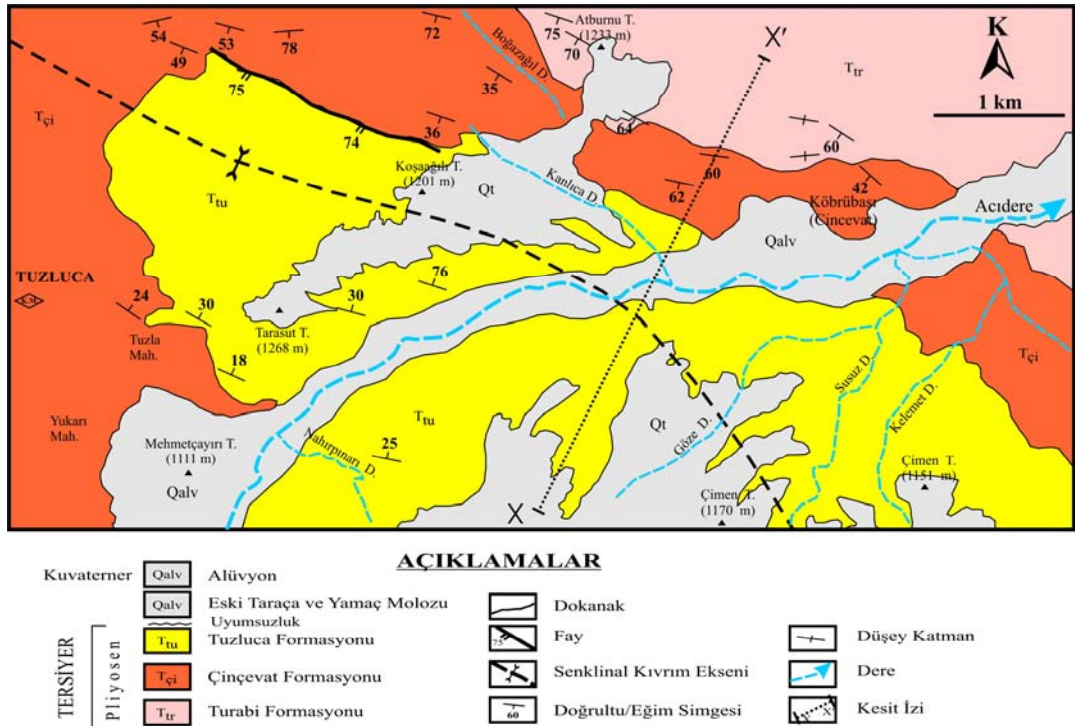
Şekil 1.1 Kağızman (Kars) yöresinin yerbulduru haritası (www.nasa.gov).



Şekil 1.2 Kağızman (Kars) yöresinde bulunan tepeler ve Aras nehrinin görünümü.



Şekil 1.3 Tuzluca (İğdır) yöresinin yerbulduru haritası (www.nasa.gov).



Şekil 1.4 Tuzluca (İğdır) yöresinde bulunan dereler.

## 1.2 Amaç

Bu proje içeriğinde, çalışma alanındaki kaya birimlerinin ayırtlanması, 1/25.000 ölçekli jeolojik haritasının yapılması, kaya birimlerinin jeolojik konumlarıyla mineralojik-petrografik özelliklerinin aydınlatılması, ekonomik olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 1.3 Yöntemler

Bu proje dökümantasyon, saha ve laboratuvar çalışmalarından oluşmaktadır. Dökümantasyon çalışmalarında bölgede ve yakın yörelerde yapılmış çalışmalar araştırılmıştır.

Saha çalışmalarında 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası, Brunton tipi pusula ve diğer arazi malzemeleri kullanılarak, kaya birimleri makroskobik ve yöntemsiz olarak ayırtlanmıştır.

Laboratuvar çalışmaları mikroskop ve Scanning Electron Microscopy (SEM) çalışmalarından oluşmaktadır. Çalışma alanından alınmış yaklaşık 80 örneğin ince kesitleri polarizan mikroskopta incelenerek mineral dağılımları hesaplanmış, 2 adet kayatuzu örneğinin SEM görüntüsüne bakılmış, elde edilen veriler rapora aktarılmıştır.

## 1.4 Önceki Çalışmalar

Kirk, H.M. ve Lokman, K. (1937), çalışma alanımızı da içine alan kısa bir gezi sonucunda yazdıkları raporda Tuzluca'nın kuzeyinde bulunan kalın tuz ve siltli kilden oluşan tepeden ve yine Tuzluca'nın hemen kuzeydoğusunda bulunan kuzeybatı – güneydoğu uzanımlı tuz yataklarından bahsetmekte ve bunların sığ göl ortam ürünü olduğu söylemektedirler.

Ortynsky, I.I., Kirman, Z., Duysagur, S. (1944), Kağızman – Tuzluca arasında yaptıkları etüdlerde fliş karakterli Eosen üzerine uyumsuz olarak lagün karakterli tuzlu, jipsli, çakıltaşı Oligosen yaşlı birimlerin geldiğini söylemektedirler.

Saydamer, M. (1966), Tuzluca kayatuzu mağarasında ve dolaylarında potas prospeksiyonu amacıyla çalışmalar yapmıştır. Çok sayıda alınan örneklerin analiz sonuçları % 0,012 ile % 0,084 arasında değişen K<sub>2</sub>O değerlerini vermiştir. Bu değerlere göre Tuzluca kayatuzu mağarası ve çevresi potas bakımından hiçbir umut vermemiştir.

Şenalp, M. (1967 – 1968), Ofiyolitlerin yaşlarının görel olarak Üst Kretase – Paleosen olabileceğini ve üzerine transgresif aşma ile Lütésiyen yaşta Kağan ve Pernavut formasyonlarının geldiğini ileri sürer. Güneydeki andezitlerin Üst Miyosen, geniş bir plato oluşturan bazaltların ise Alt Kuvaterner yaşlı olduklarını söyler.

Karamenderesi, İ. H. (1970), Kretase yaşlı Morpet Formasyonu ile Lütésiyen yaşlı Kötek Formasyonunun dokanağının faylı olduğunu ileri sürdüğü çalışmada, Lütésiyen ile Pliyosen yaşlı kayalar arasında açıl uyumsuzluğun varlığını ve bazalt ile andezitlerin kuvaterner yaşlı olduğunu ileri sürer.

Çelik, E. (1979), Tuzluca Kayatuzu Etüd ve Aramaları adlı raporunda yaklaşık 4 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayılan ve maksimum 100 m kalınlığa ulaşan tuz kütlesi saptamıştır. 1/ 500 ölçekli galeri krokisi ve galeri kesidi hazırlamıştır.

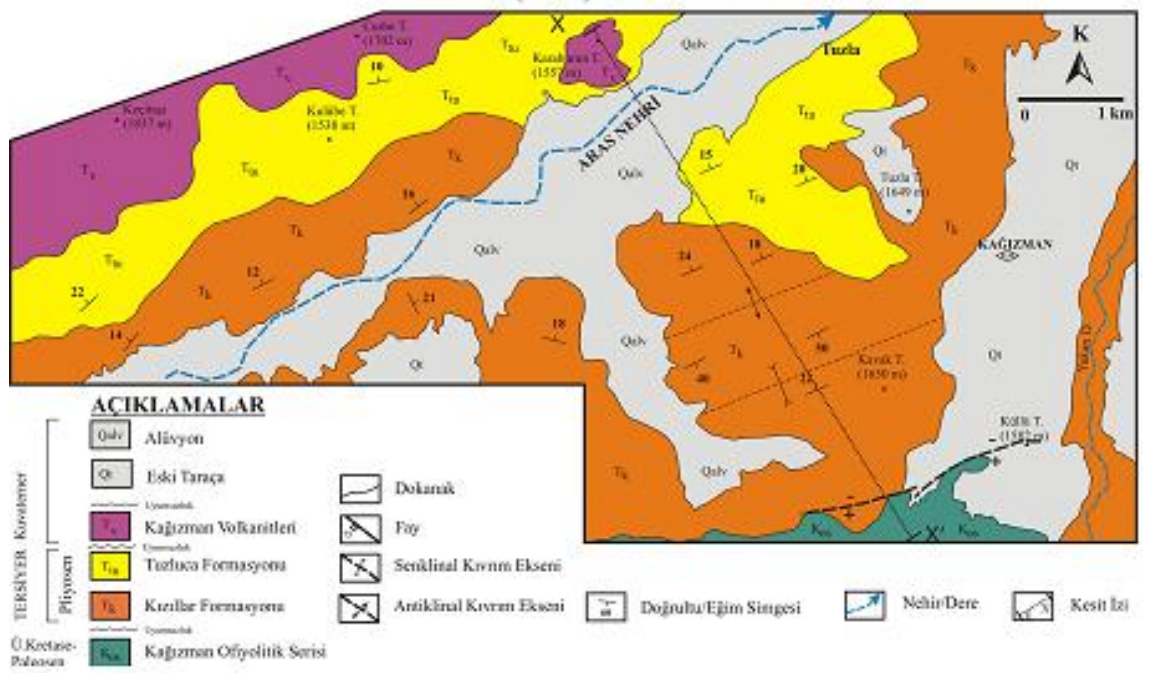
Kıral, K. ve Çağlayan, A. (1980), Doğu Anadolu Bölgesinde ofiyolit sorununa açıklık getirebilmek amacıyla Kağızman (Kars) –Ağrı – Taşlıçay (Ağrı) dolaylarının 1/ 25000 ölçekli jeolojik haritası yapmışlardır.

Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., (1986), Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Evrim ve Havza Modelleri adlı çalışmalarında Kağızman – Tuzluca havzasının çek – ayır türünde havzalar olarak geliştiklerini belirtmektedirler.

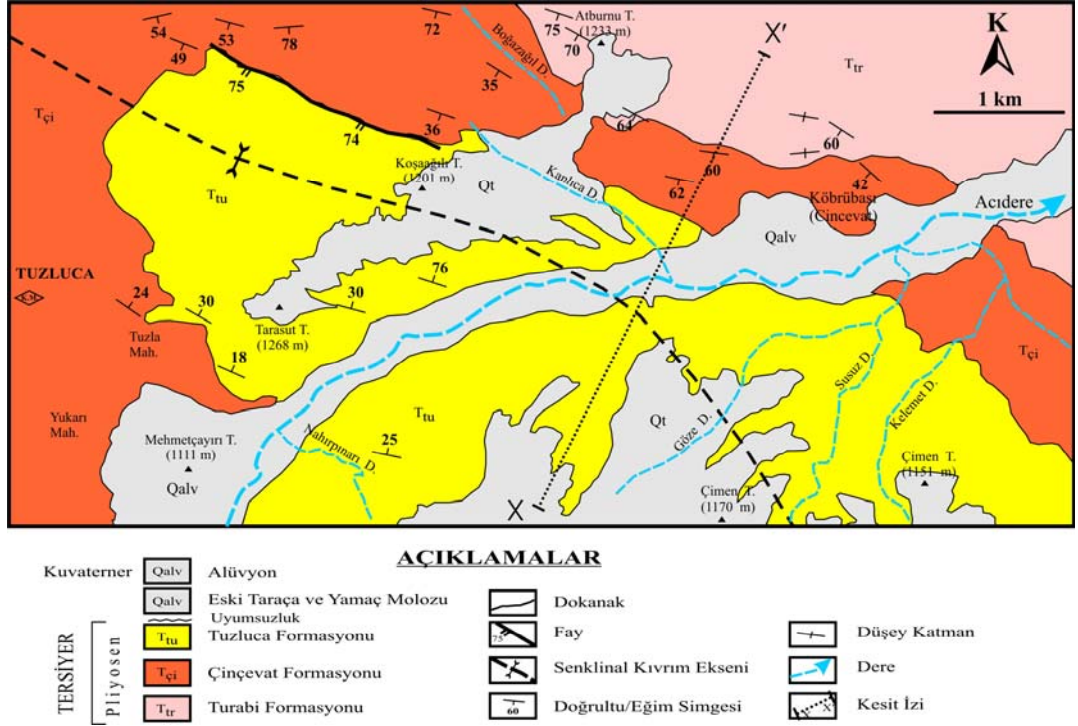


## BÖLÜM İKİ GENEL JEOLJİ

Bu tez kapsamında Kars iline bağlı Kağızman ve Iğdır iline bağlı Tuzluca ilçeleri olmak üzere iki farklı sahada genel jeoloji kapsamında haritalama çalışmaları gerçekleştirilmiş ve tuz içerikli formasyonların ve bu formasyonlara ait birimlerin sınırları jeoloji haritasına aktarılmıştır (Şekil 2.1, 2.2).




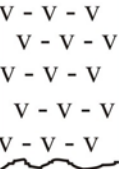

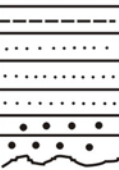
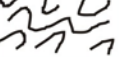
Şekil 2.1 Kağızman yöresi genel jeoloji haritası.



Şekil 2.2 Tuzluca yöresi genel jeoloji haritası.

## 2.1 Kağızman Bölgesi

Çalışma alanında, Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman ofiyolitik serisi, Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar formasyonu, Geç Pliyosen yaşlı Tuzluca formasyonu, Kuvaterner yaşlı Kağızman volkanitleri ve Kuvaterner yaşlı taraça / yamaç molozu ve alüvyon birimi ayırtlanmıştır (Şekil 2.3).

Yaş	Formasyon	Kalınlık (m)	Litoloji	Açıklama
Holosen	Taraça / Yamaç Molozu Alüvyon	100		Kil, silt, kum ve çakıldan oluşan, pekleşmemiş alüvyon/yamaç molozu
Pleistosen	Tüf ve bazalt	500		Kahverengi-siyah renkli, masif bazalt ve krem, beyaz renkli tüf.
Pliyosen	Tuzluca Formasyonu	4730		Uyumsuzluk — Grimsi yeşil renkli Kıltaşı, tuz, jips ar dalanması.
	Kızıllar Formasyonu			Çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası
Eosen	Kağızman Karmaşığı			Uyumsuzluk — Yeşil, mor-yeşil renkte peridotit, serpantinit, gabro, bazalt ve kireçtaşı blokları.

Şekil 2.3 Kağızman yöresinin genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti (Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1986'dan değiştirilerek).

### 2.1.1 Kağızman Ofiyolitik Serisi

#### 2.1.1.1 Tanım

Çalışma alanının güneydoğusunda, Kavak Tepe'nin 1 km güneyinden başlayan ofiyolitik seri çalışma alanının en yaşlı birimini oluşturur.

#### 2.1.1.2 Litoloji

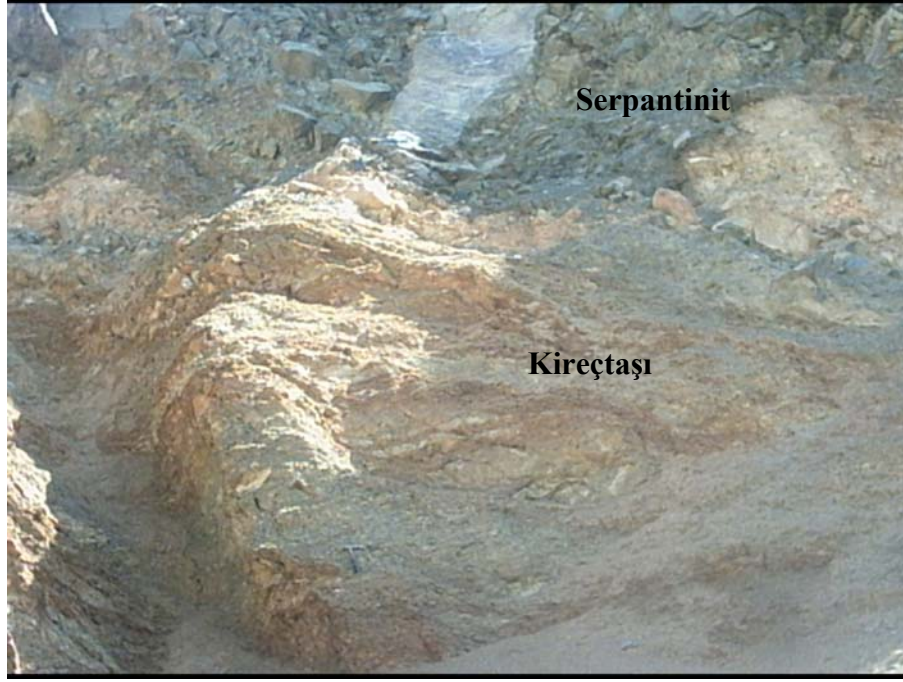
Ofiyolitik seri çeşitli boyutlardaki peridotit, serpantinit, gabro, bazalt ve kireçtaşı blokları ile piroklastik ve epiklastik bir matriksten oluşur (Tüysüz, N.). Ofiyolitik seri volkanosedimenter özellikteki spilit ve yastık lavlardan oluşmuş, kırık zonlarında tektonik olarak sokulmuş ultrabazik, bazik, metamorfik ve çökel kaya parçaları içeren kaya topluluğudur. Karmaşığın büyük bir kısmını oluşturan Spilitler

mor – yeşilimsi renktedir, bazı düzeylerinde kum ve silt boyutunda malzeme içerir, tabakalanma sunmazlar. Açık yeşil, koyu yeşil, yeşilimsi siyah renkte ve tektonik zonlarda izlenen serpantinitlerde ezilme, kayma yüzeyleri, yapraklanma ve karbonatlaşma gözlenir (Şekil 2.4). Birim içerisinde yer alan kireçtaşları beyaz ve krem renklidir (Kıral, K., Çağlayan, A.) (Şekil 2.5). Birimden alınan serpantinit örneğinin ince kesidine baktığımızda, serpantinlerin ilksel kayacı piroksen ve olivin minerallerinden oluştuğu anlaşılmaktadır, piroksen pseudomorfı gözlenmektedir (Şekil 2.6).

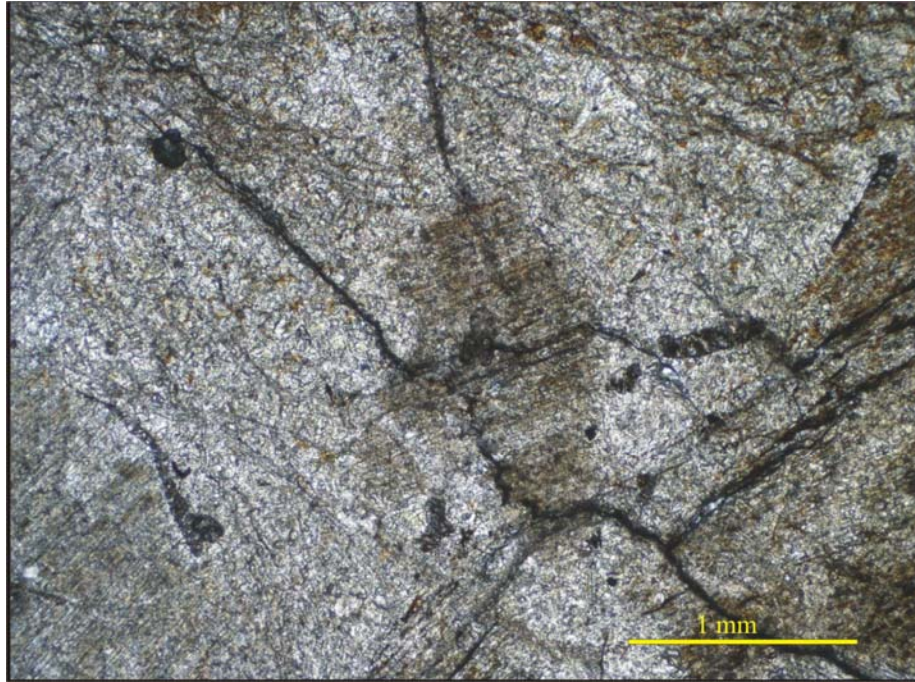


Şekil 2.4 Ofiyolit içerisinde bulunan tabakalı serpantinler (0336462/4442077).





Şekil 2.5 Ofiyolit içerisinde bulunan serpantinler ve kireçtaşı blokları (0337115/4442120).



Şekil. 2.6 Serpantinit içerisinde gözlenen piroksen pseudomorfu (merkezdeki koyu kısım) (0337115/4442120).

### **2.1.1.3 Dokanak**

Çalışma alanı içinde alt dokanağı gözlenemeyen ofiyolitik serinin üst kesiminin Kızıllar formasyonu ile olan dokanağı uyumsuzdur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Ofiyolitik Seri ile Kızıllar formasyonu arasında gözlenen uyumsuz dokanak (0336250/4442125).

### **2.1.1.4 Yaş**

Eşder (1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda ofiyolitik serinin içindeki metasedimentlerin yaşının Üst Kretase – Paleosen olduğunu belirtip, ofiyolitik serinin yaşının da Üst Kretase – Paleosen olduğunu belirtir.

## **2.1.2 Kızıllar Formasyonu**

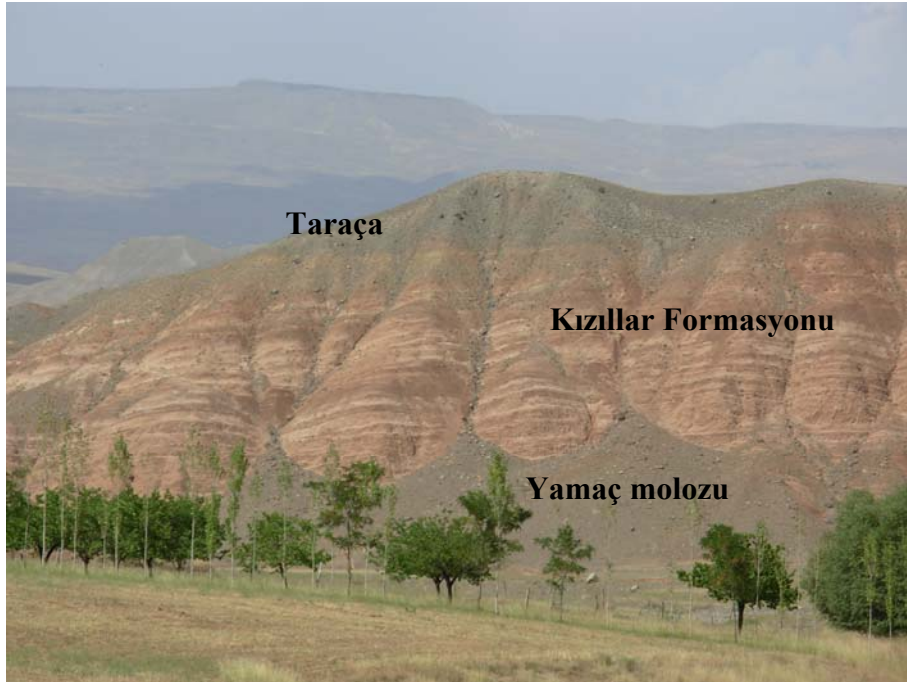
### **2.1.2.1 Tanım**

Çalışma alanının batısında ve doğusunda gözlenmektedir. Yaklaşık olarak 10 - 12 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Genel olarak çok kalın çakıltası ve kumtaşı

halindedir. Kumtaşı ve çakıltası çimentosu içerisinde dağınık halde jips kristalleri yer almaktadır. Tamamen karasal karakterde çökellerdir. Birimin kırmızı renkte oluşu çökel ortamının çok sık olduğunu belirtir. Bu birim ilk defa bu çalışmada adlandırılmıştır.

### **2.1.2.2 Litoloji**

Kızıllar Formasyonundaki istif çamurtaşı - kumtaşı – çakıltası ardalanması şeklindedir. Çakıltaları koyu kırmızı renkli, orta- kalın katmanlı, kötü boylanmalı ve gevşek tutturulmuştur. Serpantin ve kuvarsin değişik boydaki elemanlarından meydana gelmiştir. Kumtaşları kırmızı, gri ve grimsi yeşil renklidir, orta katmanlı, yer yer kaba taneli, genellikle kötü boylanmalıdır. Çamurtaşları koyu kırmızı ile kahverengi olup katmanlanma belirsizdir. İçerisinde bol miktarda jips kristalleri gözlenmiştir (Şekil 2.8).

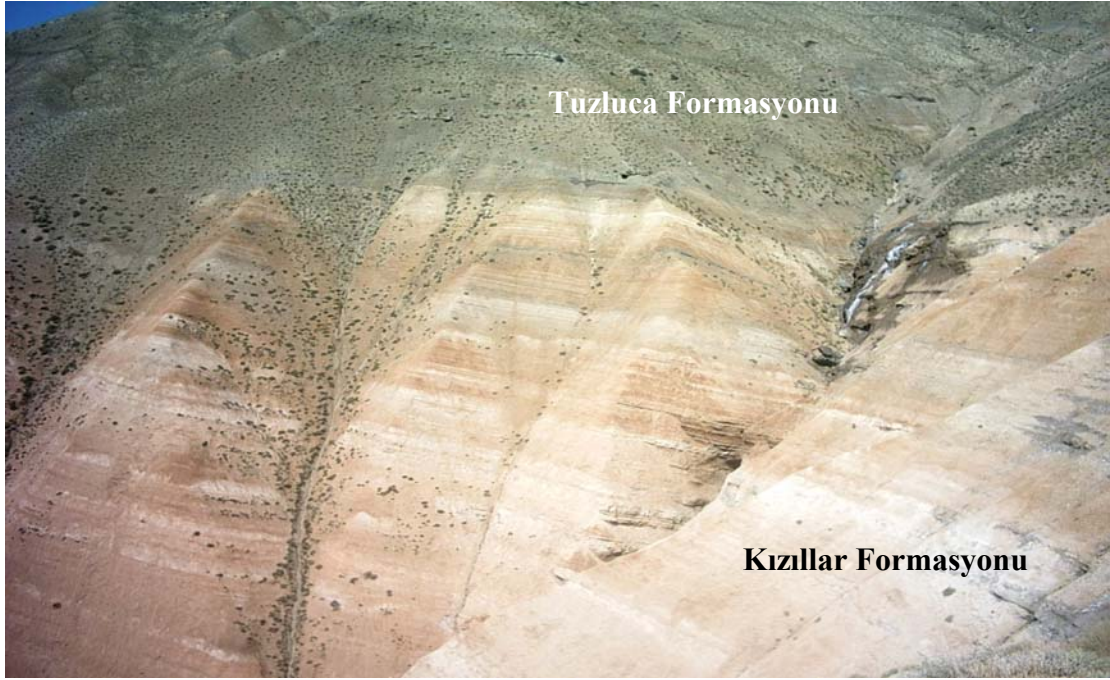


Şekil 2.8 Açık sarı, kırmızı ve yeşil renkte görülen tabakalı Kızıllar formasyonu, bu formasyonu uymsuz olarak üstleyen taraça ve yamaç molozunun görünümü (0336210/4443870).



### **2.1.2.3 Dokanak**

Kızıllar formasyonu, Ofiyolitik serinin üzerine uyumsuzluk ile çökelmiştir (Şekil 2.7), Kızıllar formasyonunun Tuzluca formasyonu ile olan dokanağı uyumlu ve geçişlidir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Kızıllar formasyonu ve Tuzluca formasyonu arasındaki uyumlu ve geçişli dokanak (0330450/4444076).

### **2.1.2.4 Yaş**

Kağızman çevresinde yapılan bu çalışmada, Kızıllar formasyonunun Tuzluca Bölgesindeki Çinçevat Formasyonu ile eşyaşlı olduğu görülmüş ve yaşının Erken Pliyosen olduğunu belirtilmiştir.



### 2.1.3 Tuzluca Formasyonu

#### 2.1.3.1 Tanım

Çalışma alanının batısında, doğusunda ve kuzeyinde gözlenen birim kıltaşı - marn ardalanması, jips ve tuzdan oluşmaktadır. Birim yaklaşık olarak 7- 8 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır.

#### 2.1.3.2 Litoloji

Birim içerisinde bulunan kıltaşı- marn ardalanması Tuzluca formasyonunun en üst kısımlarını oluşturmaktadır ve kıltaşı - marn ardalanması yeşil ve kırmızı renktedir (Şekil 2.10). Kıltaşı- marn ardalanması içinde merceksel olarak gözlenen tuz ve jipsler yer almaktadır (Şekil 2.11). Tuzluca formasyonunun orta kısımlarında bulunan jipsler kalın tabakalar, mercek ve bantlar halindedirler ve gri renktedirler (Şekil 2.12). Tuzluca formasyonunun altında bulunan tuz yatakları tabakalar halinde olup, büyük kalınlığa sahiptirler (Şekil 2.13).



Şekil 2.10 Tuzluca formasyonunun üst kısmını oluşturan yeşil- kırmızı renkli kıltaşı- jips ardalanması (0336628/4445422).



Şekil 2.11 Tuzluca formasyonunda yer alan yeşil renkli kıltaşı-jips ardalanması içerisinde bulunan merceksel görünümlü tuz (halit) (0336580/4445326).



Şekil 2.12 Tuzluca formasyonu içerisinde bulunan kıltaşı-jips ardalanması ve tabakalı jipsler (0330370/4444209).





Şekil 2.13 Tuzluca formasyonu içinde gözlenen büyük kalınlığa sahip tabakalı kaya tuzu (halit) (0337263/4446410).

### **2.1.3.3 Dokanak**

Tuzluca formasyonu, Kızıllar formasyonu üzerine uyumlu olarak çökelmiştir (Şekil 2.9). Kağızman volkanitleri Tuzluca formasyonunu kesmiş ve uyumsuz olarak üstlemiştir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Tuzluca formasyonu ile Kağızman volkanitleri dokanağının görüntüsü (0334034/4447179).

#### **2.1.3.4 Yaş**

Eşder (1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda Tuzluca formasyonunun yaşının Geç Pliyosen olduğunu belirtmektedir.

#### **2.1.4 Kağızman Volkanitleri**

##### **2.1.4.1 Tanım**

Çalışma alanının kuzeybatısında bulunan kağızman volkanitleri yaklaşık olarak 4 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayılmaktadır.

##### **2.1.4.2 Litoloji**

Kağızman volkanitleri içerisinde bulunan tüfler, beyazımsı krem renkli olup, ince katmanlanma sunar. Bazı düzeylerde volkanik malzemeden oluşmuştur (Şekil 2.15). Çalışma alanında gözlemlediğimiz bazaltlar koyu kahve, siyahımsı kahverengi ve

siyah renktedir (Şekil 2.16). Bazı bazaltlarda curuf benzeri boşluklu yapı gözlenmektedir. Bazaltların bir kısmı sütun şekillidir, topoğrafyanın sarp olması nedeniyle uzaktan fotoğraf çekilebilmiştir, bazaltları döküntü şeklinde Aras Nehrinin kuzeyinde her yerde gözlemleyebiliriz. Çalışma alanından alınan bazalt örneğinin ince kesidi incelendiğinde; volkanik bir hamur içerisinde plajyoklas ve klinopiroksen minerallerinden oluştuğu görülmektedir (Şekil 2.17).

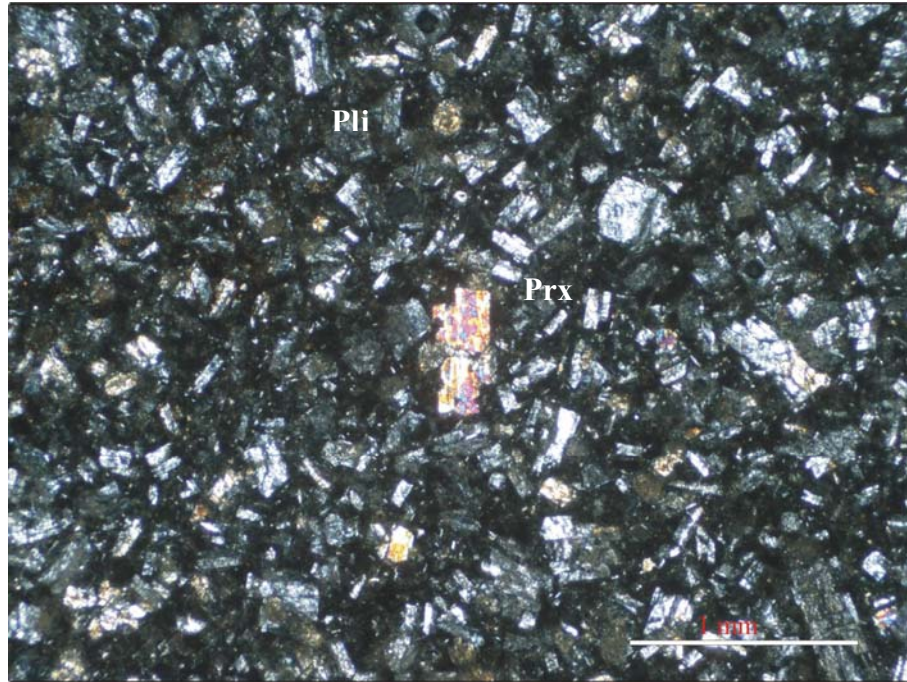


Şekil 2.15 Kağızman volkanitleri içinde bulunan çeşitli boylarda volkanik kırıntı ve çakıllara sahip tuf (0330428/4445627).





Şekil 2.16. Kağızman volkanitleri içerisinde bulunan kremsi beyaz renkli tüf, kahverengi ve siyah renkli plato bazaltlarının görünümü (0332298/4446243).



Şekil 2.17 Çalışma alanımızdan alınan bazalt % 20 -30 plajoklas ve % 2 – 3 oranında piroksenden oluşmaktadır ve geri kalan kısımlar volkanik hamurdur (Plj: Plajoklas, Prx: Piroksen) (0332298/4446243).

### **2.1.4.3 Dokanak**

Kağızman volkanitlerinin alt dokanağı Tuzluca formasyonu ile uyumsuzdur (Şekil 2.14).

### **2.1.4.4 Yaş**

Eşder (1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda Kağızman volkanitlerinin yaşının Kuvaterner olduğunu belirtmektedir.

### **2.1.5 Taraça / Yamaç Molozu ve Alüvyon**


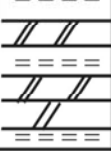
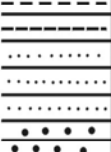
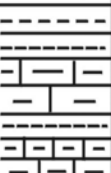
Aras nehri çevresinde gözlenen alüvyon birimi çalışma alanı içerisinde yaklaşık olarak 6 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir. Ofiyolit, çakıltaşı, kumtaşı, kilitaşı- marn ardalanmalarından türemiş blok, çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Bileşenler serbest ve gevşek bir yapıda gözlenir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutu malzemelerden oluşan taraça.

## 2.2 Tuzluca Bölgesi

Çalışma alanında, Erken Pliyosen yaşlı Turabi formasyonu ve Çincevat formasyonu, Geç Pliyosen yaşlı Tuzluca formasyonu ve Kuvaterner yaşlı taraça / yamaç molozu ve alüvyon birimi ayırtlanmıştır (Şekil 2.19).

Yaş	Formasyon	Litoloji	Açıklama
Holosen	Alüvyon Taraça / Yamaç Molozu		Kil, silt, kum ve çakıldan oluşan, pekleşmemiş alüvyon/yamaç molozu
Pliyosen	Tuzluca Formasyonu		Kırmızı, grimsi yeşil renkli kilitaşı, tuz ve jips ar dalanması.
	Çincevat Formasyonu		Koyu kırmızı, yeşil, yeşilimsi gri renkli kumtaşı-çamurtaşı ar dalanması.
	Turabi Formasyonu		Koyu kırmızı, kahve renkli, kilitaşı-marn ar dalanması.

Şekil 2.19 Tuzluca yöresinin genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti (Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1986'dan değiştirilerek).

### 2.2.1 Turabi Formasyonu

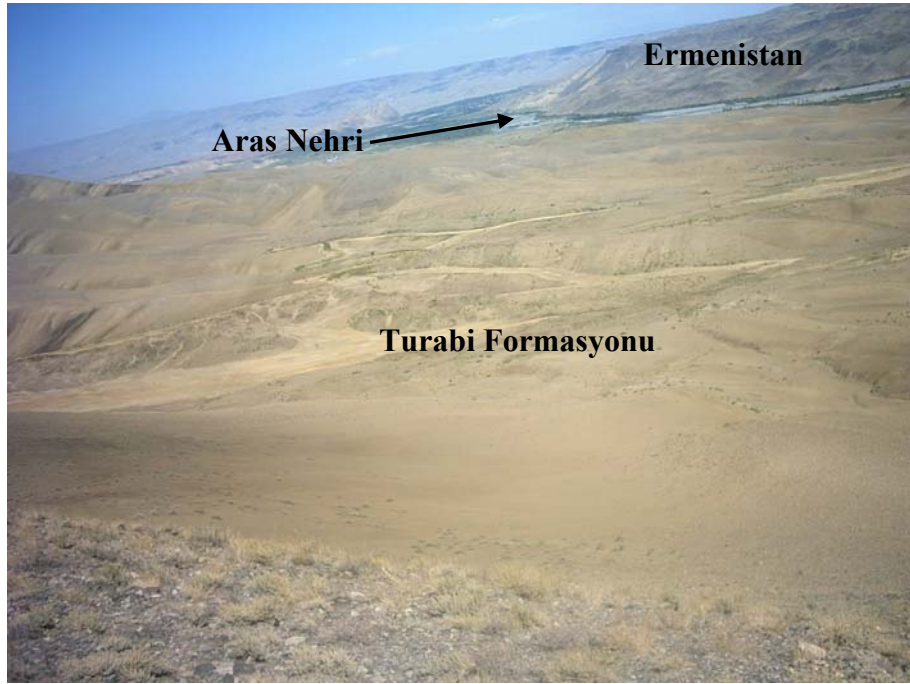
#### 2.2.1.1 Tanım

Çalışma alanının kuzeydoğusunda gözlenmektedir. Yaklaşık olarak 3- 4 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır ve çalışma alanının en yaşlı birimidir. Genel olarak kilitaşı ve marn ar dalanmasından oluşmaktadır.



### **2.2.1.2 Litoloji**

Turabi Formasyonundaki istif altta kilitaşı – marn ardalanması şeklindedir. Kilitaşları sarı, yeşilimsi kırmızı renktedir, kilitaşları ince – orta katmanlıdır, marn ise sarı, grimsi beyaz renktedir ve orta – kalın katmanlıdır (şekil 2.20).



şekil 2.20 Turabi formasyonunun genel görünümü, fotoğrafın ilerisinde Ermenistan ile sınırlamızı belirleyen Aras nehri görülmektedir (0391724/443746).

### **2.2.1.3 Dokanak**

Turabi formasyonunun alt dokanağı çalışma alanında gözlenememektedir, inevat Formasyonunu uyumlu ve geçişli olarak Turabi Formasyonunu stlemektedir (şekil 2.21).



Şekil 2.21 Turabi Formasyonu ile Çinçevat Formasyonu arasındaki uyumlu dokanak (0392000/4434775).

#### **2.2.1.4 Yaş**

Eşder (1967-1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda Turabi formasyonunun yaşının Erken Pliyosen olduğunu belirtmektedir.

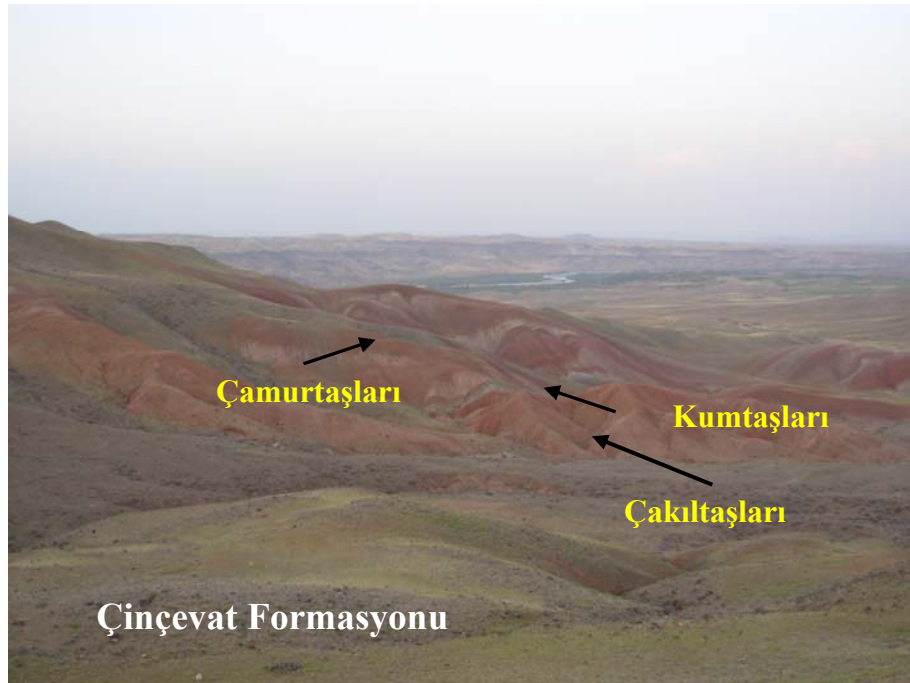
### **2.2.2 Çinçevat Formasyonu**

#### **2.2.2.1 Tanım**

Çalışma alanının ortasında, doğusunda ve kuzeybatısında gözlenmektedir. Yaklaşık olarak 5 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Genel olarak çok kalın çakıltaş ve kumtaş halindedir, Kumtaş ve çakıltaş çimentosu içerisinde homojen olarak dağılmış jipsler yer almaktadır. Tamamen karasal karakterde çökellerdir. Karasal nitelikte olan kırmızı renkli bu çökeller çok sık sularla kaplı bir ortamın ürünüdür (Çelik, 1979).

### 2.2.2.2 Litoloji

Çinçevat Formasyonundaki istif altta kumtaşı – çakıltası ardalanması şeklindedir, üste doğru ince taneli çökeller (çamurtaşı, kiltası, silttaşı) baskındır. Çakıltaları koyu kırmızı renkli, orta- kalın katmanlı, kötü boylanmalı ve gevşek tutturulmuştur (Şekil 2.22). Serpantin ve kuvarsın değişik boydaki elemanlarından meydana gelmiştir. Kumtaşları kırmızı, gri ve grimsi yeşil renklidir, orta katmanlı, yer yer kaba taneli, genellikle kötü boylanmalıdır. Çamurtaşları koyu kırmızı ile kahverengi olup katmanlanma belirsizdir. İçerisinde bol miktarda jips kristalleri gözlenmiştir.



Şekil 2.22 Çinçevat formasyonunun genel görünümü (0390427/4434362).

### 2.2.2.3 Dokanak

Çinçevat formasyonu, uyumlu ve geçişli olarak Turabi formasyonunu üstlemektedir (Şekil 2.21), Çinçevat formasyonunu uyumlu ve geçişli olarak Tuzluca formasyonu üstlemektedir. İki formasyon dokanağında tuzlu (salamura) su çıkışları görülmektedir (Şekil 2.23). Bu tuzlu su çıkışları birleşerek derecikler halinde Ermenistan yönüne doğru akan Aras Nehrine karışmakta ve nehir suyunu kısmen tuzlandırmaktadır.



Şekil 2.23 Çiğevat Formasyonunu ile Tuzluca Formasyonu arasındaki uyumlu dokanak ve dokanak boyunca gözlenen tuzlu su çıkışları (0387574/4435083).

#### **2.2.2.4 Yaş**

Eşder (1967-1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda Çiğevat formasyonunun yaşının Erken Pliyosen olduğunu belirtmektedir.

### **2.2.3 Tuzluca Formasyonu**

#### **2.2.3.1 Tanım**

Çalışma alanının batısında, güneyinde ve kuzeydoğusunda gözlenen birim kiltaşımarn ar dalanmasından, jipsten ve tuzdan oluşmaktadır. Birim yaklaşık olarak 10-11 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Tipik yeri Tuzluca ilçesinin hemen doğusundadır. Formasyonun adlanması Eşder (1967-1968) tarafından yapılmıştır.

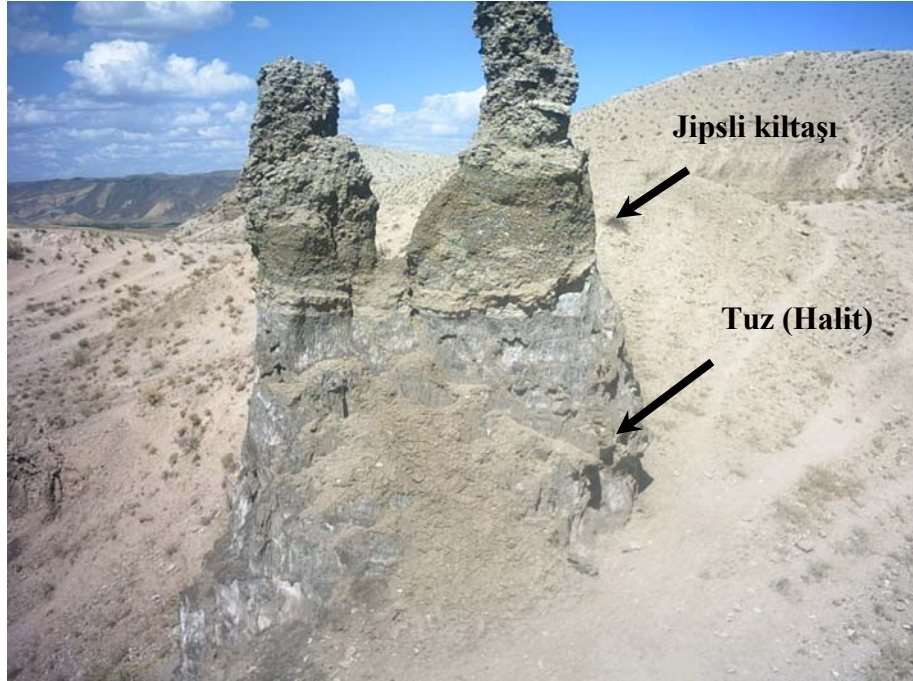
### 2.2.3.2 Litoloji

İstif altta kırmızı – yeşil renkli killi ve jipsli seviyeler ile başlamakta, bunların üzerine ince katmanlı siyah killerle ardalanmalı kayatuzu katmanları gelmektedir (Şekil 2.24). Kayatuzunun üzerinde hemen her yerde gözlenen kırmızı – yeşil renkli killer bulunmakta, bunların da üzerine tekrar kayatuzu gelmektedir (Şekil 2.25). Fakat üstteki bu tuz daha ince olup her yerde görülememekte ve çoğunlukla merccekler halinde bulunmaktadır. İstif üste doğru kırmızı - yeşil renkli kıltaşı, silttaşı ve jips ardalanması şeklinde devam etmektedir (Şekil 2.26).



Şekil 2.24 Tuzluca Formasyonunun genel görünümü (0386293/4434764).





Şekil 2.25 Tuzluca tuz yatağı doğusunda Tuzluca Formasyonu içinde masiv tuz (halit) oluşumlarını üstleyen jipsli kilitaşı ve jips ardalanması. Tuzların çözünmesiyle, tuzları üstleyen jipsli kilitaşı-jips ardalanması peri bacasını andıran yüzey şekilleri göstermektedir (0387402/4434468).



Şekil 2.26 Tuzluca Formasyonu içinde masiv tuz (halit) oluşumlarını sırasıyla üstleyen kırmızı renkli kilitaşı-çamurtaşı ve jips-kilitaşı ardalanmaları (0386460/4433519).

### 2.2.3.3 Dokanak

Tuzluca formasyonu, Çinçevat formasyonu üzerine uyumlu olarak çökelmiştir (Şekil 2.23). Tuzluca formasyonunun taraça / yamaç molozu ve alüvyon ile olan üst dokanağı uyumsuzdur (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 Tuzluca Formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiş taraça / yamaç molozu (0390369/4433983).

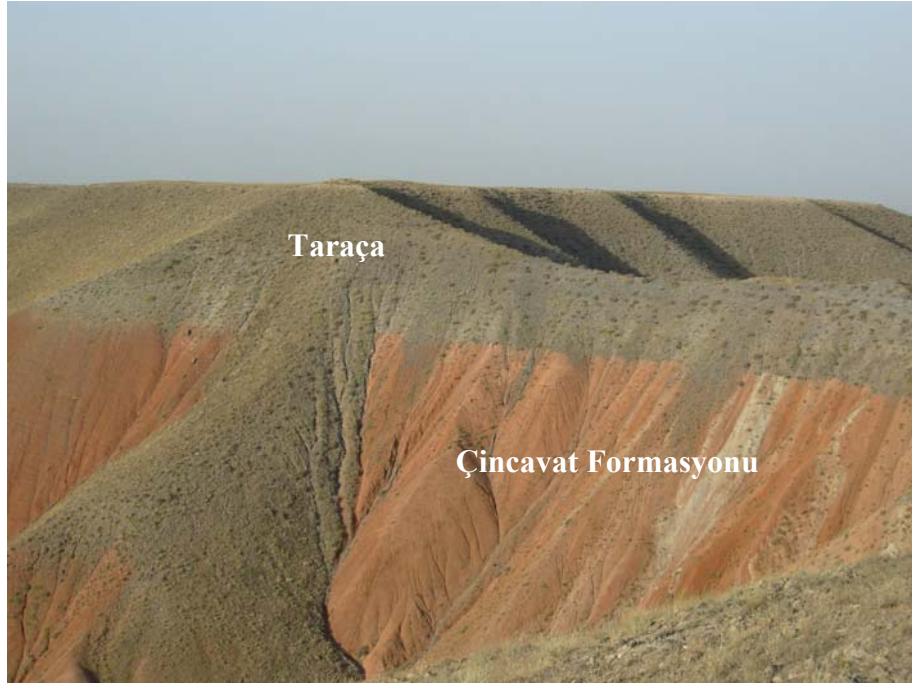
### 2.2.3.4 Yaş

Eşder (1968), Tuzluca çevresinde yaptığı jeolojik çalışmalarda Tuzluca formasyonunun yaşının Geç Pliyosen olduğunu belirtmektedir.

### 2.2.4 Taraça / Yamaç Molozu ve Alüvyon

Aras nehri çevresinde gözlenen alüvyon birimi çalışma alanı içerisinde yaklaşık olarak 3 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım gösterir. Ofiyolit, çakıltaşı, kumtaşı, kiltası- marn aralanmalarından türemiş çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Bileşenler serbest ve gevşek bir yapıda gözlenir. Pleyistosendeki şiddetli aşınma ve epirojenik hareketler

sonucu havza ortasının çökmesiyle bugün Aras yatağından çok yukarılarda bulunan eski alüvyonlar bazı tepelerde taraçalar halinde kalmıştır. Yatay durumda olan gevşek çakıltaşlarının oluşturduğu bu birim, çalışma alanında özellikle Koşuağıl tepe (Şekil 2.28) ve Tarassut tepede gözlenmekte olup, Tuzluca formasyonu (Şekil 2.27) ve Çinçevat formasyonu üzerinde uyumsuz bir şekilde durur (Şekil 2.28).



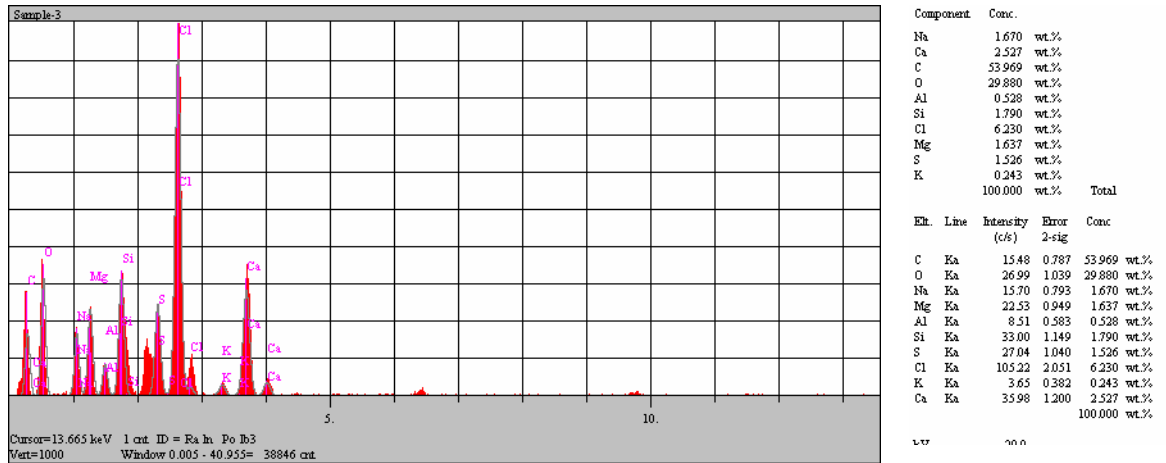
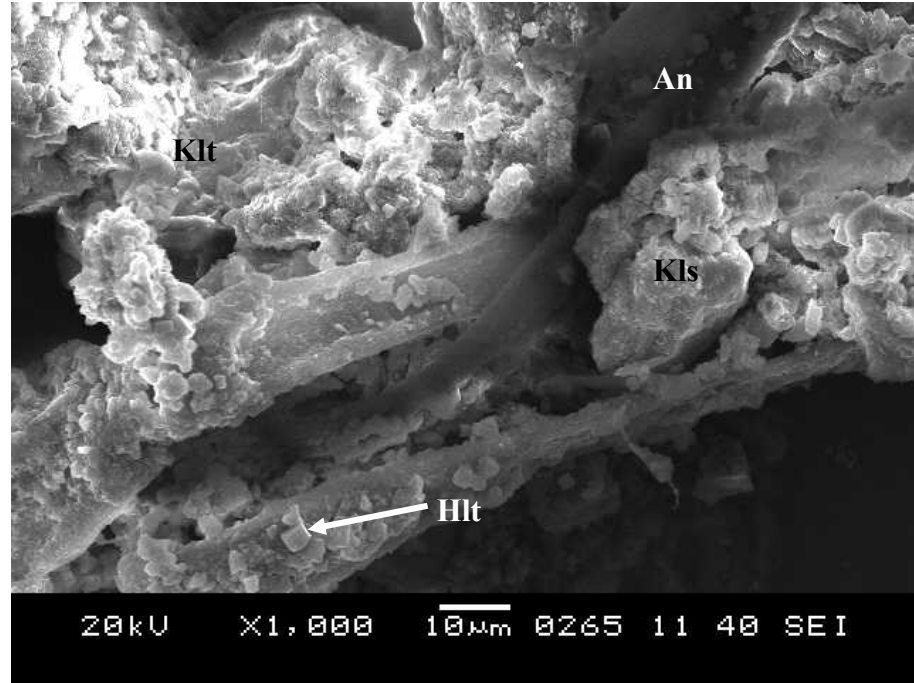
Şekil 2.28 Çinçevat formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiş taraça (0389677/4434979).



## **BÖLÜM ÜÇ**

### **MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ**

Bu çalışma kapsamında, Kağızman ve Tuzluca kaya tuzu yataklarından 80 adet kaya tuzu örneği alınmıştır ve bu örneklerden ince kesitler hazırlanmıştır. Bu çalışmanın mineraloji – petrografi kısmını ince kesitler oluşturmaktadır. Ayrıca, Kağızman ve Tuzluca kaya tuzu yatağından alınan birer adet örneğin SEM (Scanning Electron Microscopy) görüntüsü incelenmiştir. İnce kesit ve SEM çalışmaları sonucunda inceleme alanlarında jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ), sölestin ( $\text{SrSO}_4$ ), kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), halit (tuz) ( $\text{NaCl}$ ) mineralleri gözlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma yapılan havzalarda gözlemlenen minerallerin SEM görünümü ve bu minerallerin EDS analizi (Hlt: Halit, An: Anhidrit, Klt: Kıltaşı, Kls: Kalsit).

### 3.1 Jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

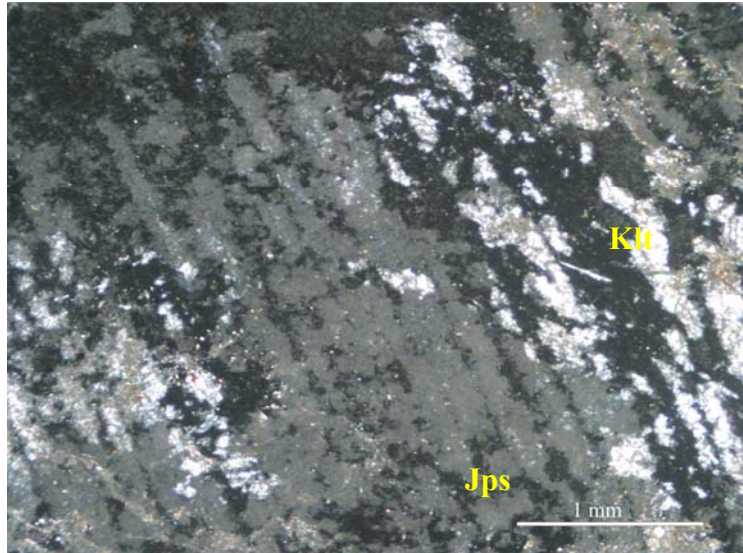
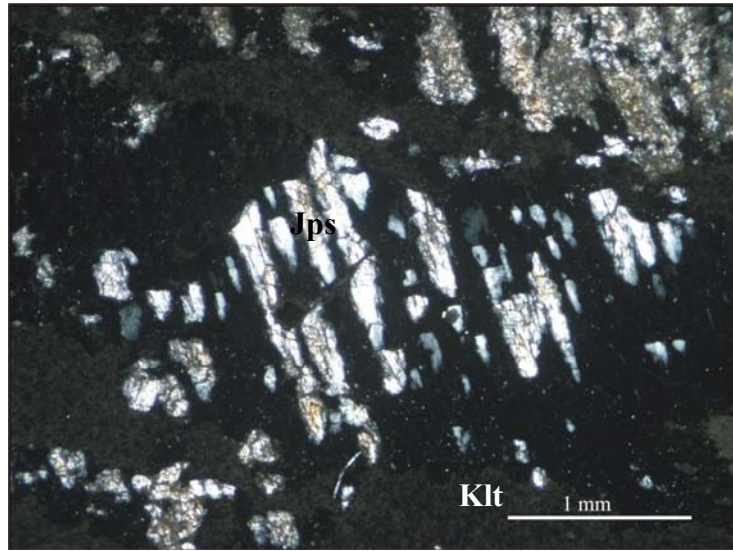
Formül :  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Kristal Sistem : Monoklinik

Özgül Ağırlık : 2.3

Sertlik : 2

Evaporit havzalarında baskın olarak gözlenen jipsler, birincil ve ikincil olmak üzere iki grup altında toplanabilir. Birincil jips terimi, sedimentolojik olarak gölde veya göl çamurları içinde çökme ile eş yaşlı olarak oluşmuş, hiçbir diyajenetik değişim geçirmeden ilksel fiziksel ve dokusal özelliklerinin korunduğu jipsler için kullanılmıştır. Bunlar selenitik kristalli jipsler, jipsarenitler ve jips serileri arasındaki çamurtaşlarında gözlenen disk şekilli jipslerden oluşmaktadır. İkincil jipsler genel olarak anhidritlerin su alması ile oluşmuşlardır. Anhidrit kristal kafesine direkt olarak suyun girişiyle jipsin oluşumu olasıdır (Helvacı, C., 2002). Çalışılan havzalarda gözlenen jipsler, ikincil jipslerdir ve killere arılanmalı şeklindedir(Şekil 3.2).

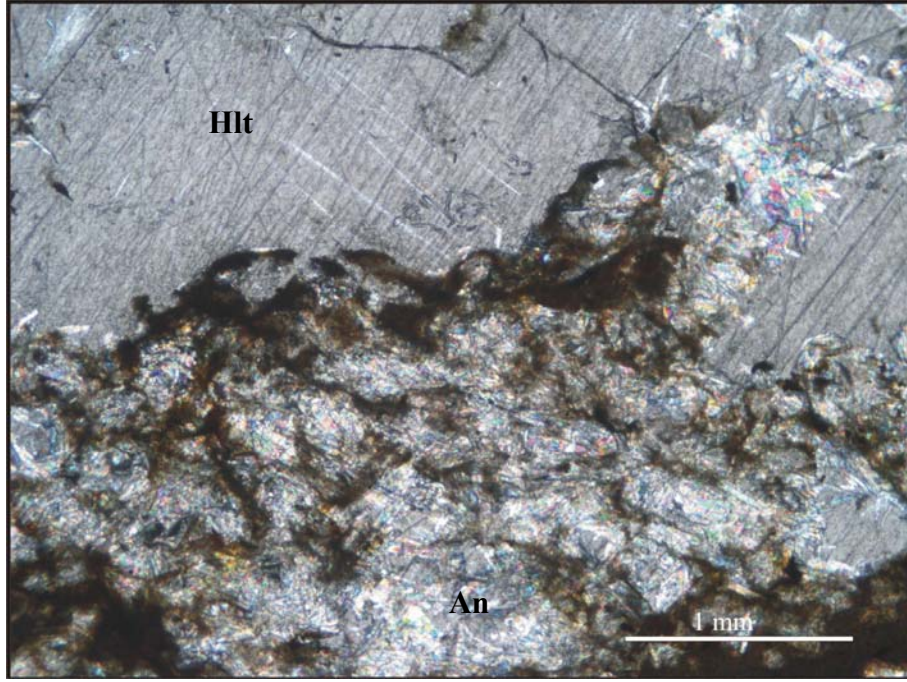


Şekil 3.2 Çalışılan havzalarda gözlenen ikincil jips kristalleri ve kilt arılanması (Jps: Jips, Klt: Kilt).

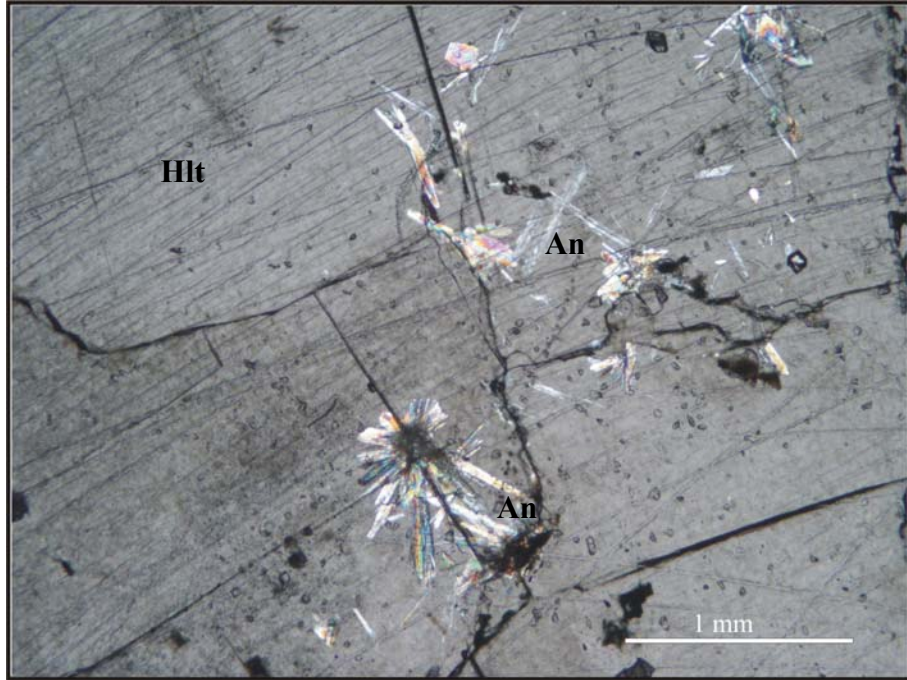
### 3.2 Anhidrit (CaSO<sub>4</sub>)

Formül	: CaSO <sub>4</sub>
Kristal Sistem	: Ortorombik
Özgül Ağırlık	: 2.96
Sertlik	: 3 – 3.5

Anhidritler genel olarak nodüler ve enterolitik yapılarıyla karakteristiktir. Anhidrit minerali yüzey koşullarında duraylı olmadığından meteorik suların etkisiyle ikincil jipse dönüşmektedir. Anhidrit yatakları yüzey koşullarında / mostralarda ikincil jiplere dönüşmüş olarak bulunurlar, bu yüzden anhidritler potansiyel jips rezervleri içerisinde genelde bir ayırım yapılmadan değerlendirilir. Ancak potansiyel değeri bakımından anhidrit jipsten daha ekonomik bir mineraldir (Helvacı, C., 2002). Çalışma alanında bulunan anhidritlerin bir kısmı nodüler şekillidir (Şekil 3.3) ve tuzun kristal sınırlarında ışınal olarak büyümüş anhidritler vardır (Şekil 3.4). Nodüler şekilli anhidritler içerisinde büyümüş prizmatik , çubuksu anhidrit kristallerinin varlığı, anhidritin ortamda çökelme anında displasiv olarak büyüdüğünü gösterir (Shearman and Fuller, 1969) (Şekil 3.5). Anhidrit latları SEM’de açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.6).

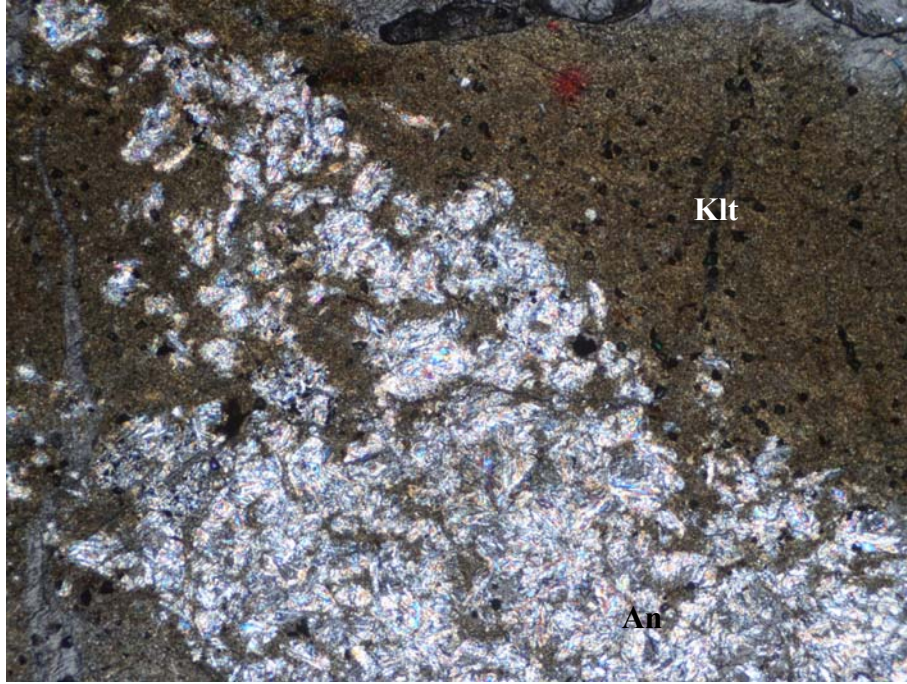


Şekil 3.3 İlksel olarak oluşmuş olan anhidritin, halit (tuz) tarafından ornatılması (Hlt: Halit, An: Anhidrit).

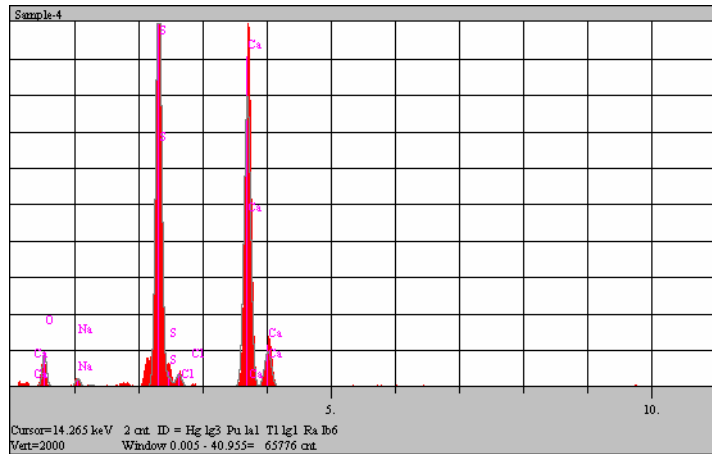
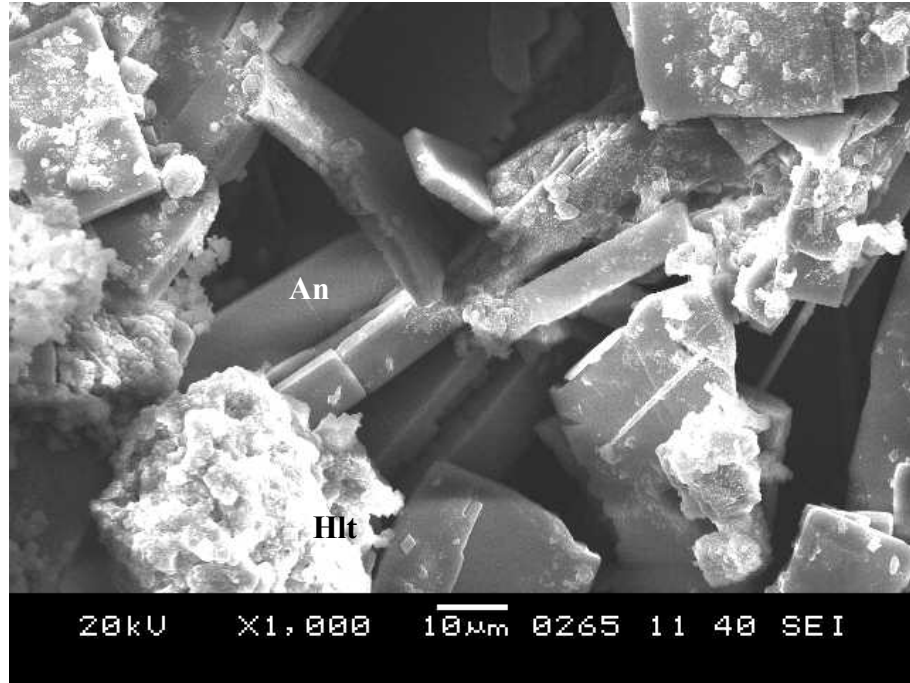


Şekil 3.4 İri kristalli halit (tuz) sınırlarında gelişen ışınsal şekilli anhidrit latları (Hlt: Halit, An: Anhidrit).





Şekil 3.5 Killer içerisinde displasiv olarak büyümüş anhidrit (Klt: Kıltaşı , An: Anhidrit).



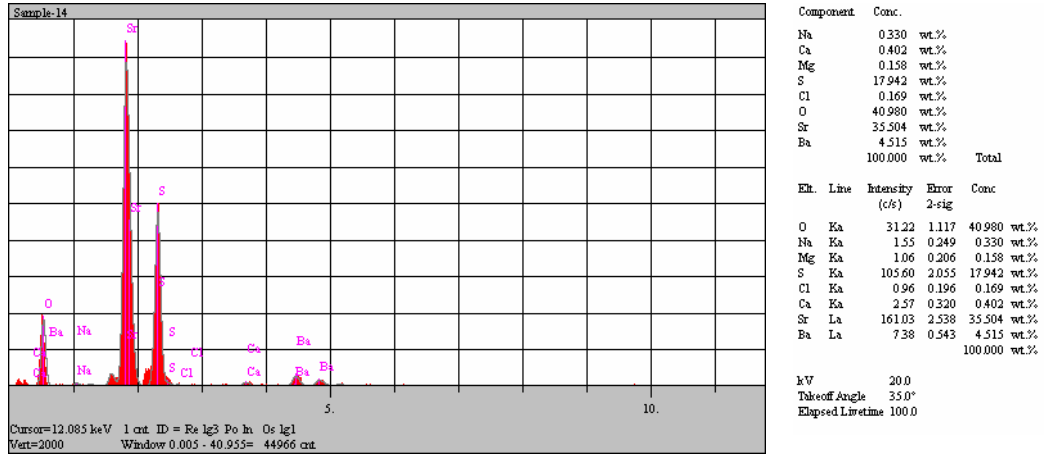
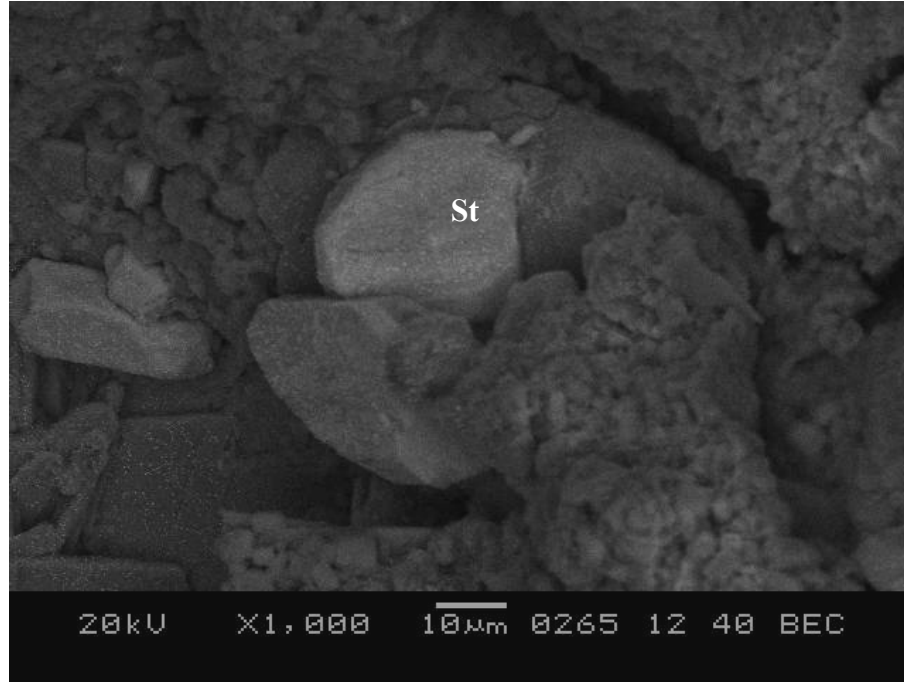
Component	Conc.			
Na	1.027 wt.%			
Ca	30.347 wt.%			
Mg	0.178 wt.%			
S	30.045 wt.%			
O	37.253 wt.%			
Cl	1.151 wt.%			
	100.000 wt.%	Total		
El.	Line	Intensity	Error	Conc
		(cts)	2-sig	
O	Ka	1534	0.822	37.253 wt.%
Na	Ka	426	0.678	1.027 wt.%
Mg	Ka	1.12	0.653	0.178 wt.%
S	Ka	269.78	3.387	30.045 wt.%
Cl	Ka	7.88	0.971	1.151 wt.%
Ca	Ka	203.42	2.938	30.347 wt.%
				100.000 wt.%
kV		20.0		
Takeoff Angle		35.0°		
Elapsed Livetime		100.0		

Şekil 3.6 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesindeki halit (tuz)'ler içerisinde gözlenen anhidrit latlarının SEM görüntüsü ve EDS analizi (Hlt: Halit, An: Anhidrit).

### 3.3 Sölestin ( $\text{SrSO}_4$ )

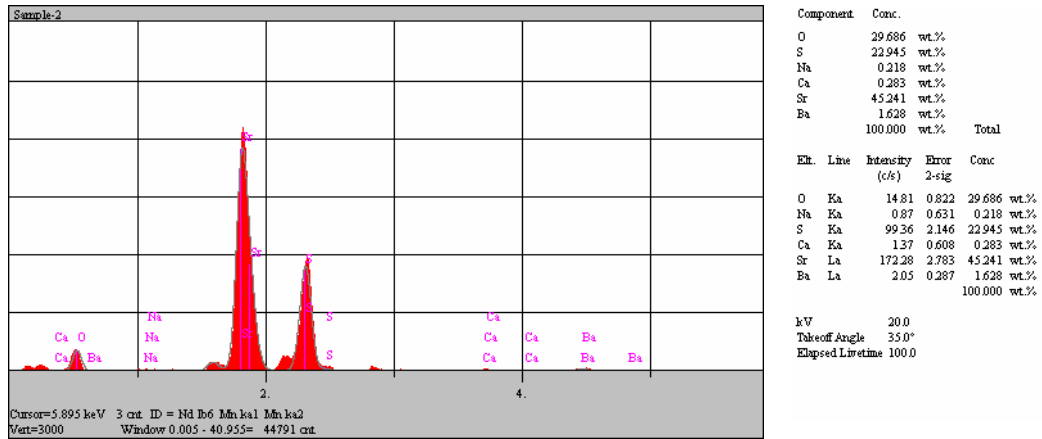
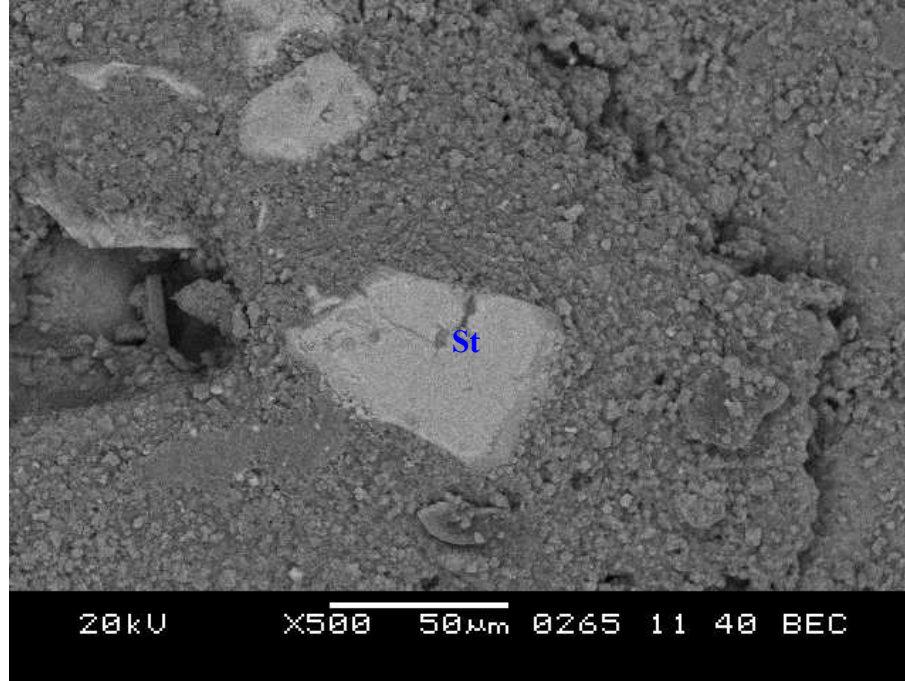
Formül	: $\text{SrSO}_4$
Kristal Sistem	: Ortorombik
Özgül Ağırlık	: 3.97
Sertlik	: 3 – 3.5

Yaygın olarak sedimanter kayalarda özellikle dolomit boşlukları çevresinde, anhidrit ile birlikte evaporit çökellerde oluşur. Çalışma alanlarımızda sölestin gözle görülemediği, SEM çalışmaları sırasında bulunmuştur (Şekil 3.7, 3.8).



Şekil 3.7 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesindeki halit (tuz)'ler içerisinde gözlenen özşekli sölestin (St) kristalinin SEM görüntüsü ve EDS analizi.





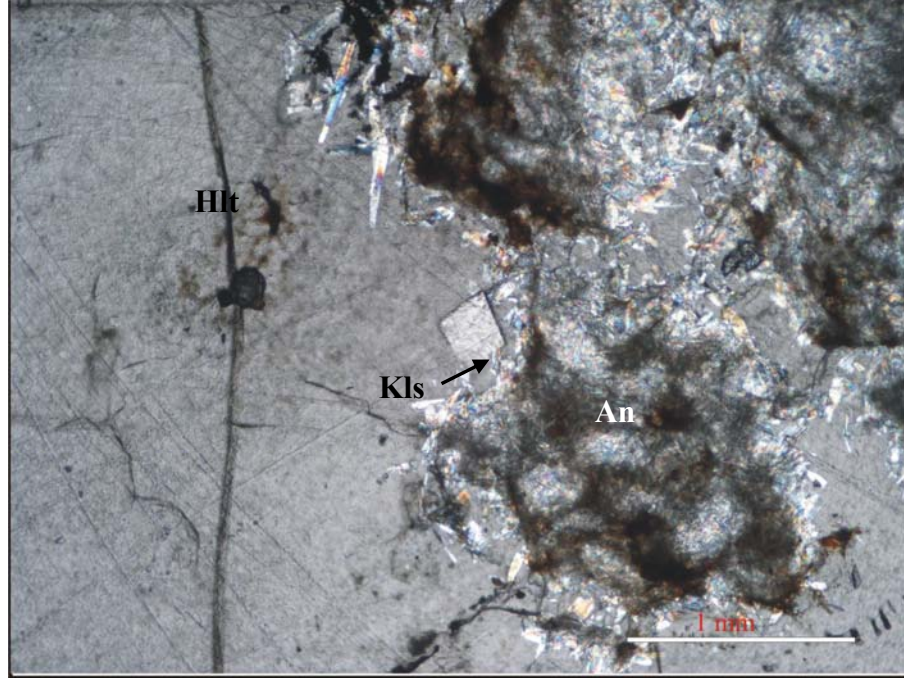
Şekil 3.8 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesindeki halit (tuz)'ler içerisinde gözlenen özşekli sölentin (St) kristalinin SEM görüntüsü ve EDS analizi.

### 3.4 Kalsit (CaCO<sub>3</sub>)

Formül	: CaCO <sub>3</sub>
Kristal Sistem	: Trigonal
Özgül Ağırlık	: 2.71
Sertlik	: 3

Doğada bol bulunan minerallerin başında gelir. Kireçtaşları ve mermerin ana bileşenidir. Birçok cevherleşmenin ana gang minerali olan kalsit, bu çalışmamızda

ince kesitlerde ve SEM’de görülmüştür (Şekil 3.1),mikroskopta görülen otijenik kalsitir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Halit (tuz) üzerinde görülen otijenik şekilli kalsit ve halit (tuz)’in anhidriti ornatması (Hlt: Halit, An: Anhidrit, Kls: Kalsit).

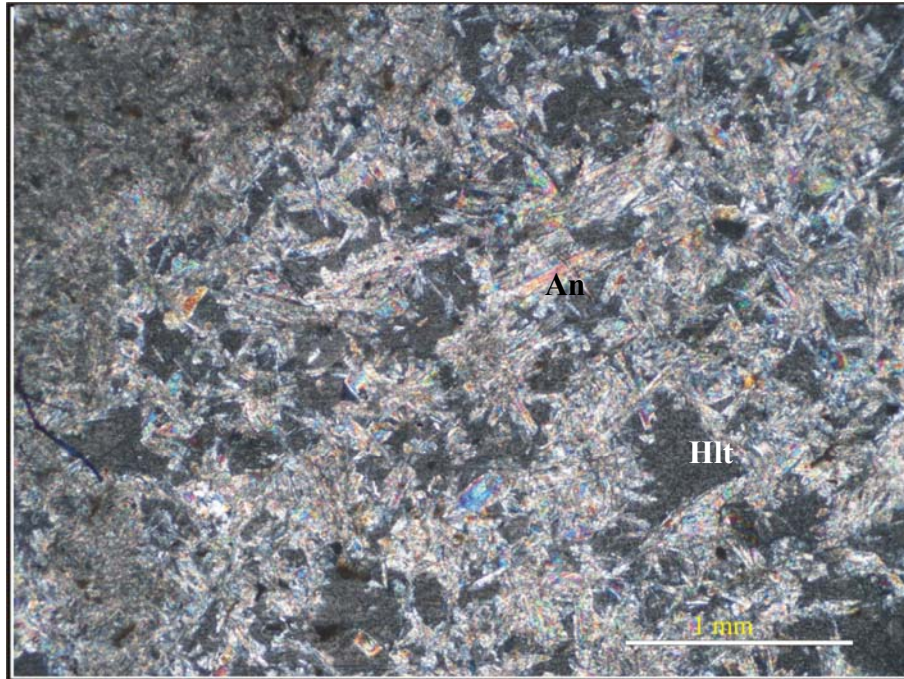
### 3.5 Halit (Tuz) (NaCl)

Formül	: NaCl
Kristal Sistem	: Kübik
Özgül Ağırlık	: 2.1 – 2.55
Sertlik	: 2.5

Çalışma alanlarından alınan halit (tuz) örneklerinin kil ve karbonatla arıdanmalı olmasına dikkat edilmiştir. Alınan bu numuneler sonucunda, iri kristalli halit (tuz) (Şekil 3.10), yeniden işlenmiş (rework) halit (tuz) kristalleri görülmüştür (Şekil 3.11). Yapılan SEM çalışmasında halit (tuz) minerali net bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 3.12).

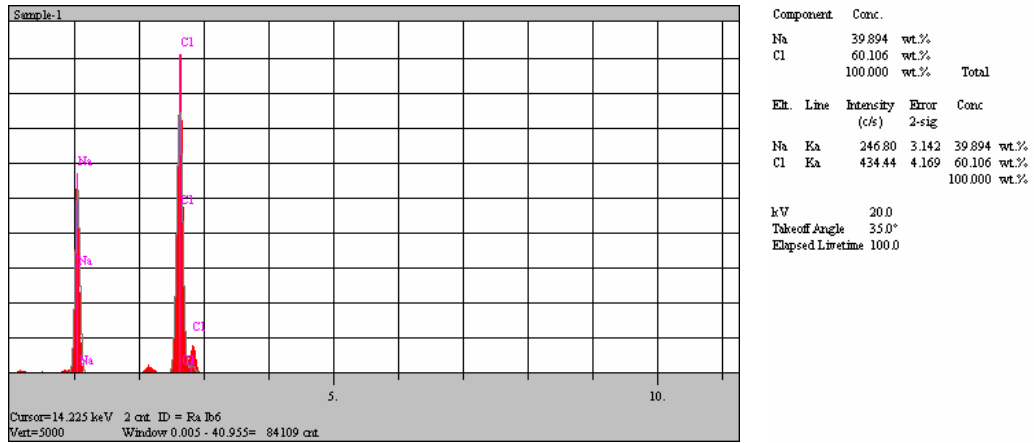
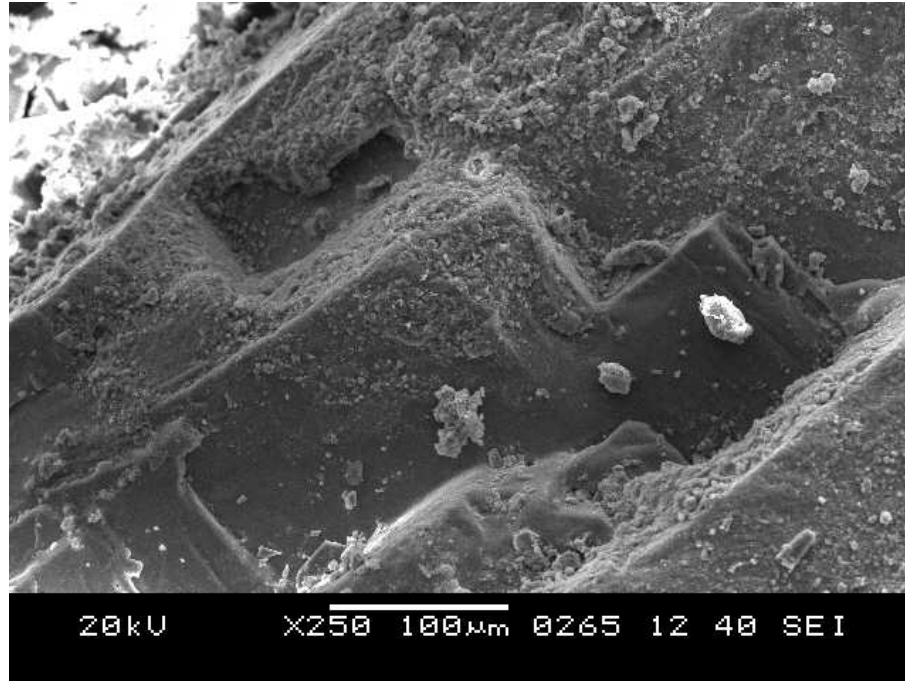


Şekil 3.10 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinden alınan halit (tuz) örneğinde iri halit (tuz) oluşumu, dilinim net gözlenmektedir (Hlt: Halit, An: Anhidrit).



Şekil 3.11 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinden alınan halit (tuz) örneğinde yeniden işlenmiş (rework) halit (tuz) kristallerinin anhidritler tarafından ornatılması (Hlt: Halit, An: Anhidrit).





Şekil 3.12 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinden alınan halit (tuz) örneğinde görülen kübik şekilli halit (tuz) kristalinin SEM görüntüsü ve EDS analizi.

## **BÖLÜM DÖRT**

### **YAPISAL JEOLJİ**

#### **4.1 Bölgenin Genel Yapısal Özelliği**

Doğu Anadolu'da paleotektonik dönemin en son çökelleri Alt Miyosen yaşlıdır ve bu çökeller denizel karakterdedirler. Genelde resifal bir ortamı belirleyen kayalardan oluşurlar. Orta Miyosen yaşlı birimlere Doğu Anadolu'da sınırlı alanlarda rastlanmaktadır. Çökeller, çoğun denizel fasiyeste ve regresif özelliktedir. Orta Miyosen istifleri, killi kireçtaşı, marn, kumtaşı, silttaşı gibi kayalardan oluşur (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Alt Miyosen yaşlı volkanitlerin adayayı türünde bir volkanizmaya ait oldukları düşünülmüştür (Şengör ve Yılmaz, 1981). Üst Miyosen kumtaşı, silttaşı, çakıltası ile başlar, killi kireçtaşı, tuf, aglomera ve volkanik akıntılarla devam eder. Üst Miyosen, altındaki birimler üzerinde uyumsuz olarak oturur. Pliyosen birimleri genellikle kumtaşı, silttaşı, marn, çakıltası, tuf, tüfit, aglomera ve gölsel kireçtaşları ile temsil edilir. Pleyistosen'de Doğu Anadolu'da karasal fasiyeste birimler gelişmiş olup, bunlar çoğunlukla göl veya akarsu birikimleridir. İyi tutturulmamış kumtaşı, çakıltası ve silttaşı ile kil, kum ve çakıl depoları ile temsil edilir. Bu kayalar alttaki birimlerin çakıllarını kapsar ve açılı bir uyumsuzlukla onların üstlerinde oturmaktadır. Holosen ise günümüz akarsuları ve göllerinin çökelleri ile temsil edilir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986)

#### **4.2 Çalışma Alanının Yapısal Özelliği**

##### ***4.2.1 Kağızman Bölgesinin Yapısal Özelliği***

Çalışma alanında antiklinal, senklinal şeklinde kıvrımlar, katman D/E değerleri ölçülmüş, birimler arasındaki uyumsuzluklar ve faylanmalar gözlenmiştir. Gözlemler sonucunda elde edilen veriler şu şekildedir.

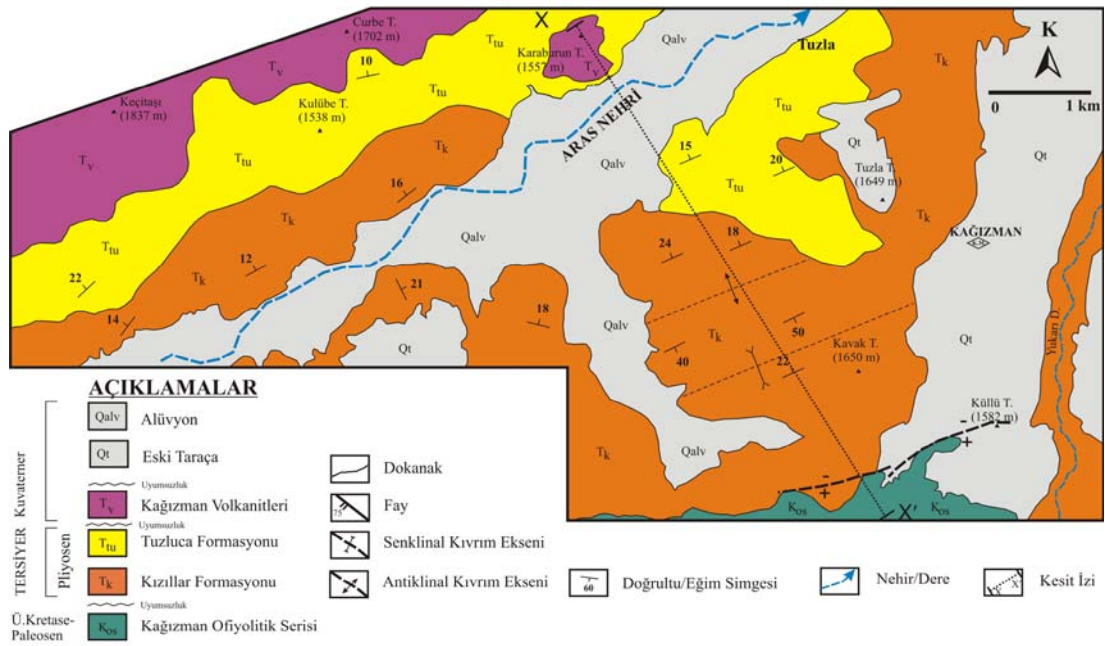


#### **4.2.1.1 Kıvrımlar**

Çalışma alanımızın GD'sunda bulunan Kızıllar formasyonu içerisinde antiklinal ve senklinal şeklinde kıvrımlar mevcuttur (Şekil 4.1). Aynı formasyondan alınan D/E değerleri sonucunda Kavak Tepe (1650 m)'nin KB'sında senklinal gözlenmiştir (Şekil 4.2). Aynı şekilde senklinalin KB'sında antiklinal gözlenmiştir (Şekil 4.2). Çalışma alanında gözlemlediğimiz antiklinal ve senklinalin kıvrım eksenlerinden D / E ölçümü alınamamıştır.



Şekil.4.1 Kızıllar Formasyonunda gözlemlenen tabakalanma ve kıvrımlanmanın görünümü (0336210/4443870).



Şekil.4.2 Kağızman yöresinde gözlenen antiklinal, senkinal, birimlerin D / E değerini ve uyumsuzlukları gösteren jeolojik harita.

#### 4.2.1.2 Doğrultu – Eğim Değerleri

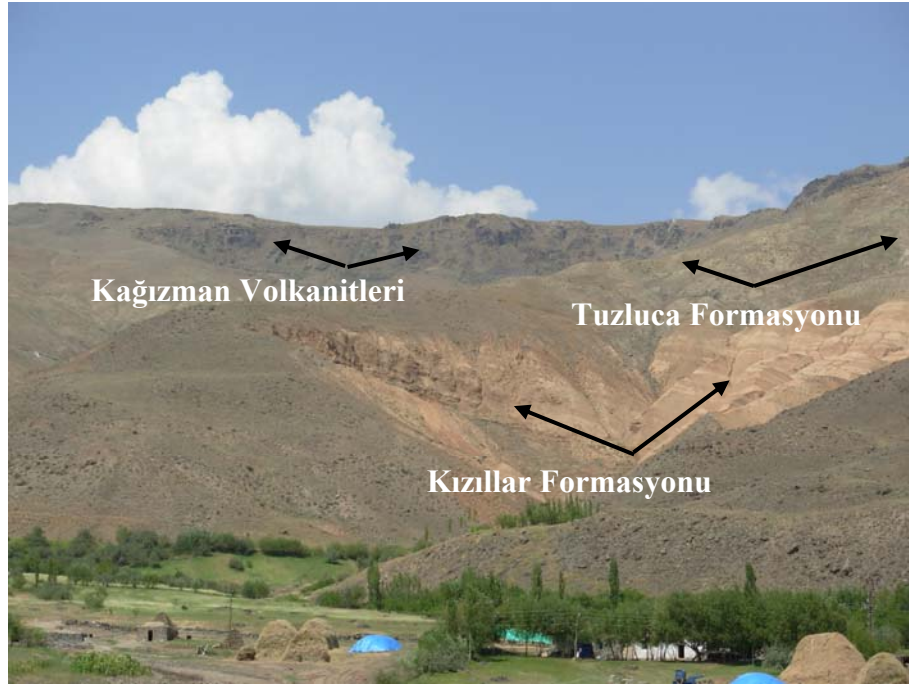
Çalışma alanımızda bulunan Kızıllar Formasyonu ve Tuzluca Formasyonlarında çeşitli D/E değerleri ölçülmüştür ve bu değerler jeolojik haritaya aktarılmıştır. Kızıllar Formasyonundaki birimler genelde K 45 - 60 D veya K 20 – 75 B / 40 – 50 GB veya 18 – 20 KD, 18 -21 KD konumludur. Tuzluca Formasyonundaki birimler K 35 – 50 D / 15 – 20 KB konumludur (Şekil 4.2).

#### 4.2.1.3 Uyumsuzluklar

Çalışma sahamızda Kağızman Ofiyolitik Serisi ile Kızıllar Formasyonu arasındaki uyumsuzluk (Şekil 4.3), Tuzluca Formasyonu ile Kağızman Volkanitleri arasındaki uyumsuzluk (Şekil 4.4), ve taraça / yamaç molozu ve alüvyon ile diğer birimler arasındaki uyumsuzluk (Şekil 4.2) gözlenmiştir.



Şekil.4.3 Ofiyolitik Seri ile Kızıllar Formasyonu arasında gözlenen uyumsuz dokanak (0336250/4442125).



Şekil.4.4 Kızıllar formasyonu ile Tuzluca formasyonu arasındaki uyumlu ve Tuzluca Formasyonu ile Kağızman volkanitleri arasındaki uyumsuz dokanağın görüntüsü (Fotoğraf Aras nehrinin güneyinden kuzeye doğru bakılarak çekilmiştir).

#### 4.2.1.4 Fay

Çalışma alanımızın GD'sunda Küllü Tepe (1582 m)'nin GB'sında K 60 D / 47 KB konumlu fay gözlenmiştir (Şekil 4.5). Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman Karmaşığı ile Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar formasyonu dokanağında görüldüğü için fayın türü ters fay olarak belirlenmiştir. Gözlemediğimiz bu fay yaklaşık olarak 2 km uzunluğundadır (Şekil 4.2).



Şekil.4.5 Çalışma alanımızda gözlemediğimiz ters fayın görüntüsü (0337728/4442416).

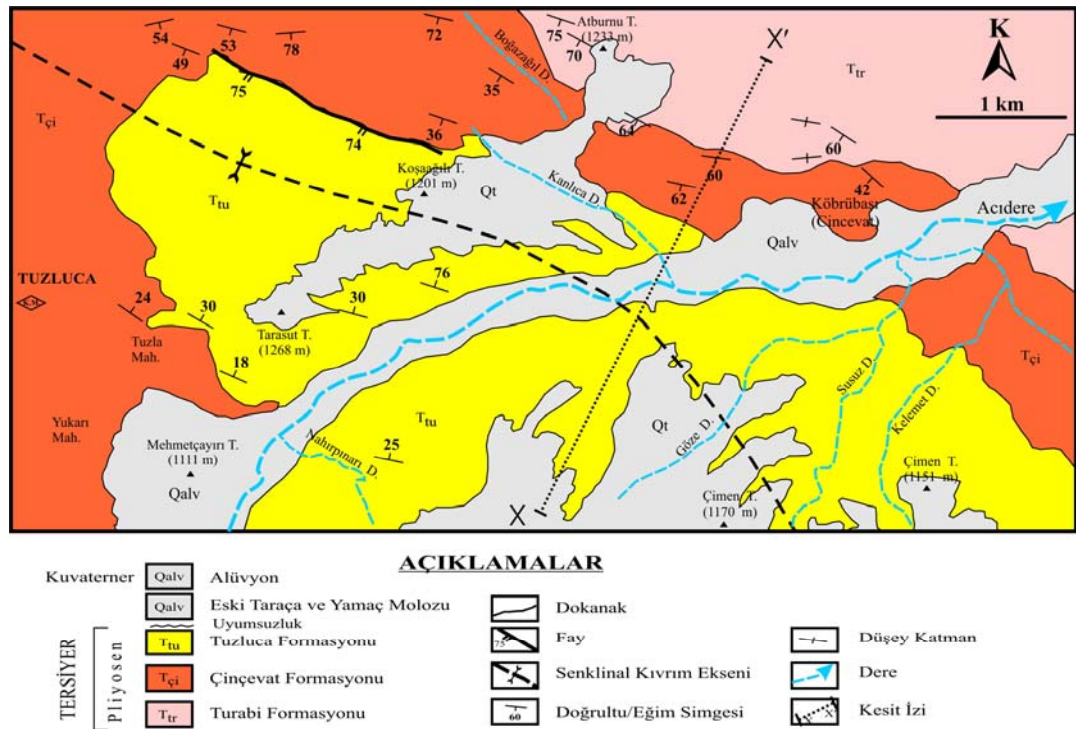
#### 4.2.2 Tuzluca Bölgesinin Yapısal Özelliği

Çalışma alanında senklinal şeklinde kıvrım görülmüş, katman D/E değerleri ölçülmüş, birimler arasındaki uyumsuzluklar ve fay gözlenmiştir. Gözlemlerimiz şöyledir.



#### 4.2.2.1 Kıvrım

Çalışma sahasımızda saptanan en önemli yapı Tuzluca ilçesinin KD'sunda yaklaşık KB – GD uzanımlı olan Tuzluca Senklinalidir (Şekil 4.6) ,Tuzluca senklinali Çinçevat Formasyonu ve Tuzluca Formasyonu içerisindeki birimlerin D/E değerlerine bakılarak çıkarılmıştır. Asimetrik olan bu senklinal Tuzluca ilçesinde kapanmakta, GD'ya doğru ise açılmaktadır (Çelik, E, 1979). Tuzluca Formasyonunu oluşturan tuz ve jipsin plastik özelliğinden ve tuzların sular tarafından eritilmesiyle meydana gelen hareketlenmelerle de küçük ölçekli kıvrımlar meydana gelmiştir (Şekil 4.7).



Şekil.4.6 Tuzluca bölgesinde görülen KB – GD uzanımlı Tuzluca senklinali ve çalışma alanındaki birimlerden alınan D / E değerleri.





Şekil 4.7 Çalışma alanımızda gözlemlediğimiz küçük ölçekli kıvrımın görüntüsü (0386476/4433552).

#### ***4.2.2.2 Doğrultu – Eğim Değerleri***

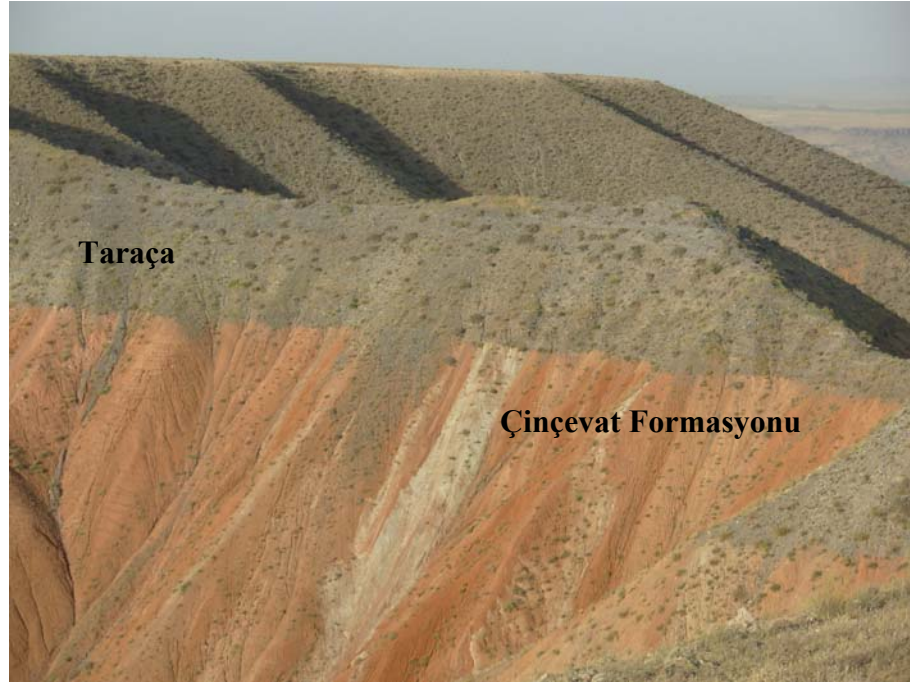
Çalışma alanımızda bulunan Turabi Formasyonu, Çiçevat Formasyonu ve Tuzluca Formasyonlarında çeşitli D/E değerleri ölçülmüştür ve bu değerler jeolojik haritaya aktarılmıştır. Turabi Formasyonu K 30 B / 60 – 75 GB konumludur. Çiçevat Formasyonu K 15- 30 B / 38 -40 GB ve K 5 – 15 D / 60 – 70 GD konumludur. Tuzluca Formasyonu K 20 – 30 B / 25 KD konumludur (Şekil 4.6).

#### ***4.2.2.3 Uyumsuzluklar***

Çalışma sahasında yamaç molozu / alüvyon ile diğer birimler arasındaki uyumsuzluk gözlenmiştir (Şekil 4.8 ve 4.9).



Şekil 4.8 Tuzluca formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiş alüvyon / yamaç molozu (0390369/4433983).



Şekil 4.9 Çiçevat formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiş taraça (0389677/4434979).

#### 4.2.2.4 Fay

Çalışma alanımızın KB'sında, Koşaağılı Tepe (1201 m)'nin KB'sında ve Tuzluca ilçesinin KD'sunda K 60 B / 75 GB konumlu normal fay tespit edilmiştir (Şekil 4.6, 4.8). Fay verisi olarak jips tabakalarının üzerinde gözlenen hematitleşme ve tuzlu su çıkışı kullanılmıştır.



Şekil.4.8 Çiğevat formasyonunu ile Tuzluca formasyonu arasındaki fay, bu fayın tabakalar arasındaki D/E değerlerini değiştirdiği gözlenmektedir (0387574/4435083).

## **BÖLÜM BEŞ**

### **EKONOMİK JEOLojİ VE KAYA TUZU İŞLETMELERİNİN DURUMU**

#### **5.1 Kağızman Kaya Tuzu Kapalı İşletmesi**

Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesi yatay açılmış yaklaşık 150 m uzunluğundaki ve 3 – 3,5 m genişliğindeki bir ana galeriden oluşmaktadır (Şekil 5.1). İşletmede topuklar 10x10 m ve odalar da 10 m genişlikte ve 7 – 10 m arasında oluşturulmuştur. Kaya tuzu bu oda topuk yöntemi ile işletilmektedir (Şekil 5.2). ‘Oda’ kısımlarında yer alan tuz kütlesi delme – patlatma işlemi ile kazanılır, ‘topuk’ kısımlardaki tuz kütlesi ise tavanı tutmak amacıyla yerinde bırakılır. Delme – patlatma yoluyla kazanılan tuz kamyonlarla dışarıya taşınmakta ve burada depolanmaktadır (Şekil 5.3). Doğal havalandırma vardır, aydınlatma elektrik ile sağlanır. Mağarada herhangi bir çatlak veya fay gözlenmemiştir.

Galeri girişinde ince katmanlı (5 – 30 cm ) olan ve birkaç cm kalınlığındaki siyah killerle ardalanmalı durumdaki kaya tuzu gözlenmektedir (Şekil 5.4), galeri girişinden yaklaşık 100 m ileride 2 – 2,5 m kalınlığındaki bantlı kil seviyesinden sonra kalın katmanlı (2 – 3 m) olarak devam etmektedir. Burada ince – orta katmanlı killer görülmektedir (Şekil 5.5).

Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesinde 1 adet tuz havuzu bulunmaktadır Bu havuza, kapalı işletme girişinde bulunan çatlaktan tuzlu su gelimi sağlanmaktadır ve buharlaştırma yöntemi ile beyaz renkli saf tuz elde edilmektedir (Şekil 5.6). Kaya tuzu işletmesinde bulunan bu havuzda, tuz sallarını ve kübik şekilli tuz kristallerini görmek mümkündür (Şekil.5.7).





Şekil.5.1 Kağızman kapalı tuz işletmesinin giriş galerisi (037980/4446750).



Şekil 5.2 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan oda ve topuğun görünümü. Odalardan dinamit ile patlatılan tuz, kırıcıdan geçirilerek istenen boyuta getirilir ve elde edilen bu tuz kamyon yardımıyla dışarı çıkarılıp stoklanır ve paketlenir.





Şekil.5.3 Odalardan dinamit ile patlatılan tuz, kırıcıdan geçirilerek istenen boyuta getirilir ve elde edilen bu tuz kamyon yardımıyla dışarı çıkarılıp stoklanır.



Şekil.5.4 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesi girişinde killere ardalanmalı tuz tabakası.



Şekil.5.5 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesinde görülen tuz tabakaları, tabakalar arasında ince – orta katmanlı killer gözükmemektedir.



Şekil.5.6 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesinde görülen tuz havuzu, bu havuza kapalı işletme girişinde bulunan bir çatlaktan sızan tuzlu su aktarılmaktadır.



Şekil.5.7 Kağızman kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan tuz havuzunda görülen tuz salları ve kübik şekilli tuz kristalleri.

### **5.1.1 Rezerv Durumu**

Gerçekte tuz rezervi potansiyeli oldukça zengin olan Kağızman'da detaylı bir rezerv etüdü yapılmamış olmasına rağmen muhtemel tuz rezervi 60 milyon ton'dur (Kağızman Tuzla Memurluğu Madeni İşletme Projesi).

### **5.2 Tuzluca Kaya Tuzu Kapalı İşletmesi**

Bugünkü kapalı işletme Tuzluca senklinalinin GB kanadında açılmış olup, yaklaşık K 30 D doğrultulu olan yatay açılmış 200 m uzunluğundaki ve 3 – 3,5 m genişliğindeki bir ana galeri ve yan galerilerden oluşmaktadır (Şekil 5.8). Tavan yüksekliği 6 -8 m arasında değişmektedir. Kaya tuzu yaklaşık 8 – 8,5 m boyutlu oda – topuk yöntemi ile işletilmektedir (Şekil 5.9). Doğal havalandırma vardır, aydınlatma elektrik ile sağlanır. Dinamit patlatılarak parçalanarak kamyonlarla dışarıya taşınmakta ve burada depolanmaktadır. Mağarada herhangi bir çatlak veya fay gözlenmemiştir.





Şekil.5.8 Tuzluca kapalı tuz işletmesinin giriş galerisi ve önceki zamanlarda açılmış eski galeriler (0386140/4434170).



Şekil 5.9 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan oda ve topuğun görünümü. Odalardan dinamit ile patlatılan tuz, birincil kırıcıdan geçirildikten sonra ikincil kırıcıdan da geçirilerek istenen boyuta getirilir ve elde edilen bu tuz kamyon yardımıyla dışarı çıkarılıp paketlenir.

Galeri girişinde ince katmanlı (5 – 30 cm ) olan ve birkaç cm kalınlığındaki siyah killere ardalanmalı durumdaki kaya tuzu, galeri girişinden yaklaşık 120 m ileride 2 – 2,5 m kalınlığındaki bantlı kil seviyesinden sonra kalın katmanlı (2 – 3 m) olarak devam etmektedir. Burada aradaki kil bantları yok denecek kadar azdır. Galeri girişinde yaklaşık 30° KD'ya eğimli olan kaya tuzu katmanları galeri içerisinde ilerledikçe daha az eğim sunarlar (Şekil 5.10).



Şekil.5.10 Tuzluca kapalı tuz işletmesinde bulunan az eğimli kaya tuzu tabakaları.

Kapalı işletme içerisinde bir kristal mağarası bulunmaktadır. İrili ufaklı çok düzgün tuz kristalleri özellikle mağaranın yan duvarlarında ve tabanında kristallenmişlerdir. Bu kristaller mağarayı basan suyun buharlaşması sonucu güncel olarak oluşmuşlardır (Şekil 5.11, 5.12). Ayrıca mağara tavanlarından damlayan tuzlu suların oluşturduğu sarkıt şeklindeki ince, uzun ve içi boş tuz oluşukları ilginç bir yapı sunmaktadırlar (Şekil 5.13). Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde 8 adet tuz havuzu bulunmaktadır (Şekil 5.14). Kapalı işletme içerisinde bulunan tuz mağarasından bu havuzlara tuzlu su aktarılır ve buharlaştırma yoluyla çok saf tuz elde edilir (Şekil 5.15). Kaya tuzu işletmesinde bulunan havuzlarda şevron şekilli tuz oluşumlarını, tuz sallarını ve kübik şekilli tuz kristallerini görmek mümkündür (Şekil. 5.16, 5.17).





Şekil.5.11 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesi içerisinde bulunan tuz mağarası, bu mağarayı basan suyun sayesinde oluşmuş gölün görüntüsü.



Şekil.5.12 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan mağaranın duvarlarında oluşan kübik şekilli kaya tuzunun görünümü.



Şekil.5.13 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan mağara tavanından damlayan suyun oluşturduğu sarkıt şeklinde yapının görünümü.



Şekil.5.14 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan tuz havuzları ve bu havuzlarda buharlaşma yoluyla önceden elde edilmiş beyaz tuzların görünümü.





Şekil.5.15 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesindeki mağaranın içinde bulunan gölden alınan tuzlu suyun görünümü.



Şekil.5.16 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan havuzlarda çökelen tuzun oluşturduğu şevron şeklinde kıvrım.



Şekil.5.17 Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmesinde bulunan havuzlarda gözlenen tuz salları (kırmızı zemin üzerinde bulunan dairesel şekilli oluşum), ve kübik şekilde kristallenmiş tuz kristalleri.

### **5.2.1 Rezerv Durumu**

Çelik, E. (1979), yaptığı çalışmalar sonucunda sahada maksimum 100 m kalınlığa ulaşan ve 4 km<sup>2</sup>'lik bir alana yayılan tuz kütlesi saptamıştır. Tuzluca kaya tuzu yatağının görünür rezervi 613 milyon ton, muhtemel rezervi ise 226 milyon tonu bulmaktadır. Buna göre yatağın toplam rezervi 840 milyon tondur (MTA Tuz Envanteri, 1976). Bu rezerv miktarı, Türkiye'nin toplam 3,826 milyar ton olan kaya tuzu rezervinin % 22'sini oluşturmaktadır.



## BÖLÜM ALTI

### SONUÇLAR

1. Çalışma alanlarının 1 / 25000 ölçekli jeolojik haritaları ve 1 / 25000 yatay 1 / 10000 düşey ölçekli jeolojik kesitleri hazırlanmıştır.
2. Kağızman yöresinde yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda inceleme alanının en yaşlı biriminin Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman Karmaşığının olduğu belirlenmiştir.
3. Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman Karmaşığı, peridotit, serpantinit, gabro, bazalt ve kireçtaşı blokları ile piroklastik ve epiklastik bir matriksten oluşur.
4. Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kağızman Karmaşığını, Erken Pliyosen yaşlı çamurtaşı – kumtaşı – çakıltaşı ardalanmasından oluşan Kızıllar Formasyonu uyumsuz olarak üstlemektedir.
5. Çamurtaşı – kumtaşı – çakıltaşı ardalanmasından oluşan Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar Formasyonuna isim, bu çalışmada verilmiştir.
6. Geç Pliyosen yaşlı kiltası, jips, marn ve tuzdan oluşan Tuzluca Formasyonu, Erken Pliyosen yaşlı Kızıllar Formasyonunu uyumlu olarak üstlemektedir.
7. Kuvaterner yaşlı tuf ve bazaltdan oluşan Kağızman Volkanitleri, Geç Pliyosen yaşlı Tuzluca Formasyonunu uyumsuz olarak üstlemektedir.
8. Ofiyolit, çakıltaşı, kumtaşı, kiltası – marn gibi kayalardan türemiş blok, çakıl, kum, silt ve killerden oluşan yamaç molozu / alüvyon tüm birimleri uyumsuz olarak üstlemektedir.

9. Tuzluca yöresinde yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda inceleme alanının en yaşlı birimini kıltaşı – marn ardalanmasından oluşan Erken Pliyosen yaşlı Turabi Formasyonu oluşturmaktadır.
10. Çamurtaşları, kumtaşları ve çakıltaşlarından oluşan Erken Pliyosen yaşlı Çinçevat Formasyonu, Erken Pliyosen yaşlı Turabi Formasyonunu uyumlu olarak üstlemektedir.
11. Geç Pliyosen yaşlı kıltaşı, jips, marn ve tuzdan oluşan Tuzluca Formasyonu, Erken Pliyosen yaşlı Çinçevat Formasyonunu uyumlu olarak üstlemektedir.
12. Serbest ve gevşek bir yapıda gözlenen ve çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı – marn ardalanmalarından türemiş yamaç molozu / alüvyon tüm birimleri uyumsuz olarak üstlemektedir.
13. Çalışma alanlarından alınan 2 adet örneğin SEM analizleri yapılmış ve özşekilli anhidrit, jips, kalsit, tuz ve sölestin kristalleri gözlenmiştir.
14. Yapılan ince kesit ve SEM çalışmaları sonucunda otijenik kalsit oluşumu gözlenmiştir.
15. Kağızman yöresinde GB – KD uzanımlı antiklinal ve senklinal gözlenmiştir.
16. Kağızman yöresinde K 60 D / 47 KB konumlu ters fay gözlenmiştir.
17. Tuzluca yöresinde yapılan incelemelerde KB – GD uzanımlı Tuzluca Senklinali gözlenmiştir.
18. Tuzluca yöresinde K 60 B / 75 GB konumlu normal fay gözlenmiştir.
19. Kağızman ve Tuzluca kaya tuzu kapalı işletmelerinde oda – topuk yöntemi ile üretim yapılmaktadır.

20. Kaya tuzu kapalı işletme içerisinde yataya yakın kaya tuzu katmanları gözlenmiştir.
21. Kaya Tuzu işletmelerinde bulunan çöktürme havuzlarında şevron şeklinde kıvrımlanmış tuz, kübik şekilli tuz ve tuz salları gözlenmiştir.
22. Kağızman ve Tuzluca kaya tuzu rezerv miktarları belirtilmiştir.

## KAYNAKÇA

Çelik, E., 1979, Tuzluca Kaya Tuzu Etüd ve Aramaları Ön Raporu, MTA Enstitüsü Genel Direktörlüğü Endüstriyel Hammaddeler Dairesi, Endüstriyel Tuzlar Servisi, 16 Sayfa, ANKARA.

Eşder, T., 1967, Orta Aras Depresyon Bölgesinin 1 / 25000 Ölçekli Etüd Raporu, MTA Derleme No: 42543,105 Sayfa, ANKARA.

Helvacı, C., 2002 Evaporit Jeolojisi ve Türkiye Borat Yatakları (Kurs Notları), MTA, Ankara

Kağızman Tuzla Memurluğu Madeni İşletme Projesi, (Yayımlanmamış).

Kıral, K., Çağlayan, A., 1980, Kağızman (Kars) – Ağrı – Taşlıçay (Ağrı) Dolayının Jeolojisi, 88 Sayfa, Ankara

Shearman, D. J., and Fuller, J.G.C.M., 1969, Anhydrite diagenesis, calcitization, and organic laminites, Winnipegosis Formation, Middle Devonian, Saskatchewan. Bull. Can. Soc. Pet. Geol., 17: 496 -525.

Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986, Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri, 94 Sayfa

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A Plate Tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181 – 241.

Türkiye Tuz Envanteri, 1977, MTA Enstitüsü Yayın No: 164, Ankara, s. 50.

Tüysüz, N., Kazıkkaya (Kağızman – Kars) Plaserlerindeki Altının Dağılımı ve Kökeni, MTA Dergisi 113, 105 – 112, 1991.

www.nasa.gov, 2007