

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

**SİVRİCE – GÖZELİ (ELAZIĞ) CİVARI
DRENAJ JEOKİMYASI**

Jeoloji Mühendisi Sibel KAYĞILI

**Yüksek Lisans Tezi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd.Doç. Dr. Leyla KALENDER
AĞUSTOS-2010**

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

**SİVRİCE - GÖZELİ (ELAZIĞ) CİVARI
DRENAJ JEOKİMYASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisi Sibel KAYĞILI

(08116102)

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Temmuz 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Ağustos 2010**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Leyla KALENDER (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALTUNBEY (F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. Neslihan DURANAY (F.Ü)**

AĞUSTOS-2010

ÖNSÖZ

“Sivrice-Gözeli (Elazığ) Civarı Drenaj Jeokimyası” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya bilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FÜBAP- 1879 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ ne teşekkür ederim.

Bu çalışmanın hazırlanması, arazi ve büro çalışmalarında yönlendirici ve bilgilendirici katkı ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Leyla KALENDER’e teşekkürlerimi sunarım.

Bölümümüzün öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’a tezimizin hazırlanması aşamasında yardımlarından ve desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim. Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALTUNBEY’e, Yrd. Doç. Dr. Murat İNCEÖZ’e, Yrd. Doç. Dr. Bünyamin AKGÜL’e çok teşekkür ederim. Örneklerimizin en kısa sürede gönderilmesi aşamasında yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Özlem Öztekin OKAN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımın farklı aşamalarında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Güllü KIRAT’a, Arş.Gör. Seda BAKIR’a, Arş. Gör. Serap ÇOLAK’a, Arş.Gör. Nevin ÖZTÜRK’e, Arş.Gör. Sevim ÖZULUKALE’ye ve Jeoloji Mühendisi Suna ÇİÇEK’e teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımın düzenli şekilde yürütülmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Oltu Yer Bilimleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM ve Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç. Dr. Ekrem KALKAN hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmalarım esnasında göstermiş oldukları sonsuz sabır ve manevi desteklerinden dolayı sevgili aileme, Prof. Dr. Ercan AKSOY ve Perihan AKSOY hocama içtenlikle teşekkür ederim.

Sibel KAYGILI
ELAZIĞ-2010

ÖZET

Bu çalışma kapsamında Gözeli-Sivrice (Elazığ) civarı drenaj jeokimyası çalışması yapılmıştır.

Bölgede yaşlıdan gence doğru, Permo-Karbonifer yaşlı Pütürge Metamorfikleri, Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar görülmektedir. Çalışma alanı KD-GB uzanımlı Doğu Anadolu Fay zone üzerinde bulunan Kürk Dere ve İringil Dere ve kollarını kapsamaktadır. Fe, Mn, Cu cevherleşmeleri, Canuşağı Köyü'nün güneydoğusunda ve Maden Karmaşığı'nın çamurtaşları içerisinde mercer şekline bulunmaktadır. Başlıca cevher mineralleri hematit, piroluzit, pirit, azurit, malahit ve limonittir.

İnceleme alanında 53 farklı örnek noktasından alınan dere kumu örnekleri farklı tane boylarında elenerek (-80 ve -200 mesh) iki farklı çözündürme yöntemi ile analiz edilmiştir. -200 mesh tane boyunda ikinci yöntemle yapılan analizlerde (3HCl-HNO₃ ve HF- HNO₃-HCl) diğer yöntemle oranla Au değerleri hariç metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin artması metallerin iyon değişim kapasitesine ve adsorbsiyon özelliğine bağlı olmalıdır. Pozitif korelasyon katsayıları dikkate alındığında metal dağılımlarının 1) Ni-Co-Cu, 2) Mo-Zn-Ag-Ba-Cd ve 3) Fe-Mn-Ti-V-As-Sb-Sc olmak üzere üç grup içerisinde gruplandığı ve Fe, V, Ti ve Cd değerlerinin bütün NTE ile yüksek pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışma alanında Kızılpara Dere civarında yüksek anomali gösteren elementler (As, Cd, Pb, Sb ve Se) varlığı, belirlenen bakırlı demir cevherleşmelerinden kaynaklanmaktadır. Farklı kollarda varlığı tespit edilen As, Cd, Pb, Sb ve Se anomalileri, Köy Dere, Gök Dere, İringil Dere civarında da muhtemel cevherleşmelerin olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dere kumu, Gözeli, jeokimya, Sivrice

SUMMARY

Drainage Geochemistry Arund of Gözeli - Sivrice, Elazığ, Turkey

This study includes drainage geochemistry of Gözeli vicinity. Geological units of the study area are represented from old to young by Pütürge Metamorfits (Permo-Carboniferous); Guleman Ophiolites (Jurassic-Lower Cretaceous); Elazığ Magmatits (Upper Cretaceous); Maden Complexs (Middle Eocene) and Alluvium (Quaternary).

Drainage systems are accur Kürt Stream and İringil Stream which are located on East Anatolian Fault Zone (NE-SW). The known Fe, Mn, Cu mineralizations were observed in the South east of Canuşağı Villiage as lensoid and stratiform bodies in mudstone from Maden Complex. The main are minerals are pyrolusite, hematite, pyrite, limonite and carbonate minerals of copper.

Stream sediments samples were taken from the study area, and a total of 53 samples were sieved to two different size fraction (-80 and -200 mesh). Two digestion methods(3HCl-HNO₃ ve HF- HNO₃-HCl) were used to elements analysis by ICP-OES methods. Both methods were correlated and higher concentrations of nearly all elements except for Au are typically found in the finest grain (size fraction, -200 mesh). It shows that the high metal concentrations in fine size fractions may be associate with ion exchanged capacity and adsorbed of metals.

According to possitive correlation coefficients were detected three groups of metal distributions. 1) Ni-Co-Cu 2)Mo-Zn-Ag-Ba-Cd 3) Fe-Ti-V-As-Sb-Sc. Especially, high possitive correlation coefficients were detected between Fe, V, Ti, Cd and REE (Rare Earth Elements).

In the study area, high geochemical anomalies (As, Cd, Sb, Se) mainly in the ephemeral streams, extend several hudreds of meters downstream from the known Cu-Fe mineralization. The other anomalies were detected arund of unknown mineralizations tribulate of the Gök, Köy and İringil streams. These results may indicate probably Cu, Fe, Mn mineralizations in the Köy Dere and Gök Dere area.

Key Words: Geochemistry, Gözeli, Sivrice, Stream sediment

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	III
SUMMARY	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Konusu	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Yöntem ve Teknikleri.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. COĞRAFİK DURUM	6
4. GENEL JEOLojİ	7
4.1. Pütürge Metamorfitleri	8
4.1.1. Tanım.....	8
4.1.2. Dağılım	8
4.1.3. Litoloji	8
4.1.4. Yaş	8
4.1.5. Oluşum Ortamı	9
4.2. Maden Karmaşığı.....	9
4.2.1. Tanım.....	9
4.2.2. Dağılım	9
4.2.3. Litoloji	10
4.2.4. Yaş	10
4.2.5. Oluşum Ortamı	11

5.	YAPISAL JEOLJİ	13
6.	PETROGRAFİ	14
6.1.	Kayaç Mineralojisi	14
6.2.	Cevher Mineralojisi	15
6.3.	Materyal Metot	17
6.4.	SEM ve EDX İncelemeleri	18
7.	JEOKİMYA	22
7.1.	Jeokimyasal Prospeksiyon	22
7.2.	Drenaj Jeokimyası	22
7.3.	Analitik Metot	23
8.	ANA VE İZ ELEMENT JEOKİMYASI	30
9.	NADİR TOPRAK ELEMENTİ JEOKİMYASI	36
10.	ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	38
11.	TARTIŞMA	43
12.	SONUÇLAR	48
	KAYNAKLAR	50
	ÖZGEÇMİŞ	58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	6
Şekil 4. 1. Çalışma alanının genel jeoloji haritası	7
Şekil 4. 2. Çalışma alanında Maden Karmaşığı'na ait birimlerin görüntüsü	11
Şekil 4. 3. Maden Karmaşığına ait volkano-sedimanter ve bazik birimler	12
Şekil 6. 1. Andezitlerdeki plajiyoklas kristalleri	14
Şekil 6. 2. Kumtaşları'nın mikroskopik görünümü	15
Şekil 6. 3. Piroluzitler'den bir görünüm	16
Şekil 6. 4. Hematit ve piritlerin mikroskopik görünümü	16
Şekil 6. 5. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	17
Şekil 6. 6. Dentom vakum aleti	18
Şekil 6. 7. Asihavuç Dereden alınan örneğe ait SEM görüntüsü	19
Şekil 6. 8. Asihavuç Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü	19
Şekil 6. 9. Asihavuç Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü	20
Şekil 6.10. Köy Dereden alınan örneğe ait SEM görüntüsü	20
Şekil 6.11. Köy Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü.	21
Şekil 7.1. Örnekleme haritası	25
Şekil 10. 1. As'ın anomali haritası	38
Şekil 10. 2. Cd'un anomali haritası	39
Şekil 10. 3. Cu'ın anomali haritası.	39
Şekil 10. 4. Fe'in anomali haritası.....	40
Şekil 10. 5. Mn'ın anomali haritası.	40
Şekil 10. 6. Sb'nın anomali haritası	41
Şekil 10. 7. Se'un anomali haritası	41

Sayfa No

Şekil 10. 8. Pb'un anomali haritası.....	42
Şekil 10. 9. Zn'nun anomali haritası	42
Şekil 11. 1. $\text{HNO}_3\text{--HCl}$ ve $\text{HF- HNO}_3\text{--HClO}_4$ asitlerinde çözünen örneklerin kıyaslanması	45

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 7. 1. Birinci yöntem için dedeksiyon limiti ve üst sınır değeri.....	26
Tablo 7. 2. İkinci yöntem için dedeksiyon limiti ve üst sınır değeri	28
Tablo 8. 1. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin ana element içeriği	31
Tablo 8. 2. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin iz element içeriği	31
Tablo 8. 3. Birinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri.....	33
Tablo 8. 4. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri.....	34
Tablo 8. 5. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin korelasyon ilişkisi	35
Tablo 9. 1. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin NTE analiz sonuçları.	36
Tablo 9. 2. NTE özet istatistik değerleri	37
Tablo 9.3. İkinci yöntemle çözdürülmüş örneklerin korelasyon-NTE ilişkisi.....	37

1.GİRİŞ

Gözeli-Sivrice (Elazığ) civarı drenaj jeokimyası başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında, 2008-2010 yılları arasında yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

1.1.Çalışmanın konusu

Gözeli-Sivrice (Elazığ) civarı dere kumu jeokimyası konulu bu çalışma kapsamında, Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Kürt Deresi, Öksü Dere, Asihavuç Dere, Kızılpapa Dere, Gök Dere, Köy Dere ve İringil Derede jeokimyasal prospeksiyon incelemeleri yapılmıştır.

1.2.Çalışmanın Amacı

Bölgede bilinen en eski maden yatağı, Maden Karmaşığı (Orta Eosen)'na ait diyabazlarla ilişkili olarak gelişen Maden masif sülfid bakır yatağıdır. Bundan başka Maden Karmaşığı ile ilişkili birçok cevherleşme bulunmaktadır. Zahuran (Maden) Bakır cevherleşmeleri, hem yastık lavlar içerisinde gelişen volkano-sedimanter oluşuklar hem de faylanma ile ilişkili olarak iki farklı tipte oluşmuştur. Faylanma ile gelişen cevherleşmeler derinlere doğru, cevher mineral bileşimindeki değişme ile kıymetli metallere geçiş göstermektedir (Üstüntaş ve Sağıroğlu, 1993). Bölgede, Maden Karmaşığı ile ilişkili manganez yatakları, Beyhan, Palu, Sarıkamış, Koçkale, Germili ve Hazar, Malatya çevresinde ise Alihan ve Komik bölgelerinde kırmızı renkli çamurtaşları içerisinde genellikle mercek, kafa ve tabakalar halinde görülmektedir (Öztürk, 2008). Ay vd. (2004), Sivrice (Elazığ) ile Çelikhan (Adıyaman) arasındaki tektonik hatlarda gelişmiş Cu ve Au cevherleşmeleri ile Cu, Pb, Zn ve As ile Sb anomalileri belirlemişlerdir. Uslu (Sivrice) Cu ve Sey Deresi (Kale) Au-Cu mineralizasyonu Pütürge Metamorfikleri'ne ait şistler ile Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları arasındaki tektonik hatta bulunmaktadır. Bölgenin bilinen cevherleşmeleri, bindirme kuşağı ile Doğu Anadolu Fay Zonu ile uyum içerisinde.

Yukarıda bahsedilen araştırmacılar tarafından, Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca Maden Karmaşığı içerisinde yer alan cevherleşmelerin bir kısmı önceden incelenmiş olup ancak Gözeli, Canuşağı, Taşlıyayla ve Yürekaya bölümü tamamlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, Fırat Nehri'ne kadar fay zonu üzerinde gelişen drenaj sistemi yardımı ile

önceki jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarına katkı sağlamak ve henüz varlığı bilinmeyen mineralizasyonları ortaya çıkarmaktır.

1.3.Çalışma Yöntem ve Teknikleri

Arazi çalışmalarına başlamadan önce, bölge ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında önceden belirlenen drenaj sistemi üzerinde sistematik olarak dere kumu örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler doğal ortam koşullarında kurutulduktan sonra farklı elek boyutlarında elenmiştir ve dağılım profili boyunca ana, tali, iz element değişimleri karşılaştırılmıştır. Örneklerin ana ve iz element analizleri, ICP-OES ile yapılmıştır. Elde edilen kimyasal analiz sonuçları ile SURFER8 programı kullanılarak anomali haritaları oluşturulmuş ve jeostatistik analizleri yapılarak veri dağılımları yorumlanmıştır. Anomali haritaları esas olarak farklı cevherleşme lokasyonlarını belirlemede oldukça yararlıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Birçok araştırmacı tarafından yörenin jeotektonik evrimi, temel ve örtü kayaçlarının jeolojik özellikleri, bölgede bulunan farklı tipteki maden yatakları ve cevherleşmeler çalışılmıştır. Ancak inceleme alanında herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Perinçek (1979a, 1979b, 1980a, 1980b), yaptığı incelemelerde bölgenin jeodinamik evrimini açıklamaya çalışmıştır. Yazar elde ettiği bulgularla bölgede Üst Kretase ve Orta Eosen’de iki aktif kıta kenarının etkin olduğunu, bunlardan ilkinin Elazığ Magmatitleri’ni, ikincisinin de Maden Karmaşığı’nı meydana getirdiğini belirtmektedir. Araştırmacı, bölgede güneyden kuzeye doğru Pütürge, Elazığ ve Keban naplarının varlığını kabul etmekte ve Pütürge napının tabanını Kenar Kıvrımları Kuşağı’nın sınırladığını belirtmektedir.

Yazgan (1981, 1983, 1984), Malatya–Elazığ dolaylarındaki magmatik ve metamorfik kayaçların petrografik ve petrolojik özelliklerini inceleyerek, bölgenin jeotektonik evrimi ile ilgili modeller geliştirmiştir. Bu araştırmacıya göre, bölgede biri Üst Kretase, diğeri Orta Eosen’de iki etkin kıta kenarı gelişmiş ve bunlardan Üst Kretase’de etkin kıta kenarı üzerinde, Orta Eosen’deki etkin kıta kenarı üzerinde ise Maden Karmaşığı oluşmuştur.

Bingöl (1982, 1984, 1987), özellikle Elazığ çevresinde detaylı çalışmalar yapmıştır. Yazar çalışmalarında Elazığ Magmatitleri’ni aktif bir kıta kenarı ürünü olarak yorumlamış, ayrıca Guleman Grubu’nun kümülatları üzerinde yaptığı petrografik çalışmalarla bunların okyanusal kabuğa ait ürünler olduğunu ve kuzeyden güneye Arap Levhası üzerine taşındığını belirtmiştir.

Hempton ve Savcı (1982), Elazığ–Sivrice civarındaki araştırmalarında, Elazığ Magmatitleri’ni Elazığ Volkanik Karmaşığı olarak ele almış ve karmaşığı kuzeyden güneye doğru üç birliğe ayırarak petrografik ve tektonik açıdan incelemişlerdir. Birinci birlik bazaltik yastık lavlar, diyabaz ve metagabrodan meydana gelmiş olup diyorit, granodiyorit ve andezitik sokulumlar ile kesilmişlerdir. Bu birliğin kayaçları çoğunlukla asidik dayklar ve stoklar tarafından kesilmişlerdir. Bu dayklar Sivrice’nin batısında ve Gözeli köyü yakınlarında yastık lavları kesen büyük granodiyoritik kütleler, Kürk köyü kuzeyinde yastık lav ve diyabazları kesen diyoritik stoklar ve Aluncuk köyünün batısında yastık lavları kesen andezitik dayklar ile temsil edilirler. Her ne kadar, çoğu bölgelerde ilksel magmatik doku korunmuşsa da tüm bu sokulumlar şiddetli olarak altere olmuşlardır. Bunlar genellikle kuvars, klinozoisit, epidot, klorit, albit ve serizit içerirler. İkinci birlik ise

ojit-andezitik lav akıntıları, volkanik kökenli tortullar, aglomera ve bazaltik-andezitik yastık lavlar ve felsik dayklarca kesilmiş peperitler ile temsil edilirler. Üçüncü birlik karmaşığın tavanını temsil etmektedir. Az oranlarda bazaltik-andezitik yastık lavlar ile çoğunlukla hornblend-andezit, andezit ve volkanoklastik tortullardan meydana gelmiştir. Araştırmacılar Güneydoğu Anadolu'daki hareket yönü güneye doğru olan Eosen sonu bindirmelerinin, karmaşıқта kabaca kuzeye eğimli, kendi içinde de ekaylanmış bindirme dilimlerine neden olduğunu, karmaşığın tabanında yer alan güneydeki dilimin metamorfize olmasına karşın, tavan dilimini oluşturan kuzeydeki dilimin metamorfize olmadığını belirtmektedir. Araştırmacılar karmaşığı ilksel-ensimatik adayayı ürünü olarak yorumlamışlardır.

Hempton vd. (1983), Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Hazar Gölü civarında yaptıkları çalışmada, gölün doğrultu atımlı faylar üzerinde gelişen bir çek-ayır havza olduğu fikrini ileri sürmektedirler.

Aktaş ve Robertson (1984), Maden Karmaşığı'na ait volkanik kayalarda yaptıkları jeokimyasal çalışmalara dayanarak, karmaşığın kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerindeki yay önü bölgede gelişen çek-ayır havzada oluştuğunu belirtmektedirler.

Sungurlu vd. (1985), Toros Orojenik Kuşağı'nın doğu kesimlerinde yaptıkları araştırmada, bölgede yer alan birimleri otokton ve allokton, paraallokton ve neotokton birimler olarak gruplandırmışlar ve bunların büyük bir bölümünün allokton birimlerden oluştuğunu, bu birimlerin güneydeki Arabistan Levhası şelf sedimanları üzerine tektonik birimler halinde itildiğini belirtmişlerdir.

Turan (1992), Elazığ bölgesindeki tektonik yapıları bir bütün olarak incelemiş ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yerini açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, bölgenin hem Paleotektonik, hem de Neotektonik dönemde etkin bir tektonizma faaliyetine maruz kaldığını, bu tektonizma neticesinde bölgenin Üst Kretase sonu, Orta Eosen sonu ve Orta Miyosen'de K–G doğrultulu yoğun sıkışma altında kaldığını ve bölgedeki tektonik yapıların bu sıkışma dönemlerinde oluştuğunu belirtmektedir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde maden yatakları üzerine birçok çalışma vardır. Maden Karmaşığı içerisinde manganez ve bakır cevherleşmeleri bulunmaktadır.

Bölgede, Kavallı (Helezür), Uslu (Sivrice) bakır ve mangan cevherleşmeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir (Suiçmez, 1999; Aydın vd., 2003; Öztürk, 2008).

Suiçmez (1999), Elazığ Mağmatitleri ile ilişkili Kavallı bakır cevherleşmeleri civarında drenaj jeokimya çalışmaları yapmıştır. Aydın vd. (2003), Uslu (Sivrice) bakır

cevherleşmelerinin jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Cu-Sb-As anomalileri yardımıyla Cu yatağının varlığını tespit ettiklerini ve cevherleşmelerin Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları içerisinde ağsı ve saçınımlı olarak bulunduğu, cevher minerallerinin bornit, kovellin, dijenit, kalkopirit-malahit, idait, fahlerzden oluştuğunu belirtmektedir.

Öztürk (2008), Maden Karmaşığı içerisindeki manganez yataklarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini inceleyerek, manganez cevherleşmelerinin Maden Karmaşığına ait çamurtaşları içerisinde mercek, kafa ve tabakalar şeklinde oluştuğunu ve cevher mineralinin manganit, rodokrozit ve piroluzit olduğunu belirtmektedir.

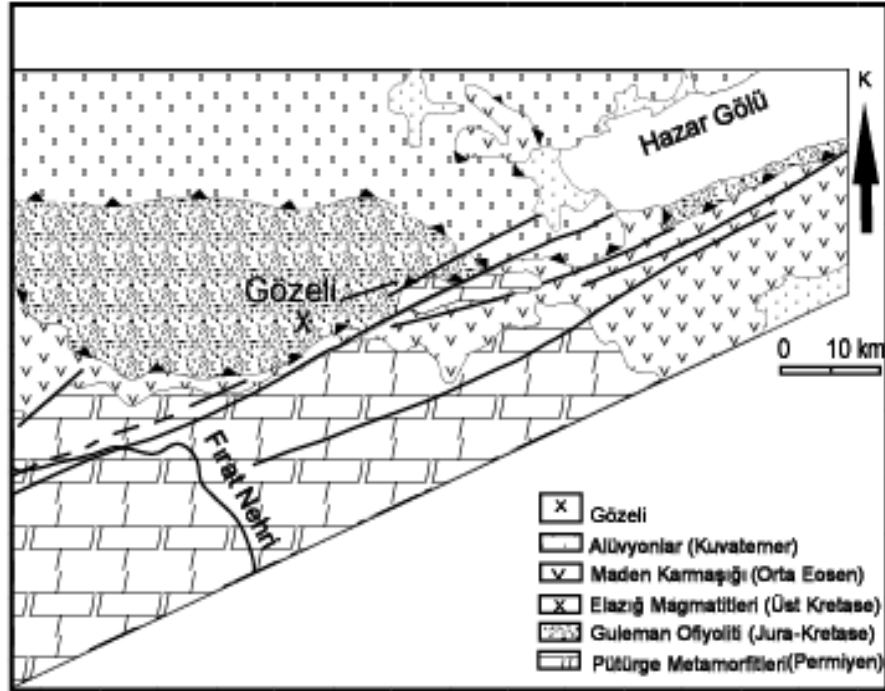
Şekil 3. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

4. GENEL JEOLojİ

Bölgenin jeolojisine genel olarak bakıldığında; Karbonifer (?)-Permiyen yaşlı Pütürge Metamorfikleri, Jura-Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Kuvaterner yaşlı alüvyonların yüzeylediği görülmektedir (Şekil 4.1).

Bölgede Pütürge Metamorfikleri üzerinde uyumsuz olarak Maden Karmaşığı yer alır. Bütün bu birimleri tektonik olarak Elazığ Magmatitleri üzerlemektedir. Bölgede Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, Elazığ Magmatitleri ve Maden Karmaşığı üzerinde uyumsuz olarak görülmektedir (Şekil 4.1).

Çalışma alanı Maden Karmaşığı içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanının genel jeoloji haritası (Çelik, 1994).

4.1.Pütürge Metamorfitleeri

4.1.1. Tanım

İnceleme alanının en yaşlı birimi olan Pütürge Metamorfitleeri adını Malatya'nın Pütürge ilçesinden alır.

Doğu Toroslar'da yapılan birçok çalışmada Pütürge Metamorfitleeri/Pütürge Masifi olarak adlandırılmıştır (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Erdoğan, 1982; Gürocak, 1993; Perinçek ve Kozlu, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991).

Yazgan ve Chessex (1991) ise, Pütürge Metamorfik Masifini, Bitlis Metamorfik Masifi ile birlikte "Pütürge-Bitlis Metamorfik Kuşağı" adı altında incelemiştir.

4.1.2. Dağılım

Çalışma alanında Pütürge Metamorfitleeri Yürekkaya civarında yüzeyleme vermektedir.

Pütürge Metamorfitleeri, Malatya'nın güneydoğusundan başlayarak Sivrice (Elazığ)-Çüngüş (Diyarbakır) arasında yaklaşık KD-GB doğrultulu geniş bir alanda uzanan bir masiftir (Kılıç, 2005).

4.1.3. Litoloji

Çalışma alanında Pütürge Metamorfitleeri'ne ait şist ve metakuvarsitler görülmektedir.

Pütürge Metamorfitleeri genellikle gözlü gnays, biyotit şist, amfibolşist, amfibolit, granitik gnayslar ve profilitli makaslama zonu kayaçlarından oluşan Alt Birlik ile muskovitşist, distenli kuvarsit damarları, stavrolit muskovit şist, granatlı mika şistler, kalkışist ve mermerden oluşan Üst Birlik kayaçlarından oluşmuştur (Yazgan; 1981; Aktaş ve Robertson, 1984; Sungurlu vd., 1985; Erdem, 1994; Kılıç, 2005).

4.1.4. Yaş

Pütürge Metamorfitleeri üzerinde çalışan Rigo de Righi ve Cortesini (1964) metamorfitleerin örtü kayaçları için Permiyen-Triyas yaşını vermektedir.

Pütürge Metamorfik Masifi'ne ait kayaçlar üzerinde K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinine göre, masifin en son olarak Üst Kretase'de özellikle Kampaniyen yaşlı olduğu ifade edilmektedir (Yazgan, 1981, 1983, 1984; Yılmaz vd., 1992).

Bu birimin çökelmesinin Prekambriyen yaşlı olduğu Yılmaz vd. (1981), tarafından radyometrik olarak saptanmıştır. Paleontolojik bulgularla benzer yaş verilmiştir (Çağlayan vd., 1984; Göncüoğlu ve Turhan, 1985).

4.1.5. Oluşum Ortamı

Pütürge Metanmorfitleri üzerinde çalışma yapan araştırmacılar (Hempton 1984, Yazgan vd., 1984) birimin kıta şelfinde ve kıta yamacında biriken platform tipi karbonat çökelleri olduğunu belirtir.

Erdem (1994), Pütürge metamorfik masifi kayaçlarında gözlenen amfibolit fasiyesindeki ilerleyen metamorfizmaya, kuzeyden masifi üzerleyen ofiyolit kütlelerinin hareketinin neden olduğunu, daha sonra gerçekleşen yeşilist fasiyesindeki gerileyen türden metamorfizmaya ise maden volkanizmasına neden olan magmatik faaliyetler sırasında yeniden bir miktar ısınmasının ve Alt Miyosen sonrası tüm masiflerin Arap otoktonu üzerine bindirmesinin neden olmuş olabileceğini ileri sürmektedir.

4.2. Maden Karmaşığı

4.2.1. Tanım

Çalışma alanında yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı bazik volkanik lavlar, dayklar, piroklastik kayaçlar ve havza içi kökenli volkano-sedimanter birim, Maden Birimi olarak tanımlanmıştır (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964). Aynı birimi Baştuğ ve Açıkbaş (1974) tarafından “Baykan Karmaşığı” olarak adlandırmıştır. Birim ilk defa Perinçek (1979a) tarafından “Maden Karmaşığı” adıyla adlandırılmıştır. Daha sonra birçok çalışmada (Perinçek ve Özkaya, 1981; Aktaş ve Robertson, 1984, 1990; Bingöl, 1984; Sungurlu vd., 1985; Üstüntaş, 1988; Şat, 1991; Altunbey ve Çelik, 2005), “Maden Karmaşığı” tanımlaması benimsenerek kullanılmıştır. Bu çalışmada da Maden Karmaşığı adı kullanılmıştır.

4.2.2. Dağılımı

Maden Karmaşığı çalışma bölgesinde İringil Derenin kuzeyinde ve güneyinde yayılım göstermektedir

Doğu Anadolu Fayı'na paralel bir zon kapsar (Şekil 4.1). Bu zon içinde Palu–Hazar Gölü arasındaki fayın güney kesimlerinde daha geniş bir dağılım gösterirken, bu

geniş yüzeylemeler Hazar Gölü'nün güneybatısından itibaren Adıyaman İli'nin kuzeyine kadar ise fayın kuzeyinde kalan alanlarda geniş yüzeylemeler verir (Öztürk, 2008).

4.2.3. Litoloji

Çalışma alanında Maden Karmaşığı'na ait volkanik ve volkano-sedimanter birimler görülmektedir. Volkanik kayalardan bazaltik yastık lavlar ve andezitler yaygın olarak görülmektedir.

Maden Karmaşığı genel olarak üç gruba ayrılır. Bunlar; volkanik, volkano-sedimanter ve sedimanter kayalardır (Şekil 4.2). Volkanik kayalar; bazalt, andezit, andezitik bazalt, bazaltik andezit, yastık lav, aglomera, tuf ve diyabazlarla temsil edilmektedir (Şekil 4.3). Volkano-sedimanter kayalar; yer yer kireçtaşı blokları içeren ve volkanitlerle ara katkılı çamurtaşı – kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Birimin en üst seviyelerini oluşturan sedimanter kayalar ise çoğunlukla gri ve pembe renkli kireçtaşlarıyla temsil edilmektedir (Erdoğan, 1982; Erdem, 1987; Üstüntaş, 1988; Kaya, 1993; Altunbey ve Sağiroğlu, 1995; Altunbey ve Çelik, 2005).

Maden Karmaşığı tektonik açıdan aktif bir ortamda oluşmuştur. Yoğun volkanik faaliyetlerin de sedimentasyona eşlik etmesi nedeniyle birim, değişik yörelerde birbirinden farklı, litolojilerle temsil edilmektedir (Kırat, 2004; Altunbey ve Çelik, 2005).

4.2.4. Yaş

Perinçek (1980a,1980b), Aktaş ve Robertson (1984) ve Sungurlu vd. (1985), çakıltası-kumtaşı-miltası-marn-şeyl-gri *Nummulites*'li kireçtaşı-koyu kırmızı-açık yeşil *Globorotalia* 'lı kireçtaşı-yastık lavlı bazalttan oluşan litoloji topluluğundaki kireçtaşlarında bulunan fosillerden yararlanarak bu birime Orta Eosen yaşını vermişlerdir. Yazgan (1981), Elazığ-Malatya bölgesindeki çalışmasında Maden Karmaşığı'na ait kireçtaşlarında saptadığı fosillerden yararlanarak birime Orta Eosen yaşını vermiştir. Altunbey ve Çelik (2005)'de benzer şekilde Maden Karmaşığı'na ait karbonatlı çamurtaşlarında saptadıkları fosillere dayanarak birime Orta Eosen yaşını vermişlerdir.

Yazgan (1984), Maden Karmaşığı'na ait volkanitlerde yaptığı radyometrik (K/Ar) yaş tayininde ise birime Alt-Orta Eosen yaşını vermiştir. Böylece Maden Karmaşığı'nda ilk radyometrik yaş tayini Alt-Orta Eosen olarak teyit edilmiştir.

4.2.5. Oluşum Ortamı

Yazgan (1981, 1983, 1984), Yazgan vd., (1984) ile Perinçek ve Özkaya (1981), Maden Karmaşığı'nın Pütürge Masifi üzerinde gelişen bir ensialik adayayı ürünü olduğunu kabul etmektedirler. Erdoğan (1982), jeokimyasal verilere dayanarak birimin kenar havzada gelişen olgunlaşmamış bir adayayı ürünü olduğu görüşünü ileri sürmüştür.

Şengör ve Yılmaz (1981), Altunbey ve Çelik (2005) ise, Maden Karmaşığı'nın oluşum ortamını bir yayardı havza/kenar havza olarak kabul etmektedirler.



Şekil 4.2. Çalışma alanında Maden Karmaşığı'na ait birimlerin görüntüsü, bakış yönü KD



Şekil 4.3. Maden Karmaşığı'na ait volkano-sedimanter ve bazik birimler

5. YAPISAL JEOLojİ

Çalışma alanı KD-GB uzanımlı Doğu Anadolu Fay zonu üzerinde yer almaktadır.

Türkiye'nin neotektonik rejimi, Orta Miyosen'de başlayan Arap-Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki kıtasal çarpışma ve bunun devamında Anadolu bloğunun batıya doğru hareketi ile kontrol edilmektedir (Ketin, 1948; McKenzie, 1970, 1972; Devey ve Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988).

Genel olarak bakıldığında depremselliği en yüksek olan birinci derece deprem bölgelerinin, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı çevresi ve Batı Anadolu bölgesindeki graben sistemi çevresinde yoğunlaştığı görülür (Karaman, 2006).

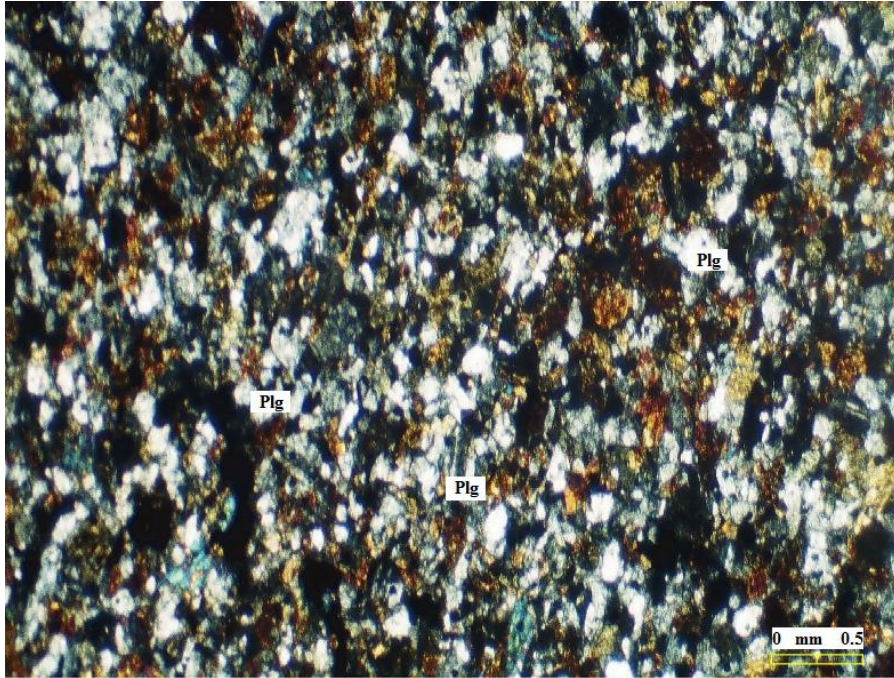
Doğu Anadolu Fay Zonu yaklaşık 400km uzunlukta olup doğrultu atımlı sol yönlü bir faydır. Karlıova bileşim noktasından başlar Bingöl, Palu, Hazar Gölü, Pütürge, Çelikhan, Gölbaşı, Kahramanmaraş, Türkoğlu, Islahiye, Antakya doğusundan geçerek ülkemiz sınırlarından çıkar ve daha güneyde Ölü Deniz Fayı olarak devam eder (Karaman, 2006).

9 Şubat 2007 tarihinde saat 04:22'de dış merkez üssü Doğu Anadolu'da, Elazığ'ın Sivrice ilçesine bağlı Gözeli köyü ve dolaylarında orta büyüklükte bir deprem meydana gelmiştir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme merkezi kayıtlarına göre saat 03:35'de Md (Büyüklüğü):3.5 ve 03:44'de Md(Büyüklüğü):2.9 büyüklüğünde iki deprem olmuş ve bunu, 04:22'de meydana gelen Md(Büyüklüğü):5.3 büyüklüğündeki ana şok izlemiştir. Ana şoku takip eden ilk 24 saat içerisinde büyüklükleri 2.7 ile 3.8 arasında değişen 28 artçı şok kaydedilmiştir. Gözeli Sivrice depreminin ana ve artçı şok dağılımı Doğu Anadolu Fay Zonu Hazar Gölü-Sincik Bölümüne rastlamaktadır (Özalp vd., 2007).

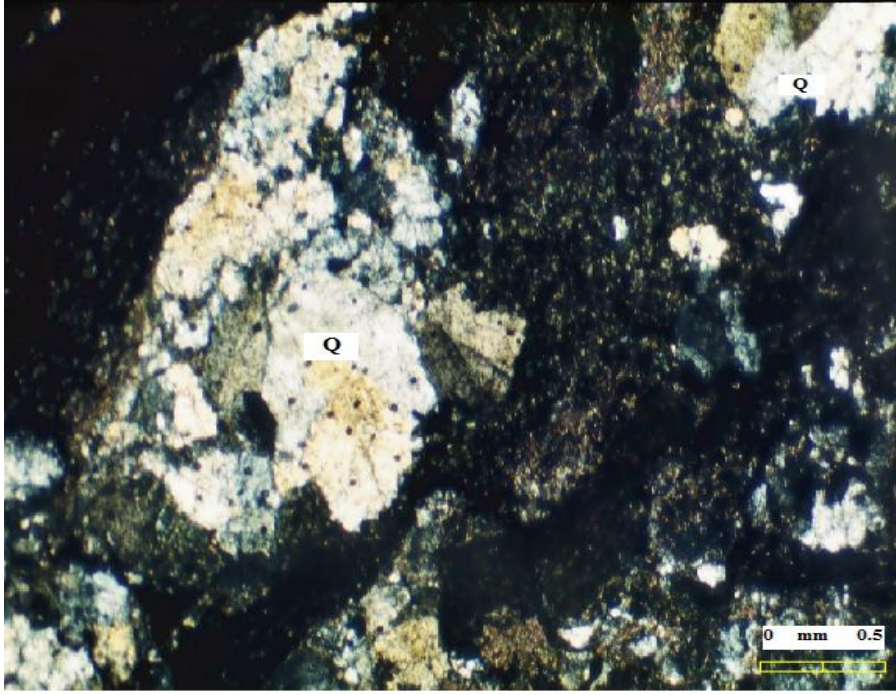
6. PETROGRAFİ

6.1. Kayaç Mineraloji

İncelenen ince kesit örneklerine göre (Şekil 6.1 ve Şekil 6.2) plajiyoklaslar daha çok albit ikizli olup yer yer kalsbad ikizlerine de rastlanmaktadır. Kuvarslar genellikle dalgalı sönme göstermektedir. Diyoritler ve andezitler yastık lavları birçok yerde kesmektedir. Kayaç örneklerinde yoğun alterasyon izleri görülmektedir. Özellikle kesitlerde serizitleşme, kloritleşme ve epidotlaşma yaygın olarak görülmektedir.



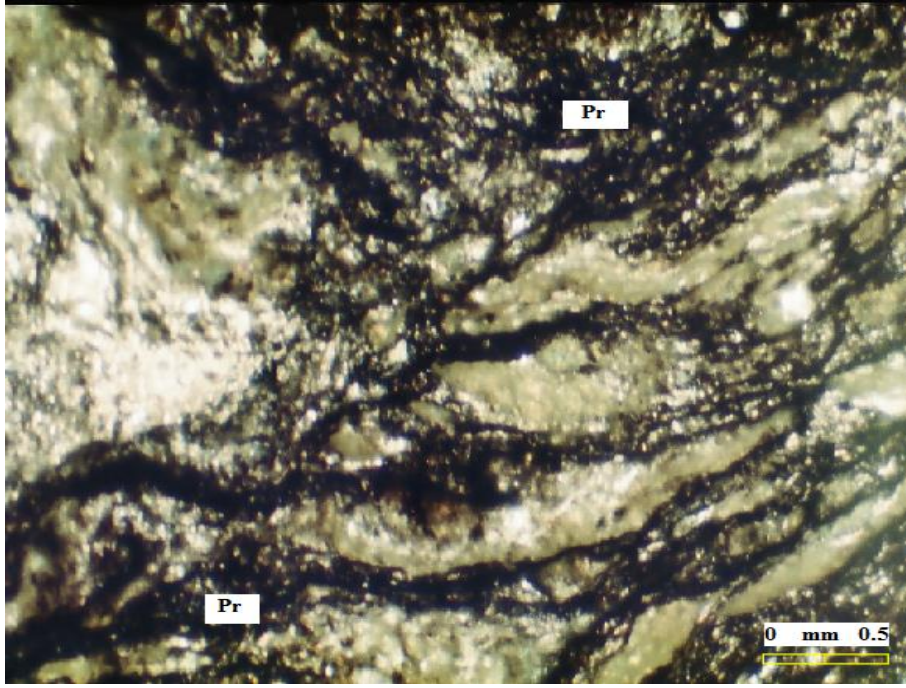
Şekil 6.1. Andezitlerdeki plajiyoklas kristalleri. Plajiyoklas (Plg), (ÇNx32)



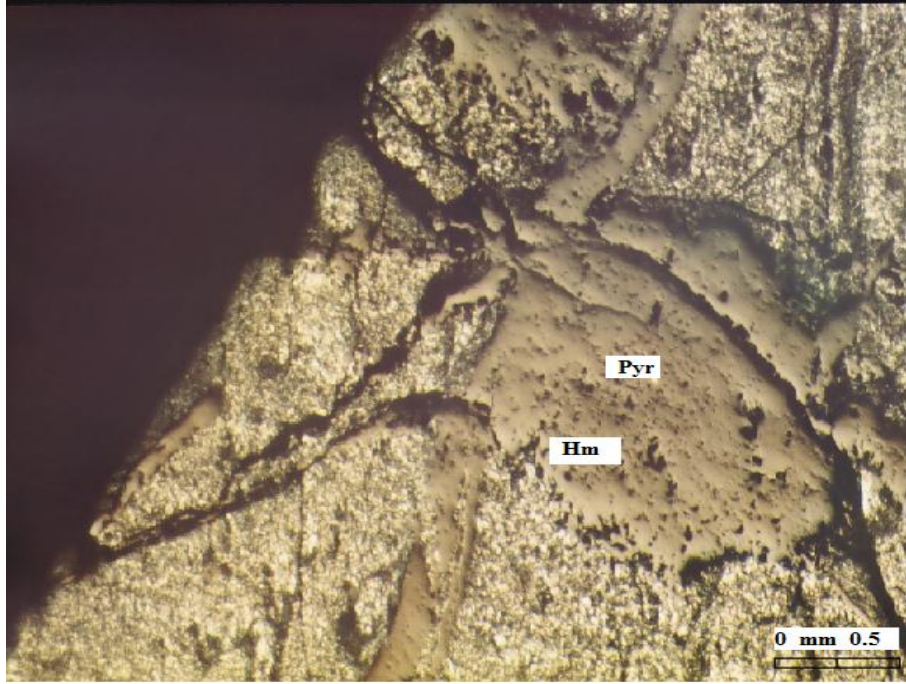
Şekil. 6.2. Kumtaşlarının mikroskopik görünümü. Kuvars (Q), (ÇNx32)

6.2. Cevher Mineralojisi

Parlak kesit görüntüleri Şekil 6.3 ve Şekil 6.4’te verilmiştir. Parlak kesitlerde en çok görülen cevher minerali hematit, pirit ve piroluzittir. İkincil cevher mineralleri (azurit malahit ve limonit) ise arazi çalışmaları sırasında makroskopik olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 6.3. Piroluzitler'den bir görünüm. Piroluzit (Pr), (Ç.Nx32)



Şekil 6.4. Hematit ve piritlerin mikroskopik görünümü. Hematit (Hm), pirit (Pyr), (Ç.Nx32).

6.3. Materyal Metot

Çalışma alanından kayaç örnekleri alınarak Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında ince ve parlak kesit yapılmıştır. SEM (Scan Electron Microscop) ve EDX (Energy Dispersive X Ray Spectrometre) çalışmaları Fırat Üniversitesi Elektron Mikroskopi Laboratuvarında yapılmıştır.

SEM tamamen dijital olup bilgisayar kontrolü ile çalışmaktadır (Şekil 6.5). EDX analizi spektrometresine sahiptir. EDX analizi Be-U arasındaki elementler için nitel (kalitatif) elementer analiz özelliğine sahiptir. SEM’de her türlü iletken olan olmayan numune incelenir (URL-2).

Örnekler incelenmeden önce iletken karbon bant üzerine yerleştirilmiştir. Dentom vakum aleti yardımıyla (Şekil 6.6) örneklerin üzeri altınla kaplandıktan sonra SEM’e alınan örneğin vakum süresinin dolması beklenmiştir. Vakum süresi dolduktan sonra örneğin resmi alınmıştır.



Şekil 6.5. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) (URL-2)



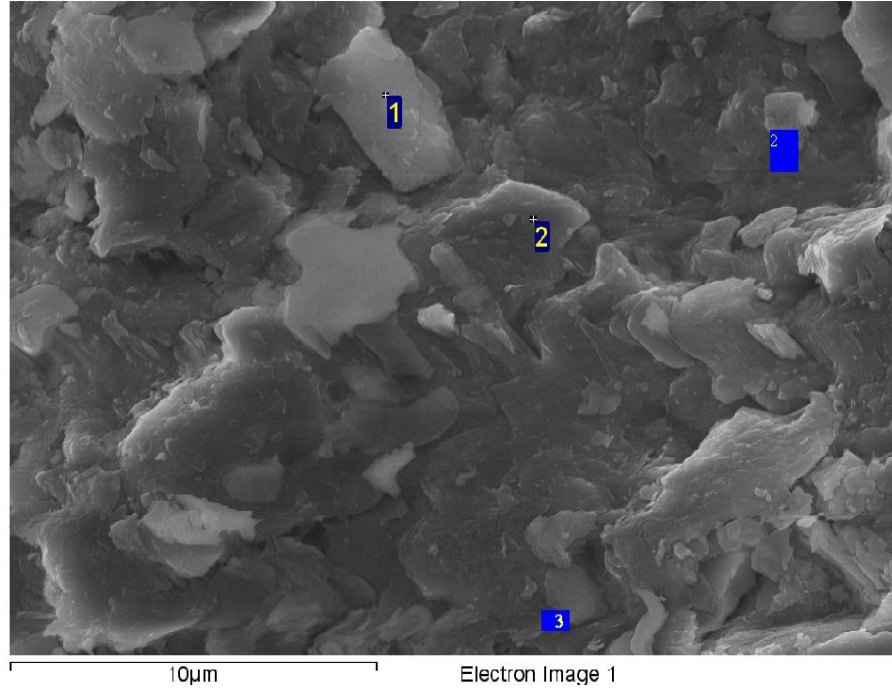
Şekil 6.6. Dentom vakum aleti (URL-2)

6.4. SEM ve EDX İncelemeleri

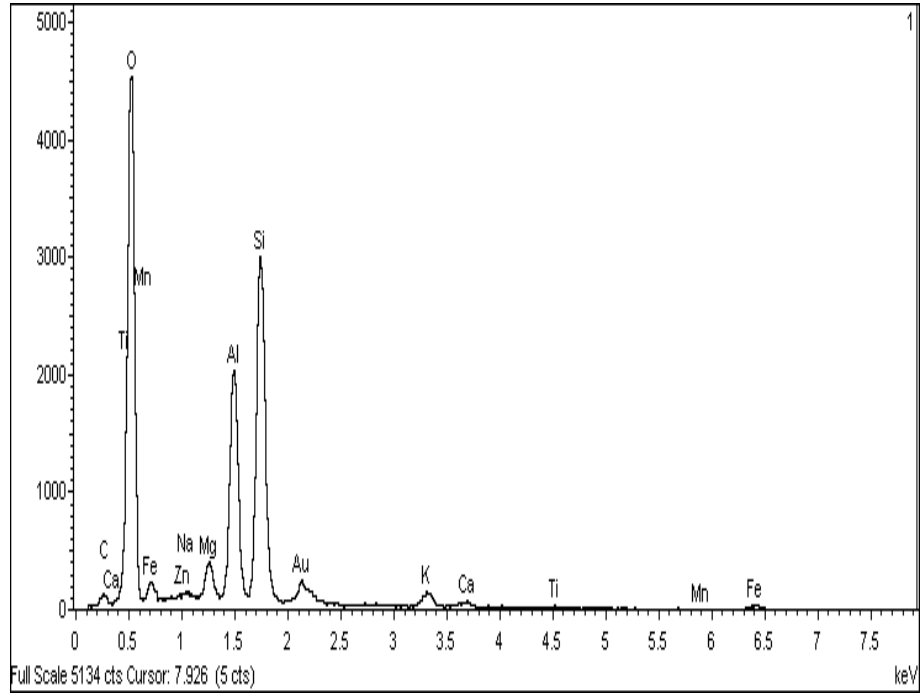
İnceleme alanında, iki farklı örnek noktasında alınan dere kumu örneklerinin -200 mesh tane boyutlarında SEM ve EDX incelemeleri yapılarak görüntüleri alınmıştır.

Asihavuç ve Köy Dere'ye ait örneklerde yüksek Al, Si ve Mn değerleri görülmektedir. Cu ve Zn pikleri düşük olup her iki örnek noktasında da görülmektedir (Şekil 6,8; 6,9; 6,11). EDX piklerinde yukarıdaki elementlerin varlığı, söz konusu dere kumlarının kuvars ve kil minerallerinin varlığına işaret etmektedir.

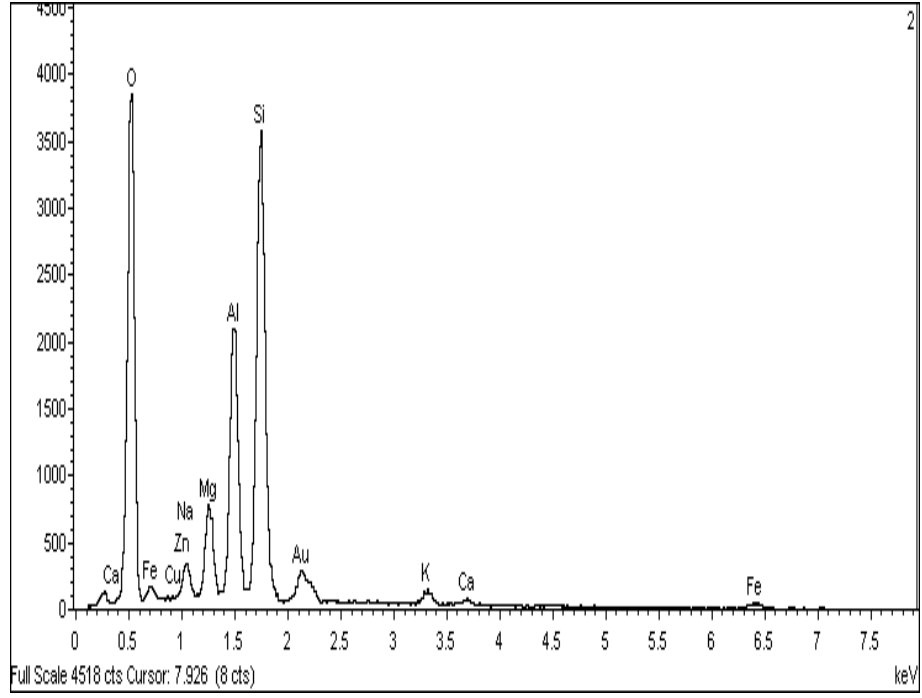
Şekil (6,8; 6,9; 6,11)'de Si, Al, O, Mg, Na ve Ca pikleri görülmekte ve bu elementlerin kayaç minerallerini oluşturan elementler ile örtüştüğü görülmektedir. Şekil (6,8; 6,9; 6,11)'de Cu, Fe, Mn, Zn pikleri görülmekte ve bu elementlerin cevher minerallerini oluşturan elementler ile örtüştüğü görülmektedir.



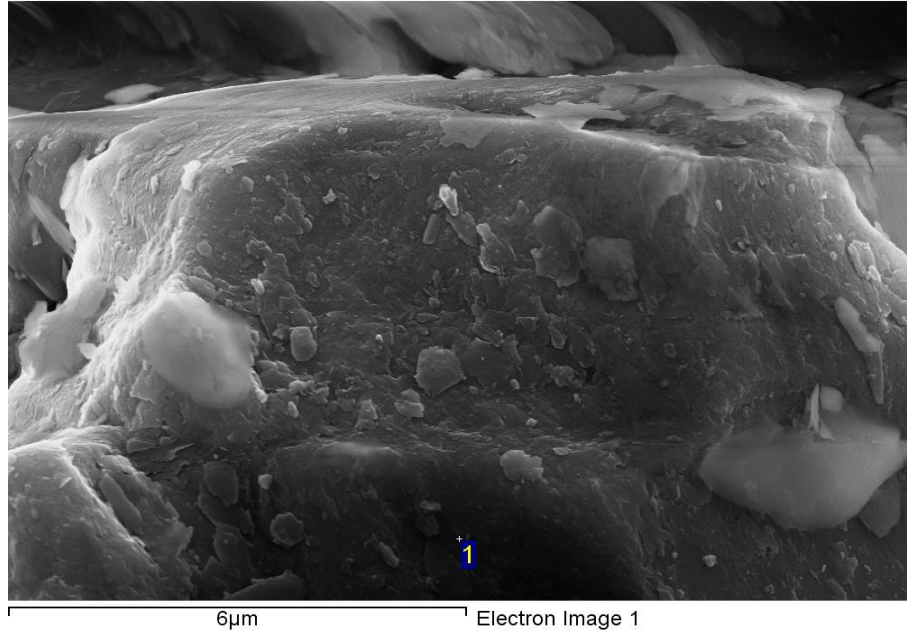
Şekil 6.7. Asihavuç Dereden alınan örneğe ait SEM görüntüsü. 1: Kalsit, 2: Kuvars, 3: Kaolin



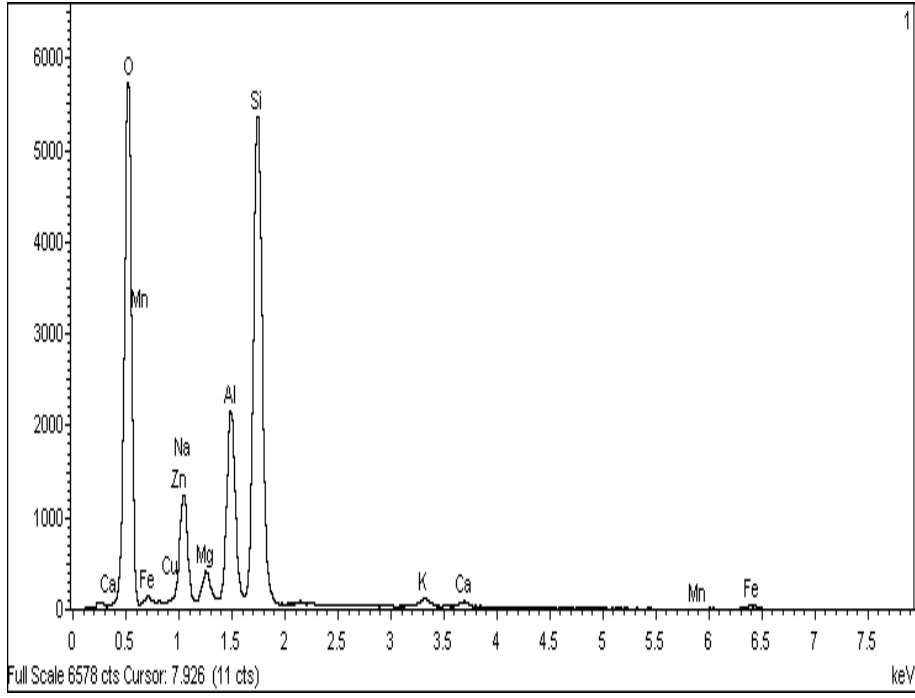
Şekil 6.8. Asihavuç Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü



Şekil 6.9. Köy Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü



Şekil 6.10. Köy Dereden alınan örneğe ait SEM görüntüsü. 1: Kil kaplı kuvars



Şekil 6.11. Köy Dereden alınan örneğe ait EDX görüntüsü

7. JEOKİMYA

7.1. Jeokimyasal Prospeksiyon

Jeokimyasal prospeksiyon; dere kumu, bitki, su gibi doğal olarak bulunan maddelerin bir veya birkaç kimyasal özelliğinin ölçülmesiyle cevherleşmelerle ilgili jeokimyasal anomalilerin saptanması esasına dayanır. Ölçülen özellikler çoğu zaman bazı eser elementlerin veya element gruplarının ppm veya ppb düzeyindeki miktarlarıdır. Dolayısıyla teorik jeokimya ve jeokimyasal prospeksiyonun gelişmesi, eser element analiz metotlarının gelişmesiyle yakından ilgilidir (Köksoy, 1991).

Jeokimyasal prospeksiyon ilk olarak 1938-1940 yıllarında Rusya ve İskandinav ülkelerinde denenmiştir. 1945-1950 yıllarında ise Amerika, Kanada ve Japonya’da uygulamaya başlanmıştır. 1950’den sonra İngiltere, Fransa gibi ileri ülkelerde bu metotla maden aramasına girilmiştir. 1963 yılından itibaren Türkiye’de jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları başlamıştır (Köksoy ve Topçu, 1976)

Yüzeysel ayrışma ortamında, vadi içinde, göl ortamlarında, buzul ve rüzgar hareketlerine bağlı olarak ayırık malzemenin değişik boyutlu parçalar halinde ana kaynaktan başka ortamlara doğru hareketinin sonucunda gelişen ikincil jeokimyasal dağılım türü olup ikincil jeokimyasal dağılıma bağlı olarak maden yataklarının aranmasında değişik örnekleme çeşitleri vardır. Bunlar; dere kumu örnekleme, toprak örnekleme, bitki örnekleme, dere suyu örnekleme, havanın örnekleme, yarı bataklık zonu örnekleme ve kayaç örneklemedir. Bu sıralama, aynı zamanda jeokimyasal prospeksiyonun başlangıç aşamasından tamamlanma aşamasına kadar takip edilebilecek sıradır. Kayaç örnekleme her zaman yapılmalıdır. Dere kumu, toprak ve bitki örnekleme en çok kullanılan yöntemlerdir (Akçay, 2002).

7.2. Drenaj Jeokimyası

Drenaj jeokimyası veya dere kumu jeokimyası dünyada en yaygın olarak kullanılan jeokimyasal araştırma yöntemidir ve araştırmaların ilk aşamasından itibaren uygulanabilir.

Drenaj ağlarında herhangi bir elementin anomali oluşturmalarının değişik nedenleri vardır:

- Vadi tabanlarından veya yamaçlardan aşındırılmış ve yüzeysel bozunmaya karşı dirençli olan ağır mineraller (şelit, kasiterit, altın gibi).
- Aşındırma yöntemiyle vadinin beslenme alanından aşındırılan ikincil cevher mineralleri (malahit, azurit, gossan parçaları.....). Bunlar yumuşak olduğundan genellikle ince taneli olarak ve kil boyutunda bulunur.

- Vadi suyundan kaynaklanan mineral çökelimi, Fe-Mn oksit hidroksit oluşur.
- Fe-Mn oksit-hidroksitler tarafından bazı metallerin absorbe edilmesi.
- Organik maddeler tarafından bazı metallerin indirgenip çökeltilmesi (Akçay, 2002).

Günümüzde bölgesel çapta maden yataklarının araştırılmasında önemli araçlardan birisi dere kumuyla yapılan jeokimyasal prospeksiyondur. Ancak jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik prospeksiyon metotlarını birarada, birbirleriyle yorumsal ilişki içinde kullanabilmek başarılı olmanın en önemli anahtarıdır. Dere kumu ile jeokimyasal prospeksiyonun ilk aşaması iyi bir planlama ve yönlendirme çalışmasıdır. İkinci aşamada bu kapsamda prospeksiyon yürütülür. Üçüncü aşamada dere kumu verileri değerlendirilir. Bu veriler değerlendirilken istatistiksel yöntemlerle değerlendirilir. Bu yöntemler sayesinde, veriler bir sayı yığını olmaktan kurtarılır ve anlamlı sunum biçimleri ile yorumlanmaya hazır hale getirilir. Son aşamada ise anomali irdeleme ve izleme çalışmaları yapılarak anomalilerin kaynağı, bir cevherleşmeyle ilişkili olup olmadığı yorumlanmaya çalışılır (Köksoy, 1991).

Dere kumuyla yapılan jeokimyasal prospeksiyon hızlı, ucuz ve güvenilirliğinin yüksek oluşu nedeniyle yeni sahalarda yapılması düşünülen her çeşit metalik maden aramalarında mutlaka dere kumuyla yapılan jeokimyasal prospeksiyon eşlik etmelidir. Bu metot, jeokimyasal prospeksiyonda en çok uygulanan ve genel prospeksiyonda çok yararlı ve güvenli bir metottur (Köksoy, 1991).

7.3. Analitik Metot

Çalışma alanından toplam 53 adet örnek analize gönderilmiştir. Örnek noktaları drenaj ağı üzerinde gösterilerek örnek lokasyon haritası hazırlanmıştır (Şekil 7.1).

Örnekler kuru ve sulu derelerden alınmıştır. Sulu derelerden ince taneli kum boyutu tercih edilmiştir. Kaba çakıl boyutu malzeme ve organik madde arazide mümkün olduğu kadar ayrılmaya çalışılmıştır. Kuru derelerde ise, ilk 10 cm'lik bölüm temizlenmiş ve alttan 2 kg dere kumu örnekleri, organik malzemeler ayıklanarak plastik kürekler yardımıyla toplandıktan sonra, 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra poşetlere konularak laboratuvar ortamında kurutulmuştur. Kurutulan örnekler -80 mesh ve -200 mesh boyutlarında elenmiş ve en az 15 gram olmak üzere paketlenerek analize hazır hale getirilmiştir.

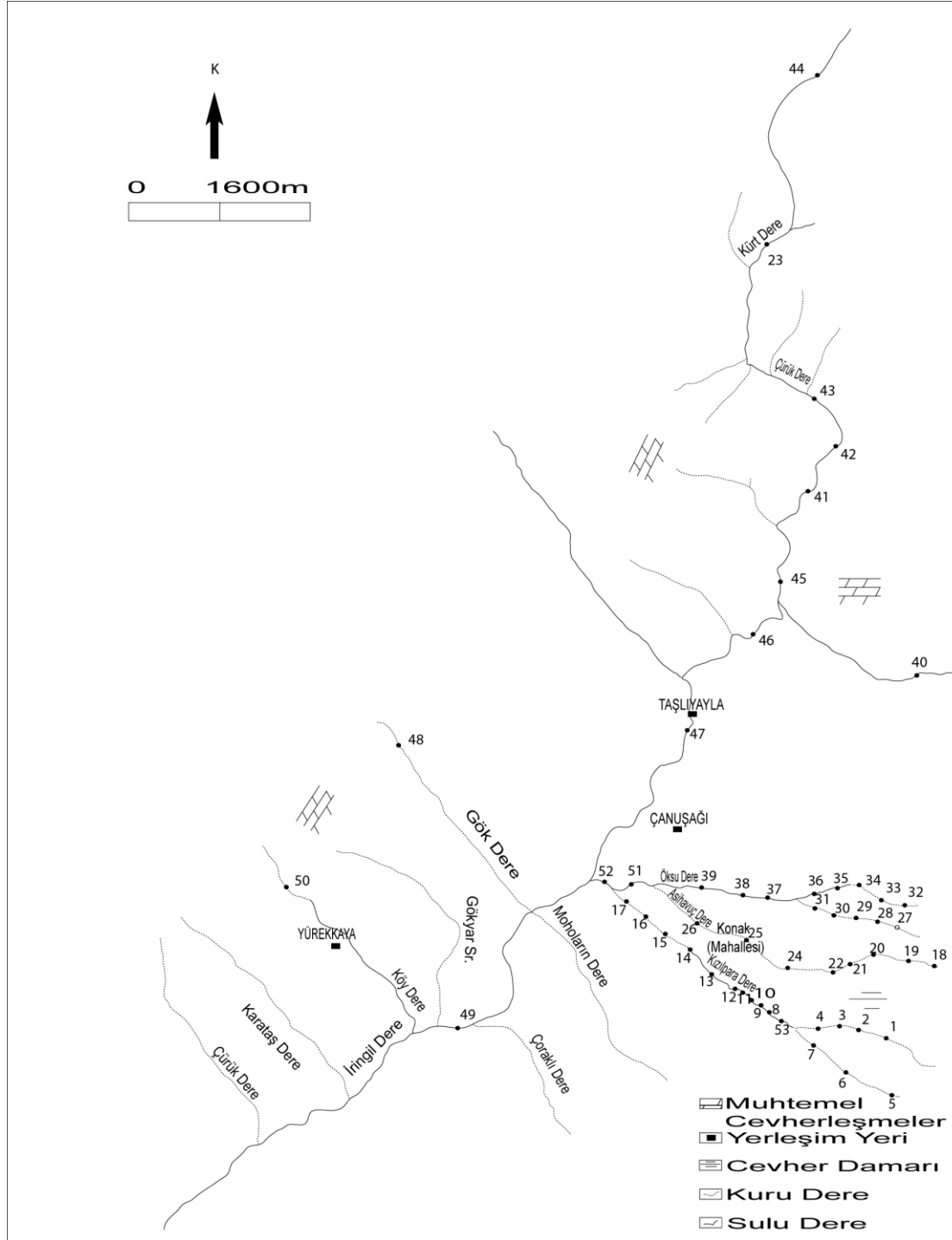
Alınan -80 mesh altı ve -200 mesh boyutlarında alınan 53 adet örnek (Şekil 7.1) ICP-OES yöntemi ile ACME analitik laboratuvarında Kanada'da analiz edilmiştir.

Örneklerin ana, iz element ve nadir toprak element içerikleri karşılaştırılabileceği için bu yöntem tercih edilmiştir. L-21 nolu örnek tekrar edilmiş ve analiz sonuçlarının kesinliği gözden geçirilmiştir.

İki farklı yöntem ile çözündürme denenerek, farklı metodların element derişimi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Birinci çözündürme işleminde $1\text{HNO}_3\text{-}3\text{HCl}$ (Group 1F) asitleri kullanılmıştır. Bu çözündürme yönteminde örnekler 15gr, 0.5 gr ayrılarak analiz edilebilmektedir. İkinci çözündürme işleminde ise $\text{HF- HNO}_3\text{-HClO}_4$ (Group 1T) asitleri kullanılmıştır. Bu yöntemde ise örnekler 0.25gr ayrılarak analiz edilmektedir. Yukarıda bahsedilen iki farklı yöntemin dedeksiyon limitleri Tablo 7.1 ve 7. 2 ‘de verilmiştir.

Analiz sonuçlarını sayısal verilerden kurtarıp yorumlamaya elverişli hale getirme aşamasında ise elde edilen kimyasal analiz sonuçları Windows, 2007 Excel ve SURFER8 programları kullanılarak değerlendirilmiştir.



Şekil 7.1. Çalışma alanına ait örnekleme haritası

Tablo 7. 1. Birinci yöntem için dedeksiyon limiti ve üst sınır değeri (* = ppb, ** = % ve diğer değerler ppm cinsinde verilmiştir)

Element	Birinci Yöntem İçin Dedeksiyon Limiti	Üst Sınır
*Ag	2	100
**Al	0.01	10
As	0.1	10000
*Au	0.2	100
B	20	2000
Ba	0.5	10000
Bi	0.02	2000
**Ca	0.01	40
Cd	0.01	2000
Co	0.1	2000
Cr	0.5	10000
Cu	0.01	10000
**Fe	0.01	40
Ga	0.1	1000
*Hg	5	50
**K	0.01	10
La	0.5	10000
**Mg	0.01	30
Mn	1	10000
Mo	0.01	2000
**Na	0.001	5
Ni	0.1	10000
**P	0.001	5
Pb	0.01	10000
**S	0.02	10
Sb	0.02	2000
Sc	0.1	100
Se	0.1	100
Sr	0.5	10000
Te	0.02	1000
Th	0.1	2000

Tablo 7. 1'in devamı

Element	Birinci Yöntem İçin Dedeksiyon Limiti	Üst Sınır
**Ti	0.001	5
Ti	0.02	1000
U	0.05	2000
V	2	10000
W	0.05	100
Zn	0.1	10000
Be	0.1	1000
Ce	0.1	2000
Cs	0.02	2000
Ge	0.1	100
Hf	0.02	1000
In	0.02	1000
Li	0.1	2000
Nb	0.02	2000
Rb	0.1	2000
*Re	1	1000
Sn	0.1	100
Ta	0.05	2000
Y	0.01	2000
Zr	0.1	2000
Pt	2*	100
Pd	10*	100
Pb₂₀₄	0.01	10000
Pb₂₀₆	0.01	10000
Pb₂₀₇	0.01	10000
Pb₂₀₈	0.01	10000

Tablo 7. 2. İkinci yöntem için dedeksiyon limiti ve üst sınır değeri (*= ppb, **=%, diğer değerler ppm)

Element	İkinci Yöntem İçin Dedeksiyon Limiti	Üst Sınır
Ag	20*	200
**Al	0.02	20
As	0.2	10000
Au	0.1	200
Ba	1	10000
Be	1	1000
Bi	0.04	4000
**Ca	0.02	40
Cd	0.02	4000
Ce	0.02	2000
Co	0.2	4000
Cr	1	10000
Cs	0.1	2000
Cu	0.02	10000
Dy	0.1	2000
Er	0.1	2000
Eu	0.1	2000
**Fe	0.02	60
Ga	0.02	100
Gd	0.1	2000
Hf	0.02	1000
Ho	0.1	2000
**K	0.02	10
La	0.1	2000
Li	0.1	2000
Lu	0.1	2000
**Mg	0.02	30
Mn	2	10000
Mo	0.05	4000
**Na	0.002	10

Tablo 7. 2'nin devamı

Element	İkinci Yöntem İçin Dedeksiyon Limiti	Üst Sınır
Nb	0.04	2000
Nd	0.1	2000
Ni	0.1	10000
**P	0.001	5
Pb	0.02	10000
Pr	0.1	2000
Rb	0.1	2000
**S	0.04	10
Sb	0.02	4000
Sc	0.1	200
Sm	0.1	2000
Sn	0.1	2000
Sr	1	10000
Ta	0.1	2000
Tb	0.1	2000
Th	0.1	4000
**Ti	0.001	10
Tm	0.1	2000
U	0.1	4000
V	1	10000
W	0.1	200
Y	0.1	2000
Yb	0.1	2000
Zn	0.2	10000
Zr	0.2	2000

8. ANA VE İZ ELEMENT JEOKİMYASI

Tablo 8.1’de ikinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin ana element analiz sonuçları verilmiştir. Tablo 8.1’de Fe % 5,70 ile % 7,55, Ca % 3,87 ile % 7,81, P % 0,045 ile % 0,089, Mg % 1,77 ile % 4,01, Ti % 0,514 ile % 0,913, Al % 8,42 ile % 9,67, Na % 1,284 ile % 2,024, K % 0,27 ile % 0,95, S % 0.04 ile <0,04 arasında değişim göstermektedir.

Tablo 8. 2’de ikinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin iz element analiz sonuçları verilmiştir. Tablo 8.2’de bazı iz element değerleri Mo 0,17 ile 0,84 ppm, Cu 41,90 ile 72,07 ppm, Pb 4,27 ile 15,44 ppm, Zn 46,8 ile 68,4 ppm, Ag 21 ile 53 ppb, Mn 1183 ile 1545 ppm, As 3,2 ile 15,6 ppm, Cd 0,09 ile 0,30 ppm, Ba 94 ile 185 ppm, Sb 0,43 ile 1,22 ppm arasında değişim göstermektedir. Au (<0.1) ve Be (<1 ppm) ise dedeksiyon limitinin altındadır.

Tablo 8.3’te birinci yöntem kullanılarak çözüldürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri verilmiştir. Tablo 8. 4’te ikinci yöntem kullanılarak çözüldürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri verilmiştir. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin değerleri birinci yönteme göre daha yüksek değerler vermiştir. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülen örnekler incelendiğinde ortanca değerlerle bazik kayalarındaki değerler oranlanmış olup Cu 2,6 kat düşük, Pb 1,3 kat zengin, Zn 2 kat düşük, Fe 2,7 kat düşük, Mn 1,7 kat düşük, Cd 3 kat zengin, As 1,5 kat zengin, Sb 7 kat zengin ve Se 4 kat zengindir.

Tablo 8.5’de ikinci yöntem kullanılarak çözüldürülmüş örneklerin korelasyon tablosu verilmiştir. Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak analiz sonuçları değerlendirilmiştir. 0.5 anlamlılık düzeyinde $r=0.65$ üzerindeki değerler anlamlı kabul edildiğinde söz konusu korelasyon katsayılarına göre pozitif korelasyon gösteren metal dağılımları 3 grup içerisinde değerlendirilebilir.

- 1) Ni-Co-Cu
- 2) Mo-Zn-Ag-Ba-Cd
- 3) Fe-Mn-Ti-V-As-Sb-Sc

Tablo 8. 1. İkinci yöntem kullanılarak çözündürülmüş örneklerin ana element içeriği (***=%)

	***Fe	***Ca	***P	***Mg	***Ti	***Al	***Na	***K	***S
Numara									
K-49	6,72	7,81	0,054	4,00	0,615	8,80	1,414	0,34	< 0,04
K-48	7,38	4,40	0,089	2,78	0,913	8,42	1,923	0,67	0,04
K-47	6,36	6,20	0,045	4,01	0,514	8,65	1,284	0,27	<0,04
K-51	7,55	6,20	0,065	2,02	0,721	9,37	1,851	0,74	<0,04
K-17	6,38	6,58	0,057	2,17	0,690	9,67	1,665	0,67	<0,04
K-1	5,70	3,87	0,077	2,14	0,586	8,62	1,198	0,95	<0,04
K-37	7,40	6,06	0,066	2,03	0,728	9,35	1,921	0,75	<0,04
K-20	7,00	5,12	0,075	1,77	0,730	9,36	2,024	0,91	<0,04
K-2	5,70	4,21	0,077	2,20	0,612	9,08	1,346	0,86	<0,04
K-50	7,10	4,96	0,075	2,93	0,754	8,99	1,864	1,04	<0,04

Tablo 8. 2. İkinci yöntem kullanılarak çözündürülmüş örneklerin iz element içeriği (*=ppm, **=ppb)

	*Mo	*Cu	*Pb	*Zn	**Ag	*Ni	*Co	*Mn	*As	*U	*Sr	*Cd	*Bi
Numara													
K-49	0,17	59,64	4,27	48,0	31	87,4	41,9	1293	5,5	0,5	219	0,12	0,09
K-48	0,84	57,97	6,48	63,0	67	61,0	32,4	1270	5,1	0,6	197	0,27	0,06
K-47	0,26	72,07	15,44	51,5	29	96,7	42,9	1243	4,2	0,4	171	0,09	0,08
K-51	0,21	45,47	4,39	49,7	21	68,4	28,7	1361	3,2	0,5	408	0,25	0,04
K-17	0,35	41,90	6,20	46,8	26	74,9	29,1	1286	3,3	0,8	454	0,26	0,11
K-1	0,70	53,59	9,74	68,4	< 20	81,4	27,7	1212	4,9	0,9	284	0,30	0,11
K-37	0,25	43,65	4,69	55,3	< 20	69,3	28,0	1319	3,5	0,5	402	0,27	0,05
K-20	0,34	52,51	6,60	63,6	53	84,1	27,7	1291	4,5	0,6	334	0,25	0,10
K-2	0,53	64,29	10,51	67,0	26	76,4	26,7	1183	4,1	0,8	298	0,28	0,15
K-50	0,30	65,48	7,53	65,0	23	111,1	38,4	1545	15,6	0,5	286	0,23	0,08

Tablo 8. 2'nin devamı

	*V	*Cr	*Ba	*W	*Zr	*Sn	*Be	*Sc	Y	*Au	*Th	*Sb
Numara												
K-49	257	249	112	0,5	25,3	1,0	<1	42,7	22,9	<0,1	2,2	0,88
K-48	276	145	178	1,0	37,9	1,3	<1	33,7	32,1	<0,1	1,9	1,22
K-47	234	250	104	0,5	27,7	7,4	<1	39,7	19,1	<0,1	1,2	0,65
K-51	292	159	94	0,3	31,6	1,2	<1	54,7	33,2	<0,1	2,0	0,96
K-17	313	176	145	0,3	47,1	1,1	<1	46,0	29,8	<0,1	2,6	0,43
K-1	234	144	185	0,5	48,3	3,0	1	29,0	21,7	<0,1	2,9	0,44
K-37	287	166	95	0,3	32,8	1,3	<1	52,7	31,9	<0,1	2,0	1,10
K-20	260	175	101	0,3	34,4	1,7	<1	47,5	27,6	<0,1	2,2	0,51
K-2	233	134	175	0,4	43,0	2,0	<1	32,5	22,3	<0,1	2,5	0,43
K-50	264	234	132	0,4	37,7	1,2	<1	37,8	29,4	<0,1	2,1	1,08

Tablo 8. 3. Birinci yöntem kullanılarak çözündürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri (*=ppm, **=ppb, ***=%)

Element	Ortalama	Ortanca	Standart sapma	En büyük	En küçük	Bazik kayalar	Litosfer	Dedeksiyon limitleri
*Mo	0,17	0,13	0,13	0,02	0,53	1,5	1	0,01
*Cu	34,38	33,93	6,64	21,67	58,39	90	75	0,01
*Pb	3,69	3,51	2,19	0,69	9,6	2,7	8	0,01
*Zn	47,62	52,8	18,51	10	75,4	100	80	0,1
**Ag	10,49	10	5,17	4	28	100	70	2
*Ni	62,32	62,5	27,34	23,6	186,8	130	75	0,1
*Co	27,29	27,4	2,84	22,7	34,8	48	29	0,1
*Mn	778,94	891	279,53	203	1231	1500	1400	1
***Fe	3,15	3,23	0,51	1,6	4,37	8,65	7,06	0,01
*As	2,56	2,3	1,41	0,7	9,8	1,5	1	0,1
*U	0,34	0,3	0,25	0,1	1,3	0,5	0,91	0,1
**Au	0,73	0,6	0,39	0,2	1,9	2,7	3	0,2
*Th	1,73	0,9	2,62	0,1	15	0,18	8,5	0,1
*Sr	46,69	49,7	10,11	24	61,9	465	260	0,5
*Cd	0,12	0,12	0,07	0,02	0,29	0,04	0,98	0,01
*Sb	0,15	0,14	0,05	0,06	0,33	0,015	0,2	0,02
*Bi	0,05	0,05	0,03	0,02	0,14	0,1	0,15	0,02
*V	87,79	86	19,12	50	200	250	110	2
***Ca	1,06	0,98	0,2	0,85	1,74	8,87	53	0,01
***P	0,04	0,04	0,01	0,01	0,08	0,11	0,11	0,001
*Cr	81,33	76,6	33,38	34,6	239,3	170	185	0,5
***Mg	1,69	1,76	0,71	0,63	4,71	3,8	32	0,01
*Ba	39,13	33	23,62	7,3	101,9	330	250	0,5
***Ti	0,22	0,24	0,06	0,09	0,31	1,58	0,5	0,001
***Al	2,33	2,27	0,68	1,3	3,55	8,4	8,1	0,01
***Na	0,01	0,01	0,01	0	0,04	1,9	2,4	0,001
***K	0,08	0,04	0,07	0,01	0,3	1,26	9	0,01
*Sc	5,73	5,6	1,16	3,6	8,3	34	30	0,1
*Tl	0,03	0,02	0,02	0,02	0,1	0,38	0,36	0,02
***S	0,02	0,02	0	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
**Hg	7,85	6	3,48	5	16	90	20	5
*Se	0,21	0,2	0,13	0,1	0,5	0,05	0,05	0,1
*Ga	4,82	4,8	1,29	2,6	7,3	17	18	0,1
*Cs	0,24	0,23	0,14	0,06	0,62	1,7	3	0,02
*Hf	0,16	0,17	0,06	0,04	0,26	2	3	0,02
*Nb	0,15	0,08	0,14	0,02	0,63	20	20	0,02
*Rb	3,44	2	3,39	0,4	15,8	32	90	0,1
*Zr	5,31	5,5	2,31	1,3	10,1	140	165	0,1
*Y	7,03	7,46	1,83	3,45	10,76	32	35	0,01
*Be	0,34	0,3	0,17	0,1	0,7	1	3	0,1
*Li	16,53	18,7	7,58	2,4	33,5	32	20	0,1

Tablo 8. 4. İkinci yöntem kullanılarak çözündürülmüş örneklerin özet istatistik değerleri (* = ppm, ** = ppb, *** = %)

Element	Ortalama	Ortanca	Standat Sapma	En büyük	En küçük	Bazık kayaçlar	Kabuk	Dedeksiyo n limitleri
*Mo	0,4	0,32	0,22	0,17	0,84	1,5	1	0,05
*Cu	55,66	55,78	10,07	41,9	72,07	90	75	0,02
*Pb	7,59	6,54	3,47	4,27	15,44	2,7	8	0,02
*Zn	57,83	59,15	8,42	46,8	68,4	100	80	0,2
**Ag	34,5	27,5	16,48	21	67	100	70	20
*Ni	81,07	78,9	14,75	61	111,1	130	75	0,1
*Co	32,35	28,9	6,3	26,7	42,9	48	29	0,2
***Mn	1300,3	1288,5	100,01	1183	1545	1500	1400	2
***Fe	6,73	6,86	0,68	5,7	7,55	8,65	7,06	0,02
*As	5,39	4,35	3,67	3,2	15,6	1,5	1	0,2
*U	0,61	0,55	0,17	0,4	0,9	0,5	0,91	0,1
*Au	0,2	0,2	0,03	0,11	0,2	0,0027	0,003	0,1
*Th	2,16	2,15	0,46	1,2	2,9	0,18	8,5	0,1
*Sr	305,3	292	94,83	171	454	465	260	1
*Cd	0,23	0,26	0,07	0,09	0,3	0,04	0,98	0,02
*Sb	0,77	0,77	0,31	0,43	1,22	0,015	0,2	0,02
*Bi	0,09	0,09	0,03	0,04	0,15	0,1	0,15	0,04
*V	265	262	27,23	233	313	250	110	1
***Ca	5,54	5,59	1,24	3,87	7,81	8,87	53	0,02
***P	0,07	0,07	0,01	0,05	0,09	0,11	0,11	0,001
*Cr	183,2	170,5	44,46	134	250	170	185	1
***Mg	2,61	2,19	0,82	1,77	4,01	3,8	32	0,02
*Ba	132,1	122	36,36	94	185	330	250	1
***Ti	0,69	0,71	0,11	0,51	0,91	1,58	0,5	0,001
***Al	9,03	9,04	0,41	8,42	9,67	8,4	8,1	0,02
***Na	1,65	1,76	0,31	1,2	2,02	1,9	2,4	0,002
***K	0,72	0,75	0,25	0,27	1,04	1,26	9	0,02
*W	0,45	0,4	0,21	0,3	1	0,7	-	0,1
*Zr	36,58	36,05	7,76	25,3	48,3	140	165	0,2
*Sn	2,12	1,3	1,95	1	7,4	0,9	2,5	0,1
*Be	1,15	1,15	0,03	1,1	1,19	1	3	1
***Sc	41,63	41,2	8,64	29	54,7	34	20	0,1
*S	0,45	0,45	0,03	0,4	0,49	0,03	0,03	0,04
*Y	27	28,5	5,08	19,1	33,2	32	35	0,1
*Pr	3,76	3,7	0,89	2	4,8	2,7	8	0,1
*Nd	18,4	18,2	4,26	10,2	23,4	14	30	0,1
*Sm	4,19	4,45	0,88	2,6	5,3	4,3	7	0,1
*Eu	1,35	1,45	0,28	0,9	1,7	1,5	12	0,1
*Gd	4,99	5,4	1,12	3,3	6,4	6,2	7	0,1
*Tb	0,8	0,9	0,18	0,5	1	1,1	0,8	0,1
*Dy	5,54	5,95	1,16	3,8	6,9	5,9	6	0,1
*Ho	1,15	1,2	0,24	0,8	1,5	1,4	1,2	0,1
*Er	3,03	3,15	0,57	2,1	3,8	3,6	3,5	0,1

Tablo 8.5. İkinci yöntem kullanılarak çözündürülmüş örneklerin korelasyon ilişkisi

Mo																																
Mo	1,00																															
Cu	0,10	1,00																														
Pb	0,20	0,71	1,00	Zn																												
Zn	0,66	0,32	0,26	1,00	Ag																											
Ag	0,71	-0,02	-0,13	0,39	1,00	Ni																										
Ni	-0,39	0,62	0,41	0,12	-0,43	1,00	Co																									
Co	-0,36	0,67	0,29	-0,35	-0,16	0,64	1,00	Mn																								
Mn	-0,41	-0,01	-0,37	-0,05	-0,27	0,50	0,29	1,00	Fe																							
Fe	-0,29	-0,33	-0,62	-0,29	0,35	-0,21	0,07	0,60	1,00	As																						
As	-0,06	0,44	0,01	0,37	-0,17	0,74	0,42	0,80	0,15	1,00	U																					
U	0,60	-0,27	0,06	0,43	0,03	-0,29	-0,64	-0,49	-0,69	-0,22	1,00	Th																				
Th	0,34	-0,43	-0,31	0,34	-0,13	-0,19	-0,61	-0,19	-0,47	-0,03	0,88	1,00	Sr																			
Sr	-0,30	-0,86	-0,53	-0,26	-0,37	-0,34	-0,68	0,18	0,19	-0,24	0,28	0,44	1,00	Cd																		
Cd	0,55	-0,56	-0,33	0,55	0,23	-0,51	-0,90	-0,05	-0,02	-0,07	0,67	0,67	0,55	1,00	Sb																	
Sb	-0,06	0,00	-0,45	-0,11	0,28	-0,11	0,30	0,58	0,82	0,36	-0,65	-0,48	-0,17	-0,08	1,00	V																
V	-0,24	-0,78	-0,71	-0,55	-0,01	-0,43	-0,27	0,37	0,61	-0,13	-0,10	0,05	0,71	0,27	0,34	1,00	Ca															
Ca	-0,79	-0,20	-0,34	-0,93	-0,40	0,08	0,49	0,16	0,30	-0,19	-0,53	-0,32	0,15	-0,66	0,15	0,41	1,00	P														
P	0,75	-0,06	-0,21	0,81	0,58	-0,31	-0,54	0,04	0,10	0,24	0,41	0,40	-0,03	0,77	0,20	-0,06	-0,82	1,00	Cr													
Cr	-0,63	0,50	0,19	-0,44	-0,33	0,76	0,92	0,42	0,11	0,44	-0,66	-0,53	-0,42	-0,89	0,17	-0,15	0,63	-0,68	1,00	Ba												
Ba	0,88	0,18	0,24	0,60	0,31	-0,19	-0,28	-0,37	-0,57	0,07	0,78	0,56	-0,24	0,50	-0,25	-0,29	-0,69	0,60	-0,51	1,00	Ti											
Ti	0,35	-0,34	-0,60	0,18	0,64	-0,42	-0,27	0,40	0,71	0,21	-0,10	-0,02	0,16	0,48	0,65	0,57	-0,22	0,66	-0,35	0,11	1,00	Zr										
Zr	0,63	-0,27	0,10	0,49	0,00	-0,19	-0,62	-0,21	-0,53	0,02	0,91	0,76	0,35	0,76	-0,48	0,06	-0,64	0,49	-0,64	0,77	0,09	1,00	Sn									
Sn	-0,03	0,58	0,90	-0,05	-0,11	0,35	0,44	-0,35	-0,39	-0,15	-0,22	-0,55	-0,52	-0,56	-0,30	-0,58	-0,04	-0,48	0,36	-0,09	-0,64	-0,21	1,00	Sr								
Sr	-0,74	-0,61	-0,55	-0,66	-0,27	-0,21	-0,12	0,32	0,66	-0,28	-0,50	-0,28	0,63	-0,10	0,25	0,67	0,65	-0,42	0,12	-0,86	0,15	-0,48	-0,26	1,00	Hf							
Hf	0,81	-0,44	-0,22	0,50	0,52	-0,59	-0,70	-0,16	0,00	-0,10	0,65	0,53	0,27	0,87	0,02	0,27	-0,68	0,78	-0,83	0,68	0,59	0,76	-0,41	-0,31	1,00	Li						
Li	0,28	-0,21	-0,11	0,75	0,06	0,05	-0,68	0,20	-0,09	0,29	0,48	0,56	0,39	0,77	-0,23	-0,09	-0,71	0,68	-0,54	0,26	0,23	0,57	-0,36	-0,13	0,50	1,00	Rb					
Rb	0,38	0,13	-0,22	0,20	0,28	0,11	0,21	0,53	0,30	0,64	0,00	0,02	-0,16	0,18	0,51	0,31	-0,21	0,45	0,06	0,42	0,68	0,25	-0,39	-0,32	0,41	0,04	1,00	Ta				
Ta	0,48	-0,15	0,09	0,70	-0,08	-0,03	-0,69	-0,13	-0,52	0,13	0,83	0,78	0,35	0,78	-0,53	-0,17	-0,74	0,59	-0,63	0,63	0,01	0,87	-0,26	-0,43	0,60	0,84	0,06	1,00	Nb			
Nb	0,52	-0,13	0,10	0,72	-0,14	-0,08	-0,68	-0,20	-0,56	0,09	0,84	0,80	0,28	0,78	-0,47	-0,27	-0,76	0,60	-0,67	0,67	-0,07	0,84	-0,23	-0,49	0,60	0,79	-0,02	0,96	1,00	Ce		
Ce	0,72	0,58	0,28	0,48	0,56	0,07	0,32	-0,02	-0,08	0,39	0,07	-0,11	-0,74	-0,01	0,31	-0,34	-0,49	0,51	0,00	0,67	0,35	0,16	0,10	-0,78	0,34	-0,10	0,69	0,02	0,05	1,00		

9. NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN JEOKİMYASI

Sivrice-Gözeli civarından alınan ikinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş örneklerin Nadir toprak elementleri (NTE) analiz sonuçları Tablo 9.1’de verilmiştir.

Tablo 9.1 incelendiğinde La değerleri 6,3 ile 16,6 ppm arasında, Ce değerleri 14,75 ile 37,16 ppm arasında, Pr değerleri 2,0 ile 4,8 ppm arasında, Nd değerleri 10,2 ile 22,7 ppm arasında, Sm değerleri 2,6 ile 5,3 ppm arasında, Eu değerleri 0,9 ile 1,7 ppm arasında, Gd değerleri 3,3 ile 6,4 ppm arasında, Tb değerleri 0,5 ile 1,0 ppm arasında, Dy değerleri 3,8 ile 6,9 ppm arasında, Ho değerleri 0,8 ile 1,5 ppm arasında, Er değerleri 2,1 ile 3,8 ppm arasında, Tm değerleri 0,3 ile 0,5 ppm arasında, Yb değerleri 2,0 ile 3,1 ppm arasında ve Lu değerleri 0,3 ile 0,4 ppm arasında değişmektedir.

Tablo 9.2’de nadir toprak elementleri özet istatistik değerleri verilmiştir ve değerler incelendiğinde bazik kayalarındaki değerlere oranla değerler normal sınırlarda olup kabuk ortalamasına göre ise düşük değerlerdedir.

Tablo 9.3’te Nadir toprak elementlerinin Fe, V, Ti ve Cd gibi elementlerle yüksek pozitif korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Tablo 9.1. İkinci yöntem kullanılarak çözdürülmüş NTE analiz sonuçları (Değerler ppm olarak verilmiştir)

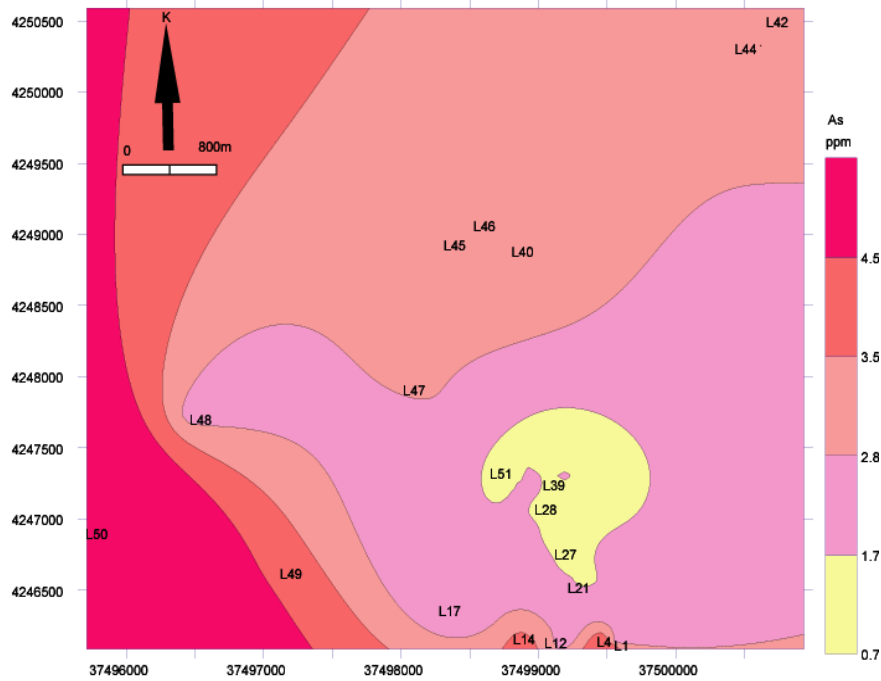
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Numara														
K-49	8,5	19,25	2,7	13,1	3,2	1,1	3,7	0,6	4,4	0,9	2,4	0,3	2,1	0,3
K-48	11,0	27,15	3,6	18,3	4,5	1,5	5,6	0,9	6,5	1,3	3,5	0,5	3,1	0,4
K-47	6,3	14,75	2,0	10,2	2,6	0,9	3,3	0,5	3,8	0,8	2,1	0,3	2,0	0,3
K-51	14,9	34,48	4,7	23,4	5,3	1,7	6,4	1,0	6,9	1,5	3,8	0,4	2,9	0,4
K-17	16,6	37,16	4,8	22,7	4,7	1,5	5,6	0,9	6,1	1,3	3,4	0,4	3,0	0,4
K-1	11,8	27,43	3,6	17,2	3,5	1,1	3,8	0,6	4,2	0,9	2,5	0,3	2,1	0,3
K-37	14,3	32,73	4,5	22,0	5,0	1,7	6,0	1,0	6,9	1,4	3,6	0,4	2,8	0,4
K-20	11,4	27,03	3,6	18,1	4,4	1,4	5,2	0,9	5,8	1,2	3,1	0,4	2,7	0,3
K-2	12,9	29,13	3,8	17,6	3,8	1,1	4,3	0,7	4,7	1,0	2,7	0,3	2,2	0,3
K-50	15,1	35,23	4,3	21,4	4,9	1,5	6,0	0,9	6,1	1,2	3,2	0,4	2,7	0,3

10. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

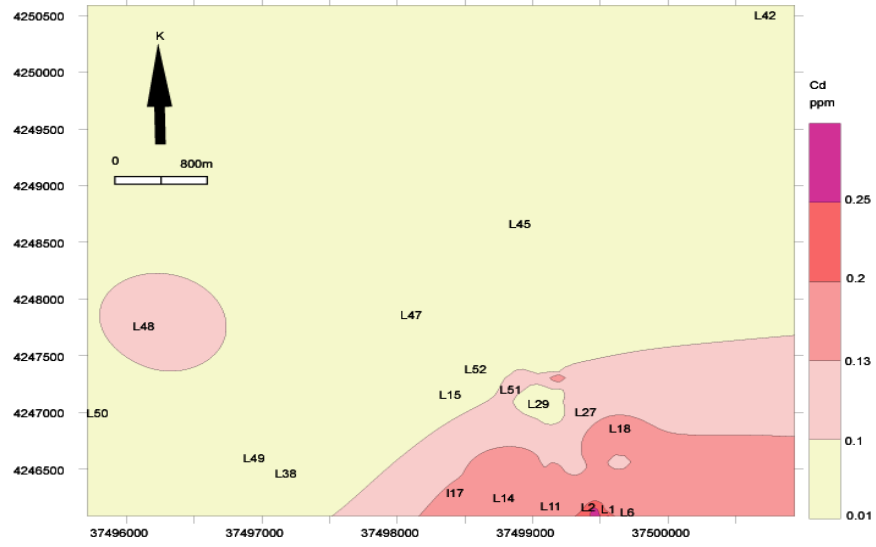
Analiz sonuçları SURFER8 programı kullanılarak anomali haritaları oluşturulmuş ve jeostatistik analizleri yapılarak veri dağılımları yorumlanmıştır. Anomali haritaları esas olarak farklı cevherleşme lokasyonlarını belirlemede oldukça yararlı olmuştur.

SURFER8 programında anomali haritaları oluşturulurken (eşik değer $=X+2\sigma$ veya $X-2\sigma$) eşik değer formülüyle bulunan sonuçlarla Windows, 2007 Excel’de yüzde birlik rank değerleri hesaplanmış olup % 25 ve altındaki değerler background değer (temel değer) olarak kabul edilmiştir. % 50, % 75, % 90 ve üzeri değer aralıklarına göre farklı şiddetli anomali aralıkları belirlenmiş ve anomali haritaları oluşturulmuştur. Anomali haritalarında sağ tarafta gösterilen ölçek renk koyuluğuna göre anomali şiddetini göstermektedir.

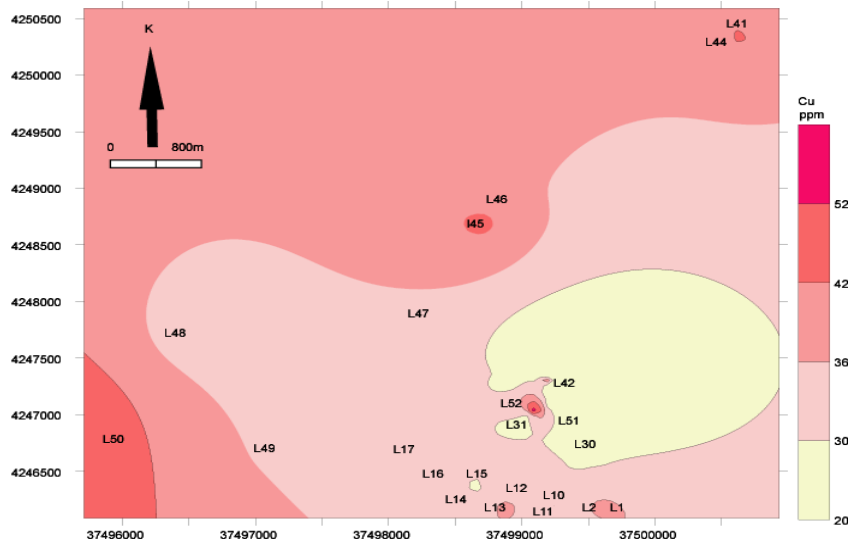
Sırasıyla Şekil 10.1, Şekil 10.2, Şekil 10.3, Şekil 10.4, Şekil 10.5, Şekil 10.6, Şekil 10.7, Şekil 10.8 ve Şekil 10.9’da As, Cd, Cu, Fe, Mn, Sb, Se, Pb ve Zn örneklerine ait anomali haritaları görülmektedir.



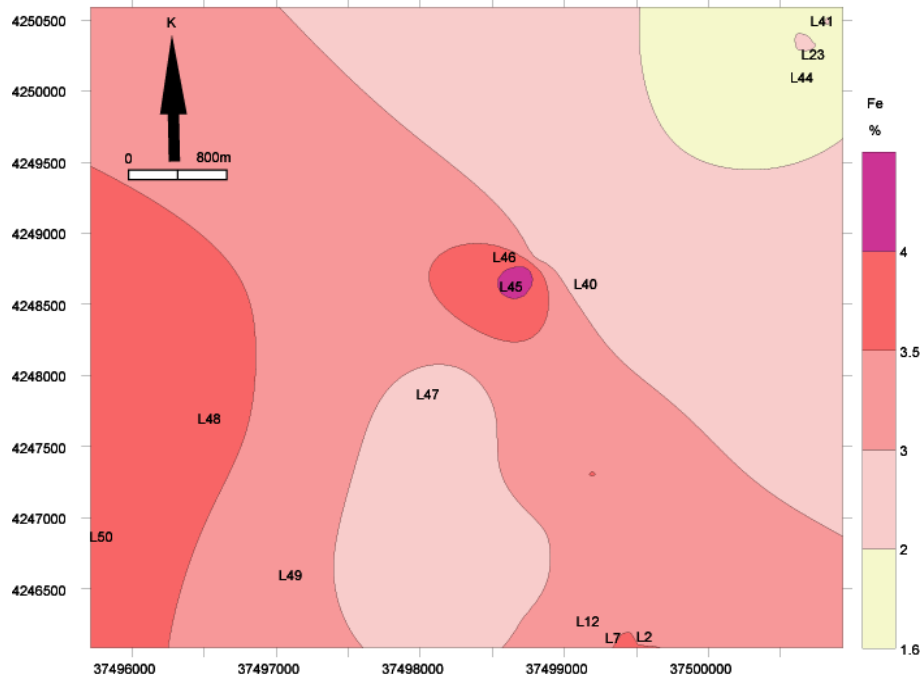
Şekil 10.1. As'in anomali haritası



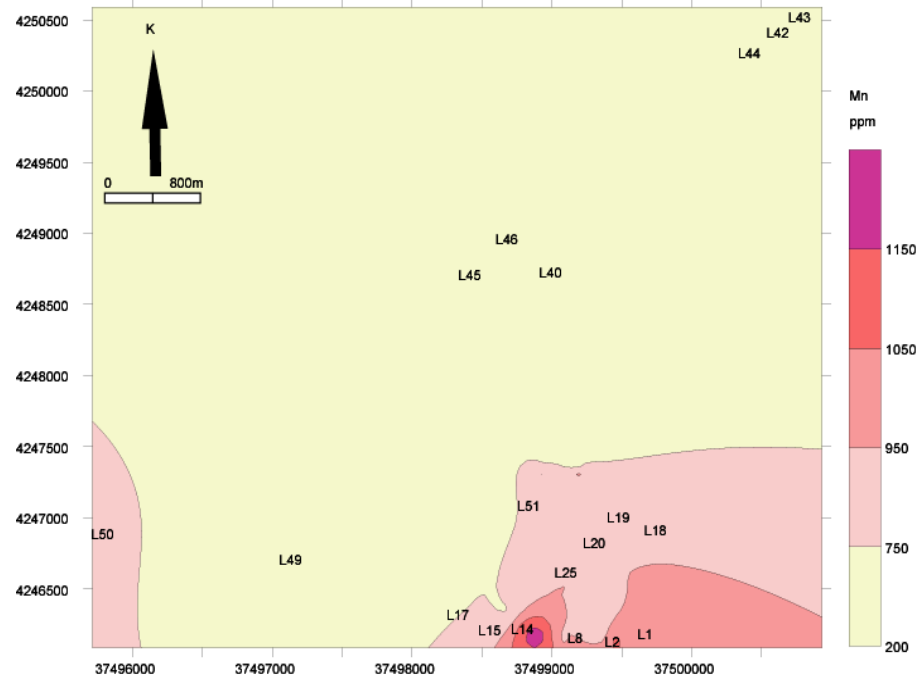
Şekil 10. 2. Cd'un anomali haritası



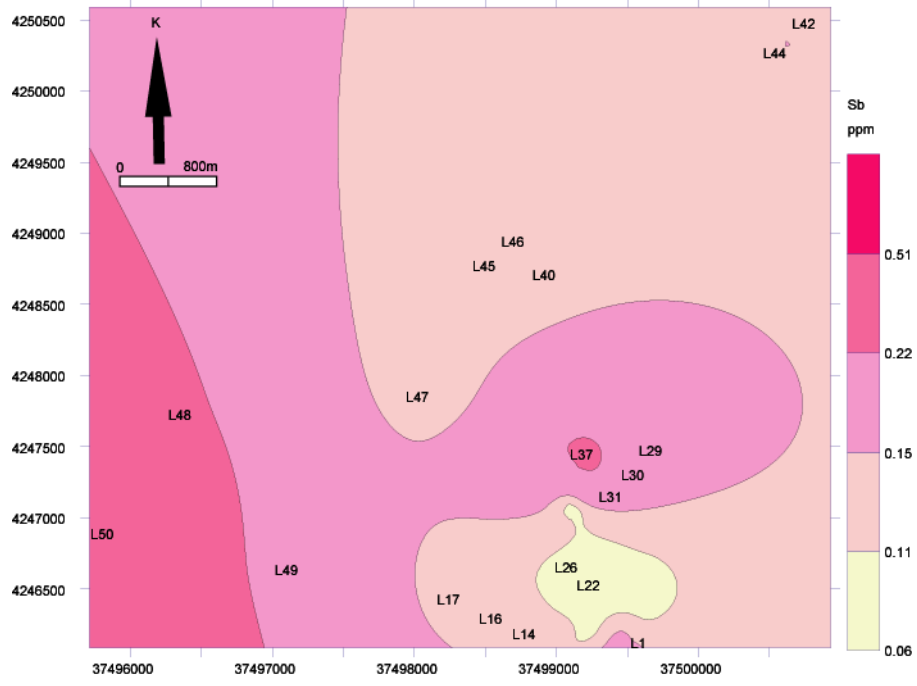
Şekil 10. 3. Cu'n anomali haritası



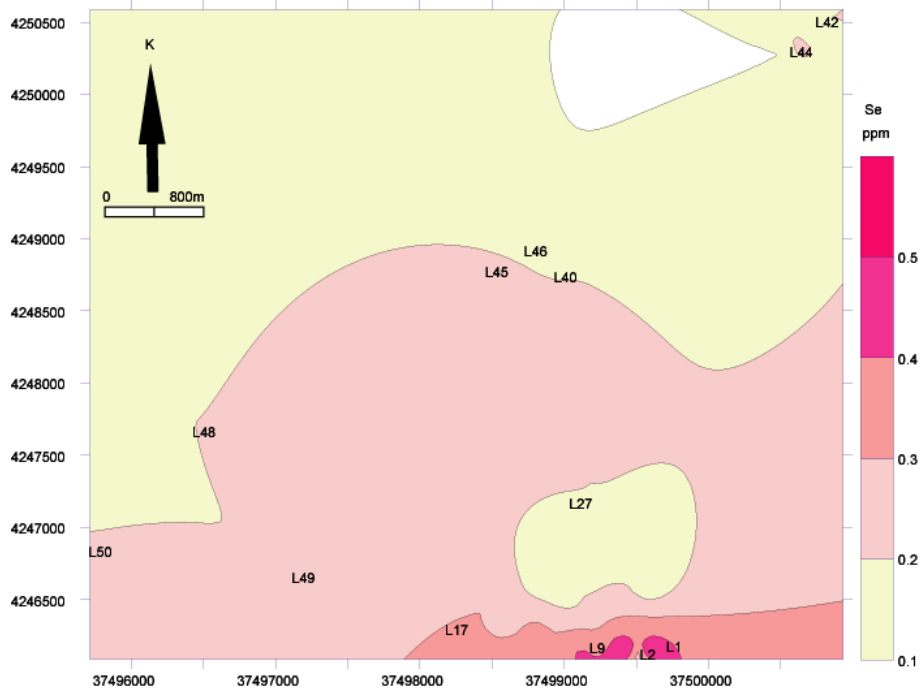
Şekil 10.4. Fe'in anomali haritası



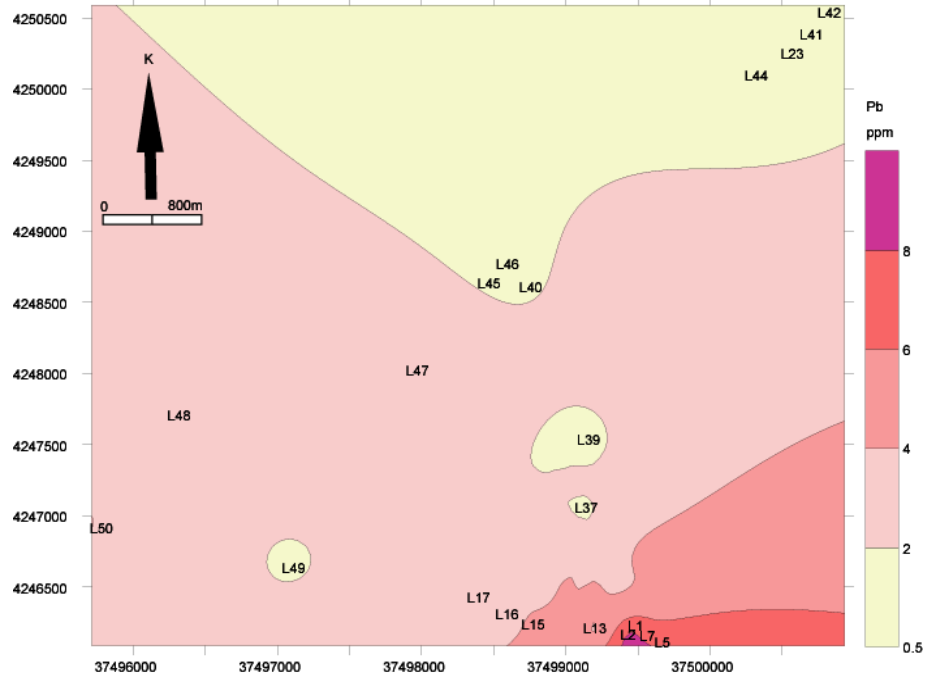
Şekil 10. 5. Mn'ın anomali haritası



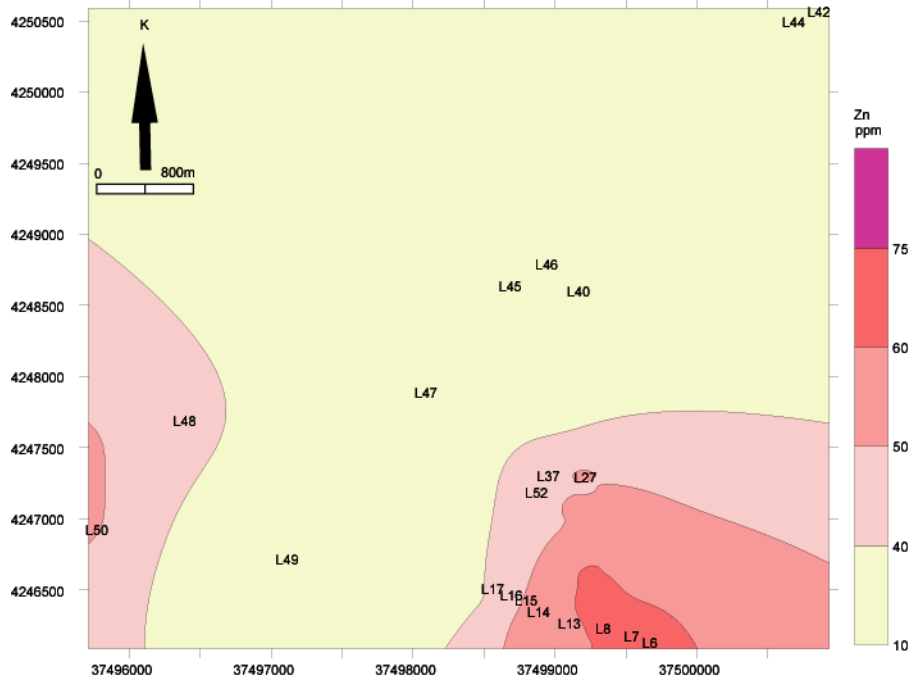
Şekil 10. 6. Sb'in anomali haritası



Şekil 10. 7. Se'un anomali haritası



Şekil 10. 8. Pb'un anomali haritası



Şekil 10. 9. Zn'nun anomali haritası

11. TARTIŞMA

Çalışma alanı KD-GB uzanımlı Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde olup Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı'na ait çökeller içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında en yaşlı birim Pütürge Metamorfikleri olup Yılmaz vd, (1981), birimin çökelme yaşını Prekambriyen olduğunu belirtmiştir. Birimin metamorfizma yaşının ise Üst Kretase olduğu belirtilmektedir (Yazgan, 1981, 1983, 1984). Çalışma alanında Pütürge Metamorfikleri Maden Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir.

Pütürge Metamorfikleri genellikle gözlü gnays, biyotit şist, amfibolşist, amfibolit, granitik gnayslar ve profilitle makaslama zonu kayalarından oluşan Alt Birlik ile muskovitşist, distenli kuvarsit damarları, stavrolit muskovit şist, granatlı mika şistler, kalkışist ve mermerden oluşan Üst Birlik kayalarından oluşmuştur (Yazgan; 1981; Aktaş ve Robertson, 1984; Sungurlu vd., 1985; Erdem, 1994; Kılıç, 2005). Çalışma alanı yakın çevresinde Pütürge Metamorfikleri'ne ait şistler ve metakuvarsitler görülmektedir.

Maden Karmaşığına ait volkano-sedimanter birimler, andezit ve bazalt gibi kayalar yaygın olarak görülmekte olup söz konusu Fe, Mn, Cu cevherleşmeleri çamurtaşları içerisinde mercer, kafa ve tabakalar şeklinde bulunmaktadır.

SEM ve EDX görüntüleri incelendiğinde ağırlıklı olarak kuvars, kil ve karbonat mineralleri görülmektedir. Mn ve Ti, EDX grafiklerinde yüksek pik değerlerine sahiptir. Al, Mg, Na değerleri bu değerlere eşlik etmektedir. Söz konusu EDX grafikleri dikkate alındığında Mn ve Ti'nin yüksek pik değerlerine sahip olması Fe'in ise bu grafiklerde daha düşük pikler vermesi Mn'in yüksek çözünürlüğüne bağlı olup Ti'nin manganit veya piroluzitler içerisinde bulunduğunu düşündürmektedir. Turner (1999)'a göre, sulu ortamdaki Fe ve Mn oksitler yüksek adsorbsiyon özelliğine sahiptirler bu nedenle Ti'nin MnO'ler üzerine adsorbe olabileceğini belirtmektedir.

Oksitlenme potansiyeli yüksek alanlarda piroluzit duraylı mangan mineralidir ve pH'dan bağımsızdır. Yani her pH değerinde duraylıdır. Yüzeysel sular Mn içeren mineralleri oluşturarak Mn^{+2} olarak çözeltiye alır ve ortamın çok oksitleyici olduğu durumlarda, ortamda yeterli derecede karbonat ya da silikat olması durumunda, pH'ın artması Mn mineral çökelişini başlatır. Atmosferik oksijenin çökelme ortamına etkisinin artmasıyla da piroluzit en duraylı mineral olarak çökler (Akçay, 2002).

Dere sedimanlarındaki yüksek Mn konsantrasyonu Mn'in ana cevher damarında uzun mesafeler boyunca taşınarak silikat kayalarının etkisiyle yüksek pH değerlerinde dere kumları içerisinde çökelediğini düşündürmektedir.

Mn ve Fe'in inceleme alanında ayrı ayrı ortamlarda çökmesi her iki elementin çökelti içerisinde birbirlerinden tamamen ayrıldıklarını Fe'in ana cevherleşme kaynağına yakın yerlerde +3'e (Ferrik Demire) dönüşerek çökelmiş olabileceğini Mn'in ise çökeltide daha uzun süre kalarak yükseltgeyici ortamlarda MnO_2 halinde çökeldiğini ve inceleme alanında Mn dendritlerinin oluşumunda etkili olduğunu göstermektedir.

Altunbey (1990), Koçkale-Elazığ civarında Maden Karmaşığı içerisindeki demirli-mangan cevherleşmelerinin kökeni ve özellikleri konulu çalışmasında cevherleşmelerin genelde oksit şeklinde olması oksitleyici sıg ortamlarda geliştiğini belirtmektedir. Ayrıca cevherleşmelerin çamurtaşları volkanik malzemelerce zengin volkano-sedimanlar arasında bulunması sıg, sakin ve pH'ın yüksek olduğu ortamlarda geliştiğini göstermektedir. Damar şeklinde gelişen cevherleşmelerin faylara veya kırık zonlarına yerleşen epijenetik oluşumlu cevherleşmeleri olduğunu belirtmiştir.

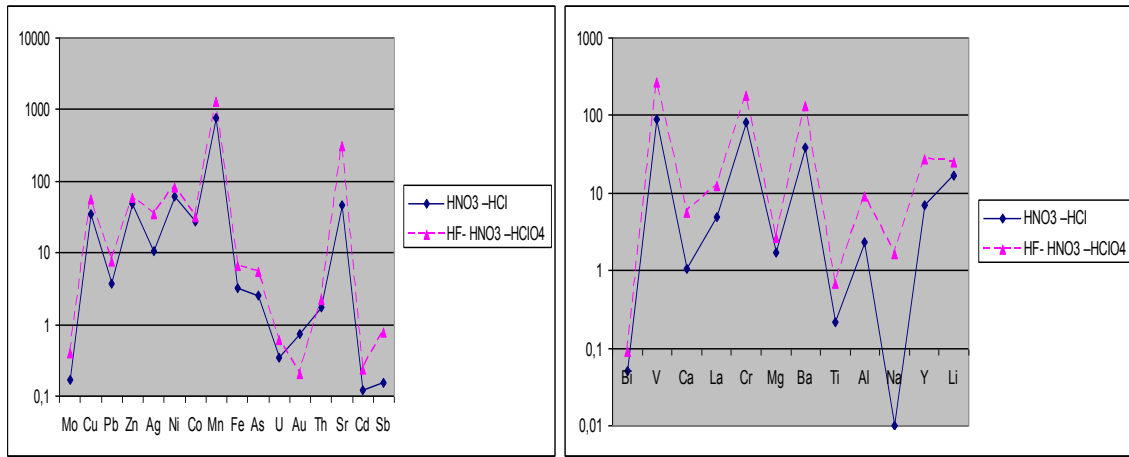
Maden Karmaşığı ile ilişkili mangan yatakları, Beyhan, Palu, Sarıkamış, Koçkale, Germili ve Hazar, Malatya Çevresinde ise Alihan ve Komik bölgelerinde kırmızı renkli çamurtaşları içerisinde genellikle mercek, kafa ve tabakalar halinde görülmektedir (Öztürk, 2008).

İnceleme alanında yapılan petrografik ve mineralojik incelemeler sonucunda kayaçların bazik bileşimli olduğu ve dolayısıyla yer kabuğu ortalaması dikkate alındığında yüksek Mn ve Fe içeriklerinin normal sınırlar içerisinde seyrettiği görülmektedir. Ay vd. (2004), yaptıkları çalışmada Güneydoğu Anadolu ile Doğu Anadolu fay hattını takiben doğudan batıya doğru Cu, Pb, Zn, As ve Sb anomalileri belirlemiş ve bu inceleme alanı yakın civarında muhtemel Mn anomalileri dikkate alarak Uslu Cu, Sey Deresi Au, Cu, Yanık Tepe (Pütürge-Malatya) Au cevherleşmelerinin varlığı tesbit edilmiştir. Bu çalışmada yukarıda sırasıyla belirtilen elementlere ait anomaliler tespit edilmiş olup fay hattı boyunca, Fe, Cu ve Mn cevherleşmelerinin olabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanında cevher minerali olarak hematit, piroluzit, pirit mineralleri azurit, malahit ve limonit görülmektedir.

İnceleme alanından alınan dere kumu örnekleri farklı tane boylarında elenerek -80 ve -200 mesh tane boyuna ayrılmıştır. Önceki çalışmalar dikkate alınarak -80 mesh tane boyundaki tüm örnekler iki farklı analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Birinci yöntem ICP-OES Sawhney and Stillwell'e (1994) göre, seçilerek yapılmıştır ikinci yöntem ise Silva vd., (2009) belirtilen yöntemine göre yapılmıştır.

-200 mesh tane boyunda ikinci yöntem ile yapılan analizlerde diğer yöntemlere göre Au değerleri hariç metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 11.1). -80 ve -200 mesh tane boyutunda metal konsantrasyonları birçok çalışmada karşılaştırılmıştır. Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Bölücek ve Kalender, 2007; Aygün vd., 2008; Kalender, 2010). Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin artması metallerin iyon değişim kapasitesine bağlı olmaktadır (özellikle kil minerallerinde) ve adsorbsiyon özelliğinden kaynaklanmaktadır. Galan vd., (2003), çalışmasında özellikle kil mineralleri tarafından iyon değişimi ile metallerin dere sedimanları içerisinde zenginleştiğini belirtmişlerdir. Al-Fe oksit ve hidroksitler ve kil mineralleri ince taneli sedimanlarda metalleri adsorbe edebilmekte ve dere sedimanı içerisindeki metal içeriğini yükseltmektedir.



Şekil 11. 1. HNO₃ - HCl ve HF - HNO₃ - HClO₄ asitlerinde çözünen örneklerin karşılaştırılması

Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde yüksek pozitif korelasyon katsayısına sahip elementler üç grup altında toplanmıştır.

Huang vd., (2009), çalışması dikkate alınarak, dere sedimanları içerisindeki birinci grup elementlerin (Ni-Co-Cu) fillosilikatlerin kristal kafesi içerisinde zenginleşerek Ca ve K ile eş zamanlı oluştuğu söylenebilir.

İkinci grup elementler (Mo-Zn-Ag-Ba-Cd) için en yüksek çözünürlüğe sahip element Cd'dur. İyonik potansiyel değerleri bakımından Zn'ye benzerlik göstermektedir. Çözünürlüğünün yüksek olması dolayısıyla ince taneli kil boyutundaki minerallere adsorbe olarak tutunmuş olabileceği düşünülmektedir.

Üçüncü grup elementler incelendiğinde (Fe-Mn-Ti-V-As-Sb-Sc) metallerin birbirleriyle yüksek pozitif korelasyon göstermesinin sebebi aynı kaynaktan taşınmış olabileceğini düşündürmektedir. Dere kumları içerisindeki ağır metallerin jeokimyasal davranışları alkalilerin çözünülebilirlikleri ile direk ilişkilidir (Huang vd., 2009). Cr diğer metallerden farklıdır topraktaki fosfor gibi genellikle anyon şeklinde bulunur. Diğer taraftan Cr diğer ağır metallerle önemli bir korelasyona sahip değildir fakat toplam alkali metaller ile iyi korelasyon göstermektedir. Metallerin birbirleriyle korelasyon ilişkisine bakıldığında, Fe-Mn-Ti-V-As-Sb-Sc arasında yüksek pozitif korelasyon ilişkisinin varlığı dikkat çekmektedir. Söz konusu elementler kayaç oluşturan Na ve K gibi elementlerle negatif korelasyonu metallerin killer tarafından adsorbe edilerek dere kumu içerisinde zenginleştiğini göstermektedir. Huang vd., (2009), yaptığı çalışma bu fikri desteklemektedir.

Üçüncü grubu oluşturan elementlerin P ile pozitif korelasyon sunması topraktaki P'un anyonik özellikte olduğunu ve ortamın oksitleyici ortam olduğunu diğer metallerin de Fe ve Mn oksit veya hidroksit halinde bulunabileceğinin göstergesidir. As-Ti-V-Sb-Sc ise bu mineraller içinde iz element olarak bulunması olasıdır.

Liu vd., (2002a) ve Tan vd., (2005), Çin'de yaptıkları çalışmada zayıf bazik pH'a sahip topraklarda manganez minerallerinin çok yaygın olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden söz konusu dere kumlarının zayıf bazik pH ortamlarını yansıttığı düşünülebilir.

Fe, V, Ti ve Cd değerlerinin bütün NTE ile yüksek pozitif korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Dere sedimanları ile NTE arasındaki ilişki Silva (2009), tarafından çalışılmış ve bu çalışmada dere sedimanlarındaki NTE konsantrasyonları üzerinde kıtasal kabuk ortalama bileşiminin etkili olduğu belirlenmiştir.

Bu durumda NTE ile pozitif korelasyon sunan Fe, V, Ti ve Cd'un dere sedimanları içerisindeki Fe oksit ve hidroksit ve karbonat mineralleri tarafından adsorbe edilmiş olabileceği ve söz konusu metallerin kıtasal kabuk kökenli olabileceği düşünülmektedir.

Anomali haritaları irdelendiğinde yüksek anomali gösteren elementler (As, Cu, Cd, Fe, Pb, Mn, Sb, Se, Zn) Kızılpara Dere ve Asihavuç Dere yakınında yüzeyleme gösteren cevher damarının olduğu bölgeye yakındır. Ayrıca korelasyon tablosu incelendiğinde (Tablo 8.5) metallerin kendi içerisinde pozitif korelasyon gösterdiği fakat kayaç oluşturan elementlerle negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir bu kapsamda, elementlerin yüksek konsantrasyonlarının cevherli kütleden kaynaklandığı söylenebilir. Barner (1979),

elementlerin yan dere kollarından gelen sularla seyrelebildiğini ve uzun mesafeler taşınınca anomalilerin görülemediğini belirtmiştir. Bu çalışma baz alınarak Köy Dere, Gök Dere, İringil Dere üzerindeki lokasyonlarda görülen anomalinin (As, Cu, Cd, Pb, Mn, Sb, Se, Zn) muhtemel cevherleşmelerden kaynaklandığı düşünülebilir. L40, L45 ve L46 nolu örnek alım noktalarından alınan örneklerde yüksek anomali gösteren elementlerin (As, Cu, Fe) muhtemel cevherleşmelerden kaynaklandığı söylenebilir.

Anomali sonuçları irdelendiğinde yüksek anomali ve anomali değerlerinin Kızılpapa Dere ve Asihavuç Dere üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu nokta aynı zamanda ana cevherleşmenin olduğu bölgeye yakındır ve bu anomalilerin cevherleşmeden kaynaklandığı düşünülebilir. Köy Dere, Gök Dere, İringil Dere ile L40, L45 ve L46 nolu örnek alım yerlerindeki anomali değerlerinin muhtemel cevherleşmelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

12. SONUÇLAR

“Gözeli- Sivrice (Elazığ) civarı drenaj jeokimyası” konulu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Bölgenin jeolojisine genel olarak bakıldığında birimler; Permo-Karbonifer yaşlı Pütürge Metamorfitleri, Jura-Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri, Üst Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar görülmektedir. Çalışma alanı KD-GB uzanımlı Doğu Anadolu Fay zone üzerinde olup Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı'na ait çökeller içerisinde yer almaktadır. Maden Karmaşığı volkano-sedimanter birimlerden oluşmuş olup söz konusu Fe, Mn, Cu cevherleşmeleri çamurtaşları içerisinde mercek, kafa ve tabakalar şeklinde bulunur.

2. Kayaç ve dere kumu örneklerinde petrografik ve mineralojik incelemeler yapılmıştır. İnce kesitlerde kuvars, plajiyoklas, alkali feldispat, amfibol'un varlığı tespit edilmiştir. Buna göre, volkano-sedimanter birimleri kesen diyorit ve andezit ile kumtaşları hakim kayaç topluluğunu oluşturmaktadır. Parlak kesit örneklerinde hematit, piroluzit, pirit en fazla görülen cevher mineralleridir. SEM görüntülerinde kuvars, kalsit ve kil minerallerinin varlığı tespit edilmiştir. EDX grafiklerinde Cu, Zn, Fe, Mn'in bu minerallerle ilişkili olarak dere sedimentleri içerisinde zenginleşmiş olabileceği düşünülmektedir.

3. İnceleme alanından alınan dere kumu örnekleri farklı tane boylarında elenerek -80 ve -200 mesh tane boylarına ayrılarak iki farklı yöntemle göre analiz edilmiştir. -200 mesh tane boyunda ikinci yöntemle yapılan analizlerde diğer yöntemle oranla Au değerleri hariç metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin arttığı belirtilmiştir. Tane boyu küçüldükçe metal içeriğinin artması metallerin iyon değişim kapasitesine ve adsorbsiyon özelliğine bağlı olabilir.

4. Korelasyon tablosu dikkate alındığında pozitif korelasyon gösteren metal dağılımları Ni-Co-Cu, Mo-Zn-Ag-Ba-Cd ve Fe-Mn-Ti-V-As-Sb-Sc olmak üzere üç grup içerisinde değerlendirilir. Fe, V, Ti ve Cd değerlerinin bütün NTE ile yüksek pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

5. Çalışma alanında yüksek anomali gösteren elementler (As, Cu, Cd, Fe, Pb, Mn, Sb, Se, Zn) Kızılpara Dere ve Asihavuç Dere yakınında yüzeyleme gösteren cevher damarının olduğu bölgeye yakındır. Elementlerin yüksek konsantrasyonlarının cevherli kütleden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca Köy Dere, Gök Dere, İringil Dere üzerindeki lokasyonlarda görülen anomalinin (As, Cu, Cd, Pb, Mn, Sb, Se, Zn) muhtemel

cevherleşmelerden kaynaklandığı düşünülebilir. L40, L45 ve L46 nolu örnek alım noktalarından alınan örneklerde yüksek anomali gösteren elementlerin (As, Cu, Fe) muhtemel cevherleşmelerden kaynaklandığı söylenebilir.

6. Çalışma alanı ve yakın çevresinde varlığı belirlenen ve muhtemel cevherleşmelerin daha detaylı olarak incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1984.** The Maden Complex SE Turkey: Evolution of a Neotethyan active magrin; Divon, J.E. and Robertson, A.H.F., Eds., The Geological Evolution of the Eastern Mediterreanean, 375-402, London.
- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1990.** Tectonic evolution of the Tethys suture zone in SE Turkey evidence from the Tethys suture zone in SE Turkey evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene exrrusives. Geol. Soc., London, Special Publ., 311-328.
- Akçay, M., 2002.** Jeokimya temel kavramlar ve uygulamaya aktarımları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fak., Yayın No:204, Trabzon, 506s.
- Altunbey, M., 1990.** Koçkale-Elazığ mangan yatakları, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü., Fen Bil. Ens., 75s.
- Altunbey, M. ve Sağıroğlu A., 1995.** Koçkale-Elazığ manganez cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni, MTA Dergisi, 117, 139-148.
- Altunbey, M. ve Çelik, S., 2005.** Anayatak (Maden-Elazığ) bakır cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri, Yerbilimleri (Geosound), 47, 63-90.
- Ay, Y., Yılmaz, H., Dumanlılar Ö., Aydın, A., Yığmatepe, M., Aslan, M., ve Gültekin, B., 2004.** Çelikhan(Adıyaman) ile Sivrice (Elazığ) arasındaki tektonik hatlarda gelişmiş Cu-Au mineralizasyonlarının Jeolojik Özellikleri: 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- Aydın, A., Dumanlılar, Ö. ve Yığmatepe, M., 2003.** Elazığ-Sivrice-Uslu cevherleşmelerinin jeolojik özellikleri, 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.

- Aygün, Ö. ve Çolakoğlu, A.R., 2008.** Kızıltepe (Sındırgı-Balıkesir) altın cevherleşme bölgesi dere sedimanı örneklerindeki tane boyutunun altın analiz değerlerine etkisi, Haccettepe Üniversitesi Yer Bilimleri uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 29(1), 17-24.
- Barner, H.L., 1979.** geochemistry of hydrothermal ore deposits, 972s.
- Baştuğ, C. ve Açıkbaş, D., 1974.** Sason- Kozluk şaryaj yöresi jeolojik raporu, TPAO rap., no. 795 (yayınlanmamış).
- Bingöl, A.F., 1982.** Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi, F.Ü., Fen Fak. Derg., 1, 9-21.
- Bingöl, A.F., 1984.** Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus Region, Tekeli O. And Göncüoğlu M.C. Eds., İnt. Symp. On the Geology of he Taurus Belt, 209-216, Ankara.
- Bingöl, A.F., 1987.** New Finding on the structural setting of the chromites in the Guleman Ophiolitic Massive (Eastern Taurus), F.Ü., Fen Bil. Enst. Derg., 1, Elazığ.
- Çağlayan, M.A., İnal, R., Şengün, M. ve Çağlayan, M.A., İnal, R., Şengün, M. and Yurtsever, A., 1984.** Structural setting of Bitlis Masif in: Geology of the Taurus Belt, O, Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds), International symposium proceeeding, MTA., Ankara.
- Çelik, H., 1994.** Kovancılar (Elazığ) Yakın Kuzey ve Batısındaki Alanın Jeolojik Özellikleri. F.Ü. Fen Bil. Enst.,Yüksek Lisans Tezi, 76 s.
- Çelik, S., 2003.** Maden (Elazığ) Anayatağın mineralojisi ve jeokimyası, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 93s.

- Dewey, J.F., Şengör, A.M.C., 1979.** Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in convergent zone, Geological society of America Bullutin, 90 (I), 84-92.
- Erdem, E., 1987.** Elazığ Kartaldere Gölardı (Hazar Gölü KD'su) yöresi magmatik kayaçların petrografik incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 72s., (Yayınlanmamış).
- Erdem, E., 1994.** Pütürge (Malatya) Metamorfitle'rin petrografik ve petrolojik özellikleri, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Ens. (Yayınlanmamış).
- Erdoğan, B., 1982.** Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve volkanik kayaları, TJK Bülteni, 25, 49-59.
- Galan, E., Gomez-Arıza, J.L., Gonzalez, I., Fernandez Cahonı, J.C., Morales, E and Giraldez L., 2003.** Heavy metal partitioning in river sediments severely polluted by acid mine drainage in the Iberian pyrite belt., Applied Geochemistry, 18, 409-422
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., 1985.** Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi, MTA. Raporu, Rapor No: 7707, Ankara, 225s.
- Gürocak, Z., 1993.** Sivrice (Elazığ) çevresinin jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., 65s.
- Hempton, M.R. ve Savcı, G., 1982.** Petrological and structural Features of the Elazığ complex, Bull. Geol. Soc. Turkey. 25/2, 143-150.
- Hempton, M.R., Dune, L.A. and Dewey, J.F., 1983.** Sedimentation Active Strike-Slip Basin, South-Eastern Turkey, Geology, 91, 401-412.

- Hempton, M.R., 1984.** “Results of detailed mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains) “ Taurus Belt int. Symp. 223-228. MTA, Ankara.
- Huang, L., Liu, F., Tan, W., Hu, H. and Wang, M.K., 2009.** Geochemical characteristics of selected elements in iron-manganese cutans and matrices of alfisols in central China, Journal of Geochemical Exploration 103, 30-36.
- Jackson, J. and McKenzie, D.P., 1988.** The relationship between plate motions and seismic moment tensors and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East, Geophysical Journal of royal astronomical society, 93, 45-73.
- Bölücek, C. and Kalender, L., 2007.** Environmental impact and drainage geochemistry in the vicinity of the Harput Pb-Zn-Cu veins, Elazığ, SE Turkey, 16., 241-255.
- Kalender, L., 2010.** Drainage geochemistry around the abandoned whittle colliery, Northumberland, UK., Ajse35, 35 (1A), 145-164.
- Kaya, A., 1993.** Gezin-Maden(Elazığ) çevresinde jeolojik araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniv. Fen Bil. Enst., (Yayınlanmamış), 71s.
- Karaman, 2006.** Yapısal jeoloji ve uygulamaları, Devran matbacılık, Ankara, 9-53.
- Ketin, 1948.** Über die tektonisch-Mechanischen folgerungen aus den grossen anadoluischen Erdbeben des letzten Dezemiums, Geologische. Rundschau 36, 77-83.
- Kılıç, A.D., 2005.** Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri, Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 102s.
- Kırat, G., 2004.** Maden (Elazığ) çevresinde drenaj jeokimyası, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., (Yayınlanmamış), 83s.
- Köksoy, M., 1991.** Uygulamalı jeokimya, Hacettepe Üniversitesi yayınları, Ankara, 368s.

- Köksoy, M. ve Topçu, S., 1976.** Jeokimyasal prospeksiyon tanıtımı ve laboratuvar metotları, MTA eğitim serisi, No:16, 96s.
- Liu, F., Colombo, C., Adomo, P., He, J.Z. and Violante, A., 2002a.** Trace elements in manganese-iron nodules from a Chinese Alfisol soil Sci. Soc. Amer. J. 66, 661-670.
- McKenzie, D.P., 1970.** Plate tectonics of the Mediterranean region, Nature, 226, 239-243.
- McKenzie, D.P., 1972.** Active tectonics of the Mediterranean region, Geophysical journal of royal astronomical, 30, 109-185.
- Özalp, S., Özaksoy V. ve Nefeslioğlu H.A., 2007.** 21 şubat 2007 Sivrice (Elazığ) depremi saha gözlemleri ve değerlendirme raporu.20s.
<http://www.mta.gov.tr/21> Şubat 2007 Sivrice Depremi
- Öztürk, N., 2008.** Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) doğusundaki mangan yataklarının jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyası, Yüksek lisans tezi, F.Ü., Fen Bil. Enst., 54s.
- Perinçek, D., 1979a.** Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları, TPAO arşiv no:1361 (Yayınlanmamış).
- Perinçek, D., 1979b.** The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar Malatya area, Guide book, TJK yayını, 33s.
- Perinçek, D., 1980a.** Arabistan kıtası kuzeyindeki tektonik evrimin, kıta üzerinde çökelen istifteki etkileri, Türkiye 5. Petrol Kongresi, Tebliğler, 77-93, Ankara.
- Perinçek, D., 1980b.** Bitlis Metamorfitlerinde Volkanitli Triyas, TJK Bült., 23, 201-211, Ankara.

- Perinçek, D. and Özkaya, İ., 1981.** Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi, *Yerbilimleri*, 8, 91-101.
- Perinçek, D. and Kozlu, H., 1984.** Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus), *Geology of the Taurus belt. Int. Symp. Proc. Eds. Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C.*, 181-198, Ankara.
- Rigo De Righi, M. and Cortesini, A., 1964.** Gravity tectonics in foothill structure of southeast Turkey, *Amer. Assoc. Petrol Geologist Bull.*, 48, 1911-1937.
- Sawhney, B.L. and Stillwell, D.E., 1994.** Dissolution and elemental analysis of minerals, soils and environmental samples. In, Amonette, J.E, Zelazny, L.W. (Eds), *Quantitative metals in soil mineralogy. Misc. Publ., SSSA, Madison, WI*, 49-82.
- Silva, E.F., Bobos, I., Matos, J.X., Patinha, C., Reis, A.P. and Fonseca, E.C., 2009.** Mineralogy and geochemistry of trace metals and REE in volcanic massive sulfide host rocks, stream sediments, stream waters and acid mine drainage from the Lousal mine area, Iberian Pyrite Belt, Portugal, *Applied Geochemistry*, 24, 383-401.
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E. ve Naz, H., 1985.** Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi, *Petrol İşleri Genel Müd. Derg.*, 29, 83-191.
- Suiçmez, Y., 1999.** Kavallı (Sivrice-Elazığ) çevresindeki cevherleşmelerin jeokimyası ve kökeni., *Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst. (Yayınlanmamış)*, 42s.
- Şat, M., 1991.** Maden Mihrap Dağı yatağının özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Ens.*, 55s (Yayınlanmamış).
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981.** Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach., *Tectonophysics*, 75, 181-241.

- Tan, W., Liu, F., Feng, X., Huang and Q., Li, X., 2005.** Adsorption and redox reaction of heavy metals on Fe-Mn nodules from Chinese soils, J. Coll. Interf., Sci, 284, 600-605.
- Turan, M., 1992.** Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri, Suat Erk Sempozyumu Bildirileri, 193-207.
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F., 1995.** Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bil. Dergisi, 7/2, 177-200.
- Turner, A., 1999.** Trace metal contamination in sediments from U.K. Estuaries: An Empirical evaluation of the role of hydrous iron and manganese oxides, estuary, Coastal and Shelf Science, 50, 355-371.
- Üstüntaş, A., 1988.** Zahuran-Maden-Elazığ pikritik Cu cevherleşmeleri, Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., (Yayınlanmamış), 58s.
- Üstüntaş, A. ve Sağıroğlu, A., 1993.** Zahuran (Maden-Elazığ) yöresindeki iki farklı tip Cu cevherleşmesi, TJK Bülteni, Ağustos, 36, 179-189, Ankara.
- Yazgan, E., 1981.** Doğu Toroslarda etkin bir paleokıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Enstitüsü, 7, 8-104.
- Yazgan, E., 1983.** A Geotraverse between the Arabian platform and the Munzur nappes, International Symp, On the geology of the Taurus Belt, Guide book for Excursion V, 1-17, Ankara.
- Yazgan, E., 1984.** Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. In, The Geology of the Taurus Belt, International Symposium Proceedings, O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (Eds.). Ankara-Turkey, 199-208.

Yazgan, E., Gültekin, M.C., Asutay, J., Poyraz, N. ve Yıldırım, H., 1984. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi, MTA arşivi rapor no:297, (Yayınlanmamış).

Yazgan, E. and Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the southeastern Taurides in the region of Malatya, T.P.J.D. Bulletin, 3/1, 1-42 and T.A.P.G. Bulletin, 3/1,1—42.

Yılmaz, Y., Tüysüz, O, Gözübol, A.M. ve Yiğitbaş, E., 1981. Abant (Bolu)-Dokurcum (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 3-4, 239-261.

Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni, Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri, Ankara, 296-306.

Wedepohl, K.H., 1978. Handbook of geochemistry, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, NY.

URL-1. [www. Google.com.tr/http://gozeli.sivrice](http://www.Google.com.tr/http://gozeli.sivrice)

URL-2. [www. Google.com.tr/http://web.firat.edu.tr/fuem.lab](http://www.Google.com.tr/http://web.firat.edu.tr/fuem.lab).

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Elazığ'da doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi Elazığ'da tamamladım. 2004 yılında Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2008 yılında Mühendislik Fakültesi birincisi olarak mezun oldum. 2010 yılında Oltu Yer Bilimleri Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladım.

