

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Geological Engineering Journal

Cilt - Volume 32

ISSN 1116 - 9172

Sayı - Number 2 - 2008



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

Editörler /Editors

Abidin TEMEL
Hacettepe Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
06532 Beytepe - Ankara
Tel: 0312 297 77 55
Fax: 0312 299 20 34
E-Posta: atemel@hacettepe.edu.tr

Mehmet ŞENER
Niğde Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
51200 Niğde
Tel: 0388 225 22 61
E-Posta: msener@nigde.edu.tr

Yurdal GENÇ
Hacettepe Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
06532 Beytepe-Ankara
Tel: 0312 297 77 55
Fax: 0312 299 20 34
E-Posta: ygenç@hacettepe.edu.tr

Yardımcı Editörler/Assistant Editors

Hüseyin YILMAZ
Cumhuriyet Üniversitesi - Sivas

Sedat TÜRKMEN
Mersin Üniversitesi - Mersin

M. Şefik İMAMOĞLU
Dicle Üniversitesi

Yazışma Adresi
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK 464 Yenışehir, 0644 Ankara
Tel: 0312 434 36 01
Fax: 0312 434 23 88
E-Posta: jmo@jmo.org.tr

Yayın Kurulu / Editorial Board

Kemal AKDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Musa ALPASLAN (Mersin Üniversitesi)
Fehmi ARIKAN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Eşref ATABEY (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Serdar BAYARI (Hacettepe Üniversitesi)
Emel BAYHAN (Hacettepe Üniversitesi)
Berk BESBELLİ (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Muazzez ÇELİK KARAKAYA (Selçuk Üniversitesi)
Tandoğan ENGIN (Maden Tetkik ve Arama Genel M

Jeoloji Mühendisleri Odası *Chamber of Geological Engineers* **Yönetim Kurulu / Executive Board**

ÇAĞLAN Dündar
ATIL Hakkı
ERCAN Sami
KURTOĞLU Çetin
ALAN Hüseyin
ULUŞAHİN Adem
YENER Ali Burak

Başkan / *President*
İkinci Başkan / *Vice President*
Yazman / *Secretary*
Sayman / *Treasurer*
Mesleki Uygulamalar Üyesi / *Member of Professional Activities*
Yayın Üyesi / *Member of Publication*
Sosyal İlişkiler Üyesi / *Member of Social Affairs*

Jeoloji Mühendisliği Dergisi / Geological Engineering Journal

Cilt 32
Volume

Sayı 2 -2008
Number

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- 1- **Serkan DAYAN, Taner ÜNLÜ, İ. Sönmez SAYILI**
Adana-Mansurlu Attepe Demir Yatağı' nın Maden Jeolojisi
Mining Geology of Attepe Iron Deposit, Mansurlu-Adana
- 45- **Yahya ÇİFTÇİ, M. Akif İŐIK, Tolga ALKEVLİ, Çetin YEŐİLOVA**
Van Gölü Havzasının Çevre Jeolojisi
Environmental Geology of Lake Van Basin

Adana-Mansurlu Attepe Demir Yatağı' nın Maden Jeolojisi

Mining Geology of Attepe Iron Deposit, Mansurlu-Adana

Serkan DAYAN¹, Taner ÜNLÜ² ve İ. Sönmez SAYILI²¹İller Bankası Genel Müdürlüğü, İmar Planlama Dairesi Başkanlığı, ANKARA²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan/ANKARA**Makale Geliş Tarihi : 6 Ağustos 2008, Kabul Tarihi : 10 Ekim 2008****Received : 6 August 2008, Accepted : 10 October 2008****ÖZ**

Attepe Demir Yatağı, Torid'ler Tektonik Birliği içinde yer alan Geyik Dağı Birliği'ne özgü, Prekambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu içinde yer alır. Yatakta; en altta sedimanter oluşumlu piritler, daha üstte sedimanter oluşumlu sideritler ve en üstte sedimanter oluşumlu hematitler gözlenir. Cevherleşme sonrası gelişen faylar, yatağı yüzeye taşımış ve özellikle bu zonlarda gelişen karstlaşma ve yüzeysel etkileşimlerin, büyük bir çoğunlukla sideritleri ve diğer demir minerallerini limonit ve götite dönüştürdüğü saptanmıştır. Bu şekilde bir ölçü de demir bakımından zenginleşen seviyeler, bugün işletmeye hammadde oluşturmaktadır. Maden yatağında, şu anki konumu ile cevher ve yan kayalar tektonik ilişkilidir.

Diyajenez ile ilgili süreçler, metamorfizmaya bağlı deformasyonlar ve geç evre deformasyonları, sahada kırılma ve kırılma tektoniğinin yoğun bir biçimde gelişmesine olanak sağlamıştır. Birincil sedimanter kökenli demir minerallerinden çözülen metaller, bu kırık zonlarına mobilize olmuşlar ve bu şekilde hemen hemen bölgedeki kayaların çoğunluğunu kateden geç evre siderit damar ve damarcıklarını oluşturmuşlardır.

Siderit örneklerinde; en çok siderit, ankerit, pirit, rutil ve mangan dendiritleri saptanmıştır. Ayrıca çok az oranlardaki şörtit minerali de bu birlikteliğe eşlik etmektedir.

Sideritler; % 55,1-65,3 Fe₂O₃ (toplam demir), % 2,2-10,0 SiO₂, %0,9-1,3 MnO, % 0,03-1,7 Al₂O₃, % 2,1-3,6 MgO; Limonit ve götitler ise; % 57,2-93,8 Fe₂O₃ (toplam demir), % 0,5-1,6 MnO, % 1,1-3,6 SiO₂, % 0,1-0,6 Al₂O₃, % 0,05-0,6 MgO içermektedir. Metasiltaşlarında saptanan 140 ppm' lik Cr₂O₃ içeriği, ayrıca dikkate değerdir.

Örneklere özgü kimyasal verilerin değerlendirmesi sonucunda, birincil sedimanter demir oluşumlarının Fe element kökeni konusunda, oluşum ortamındaki olası bazik kayalara doğru olan bir eğilim (izler) saptanmıştır.

Tüm çalışma ve bu sahada yapılan diğer çalışmalar birlikte yorumlandığında ise; Attepe Demir Yatağı'nın oluşumu konusunda, olası volkanik-sinsedimanter tipe doğru yönelim söz konusudur.

Bu bağlamda, Prekambriyen yaşlı birimlerin bundan sonra yapılacak çalışmalarda detaylı biçimde araştırılmaları, bu çalışma çatısında, özellikle önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Attepe Demir Yatağı, Prekambriyen, Emirgazi Formasyonu, Siderit, Volkanik-sin sedimanter tip.

ABSTRACT

The Attepe Iron Deposit takes place in the Precambrian age Emirgazi Formation which belongs to Geyik Dağı Unit of Taurus Tectonic Belt. The iron deposit consists of pyrites, siderites and hematites from bottom to top, all are formed in the sedimentary conditions. The deposit crops out by the effect of faults after the mineralization. At that stage, especially siderites and other iron minerals were turned into limonite and goethite due to karstification and surficial processes. The iron rich zones formed by this way provide raw materials for the operation. The present position of ore and host rocks is tectonically related.

The processes related to diagenesis, metamorphic and late phase deformations caused strong folding and faulting tectonism of the area. The metals dissolved from primary iron minerals of sedimentary origin are mobilized to fracture zones which led to late stage siderite vein and veinlets.

In the siderite samples, siderite, ankerite, pyrite, rutile and manganese dendrites have been dominantly determined. In addition, very little amount of shortite minerals accompany to the above association.

Siderites consist of % 55,1-65,3 Fe_2O_3 (total iron), 2,2-10,0% SiO_2 , 0,9-1,3% MnO , 0,03-1,7% Al_2O_3 , 2,1-3,6% MnO ; On the other hand, limonite and goethite contain 57,2-93,8% Fe_2O_3 (Total iron), 0,5-1,6% MnO , 1,1-3,6% SiO_2 , 0,1-0,6% Al_2O_3 , 0,05-0,6% MnO . The Cr_2O_3 content of 140 ppm determined in metasilstones is also noticeable.

Due to evaluations of chemical data of the samples, a tendency toward relationship to basic rocks can be postulated about the origin of iron of primary sedimentary iron formations.

On the formation of Attepe Iron Deposits, it has supposed to be a tendency to a probable volcanic - syn-sedimentary type, when the interpretations of the study area with all other investigations.

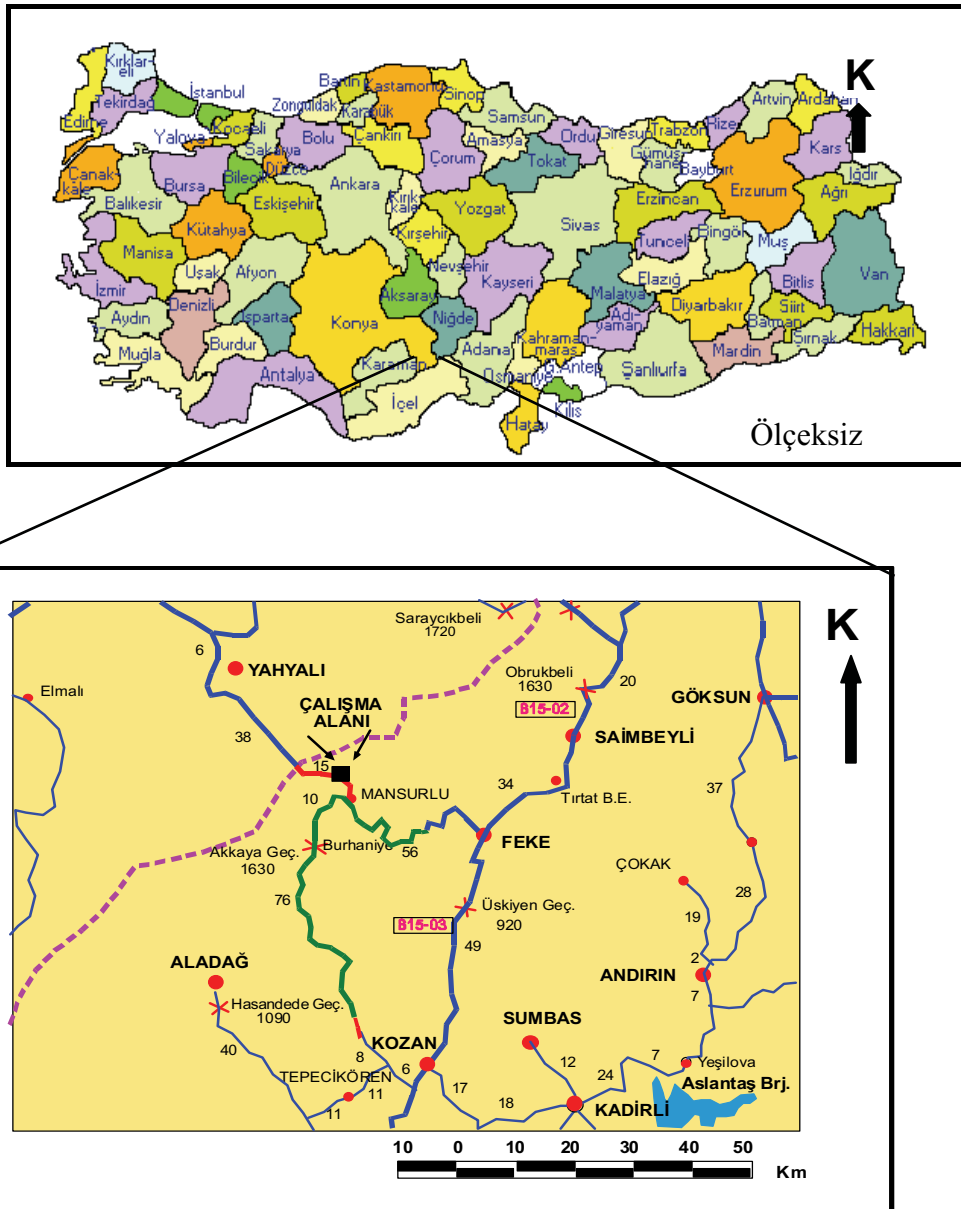
Within the frame of this study, it is highly recommended that Precambrian units must be investigated in detail during further studies.

Key Words: Attepe Iron Deposits, Precambrian, Emirgazi Formation, Siderite, Volcanic-syn sedimentary type.

GİRİŞ

Adana ili Feke ilçesi Mansurlu bölgesinde yer alan çalışma alanı 1:25000 ölçekli Kozan M 35 a1 paftası sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 1). Bu araştırmanın kapsamında; Adana İli, Feke İlçesi, Mansurlu Bucağı, Attepe Mevkii içerisinde yer alan demir oluşumları incelenmiştir. Çalışma

alanından toplanan örnekler üzerinde yapılan makroskobik ve mikroskobik incelemelerle jeokimyasal analizlerin bütünleştirilmesi sonucunda, kökene yönelik yorumlar yapılması amaçlanmıştır.



Şekil 1: Çalışma alanının yer bulduru haritası.
Figure 1. The location map of the study area.

GENEL JEOLOJİ

İnceleme alanı, Toridler (Ketin 1966) tektonik birliği içerisinde yer almaktadır. Toroslar, Alp Orojenik Kuşağının Anadolu'nun güney ve doğu kesimlerinden geçen önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Türkiye'nin Divriği-Hekimhan havzasından sonraki ikinci büyük demir havzası olan Mansurlu Bölgesi'nde bir çok araştırmacı tarafından değişik çalışmalar yapılmıştır. Çalışmaların bir bölümü bölge jeolojisine, diğer bölümü de ekonomik jeolojiye yöneliktir. Aşağıda tüm bu çalışmaların önemli olanları çalışma tarihleri esas alınarak öz biçimde sunulmaktadır.

Mansurlu yöresi demir yataklarında, Lucius, 1927 ile başlayan ilk prospeksiyon çalışmaları, daha sonra 1966-1979 yılları arasındaki çalışmalarla yoğun biçimde ve günümüze kadar farklı araştırmacılar tarafından yürütülmüştür.

Bölgede Tschihatschef, 1869 tarafından başlatılan jeolojik incelemeler daha sonra Philippson, 1919; Blumenthal, 1941; 1944; Abdüsselamoğlu, 1959; Brennich, 1961; Arıkan, 1966; 1968; Demirtaşlı, 1967; Özgül ve diğ.; 1972;1973; Özgül, 1976; Henden ve diğ.; 1978; Önder ve Şahin, 1979; Ayhan ve İplikçi, 1980; Henden ve Önder, 1980; Tekeli, 1980; Tekeli ve Erler, 1980; Metin ve diğ., 1982; Ayhan, 1983; Metin, 1984; Ünlü ve diğ., 1984; Tutkun, 1984; Küpeli, 1986; 1991; Ünlü ve Stendall, 1986; 1989; Ayhan, 1988; Tekeli ve diğ., 1988; Öncel, 1989; Dağlıoğlu, 1990; Dağlıoğlu ve Bahçeli, 1992; Dağlıoğlu ve diğ., 1998; Çolakoğlu ve Kuru, 2002; Özgül ve Kozlu, 2002; Çolakoğlu, 2003; Ünlü, 2003; Özgül, 2006; Küpeli ve diğ., 2006 tarafından devam ettirilmiştir.

Bölgede stratigrafi, kaya türü, metamorfizma ve yapısal özellikleri açısından birbirinden farklı kaya birimi toplulukları yer alır (Şekil 2). Farklı havza koşullarını yansıtan ve her

biri ayrı bir tektono-stratigrafik birim niteliği taşıyan, birbirleriyle tektonik ilişkili bu tür topluluklar için Özgül, 1971;1976 tarafından 'Birlik' terimi kullanılmıştır. Bu topluluklar, Görbiyes Dağı Birliği dışında, Orta Toroslar'da önceden Özgül, 1976 tarafından tanımlanmış olan Geyik Dağı, Aladağ ve Bozkır Birliklerinin devamını oluştururlar. Görbiyes Dağı Birliği ise ilk kez Özgül ve Kozlu, 2002 tarafından saptanmış ve tanımlanmıştır.

Doğu Toroslar'ın inceleme alanını da içine alan batı kesimi, gerek Toroslar'ın tektono-stratigrafik birliklerinin büyük bölümünü kapsamaması, gerekse Kambriyen-Tersiyer aralığının tüm sistemlerini temsil eden kaya stratigrafi birimlerini bulundurması açısından Toros Kuşağı'nın ilginç yörelerinden biridir (Özgül ve diğ., 1973; Özgül, 1976; Metin, 1984).

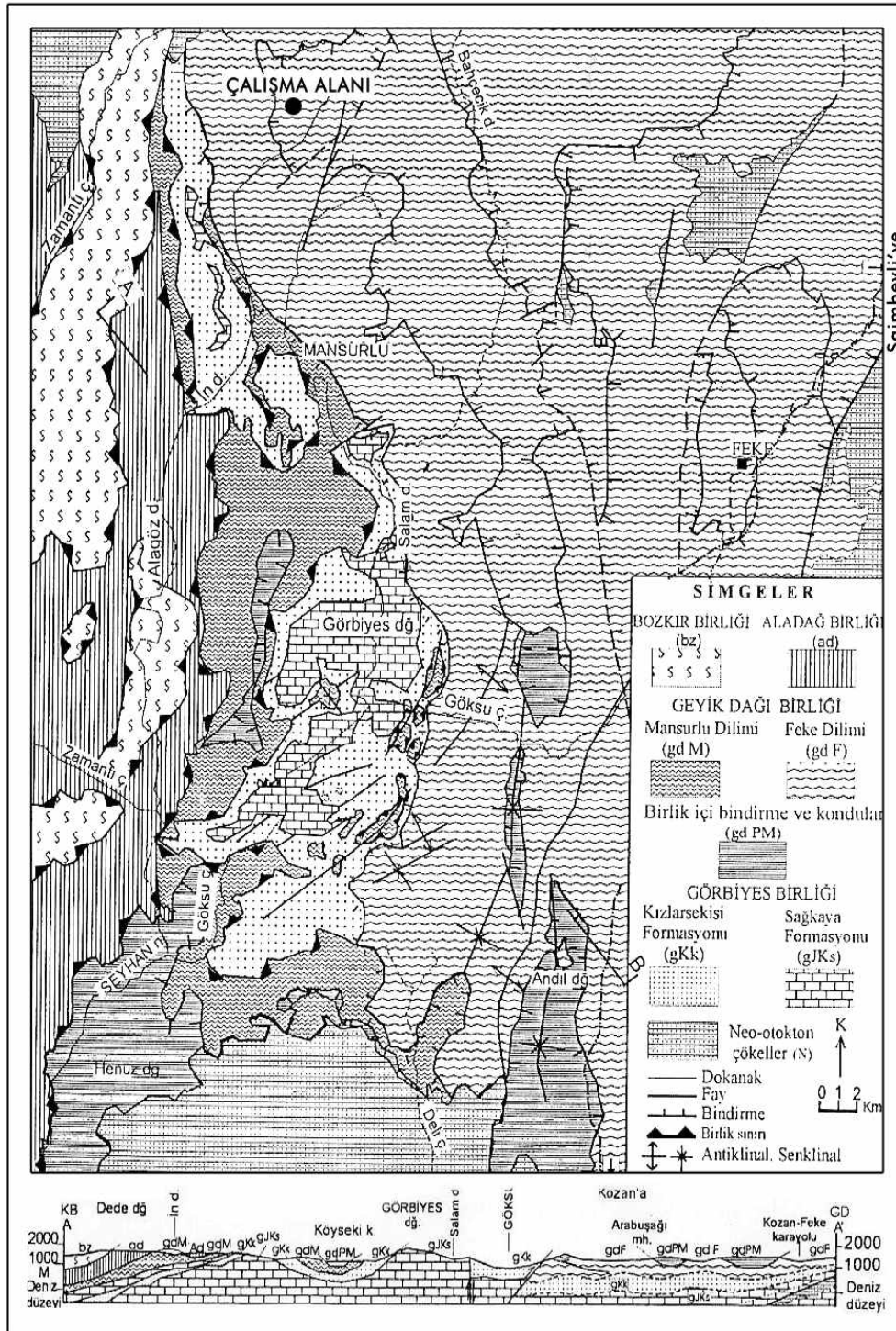
Çalışma sahası Geyikdağı Birliği içinde yer alan (Çizelge 1) Emirgazi Formasyonu içerisinde (Şekil 3) yer alır.

Çalışma Alanının Jeolojisi

İnceleme alanını da içine alan, daha geniş bir bölgeyi inceleyen MTA çalışmaları esas alınarak, cevherleşmenin içinde bulunduğu alanın jeolojisi (Şekil 4) aşağıda sunulmaktadır. Çalışma alanının jeolojisi, Dağlıoğlu, 1988; 1990; Dağlıoğlu ve Bahçeci, 1992; Dağlıoğlu ve diğ., 1998 çalışmaları esas alınarak verilmiştir.

Emirgazi Formasyonu

Formasyon; subarkoz, silttaşı, kiltası, kuvarsit ve metakumtaşı birimleri ile kireçtaşı ve ankerit merceklerinden oluşmaktadır. İnce, orta yer yer kalın katmanlı dereceli ve çapraz tabakalıdır. Mor, vişne, yeşil ile küf yeşili renklindedir. Bazı yerlerde krem ve kirli beyaz renkler de gözlenmektedir.



Şekil 2: Bölgenin genel jeoloji haritası (Özgül ve Kozlu, 2002).

Figure 2. The general geologic map of the region (Özgül and Kozlu, 2002).

Çizelge 1. Geyikdağı Birliği'nin Demirtaşlı, 1967 ve Özgöl ve diğ., 1968; 1973 tarafından tanımlanmış olan kaya stratigrafi birimleri (Özgöl, 2006).

Table 1. Lithostratigraphic units of Geyikdağı Unit described after Demirtaşlı, 1967 and Özgöl et al, 1968, 1973 (Özgöl, 2006).

Birim Adı	Kaya türü	Yaş
Yığılıtepe formasyonu	Algli kireçtaşı	Orta-Geç Permiyen
Ziyaret Tepesi formasyonu	Kireçtaşı-şeyl ardışığı	Erken Karbonifer
Gümüşali formasyonu	Şeyl-kuarsit, biyoklastik kireçtaşı, resifal kireçtaşı	Geç Devoniyen
Şafak Tepesi Kireçtaşı	Kireçtaşı-dolomit	Orta Devoniyen
Yukarıyayla formasyonu	Kireçtaşı-şeyl ardışığı, kuarsit	Geç Siluriyen-Erken Devoniyen
Puşutepe formasyonu	Silisli şeyl-miltaşı (graptolitli)	Erken Siluriyen
Halit Yaylası formasyonu	Çakıltaşı-miltaşı (buzul oluşuğu)	Geç Ordovisiyen
Armutludere formasyonu	Şeyl-kumtaşı, seyrek kuarsit ve kireçtaşı ara katkılı	Erken Ordovisiyen
Değirmentaş Kireçtaşı	Dolomit, kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı	(?) Erken Kambriyen
Emirgazi formasyonu	Metavolkanit ara düzeyli düşük derecede metamorfitletler	(?) İnfakambriyen

Formasyon, Attepe Demir Yatağı çevresinde (Şekil 4) metakıltaşı, metasilttaşı, metakumtaşı ve grafit şist ardalanması şeklinde izlenmektedir (Şekil 5). Bu litolojiler sahada dar aralıklarda farklı yoğunluklar sergilemektedir. Attepe Demir Yatağı'nın doğu ve kuzeydoğusunda bu birim içinde yer yer silisli cevher seviyeleri de gözlenmektedir. Bu seviyeler genellikle detritik kuvars ve limonitlerin demirli bir çimento ile bağlanmasından oluşmakta ve içlerinde bazı yerlerde spekülaitler de bulunmaktadır.

Emirgazi Formasyonu içinde değişik kalınlıkta dolomitik kireçtaşı ve ankerit mercekleri yer almaktadır. Belirli yerlerde siderit

mercekleri de görülür. Bu mercekler 10-80 cm arasında değişen kalınlıklar sunarken, bazı yerlerde çatlak dolgusu şeklinde de gözlenir. Genelde sideritlerin en iyi yüzeylendiği yer Attepe Demir Yatağı'nın GD ve KD taban kısımları olarak belirlenmiştir. Yatağın KD kesiminde 10 m uzunluğuna ve 80 cm kalınlığına ulaşan siderit merceği de bu birimler içerisinde gözlenmiştir.

Dağlıoğlu, 1988; 1990, Attepe Demir Yatağı çevresinde gözlenen Emirgazi Formasyonu'na özđu, Kızlarsekisi Köyü'nün içindeki yüzeylemelerden alınan örneği; kromit minerali, feldispat parçaları ile bazik spilitik kayaç parçalarının gözlendiği silisleşmiş ve kloritleşmiş kumtaşı olarak tanımlamıştır. Alınan

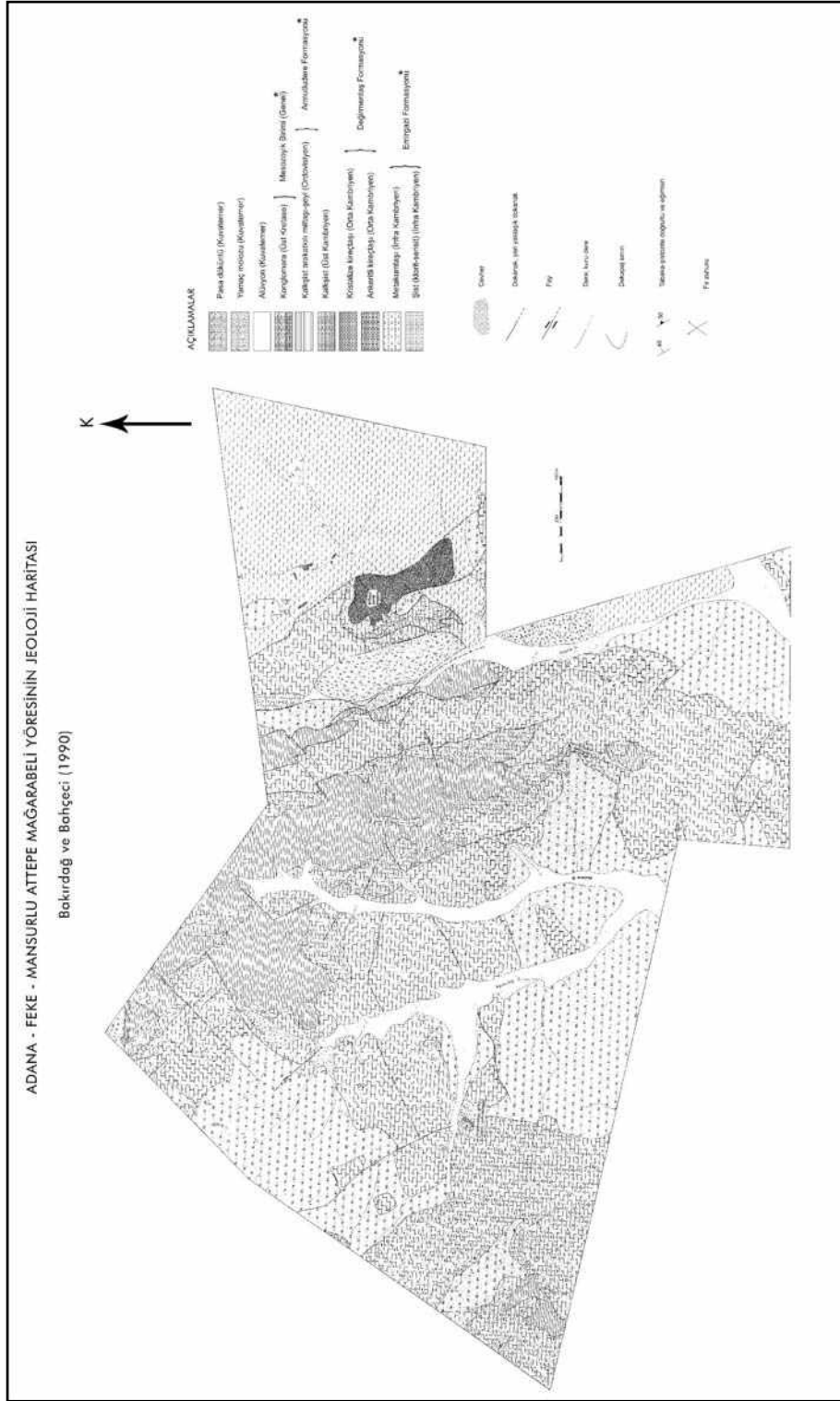
başka bir örnekte, split parçaları (silisleşmiş, kloritleşmiş ve karbonatlaşmış), feldispatlar (killeşmiş, serisitleşmiş) ve ilmenomanyetit (martitleşmiş) saptandığını belirtmiştir. Ayrıca, Karakızoluğu Gedik ve Attepe Demir Madeni'nin doğusunda yüzeyleyen ve Emirgazi Formasyonu'na ait olan kumtaşlarında limonite dönüşmüş siderit parçalarının demir minerallerinden oluşan çimento tarafından tutturulduğunu saptamıştır.

Bu birimin üstünde konglomera özelliğinde olan bir seviye yer almaktadır. Bu seviye yaygın olmamakla birlikte farklı birimlerin üstünde değişik kalınlıklarda gözlenmektedir. Konglomeranın varlığı ve üstteki birimin Orta Kambriyen yaşında olması nedeniyle, istifin İnfrakambriyen veya Kambriyen öncesi yaşta olabileceği kabul edilmektedir (Dağlıoğlu, 1990).

SİSTEM	GURUP	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (m)	KAYATÜRÜ	DİĞER ÖZELLİKLER
KAMBRIYEN	EMİRGAZI	DEİĞRMENTAŞI				Dolomit - Dolomitik Kireçtaşı
		KOÇYAZI		400		Kuvarsit (kuvarsarenit)- kuvarsvake; alt kesimi kayrak arakatlı, tabanda 10 - 40 m kalınlıkta çakıllı kumlu kaba kırıntılı düzey kapsamakta.
İNFRAKAMBRIYEN (?)	EMİRGAZI	İÇMETEPE		200		Metakumtaşı-Metçakıtaşı; kaba kum-çakıl boyu kuvars, volkanit gereç, silisli, killi hamur kapsamakta, 10-40 m kalınlıkta Kireçtaşı - Dolomit; külrengi, beyaz, boz, stromatoliti, seyrek çakmıklı, kayrak ara katlı, yeniden kristalleşme, yer yer ankeriteleşme göstermekte
		KOZAN		>1000		Kuvarsit-Kayrak; yeşil,mor,boz, yeşilsist başlangıcı metamorfizma göstermekte, volkanit ve karbonat arakatlılarını kapsamakta Metavolkanit (asidik-ortaç bileşimli); kloritleşmiş hamur içinde açık yeşil hornblend kristalleri, oligoklas-andezin bileşimli plajiyoklas çubukları ve opak mineral kapsamakta, metakırntılılar içinde arakatlı ve mercerler oluşmakta Moloz akması (debris flow); değişik boyutlu kuvars, çakmak, volkanit ve şist çakıllı, kloritleşmiş killi-milli hamur kapsamakta, Kireçtaşı-Dolomit; külrengi-boz-beyazımsı, orta katmanlı, orta-iri kristalli, yeniden kristalleşme, dolomitleşme ve yer yer ankeriteleşme göstermekte
		ORUÇLU				Kuvarsit-Kayrak ; yeşil, boz, mor renkli kuvarsit (kuvars arenit) ve kayrak (kuvarsvake) ardışığı egemen, yeşilsist başlangıcı metamorfizma göstermekte, kayraklar başlıca kuvars (%70-80), feldspat (%5-8), daha az oranda muskovit, karbonat ve speklaritten oluşan silt-kum boyu gereç ,ye serisitleşmiş, kloritleşmiş hamur içermekte; değişik düzeylerinde moloz akması birikintilerini kapsamakta

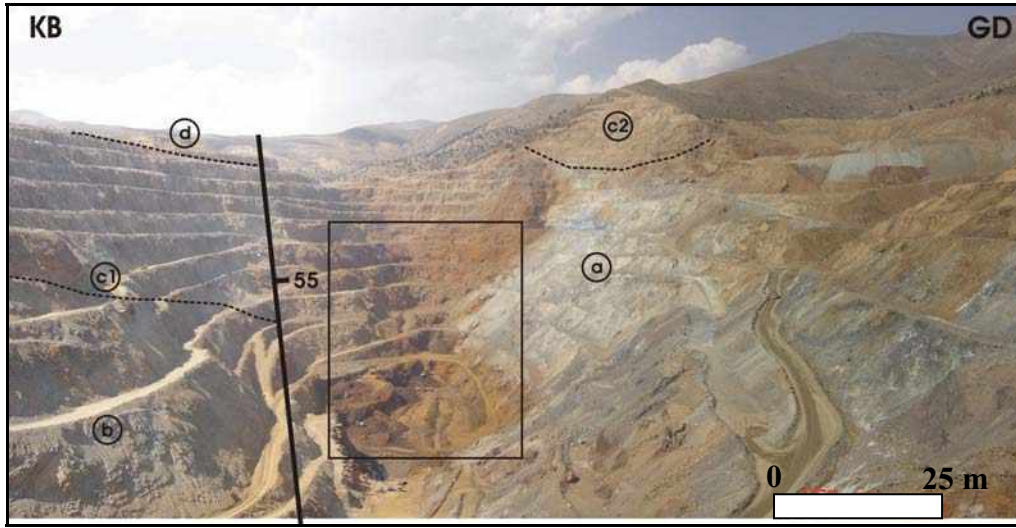
Şekil 3: Emirgazi Grubu'nun genelleştirilmiş dikme kesiti (Özgül ve Kozlu, 2002).

Figure 3. Generalized column section of Emirgazi Group (Özgül and Kozlu, 2002).



Şekil 4: Adana-Feke-Mansurlu; Attepe, Mağarabeli Yöresinin Jeoloji Haritası (Bakırdağ ve Bahçeci, 1990). Harita; Dağlıoğlu, 1990 çalışmasından değiştirilmeden alınmıştır. Ancak yıldız işareti ile gōsterilen formasyon ve birim isimleri, bu bōlgede yapılan tüm çalışmalar gōz önüne alınarak, bir nevi deneiştirme yoluyla verilmiştir.

Figure 4. Geological map of Mağarabeli area, Attepe, Mansurlu-Feke-Adana (Bakırdağ and Bahçeci, 1990) map is taken from Dağlıoğlu, 1990. But formations and unit marked as asterisk, are given as compilations when all studies at this region are taken into account.



Şekil 5: Çalışma sahasının panoramik görüntüsü (güneyden yaklaşık kuzeybatıya bakış). Örneklerin büyük bir bölümünün derlendiği alan dikdörtgen içine alınmıştır (Attepe Yatağı KB Sektörü). Dikdörtgenin sağ orta kenarı Emirgazi Formasyonu (grafit şist: metasilttaşı-metaşeyl), orta kısımları siderit dönüşüm ürünü limonit-götüt ve üst orta kısımları ise Emirgazi Formasyonu (kireçtaşı-mermerler)'ndan oluşmaktadır. a. Emirgazi Formasyonu (grafit şist: metasilttaşı-metaşeyl), b. Emirgazi Formasyonu (metakumtaşı: kuvarsit), c. Değirmentaş Formasyonu (c1. kireçtaşı, c2. ankeritik kireçtaşı) ve d. Armutludere Formasyonu (şeyl-kireçtaşı).

Figure 5. Panoramic view from study area (from S to NW). The quadrangle display the area where most of the samples are collected (Attepe Deposit NW sector). Right middle edge of quadrangle Emirgazi formation (graphite schist : metasiltstone-metashale), middle part represents limonite-goethite as product of siderite and upper middle parts Emirgazi Formation (limestone-marbles) a.Emirgazi Formation (graphite schist : metasiltstone-metashale), b.Emirgazi Formation (metasandstone : quartzite), c.Değirmentaş Formation (c1.limestone, c2.ankeritic limestone) and d.Armutludere Formation (shale-limestone)

Emirgazi Formasyonu içinde yer alan Attepe Demir Yatağı'nın tabanında, pirit disseminasyonları ve grafitçe zengin bir seviye daha önceki çalışmalarda piritli-bitümlü şist olarak isimlendirilmiştir (Ünlü ve diğ., 1984). Bu birim içerisinde en geniş kalınlığı 23 cm olan ve uzunluğu 3,30 m olarak ölçülen şistoziteye ve tabakalanmaya tamamen uyumlu bir siderit merceği Attepe Yatağı GD sektöründe tespit edilmiştir (Şekil 6-7). Merceğin en önemli özelliği; içinde bulunduğu bitümlü şist seviyesi ile sedimenter ilişkili geçişler göstermesidir (Şekil 6-9). Ayrıca bitümlü seviye içerisinde yine bu merceğe yaklaşık dik konumlu olan ve geç evreyi temsil eden siderit damarcıkları da saptanmıştır

(Şekil 10). Mercek 1630 m kotunda yer almakta olup, koordinatları: y (düşeyde) 32313 ve x (yatayda) 04590 ve K5D doğrultu ile 45GD eğimli konumda izlenmektedir.

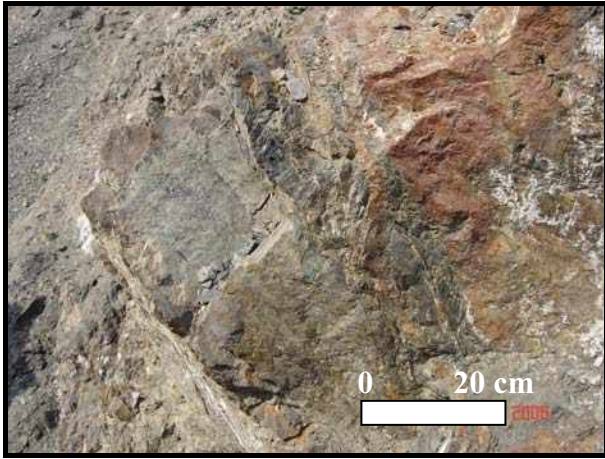
Değirmentaş Formasyonu

Formasyonun adı Demirtaşlı, 1967' dan alınmıştır. Daha önceki bütün çalışmacılar tarafından Emirgazi Formasyonu ile uyumlu olarak belirtilmiştir. Dağlıoğlu, 1988; 1990 tarafından yapılan çalışmalarda Emirgazi Formasyonu ile Değirmentaş Formasyonu arasında açısız bir diskordansın varlığı tespit edilmiştir. Formasyon üç üyeye ayrılmıştır.



Şekil 6: Emirgazi Formasyonu içinde gözlenen tabakalanma ve şistoziteye uyumlu siderit merceğinin sol devamı (Alt dokanak sedimanter ilişkili geçişli ve üst dokanak cevherleşme sonrası geç evreye özgü fay kontrollü).

Figure 6. Continuation of siderite lens concordant to bedding and schistosity in Emirgazi Formation (lower contact grade with sedimentary relations and upper contact, fault controlled late stage after mineralization).



Şekil 7: Aynı merceğin alt dokanağında gözlenen sedimanter ilişkili geçişli yapının yakından görünüşü.

Figure 7. Close up view of gradation structure related to sediments observed at lower contact of the same lens.



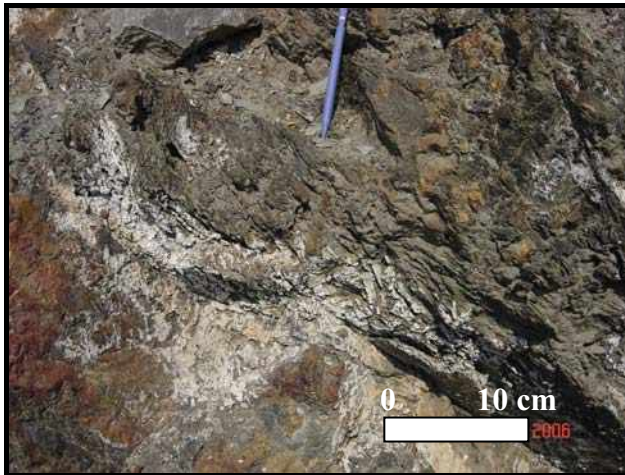
Şekil 8: Aynı merceğin alt dokanağında gözlenen sedimanter ilişkili geçişli yapının daha yakından görünüşü.

Figure 8. More close up view of gradation structure related to sediments observed at lower contact of the same lens.



Şekil 9: Emirgazi Formasyonu içinde gözlenen tabakalanma ve şistoziteye uyumlu siderit merceğinin sağ devamının arazide gözlenen kapanma noktası.

Figure 9. Closing edge of right continuation of siderite lens concordant to bedding and schistosity in Emirgazi Formation.



Şekil 10: Emirgazi Formasyonu içinde gözlenen tabakalanma ve şistoziteye uyumlu siderit merceği ve ona yaklaşık dik konumda gelişen geç evre siderit damarcıkları.

Figure 10. Siderite lens concordant to bedding and schistosity and late stage siderite veinlets developed approximately perpendicular to them in Emirgazi Formation.

a) Breş-Konglomera Üyesi¹: Üye Emirgazi Formasyonunun blok, çakıl ve serbestleşmiş kumtaşı, silttaşı, şist parçalarını içerir. Geniş yayılımı olmamakla birlikte, lokal olarak belirli yerlerde birikimler şeklinde görülür. En tipik gözlemlendiği yer çalışma alanının dışında Kızlarsenkisi Köyü'nün doğusunda olup, 25 m kalınlıktadır.

Taneler köşeli, az yuvarlak olup düzenli boylanma gösterir. Hamur maddesi, tanelerle aynı kaynaktan gelmekle beraber çimento kalsit veya silisten ibarettir. Bu üye geniş akarsu ve gelgit kanallarında oluşmuştur. Kanal içi dolgular, içinde açıldıkları kayalardan farklı özellikte yapılar gösterirler.

Dağlıoğlu, 1987; 1988 çalışmalarında; Emirgazi Formasyonuna ait kumtaşlarında, kromit, hematit, ilmenomanyetit, pirit mineral parçacıkları, spilit ve diyabaz kayaç parçalarının birarada görüldüğünü belirtmiştir. Değirmentaş Formasyonunun tabanında Emirgazi Formasyonunun çakıl ve blokları ile bu formasyondan serbestleşmiş spilit, diyabaz ve kromit parçalarını içeren konglomeratik görünümlü bloklu bir serinin yer aldığını belirten çalışmacı, ayrıca, Karacauşağı Köyü'nün batısında bulunan İlyaslı Dere'de geniş bir yüzeylemesi görülen Değirmentaş Formasyonu'na özgü kumtaşlarından alınan örneklerde; spilit ve diyabaz parçaları ile kromit parçalarını

gözlemlemiştir. Kumtaşı ve bloklu seride görülen spilit, diyabaz ve kromit parçalarının daha yaşlı bazik veya ultrabazik bir mağmatik kayaktan kaynaklandığını düşünmektedir.

Dağlıoğlu, 1990, Değirmentaş Formasyonu Konglomera Üyesi ile aynı özellikleri gösteren, ancak, çalışma alanı dışındaki birimlerden alınan bir örneği; bazik mağmatik bir kayadan beslendiği düşünülen, spilit ve diyabaz parçaları içeren kumtaşı ve metakumtaşı olarak tanımlamıştır. Aynı çalışma içinde ayrıca alınan başka bir örnekte ise spilit ve diyabaz parçalarının gözlemlendiğinden bahsedilmektedir.

Yer yer breş özelliği de gösteren bu üye, üstte bulunan Ankerit ve Kireçtaşı Üyeleri ile tedrici geçişlidir.

b) Ankeritik Kireçtaşı Üyesi: Bazen Konglomera Üyesi'nin, bazı yerlerde Emirgazi Formasyonunun üstünde ve Kireçtaşı Üyesinin altında görülmektedir. Kalınlığı 2-30 m arasında olup kahverenginin bütün tonlarını göstermektedir. En tipik gözlemlendiği yer Attepe Demir Yatağı'nın KB sektörünün doğusundaki kireçtaşı silttaşı dokanağıdır. Üye farklı yerlerde, değişik konum ve litolojiler göstermektedir. Mikritik dokulu, kirli sarı ve açık kahve renkli ankeritik kireçtaşı, yer yer dolomitik kireçtaşı veya dolomitlerle geçişli biçimlerde de gözlenir Genç hematit ve götüt damarları tarafından kesilmiş konumdadır. Damar kalınlıkları 0,1-3 cm arasında değişmektedir. Aynı zamanda bu birimin içinde küçük hematit mercikleri de bulunmaktadır. Birim yanal olarak killi, kumlu, açık kahve renkli kireçtaşlarına geçiş gösterir.

c) Kireçtaşı Üyesi: Bu Üye Değirmentaş Formasyonu'nun en üst üyesidir. Altan üste doğru değişik litolojiler gösterir. Yer yer dolomitik karakterde olup, kirli beyaz, grinin değişik tonları, kirli mavi renklerinde izlenmektedir. Orta-kalın katmanlıdır. Üste doğru kil oranı artarak killi kireçtaşı, daha üstte ise

¹ Bu bölümün başlığının Breş-Konglomera olarak verilmesinin nedeni, Dağlıoğlu, 1988' nin çalışması ile Değirmentaş Formasyonu taban konglomeralarının ilk kez saptanmış olması, yazarın yer yer yuvarlak malzemeleri de içeren bu istife, köşeli malzemelerin bolluğundan dolayı breş ismi vermiş olması ancak, istifin anlatımında bu birimin Prekambriyen üzerine gelen Orta Kambriyen birimlerinin taban konglomerası olduğunu saptaması ve böylelikle bir diskordansın varlığını ilk kez ortaya koymuş olmasının önemi göz önüne alınarak, yazarın isimlemesi ve anlatımından yapılan bir sentezinden kaynaklanmaktadır.

kalkışist litolojisine geçiş gösterir. Bazı yerlerde ise bitümlü, stramatolitli ve yer yer piritlidir. Stramatolit içermesi nedeniyle resifal ortam ürünü olarak değerlendirilmiştir. Az enerjili, sığ, çalkantılı ve zaman zaman derinleşip sığlaşabilen denizel ortam özellikleri sergilemektedir.

Üç üyeye ayrılan Değirmentaş Formasyonu ince, uzun ve sürekli yüzeylemeler sunar. Cevherleşmenin konumu açısından çok önemlidir. Altında, içinde ve üstündeki birimlerde cevherleşmeler görülmektedir. Değirmentaş Formasyonu fazla fosil içermez. Ancak üstündeki şeyl-kalkışist aralanmasından oluşan birim içinde gözlenen Proconodontus sp. fosilinin Üst Kambriyen yaşını vermesinden dolayı bu formasyon Orta Kambriyen yaşında kabul edilmiştir (Dağlıoğlu ve Bahçeci, 1992). Aynı formasyonun yaşı Özgül ve Kozlu, 2002 tarafından Orta-Üst Kambriyen, Özgül, 2006 tarafından ise Erken Kambriyen (?) olarak değerlendirilmiştir.

Armutludere Formasyonu

Formasyon, kahverengi, koyu gri ve mavimsi renkte, parlak yüzeyli ve ince tabakalanmalı görünümündedir. Ayrıca bazen laminalı şeyl ve silttaşı tabakalanmalarından, bazen de kalınlığı değişen ince kuvars taneli kumtaşlarından oluşmaktadır. Altta koyu mavimsi gri şeyl-silttaşları, üstte ise kirli yeşil ve kahve renkli mika pullu silttaşları yer almaktadır. Ortadaki koyu mavimsi gri şeyl-silttaşı seviyesi, bu formasyonda gözlenen cevherleşmeler açısından önemlidir. Bu seviyenin içinde kalınlığı 2-50 m arasında değişen bir siderit oluşumu izlenmiştir (Dağlıoğlu, 1990).

Birim, altta kireçtaşı ile üstte ise konglomera litolojisinde Alt Siluriyen yaşındaki Halityayla Formasyonu ile geçişlidir. Dalgaların etkin olmadığı, küçük çapta sediman kaymalarının meydana geldiği, orta enerjili denizel ortam koşullarında çökelen bu birim fosil bakımından fakirdir. İçerdiği Brachiopoda,

Trilobit ve Graptolitlere göre yaşı Ordovisiyen olarak belirlenmiştir (Demirtaşlı, 1967; Özgül ve diğ., 1973; Ayhan ve İplikçi, 1980).

Mesozoyik Birimi (Genel)

Bu birim milimetre büyüklüğünden 30-40 cm'ye kadar değişen boyut, yaş ve litolojilerdeki kayaç parçaları ile blokların oluşturduğu sedimenter kökenli kaya birimlerinin bir karmaşığdır. Dağlıoğlu ve diğ., 1998, çalışmalarında bu birimi vahşi fliš özelliği ile tanımlamışlardır. Genellikle üstünde oturduğu birimin çakıl ve bloklarını içermektedir. Kireçtaşı, şeyl, metakumtaşı, kumtaşı, kalkışist blok ve parçalarını kapsar. Hamur genellikle karbonat olup, bazı yerlerde ise silis çimentodan oluşmaktadır. Taneler çoğunlukla köşeli veya az yuvarlaktır.

Birim çoğu yerde düzenli tabakalanmalar da göstermektedir. Birimin elemanlarını Emirgazi, Değirmentaş, Armutludere Formasyonlarına ve Devoniyen, Permiyen ve Triyas yaşındaki litolojilere özgü bileşenler oluşturmaktadır.

Crinoid sapları, Brachiopoda parçaları ve olasılıkla Mizzia sp. fosillerini içeren çakıllar yaygındır. Birimin Üst Kretase (Üst Mestrihtiyen) yaşında olduğu düşünülmektedir (Dağlıoğlu, 1990; Dağlıoğlu ve diğ., 1998). Ayrıca, Dağlıoğlu ve Bahçeci, 1992, çalışmalarında yine aynı fosillere dayanarak birimin yaşının Üst Mestrihtiyen'den önce olduğunu önermişlerdir.

MİNERALOJİ ve PETROGRAFİ

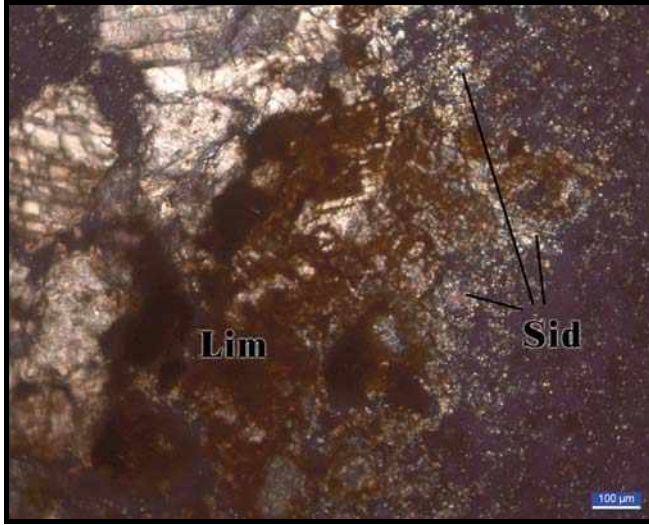
İnce kesit incelemeleri sonucunda 4 farklı mineral topluluğu saptanmıştır:

Demiroksit Mineral Topluluğu

Bir kısım kayaçlarda demiroksit mineralleri, kuvars ve karbonat grubu mineraller bulunmektedir. Kayaçların kırılarak parçalandığı, breşik bir görünüm kazandığı, aralarında karbonat

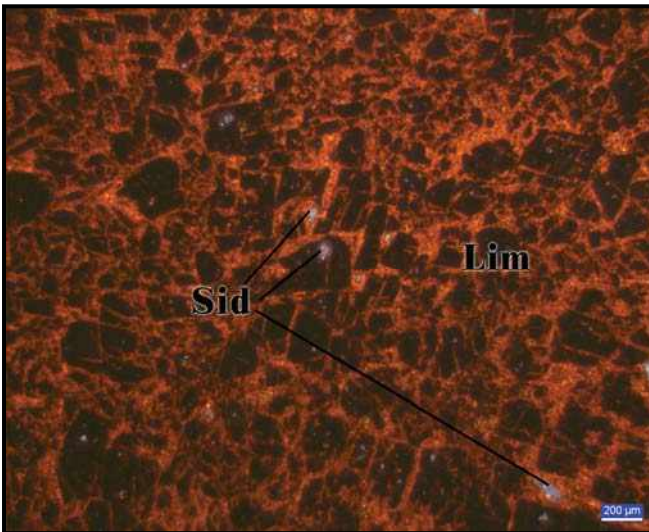
mineralleri (siderit) olduğu, yarı karbonat-yarı demiroksit çimentolu olduğu görölmektedir. Aynı kayaların kılcal çatlaklarında demiroksitlerin dolaştığı gözlenmektedir. Karbonat mineralleri özşekilsiz, kuvarslar ise ince taneli, yer yer öz şekilli olarak gözlenmektedir. Siderit kalıntıları

içeren limonitler gözlendiği gibi, çoğunlukla orta ve iri taneli, az da olsa ince taneli sideritlerin yer yer kenarlarından itibaren, yer yer de tamamı olmak üzere limonite dönüştüğü sıkça izlenmektedir (Şekil 11,12).



Şekil 11: Çok renkli, ince taneli sideritler (Sid), açık krem renkli diğer karbonatlar ve yer yer kenarları ve yer yer de tamamı limonite (Lim) dönüştüştü, iri taneli sideritlerle birlikteliğinin mikro fotoğrafı (Çift Nikol).

Figure 11. Multi colored, fine grained siderites (Sid), light brown colored other carbonates which are partly or totally limonitized (Lim) together with coarse grained siderites (crossed nicols, 10x).



Şekil 12: Siderit (Sid) kalıntıları içeren breşik dokudaki limonitlerin mikro fotoğrafı (Lim) (Çift Nikol).

Figure 12. Breccia textured limonites (Lim) including siderite (Sid) relicts (crossed nicols, 4x).

Siderit

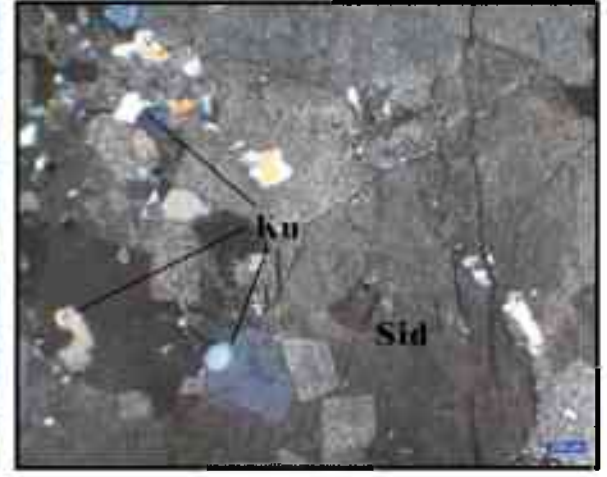
Kayaçalarda çok ince-iri tane boyu arası özşekilli ve yarı özşekilli karbonat mineralleri (sideritler), ince taneli ve saçılmış durumda, yer yer orta tane boyunda özşekilsiz, yer yer de öz ve yarı özşekilli kuvarslar bulunmaktadır. Bazen kuvarslarda dalgalı yanıp sönme izlenmektedir. Kayaçlar, ince taneler içeren, ince kuvars

damarları tarafından kesilmiş olarak gözlenmiştir. Karbonatlardaki iki yönlü dilinim net olarak izlenmektedir. Kayaçların kırık ve çatlaklarında demiroksit mineralleri gözlenmektedir. Karbonat minerallerinin dilinimlerinde tane sınırlarında ve kayaçların çatlaklarında demiroksitlerin dolaşmış olduğu saptanmıştır. Bazen sideritlere öz şekilli piritler eşlik etmektedir (Şekil 13-15).



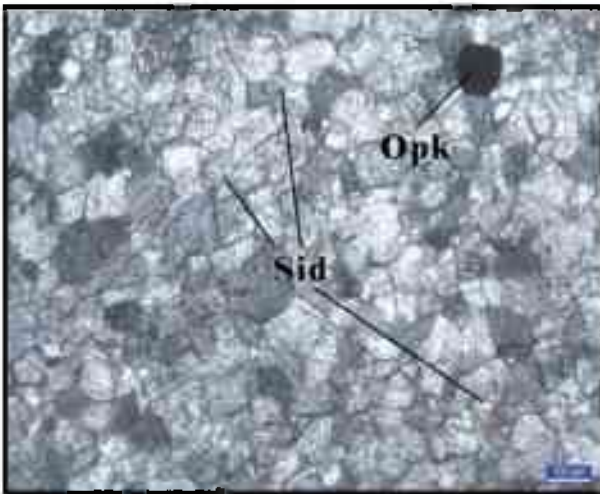
Şekil 13: İri taneli sideritler (Sid) (Çift Nikol).

Figure 13. Coarse grained siderites (Sid) (crossed nicols, 4x).



Şekil 14: Siderit (Sid) içerisinde öz-yarı öz şekilli kuvars (Ku) kapanımları (Çift Nikol).

Figure 14. Subhedral to euhedral quartz (Ku) inclusions in siderites (Sid) (crossed nicols 4x).



Şekil 15: Öz şekilli pirit (opk:pirit) kristalini içeren siderit kristalleri (Çift nikol).

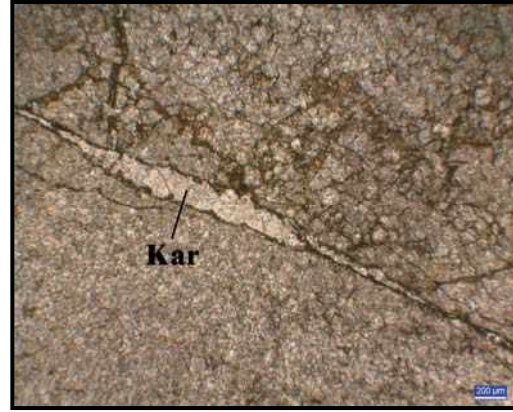
Figure 15. Siderite crystals bearing euhedral pyrite (opk:pyrite) (crossed nicols, 10x).

Kireçtaşı-Mermer

Kayaçlar kırılanmış olarak gözlenmektedir ve içinde genellikle daha iri taneli kalsit içeren damarlar ve siderit kristal dolguları izlenmektedir. Kılcal çatlaklarda demiroksit boyamaları gözlenmektedir. Az miktarda dissemine halde, öz ve yarı öz şekilli opak mineraller içermektedir. Kayaçlar genellikle ince taneli kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Kayaçtaki kırıklar kuvars ve karbonat mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 16). Kayaçlardaki karbonat damarlarındaki kalsit kristallerinde basınç ikizleri gözlenmektedir. Yer yer kuvars damar ve mercekleri içermektedir. Zaman zaman bu damar ve merceklerin S' ler çizmekte olduğu görülmektedir.

Metasilttaşı (Metaşeyl)

Kayaçalarda dissemine halde öz şekilsiz kuvars taneleri, serisit pulcukları, karbonat mineralleri ve eser miktarda opak mineraller gözlenmektedir. Yer yer çok fazla miktarda kuvars ve karbonat damarları izlenmektedir. Damar şeklindeki bu kuvars ve karbonatlarda dalgalı yanıp sönme gözlenmektedir. Kılcal çatlaklarda demiroksit boyamaları vardır. Kayaçlar yer yer bol miktarda lifsi ipliğimsi, yer yer de dissemine halde opak mineraller içermektedir. Genelde bir yönlenme gözlenmekte olup, bazı kesitlerde opak minerallerin uzun eksenleri yönünde dizildiği izlenmektedir. Ana mineralleri; kuvars, mika, klorit ve feldispatlar olan, ince taneli; serisit, klorit, kuvars, feldispat ve kalsitleri içeren kayaç, yer yer taşınmış zirkon ile şörl tipi turmalinler ve iğnemsî çubuklar şeklinde muhtemelen rutil kristallerini içermektedir. Foliyasyona paralel dizilme gösteren grafit seviyeleri de bulunduran kayaçta, çok az oranlarda sfenlere rastlanmaktadır. İnce taneli klorit matriksi içinde "S"ler çizen kuvars topluluklarını da kapsayan kayaç fillitik özellik sergilemektedir (Şekil 17, 18).



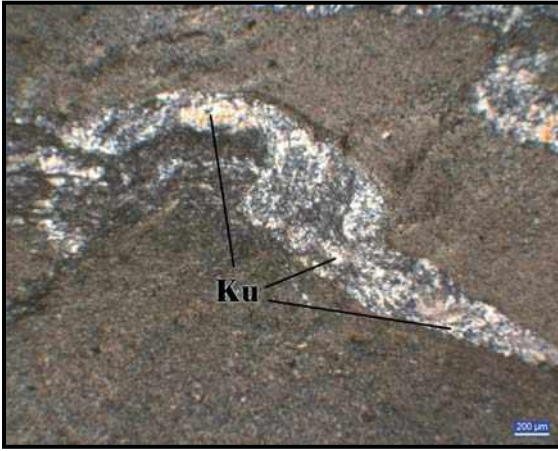
Şekil 16: Kireçtaşı-mermer örneğinde karbonatlar içindeki kırığa yerleşmiş ve kendi içinde kristalize olmuş karbonatlar (Kar) (olasılıkla siderit) (Tek Nikol).

Figure 16. Crystallized carbonates (Kar) (probably siderite) placed into fractures in carbonates of limestone-marble sample (polar nicols, 4x).



Şekil 17: İnce taneli killi yan kayaçta (hafif yönlenme gösteren metasilttaşı: metaşeyl); serisit, klorit, ince taneli kuvars ve feldispatların dağılımı (Tek nikol).

Figure 17. Distrubution of sericite, chlorite, fine grained quartz and feldspars in fine grained argillite rock (displaying light schistosity of metasiltstone, metashale) (polar nicols, 4x).



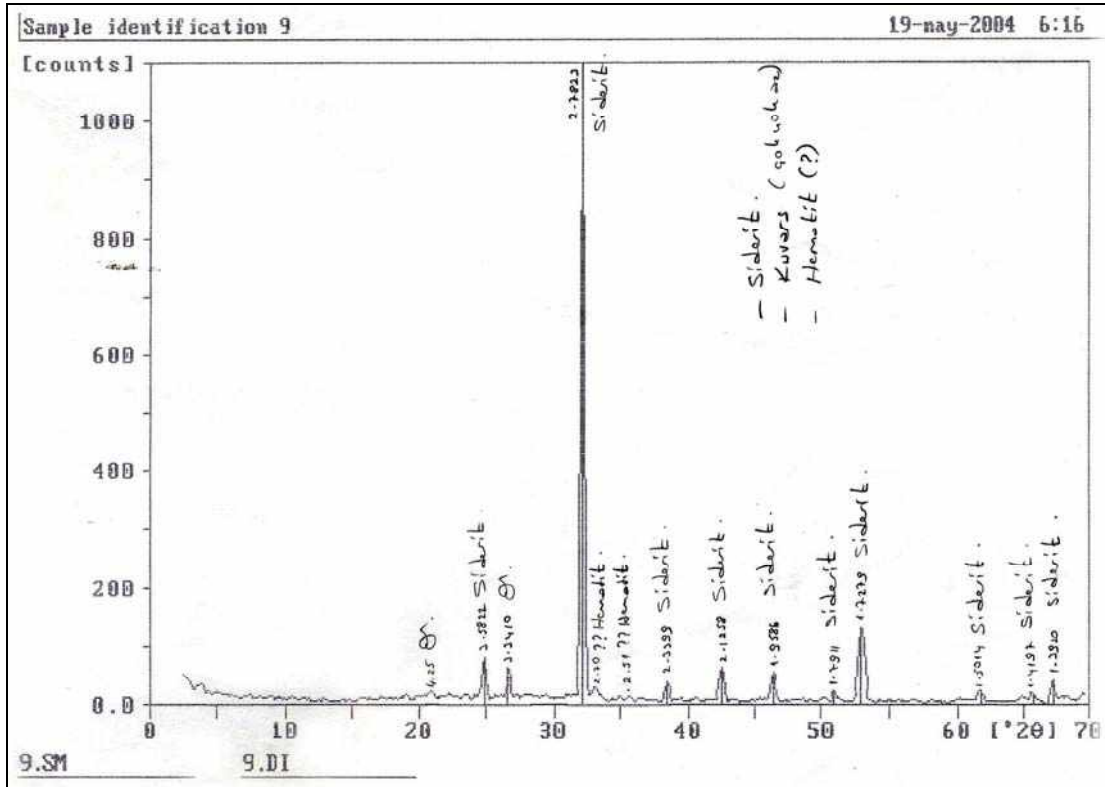
Şekil 18: Killi yan kayada (ince taneli metasilttaşı), ince taneli klorit matriks içinde "S" çizen kuvarslar (Ku) (Çift Nikol).

Figure 18. "S" shaped quartz in fine grained chlorite matrix in argillaceous rock (fine grained metasilstone) (crossed nicols, 4x).

X Işınları Kırınım (XRD) Analiz Çalışmaları

Çalışma sahasından alınan siderit örneklerinde mineral tayinleri XRD ile yapılmış

olup, bir adet difraktogram ve sonucu Şekil 19'da verilmiştir. XRD analizleri sonucu bazı örneklerde siderit, çok az kuvars ve hematit mineralleri, bazı örneklerde ise yalnız siderit minerali saptanmıştır.



Şekil 19: Bir siderit örneğine özgü difraktogram.

Figure 19. Diffractogram of a siderite sample.

Konfokal Raman Spektrometre Çalışmaları

Seçilen iki adet siderit örneğine ait ince kesitler Raman Spektrometresine ait mikroskop altında incelenerek, bazı noktalardan ölçümler yapılmıştır (Şekil 20-25).

Raman Spektrometresi ile yapılan az sayıdaki nokta analizleri sonucunda saptanan siderit, ankerit ve şörtit mineral birlikteliği, özellikle daha önce bu yatakta yapılan mikroskopik çalışmalarla siderit ve ankerit bileşenleri olarak belirlenmiş olup, şörtit minerali ($\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_3$) daha önceki çalışmalarda saptanmamıştır. İlk defa bu çalışma ile varlığı ortaya çıkarılmıştır. Mikroskopta sağlıklı biçimde saptanabilen mineral tane boyutlarının yaklaşık 8-10 mikron boyutları arasında değişmesi, buna karşın Attepe siderit örneklerinde bu çalışma ile saptanan şörtit mineralinin 1-10 mikron boyutlarındaki tane büyüklüğü bu mineralin daha önceki çalışmalarda saptanamamış olduğunu düşündürmektedir. Aynı zamanda şörtit mineralinin siderit örnekleri içinde çok az oranlarda dağılmış olması da daha önce bu sahadan alınan örneklerde yapılan XRD çalışmalarında belirlenememesine neden olduğu varsayılmaktadır (XRD difraktogramlarında yorumlanabilme sınırı olan yaklaşık %5'lik kritik oranın altındaki dağılım ilişkileri).

Şörtit, genelde sığ denizel ve gölssel karbonat ortamlarına özgü, dolomitik çamurtaşları-ince tabakalı çamurtaşları içeren evaporitik ortamlarda, yer yer tüfitlerin de eşlik ettiği ve organik malzemece de zengin kesitlerdeki trona oluşumları ile birlikte gözlenen bir mineraldir (Smoot, 1983; Tucker ve diğ., 1990). Ayrıca, şörtit minerali hidrotermal yataklarda da Ca bakımından zengin volkanik kayaların düşük-orta ısıli hidrotermal

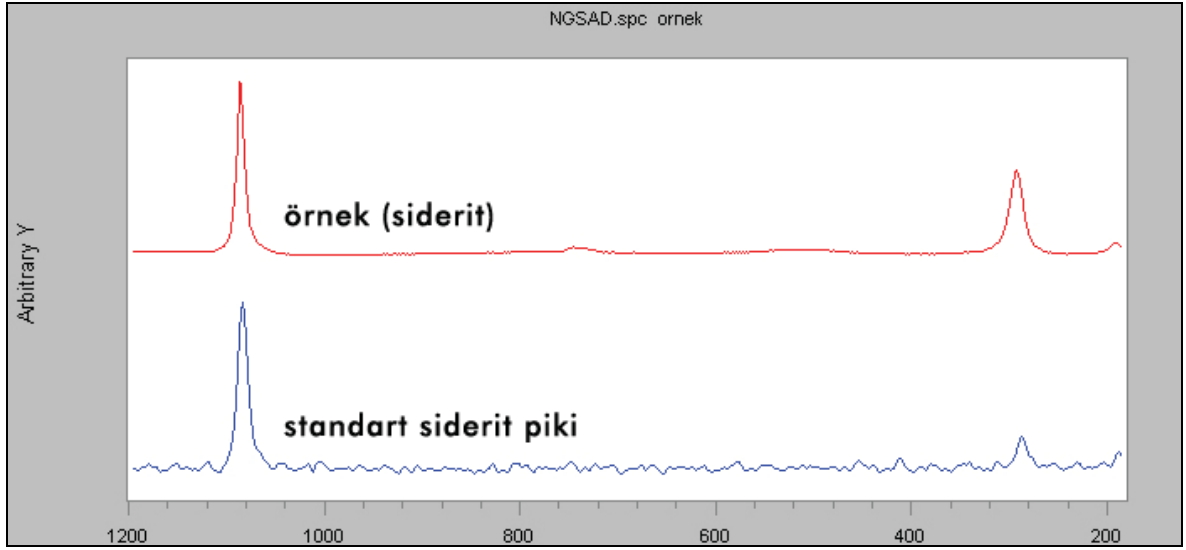
alterasyonu ile de oluşmaktadır (Varol, 2007; Zaitsev ve Chakhmouradian, 2007).

Raman spektrometresinde mineralojik olarak saptanmış olan şörtit mineralinin kimyasını belirlemek amacıyla aynı şörtit tanesinde mikro XRF aleti ile nokta analizi yapılmıştır. Nokta analizinin sonuçları ham biçimde aletten alındığı şekli ile Çizelge 2'de sunulmaktadır. Aynı tablonun devamında ise (Çizelge 3) Çizelge 2'deki değerler % 100'e yuvarlanarak verilmiştir. Çizelge 3'de de Na içeriğinin % 61,704 ile dikkati çektiği görülmektedir.

Ayrıca aynı ince kesitteki şörtit mineralinin yanındaki siderit olduğu tahmin edilen bir taneye ait noktada yapılan nokta analizine özgü metal analiz sonuçları Çizelge 3'de aletten alındığı şekli ile verilmektedir. Bu çizelgede dikkati çeken, yaklaşık % 96,62 içeriği ile demir oranının çok yüksek olduğudur.

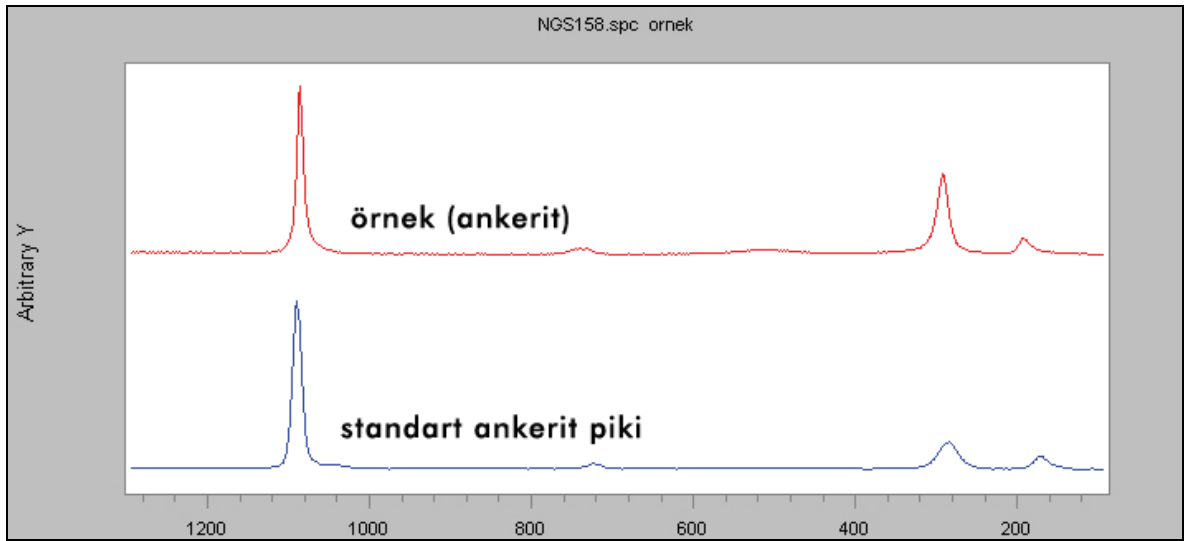
Diferansiyel Termal Analiz-Termal Gravimetri (DTA-TGA) Çalışmaları

Çalışma sahasından alınan siderit örnekleride DTA-TGA değerlendirmeleri yapılmıştır. Hava ortamında yapılan analizlerde başlangıç sıcaklığı yaklaşık olarak 25 °C olup, numuneye 20 °C artışlarla 950 °C'ye kadar ısı uygulanmıştır (referans kesesi olarak α (Alumina) Al_2O_3) kullanılmıştır. Şekil 26'da DTA-TGA sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre sideritlerin mineral yapı bozulma ısıları yaklaşık 520 °C olarak belirlenmiştir.



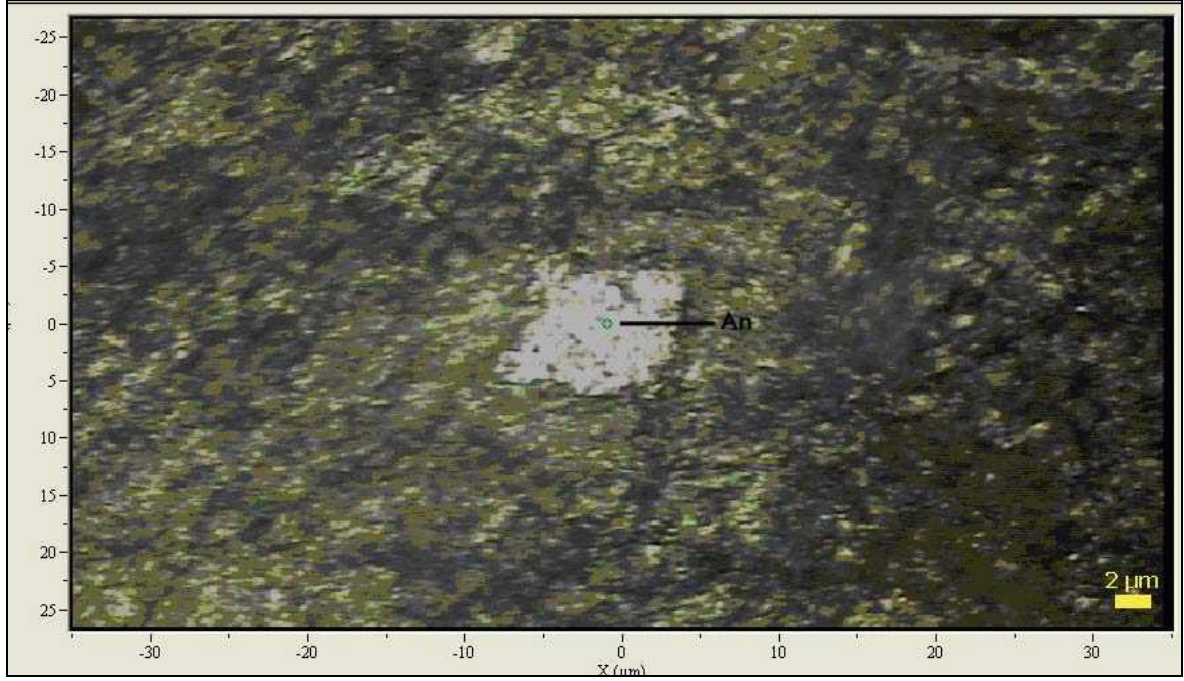
Şekil 20: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve “Spectral ID” programındaki standart mineral karşılığı (siderit).

Figure 20. Standart mineral (siderite) in “spectral ID” program of Raman spectrum of a siderite grain.



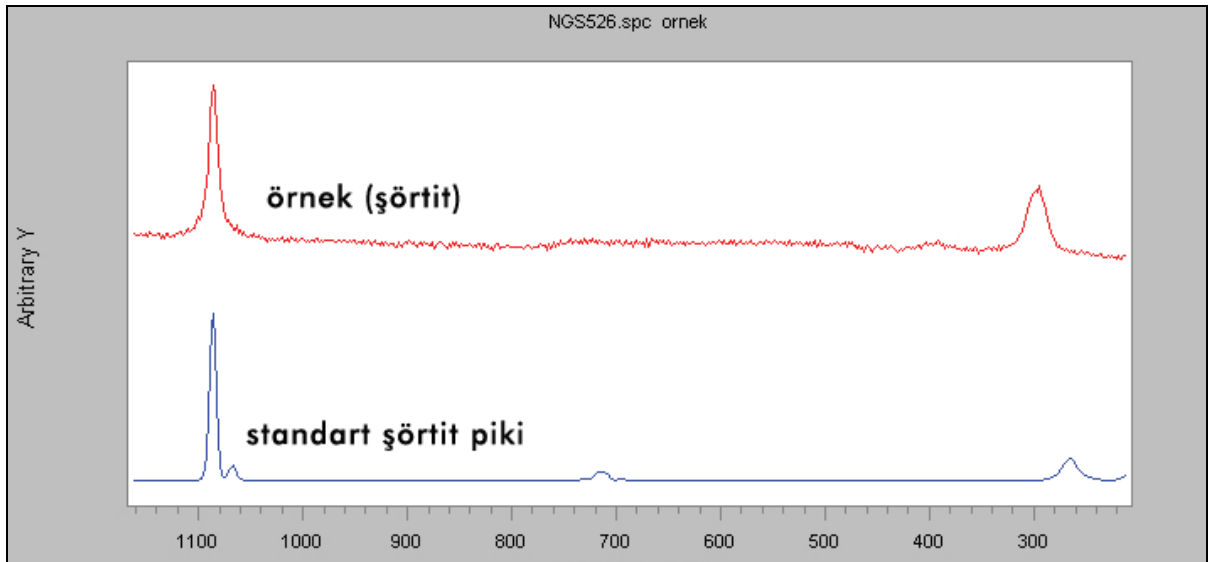
Şekil 21: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve “Spectral ID” programındaki standart mineral karşılığı (ankerit).

Figure 21. Standart mineral (ankerite) in “spectral ID” program of Raman spectrum of a siderite grain.



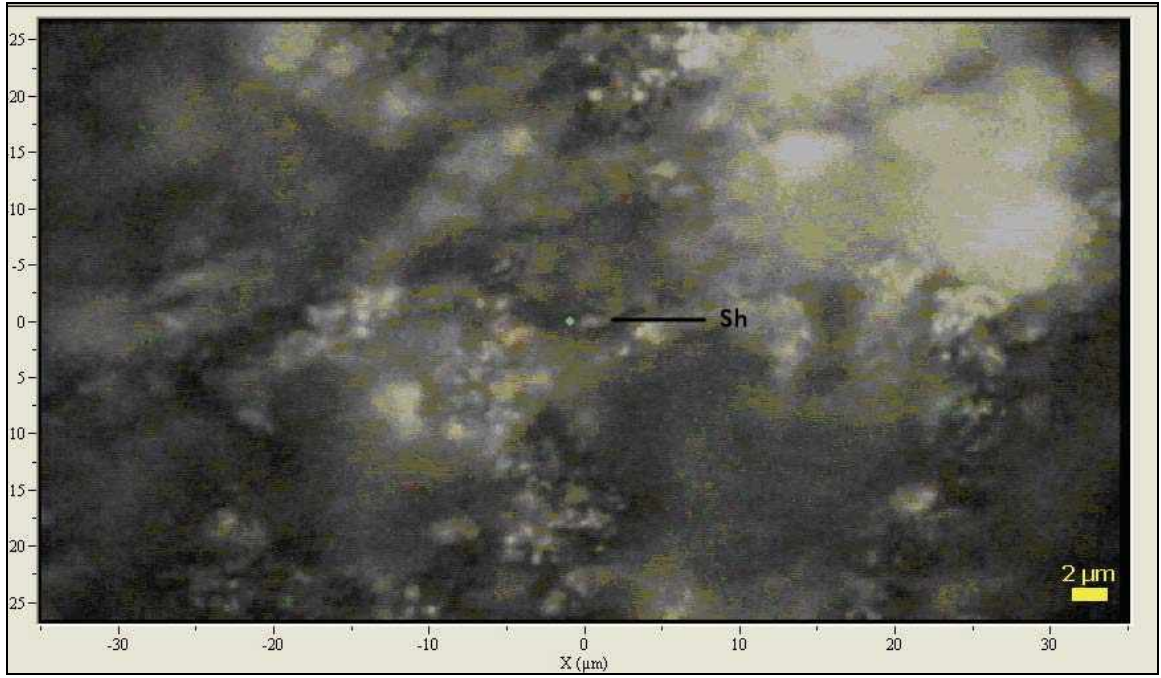
Şekil 22: Siderit örneğinde saptanan ankerit (An) mineralinin, Raman spektrometresinde saptanan görüntüsü.

Figure 22. View of an ankerite (An) mineral in siderite sample at Raman spectrometer.



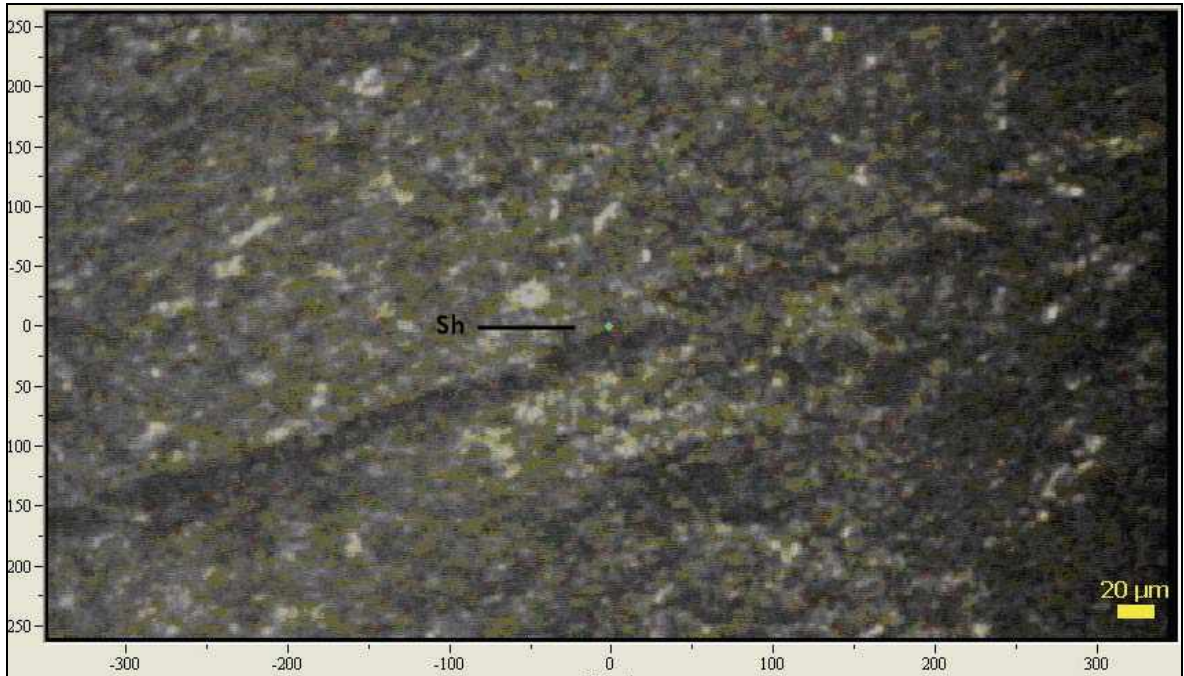
Şekil 23: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve "Spectral ID" programındaki standart mineral karşılığı (şörtit).

Figure 23. Standart mineral (shortite) in "spectral ID" program of Raman spectrum of a siderite grain.



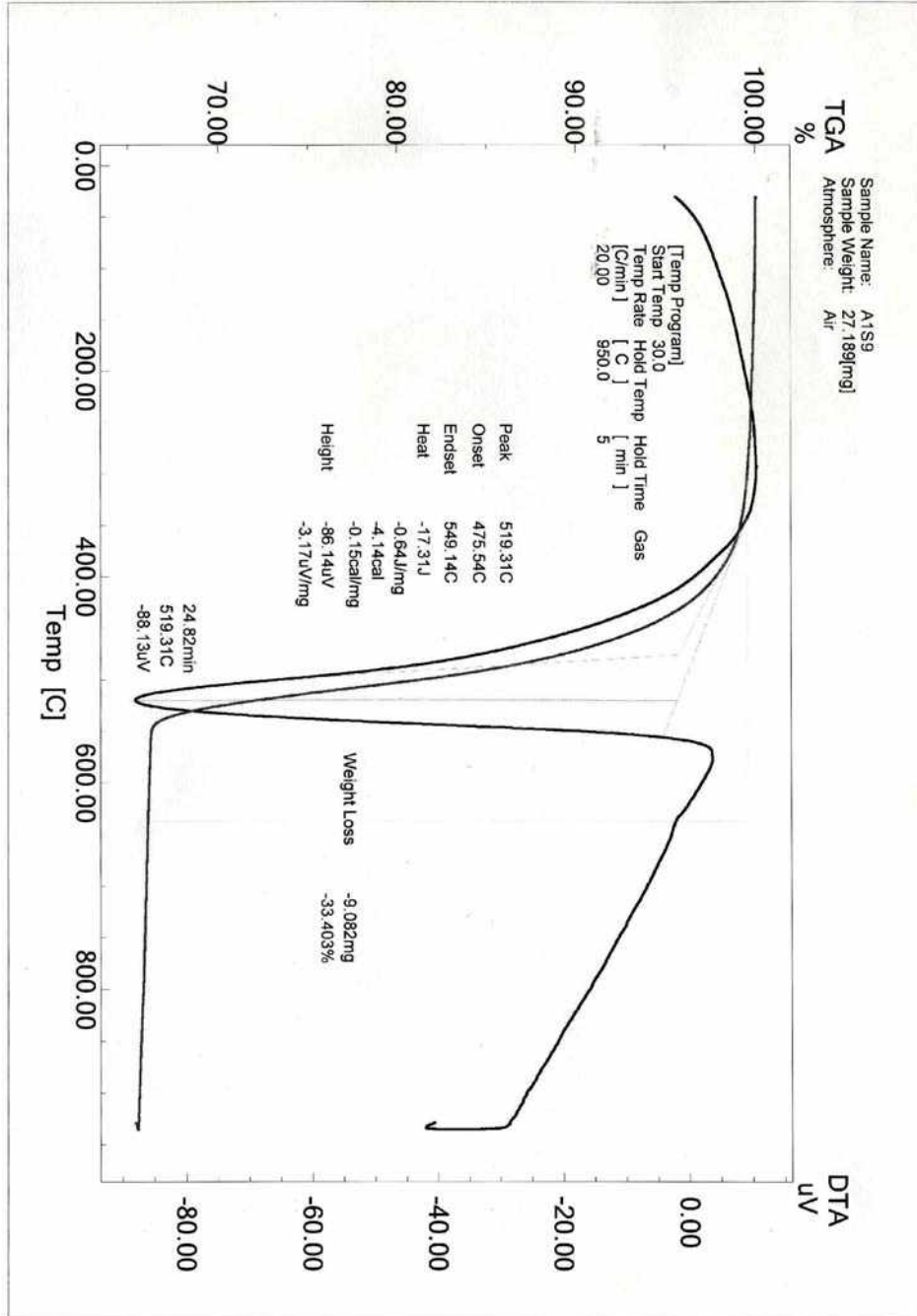
Şekil 24: Siderit örneğinde saptanan, şörtit (Sh) mineraline ait görüntü.

Figure 24. A view from shortite (Sh) in a siderite sample.



Şekil 25: Siderit örneğinde saptanan, farklı bir şörtit (Sh) mineraline ait görüntü.

Figure 25. A view of another shortite mineral in a siderite sample.



Şekil 26: Siderit örneğine özgü DTA-TGA eğrileri.

Figure 26. DTA-TGA curves of a siderite sample.

Çizelge 2. Şörtit mineral tanesine ait mikro XRF analiz sonuçları (aletten alındığı biçimdeki ham veriler).

Litoloji	Element		Na ₂ O (%)	MgO (%)	Al (%)	Si (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	Ti (%)	Cr (%)	Fe (%)	Ni (%)	Rb ₂ O (%)	SrO (%)	Zr (%)	BaO (%)	Total (%)
	Örnek No	AI-S4															
Siderit			30,150	<0,670	2,903	3,008	0,232	0,870	<0,041	<0,030	11,520	<0,015	0,056	0,110	<0,051	0,013	48,862

Çizelge 3. Şörtit mineral tanesine ait mikro XRF analiz sonuçları (değerler %100'e tamamlanarak verilmiştir).

Litoloji	Element		Na ₂ O (%)	MgO (%)	Al (%)	Si (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	Ti (%)	Cr (%)	Fe (%)	Ni (%)	Rb ₂ O (%)	SrO (%)	Zr (%)	BaO (%)	Total (%)
	Örnek No	AI-S4															
Siderit			61,704	1,371	5,941	6,156	0,474	1,780	0,084	0,061	23,576	0,031	0,114	0,225	0,104	0,026	101,647

Çizelge 4. Siderit mineral tanesine ait mikro XRF analiz sonuçları (yalnızca metallerle ilgili aletten alındığı biçimde ham veriler).

Litoloji	Element		V (%)	Cr (%)	Mn (%)	Fe (%)	Co (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	Ga (%)	Zr (%)	Nb (%)	Pb (%)	Total (%)
	Örnek No	AI-S4													
Siderit			<0,005	<0,003	1,797	96,620	0,122	0,015	0,014	<0,010	<0,010	0,055	0,200	<0,020	98,988
Litoloji	Element		Mo (%)	Rh (%)	Pd (%)	Ag (%)	Cd (%)	In (%)	Sn (%)	Sb (%)	W (%)	Pt (%)	Au (%)	Total (%)	
	Örnek No	AI-S4													
Siderit			<0,051	<0,002	0,025	0,031	0,028	<0,008	<0,011	0,056	<0,020	<0,020	<0,020	98,988	

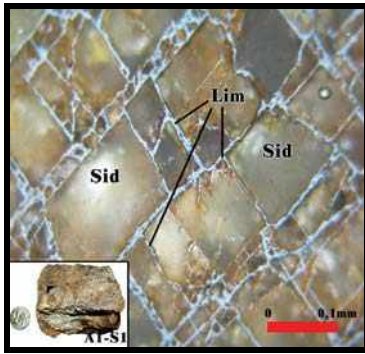
Table 2. The micro XRF analyses results of a shortite grain (rough data from the instrument).

Table 3. The micro XRF analyses results of a shortite grain (interpolated to 100%).

Table 4. The micro XRF analyses results of a shortite grain (rough data from the instrument belonging to metals).

Cevher Mikroskobisi Çalışmaları

İnceleme alanından alınan örneklerde cevher mikroskobisi çalışmaları yürütülmüş, aşağıdaki cevher mineralleri ile özellikleri saptanmıştır.

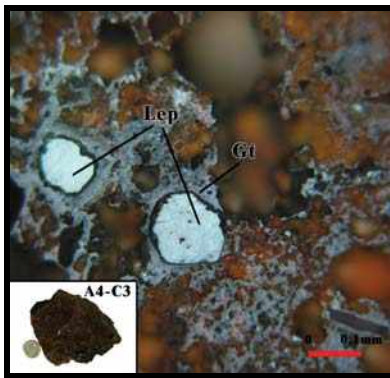


Şekil 27: Siderit örneğinde sideritlerin (Sid) dilinimleri ve çatlakları ve tane sınırları boyunca gelişen limonitler (Lim). Şekillerin alt köşelerinde ayrıca el örnekleri resimlenmiştir.

Figure 27. Limonites (Lim) developed in cleavages, in cracks and along the grain edges of siderites (Sid) in a siderite (hand specimen at left lower part).

Limonit (Götit ve Lepidokrozit)

Cevherli örneklerde izlenen en yaygın cevher mineralidir (Şekil 28). Bunlar, bazen submikroskobik boyamalar şeklinde, yer yer gang minerallerinin aralarında ve dilinimleri boyunca ve yer yer de çatlak dolgusu şeklinde



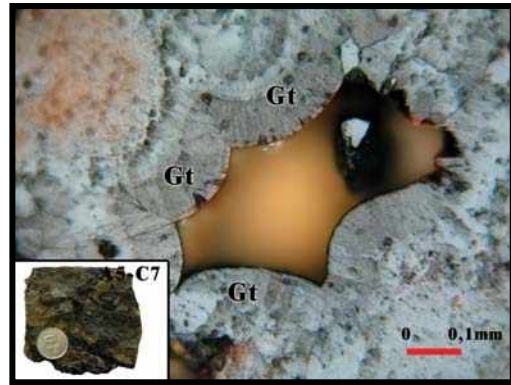
Şekil 28: Limonit örneğinde götitlerin (Gt) içinde tamamen lepidokrozite (Lep) dönüşmüş, özşekilli mineral Pseudumorfı.

Figure 28. Euhedral mineral pseudomorphs totally replaced to lepidocrocite (Lep) in goethite (Gt) in limonite sample.

Siderit

Cevher mikroskobunda, soluk grimsi rengi, düşük refleksiyonu, çatlaklı yapısı ve kuvvetli anizotropisi ve iç refleksiyonu ile tanımlar (Şekil 27). Genel olarak geniş bir tane boyu dağılımı gösteren sideritler, çoğunlukla öz şekilli ve yarı özşekilli olarak gözlenmektedirler.

gözlenmektedir. Bazen götitlerin içinde tamamen lepidokrozite dönüşmüş, öz şekilli mineral pseudomorfı izlenmektedir. Limonitlerdeki kolloform doku iyi gelişmiş bir şekilde gözlenmiştir (Şekil 29). Limonitlerin bir kısmının içlerinde eser olarak pirit kalıntısı belirlenmiş ve piritten dönüştüğü saptanmıştır.

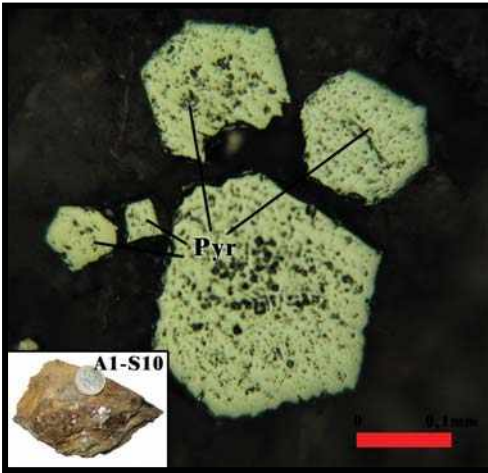


Şekil 29: Limonit örneğinde, götitlerde (Gt) kolloform doku.

Figure 29. Colloform texture in goethites (Gt) in limonite sample.

Pirit

Eser miktarda ve genellikle saçınımlı halde, öz ve yarı özşekilli olarak izlenmektedir (Şekil 30). Piritlerin tane boyları 2-65 μ arasındadır. Genellikle kenarlarından itibaren limonitleşmiş olup, limonitlerin içinde kalıntılar halinde de görülürler.

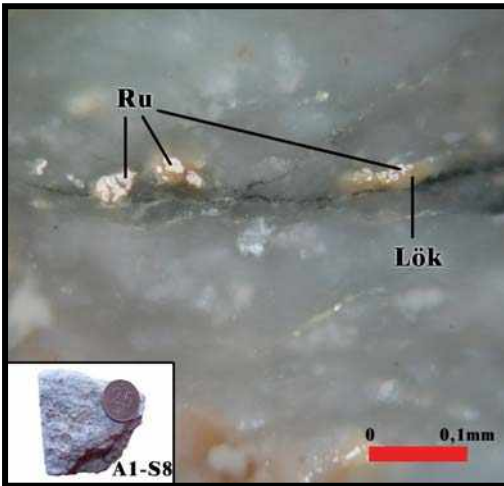


Şekil 30: Siderit örneği içindeki, iri ve ince taneli piritler (Pyr).

Figure 30. Coarse and fine grained pyrites (Pyr) in siderite sample.

Rutil

Eser miktarda, çok ince taneli, bazen de çubuk şekilli olarak gözlenmiştir. Rutillerde lökoksensleşme izlenmiştir (Şekil 31-33).



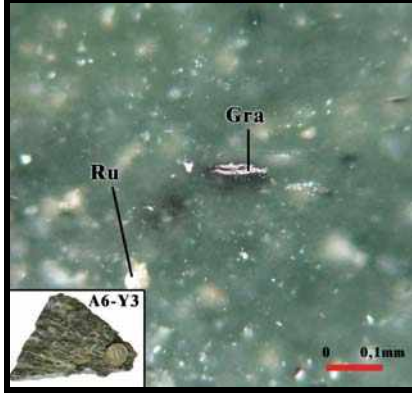
Şekil 31: Siderit örneği içindeki rutiller (Ru) ve rutillerin etrafındaki lökoksensleşmeler (Lök).

Figure 31. Rutiles (Ru) in siderite sample and leucoxenization (Lök) around rutiles.



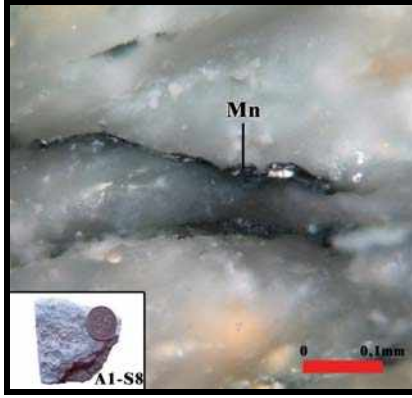
Şekil 32: Killi yan kayaç içinde rutiller (Ru) ve etrafında lökoksensleşmeler (Lök).

Figure 32. Rutiles (Ru) in argillic rocks and leucoxenization (Lök) around them.



Şekil 33: Killi yan kayaç içinde, ince taneli grafitler (Gra) ve rutiller (Ru).

Figure 33. Fine grained graphites (Gra) and rutiles (Ru) in argillic rock.



Şekil 34: Siderit örneğindeki çatlakta yer alan mangan (Mn) dendritleri.

Figure 34. Mangane (Mn) dendrites in a crack at siderite sample.

Mangan Dendritleri

Çok ince taneli olduğu için cinsi saptanamayan, eser miktarda mangan dendritleri gözlenmiştir. Bunlar yer yer piritlerin ve karbonatların tane sınırlarında, yer yer de çatlaklarında gözlenmiştir (Şekil 34).

JEOKİMYA-JEOİSTATİSTİK

Yapılan arazi, petrografik ve cevher mikroskopisi çalışmalarının ortaya çıkardığı veriler ışığında Attepe sahasından alınan 13 adet yüzey örneği jeokimyasal analiz için seçilmiştir. Bunlardan 5 tanesi siderit, 5 tanesi limonit-götüt, 2 tanesi cevher dokanağına yakın alınmış kireçtaşı-mermer, 1 tanesi de yine cevher dokanağı civarından alınmış olan killi yan kayaç (metasiltaşı-metaşeyl) 'tır. Böylelikle 4 ayrı grup oluşturulmuştur. Tüm örneklerde, ana ve eser

elementler arası ilişkilerin ve elementlerin cevherleşme üzerindeki etkilerinin anlaşılması amaçlanmıştır. Maddi olanaklar gözönüne alınarak örnek sayısında optimal kısıtlamaya gidilmiştir.

Bu çalışmada sunulmuş bulunan jeokimya analiz yöntemleri ve değerlendirmeleri ile daha önceki bölümlerde sunulmuş bulunan tüm laboratuvar yöntemleri konusunda daha fazla bilgiye Dayan, 2007' de ulaşılabilir.

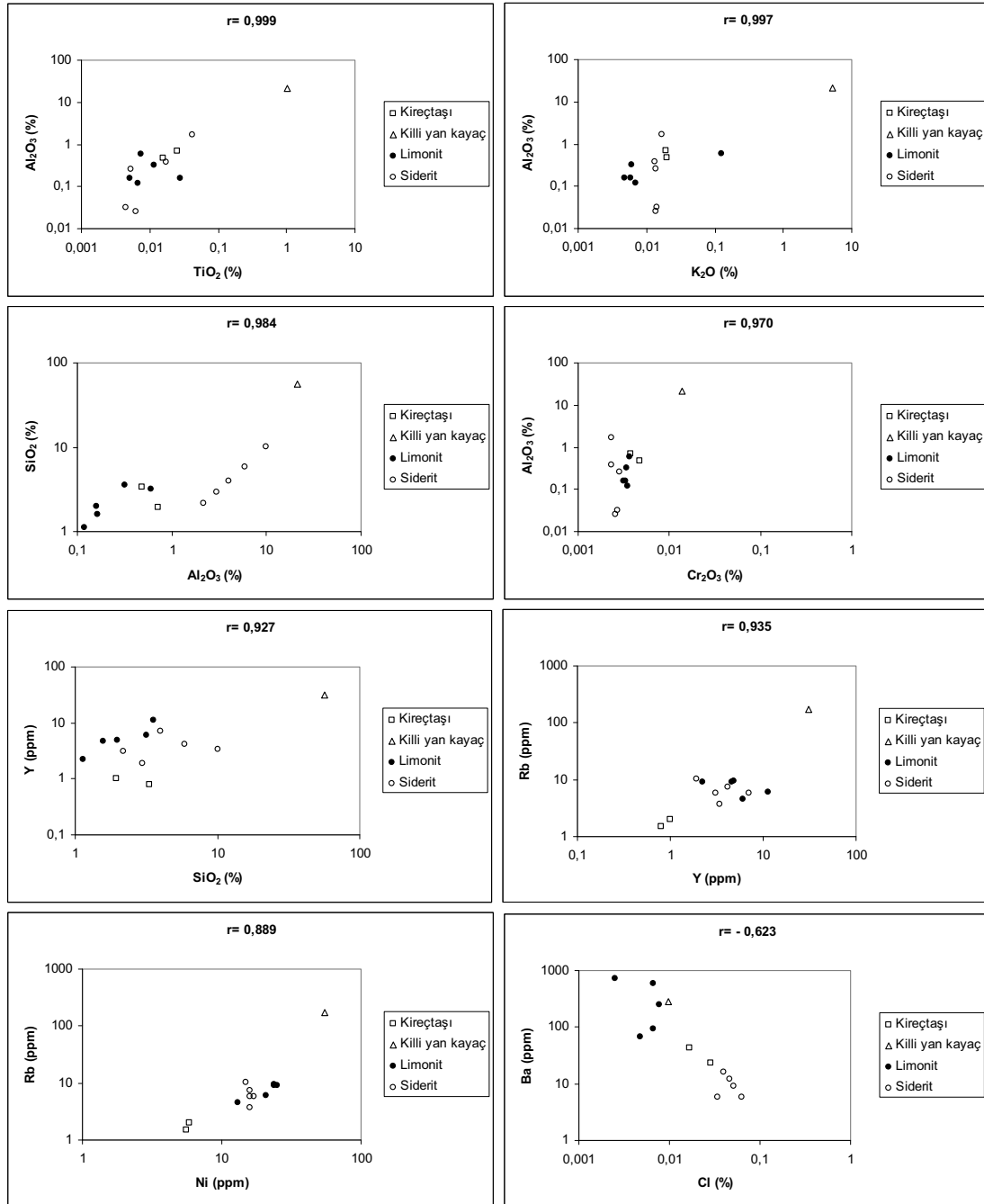
Tüm analiz sonuçları Çizelge 5' de element çiftlerine özgü korelasyon katsayıları ise Çizelge 6' da toplu biçimde verilmiştir.

Element çiftlerine özgü grafiksel dağılımlar ise Şekil 35' de ayrıca sunulmaktadır.

İlçesi	Element		Na ₂ O %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	SO ₃ %	Cl %	K ₂ O %	CaO %	TiO ₂ %	V ₂ O ₅ %	Cr ₂ O ₃ %	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	LOI %	Total %	Co ppm	Ni ppm	Cu ppm	Zn ppm	Ga ppm	Ge ppm	As ppm	Se ppm	Br ppm	Rb ppm
	Örnek No	No																										
Kçt.-Mermür	A4-Y3	0.084	0.114	0.710	1.933	0.010	0.004	0.017	0.019	62.904	0.025	0.005	0.005	0.004	0.196	4.533	29.327	99.885	2.60	5.9	1.3	9.1	2.4	0.9	1.2	0.6	0.5	2.0
	A5-Y1	0.091	0.068	0.480	3.335	0.012	0.004	0.029	0.020	61.136	0.016	0.005	0.005	0.005	0.292	0.803	3.350	99.854	11.0	5.6	2.0	1.5	1.8	0.9	0.9	0.6	0.5	1.5
	A6-Y3	0.120	5.721	2.117	56.239	0.195	0.001	0.010	5.156	0.400	1.012	0.039	0.014	0.016	7.269	2.685	99.993	3.70	54.8	1.8	9.9	26.1	1.3	0.8	0.5	0.3	174.7	
	A6-C6	0.120	0.235	0.600	3.184	0.098	0.003	0.007	0.127	27.586	0.007	0.005	0.004	0.004	1.105	57.160	9.732	99.974	140.0	13.0	4.4	261.5	2.9	2.5	3.1	1.2	0.8	4.5
	A7-C1	0.140	0.059	0.120	1.130	0.016	0.004	0.003	0.007	1.730	0.007	0.007	0.004	0.004	1.546	91.927	3.284	99.981	220.0	25.0	12.8	5.6	4.5	3.3	2.9	2.4	1.4	9.2
	A4-C3	0.140	0.573	0.319	3.579	0.004	0.003	0.007	0.006	0.389	0.012	0.006	0.003	0.003	1.619	90.175	3.145	99.980	210.0	21.0	14.6	5.6	5.0	2.9	3.9	2.3	1.4	6.1
	A5-C7	0.110	0.052	0.162	1.582	0.004	0.003	0.008	0.005	0.073	0.028	0.007	0.003	0.003	0.470	93.807	3.662	99.974	200.0	24.0	13.3	6.6	4.1	2.6	2.5	2.1	1.4	9.1
	A6-C3	0.140	0.057	0.159	1.979	0.020	0.003	0.005	0.006	0.114	0.005	0.006	0.003	0.003	0.650	92.723	4.111	99.982	210.0	24.0	6.9	38.2	4.1	3.1	7.0	4.6	2.1	9.6
	A1-S4	0.170	2.090	1.732	2.963	0.004	0.004	0.040	0.017	0.268	0.042	0.005	0.002	0.002	63.980	28.300	100.541	150.0	15.0	11.5	4.2	3.3	2.0	6.2	1.6	1.2	10.1	
	Siderit	0.144	3.556	0.391	10.036	0.004	0.165	0.047	0.013	0.383	0.017	0.004	0.002	0.002	0.975	55.107	29.137	99.982	140.0	16.0	4.0	3.3	3.3	2.8	2.4	1.6	1.1	3.7
	Siderit	0.153	3.124	0.026	5.857	0.004	0.010	0.064	0.014	0.376	0.006	0.005	0.003	0.003	1.046	60.549	28.744	99.978	150.0	16.0	5.4	4.0	3.6	2.5	2.1	1.8	1.2	7.5
	Siderit	0.153	3.334	0.255	2.169	0.004	0.006	0.034	0.014	0.388	0.005	0.005	0.003	0.003	1.205	64.111	28.274	99.958	160.0	17.0	6.9	4.7	3.3	2.2	2.5	1.5	1.2	5.8
	Siderit	0.174	2.337	0.032	3.975	0.004	0.006	0.052	0.014	0.356	0.005	0.005	0.003	0.003	1.253	65.339	26.381	99.937	150.0	16.0	4.7	3.9	3.6	2.5	2.3	1.5	1.1	5.9
	Kçt.-Mermür	A4-Y3	103.0	1.0	7.7	7.0	3.7	1.2	1.1	1.0	1.4	1.1	1.5	2.0	3.8	42.9	7.5	14.6	5.1	5.7	12.1	3.6	1.9	1.7	7.7	1.2	2.5	11.0
A5-Y1		813.4	0.8	12.0	5.7	5.6	1.1	1.2	1.0	1.3	1.0	1.3	2.2	4.3	23.3	7.6	12.7	4.9	5.1	18.2	3.7	1.6	1.3	3.0	1.2	1.2	12.0	
A6-Y3		17.5	30.8	249.5	24.7	2.4	1.0	1.6	1.9	6.2	0.9	1.2	2.1	3.3	277.9	38.2	76.4	3.6	4.1	52.3	4.0	1.7	1.5	0.8	0.9	12.2	25.4	
A6-C6		11.2	6.1	9.7	8.3	5.9	1.6	1.9	1.3	1.8	1.4	1.1	1.9	4.3	596.3	8.1	11.0	12.0	13.0	15.0	11.0	7.5	6.6	8.3	3.4	9.5	15.0	
A7-C1		22.1	2.2	11.0	10.0	8.3	2.1	2.2	1.6	2.2	1.5	1.7	3.0	4.7	736.2	9.6	12.0	24.0	23.0	13.8	11.0	5.9	5.7	24.0	4.2	29.0	14.0	
A4-C3		10.0	11.3	17.8	9.7	8.1	2.2	2.3	4.4	1.5	1.6	3.6	3.0	4.5	93.1	10.6	12.0	21.0	21.0	20.0	11.0	4.6	5.0	23.0	2.8	28.0	17.0	
A5-C7		5.0	4.6	9.8	8.9	6.4	1.8	1.8	1.6	1.9	0.6	1.6	2.7	4.3	231.2	8.3	11.0	20.0	21.0	16.0	12.0	5.0	5.3	22.0	3.4	27.0	17.0	
A6-C3		4.1	4.9	12.0	10.0	6.8	2.1	2.1	1.7	1.4	1.5	1.8	2.8	4.3	67.3	9.6	12.0	21.0	13.0	33.3	12.0	4.9	5.0	24.0	4.2	30.0	13.0	
A1-S4		7.9	1.9	9.0	8.1	5.7	0.1	1.8	1.9	1.6	1.3	1.5	3.0	4.0	16.1	12.9	11.0	16.0	13.0	15.0	0.1	3.9	3.4	15.0	3.0	18.0	13.0	
Siderit		9.1	3.4	12.7	8.0	8.6	1.6	1.8	1.4	0.9	1.3	1.5	2.5	4.2	11.9	10.8	11.0	15.0	13.0	70.6	11.0	4.8	3.6	14.0	2.7	16.0	13.0	
Siderit		4.0	4.2	10.0	7.7	8.0	1.8	1.9	1.8	1.9	1.3	1.5	2.6	4.1	5.9	8.4	20.1	15.0	14.0	39.2	11.0	4.7	3.5	15.0	2.7	18.0	16.0	
Siderit		4.6	3.1	9.1	11.1	6.0	1.8	1.8	1.5	1.8	1.1	1.5	2.5	4.3	5.9	19.7	11.0	15.0	15.0	14.6	9.7	4.0	3.7	16.0	3.0	20.0	14.0	
Siderit		3.4	7.1	8.4	7.0	7.2	1.5	1.7	1.5	1.8	1.3	1.5	2.6	4.1	9.0	7.8	11.0	16.0	14.0	34.0	9.6	4.0	3.5	15.0	2.1	18.0	16.0	

Çizelge 5. Jeokimya analizi sonuçları.

Table 5. The results of geochemical analyses.



Şekil 35: Element çiftleri arasındaki dağılım ilişkileri (log dağılım).

Figure 35. Distrubition relationships between element pairs (log distrubition).

Element Çiftleri Arasındaki İlişkilerin Toplu Değerlendirmesi

Çizelge 6'da verilen kireçtaşı-mermer, killi yan kayaç, limonit-götüt ve siderit örneklerinin jeokimyasal verilerinin korelasyon katsayıları yardımıyla değerlendirilmesi sonucu oluşan büyük kümeden yararlanılarak; korelasyon katsayısı $r > +0,600$ olan çiftler yüksek pozitif korelasyon kategorisinde (herhangi bir istatistik gruplama yapılmaksızın), korelasyon katsayısı $r < -0,600$ olan çiftler yüksek negatif korelasyon kategorisinde ele alınarak değerlendirme yapılmıştır (Şekil 36).

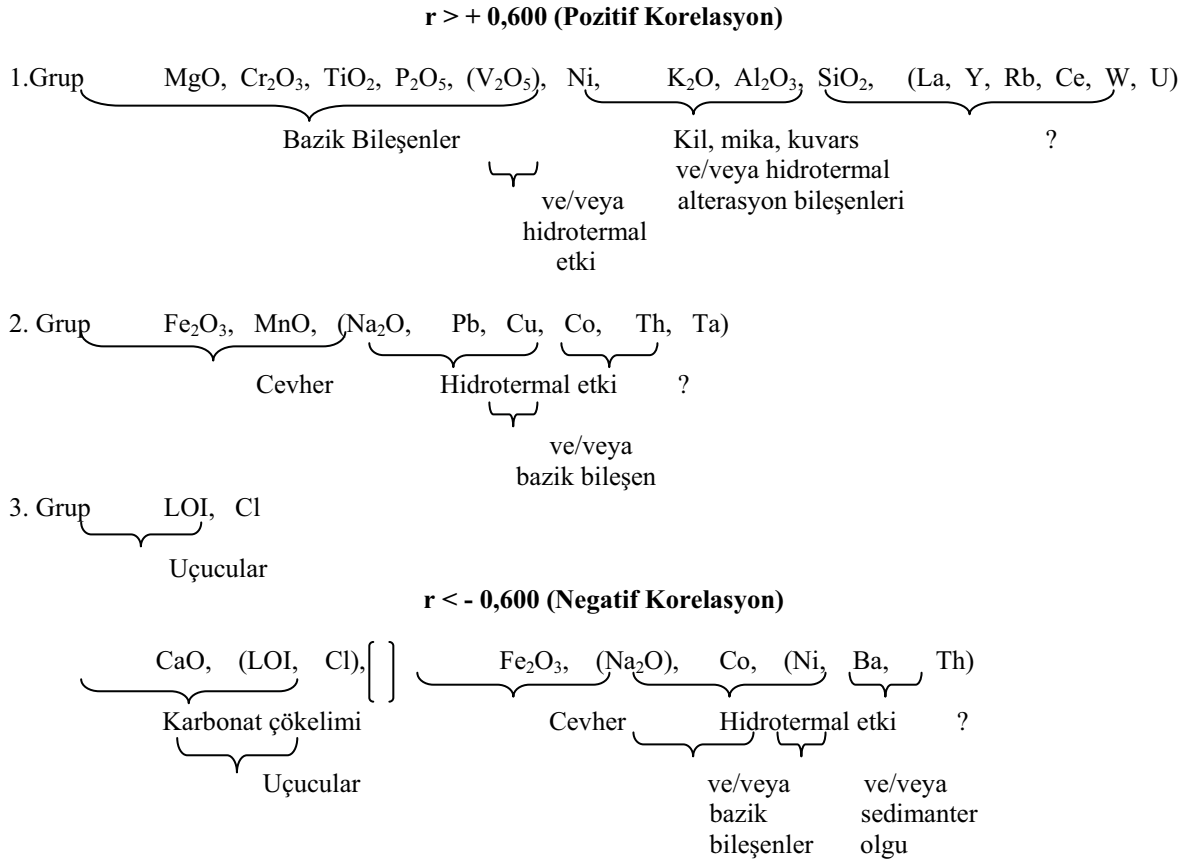
Yüksek pozitif korelasyon grubu içerisinde ($r > +0,600$) 3 ayrı grup ortaya çıkmaktadır. Her bir grup içindeki elementler birbirleriyle pozitif korelasyon ilişkili (bir element artarken diğer element de artmakta) birliktelikler sunmaktadırlar.

Yüksek negatif korelasyon grubu içinde ise ($r < -0,600$) sağlı, sollu iki grup ortaya çıkmaktadır. Her bir grup içinde elementler birbirleriyle artan ilişkili dağılım özellikleri

sergilemektedir. Sağ ve sol gruptaki elementler ise birbirleriyle eksilen ilişkili dağılım özellikleri sunmaktadır.

Şekil 36'da grupların ve gruplar içerisindeki element kümelerinin kökensele anlam ve yorumları tartışılmaya çalışılmıştır. Her bir kümenin altında, yaklaşık kökensele anlamlar belirtilmiştir.

Jeokimyasal verilerin jeostatistik yöntemlerle değerlendirilmesi çalışmaları sonucunda; bazik kayaçların kimyasına doğru olan bir eğilim belirlenmiştir (Şekil 36: Bazik Bileşenler). Saptanmış bulunan bu eğilim, oluşum sırasında olası bazik kayaçların ortamdaki varlığına işaret etmektedir. Ortaya konulan bu şeklin (Şekil 36) bir bütün halinde değerlendirilmesi sonucunda, karbonat ve silikat (kil, mika ile kuvars) bileşenleriyle ardışıklı olası bazik bileşenlerce etkin (az da olsa orta ve/veya asitik karakterli bileşenleri de içeren) bir istifeye özgü (+/- hidrotermal etkiler) bir cevherleşme modeli ağırlık kazanmakta ve özgülleşmektedir.



Şekil 36: Adana-Mansurlu Attepe Demir Yatağı'nın jeokimyasal verilerine özgü jeostatistik karakteristikler.

() Parantez içindeki elementler, grup içinde diğer bileşenlere göre daha zayıf birliktelikleri vurgulamaktadır.

? Zayıf da olsa asidik bileşenlerin etkileri (cevher oluşum ortamındaki etkin biçimde bazik, az da olsa ortaç ve/veya asidik karakterli bileşenleri de içeren litolojilerin varlığı varsayımı).

[] Çift çizginin iki yanındaki her bir grup içindeki elementler kendi içinde pozitif korelasyon ilişkisi sergilerken, çift çizginin her iki tarafındaki gruplar içindeki elementler ise karşılıklı biçimde birbirleri ile negatif korelasyon ilişkisi sunmaktadırlar.

Figure 36. Geostatistical characteristics of geochemical data from Attepe Iron Deposit, Mansurlu-Adana

() Elements in parenthesis indicate weak associations due to other components of the group.

? Weak acidic influences (strong basic influence at ore formation environment, supposing of intermediar and/or asidic lithologies).

[] Positive correlation relationship of the elements in each group represented both side of parenthesis. Negative correlation relationships are represented between the groups both side of the parenthesis.

TARTIŞMA, DENEŞTİRME VE YORUM

Attepe Demir Yatağı birincil cevherleşmeleri, Prekambriyen yaşındaki Emirgazi Formasyonu (metakiltası, metasilttaşı, metakumtaşı ve yer yer rekrystalize kireçtaşı-mermer lamina, bant, tabaka ve mercikleri) içerisinde yer alan grafit şistler içinde yataklanmış, yan kayaçlarla uyumlu konumda gözlenen sinsedimanter oluşumlu sideritler ile yine grafit şistler içerisinde çoğunlukla dissemine ve yer yer de ince katmanlaşmalı dağılımlar sergileyen sedimanter oluşumlu piritler ve sideritli seviyelerin üst bölümlerinde yer alan sedimanter oluşumlu hematit cevherleşmelerinden oluşmaktadır. Yatakta en altta piritçe zengin zon, onun üstünde sideritli zon, en üstte ise hematitli zon yer almaktadır. Sahanın panoramik görünümü Şekil 5'de verilmektedir.

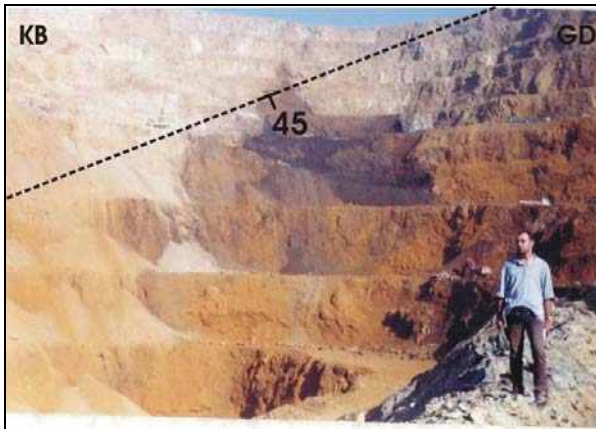
Yukarıda sunulan istif, cevherleşme sonrası metamorfizma ve deformasyon evreleri ile yoğun biçimde kıvrılmış ve kırılmıştır. Fay zonlarındaki çoğunlukla meteorik su döngülerinin neden olduğu karstlaşmalar, yukarıda sayılan tüm demir minerallerinin yoğun biçimde limonitleşmesine neden olmuş ve bugün işletilen zengin cevherin oluşması gerçekleşmiştir.

Etkin biçimde gelişen deformasyon ve kırılma tektoniği yatak içinde cevher ile yan

kayaçlar arasındaki birincil ilişkilerin açık biçimde görülmesini maskeleymiş (Şekil 37), ancak yatak yakın çevresinde yapılan çalışmalar, cevher-yan kayaç ilişkileri konusunda bazı temel yaklaşımların yapılabilmesine olanak sağlamıştır (Şekil 5).

Ancak; bazı el örneklerinde ve sahada makro boyutta gözlenen eş oluşumlu grafit şist-siderit oluşum mekanizmasını (Şekil 6-10), bitümlü (grafit) seviyeler ile siderit oluşumları arasındaki sinsedimanter yapıda da görülebileceği mümkün olabilmektedir (Şekil 38-40).

Daha önce yapılan çalışmalarda, Prekambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonuna özgü litolojiler içerisinde bazik volkanik kayaç parçaları ve kromitlerin yer aldığından bahsedilmektedir (Dağlıoğlu, 1988). Bu çalışma çatısında da, ağırlıklı biçimde Jeokimya Bölümünde sunulan kimyasal analizi yapılan örneklerden kazanılan verilerin jeostatistik yöntemlerle yorumlanması sonucu ortaya koyulan bazik kayaçlara işaret eden elementler veya element birlikteliği olgusu ön plana çıkmaktadır. Bu koşullarda, Prekambriyen'in o günkü indirgen ortamında kendi içerisindeki metalleri kıtadan (karadan) denize taşımının zorluğu göz önüne alındığında, demir cevherli seviyelere özgü metallerin kaynağının olası volkanosedimanter istiflerle ilişkili olduğu tezi ağırlık kazanmaktadır.



Şekil 37: Maden ocağının (KB sektörü) yakından görünüşü. Sağ üst bölüm Emirgazi Formasyonu kireçtaşları-mermerleri, sol üst bölüm Emirgazi Formasyonu metakumtaşı: kuvarsit ve orta alt ve sağ bölüm siderit dönüşüm ürünü limonit-götit oluşumları.

Figure 37. Close up view from NW sector of ore deposit. Right upper part represents limestones and marbles of Emirgazi Formation. Left upper part metasediments : quartzite of Emirgazi Formation and middle lower and right parts limonite-goethite replacement from siderites.

Metamorfizmaya uğramamış volkanosedimanter demir yataklarına Türkiye'den Deveci Demir Yatağı (Ünlü, 1983), dünyadan (Batı-Orta Almanya' dan) ise Lahn Dill Demir yatağı (Bottke, 1963) ve Yugoslavya' dan Vares Demir Yatağı (Quade, 1970) tip yatak örnekleri olarak verilebilir. Lahn Dill Demir Yatakları'nda ("Lahn Dill Tip": Tip Yatak) baskın mineral hematit olup, sideritler hematitlere eşlik etmekte iken, Deveci Demir Yatağı'nda hakim mineral siderittir. Vares Demir Yatağı'nda ise her iki mineral eşit oranlarda dağılım ilişkileri sergilemektedir. Eksalatif sedimanter (volkanik-sinsedimanter) yatakların metamorfizmaya uğramış eşleniklerine ise "Algoma Tip" yataklar güzel birer örnek oluştururlar. Bu tip yataklarda; özellikle volkanik tüfitlerin ağırlıkta olduğu, bazikten asidiğe kadar değişen Prekambriyen yaşlı, çoğunlukla eski kratonlardaki (kalkanlardaki) metavolkanit seriler içerisinde; demir karbonat, demir silikat ve demir sülfid fasiyeslerinin daha ender olduğu, kuvars bantlı yatak ve yatak serileri oluşturan, hematit ve manyetit cevherleri söz konusudur. Kanada'nın Ontario'sunun Michipicoten Range Yatakları (yatakta; siderit ve pirit mineralleri daha az oranda olmasına karşın, manyetit minerali baskın karakterdedir) veya Orta Norveç'teki Trondheim'in kuzeyinde bulunan Fosdalen Volkanosedimanter Manyetit Yatağı, bu türün tipik örnekleridir (Bottke, 1981). Ayrıca; ancak, kökenleri konusunda bazı tartışmalar olmasına ve yukarıda anlatılan metamorfik volkanik-sinsedimanter (eksalatif-sedimanter) oluşum modelinden biraz farklı gelişime sahip olmasına karşın, yıllarca üzerinde çalışılmış olan İsveç'teki, amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış yan kayaçlar içerisinde yer alan, Prekambriyen yaşlı Kiruna (Kirunavaara-Luosavaara) Apatitli Manyetit Yatağı (mağmatik model: Frietsch, 1978 ve eksalatif-sedimanter model: Parak, 1985), volkanik kökenli metamorfik bir yatak olarak kabul görmektedir ve burada vurgulanmasında yarar vardır. Üzerinde yeterince fazla bir bilimsel çalışmanın bazı nedenlerle yapılamadığı,

Türkiye'deki amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış yan kayaçlar içinde yer alan, Prekambriyen-Kambriyen yaşlı Avnik Apatitli Manyetit Yatağı da ("Sıvı Karışmazlık (Karışmazlığı) veya Karışmayan Sıvılar Modeli: The liquid immiscibility model ve Sonrası Evrelerinde Gelişen Süreçler" ile yorumlanmaktadır: Helvacı, 1984; Aral, 1986 ve Çelebi, 1986), volkanik kökenli metamorfik bir yatak olarak yorumlanmaktadır. Aynı yatak, Erdoğan ve Dora, 1983 tarafından ise, metamorfizmaya uğramış, volkanizmaya ilişkili eksalatif-sedimanter bir yatak olarak değerlendirilmiştir.

Bu noktada, Lahn Dill yataklarında 1840'lı yıllardan beri çalışan araştırmacıların, kendi aralarındaki köken konusunda oluşan bir ikilemelerinin buraya taşınmasında yarar görülmüştür. Bu yatakta, eski deyimle jeosenkinal havzada özellikle spilitik bazalt ve keratofirlerden oluşan bazik ve yer yer ortaç volkanik kayaçlar (denizaltı volkanitleri) ve türevleri, aynı yaşlı sedimanter kayaçlarla (fliş) birlikte çökelmekte ve volkanosedimanter kompleksi oluşturmaktadırlar. Bu volkanotektonik ortamda; eş yaşlı çökeller ve volkanitlere, subsidans havzasının deniz altı paleotopoğrafyası tarafından da kontrol edilen ve ortamın Eh ve Ph'sının da etkin olduğu biçimde, cevherleşmeler eşlik etmektedir. Bu tür havzaların belli bir derinleşme dinamiğine ulaşması, kırılanmanın gelişmesini sağlamakta ve bu kırıklar deniz suyunun da deniz tabanının altındaki hidrotermal döngüsü ile, deniz tabanına ulaşan metallerce zengin eksalasyonlar ve hidrotermal ergiyiklerin kanallarını oluşturmaktadır. Aynı zamanda deniz altı volkanitlerinin çökeltme ortamına ulaşmasında da bu kanalların rolü büyük olmaktadır. Deniz suyunda belli bir konsantrasyona ulaşan çözünür metallere, belli bir orandan sonra (doğunluk sınırı) çökelebilmekte ve aynı havzada çökelen diğer sedimanter kayaçlarla birlikte eş yaşlı olacak biçimde (sinjenetik biçimde) stratabound türde cevher mercceklerini oluşturmaktadır.

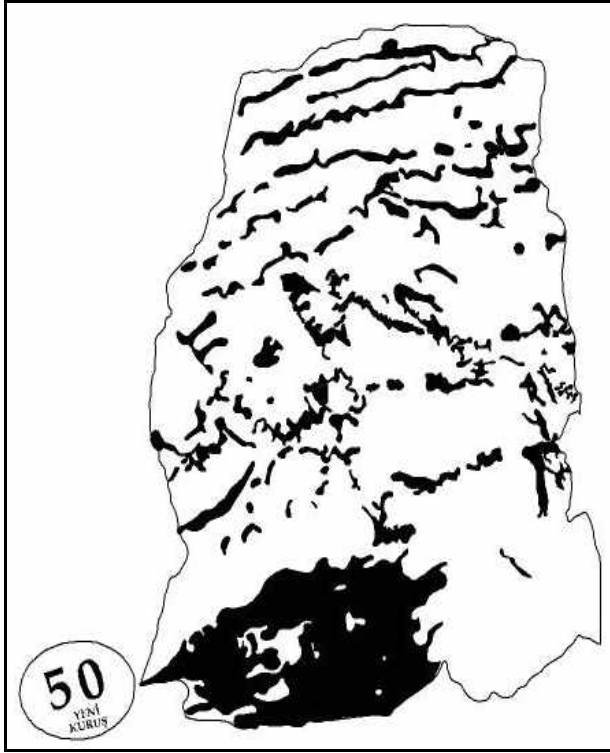
Stratabound merccekler, tipik olarak uzunlamasına olup üst kısımları keskin, alt kısımları ise daha difüz şekilde yataklanmaktadır. Alt sınırlarında daha düşük tenörlü bölümlere, oradan da tabandaki mineralize olmamış volkanit ve tüfitlere, en sonra da sedimanter çökellere geçişler sıkça tekrarlanmaktadır. Bu model içinde ağırlıklı biçimde taban litolojilerinde çalışan yer bilimciler yıllarca, temeli kateden kırık sistemleri içine yerleşmiş cevher damarlarına bakarak epijenetik kökeni savunmuşlar, buna karşın aynı modelin üst bölümlerinde, tabakalanmaya uyumlu cevher mercceklerini içeren bölümlerdeki litolojileri ağırlıklı biçimde çalışanlar ise sinjenetik kökeni savunarak, yaklaşık 150 yılı aşkın süredir tartışmışlar (Quade, 1970) ve bu konuda onlarca makale yayınlamışlardır. Ancak bugün artık bu problem yukarıda anlatılan modelle çözülmüş ve uzlaşa sağlanmıştır. Attepe Demir Yatağı'nda çalışan az sayıda da olsa yer bilimcilerin yukarıdaki probleme tam olarak benzememekle beraber, buna yakın bir ikilemleri vardır; Yukarıdaki ikilem; cevher ile çoğunlukla cevheri ortama taşıyan kırık sistemleri arasında özgünleşirken, Attepe'de bu çelişki cevher ile cevherleşme sonrası kırık sistemleri arasında yaşanmaktadır. Attepe Bölgesi'nde gözlenen en eski litolojiler Prekambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu'na özgüdür. Bu litolojiler, büyük bir olasılıkla Prekambriyen temel üzerinde açılan olası bir riftin çökellerinden oluşmaktadır. Bu

olası riftte cevherleşme öncesi oluşan anteminerale faylar cevheri havzaya taşıyan kanallardır. Deniz suyunun da eşlik ettiği bu kanallardan taşınan metallere zengin eksalasyonlar ve hidrotermal ergiyikler yardımı ile cevher, Emirgazi Formasyonu içinde yan kayaçları olan sedimanter çökellerle eş yaşlı biçimde (sinjenetik biçimde) çökelmiş, mutlak biçimde yer yer de volkanik malzemelerle eşlik olunmuştur. Daha sonraları anılan istif metamorfizmaya uğramış, kıvrım ve kırık tektoniğinin etkisinde kalmıştır. Geç evrelerde de bir çok deformasyonlardan etkilenmiştir. Cevher kütlelerini yüzeye taşıyan ve bu günkü konumu kazandıran faylanmalar ise, postmineral faylar olup, bu fay zonları aynı zamanda karstlaşma evrelerine zemin hazırlayan uygun ortamlar oluşturmakta, birincil siderit mineralinin limonite ve götite dönüşmesini, bir kez daha demir elementince zenginleşmesini ve demirce zengin işletilebilir demir yatağının oluşmasına olanak sağlamışlardır. Bu günkü maden ocağında işletilen seviyeler bu bölümlerdir. Her zaman olmamakla birlikte sedimanter birincil cevher yatağına zemin hazırlayan anteminerale faylar, çok uzun süreler aktif durumda kalabilirler, hatta yukarıda sunulan cevheri yüzeye yani bu günkü konumuna taşıyan postmineral faylar ile aynı çizgiselliklere sahip olabilirler, daha denli birbirlerinin farklı yaşlardaki aynıları olabilirler.



Şekil 38: Sideritler ile bitümlü (grafit) seviyeler arasındaki sedimantasyonla eş yaşlı (sinsedimanter) ilişki (cevherleşme sonrası oluşan metamorfizmayla gelişen deformasyonlarla ilişkili grafitlerde (bitüm) az da olsa hissedilebilen kıvrım yapıları).

Figure 38. Synsedimentary relationship between siderites and bituminous (graphite) levels (folding structures from graphites related to deformations during metamorphism which occurred after mineralization).



Şekil 39: Şekil 38'de verilen örneğe özgü, sideritler ile birlikte (eş yaşlı) çökelen grafitlere (bitüm) ait az da olsa hissedilebilen kıvrım yapılarının fotoğraf üzerinden Freehand 8.0 çizim programı yardımıyla yapılan taraması (Şekil 38 ile aynı ölçek kullanılmıştır).

Figure 39. Schematic drawing of Figure 38 (Same scale with Figure 38).



Şekil 40: Sideritler ile bitümlü (grafit) seviyeler arasındaki sedimantasyonla eş yaşlı (sinsedimanter) ilişki.

Figure 40. Symsedimentary relationship between siderite and bituminous (graphite) levels.

Ancak çoğunlukla da antemineral faylardan tamamen bağımsız olarak, yeni, genç postmineral fay sistemleri gelişebilir. Bu fay zonlarındaki, karstlaşma süreçlerinin etkisi ile (ve yüzeysel ayrışma ve bozuşmalar ile) demirce zenginleşmiş cevherli seviyelerin bugün işletilmesi, özellikle işletmede çalışan veya ziyaret eden yer bilimcilerce yatağın kökeni tartışılırken ve irdelenirken, epijenetik tipte, fay zonuna yerleşmiş damar tipindeki cevherler biçiminde yorumlamalara da yol açmıştır. Halbuki, bu faylar cevhere bugünkü konumunu kazandıran, daha önceleri diyajenez geçirmiş olan birincil cevheri yüzeye çıkaran faylardır. Bu fayları kesen veya bu faylarla ilgili olan küçük faylar ve bunların makaslama yüzeylerinde gelişen cevher ve boyamalarından oluşan geç evre mobilizasyonlarına da sıkça rastlanmaktadır. Birincil cevherin diyajenezi sırasındaki veya daha sonraki bir çok jeolojik olayla gelişen metal mobilizasyonlarının geç evre siderit damar ve damarcıklarının oluştuğunu, bu damar ve damarcıkların birincil cevherin oluşum yaşından sonraki bir çok daha genç yaştaki birimleri katettiğini ve bu durumun sahada yaygın biçimde görüldüğünü de vurgulamakta yarar vardır. Ayrıca birincil siderit mercikleri ve içlerinde buldukları piritçe zengin grafitli (bitümlü) seviyelerin (bitümlü şistlerin), deformasyon sırasındaki litolojiler arasındaki dayanımlılık farkından dolayı etkileşimlere farklı yanıtlar vermeleri, cevher ve içinde bulunduğu yan kayacı arasında, özellikle dokanaklarında kırık sistemlerinin gelişmesine neden olmaktadır (Şekil 6). Bu durum sanki birincil cevherin fay zonuna yerleşmiş damar ve damarcıklar olduğu biçiminde yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır. Ancak, bu faylı dokanaklara dik veya vevre biçiminde gelişmiş kırık sistemleri içinde yerleşmiş metal mobilizasyonları ile ilgili, geç evre cevher damarcıklarının bu tabloyu bütünlendiğini vurgulamakta da yarar vardır (Şekil 10). Bu olaylar da geç evre metal gelişimleri biçiminde değerlendirilmelidir.

Bir diğer konu ise, bu tip yataklarda görülmesi gereken, sedimanter karakterdeki

cevheri havzaya taşıyan sistemle ilgili kanal ve kanalcıklarda (kırık zonlarında) yer alan cevherlerin oluşturduğu ve sedimantasyon havzasının tabanını oluşturan kayaları ve birincil sedimanter cevherin tabanındaki kayaları kateden damar tipi cevherleşmelerin olmasıdır. Bunlar ilk bakışta çalışıcı ve araştırmacıları bu olayı tüm maden yatağı oluşum tablosu içinde değerlendirmediklerinde, Lahn Dill Demir Yataklarında tartışıldığı gibi, epijenetik tip yatak biçiminde yorumlamalara zorlayabilir. Ancak, havzada yapılacak havza boyutundaki detaylı maden jeolojisi çalışmaları bu tür yanılgıları engeller. Attepe Demir Yatağı sahasında ve çevresinde bu tip damar sistemlerine bu çalışma kapsamında; henüz rastlanmamıştır. Ancak, bundan sonraki yapılacak çalışmalarda bu tip oluşumların, sahada olası gözlenmesi durumunda, volkanosedimanter siderit oluşum modeli tablosu bir bütün halinde değerlendirilerek, bu damarların modelin tamamlayıcı unsurları olacağı gerçeği burada vurgulanmalıdır. Bu tür süreçler, modeli zenginleştiren, modeli tamamlayan, modele gerçeklik kazandıran süreçler olmanın yanı sıra, aynı zamanda ekonomik anlamları da beraberinde getiren önemli öğelerdir.

Bir diğer önemli nokta ise, bazı çalışıcılarca savunulan Prekambriyen içindeki birincil sedimanter oluşumlu demir minerallerinden veya birincil oluşumlu cevherleşmeden daha yaşlı konumdaki temele özgü olası bazik kayalardan çözülen metallerin (özellikle demirin), veya detritik olarak taşınan metal içeren parçacıkların ve minerallerin aynı yaştaki birimler içerisine taşınabileceği ve çökelebileceği görüşünün, tartışılması gerekliliğidir. Bu durum Prekambriyen sırasındaki yer küresinin indirgen (redükleyici) koşullardaki paleocoğrafyası göz önüne alındığında, demirin element olarak taşınması alternatifini oldukça zayıf kılmaktadır. Ancak, Prekambriyen'den sonraki dönemlerde yer küresinin yükseltgen (oksitleyici) koşullardaki paleocoğrafyası düşünüldüğünde, bu olasılık büyük önem taşımaktadır. Kambriyen,

Ordovisiyen, Siluriyen ve Devoniyen yaşlı bölgelerde gözlenen sedimenter/metamorfik litolojiler içerisindeki demir zenginleşmeleri (kimyasal sedimantasyon süreçleri) için gerekli olan metallerin veya demirin kaynağı, olasılıkla Prekambriyen yaşlı litolojiler veya cevherleşmeler olarak değerlendirildiğinde fazla hata yapılmamış veya en azından araştırılması gereken bir öneri olarak anlam taşımış olacaktır. Aynı zamanda, Attepe Demir Madeni'nin doğu tabanındaki bitümlü (grafitli) şistler (metasilttaşı) içinde gözlenen siderit mercer reliktindeki demir element kökeni için, sedimenter teori kapsamında metalin kıtadan (karadan) gelme olasılığına karşın, volkanosedimenter süreçlerle tabandan veya derinden gelme önerisini de ön plana çıkarılabilmektedir.

Tüm yukarıda anlatılan, Attepe Demir Yatağı'nda kazanılan veriler ile, dünya maden yatakları terminolojilerindeki kavram ve modellerin bir arada tartışılması, denestirilmesi ve yorumlanması bir çok zorluğu beraberinde getirmektedir. Özellikle Attepe Demir Yatağı'nda gözlenen yoğun biçimde yüzeysel ayrışma, bozuşma ve çok büyük bir yoğunlukla meteorik suların etkisiyle gelişen karstlaşma süreçleri nedeniyle (süperjen alterasyonlar), yatakta H_2S , CO_2 ve O_2 'ce zengin seviyelere özgün gelişmesi beklenen sedimenter ortamlara ait mineral zonlanmaları birbirlerinin içine girmiş olduğundan, çoğunlukla birincil ilişkilerin net bir biçimde gözlenememesi gerçeği de göz önüne alındığında, doğal olarak yorum yapmak oldukça zorlaşmaktadır.

Ancak, işletilen Attepe Demir Yatağı'nın doğu tabanında izlenmiş bulunan, iri-orta taneli pirit disseminasyonları ve laminalaşmaları ile bantlaşmaları (ince katmanlaşmaları) içeren bitümlü (grafitli) şistler (metasilttaşları veya metaşeylleri) içinde karstlaşmadan korunmuş olarak kalan şistoziteye (ve tabakalanmaya) uyumlu siderit mercer relikt ve relikleri, birincil sedimenter cevherin oluşumu ve kökeni konusunda önemli işaretleri gündeme

taşımaktadır. Aynı zamanda aynı lokaliteden alınan el örneklerindeki sideritli ve bitümlü (grafitli) bölümler arasındaki, kendi içlerindeki sinsedimenter birincil ilişkili geçişlerin çok açık ve tartışmasız bir biçimde gözlenmiş olması da, bu görüşe ağırlık kazandırmaktadır.

Bu çalışma kapsamında; yoğun bir biçimde sahaya özgü daha önceden yapılan çalışmaların taranmış olmasına karşın, kısa süreli arazi çalışması ve kısıtlı sayıda sahadan derlenen örneklerde yapılan laboratuvar çalışmaları ile bunların değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkarılan ve yukarıda sunulmuş bulunan tartışma ve denestirmeden oluşan sentez, hiçbir zaman iddialı boyutlara ulaşma amacını taşımamaktadır. Bu tür köken tartışmalarında çok uzun süreli çalışmalara gereksinim duyulduğu ve bu tartışmaların süreç içinde bilimsel ve teknolojik gelişmelerin ışığında yeni boyutlara taşındığı ve olgunlaştığı bilinmektedir. Bu çalışmada varılmaya çalışılan nokta, kökene yönelik verilere, bu mütevazi çalışma boyutlarında da olsa birkaç küçük veri ekleyebilmek ve ekonomik anlamda arama çalışmalarına sınırlı da olsa katkı koyma isteminin hedeflenmiş olmasıdır. Bu bağlamda Attepe Demir Yatağı'ndan derlenen örneklerde yapılan jeokimya çalışmalarının jeostatistik metotlarla değerlendirilmesi sonucu ortaya koyulan kökene yönelik bazik kayaçlara işaret eden elementler veya element birlikteliği varsayımı veya eğilimi, saha çalışmaları ve öncel çalışmalar ile birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır; Zira, Dağlıoğlu, 1988, gerek Prekambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu'na özgü kumtaşları, gerekse Alt (?), Orta ve Üst Kambriyen yaşlı Değirmentaş Formasyonu taban konglomeraları içinde spilitik bazalt kayaç parçalarını ve kromit tanelerini belgelemiştir. Aynı zamanda Emirgazi Formasyonu'na özgü kumtaşlarındaki hamur ve çimento ile bazen tanelerin de demirli (siderit taneleri) olduğunu belirtmektedir. Küpeli, 1991, Prekambriyen yaşlı Sicimindağı Formasyonu'nun Kandilcikkere Üyesi içinde, Attepe ve Kandilcik Tepe doğusunda, düşük derecede metamorfizma geçirmiş metabazik daykların varlığından

bahsetmektedir. Özgül ve Kozlu, 2002 ise, Prekambriyen yaşlı birimler içerisindeki ortaç ve asidik volkanizma ile diyabaz dayklarına değinmektedir. Bu veriler zaman içinde yapılacak çalışmalarla artırıldığında ve zenginleştirildiğinde, olası volkanosedimanter oluşum modeli belki de daha fazla ön plana çıkabilecektir. Bu model ekonomik jeoloji açısından önem taşımaktadır. Aynı zamanda olası bimodal mafik ve felsik volkanizmanın bölgedeki biraradalığı, genişlemeli tektoniğe özgü rift modeli (Ünlü ve Sayılı, 1999), volkanosedimanter istifin üzerine oturduğu temeli oluşturan daha yaşlı litolojilerin bölgede aranması önerisi gibi süreçler, olası Gondvana Kıtası'nın (Pan-Afrika Kıtası'nın ?) bu bölgedeki gelişimine ve jeotektonik ortam sentezlerine bilimsel katkılar sağlayabilecektir.

Olası sinjenetik volkanosedimanter model, Henden ve Önder, 1980 'in cevherleşmeyi, uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenen, derinde yer alan, ancak sahada verilerine rastlanmayan domlara bağlama modelindeki epijenetik oluşum görüşü bağlamında ele alındığında, volkanosedimanter istifin volkanitlerinin, derinlerde plütonlarının olacağı gerçeğiyle örtüşmektedir. Çolakoğlu ve Sezerer Kuru, 2002 'nin, yine cevherleşmeyi epijenetik tipte (hidrotermal oluşum) değerlendirdikleri çalışmalarına temel oluşturan sıvı kapanım çalışmaları ile belirlenen (ve tuzluluk verileri ile birlikte yorumlanan) siderit, kuvars ve barit minerallerine yönelik oluşum ısısı verileri olan 170-350 °C arası sıcaklıklar da volkanosedimanter siderit yatakları ve geç evre gelişim süreçleri ile ilgili tüm oluşum modelindeki minerallerinin oluşum sıcaklık aralığı ile çelişmemekte, aksine uyumaktadır. Küpeli ve diğ., baskıda, çalışmalarındaki izotop verileriyle, metasomatik oluşum (epijenetik model) bağlamında; Çaltepe Kireçtaşları ile siderit örneklerinde yapılan C, O izotop çalışmalarına göre, her iki litolojinin farklı izotop verilerine sahip olması bulguları ve bu nedenle bu her iki litolojinin birlikte aynı kökene (birlikte çökelimine) sahip olamayacakları

görüşünü özellikle vurgulamaları da (sedimanter teoriyi reddetmeleri) kanımızca volkanosedimanter modelle çatışmamaktadır. Zira, denizel ve /veya karasal kökenli bileşenleri bünyesinde barındırabilen kireçtaşlarının (Çaltepe Kireçtaşları) jeokimyası ile, deniz suyu ile etkileşimlerle dengelenmiş olası volkanitlerle kökensel ilişkili sideritlerin jeokimyasının farklı izotop verileri sergilemesi ve bu verilerin benzer olmaması çok doğal bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Ünlü ve Stendall, 1989'in çalışmasında ortaya koyulan, nadir toprak element çalışmalarındaki siderit ve dönüşüm ürünü limonit-götitlerin paralel (uyumlu) REE kalıpları sunması normaldir. Ancak, metakumtaşları ve bitümlü şistlere özgü farklı gidişli (siderit ve limonit-götitlere göre), ancak kendi aralarında uyumlu REE kalıpları, bir taraftan bu birimlere malzeme veren volkanitlerin ve kıtasal katkıların REE içeriklerinin farklı olmasından, diğer taraftan da sideritlerin karbonat bileşiminde olması, buna karşın metakumtaşları ve bitümlü şistlerde silikat minerallerinin olduğunca yaygınlığı ve de nadir toprak elementlerin karbonatlardan çok silikatlar içerisinde zenginleşme eğiliminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum da volkanosedimanter-sinjenetik siderit oluşum modelleri ile çelişmemektedir.

Attepe Demir Yatağında gözlenen pirit, siderit ve hematit oluşumlarının sinsedimanter - volkanojen oluşum modelinin ortaya çıkartılmasının bir makale kapsamında iddialı biçimde ele alınamayacağı doğal bir süreçtir. Ancak bu çalışma kapsamındaki mütevazı verilerin dahi Prekambriyen yaşındaki Emirgazi Formasyonu'na özgü litolojilerin yeniden ele alınarak, değerlendirilmeleri önerisini gündeme taşımada bir katkı sağlayabileceği, düşünülmektedir.

Ancak tüm bu detaylı çalışmalar başlatılarak, belli bir olgunluğa taşındığında; volkanosedimanter oluşum süreçleri ağırlık kazanırsa, Prekambriyen birimleri içerisindeki bazik volkanik bileşenlerce zengin litolojilerin fay

zonlarıyla kesiştiği lokalitelerde zengin demir oluşumları bulunma olasılığının, aramacılık açısından da önem kazanacağı düşünülmektedir.

Tartışma, deneştirme ve yorum bölümü;bu çalışmanın kapsamına göre, olası volkanosedimanter modelin gerek bölge ekonomik jeolojisine, gerekse de Türkiye'nin jeolojik gelişimine tutabileceği ışık ve bilimsel beklentiler bağlamında, bilinçli bir biçimde uzun tutulmuş ve bu bölümde ayrıntılara girilmek zorunda da kalınmıştır.

SONUÇLAR

1. Toridler Tektonik Birliği içerisinde yer alan Attepe Demir Yatağı ve yakın çevresinde, Geyik Dağı Birliği'ne özgü; Prekambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu, Orta-Üst Cambriyen yaşlı Değirmentaş Formasyonu ve Ordovisiyen yaşlı Armutlu Dere Formasyonu yüzeyler. Bölgenin en genç birimlerini Mesozoyik (Genel) yaşlı konglomera ağırlıklı litolojiler oluşturur.

2. Emirgazi Formasyonu; subarkoz, silttaşı, kiltası, kuvarsit ve metakumtaşı birimleri ile kireçtaşı ve ankerit mercekleriyle temsil edilmektedir. Değirmentaş Formasyonu tabanda; Emirgazi Formasyonu'nun blok, çakıl ve serbestleşmiş kumtaşı, silttaşı, şist parçalarını içeren Breş-Konglomera Üyesi ile onun üzerinde yanal olarak killi, kumlu, açık kahve renkli kireçtaşlarına geçiş gösteren, yer yer de dolomitik kireçtaşı veya dolomitlerle geçişli Ankeritik Kireçtaşı Üyesi ve en üstte yer yer dolomitik özellik gösteren, üst seviyelerine doğru ise sırasıyla killi kireçtaşı ve kalkşist litolojilerini içeren Kireçtaşı Üyesi'nden oluşmaktadır. Armutlu Dere Formasyonu, laminalı şeyl ve silttaşı tabakaları içeren, yaygın biçimde kalınlığı değişken, ince kuvars taneli kumtaşları ile temsil edilmektedir. Tüm istif taban litolojilerine ait, çoğunlukla köşeli veya az yuvarlak kayaç parçaları, çakıl ve bloklarını içeren genelde Mesozoyik Birimi ismi verilen birim tarafından örtülmektedir.

3. Attepe Demir Yatağı Emirgazi Formasyonu içerisinde yer almaktadır. Yatağın yakın çevresinde Yeşilşist Fasiyesi koşullarında metamorfizma geçirmiş olan; metakiltası, metasilttaşı ve metakumtaşları ile rekrystalize kireçtaşı-mermer bant ve tabakaları yüzeylemektedir. Bu istif içinde yer yer, özellikle Attepe Demir Yatağı'nın tabanında, çoğunlukla dissemine ve bazen tabakalaşma gösteren sedimanter kökenli piritleri içeren bitümlü (grafit) seviye yüzeylemektedir.

4. Pirit içeren bitümlü (grafit) şist seviyeleri içerisinde; yüzeysel etkilerden (süperjen etkileşimlerden) korunarak kalmış, tabakaya uyumlu, birincil oluşumlu (sedimanter) fosil siderit reliktleri yüzeylemekte olup, bunların yataklanma açısından kökensel anlam taşıdığına inanılmaktadır. Bitümlü şist seviyesinin üzerinde, bugün ancak, içlerinde tek tük siderit kalıntılarının gözlenebildiği, yaygın biçimde sideritlerin dönüşüm ürünü olan limonit-götüt mineralleri bakımından zengin olan bir zon (ana kütle), sedimanter oluşumlu hematitli seviyeler ile birlikte yer alır.

5. Diyajenez ile, daha sonra gelişen metamorfizma ile ilgili deformasyonlara bağlı gelişen kıvrılma ve kırılma tektoniğine bağlı olaylar, sahada etkin biçimde gelişmiş ve birincil sedimanter kökenli cevherlerin metallerinin kırık sistemlerine mobilizasyonuna zemin hazırlamıştır. Daha sonra gelişen deformasyonlar ve çeşitli jeolojik olaylar da, aynı işlevi defalarca yinelemişlerdir. Bu şekilde, geç evre siderit damar ve damarcık sistemleri gelişmiş ve yan kayaçları ile sahadaki daha genç litolojileri kat eden konumlarına ulaşmışlardır.

6. Maden yatağında, şu anki konum ile cevher ve yan kayaçlar tektonik ilişkilidir. Cevherleşme sonrası gelişen faylar, derinlerde yer alan sedimanter kökenli birincil cevher kütlelerini yüzeyle buluşturmuş ve bu fay zonlarında yaygın biçimde gelişen karstlaşma ile yüzeysel alterasyon

olaylarının etkisinde kalan birincil cevherler, oksitlenerek, limonit ve götit minerallerine dönüşümü yaşamışlardır. Böylelikle de, demir elementince zenginleşmişlerdir. Bugün işletilen ocaklar bu seviyeler içinde yer almaktadır. Ancak, yukarıda sayılan ve sıkça yinelenen jeolojik olaylar, yatakta beklenmesi gereken sedimanter zonlanmaların, mineraller arasındaki birlikteliklerin ve birincil ilişkilerin büyük ölçüde maskelenmesine ve kaybolmasına neden olmuştur.

7. Yatak içinden alınan örneklerde mikroskopik çalışmalarla; limonit-götit, siderit, kireçtaşı-mermer ve metasilttaşı (metaşeyl) gruplar ayırtlanmıştır.

8. Sedimanter oluşumlu sideritlerde, siderit minerallerine; etkin biçimde ankerit, pirit, mangan dendiritleri ve rutil eşlik etmektedir. Ayrıca, şörtit mineralinin çok az da olsa, bu birliktelikte yer aldığı saptanmıştır. Türkiye demir yataklarında bu mineral, ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. DTA-TGA çalışmaları ile sideritlerin mineral yapı bozulma ısıları yaklaşık 520 °C olarak belirlenmiştir.

9. Cevher mikroskopisi çalışmalarıyla sideritlere eşlik eden; pirit, rutil, mangan dendiritleri, limonit-götit, killi yan kayalar (metasilttaşı: metaşeyl) içinde; ince taneli grafitler, rutiller ve etraflarında lökokslenleşmeler; kireçtaşı-mermer örneklerinde; piritler ve limonit örneklerinde; götit ve lepidokrozit mineralleri saptanmıştır. Ayrıca, siderit örneklerinde yapılan çalışmalarda, sideritlerin bir çok kesitte limonite dönüştüğü, limonit örneklerinde ise siderit mineral reliklerinin varlığı gözlenmiştir. Bu bağlamda, yatakta işletilen demir elementince zengin limonit ve götitlerin, büyük ölçüde siderit dönüşüm ürünü olduğu belirlenmiştir.

10. Jeokimya çalışmaları ile; siderit örneklerinde; toplam demir içeriği (Fe_2O_3) %55-65 arasında değişirken, ortalama içerik % 61 olarak saptanmıştır. SiO_2 ortalama içeriği % 5,

MnO ortalama içeriği %1, Al_2O_3 ortalama içeriği % 0,5, MgO ortalama içeriği % 2,9'dur. Ayrıca; Co (150 ppm), Ni (16 ppm) ve Pb (15 ppm) eser elementleri de sideritlere az oranlarda da olsa eşlik etmektedir. Limonit-götit örneklerinde; toplam demir içeriği (Fe_2O_3) % 57-93 arasında değişirken, ortalama içerik % 85'tir. SiO_2 ortalama içeriği % 2,3, MnO ortalama içeriği % 1, Al_2O_3 ortalama içeriği % 0,3, MgO ortalama içeriği % 0,2'dir. Ayrıca; Co (196 ppm), Ni (21,40 ppm), Cu (10,40 ppm), Zn (63,50 ppm), Ba (346,82 ppm) ve Pb (20,26 ppm) eser elementleri de limonit-götitlere az oranlarda da olsa eşlik etmektedir. Killi yan kayaç (metasilttaşı:metaşeyl) örneğinde; toplam demir içeriği (Fe_2O_3) % 7,2, Al_2O_3 içeriği % 21, MgO içeriği % 5,7, K_2O içeriği % 5,1 ve TiO_2 içeriği % 1'dir. Bu örnekte 140 ppm Cr_2O_3 , 37 ppm Co, 55 ppm Ni, 250 ppm Zr ve 278 ppm Ba saptanmıştır. Özellikle Cr_2O_3 içeriği dikkat çekicidir.

11. Sideritlere, limonit-götitlere ve yan kayalara özgü kimyasal analizlerde saptanmış bulunan; bazik kayalara işaret eden elementler ile bu analizlerin yorumlanması sonucu belirginleşen element birlikteliği (MgO, Cr_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , V_2O_5 ve Ni : Bazik Bileşenler) ve tüm element birlikteliklerinin oluşturduğu küme (Şekil 36), yatağa özgü demir element kökeni konusunda, bazik kayalarca etkin bir ortama işaret etmektedir.

12. Tüm çalışma, bölgede yapılan eski çalışmalar ile birlikte yorumlandığında; Prekambriyen yaşlı birimlerin (Emirgazi Formasyonu), olası volkanik eleman katkılı bir fliş istifinin metamorfizması ile şekillendiği doğrultusuna işaret etmektedir. Bu olgu; Attepe Demir Yatağı'nın oluşumu için volkanik-sinsedimanter kökenin izlerini de beraberinde taşımaktadır. Ancak, bu konuda daha bir çok çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmekte ve önerilmektedir.

13. Özellikle; bölgedeki Prekambriyen yaşlı birimlerin detaylı biçimde haritalanması, bu

litolojilere yönelik petrokimyasal çalışmaların yapılması, bu litolojilerde olası volkanik süreçlerin izlerinin aranması ve bulunması durumunda ise demir yataklarıyla ilişkilerinin araştırılması gibi süreçlerin, bundan sonra yapılacak çalışmalarda önemli olacağına, bu konuya zaman içerisinde açıklık getirilebileceğine, inanılmaktadır.

Bu çalışmanın son sözü: “ İlk kez Ünlü ve diğ., 1984'nin çalışmalarıyla Attepe Demir Yatağı için, gündeme taşınmaya ve savunulmaya çalışılan sedimanter oluşum modeli, bu çalışma kapsamında şekillenen olası volkanosedimanter kökene yönelik izler yardımı ile volkanik-sin sedimanter tip biçiminde önerilerek, yeniden geliştirilmiş ve oluşum modeli bir ölçüde daha da olgunlaştırılmıştır” biçiminde, ifade edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 1. yazarın 2. ve 3. yazarların denetiminde Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde hazırlanmış olduğu Yüksek Lisans çalışmasının bir özeti. Yazarlar makaleyi okuyarak değerli kritikleri yapan ve tez çalışmasının çeşitli aşamalarında katkıları bulunan Cem Saraç (H.Ü.) ile aynı zamanda jeokimyasal analizlerin yapımını da gerçekleştiren Y.K.Kadıoğlu'na (A.Ü.) müteşekkirdir. Ayrıca saha çalışmalarındaki katkıları nedeniyle Necdet Arda (MTA) ve Deniz Tiringa (MTA) 'ya teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüselamoğlu, Ş. 1959. Yukarı Seyhan Bölgesinde Doğu Toroslar'ın Jeolojik Etüdü: MTA Enst. Raporu, Rap. No.2668, 38 s. (yayınlanmamış).
- Aral, H. 1986. The Geology, Geochemistry And Magnetite-Apatite Mineralization Of The Avnik Area, Genç-Bingöl, SE Turkey: Utrecht Rijks Üniversitesi, Doktora Çalışması, 254 s., Hollanda (yayınlanmamış).
- Arıkan, Y. 1966. Adana İli, Kozan ve Feke İlçeleri Demir Zuhurları Hakkında Ön Rapor: MTA rap. No: 859 (yayınlanmamış).
- Arıkan, Y. 1968. Mansurlu Demir Zuhurları (Feke-Yahyalı;Adana-Kayseri): MTA rap. No: 410 (yayınlanmamış).
- Ayhan, A. ve İplikçi, E. 1980. Adana İline Bağlı Kozan-Feke Saimbeyli Dolayının Jeoloji Raporu: MTA Derleme No: 6737 (yayınlanmamış).
- Ayhan, A. 1983. Aladağ Yöresi Karbonatlı Pb-Zn Yataklarının Kökeni: TJK Bülteni, 26, 2, 103-116.
- Ayhan, A. 1988. 1:100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji haritaları serisi, Kozan-J 21 paftası: MTA Gen. Müd. Yayını, 12 s.
- Blumenthal, M.M. 1941. Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi Bir Bakış: MTA Rap. No: 6 (yayınlanmamış).
- Blumenthal, M.M. 1944. Kayseri-Malatya arasındaki Toros'un Permo-Karboniferi: MTA Enst. Mecm., 31, 1, 105-133.
- Bottke, H. 1963. Zur Kenntnis der dichten Roteisenerze aus Eisenerzlagerstaetten des Lahn-Dill-Typs und deren Bildungsbedingungen: Erzmetall, B. 16, 437-494.
- Bottke, H. 1981. Lagerstaettenkunde des Eisens: Verlag Glückauf GmbH, 202s., Essen.
- Brennich, G. 1961. Türkiye Demir Cevheri Ruhsatı: MTA rap No: 215 (yayınlanmamış).
- Çelebi, H. 1986. Die Genese der Magnetit-Apatit Lagerstätte Avnik, Prov. Bingöl/ Ost Türkei und ihre wirtschaftsgeologische Bewertung: TU-Berlin, Doktora Çalışması, 214 s., Berlin, Almanya (yayınlanmamış).
- Çolakoğlu, A. R. ve Kuru S. G. 2002. Attepe Demir Yatağında Jeotermometrik Ölçüm Çalışmaları: MTA Dergisi, 125, 1-11, Ankara.

- Çolakoğlu, A. R. 2003. Attepe Demir Yatağında Jeotermometrik Ölçüm Çalışmaları Makalesinin Eleştirisine Cevap: MTA Dergisi, 126, 89-91, Ankara.
- Dağlıoğlu, C. 1987. Doğu Toroslar Otokton "Geyikdağı" Alt Kambriyen Detritiklerindeki Kromit Bulgusu: Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 24, Ankara.
- Dağlıoğlu, C. 1988. Kozan-Feke-Saimbeyli Tufanbetli (Adana İlçeleri)-Sarız (Kayseri) İlçesi Dolayının Demir Cevherleşmeleri Prospeksiyonu Jeoloji Raporu: MTA Derleme No: 9215, 102 s. (yayınlanmamış).
- Dağlıoğlu, C. 1990. T.D.Ç.İ Genel Müdürlüğü Adına Adana-Feke-Mansurlu Çevresinde İR:1704, AR:1544, İR:1660, İR:1662 Ruhsat Alanlarında Yapılan Etüt ve Arama Çalışmaları Jeoloji Raporu: MTA Derleme No: 8910 (yayınlanmamış).
- Dağlıoğlu, C. ve Bahçeci, A. 1992. Adana-Feke-Mansurlu TDÇİ Ruhsat Sahalarının (Attepe, Koruyeri (Mağarabeli)) Değerlendirme Raporu: MTA Derleme No: 9339 (yayınlanmamış).
- Dağlıoğlu, C., Bahçeci, A. ve Akça, İ. 1998. Attepe, Koruyeri (Mağarabeli), Hanyeri Batısı (TDÇİ Genel Müdürlüğüne Ait) Demir Madenlerinin Değerlendirme Raporu: MTA Derleme No: 10101 (yayınlanmamış).
- Dayan, S. 2007., Adana-Mansurlu Attepe Civarındaki Demir Yataklarının Jeolojik, Petrografik ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi: Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 125s., Ankara (yayınlanmamış).
- Demirtaşlı, E. 1967. Pınarbaşı-Sarız-Mağara civarının jeoloji raporu: MTA Enst. Raporu, Rap. No: 1935, 129 s. (yayınlanmamış).
- Erdoğan, B. ve Dora, O. Ö. 1983. Bitlis Masifi Apatitli Demir Yatakları'nın Jeolojisi ve Oluşumu: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26, 133-144, Ankara.
- Frietsch, R. 1978. On the magmatic origin of iron ores of the Kiruna type: Econ. Geol., 73: 478-485.
- Helvacı, C. 1984. Apatite-rich iron deposits of the Avnik (Bingöl) region, Southeastern Turkey: Econ. Geol., 79: 354-371.
- Henden, İ., Önder, E. ve Yurt, M.Z. 1978. Adana-Kayseri, Mansurlu-Karaköy (Attepe, Elmadağ Beli, Kızıl Mevkii, Menteşdere, Uyuzpınarı) Demir Madenleri Jeoloji ve Rezerv Raporu: MTA Derleme Arşivi rap. No: 6394 (yayınlanmamış).
- Henden, İ. ve Önder, E. 1980. Attepe (Mansurlu) Demir Madeninin Jeolojisi: TJK Bülteni., 23, 1, 153-163.
- Ketin, İ. 1966. Anadolunun tektonik birlikleri: M.T.A Dergisi, 6, 20-34.
- Küpeli, Ş. 1986. Attepe (Mansurlu-Feke) Yöresinin Demir Yatakları: Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Ens., Tüksek Lisans Tezi, 111 s., Konya (yayınlanmamış).
- Küpeli, Ş. 1991. Attepe (Mansurlu-Feke) Yöresi Demir Yataklarının Jeolojik, Petrografik ve Jenetik İncelemesi: Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 227 s., Konya (yayınlanmamış).
- Küpeli, Ş., Ayhan, A., Karadağ, M. M., Arık, F., Döyen, A. ve Zedef, V. 2006. Attepe (Feke-Adana) Demir Yataklarındaki Siderit Mineralizasyonunun C, O, S ve Sr İso-top Çalışmaları ve Jenetik Bulgular: JMO 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 143-144, Ankara.
- Küpeli, Ş., Karadağ, M.M., Ayhan, A., Döyen, A. ve Arık, F. (Baskıda). C, O, S and Sr Isotope Studies on The Genesis of Fe-carbonate and Barite Mineralizations in the Attepe Iron District (Adana, Southern Turkey): Chemie der Erde Geochemistry.
- Lucius, M. 1927. Antitoros silsilesinde Zamantı Suyu ile Göksu arasında Faraşa Demir Madeni zuhurunda yapılan Jeolojik Taharriyet hakkında rapor: MTA Rap. No: 421, 84s. (yayınlanmamış).
- Metin, S., Papak, İ., Keskin, H., Özsoy, İ., Polat, N., Altun, İ., Haznedar, H., Karabalık

- N.N. ve Konuk, O. 1982. Tufanbeyli-Sarız-Göksun ve Saimbeyli arasındaki jeolojisi (Doğu Toroslar): MTA Enst. Raporu, Rap no: 7129, 123 s. (yayınlanmamış).
- Metin, S. 1984. Doğu Toroslarda Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) Köyleri Arasındaki Jeolojisi: İ.Ü. Müh. Mim. Fak. Yerbilimleri Dergisi., 4, 1-2, 45-66.
- Öncel, S. 1989. Sazak-Karaköy-Delialıuşağı (Yahyalı-Kayseri) Köyleri Arasındaki Jeolojisi ve Maden Yatakları: Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, 89 s., Konya (yayınlanmamış).
- Önder, E. ve Şahin, M. 1979. Adana-Feke-Mansurlu (Hanyeri, Çaldağı, Taşlık Tepe, Mursal Tepe, Bahçecik, Çandırlar, Kısacıklı) Demir Sahaları Jeoloji ve Kozan, Saimbeyli İlçeleri Prospeksiyon Raporu: MTA Maden Etüt Arşiv rap. No: 1636 (yayınlanmamış).
- Özgül N., Erdoğan, B., Akyürek, B., Kengil, R. ve Özyardımcı, Ö., 1968. 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları: MTA Jeoloji Dairesi Harita Arşivi (yayınlanmamış).
- Özgül, N., 1971. Orta Torosların kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi: Türkiye Jeol. Kur. Bülteni, 14, 75-87.
- Özgül, N., Metin, S. ve Dean W. T. 1972. Doğu Toroslar'da Tufanbeyli ilçesi (Adana) dolayının Alt Paleozoyik stratigrafisi ve faunası: MTA Enst. Derg., 79, 9-17.
- Özgül, N., Metin, S., Göger, E., Bingöl, İ., Baydar, O. ve Erdoğan, B. 1973. Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar, Adana) Kambriyen-Tersiyer kayaları: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 16, 39-52.
- Özgül, N. 1976. Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri: TJK Bülteni, 19, 1, 65-78.
- Özgül, N. ve Kozlu H. 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu ile İlgili Bulgular: Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14, 1, 1-36.
- Özgül, N. 2006. Toroslar'ın Paleozoyik Yaşta Bazı Kaya Stratigrafik Birimleri. Stratigrafik Komitesi 6. Çalıştayı (Toros Kuşağı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Prekambriyen-Paleozoyik Kaya Birimlerinin Litostratigrafik Adlamaları): Bildiri Özleri, 1-8, Ankara.
- Parak, T. 1985. Phosphorus in Different Types Of Ore, Sulfides in The Iron Deposits And The Type And Origin Of Ores At Kiruna: Econ. Geol. 80, 646-665.
- Philippon, A. 1919. Kleinasien: Handbuch d. Regional Geologie, Heidelberg, V/2.
- Quade, H. 1970. Der Bildungsraum und die genetische Problematik der vulkanosedimentären Eisenerze: Clausthaler Hefte, 27-65, Berlin, Stuttgart.
- Smoot, J. P. 1983. Depositional subenvironments in arid closed basin: the Wilkins Peak Member of the Gren River Formation (Eocene), Wyoming, USA: Sedimentology, 30, 801-827.
- Tekeli, O. 1980. Toroslarda Aladağların Yapısal Evrimi: TJK Bülteni, 23, 11-14.
- Tekeli, O. ve Erler, A. 1980. Aladağ Ofiyolit Dizisindeki Diyarbaz Dayklarının Kökeni: TJK Bülteni, 23, 1, 15-20.
- Tekeli, O., Aksoy, A. ve Ürgün, B.M. 1988. 1:1000.000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Kozan-J 20 Paftası: MTA Gen. Müd. Yayını, 17 s.
- Tschihatschef, P. 1869. Asie mineure: Paris, Geologie, 1, 2, 552 s.
- Tucker, E. M., Wright, V. P. and Dickson J. A. D. 1990. Carbonate Sedimentology: 552 s., London.
- Tutkun, Z. 1984. Saimbeyli (Adana) yöresinin stratigrafisi: C.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 1, 1, 31-41.
- Ünlü, T. 1983. Die Genese der Siderit-Lagerstätte Deveci in der Hekimhan-Provinz Malatya/Türkei und ihre wirtschaftliche Bewertung: Doktora Çalışması, Berlin Teknik Üniversitesi,

- Almanya, mikrofilm (aynı alışma TDCİ Genel M¼d¼rl¼đ¼ tarafından orijinal şekli ile bastırılmıştır, 1987, 84 s., Ankara).
- ¼nl¼, T., Yıldırım, M., ¼zt¼rk, M., Dağlıoğlu, C., Kırıkoyđlu, G. ve Hasarı, M. 1984. Feke-Mansurlu Y¼resi Demir Yataklarının Oluşum Modeli Hakkında Bir Yaklaşım: MTA Maden Et¼t Demir İzleme Destek 50225/1104, 3s. (yayınlanmamış).
- ¼nl¼, T. ve Stendall, H. 1986. Divriği B¼lgesi Demir Yataklarının Element Korelasyonu ve Jeokimyası (Orta Anadolu-T¼rkiye): TMMOB Jeoloji M¼h. Odası Derg., 28, 5-19, Ankara.
- ¼nl¼, T. ve Stendall, H. 1989. Divriği B¼lgesi Demir Cevheri Yatakları'nın Nadir Toprak Element (REE) Jeokimyası (Orta Anadolu-T¼rkiye): T¼rkiye Jeoloji Kurumu B¼lteni, 32, 21-37, Ankara.
- ¼nl¼, T. ve Sayılı, İ.S. 1999. Maden Yatakları ve Levha Tektoniği (F. J. Sawkins'ten eviri ve d¼zenleme: Telif eser): A.¼. Fen Fak. Yayın No: 55, 366 s., Ankara.
- ¼nl¼, T. 2003. Attepe Demir Yatağında Jeotermometrik ¼l¼m alışmaları Makalesi ¼zerine Eleştiri: MTA Dergisi, 126, 87-88, Ankara.
- Zaitsev, A.N. and Chakhmouradian, A.R. 2007. Calcite-amphibole-clinopyroxene rock from the Africanda Complex, Kola Peninsula, Russia; mineralogy and a possible link to carbonatites.II. Oxylat minerals: The Canadian Mineralogist, 40, 1, 103-120.

Van Gölü Havzasının Çevre Jeolojisi*Environmental Geology of Lake Van Basin***Yahya ÇİFTÇİ¹, M. Akif IŞIK², Tolga ALKEVİLİ³, Çetin YEŞİLOVA⁴**¹ MTA Genel Müdürlüğü, 312.287 3430/1510, yahyaciftci@gmail.com² MTA Kocaeli Bölge Müdürlüğü, makifjeolog@gmail.com³ MTA Genel Müdürlüğü, alkevli@mta.gov.tr⁴ YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Van, cetinyesilova@gmail.com**Makale Geliş Tarihi** : 9 Haziran 2008, **Kabul Tarihi** : 10 Eylül 2008**Received** : 9 June 2008, **Accepted** : 10 September 2008**ÖZ**

Van Gölü havzasında antik dönemlerden buyana madencilik faaliyetleri yürütülmüştür. Bilinen en yoğun hammadde üretimi ve metalürjik faaliyetler Urartu uygarlığının yüksek kalitede metal işlemeciliği ve özgün seramik üretimi yaptığı dönemde gerçekleşmiştir. Bu antik uygarlığın bir döneme isim verecek ölçüde metal işlediği göz önüne alınırsa, havzada birkaç bin yıldır madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkilerin gündemde olduğu anlaşılır. Bu havzadaki son alıcı ortam Van Gölü'dür. Dolayısıyla, bu kapalı havzada yürütülen her türlü iktisadi faaliyetten kaynaklanan kirlilik yükü son olarak Van Gölü'ne katılmakta ve bu gölün kimyasal bileşimi, yeni katılan anyon-kasyon-ağır metal içeriğine bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada evsel ve sanayi atıklarından kaynaklanan karışımlar ile tarımsal kirlenme kapsam dışında tutulmuş, jeolojik çevreye odaklanılmıştır. Bu kapsamda Van Gölü kapalı havzasında bulunan maden işletmeleri, endüstriyel hammadde ocakları, işletmeye konu olmamış mineralizasyon bölgeleri, doğal radyasyon kirliliği ve jeotermal sahalardan kaynaklanan çevresel etkiler değerlendirilmiştir. Kendi özgün jeokimyasal bileşimi havzadaki yoğun insan yerleşimleri ve sanayileşme nedeniyle giderek değişmeye başlamış olan Van Gölü'nün insan kaynaklı kirleticiler dışında, uzun dönemde hangi jeokimyasal riskler altında olduğu tartışılmış, bu değişimde havzanın jeolojik yapısının rolü irdelenmiştir.

Çalışma sonunda Van Gölü havzasındaki maden yataklarının lokasyon haritası güncellenmiş, maden işletmeleri ve jeolojik yapıdan kaynaklanan kirleticilerin Van Gölü'ne olan etkileri değerlendirilmiştir. Doğal mineralizasyon ve alterasyon alanlarının belirlenmesinde uzaktan algılama teknikleri kullanılmış, bu alanlardaki erozyon potansiyeli sayısal eğim haritaları kullanılarak tartışılmıştır. Öncel çalışmalarda saptanan doğal radyoaktif anomali alanlarının jeolojik ilişkisi irdelenmiştir. Sonuç olarak; havzada yürütülen kum-çakıl, pomza, taş ocağı, maden işletmesi gibi faaliyetlerin doğal erozyonu hızlandırdığı, bunun da kimyasal kontaminasyonun yanı sıra göle taşınan malzemedeki artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Kontrolsüz madencilik ve Van Gölü havzasının jeolojik - jeomorfolojik yapısı nedeniyle göl habitatu gündün güne değişmekte ve kirlenmektedir. Bu nedenle, havzanın insan faaliyetlerinden ve doğal jeolojik çevreden kaynaklanan tüm kirleticiler unsurlarının birlikte ele alındığı bütüncül jeokimyasal çalışmaların yürütülmesi konusunda hızla projeler üretilmeli, bu çalışmalara dayanarak havzanın sürdürülebilir çevre yönetim sistemi oluşturulmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Van Gölü Havzası, Jeolojik Çevre, Madencilik Atıkları, Çevre Jeolojisi

ABSTACT

One of the most important mining activity areas of the ancient Anatolian civilizations is Lake Van Basin. Urartians, capitalized around City of Van, has tremendous metal produced and famous Urartian ceramics for centuries. Moreover, their mastery in metal production gives the name of the Bronze Age, one of the antic epoch of Anatolian civilizations. Considering this historical background, it is clear that metal and industrial raw material production took place in the basin for couple of thousands of years, which they can also be accepted as environmental contaminants for Lake Van. The final drainage of the rivers of Lake Van Basin is the Lake Van itself. Thus, all pollutants derived from economic activities in the basin were drained to the lake and the geochemical composition of the lake has changed according to the amount of the anion-cation-heavy metal composition of drained waste waters. This study focuses on geological environment and contaminations derived from urban areas and agricultural activities are out of interest.

This study aims to demonstrate the environmental impact of the mining activities, quarries, non-mined mineralization areas, natural radioactive contaminations and geothermal discharges in the basin. The special geochemical composition of the Lake Van started to change after urbanization around the lake and un-controlled industrial activities; the long-term geochemical effects of the geological composition of the basin will be discussing in this paper with the exception of the environmental impact of the humanitarian contaminants.

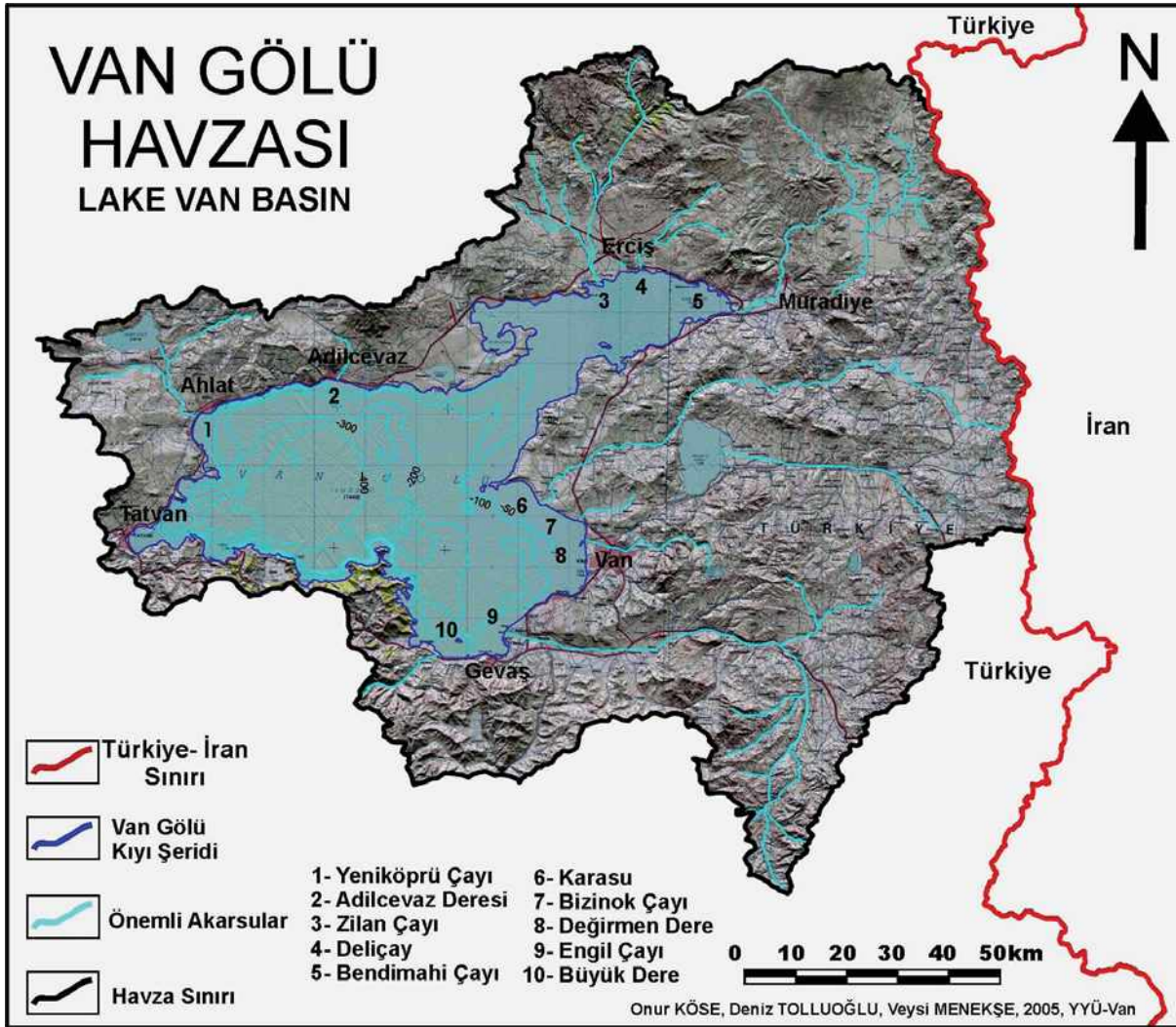
After this study, the mineral location map of the basin was updated and the environmental impacts of mining works and natural geological contaminants on the Lake Van have been evaluated. Remote sensing techniques were used to locate the mineralization and alteration zones and dip maps were prepared to evaluate the erosion effect onto these sites. The relation between radioactive anomalies described in previous studies and geology have been examined. As a consequence, the mining works such as gravel-sand production, pumice and other quarries and mines are precipitating the erosion of the basin. Afterwards, both chemical contamination and sedimentation rate were increased. As a result, Natural Habitat of Lake Van is getting polluted day after day because of these uncontrolled mining works and geological - geomorphological behavior of the Lake Van Basin. As a solution, comprehensive geochemical studies shoul be undertaken immediately in tha Basin including all pollutants derived both from civilization works and the nature fo the geological environment. These studies should be used to construct the sustainable environmental management system of the Lake Van Basin.

Keywords: *Lake Van Basin, Geological Components, Mining Wastes, Environmental Geology*

GİRİŞ

Bu çalışma, son yıllarda yaşanan yoğun yerleşim ve sanayileşme sonrasında ortaya çıkan çevresel sorunlar nedeniyle ilgi odağı haline gelen Van Gölü'nün, bulunduğu jeolojik ortam açısından değerlendirmesini yapmak, havzadaki madencilik faaliyetlerinden, doğal mineralizasyon zonlarından ve jeotermal boşalımlardan kaynaklı çevresel etkilerin değerlendirmesini yapmak amacıyla yürütülmüştür.

Van Gölü Havzası'nın coğrafik sınırları farklı olmakla birlikte, bu çalışmada Van Gölü'nün çevresel değerlendirmesi yapıldığından hidrolojik sınırlar havza sınırı olarak kabul edilmiştir (Şekil1). Doruk ağı içinde kalan göl havzasının alanı yaklaşık 20.000 km² olup bunun 3713 km²'sini gölün kendisi oluşturur.



Şekil 1. Van Gölü Havza sınırları ve ana akarsular (Köse, ve diğ., 2005'ten).

Figure 1: The hydrological border and the main drainage system of the Lake Van Basin (From: Köse et al, 2005)

Van Gölü Havzası'nda yaklaşık 1 Milyon insan yaşamaktadır. Bölgedeki tarımsal faaliyetler kısıtlı olup, genel olarak mera otlatmasına dayalı hayvancılık yapılmaktadır. Bu nedenle, bölgede azımsanmayacak sayıda küçükbaş ve büyükbaş hayvan yetiştirilmektedir. Ayrıca, Van Gölü'nden yılda yaklaşık 15.000 ton inci kefalı üretilmekte (Sarı, 2000, 2001), bu gıda stoğu da daha çok konserve haline getirildikten sonra bölgede tüketilmektedir. Yörede üretilen hububat yetersiz olmakla birlikte yine çoğunlukla aynı bölgede

tüketilmektedir. Bu kapalı iktisadi ortam nedeniyle bölgenin doğal özelliklerinden kaynaklanabilecek çevresel etkilerin hem bitkiler üzerinde, hem besi hayvanları üzerinde hem de insanlar üzerindeki olası olumsuz etkilerinin belirlenip değerlendirilmesi, gelecekteki olası olumsuz etkiler açısından da izlenmesi gerekir. Ancak bu konu çok kapsamlı/katılımlı araştırma projeleri ile ortaya konabilir. 2002-2004 arasında yürütülen ve Uranyum bileşiklerinin havzadaki insan sağlığına olası etkilerini belirlemeye yönelik

çalışmaya benzer araştırmaların diğer toksik elementler için de yürütülmesi ve havzanın jeokimyasal risk haritalarının üretilmesi, bilimsel yaklaşımları benimseyen yönetimlerin ve daha önemlisi, bölgedeki bilim kurumlarının öncelikli hedefleri arasında yer almalıdır.

Bu makalede Van Gölü Havzasındaki doğal çevrenin jeokimyasal çerçevesi çizilerek, doğal jeolojik çevreden, havzadaki madencilik faaliyetlerinden ve jeotermal drenajlardan kaynaklanabilecek çevresel etkiler değerlendirilmiş ve olası risk alanlarına işaret edilmiştir.

JEOKİMYASAL ÇEVRE

İnsan da dahil olmak üzere bitkiler ve hayvanlar başlıca 11 elementten oluşurlar. Bunlar H, C, N, Ca, Mg, K, Na, P, S ve Cl'dir. Bunların yanı sıra, birçok element de eser miktarlarda bu canlıların yapısında bulunurlar (Bell, 1998). Sağlık açısından önemli olan iz elementler başlıca iki grup altında toplanırlar. Mills'e (1996) göre hayvanlarda yaygın olarak bulunan Fe, Mn, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, V, Mo, Sn, Se, I ve F birinci grubu oluşturur. Buna karşın, küçük miktarları bile önemli fizyolojik sorunlara neden olabilecek diğer grup elementler arasında As, Cd, Pb, Hg ve U'un parçalanma ürünleri bulunur. Bunlar Çizelge 1'de sunulmuştur. Alüminyum, eser miktarlarda olsa bile bitkilerde ve hayvanlarda, özellikle balıklarda olumsuz fizyolojik etkilere yol açar.

Çizelge 1: İz elementler ve insan (Bowen, 1966'dan). Ortalama vücut ağırlığı 70 kg ve günlük alınan kuru gıda miktarı 750 gr. İçin miligram/gün olarak verilmiştir.

Table 1: Trace elements and human (From: Bowen, 1966). Values were calculated for 70 kg body-weight and for 750 gr food as mg/day)

ELEMENT	Sembol	Zararlı etki alt sınırı	Normal miktar	Toksik etki üst sınırı	Ölümcül sınır
Arsenik	As		0.1 - 0.3	5 - 50	100 - 300
Bor	B		10 - 30	4000	
Kadmium	Cd		0.5	3	
Klor	Cl	70	2400 - 4000		
Krom	Cr		0.05	200	3000
Kobalt	Co		0.0002	500	
Bakır	Cu		2 - 5	250 - 500	
Flor	F		0.5	20	2000
İyot	I	0.015	0.2	1000	
Demir	Fe		12 - 15		
Kurşun	Pb		0.3 - 0.4		10.000
Mangan	Mn		3 - 9		
Civa	Hg		0.005 - 0.02		150 - 300
Molibden	Mo		0.5		
Selenyum	Se	0.015	0.03 - 0.075	3.0	
Gümüş	Ag		0.06 - 0.08	60	1300
Sodyum	Na	45	1600 - 2700		

Gerçekte, yeterince uzun süre ve belirli miktarların üzerinde vücuda (sindirim sistemine veya solunum sistemine) alındıklarında bütün eser elementler toksiktir. Belirli bir miktarın üzerine çıktığında herhangi bir organizmanın metabolizmasının yavaşlatıyor veya durduruyorsa, bu element toksiktir. Cd gibi bazı elementler organizma tarafından biriktirilir ve belirli bir oranın üzerine çıkıldığında son derece tehlikeli olurlar. Bu toksik elementlerin ayrı ayrı etkilerinin çok düşük olması halinde bile, bunların etkileşimli ortak etkilerinin önemli boyutlara ulaşabileceği bilinmektedir. Selenyum, F ve Mo

gibi elementler organizma için gerekli olsalar da, bunların gereklilik-toksik sınır aralıkları çok küçüktür (gramda birkaç mikrogram). Yüksek bitkiler için gerekli olan B gibi elementlerin hayvanlar için gerekli olduğuna dair bir bulgu henüz yoktur (Thornton & Plant, 1980).

Bazı yaygın ve toksik elementlerin mobilitesi ile Eh ve pH arasındaki ilişki Çizelge 2’de, bu elementlerin insan üzerindeki etkileri ise Çizelge 3’te sunulmuştur. Yaygın eser elementlerin canlılar üzerindeki etkileri ise Çizelge 3’te sunulmaktadır.

Çizelge 2: Bazı yaygın ve toksik elementlerin mobilizasyon yeteneğinin Eh ve pH ile ilişkisi (yaygın elementler normal, potansiyel toksik elementler ise italik olarak yazılmıştır; Plant vd. 1996’dan).

Table 2: General relationships between Eh, pH and the mobility of some essential and potentially toxic elements (essential elements are shown in normal type and potentially hazardous elements in italic type; from Plant et al., 1996).

Rölatif Mobilite	Çevresel Koşul			
	Oksitleyici	Asit	Nötral-Alkalin	Redüktif
Çok Yüksek	I	I	I Mo U Se	I
Yüksek	Mo U Se Fe Ra Zn	Mo U Se Fe Ra Zn Cu Co Ni Hg	F Ra	F Ra
Orta	Cu Co Ni Hg As Cd	As Cd	As Cd	
Düşük	Pb Be Bi Sb Tl	Pb Be Bi Sb Tl Fe Mn	Pb Be Bi Sb Tl Fe Mn	Fe Mn
Çok Düşük - Duraylı	Fe Mn Al Cr	Al Cr	Al Cr Zn Cu Co Ni Hg	Al Cr Mo U Se Zn Cu Co Ni Hg As Cd Pb Be Bi Sb Tl

Bu ana ve iz elementlerin kaynağı, yer kabuğundaki kayalardır. Bu nedenle, canlıların yaşadığı ortamlardaki ana ve iz element konsantrasyonları da, bu bölgede yaygın olan

kayaç türlerinin bileşiminde bulunan elementler tarafından belirlenir. En yaygın kayaç türlerinin elementer bileşimi Çizelge 4’tedir. Bu çizelgede yer alan değerler yaygınca kabul edilen

değerlerdir. Gerçekte bu değerler bölgeden bölgeye büyük değişimler sunabilir. Ancak, Van Gölü Havzasını oluşturan kayaçların kökensel dağılımına bakıldığında, doğu ve güneyde çok büyük alanların bazik-ultrabazik kayaçlardan, batı-kuzeybatı alanların geniş bir volkanik araziden oluştuğu, arada da genç gölsel ve akarsu çökellerinden oluşan havzaların yer aldığı görülür. Bu litolojik dağılım, metalik mineraller açısından belirli bir zenginliğin bulunduğunu da göstermektedir. Çevresel açıdan toksik etkiler yaratabilecek potansiyeli olan elementlerin daha çok bu metalik mineralizasyonlara eşlik ettikleri göz önüne alındığında genel jeokimyasal risk çerçevesi de çizilmiş olur. Nitekim, Thornton ve Plant (1980)'ın araştırmaları, KD İskoçya'da bulunan ve ultrabazik kayaçlardan türeyen çok az drene olmuş zeminlerdeki Cr ve Ni düzeyinin, tahıl ürünlerinde toksik düzeye ulaşabildiğini; ayrıca, İngiltere – Debyshire'daki siyah şeylerin yer yer yüksek Mo konsantrasyonları gösterdiği ve bunun da sürü hayvanları üzerinde bazı hastalıklara neden olduğunu göstermiştir. Bu iz elementlerin yüksek anomaliler vermesi, büyük olasılıkla bu bölgelerdeki metalik mineralizasyonlar ile ilişkilendirilmiştir.

Diğer taraftan, Çizelge 3 incelendiğinde, Mo, U, Se, Fe, Ra, Zn, Cu, Co, Ni ve Hg gibi bazı elementlerin redüktif ve nötral-alkalin ortamlarda çok düşük veya düşük mobilizasyon yeteneği gösterdiği, buna karşın aynı elementlerin asit ve oksitleyici ortamlarda yüksek mobilizasyon yeteneği gösterdikleri görülmektedir. Bu durum, havzanın karasal alanları ile en büyük alıcı ortam olan Van Gölü ve akarsuların farklı çevresel koşullar oluşturdukları düşünüldüğünde, dikkatle izlenmesi gereken bir durumdur. Özetlemek gerekirse, havzadaki kayaçların bünyelerinde bulunan metalik mineralizasyonlara bağlı toksik elementler, redüktif ve nötral-alkalin koşullar altında (ör. göl suyunda) çoğunlukla duraylı kalacaklardır. Buna karşın, drenaj koşulları değiştiğinde ve ortamın pH'ı yükseldiğinde bu toksik elementler mobilize olarak önce yerüstü ve yer altı suyuna karışacaklar, daha sonra ise Van Gölü suyunda birikmeye başlayacaklardır. Van Gölü'nün çevresel koşullarına adapte olmuş tek balık türü olan inci kefalinin, özellikle yüksek Al konsantrasyonlarından şiddetle etkileneceği, diğer toksik elementlerin ayrı ayrı ve birleşik fizyolojik etkilerinin de yıkıcı olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Çizelge 3: Yaygın eser elementlerin canlılar üzerindeki etkileri (Mertz, 1987'den).
Table 3: Functions of the essential trace elements (After Mertz, 1987).

Element	Fonksiyon	Yetersizlik Belirtileri		İnsan'daki denge bozulması
		Hayvanlar	İnsanlar	
Flor	Dişler ve olasılıkla kemiklerde büyüme etkisi	Diş çürükleri; olası büyüme yavaşlaması	Artan diş çürükleri; osteoporosis gelişimi olasılığı	Eksikliği ve fazlalığı anlaşılabilir
Silis	Kalsifikasyon; bağ dokusuna olası etki	Büyüme durması; kemik deformasyonları	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Vanadyum	Bilinmiyor	Büyüme durması; yağ metabolizmasında değişiklikler, üremenin azalması	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Krom	İnsülini güçlendirme	Görelî insülin direnci	Görelî insülin direnci, glukoz toleransının zayıflaması, kan yağlarının artışı	Beslenmede, yaşlanmada ve damar içi beslenmede bozulmalar
Mangan	Mucopolysaccharid metabolizması, superoxide dismutase	Büyüme durması, kemik deformasyonları, β -hücre dejenerasyonu	Bilinmiyor	Zararı bilinmiyor; solunumda toksik etki
Demir	Oksijen, elektron taşınımı	Kansızlık, büyümede yavaşlama	Kansızlık	Çeşitli zararları vardır: fazlası haemochromatosis riskini artırır; akut zehirlenme
Nikel	Demir emilimi ile ilişkilidir	Büyüme durması, kansızlık, ciğerde doku bozulması, üreme hızının düşmesi	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Bakır	Oksidatif enzimler; demir ile ilişki; elastin'in bağlanması	Kansızlık, geniş kaslarda yırtılmalar, kemik gelişiminde düzensizlikler	Kansızlık, kemik gelişiminde değişme, kanda olası kolesterol artışı	Beslenmede ve damar içi beslenmede bozulmalar
Çinko	Enerji metabolizmasında, transkripsiyon ve çevirme işlevi olan birçok enzimin yapısında bulunur,	Yetersizliği halinde önemli büyüme sorunları, deri lezyonları ve seksüel olgunlaşma yetersizliği	Büyüme düşüşü, seksüel olgunlaşma yetersizliği, deri lezyonları, bağışıklık sistemi zafiyeti, tad alma kaybı	İran, Mısır gibi ülkelerde toplam parenteral beslenmede yetersizlik, genetik hastalıklar, travmatik stres
Arsenik	Bilinmiyor	Büyüme bozuklukları, üretimsizlik; üçüncü kuşak emen oğlaklarda ani kalp ölümleri	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Selenyum	Glutathion peroxidaz; ağır metallerle etkileşim	Türe bağlı olarak değişkendir: geviş getirenlerde kas erimesi, tavuklarda pankreas küçülmesi	Endemik kardiomyopati selenyum eksikliği nedeniyle ortaya çıkar	Özellikle Çin'de yetersiz ve aşırı yüksek durumlar yaygındır; her iki durum da beslenme bozukluklarına yol açar
Molibden	Xanthine, aldehide, sülfid oksidases	Üretimi zordur; büyüme azalması	Bilinmiyor	BDT'nin bazı bölgelerindeki gut hastalıkları bununla ilişkilidir.
İyot	Tiroid hormonu bileşenidir	Guatr, tiroid fonksiyonunun düşmesi	Guatr, tiroid fonksiyonunun düşmesi, kretinizm	Çok sayıda olumsuzluğa yol açar; bol alınması belki de tirotoksikosis'i sağlar

Çizelge 4: Yer kabuğundaki maddelerin ortalama bileşimleri (Leckie ve Parks, 1978'ten)
Table 4: Average compositions of earth materials (From Leckie & Parks, 1978).

Litosfer	Mağmatik Kayaçlar			Sedimanter Kayaçlar			Zemin	Hidrosfer			
	Asit	Bazik	Ultrabazik	Şeyl	Kumtaşı	Kireçtaşı		Yağış	Akarsular	Okyanuslar	
Majör Element (% wt.)				Majör element (ppm)							
Alüminyum	8.2	7.7	8.8	0.45	8.0	3.2	0.9	4.5			0.01
Kalsiyum	4.1	1.6	6.7	0.7	2.5	2.2	27.2	0.88		15	400
Demir	5.6	2.7	8.6	9.8	4.7	1.9	0.8	5.6		0.67	0.01
Magnezyum	2.3	0.16	4.5	25.9	1.34	0.8	4.5	0.47	0.1	4.1	0.135
Potasyum	2.1	3.3	0.83	0.03	2.3	1.3	0.2	1.2	0.05	2.3	380
Silis	28.2	32.3	24.0	19.0	23.8	35.9	0.003				3
Sodyum	2.4	2.8	1.9	0.57	0.66	0.4	0.04	0.4	0.5	6.3	10.500
Titanyum	0.57	0.23	0.9	0.03	0.45	0.2	0.04	0.25			0.001
Hidrojen	0.14	E	E	E	3.4	E	E				
Oksijen	46.4	48.7	43.5	42.5	52.8	52.7	54.9				
Seçilmiş minör elementler											
Milyarda bir (ppb) olarak belirtilmediği sürece milyonda bir (ppm)											
Arsenik	1.8	1.5	2	0.5	6.6	1	0.9				0.003
Bor	10	15	5	1	100	90	16	26		0.013	0.0006ppb
Kadmium	0.2	0.2	0.2	0.05	0.3	0.02	0.05	0.05-0.5		>10ppb	0.11ppb
Karbon	200	300	100	100	1000	14.000	114.000		28	11	5.5
Krom	100	4	200	2000	100	120	7.1	37		>10ppb	0.05ppb
Bakır	55	10	100	20	57	15	4	18		10ppb	0.003ppb
Flor	625	850	400	100	500	220	112			<1	1.3
Kurşun	125	20	5	0.1	20	14	16	16		>10ppb	0.03ppb
Mangan	950	400	1500	1500	850	392	842	340			0.002
Civa	0.08	0.08	0.08	0.01	0.4	0.06	0.05	0.08		0.09ppb	0.03ppb
Molibden	1.5	2	1	0.2	2	0.5	0.8	2		<10	0.01
Azot	20	20	20	6	60				0.3	0.23	0.5
Selenyum	0.05	0.05	0.05	0.05	0.6	0.5	0.3				0.4ppb
Kükürt	260	270	250	100	220	945	4550		1	3.7	885
Uranyum	2.7	4.8	0.6	0.003	3.2	1	2.2				0.003
Çinko	70	40	100	30	80	16	16	44		10	0.01

E: Etkisiz, saptanabilirlik sınırının altında.

Bir Alıcı Ortam Olarak Van Gölü

Van Gölü, 3713 km²'lik alanı ile Türkiye'nin en büyük gölü olmasının yanı sıra aynı zamanda yeryüzündeki en büyük soda gölüdür. Kapalı göller arasında da hacim bakımından (607 km³) dördüncü sırayı alır. Su seviyesi, deniz seviyesine göre 1646 m kotundadır. Van Gölü'nün güneybatı ucundaki Tatvan koyu ile kuzeydoğu ucundaki Erciş körfezi arasındaki uzun ekseni 130 km, kuzeybatıdaki Ahlat koyu ile güneydoğudaki Gevaş koyu arasındaki ekseni ise 80 km kadardır. Gölün etrafı dağlarla çevrilidir. Gölün kenarındaki en alçak yer Reşadiye doğusunda olup 1800 m yüksekliğindedir.

Doğu kesimi batı kesimine göre daha sığ olan gölün en sığ kesimi Van koyu ile Erciş körfezidir. Derinlik bu kesimlerde 50 m civarındadır. Ahlat ile Adilcevaz arasında ise 450 m derinlik ölçülmüştür.

Göl kimyası

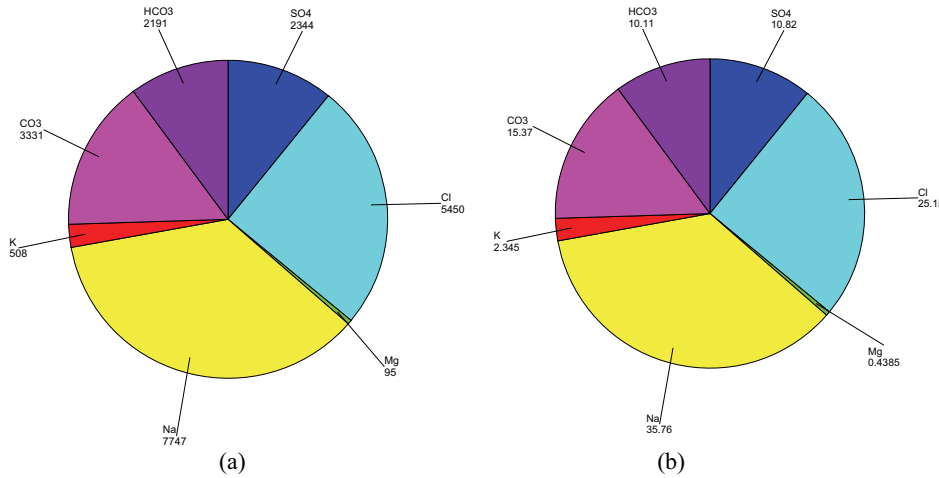
Van Gölü'nün suyu acı, tuzlu ve sodalıdır. Bunun başlıca nedeni, akarsuların taşıdığı tuzlu suların gölde birikmesi ve buharlaşma nedeniyle yoğunlaşmasıdır. Tuz tenörünün yüksek olması, bor ve sodyum karbonatın varlığı, volkanik kayaçların yaygınlığından kaynaklanır. Tuzluluk oranı %0.224'dür. Sudaki tuz bileşenlerinin kendi aralarındaki

oranları ise; % 42 NaCl, % 34 NaCO₃, %16 Na₂SO₄, %3 KSO₄ ve %2.5 MgCO₃ şeklindedir. Bu özelliği ile göl, soda üretim

kaynağı olarak da büyük bir potansiyele sahiptir. Sudaki iyon konsantrasyonları Çizelge 5 ve Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 5. Van Gölü suyunda çözülmüş halde bulunan anyon ve kanyonlar (Degens vd., 1978’den)
Table 5: Anion and cation solutions of the water of the Lake Van (From Degens et.al., 1978)

Bileşenler		Van Gölü Suyundaki oranı (mg/l)
Kanyonlar	Sodyum (Na)	7747
	Potasyum (K)	508
	Magnezyum (Mg)	94.8
	Kalsiyum (Ca)	5 – 10
	Lityum (Li)	1.5
	Stronsiyum (Sr)	0.7
Anyonlar	Klor (Cl)	5450
	Karbonat (CO ₃)	3331
	Sülfat (SO ₄)	2344
	Bikarbonat (HCO ₃)	2191
	Fosfat (P)	0.52



Şekil 2: Van Gölü suyundaki anyon-kasyon değerleri: (a) ppm olarak değerler; (b) anyon ve kanyonların kendi içindeki bağıl yüzdeleri (değerler Degens ve diğ., 1978’den)

Figure 2: Anion – cation values in the water of the Lake Van: a) values in ppm; b) relative ratios (From: Degens et.al., 1978)

İklim ve hidroloji

Van Gölü Havzası’nda ortalama yıllık yağış miktarı iki dönem için ayrı değerler sunmaktadır. 1986 öncesi dönem için bu değer 366,9 mm, 1986’dan sonraki dönem için ise 436,6 mm’dir. Van Gölü Havzası’nda yağışın %45’inin akışa geçtiği kabul edilmektedir. Ancak bazı kaynaklarda havza akış katsayısı 0,23 olarak verilmektedir. Bu değerler arasındaki fark, yeterli

sıklıkta yağış ve akım gözlem istasyonu bulunmamasından kaynaklanmalıdır. Yağışın genellikle kar şeklinde olması nedeniyle küçük derelerde bile tüm yıl belirli bir yüzey akışı gözlenmektedir.

1963 – 1987 periyodunda Van Gölü’ne giren yüzeysel sular ortalama olarak yılda 2.6 milyar m³ olarak hesaplanmaktadır. Ancak bu rakam, yıllara göre 1.9 ile 3.8 milyar m³ arasında değişmektedir. Buna göre havza verimi 6.70 l/s/km² olarak

hesaplanmaktadır. Van Gölü Havzasında bulunan ovalarda sürdürülen sulama projeleri tamamlandığında ise göle giren su miktarında yaklaşık 500 milyon m³'lük bir azalma olacağı beklenmektedir.

Van Gölü çanağında da yer yer su kaynakları olduğu saptanmıştır. Ayrıca göle çok sayıda dere ve küçük çay ulaşmaktadır (Şekil 1). Göl

seviyesinde yaz ayları ile kış ayları arasında 50-60 cm'lik seviye oynamaları görülmektedir. Ancak son yıllarda bu oynamalar metrelerle ifade edilmektedir.

Havzanın toplam su potansiyeli Çizelge 6'da, göle ulaşan akarsular ile ilgili bilgiler ise Çizelge 7'dedir.

Çizelge 6: Van Gölü Havzasının toplam su potansiyeli (Kaynak: DSİ Van Bölge Md.)

Table 6: Total water potential of the lake Van Basin (From DSİ Regional Directorate of Van)

Yıllık ortalama yağış	662,6 mm
Toplam su potansiyeli	12 794,19 hm ³ / yıl
Yerüstü suyu	12 397,05 hm ³ / yıl
Yer altı suyu	397,14 hm ³ / yıl

Çizelge 7: Van Gölü'ne dökülen ana akarsular, uzunluk ve debileri (Kaynak: DSİ Van Bölge Md.)

Table 7: Main rivers of the Lake Van Basin and their length and flow (From DSİ Regional Directorate of Van)

Akarsu Adı	İlçe	Uzunluğu (km)	Max. (m ³ /sn)	Debi	Min. (m ³ /sn)	Debi
Zilan Deresi	Erciş	70	70,800		2,000	
Deliçay	Erciş	55	52,200		0866	
Bendimahı	Çaldıran-Muradiye	90	57,800		2,586	
Karasu	Muradiye-Özalp	148	27,680		0,240	
Hoşap Suyu-Güzelsu (Engil)	Gürpınar	145	-		-	
Gevaş Suyu	Gevaş	14	2,140		0,750	
Memedik Suyu	Saray-Özalp	60	5,600		0,034	

Doğal Kirleticiler

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkiler

Madencilik ve bununla ilişkili işleme veya zenginleştirme faaliyetleri ne yazık ki geride olumsuz çevresel etkiler bırakmaktadır (Emre vd., 2000). Madencilik etkileri çok sayıda faktöre bağlı olmakla birlikte madencilik türü ve işletme boyutu başlıca iki faktör olarak kabul edilebilir. Madencilik faaliyetleri sonucunda saha

bozulmakta, topoğrafya ve hidrojeolojik koşullar değişmektedir. Madencilik faaliyetlerin aynı zamanda sosyal çevreye de etkileri vardır. Maden sahalarının çevresinde hızla yerleşim alanları oluşur ancak madenler kapandıktan sonra bu yerleşim alanları da genellikle hızla birer terk edilmiş şehir haline dönüşürler.

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkiler incelenirken madencilik faaliyetinin türü öncelikle belirtilir. Kapalı işletme

ya da açık ocak işletmesi şeklinde yürütülen madencilik faaliyetlerinin her birinin farklı çevresel etkileri söz konusudur. Kapalı işletmelerde en önemli sorunlar, oluşan yer altı boşluklarının zaman içinde çökmesi ve yüzeyde tasman türü çökme alanları oluşturması ve yeraltı su seviyesinin hızla madencilik kotlarına düşmesi, buna bağlı olarak gözenek suyu basıncının ortadan kalkması ve çökme-oturma türü deformasyonların gelişmesidir. Sülfürlü minerallerin işletildiği kapalı işletmelerde bir diğer önemli sorun, asitli suların drenajı nedeniyle ortaya çıkar. Açık ocak işletmeciliğinde ise en önemli çevresel etkiler, gürültü, vibrasyon ve toz emisyonundan kaynaklanan etkiler olarak belirtilebilir. Bu tür madencilik faaliyetlerinde çok büyük miktarlarda hafriyat yapılır, kırma-öğütme-eleme-stoklama ve pasa döküm alanları veya çökeltme havuzları nedeniyle çok geniş alanlar tarımsal üretimden –en azından birkaç on yıl boyunca- düşer. Bu işletme artığı malzemeler –özellikle çökeltme havuzu çamurları- bazı durumlarda yüzyıllar boyunca çevresel sorun yaratmaya devam edebilirler. Ayrıca, çok geniş alanlarda bitki örtüsü sıyrılarak ortadan kaldırıldığından, bu madencilik bölgeleri aynı zamanda çok hızlı erozyona da maruz kalırlar.

Van Gölü Havzasında antik dönemlerden kalma küçük maden işletmeleri bulunsa da, günümüzde genel olarak açık ocak işletmeciliğine dayalı madencilik faaliyetleri yürütüldüğünden bu faaliyetlere dayalı çevresel etkilere odaklanılacaktır. Ayrıca, jeolojik yapıdan kaynaklanan radyoaktif kirlilik ve işletmeye konu olmasalar da erozyon ile göle sürekli malzeme vermeleri nedeniyle alterasyon alanları da değerlendirilecektir.

Maden atıkları

Metalik ya da metalik olmayan madenlerin üretilmesi sırasında ve sonrasında büyük miktarlarda işletme artığı, kısaca maden atığı ortaya çıkar. Metalik maden işletmelerinde çok düşük – düşük tenörler söz konusu olduğundan

büyük miktarlarda pasa üretilir. Bu pasa kaba veya ince taneli olabilir. Yüksek fırın külleri ve termik santral atıkları ile çökeltme havuzu çamurları ince taneli atıklara örneklerdir. Bu pasa yığınlarının çevresel etkileri iki başlık altında toplanabilir. Birincisi, kontrolsüz yığınlarda en yaygın olarak ortaya çıkan sorun, şev stabilitesi sorunu yani heyelan ve akma yapılarıdır. Yığılan malzemenin şev kritik açıları aşıldığında, malzeme suya doygun hale geldiğinde ya da sismik açıdan tetiklendiğinde bu yığınların şevlerinde büyük kütle hareketleri gelişebilir. İkincisi de, yığılan malzemenin kimyasal bileşimi nedeniyle ortaya çıkan çevresel etkilerdir. Bu konuda verilebilecek en önemli örnek ise, pirit içeren atıkların atmosferik koşullarda okside olarak sülfirik asit oluşturmalarıdır. Ortamda demir sülfat veya hidroksitler bulunuyorsa bu ortamın asit koşullarının devam etmesini sağlayarak sülfirik asit üretimini hızlandırır. Bu nedenle, maden atıklarının pH'larını kontrol etmek üzere bazen bazik malzemeleri bu atıklarla karıştırmak gerekebilir.

Bu maden pasalarında bulunan piritin oksidasyon ürünleri yüzey suları tarafından çözülerek taşınır. Yüzey suları aynı zamanda çözünebilir tuzları, özellikle de kloridleri bünyesine alır. Yağışın bol olduğu Karadeniz kuşağında olduğu gibi kimi pasa döküm alanlarında hektar başına bir ton klorid çözeltiye alınarak taşınabilir. Kaba taneli pasa yığınları daha geçirgen olduklarından bazen önemli miktarlarda sülfat da çözülebilir. Bu tür maden pasalarından kaynaklanan asitli sular yer yer düşük konsantrasyonlarda bakır, nikel, çinko ile birlikte bazen 0.1 mg/lit konsantrasyonlara ulaşabilen diğer ağır metaller bulunabilir.

Karbonlu bileşiklerin bulunduğu pasa alanlarında, piritin oksidasyonu ile de desteklenen ani yanma olayları gelişebilir. Atmosferik koşullarda oluşan ekzotermik reaksiyonlar sonucu açığa çıkan ısı, bu tür yanma olaylarının kaynağını oluşturur. Kömür ya da organik maddece zengin malzemeler oksijenin bol olduğu

durumda yanma sıcaklıklarının altındaki sıcaklıklarda da oksitlenerek tutuşabilirler. Maden yangınları da bu tür oksitlenmelerden kaynaklanır. Bu tür pasa alanlarında meydana gelecek ani yanmalar sonucunda karbon monoksit, karbon dioksit, sülfür dioksit ve bir miktar hidrojen sülfür açığa çıkar. Bu gaz emisyonu da atmosferde uzun süre duraylı kalmaz ve yağışla birlikte yağmur sularına, buradan alıcı ortamlara karışarak bu ortamların jeokimyasal dengelerini değiştirirler.

Asitli su drenajı

Bu terim, maden işletmelerindeki ya da pasa yığınlarındaki sülfürlü minerallerin doğal oksidasyonu ile ortaya çıkan drenajı tanımlamaktadır. Bu olgu, sülfürlü minerallerin yüksek oksidasyon koşullarında okside olmaları sonucunda gelişir ve ortamda sulu demir varsa ve duraysız ise, bu demir, demir hidroksitleri şeklinde metal olarak çökelir. Bu olgu hem kapalı işletmelerde, hem de açık işletmeler, pasa yığınları, çökeltme havuzları ve maden topuklarında gelişebilir.

Asitli su drenajı büyük metalik maden işletmeleri ve kömür işletmeleri çevresindeki akarsular için önemli bir kirleticidir. Ancak, maden yatağındaki sülfür mineralleri reaktif değilse ya da cevherli kayada, ortamın pH'ını nötralize etmeye yetecek oranda alkali madde varsa asitli su drenajı gelişmez. Bu tür alanlardan drene olan suların asitliğini kontrol etmek çok önemlidir çünkü bu suların asitliği arttıkça çözeltilmeye geçen sülfat ve ağır metal miktarı da artacak, bu da önemli çevre kirliliklerine neden olacaktır.

Radyoaktif kirleticiler

Radyoaktif kirlilik, çevre sağlığını önemli ölçüde tehdit eden ancak gözle görülmediği için farkına varılmayan bir unsurdur. Bu konuda havza bazında yürütülen araştırmalar sonuçlanmış, Van Gölü'ne boşalan ana drenaj sisteminden derlenen su örneklerindeki radyoaktif madde konsantrasyonları ortaya konmuştur (Tolluoglu

vd., 2004 a, b, 2005 a, b.). Bu araştırma sadece akarsu ve göl suyundan alınan örnekler üzerinde yürütülmüş olmakla birlikte, havzada yayılım gösteren kayaç gruplarını temsil edecek ölçüde yüzey gama ve doz hızı ölçümleri de yürütülmüş, litojeokimya ile hidrojeokimya çalışmaları karşılaştırılmıştır.

Erozyon ve erozyon artışı askıda katı madde

Van Gölü çevresindeki tarım arazilerinin yaklaşık %90'ında erozyon problemi mevcuttur. Erozyonun başlıca nedenini yanlış arazi idaresi ve meyli yüksek arazilerin tarım alanı olarak kullanılması oluşturmaktadır. Aynı zamanda yörenin başlıca gelir kaynağını hayvancılık oluşturmaktadır. Her mevsim otlatmaya açık olan meralarda aşırı otlatma sonucu doğal örtü tahribata uğramakta ve erozyon şiddetlenmektedir.

Yağış ve buna bağlı yüzeysel akış sırasında, akışa geçen suyun enerjisine bağlı olarak ince ve kaba taneli kayaç kırıntıları alıcı ortama taşınırlar. Bu ortama gelen kırıntılı malzemelerin bir kısmı hemen çökelirken, ince taneli malzemeler (koloidal) bazen uzun süre askıda kalarak yüzey ve dip akıntıları ile birlikte taşınırlar, yeterince durgun bir ortama ulaştıklarında da zamana bağlı olarak çökelirler. Özellikle havzanın doğu kesimlerinde geniş yayılım gösteren genç kırıntılı ve gölsel çökeller, çoğunlukla tutturulmamış olduklarından (Selçuk ve Çiftçi, 2007; Çiftçi, vd. 2004) bu yüzeysel etkilere oldukça açıktırlar.

Alıcı ortamın kimyasal bileşimi, bu ortama katılan kırıntılı malzemenin bileşiminde bulunan çözünebilir elementlerin de katılmasıyla giderek değişmeye başlar. Özellikle koloidal malzeme bulunan çözünebilir iyonlar, bu boyuttaki malzemelerin özgül yüzey alanlarının çok geniş olması nedeniyle kolayca çözeltilmeye geçerler. Ortamın sıcaklık ve pH değerleri burada belirleyicidir.

Askıda katı madde, yani koloidal malzeme, alıcı ortamdaki güneş ışığı penetrasyonunu önemli

ölçüde engellediği için, bu ortamdaki fauna ve flora açısından son derece olumsuz sonuçlara yol açar. Bu erozyon kaynaklı çevresel faktör, alıcı ortamın kimyasal kirlenmesine yol açmasa bile, bu ortamdaki bitki ve hayvan yaşamını doğrudan etkilemesi nedeniyle ele alınmalı, yeniden değerlendirilmelidir. Ancak, bu konuya dikkat çekmekle birlikte erozyona bağlı çevresel faktörler ayrı bir uzmanlık alanı ve makale konusudur.

Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan egzoz ve baca gazı emisyonu da doğal çevrenin jeokimyasal koşullarını etkilemektedir. Bu konu makalenin kapsamı dışında olsa da, serbest gaz emisyonu nedeniyle ortaya çıkan asit yağmurlarının doğal yaşama olumsuz etkilerinin yurdumuzun birçok bölgesinde ciddi sorunlara neden olmaya başladığı da belirtilmelidir. Bu asit yağmurları bir taraftan doğrudan florayı tahrip etmekte, diğer taraftan da ortamın pH'ını yükselterek toksik elementlerin mobilize olmasını kolaylaştırmaktadır.

Jeotermal drenaj sorunu

Van ilinde altı adet jeotermal alan bulunmaktadır (MTA, 2005). Bunlardan Özalp - Çaybağı kaynağı ile Başkale - Çamlık kaynaklarının drenajı Zap Suyu'na olup, diğer kaynakların (Erciş - Zilan, Çaldıran - Ayrancı, Çaldıran - Buğlu ve Gürpınar - Yurtbaşı) drenajı Van Gölü havzasıdır. Bu jeotermal kaynakların yaklaşık debileri ve sıcaklık değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Bu kaynaklardan boşalan sıcak suların kimyasal analizi sonuçları ise Çizelge 9'dadır.

Çizelge 8'deki veriler kullanılarak yapılan hesaplamaya göre bu jeotermal kaynaklardan Van Gölü Havzasına, sonuç olarak da Van Gölü'ne yılda yaklaşık 1.4 Milyon m³ sıcak su deşarj olmaktadır. Bu suların kimyasal analizlerine bakıldığında ise, suların pH değerlerinin 6,3 ile 7,7 arasında değiştiği, anyon ve katyon değerlerinin de oldukça değişken olduğu görülmektedir. Dikkati çeken iki bileşen, B ve NO₃'tür. Bu kaynakların B konsantrasyonları genelde yüksek olup bazı kaynaklarda 77 mg/l'ye kadar yükselmektedir. Aynı şekilde, NO₃ konsantrasyonu da bazı kaynaklarda 20 mg/l'te kadar yükselmektedir. Cl⁻ değerleri de genel olarak 500 ila 700 mg/l değerlerinde olmakla birlikte bu değer Zilan Kuzey Kaynağında 1075 mg/l, Çaldıran - Buğulu kaynağında ise 1825 mg/l ölçülmüştür.

Diğer önemli bir parametre ise sıcaklık anomalisidir. Deşarj olan jeotermal sular alıcı ortamın sıcaklığından önemli ölçüde daha sıcak olduklarından, bunların karışım bölgelerinde önemli sıcaklık anomalileri oluşur; bu sıcaklık farklılıkları da ortamdaki fauna ve flora dengesinin bozulmasına yol açar. Bu olgu özellikle termik santraller ve nükleer santrallerin soğutma sularını deşarj ettikleri ortamlarda büyük çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, jeokimyasal açıdan herhangi bir önlem alınmasa bile, yıllık 1.4 milyon m³ gibi azımsanmayacak miktarda sıcak suyun bu kapalı havzaya deşarj edilmesi konusu teknik açıdan değerlendirilmeli, kontrollü ve soğutulmuş deşarjın koşulları oluşturulmalıdır.

Çizelge 8: Van Gölü Havzası'ndaki Jeotermal Kaynakların Yaklaşık Debileri ve Sıcaklıkları (Kaynak. MTA Jeotermal Envanteri)

Table 8: Geothermal springs of the Lake Van Basin: flow and temperatures (From MTA Geothermal Inventory)

Jeotermal alan	Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)
Erciş - Zilan	Şorköy (Taşkapı) Kaynağı	42 – 80	18
	Hasanabdal Kaynakları	34 - 65	9
Çaldıran Ayrancı	Doğal Kaptaj	60,8	1*
	Doğal Kaptaj KD Kaynak Gr.	20 – 25	1,5*
	Ova Kaynak Grubu	26 – 50	8*
	Ova KD Kaynak Grubu	14 - 31	1*
Çaldıran Buğulu	Buğulu Kaynağı	37	5*
Gürpınar - Yurtbaşı	Seyhan Kaynağı	25	1,5

*Toplam Debi

Çizelge 9: Van ili jeotermal alanlarındaki kaynak ve kuyulardan alınan sıcak suların kimyasal analizleri (Kaynak: MTA, 2005; sh. 769)

Table 9: Geochemical analysis of the geothermal springs and wells (From MTA, 2005)

	Zilan Kuzey Kaynağı	ZG-1 Kuyusu c(Zilan)	ZG-2 Kuyusu (Zilan)	ZG-3 Kuyusu (Zilan)	Erciş Hasanabdal Kaplıca	Çaldıran – Ayrancı Kaynağı	Çaldıran - Buğulu Kaynağı	Gürpınar – Seyhan kaynağı
Analiz Tarihi	1981	1988	2000	2000	2000	2001	2000	2000
Sıcaklık (°C)	64	80	92	98	64	43	36	25
pH	6,3	7,92	7,5	7,7	7,0	6,72	7,55	6,7
Spes. Kondüktivite µmho/cm	7200	3086	4450	4450	4350	4095	1201	1420
Buharlaşma kalıntısı (mg/l)	3100	3086	-	-	-	-	-	-
K ⁺ (mg/l)	99	74	110	108	105	150	27,2	0,3
Na ⁺ (mg/l)	838	830	773	858	738	610	95	24
NH ₄ (mg/l)	0,31	0,5	<0,1	<0,1	0,4	3,6	<0,1	<0,1
Ca ⁺⁺ (mg/l)	135	96	36,9	29,5	120,6	165	66,4	164
Mg ⁺⁺ (mg/l)	14	56	54,6	47	19	22,2	64,9	110
As (Total)	0,0	0,9	-	-	-	-	-	-
B (Total)	58	60	53,9	44,1	76,9	52,4	1,8	<0,1
Li ⁺ (mg/l)	2	4,1	-	-	-	2,3	-	-
SiO ₂ (mg/l)	90	109	95	118	31	50	6,9	9
CO ₂ (erimiş, mg/l)	360	1895	-	-	184	359	35,7	346
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	1075	994	897	779	1154	1478	791	1087
CO ₃ ⁻ (mg/l)	0,0	0,1	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SO ₄ ⁻ (mg/l)	250	565	470	491	185	154	24,8	42,8
Cl ⁻ (mg/l)	1075	715	543	560	878	550	1825	10
I ⁻ (mg/l)	0,0	0,5	<0,1	<0,1	0,16	-	-	0,8
F ⁻ (mg/l)	0,5	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	2,85	<0,1	-
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,0	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,0	0,0	20,1	1,3	1,10	1,92	12,65	0,37

Van Gölü Havzasının Jeolojisi

Van Gölü Havzası, Paleozoyik'ten güncel çökellere kadar çok geniş bir yaş aralığında ve farklı kökenlerdeki kayaç gruplarından oluşmaktadır (Şekil 3 ve 4). Bu kayaç gruplarının jeolojik dağılımı görece düzenli sayılabilir. Tüm bu kayaçların jeolojik özellikleri, çevre jeolojisi analizinin kolay anlaşılabilmesi açısından kısaca anlatılacaktır.

Van Gölü Havzası (metinde kısaca havza olarak anılacaktır) Paleozoyik'ten (560 Milyon Yıl) günümüze kadar her yaş konağından kayaçlardan oluşmaktadır. Ancak, ağırlıklı kayaç gruplarına göre bir genelleme yapıldığında, havzanın güneyinin Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaçlardan kurulu olduğu; batı ve kuzeyinin genç volkanik ve volkanoklastik kayaçlarla örtülü olduğu görülür. Havzanın doğusu ise, Mesozoyik yaşlı okyanusal kabuğa ve bunun üzerinde gelişmiş karmaşık (melanj) yapılı kayaç gruplarından oluşan Tepedam Metamorfikleri, Hasandağ Grubu, Mordağ Grubu, Mehmetalan Grubu ve Yüksekova Karmaşığı ile kaplıdır. Senozoyik dönemindeki neotektonik olaylara bağlı olarak gelişmiş D-B uzanımlı küçük havzalar da genç – güncel akarsu ve gölsel kırıntılar ve karbonatlarla doldurulmuştur (Şekil 4).

Van Gölü Havzası Maden Yatakları Ve Madencilik Faaliyetleri

Van Gölü Havzasında ilk madencilik faaliyetleri Nemrut stratovulkanına ait obsidiyenlerin işletilmesi ve ticarete konu olması ile M.Ö. beşinci bin yıla kadar gerilere gitmektedir. Kalkolitik döneme ait Tilkitepe yerleşiminde çok bol olarak bulgularanan obsidiyen el aletleri nedeniyle bu yerleşimin bir obsidiyen işliği olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Korfmann, 1976). Nemrut ve Süphan dağından elde edilen ham obsidiyenler burada işlenip güneye, Mezopotamya'ya ihraç edilmekteydi. Aynı yerleşkenin üst katmanlarında bulgularanan

seramik ev aletlerinin daha sonraki döneme, erken bronz çağına (M.Ö. 3. Binyıllar) ait olabileceği belirtilmektedir (Kültür Bakanlığı Web Sayfası: www.kultur.gov.tr). Sonraki yüzyıllarda, Urartu uygarlığı döneminde bölgede seramik işçiliği ve sanayisi doruğa ulaşmıştır. Tarihsel dönemlerde bölgede metalik maden işletmesi bilinmemekle birlikte, yine Urartu uygarlığının altın, gümüş, bakır ve tunç'u yoğun olarak kullandığı ve bu metallerin işlemeciliğinde ustalaştığı bilinmektedir. Bu eserlere ait eşsiz örnekler Van Müzesi'nde sergilenmektedir. Söz konusu metallerin bölgede mi üretildiği yoksa ithal mi edildiği konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Urartu döneminde taş işçiliği de oldukça gelişmiş, özellikle bazalt blokları kullanılarak heykel ve anıt eserler yaratılmıştır. Bunların yanısıra, yakın tarihsel dönemlerde (Roma-Bizans, Anadolu Selçuklu - İlhanlı ve Osmanlı dönemi) bölgedeki mermerler ve ignimbritler doğal yapı taşı olarak, özellikle de anıt eserlerin (mezar taşı, kitabe, kümbet, v.b.) yapımında kullanılmışlardır.

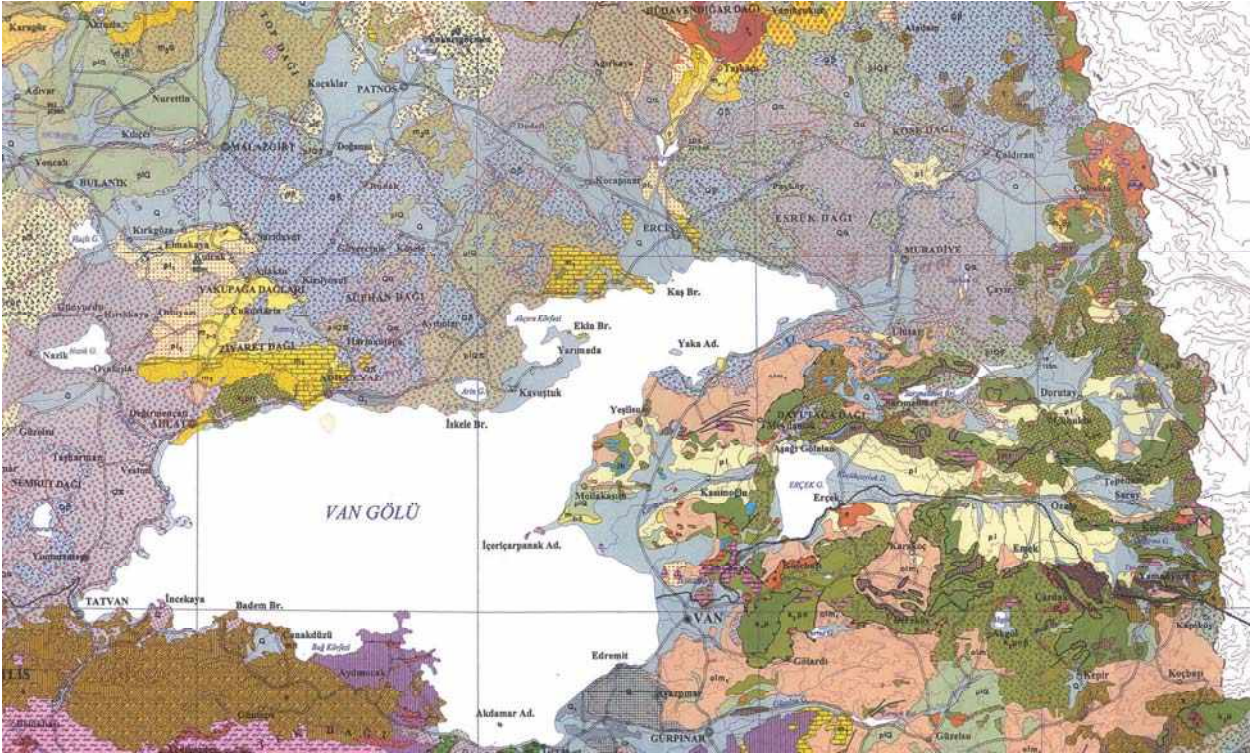
Van Gölü Havzası ve yakın alanları, hem metalik maden hem de endüstriyel mineral ve kayaç açısından oldukça zengin sayılabilir. Bölgede MTA tarafından bulgularanan ve bildirilen oluşukların yanında, 2001 yılından sonra faaliyete geçen YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü araştırma faaliyetleri kapsamında bulgularanan ve incelemeye konu olan çok sayıda maden yatağı veya emaresi bulunmaktadır.

Van Gölü Havzasında bulunan metalik maden ve endüstriyel hammadde alanları ile jeotermal alanlar Şekil 5'te sunulmaktadır. Alterasyon bölgeleri ise ilerleyen bölümlerde sunulan uydu görüntüleri üzerinde tanımlanmıştır.

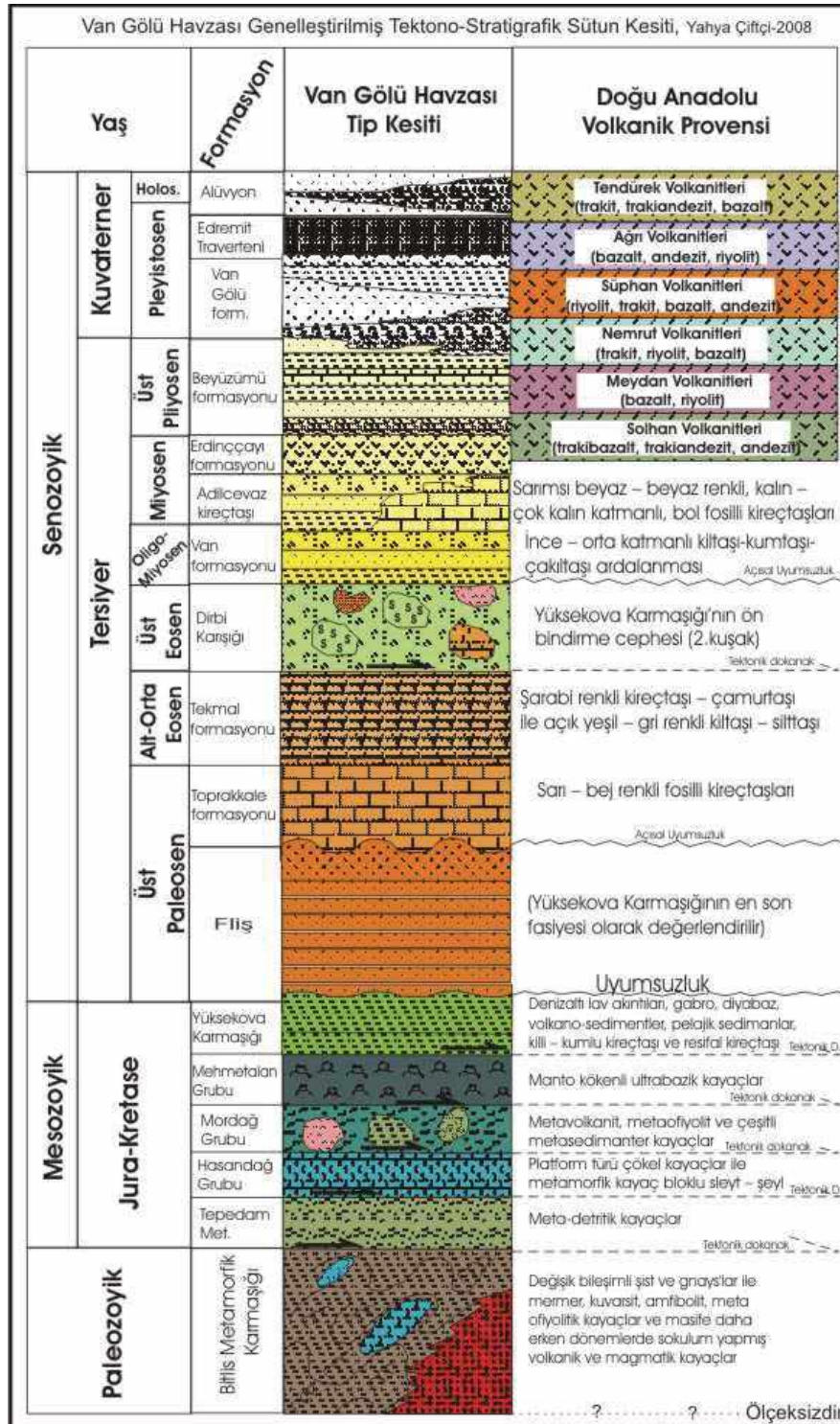
Havzanın doğal kaynak potansiyeli Çizelge 10'da topluca sunulmaktadır. Mineralizasyon çeşitliliği açısından oldukça zengin olan bu havza ve dolayında ciddi bir üretim planlaması yapılamadığından bölgedeki madencilik faaliyetleri de mostra madenciliği'nden öteye geçememiştir. Bu oluşukların çok azı yatak olarak tanımlanabilmiştir. Bölge, madencilik açısından

her türlü araştırmaya açık durumdadır. Bu makalede sadece bu doğal kaynak potansiyeline ait ön bilgi verilecek olup, bölgenin maden

yatakları açısından değerlendirilmesi ayrı bir makalenin konusunu oluşturmaktadır.

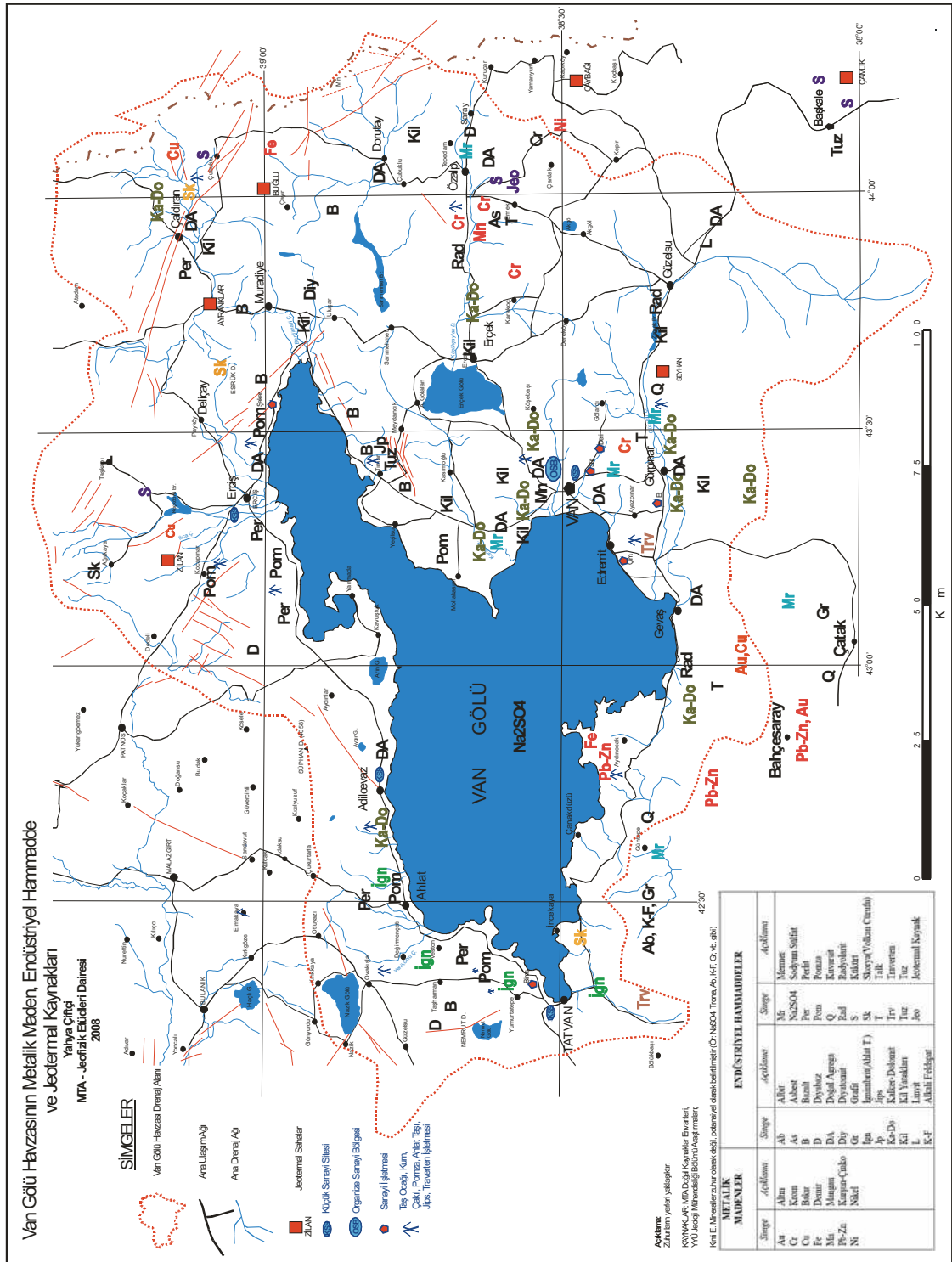


Şekil 3. Van Gölü Havzasının Jeoloji Haritası (Kaynak: MTA 1/500.000'lik Jeoloji Paftaları; açıklamalar metin içindedir)
Figure 3: The geology of lake Van surroundings (From: MTA 1:500.000 scale geology maps; explanations are in main text)



Şekil 4: Van Gölü Havzası ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti.

Figure 4: Generalized Stratigraphic column section of Lake Van Basin and surroundings.



Şekil 5: Van Gölü havzasının yer altı kaynakları ve madencilik faaliyetleri.
Figure 5: Natural resources of the Lake van Basin and mining activities.

Çizelge 10. Van Gölü Havzası Doğal Kaynak Potansiyeli (Kaynak: MTA Doğal Kaynaklar Envanteri, YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Saha Çalışmaları).

Table 10: Natural resources of Lake Van Basin (From MTA natural resources inventory and YYU – Geology Department Studies)

Doğal Kaynak Cinsi	Van Gölü Havzasındaki Yeri	Açıklamalar
Albit	Bitlis Masifi	Masif içindeki apilit-pegmatit daykları, <i>Potansiyel</i>
Asbest	Özalp	Potansiyel
Agrega, kum, çakıl	Van formasyonu, güncel dere yatakları	Potansiyel
Bazalt	Tımar, Tatvan, Ahlat, Erciş	Büyük Potansiyel
Bor tuzları	Havza geneli	Genç volkanitler-göl çökelleri (potansiyel)
Diyabaz	Özalp	Potansiyel
Diyatomit	Derköy, <i>Muradiye</i>	<i>Potansiyel</i>
K-Feldspat	Bitlis Masifi	Potansiyel
Grafit	Bitlis Masifi, <i>Çatak</i>	Masifin şist düzeyleri içinde, potansiyel
İgnimbrit (Ahlat Taşı)	Tatvan, Ahlat, Adilcevaz	Büyük rezervler-yetersiz araştırma.
Jips	Erciş (Canik)	İşletiliyor.
Kalker-Dolomit	Çatak	Araştırılmalıdır, <i>Potansiyel</i>
Kil (Tuğla-Kiremit)	Merkez (Bardakçı Köyü), Gevaş, Muradiye ve Çaldıran Yatakları: Van havaalanı, Kurubaş Köyü, Muradiye ve Çaldıran ovaları	Havza genelinde birçok yatak olabilecek kil oluşumu vardır ancak bunların nitelik araştırması yapılmamıştır.
Kurşun-Çinko	Gevaş, Bahcesaray	<i>Potansiyel</i>
Kuarsit	Bitlis Masifi	Şeyl ve şist düzeyleri ile ara tabakalı, potansiyel
Kükürt	Başkale (Bordere, Poyrazalan, Kirbali, Belliyurt), <i>Çaldıran, Erciş, Özalp (Yukarıbalçıklıköy)</i>	<i>Potansiyel</i>
Linyit	Erciş-Zilan, Şahmaniş, Hoşap	Yataklarda geliştirme çalışmaları yapılmalıdır
Mermer	Van, Gürpınar, Bitlis Masifi, Tımar	Potansiyel
Perlit	Erciş (Pınarlı, Erbeyli, Doğana), <i>Çaldıran</i>	<i>Potansiyel</i>
Pomza	Tatvan, Ahlat, Mollakasım, Erciş (Ekinciler, Kırkpınar)	Yeni yataklar potansiyel olarak havzanın B-KB kesimlerinde olabilir.
Bazalt (agrega)	Erciş, Tımar, Muradiye	Potansiyel
Radyolarit	Gevaş, Özalp, Hoşap	Potansiyel
Sodyum Sülfat	Van Gölü	Potansiyel
Talk	Özalp, Van, Gevaş	Potansiyel
Traverten	Edremit, Gürpınar, Tatvan	Araştırılmalıdır, potansiyel
Trona	Van Gölü	Potansiyel
Tuz	Tuzluca, <i>Başkale</i>	<i>Potansiyel</i>
Volkan Cürufu	Refladiye, Çaldıran	Skorya konileri, büyük potansiyel

Endüstriyel Mineraller ve Kayaçlar

Çizelge 10 (Devam)

Metalik Madenler	Altın	<i>Lisfenit oluşumları (Gevaş-Elmalı, Şusanis), Bahçesaray</i>	Yatak kaya jeokimyasal araştırmaları yapılmalıdır (<i>Potansiyel</i>).
	Bakır	Erciş (Taşkapı), Çaldıran, Gevaş	Havza genelinde ayrıntılı arama çalışmaları yapılmamıştır.
	Demir	Berizer Tepe, Geçkinli, Karadulda,	
	Krom	Şahbağı, Özalp (Yamanyurt, Sugeçerköy, Mehmetalan, Yukarıbalçıklıköy), Saray, Gürpınar (Topçudeğirmeni)	Rezerv belirleme çalışmaları tamamlanmamıştır.
	Kurşun-Çinko	Gevaş, Bahçesaray, Bitlis	Potansiyel
	Mangan	Özalp (Karşıyaka), <i>Erciş Köyü, Kalecik</i>	<i>Potansiyel</i>
	Nikel	Saray	Gersdorfit, Garniyerit (Potansiyel)
Hidrolik Kaynaklar*	Ilıca (Zilan) Çayı	Erciş	TOPLAM: 12 794,19 hm ³ / yıl
	Deli Çay	Erciş	
	Bendimahî Çayı	Muradiye	
	Karasu Çayı	Karasu	
	Güzelsu Çayı	Edremit-Gevaş	
	Gevaş Çayı	Gevaş	
	Hasbey Çayı	Gevaş	
	Rahva Çayı	Tatvan	
	Harabeköy D.	Nazik Gölü-Van Gölü	
Enerji Kaynakları ve Hammaddeleri	Jeotermal Enerji	Zilan Vadisi - Erciş	MTA Rapor No: 7793, 8080, 8134, 8137, 8223, 8724)
	Jeotermal Enerji	Ayrancı (Muradiye)	“
	Jeotermal Enerji	Buğulu (Çaldıran)	“
	Jeotermal Enerji	Çamlık (Başkale)	<i>Potansiyel</i>
	Jeotermal Enerji	Kapıköy (Saray)	<i>Potansiyel</i>
	Jeotermal Enerji	Tatvan (Bitlis)	DPT 2609-ÖİK 620
	Linyit	Zilan Vadisi - Erciş	MTA Rapor No:319, 6846
	Linyit	Şahmanis - Gürpınar	MTA Rapor No:103, 681, 1885, 2309, 2411, 2709
	Linyit	Ortanca Köyü - Van	Şistler içindedir
	Petrol	Kürzot - Muradiye	Osmanlı İmp. Ve Ruslar tarafından yüzyılım başında işletilmiştir.
	Petrol	Van	<i>Potansiyel (2004 yılında arama sondajları yürütülmüştür)</i>
	Doğal Gaz	Canik Tuz Domu, Norşin-Gadir köyleri, Çarpanak adası	<i>Potansiyel</i>
U/Th	Bitlis Masifi	Potansiyel DPT:2587, ÖİK:599)	

Buluntu yerinde normal yazılar MTA tarafından bildirilen buluntuları, italik yazılar ise YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen bulguları kapsamaktadır. Potansiyel olarak bildirilen buluntular için herhangi bir rezerv belirleme çalışması yapılmamıştır.

* Doğrudan Van Gölü'ne dökülen büyük akarsuları kapsamaktadır.

Van Gölü'nün Çevre Jeolojisi

Maden oluşukları ve işletmelerinden kaynaklanan çevresel riskler

Van Gölü Havzası içinde kalan alanlarda çok sayıda madencilik faaliyeti yapılmaktadır. Bu faaliyetlerin çoğu doğal agrega, pomza ve kırmataş işletmesi şeklinde olup, Tatvan ve Çaldıran bölgesindeki skorya konileri, Tımar bölgesindeki jips ocakları ve Edremit'teki kalker ocakları bunların dışında kalmaktadır (Şekil 5). Doğal agrega işletmelerinin çoğu Karasu nehri üzerindedir. Ancak, eski alüvyal fan çökellerinin bulunduğu Beyüzümü gibi sahalardan da zaman içinde çok miktarda doğal agrega üretimi yapılmış, halen de yer yer üretim yapılmaktadır. Bazı alanlardan da bahçe toprağı olarak değerlendirmek üzere Van Formasyonu'nun siltli killi kesimleri gelişigüzel kazılarak alınmaktadır. Bu kontrolsüz kazı faaliyetleri, doğal topoğrafyanın dengesini bozmakta, bölgedeki erozyonun hızlanmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bu kırıntılı istifler aynı zamanda yüzeye düşen yağışın sızması ve yer altı suyuna katılmasını sağladıklarından, bu kırıntılı örtünün sıyrıldığı alanlarda düşen yağış doğrudan yüzeysel akışa geçmekte, bu da sellenmeleri tetiklemektedir. Artan sellenme, Van Gölü'ne ulaşan askıda katı madde miktarının artmasına, gölün su kalitesine olumsuz etkide bulunmasına ve göl tabanındaki sedimantasyon hızının artmasına neden olmaktadır. Bu tür erozyonel riskler, göl çevresinde yürütülen pomza, skorya konisi, traverten, Ahlat Taşı ve diğer taş ocağı işletmeleri için de geçerlidir.

Metalik maden işletmesi olarak Özalp civarı ile Van'ın doğu kesimlerinde çok sayıda krom ocağı işletilmiş olup halen bazı ocaklarda üretim faaliyeti sürmektedir. Krom dışında, Gevaş dolayında bulunan Pb-Zn oluşuklarından geçtiğimiz yıllarda birkaç bin ton üretim yapılmış, bu bölgedeki rezerv

geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Aynı bölgede bulunan demir oluşukları henüz işletmeye alınmamıştır. Çaldıran ile İran sınırı arasında kalan alanlarda bulunan krom, demir, mangan ve birkaç Pb-Zn oluşuğu ise zaman zaman işletilseler de, üretim miktarı fazla değildir. Bu işletmelerin bulunduğu alanlarda üretim artığı yığınlar (pasa) asitli su drenajı açısından kontrol altında tutulmalıdır.

Erciş'in kuzeyinde bulunan Zilan Vadisi 80'li yıllardan itibaren jeolojik ve jeofiziksel (gravite, manyetik, rezistivite) açıdan incelenmiştir. Bu bölge, son yıllarda ortaya konan Volkanojenik Masif Sülfid oluşukları nedeniyle artan bir ilgi ile araştırılmaya devam edilmektedir. Bu oluşukların bulunduğu alanlar aynı zamanda aktif Çaldıran Doğru Atımlı Fay sistemi tarafından kesilmektedir. Bu derin kırık sistemleri bölgede jeotermal akışkanların da taşıyıcısı olduklarından, bu bölge, maden oluşukları kaynaklı asitli su drenajı açısından en riskli alanları oluşturmaktadır. Bu bölgedeki alterasyon zonları, uydu görüntüleri üzerinde de kolayca saptanabilmektedir. Uydu görüntüleri üzerinden yapılan çevresel değerlendirmeler ilgili konu başlığı altında verilmiştir.

Doğal radyoaktivite kaynaklı riskler

Van Gölü havzasında sinirdim sistemi kanserlerine sık rastlanıldığı çeşitli bilimsel platformlarda dile getirilmiştir. Eylül 1994 ve Haziran 2000 arasında YYÜ Tıp Fakültesi Patoloji anabilim dalına başvuran 19.130 hastanın %11'ine kanser tanısı konmuştur; hastaların %61 erkek, %39'u kadın olup erkek/kadın hasta oranı 1.59 olarak belirlenmiştir. Erkeklerde en sık görülen kanser türleri mide (%18,6) ve deri (%14,4), kadınlarda ise özafagus (%17,9) ve mide olmaktadır; kadın hastalarda gastrointenzital kanser vakaları oranı % 40'ı bulmaktadır

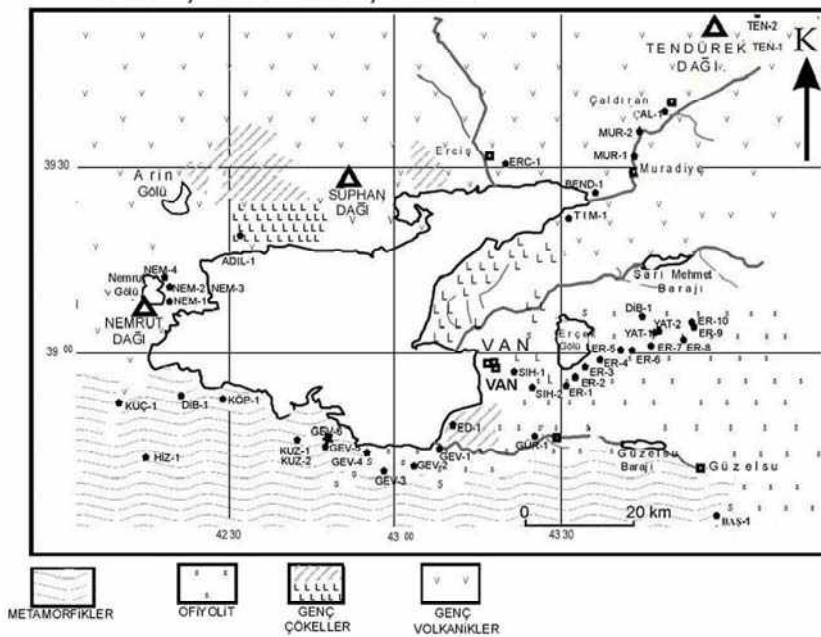
(Kösem vd. 2001). Bölgede görülen mide, yemek borusu ve gırtlak kanserlerinin yoğunluğu gıda kaynaklarıyla ilişkili bir takım sorunların bulunduğu kanısını uyandırmaktadır. Bu sorunlar hem yiyeceklerden, hem de sulardan kaynaklanmış olabilir. Yüzeysel sularında U, Th, Rd gibi radyo nükleidlerle, α -aktivitesinin varlığı önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu bağlamda, havza kayaçları ve bu kayaçlar üzerinde gelişen akarsu ağıyla ilişkili doğal radyo aktivite riskini belirlemek amacıyla Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü ve YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü arasında ortaklaşa yürütülen saha ve laboratuvar çalışmaları dikkate değer bulgular sağlamıştır.

Van gölü havzası litojik çeşitlilik açısından oldukça zengindir, Havza güneyinde genellikle Paleozoyik ve öncesi yaşta migmatit, gnays, şistlerden ve düşük orta dereceli metamorfizmaya uğramış karbonatlardan oluşan Bitlis Metamorfik Masifi, Havzanın doğusunda Üst Kretase-Paleosen yaşlı ofiyolitik istif, kuzey ve batı kesimlerinde ise genellikle felsik ve mafik

volkaniklerin karışımından oluşan alkali karakterdeki Pliyo-Kuvaterner volkanik kayaçlar egemendir (Şekil 6).

Yüzeysel γ değerleri açısından en yüksek değerlerin 14.5-15 ($\mu R/h$), 195-200 (cps sayım /saniye) riyolit ve riyodasit bileşimindeki felsik volkanik kayaçlardan yüzeysel γ değeri elde edilmesi bir sürpriz olmamıştır. Bazı volkanik kayaçlarda ise yüzeysel gama ölçümleri 11 ($\mu R/h$), 130 (cps sayım /saniye) değerlerde görülmektedir (Tolluoğlu vd., 2004 a,b). Ölçüm değerlerinden temsilci olabilecek bazıları Çizelge 11’de sunulmuştur.

Havza genelinde yapılan yüzeysel suyu örneklemelerinde, U konsantrasyonlarında akarsu ağının geliştiği kayaç tipine göre değişimler görülmektedir. Karasu ırmağının Nemrut volkanizmasının ürünü olan bazaltik kayaçlar üzerinde akan kesimlerinde suda çözünmüş en yüksek U değerleri (8.57 ppb) belirlenmiştir (Tolluoğlu vd., 2005 a,b).



Şekil 6: Van Gölü Havzasının basitleştirilmiş jeolojisi ve yüzeysel gama ve doz hızı ölçüm noktaları (Tolluoğlu vd., 2004'ten).

Figure 6: Simplified geology of the Lake Van Basin and surface gamma and dose rate measurement locations (From: Tolluoğlu et al., 2004 a)

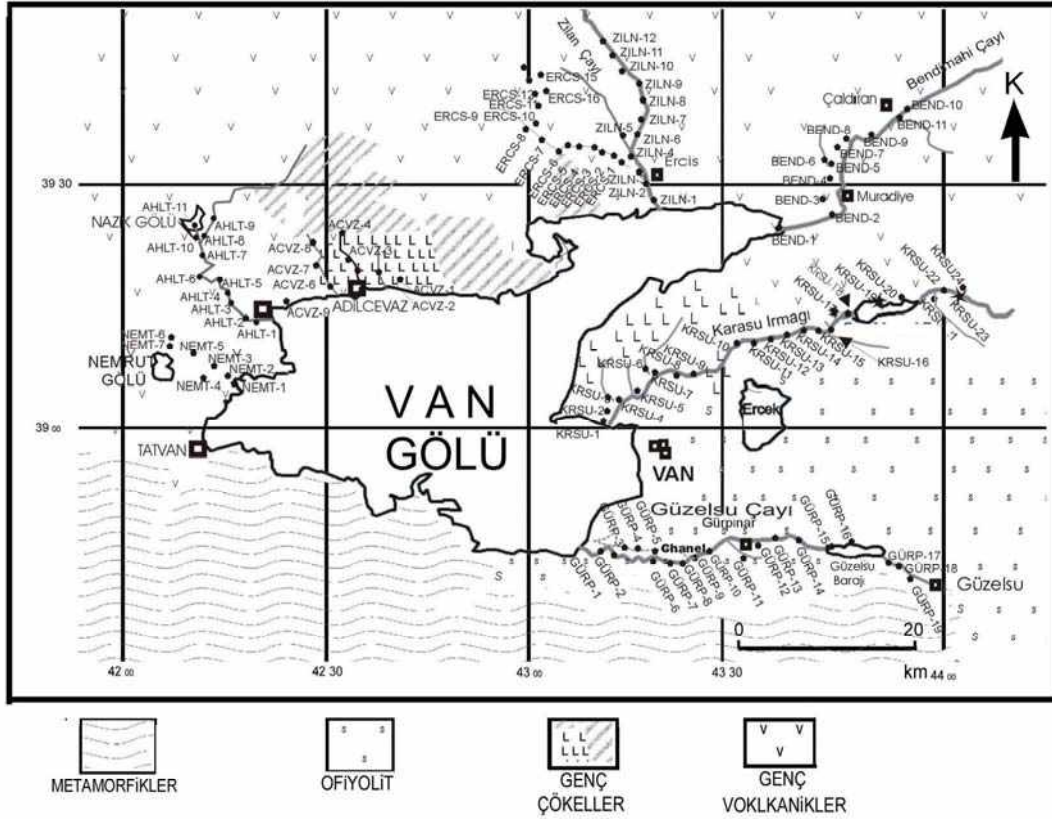
Çizelge 11. Van Gölü Havzası Kayaçları Yüzey Gama ve Doz Hızı Ölçüm Değerleri (Tolluoğlu ve diğ., 2004'ten değiştirilerek).

Table 11: Surface gamma and dose Speed values of the rocks in Lake Van Basin (Modified from Tolluoğlu et al., 2004 a)

Kayaç Tipi Ölçüm no	Yüzey γ (cps)	Doz Hızı (μ R/h)	Kayaç Tipi ve Ölçüm No	Yüzey γ (cps)	Doz Hızı (μ R/h)	Kayaç Tipi ve Ölçüm No	Yüzey γ (cps)	Doz Hızı (μ R/h)	Kayaç Tipi ve Ölçüm No	Yüzey γ (cps)	Doz Hızı (μ R/h)
Bitlis Masifi Kayaçları			Ofiyolitik Kayaçlar			Miyosen-Pli. Genç Çökeller			Genç Volkanitler		
Şist GEV-5	86	8	Serpantinit GEV-1	49	5	Kireçtaşı ER-9	28	3	Riyolit ÇAL-1	198	15
Şist GEV-6	125	9	Serpantinit GEV-4	69	5	Kireçtaşı SIH-1	40	3	Pomza NEM-1	122	10
Şist KUZ-1	109	8.5	Serpantinit GÜR-1	58	5	Kumtaşı YAT-1	28	2.5	Pomza NEM-4	156	14
Şist KUZ-2	118	10	Spilitik Lav SIH-2	97	7	Kumtaşı GÜR-1	58	5	Bazalt ADİL-1	118	10
Gnays KÖP-1	116	10	Serpantinit ER-1	48	4	Kumtaşı ER-5	33	3	Bazalt ERC-1	90	8
Gnays KÜÇ-1	95	8	Serpantinit ER-2	53	5	Alüvyon ER-6	38	3.5	Bazalt TIM-1	130	11
Albitit HİZ-1	136	11	Serpantinit ER-4	68	5	Göl çökelleri ER-8	38	3.5	Bazalt BEND-1	113	10
			Serpantinit ER-7	55	5	Göl çökelleri ER-10	48	4	Bazalt MUR-1	88	8
						Alüvyon GEV-3	23	2	Bazalt (skorya) TEN-1	40	4

Saha çalışmalarında genel ortalamalara göre daha yüksek değerler belirlenmiş olmakla birlikte su örneklerinin analizi sonucu alınan örneklerde U konsantrasyonunun 0.29 - 8.57 ppb. arasında değiştiği saptanmıştır. Yerküre ortalamasının 10^{-2} - 10^{-1} ppb arasında değiştiği göz önüne alınırsa, yüzey sularındaki U konsantrasyonunun bu değerleri yüksek sayılmaktadır. İçme suyu olarak kullanılacak kaynağın U konsantrasyonunun 10

ppb'den daha düşük olması gerekir. Ancak yüzey sularındaki radyoaktivitenin UNSCEAR, ICRP, ve BEIR gibi uluslar arası kuruluşlar tarafından belirlenen sınır değerlerini (10 ppb) aşmadığı görülmüştür. Ancak sulardaki radyoaktivitenin sınır değerleriyle ilişkili tam bir fikir birliği sağlanmamıştır. Havzada yürütülen hidrojeokimyasal çalışmaların örnek dağılımı Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7: Van Gölü Havzasında yürütülen hidrojeokimyasal çalışmaların örnek lokasyon dağılım haritası (Tolluoğlu ve diğ., 2004'ten).

Figure 7: Location map of the hydrogeochemical studies (From: Tolluoğlu et al., 2004 a)

Tartışma

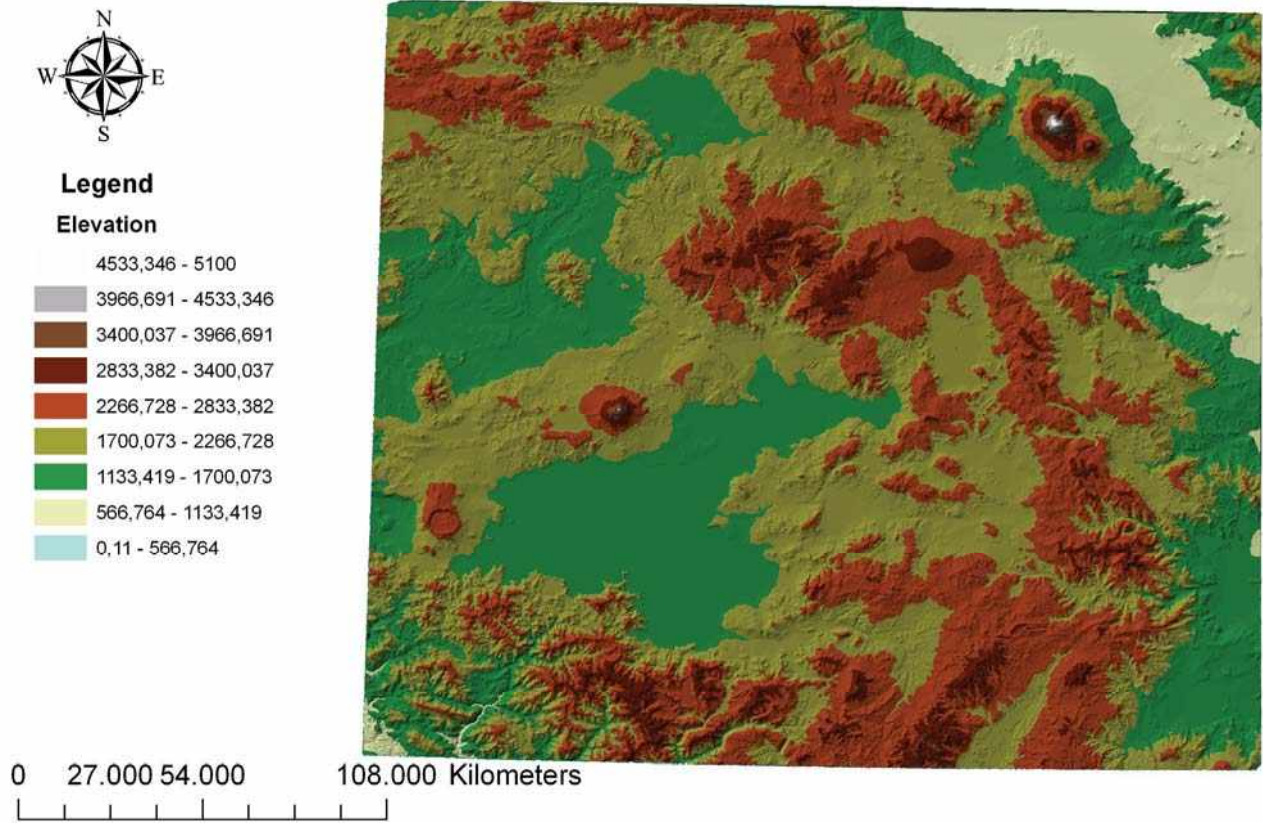
A.B.D Federal Hükümetine bağlı EPA (Envirment Protection Agency) 30 ppb gibi son derece yüksek değerler belirlemişken, EWA (Europen Water Agency 2004 yılında 1 ppb – 3 ppb arasındaki uranyum konsantrasyonlarının kabul edilebilir değerler olduğunu açıklamıştır. Ancak, çeşitli ülkelerde ve farklı kuruluşlarda, sulardaki uranyum içeriğinin en üst seviyesinin ne olacağına dair farklı kabuller vardır. Almanya Federal parlamentosu 2004 yılında her türlü şişelenmiş mineralli su içindeki U konsantrasyonunun 1 μ / lt'yi geçmemesi gerektiğini belirten yasayı kabul etmiştir. Uranyumun içme sularındaki değerlerinin ise 1 μ / lt (= 1ppb) geçmemesini gerektiğini savunan güncel bilimsel

araştırmalar da mevcuttur (Eupais, 2004). Burada ülkeden ülkeye değişen U sınır değerlerinden başka, sınır değerlerde zamana bağlı değişiklikler de görülmektedir. Örneğin EPA (30 ppb) açıklamalarından önce A.B.D.'de farklı kuruluşlar genellikle 10 ppb gibi bir sınır değerini benimsemekteydi. Bu nedenle söz konusu 10 ppb'lik sınırın gerçek anlamda bir tehlike sınırı olarak kesin kabulü çok bağlayıcı değildir. Yeni saha araştırmaları ve sağlıklı tıbbi istatistiklerle karşılaştırılması sonucu bu değerlerde yukarı veya aşağı değişimler olabilir. Gerçek anlamda geçerli bir sınır değer belirlenmesi için saha çalışmalarının tüm büyük akarsu havzaları bazında tamamlanıp sonuçlarının karşılaştırılması gerekmektedir (Tolluoğlu vd., 2005 a,b).

Van Gölü Kirliliği ile İlgili Yapılan GIS ve RS İşlemleri

Tanım olarak eğim, iki nokta arasındaki mesafenin o noktalar arasındaki yükseklik farkına bölünmesi ile elde edilen açının trigonometrik fonksiyonlardan biri olan tanjant'a dönüştürülmesi ile bulunan yükseklikten kaynaklanan arazi terimidir. Eğim yönelimleri ise eğime bağlı olarak arazinin güneş ışığını ne oranda yansıttığı veya güneş ışığının arazinin değişik kesimlerinde

görülme oranıdır. Van gölüne ait eğim ve eğim yönelimleri haritalarının hazırlanması aşamasında yaklaşık olarak, 8 adet 1/100.000 ölçekli topoğrafik harita kullanılmıştır. Bu haritalar içinde bulunan yaklaşık olarak 108 adet 1/25.000 ölçekli haritaların münhanileri veya eş yükselti eğrileri sayısallaştırılmıştır. Bu sayısallaştırma işleminden sonra özel yazılımlar kullanılarak havzaya ait TIN (Triangulated Irregular Network) bulunmuştur (Şekil 8).

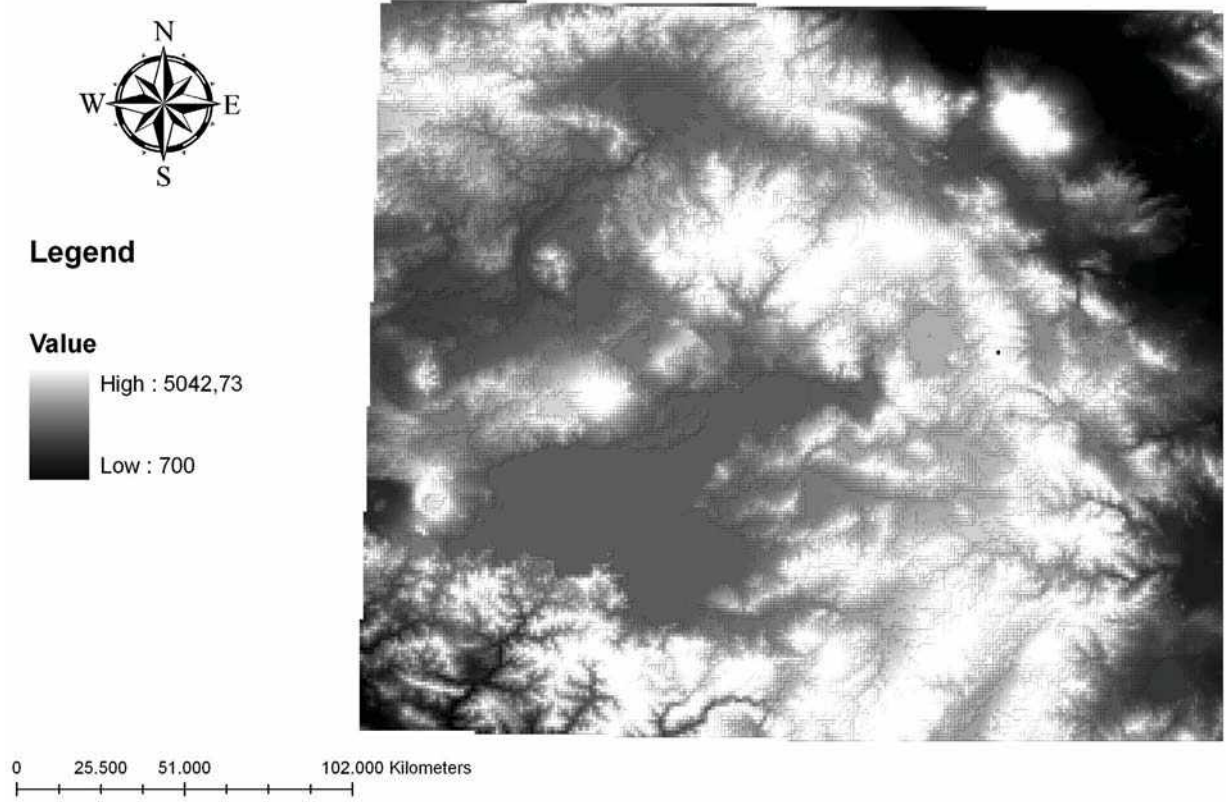


Şekil 8: Van Gölü Havzasının TIN Modeli.

Figure 8: TIN model of the Lake Van Basin.

TIN verileri esas olarak bölgeye ait topoğrafik veriler ile oluşturulan ve yükseltileri prizmatik şekilde gösteren 3 boyutlu havza modelidir. Ancak bu model ile yapılacak olan eğim analizlerinin erozyon açısından riskli bölgeleri tam olarak yansıtmaması amacı ile TIN

modellerinden itibaren DEM (Digital Elevation Method) modelleri oluşturmak gereklidir (Şekil 9). DEM modelleri havzanın dijital yükseklik modelleridir ve eğim ile eğim yönelimleri haritalarının oluşturulmasında çok gereklidir.

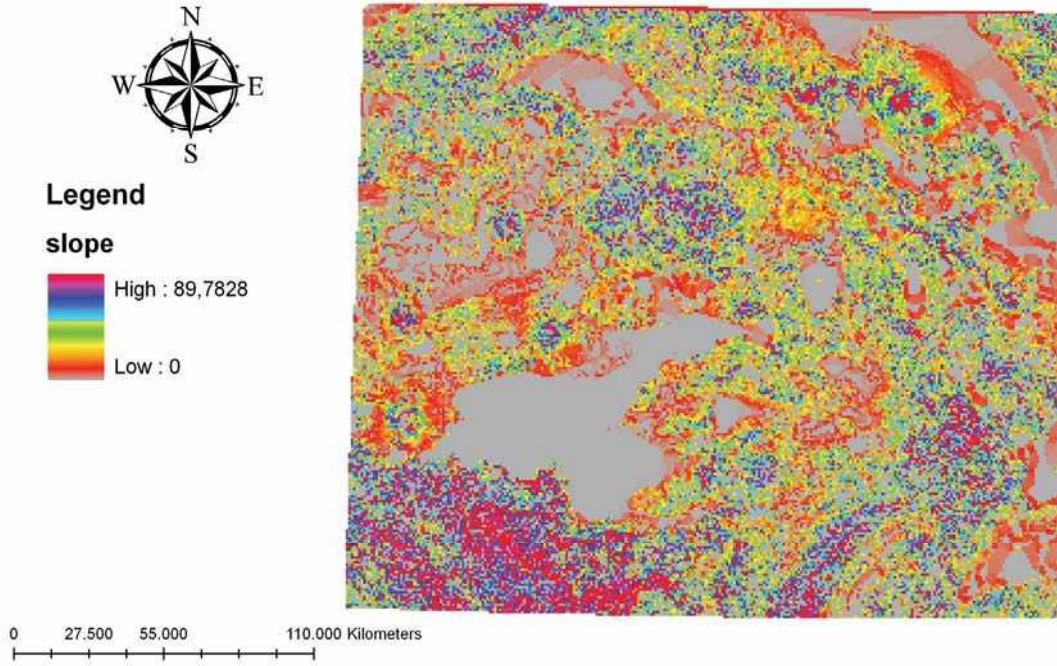


Şekil 9: Van Gölü Havzasının Sayısal Yükseklik Modeli (DEM).
 Figure 9: digital elevation model (DEM) of the Lake Van Basin.

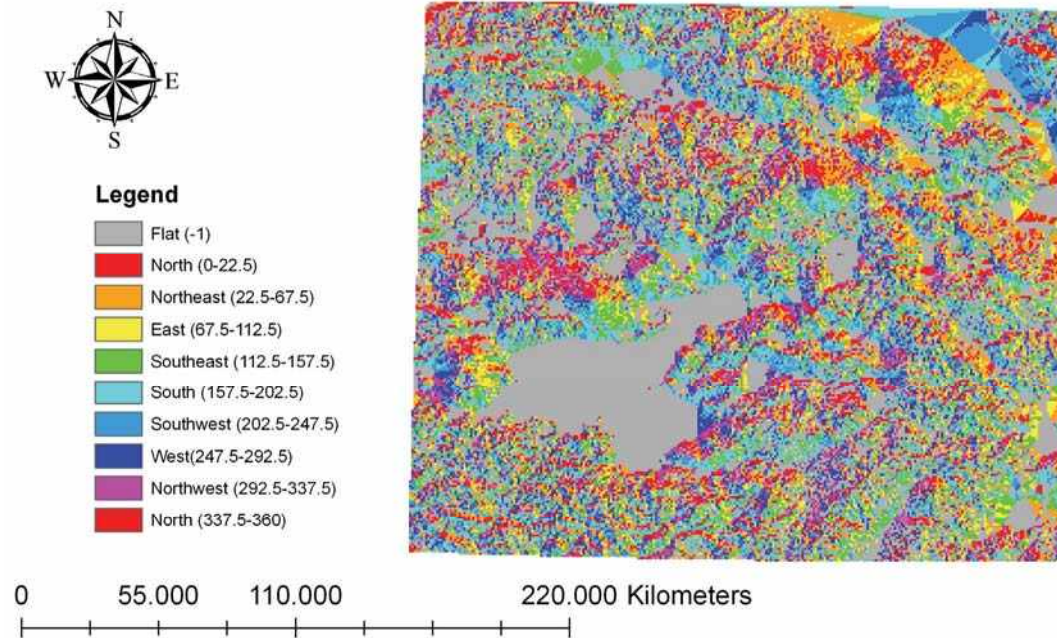
Havzanın DEM modeline bakılarak havzadaki yükselti farklılıklarının konumları ve bunların son alıcı ortam ile ilişkisi hakkında yorum yapma olanağı oluşur. Yüksek alanlarda yürütülecek madencilik faaliyetleri sonucunda üretilen maden atıklarının kontrolü, bu kesimlerin morfolojik özellikleri nedeniyle son derece zordur. Bu atıklardan kaynaklanan çevresel kirlilik yükü, ana akarsu sistemlerine dahil olmadan, çok kısa mesafede hızla ve düzensiz bir akaçlama ağı ile drene olarak alıcı ortama katılacaklardır. Bu nedenle, bu morfolojiye sahip olan alanlarda yürütülecek madencilik faaliyetlerinden

kaynaklanacak atıkların kontrolü yerinde yapılmalıdır.

DEM modelinden itibaren havzaya ait eğim (Şekil 10) ve eğim yönelimleri (Şekil 11) haritaları oluşturularak, havzanın erozyonal yüzeyleri, güneş ışığının yansımaları ve absorbe olma miktarı, yüzey sularının akış yönleri, kar erimesinden kaynaklanan geçici yüzey akışının akış şekli, maden işletmelerinden kaynaklanan zararlı akıntıların drenaj yönelimleri gibi bilgiler elde edilmektedir. Bu görüntüler üzerinden aynı zamanda havzanın akaçlama sınırlarını da belirlemek olanaklıdır.



Şekil 10: Van Gölü Havzasının Eğim Haritası.
Figure 10: Dip map of the Lake Van Basin.



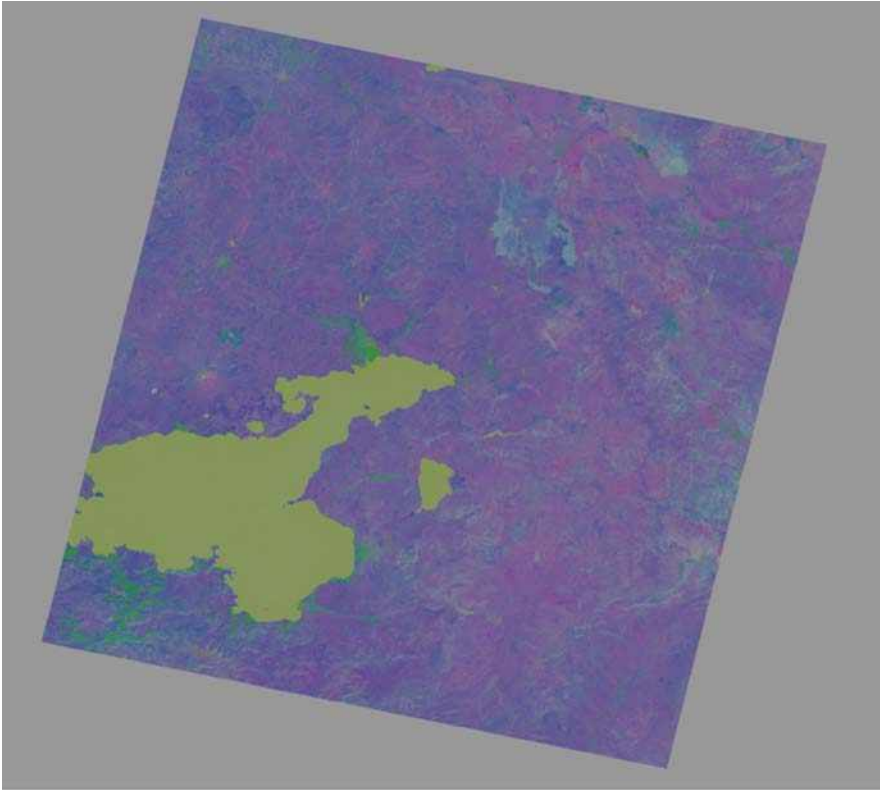
Şekil 11: Van Gölü Havzasının Eğim Yönelimi Haritası.
Figure 11. Slope aspect map of the Lake Van Basin.

Landsat ETM Görüntü Analizleri

Çalışma alanına ait elde edilen ve 7 bant görüntü sağlayan Landsat ETM (Enhanced Thematic Mapper) ve görüntüleri işlenmiştir. Landsat 7 ETM görüntüleri 1999 yılında uzaya NASA tarafından fırlatılan Landsat 7 uydusundan sağlanmaktadır. Bu görüntü sistemi 185 km genişliğinde bir alanda görüntü sağlamaktadır. Pankromatik olarak 15 metre çözünürlükte görüntü sağlayan bu uydu sisteminde, SWIR (Shortwave Infrared) ve VNIR (Visible Near Infrared) bantlarda ise çözünürlük azalarak 30 metre, termal bantlarda ise 60 metreye kadar düşmektedir. Buradaki asıl amaç hidrotermal alterasyon zonlarını belirlemek, yüzey sularında oluşan değişimleri açığa çıkarmak, maden işletmelerinden kaynaklanan demir kirliliğinin alanda meydana getirdiği değişimleri izlemek, alanda bulunan bitki türleri belirlenerek, bu görüntü sistemlerine ait NDVI (Normalized

Differentiated Vegetation Index) belirleyerek bitkilerde meydana gelen değişimleri izlemektir.

Bu analizler için her iki görüntü sistemine ait farklı bantların kompozisyonu ve oranlanmaları gerekmektedir. Öncelikle alanda meydana gelen demir içerikli yerleri belirlemek için Landsat görüntülerine ait 3, 4, 5 ve 7 nolu bantların işlenmesi gerekmektedir. Bunun için bugüne kadar kullanılan ve Kaufmann (1988) tarafından türetilen algoritma kullanılmaktadır. Bu algoritma ile, 7/4 : 4/3 : 5/7 bant oranlaması yapılarak alana ait demir açısından kirlenmiş veya demir içerikli bölgeler ayırt edilmektedir, bant oranlaması sonucunda Şekil 12'deki görüntü elde edilmiştir. Burada kırmızı bölgeler demir açısından zengin olan yerleri, yeşil olan bölgeler ise yoğun bitki örtüsünü göstermektedir.



Şekil 12: 7/4 : 4/3 : 5/7 bant oranlaması yapılarak alana ait demir açısından kirlenmiş veya demir içerikli bölgeler (Kaufmann, 1988'e göre).

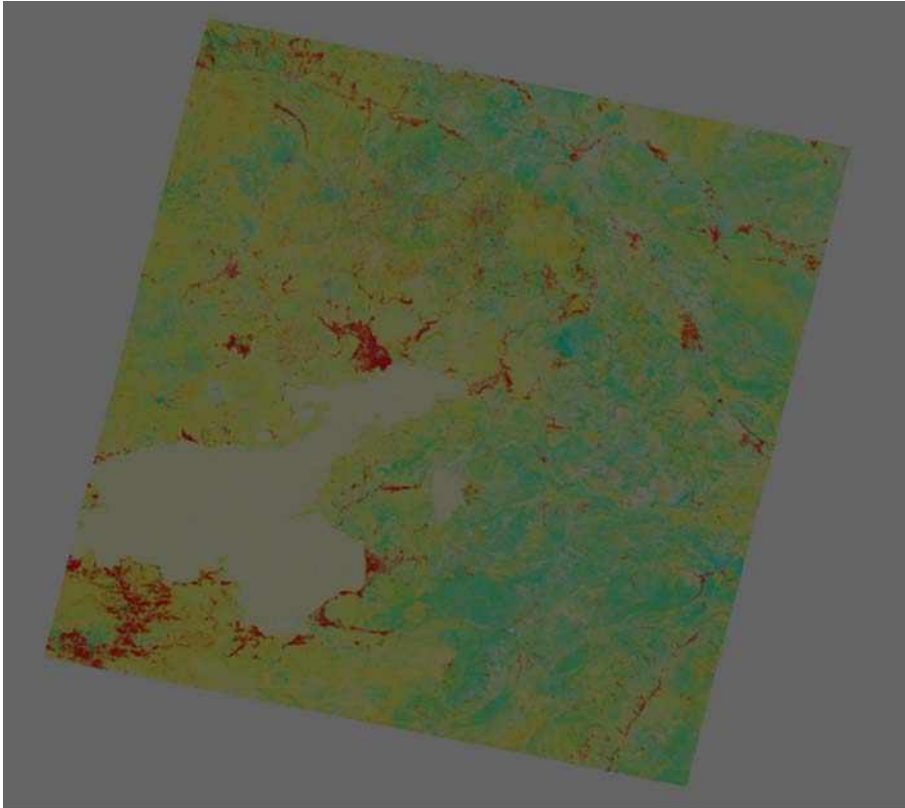
Figure 12: 7/4 : 4/3 : 5/7 band ratio shows ferric contaminations (after Kaufmann, 1988)

Bunun yanında yine Landsat görüntü sistemleri sayesinde elde edilen ve Abrams vd. (1983) tarafından üretilen 5/7 : 3/2 : 4/5 bant oranlamasına dayanan algoritma kullanılarak Şekil 13'deki görüntü elde edilmiştir. Bu görüntüde sarı ve turuncu bölgelerin FeO + Kil'ce zengin bölgeler olduğu, yeşil ile görülen bölgelerin ise FeO'ce zengin bölgeler olduğu, kırmızı olan bölgelerin ise sadece kil açısından zengin bölgeler olduğu görülmektedir.

Şekil 12 incelendiğinde havzanın bitki örtüsü açısından oldukça fakir olduğu görülmektedir. Erciş ve Reşadiye GB kesimleri dışında havzanın neredeyse çıplak olduğu söylenebilir. Bu durum, yanlış otlatma ve erozyon kontrolü açısından önemli olan küçük top çalılarının insanlar tarafından yakma amacıyla sökülmesi gibi unsurlarla birleşince havzanın tamamen erozyona açık hale gelmesini sonuçlamıştır. Özellikle, Şekil

10'daki eğim haritasına bakıldığında, bu erozyonun hangi bölgelerde daha yoğun olarak yaşanacağı anlaşılabilir. Şekil 11'de ise erozyon sonucu mobilize olan kırıntılı ve çözeltideki malzemelerin hangi yöne drene olacakları gösterilmektedir. Aynı şekil üzerinde, havzanın özellikle doğu ve kuzeydoğu kesimlerinin yoğun alterasyon bölgesi olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Erozyon süreci hızlandıkça bu alterasyon bölgesindeki metalik minerallerde bulunan ana ve eser elementler daha büyük bir hızla alıcı ortama taşınacak ve gölün çevre kalitesini etkileyecektir.

Aynı yorum, Şekil 13 üzerinden de yapılabilir. Bu şekilde dikkat çeken başka bir unsur, havzanın volkanik kayalarla kaplı batı ve KB kesimlerinde killeşmenin çok daha yoğun olduğudur. Dolayısıyla, bu alanlardan taşınan kırıntılılar çok daha fazla kil minerali içerecektir.



Şekil 13: Abrams ve diğerleri (1983) tarafından üretilen algoritma kullanılarak 5/7 : 3/2 : 4/5 bant oranlaması ile elde edilen görüntü.

Figure 13: 5/7: 3/2: 4/5 band ratio according to the algorithm of Abrams et al., 1983.

Genel Değerlendirme ve Sonuçlar

Van Gölü havzasında 1800'li yılların ortalarından itibaren jeolojik-jeomorfolojik ve petrol amaçlı araştırmalar yapıldığı bilinmektedir. Ancak, Van'daki Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kurulması ile birlikte öncelikle Ziraat, Hayvancılık ve Su Ürünleri olmak üzere, 2000'li yıllardan bu yana da jeolojik - jeomorfolojik ve hidrojeolojik çalışmalar hız kazanmış, havzada çok sayıda ulusal ve uluslar arası destekli araştırma projesi yürütülmüştür. Bunlardan bazılarında havza sürdürülebilir gelişme kapsamında ele alınmıştır (Kılınçaslan vd., 2003). 2002 yılında tamamlanmış olan Van İli Gelişme Raporu da YYÜ - DPT - Van Yerel Yönetimlerinin ortaklaşa oluşturdukları bir durum raporu niteliğindedir (DPT, 2002). Yine T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan İl Çevre Durum Raporu, havzadaki insan faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel riskleri irdelemiştir (İÇDR, 2002). Bölgedeki sanayi altyapısını irdeleyen Van İl Sanayi Envanteri de YYÜ ile VATSO tarafından hazırlanarak 2006'da yayınlanmıştır (VİSE, 2006). Bunların dışında, 2000 yılından buyana akademik faaliyet sürdüren YYÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü araştırmacıları tarafından yürütülen bilimsel araştırma, Yüksek Lisans çalışmaları ve ulusal - uluslar arası araştırma projeleri sonucunda çok sayıda bildiri, makale ve rapor yayınlanmıştır (Akkaya ve Köse, 2002; Sağlam ve Örcen, 2002; Selçuk ve Çiftçi, 2002; Akça vd., 2002; Çolakoğlu ve Çiftçi, 2005; Çolakoğlu, 2006; Karabıyıkçı vd., 2007) Bu olumlu gelişmelere ve iyi niyetli çabalara rağmen, yapılan bilimsel çalışmaların yerel ve merkezi yönetim tarafından ciddiye alındığı ve ortaya konan bilimsel bulguların her türlü planlama faaliyetinde kullanılmaya başlandığı ise ne yazık ki söylenemez. Aslında bu durumu yöreye özgü bir sorun olarak değil, ülkemizin genel sorunları arasında değerlendirmek daha tutarlı olabilir.

Van Gölü Havzası'nın jeokimyasal ve çevresel parametreleri hem havzada yaygın olan kayaç türlerinin kimyasal bileşimlerinde yer alan

eser elementlerin ayrışması, taşınması ve biyolojik çevrede zenginleşmesi nedeniyle, hem metalik mineralizasyonlara eşlik eden yüksek eser element konsantrasyonlarının asitli su drenajı ile alıcı ortamlara taşınması yoluyla, hem de havzaya drene olan jeotermal çözeltilerin taşıdıkları iyonlar ve eser elementler nedeniyle sürekli değişmektedir. Bu değişimin boyutu ve hızı hakkında şimdiye dek bütüncül bir jeokimyasal alan çalışması yürütülmemiştir. Bu makale de bir alan çalışması niteliği taşımayıp, havzanın çevresel durumuna doğal jeolojik çevrenin olası etkilerini işaret etmek amacıyla oluşturulmuştur.

Şekil 5'te havzanın yer altı kaynaklarının dağılımı ve önemli maden işletmelerin konumları görülmektedir. Bu şekil, Şekil 3 ve Çizelge 10 ile birlikte değerlendirildiğinde havzanın jeolojik ve mineralizasyon çeşitliliği kolayca saptanabilir. Bu çeşitlilik ekonomik olanaklar açısından bir avantaj olarak değerlendirilse de, çevresel etkiler açısından bakıldığında bu çeşitliliğin her birinin bağımsız değişken olarak davranması nedeniyle ortaya çok bileşenli bir çevresel analiz sorunu çıkmaktadır. Bu bileşenlerin artması, yapılması gereken jeokimyasal çalışmaların sayısını ve boyutunu da etkilemektedir.

Havzanın jeolojik konumu değerlendirildiğinde, insan faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkiler (İÇDR, 2002; Kaplan vd., 2002) dışında, salt doğal jeokimyasal süreçler nedeniyle ortaya çıkan ve süreklilik taşıyan bazı kirlilik unsurlarının bulunduğu, bu kirlilik unsurlarının hızının insan faaliyetleri nedeniyle büyük ölçüde artabileceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, havzada yürütülen madencilik faaliyetleri ile jeotermal kaynakların işletmeciliğinin çok hassas bir şekilde planlanması gerektiği, bu faaliyet ve işletmelerden kaynaklanan atıkların alıcı ortamlara deşarjının olabildiğince engellenmesi veya en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Deprem doğal bir jeolojik olgu olmakla birlikte, insan yerleşimlerine ve endüstriyel altyapıya olan yıkıcı etkileri nedeniyle bir "Doğal Afet"e dönüşebilir. Aslında bu yönüyle yüksek magnitudlü depremler, sel, kütle hareketleri, yangınlar vb. unsurlar, doğal yaşama olan etkileri açısından birer çevre felaketi olarak algılanabilir. Havzadaki insan yerleşimlerine yıkıcı depremlerin olası etkileri konusunda da bağımsız çalışmalar yürütülmüş, halen de yürütülmektedir (Çiftçi vd., 2004; Selçuk ve Çiftçi, 2002, 2007; Özkaymak ve Köse, 2002; Özvan vd., 2002, vb.). Özellikle yeni toplu yaşam alanları oluşturulurken seçilecek yerleşkelerin belirlenmesinde ve bu alanlardaki yapı tasarımlarında çağdaş mühendislik yaklaşımlarının benimsenmesi çevresel açıdan da önem taşımaktadır.

Van Gölü Havzası yaklaşık 20.000 km²'lik bir doğal yaşam alanıdır. Havzada yaklaşık 1 Milyon insan nüfusu, bunun birkaç katı besi hayvanı ile çok sayıda sulak alanı kullanan doğal yaşam ve bitki çeşitliliği barınmaktadır. Bu havza, en büyük alıcı ortamı Van Gölü olan içe akışlı bir havza olduğundan, bu alıcı ortamın jeokimyasının değişmesi, tüm havzadaki yaşamı derinden etkileyecektir. Bu nedenle, bu havzanın ne tür çevresel riskler altında olduğu zaman yitirilmeden çok ayrıntılı olarak ortaya konmalıdır. Bu çevresel risklerin her biri ayrı ayrı değerlendirilmeli, bunların bitki, hayvan ve insan yaşamına olası etkileri ortaya konmalı, daha sonra da bu çevresel etkiler birbirleri ile etkileşimli olarak değerlendirilerek toplam çevresel etkinin zamana bağlı değişimi modellenmelidir. Bu konudaki nihai hedef havzanın sürdürülebilir çevre yönetim sistemini oluşturmak olmalıdır.

Değinilen Belgeler ve Genel Literatür

- Abrams, M.J., Brown, D., Lepley, L., Sadowski, R., 1983. Remote Sensing for Porphyry Copper Deposits in 78, 591-604 Southern Arizona. *Economic Geology*
- Acarlar, M., Bilgin, E., 1991. Van Gölü doğu ve kuzeyinin jeolojisi, MTA Arşiv No: 9469, 93 s. (yayınlanmamış).
- Ağralı, B., 1966, Erciş-Zilan bölgesinin jeolojisi ve linyit imkanları: MTA Genel Müd. Rapor No: 2766 (yayınlanmamış).
- Akkaya, İ. ve Köse, O., 2002. Van Gölü Havzası'nda deprenselliğin periyodik tekrarlanma olasılığı, 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, p.12, Ankara.
- Bell, F. G., 1998. *Environmental Geology, Principles and Practice*. Blackwell Science, ISBN: 0-86542-875-1
- Bowen, H.J.M., 1966. *Trace Elements in Biochemistry*. Academic Press.
- Bowie, S.H.U., 1973. *Methods, Trends and Requirements in Uranium Exploration in Uranium Exploration Methods*. Proceedings of Panel, Vienna, 57-65.
- Çiftçi, Y., Selçuk, L., Özvan, A., Akkaya, İ., Şengül, A., Aras, B., 2004; *Seismic Risk Analysis For The Settlements In The Basin Of Lake Van, Turkey*, 5th ISEMG, Selanik-Yunanistan.
- Çolakoğlu, A.R., and Çiftçi, Y., 2005. *Alteration and Mineralization Marks in the Joint Systems Devoloped In Front of The Thrust Zone of Yüksekova Melange Complex (North of Van)*. 40 th Anniversary Geology Symposium, 27-30 September 2005, p. 108-109, KTU, Trabzon.
- Çolakoğlu, A. R., 2006. *Hasbey (Bitlis Masifi-Van) Pb-Zn Cevherleşmesinin Mineral Parajenezi ve Deformasyon Dokuları*. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 20-24 Mart, 2006. s. 131-132.

- Degens, E.T., Wong, H.K., Kurtman, F. ve Finckh P., 1978, Van Gölünün Jeolojik Gelişimi: Bir Özet, The Geology of Lake Van (Degens and Kurtman, Eds.), MTA Yayınları No:169, Ankara.
- DPT-2002. Van İli Gelişme Raporu. Aralık-2002.
- Eisenbund M., 1973. Environmental Radioactivity. Academic Press Newyork 542 pp.
- Emre, H., H. Öztürk, Y. Çiftçi, M. A. Işık, N. Haniççi, 2000. The mining activity in Marmara Sea Basin and it's environmental effects on surficial waters and the sea environment, The Symposium of Marmara Sea 2000, 11-12 Nov. 2000, Istanbul / TURKEY.
- (İÇDR): İl Çevre Durum Raporu, 2002(?). T. C. Çevre ve Orman bakanlığı, Ankara.
- Kaplan, C., Özvan, A., Çiftçi, Y., 2002. Van İli Katı Atık Depolama Alanlarının Jeolojisi ve Çevresel Etkileri, 55. Jeoloji Kurultayı, s140, 11-15 Mart 2002, Ankara.
- Karabıyıkoglu, M., Litt, T., Örcen, S., Krastel, S., Kipper, R., 2007. Van Gölü Havzasının Geç Kuvaterner Çökelme Ortamları, Göl Seviyesi Oynamaları ve İklim Değişiklikleri. TURQUA VI, 16-18 Mayıs 2007, İTÜ-İstanbul.
- Kaufmann, H., 1988. Mineral Exploration along the Aqaba-Levant Structure by use of TM data: concepts, Processing and results. Int. J. Remote Sensing 9,1639-1658.
- Kılınçaslan, T., Gülersoy, N. Z., Levent, T. B., Adızel, Ö., Çiftçi, Y., 2003. Sürdürülebilir Gelişme Kapsamında Van Gölü Kapalı Havzası İçin Yatırım Alanlarının İrdelenmesi, TÜBİTAK VAP Projeleri, No: YDABAG-101Y094
- Korfmann, M., 1976. Tilkitepe. Verlag Ernst Wasmuth, Tübingen, Deutschland
- Köse, O., Gökdere F., Tolluoğlu D., 2005. Van Gölü Havzasının Genel Tanıtımı. 12. Ulusal Kil Sempozyumu Program Kitapçığı 05-09 Eylül, Van , 23-26.
- Köse, M., Uğraş S., Özen S., Bayram İ., Ceran F., Oral H., Polat S., 2001. Van Gölü havzasında kanser sıklığı ve dağılımı. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi dergisi 26: 30-36, 2001.
- Leckie, J. O., ve Parks, G. A., 1978. Geochemistry and environmental impact. In: Geology in Environmental Planning, Howard, A. D. & Remson, I., (eds). McGraw-Hill, NY, pp. 276-288.
- Mills, C. F., 1996. Geochemistry and trace element related diseases. In: Environmental Geochemistry and Health with Special Reference to Developing Countries. Geological Society, Special Publ. No: 113, Appleton, J. P., Fuge, R. & McCall, G. J. H., (Eds). Geological Society, London, pp 1-5.
- Özkaymak, Ç. ve Köse, O., 2002. Van İli ve yakın civarı aktif tektoniğine yönelik bulgular?, 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, p.226, Ankara
- Özvan, A., Kaplan, C., Çiftçi, Y., 2002. Van İli Yerleşim Alanının Sıvılaştırma Potansiyeli, 55. Jeoloji Kurultayı, s233-234, 11-15 Mart 2002, Ankara
- Plant, J.A., baldock, J. W. and Smith, B., 1996. The role of geochemistry in environmental and epidemiological studies in developing countries: a review. In Environmental Geochemistry and Health with Special Reference to Developing Countries, Geological Society Spec. Publ. No: 113, Appleton, J. P., Fuge, R. and McCall, G. J. H. (Eds), Geological Society, London, pp. 7-22.
- Sağlam, A., Örcen, S., 2002. Van Formasyonunun Biyofasiyes Özellikleri ve Çökelme Ortamları. 55. Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı. s. 245-246, 11-15 Mart 2002, MTA Kültür Sitesi.
- Selçuk, L., Çiftçi, Y., 2007. Microzonation of the Plio-Quaternary Soils; a study of the liquefaction risk potential in the Lake Van Basin, Turkey. Bulletin of Engineering

- Geology and Environment, V.66, Nr.2, pp.161-176.
- Selçuk, L., Çiftçi, Y., 2002. Yüzüncü Yıl Üniversite Yerleşkesindeki Pliyo-Kuvaterner Yaşlı Görsel Çökellerin Zemin Davranışları Hakkında Ön Değerlendirme. 11-15 Mart 2002, 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı.
- Sarı M., 2000; İnci kefali: Bilgiler ve mevzuat; Su Ürünleri Bölümü, Ziraat Fakültesi, YYÜ, Van.
- Sarı M., 2001. Van Gölü İnci Kefali, Stok miktarının Tahmini ve Balıkçılık Yönetim Esaslarının Belirlenmesi, Çekül Bilimsel Dergisi, ISBN 975-6825-01-4, İstanbul
- Thornton, I., & Plant, J. A., 1980. Regional geochemical health and mapping in the U.K. Journal of the Geological Society, 137, 575 – 586.
- Tolluoğlu A. Ü., Eral M., Aytas Ş., Akyıl S., Işık M. A., Aslani M. A. A., Köse O., Çiftçi Y., Türközü D. A., Yüksel A., 2004 a. Natural Radioactivity in Surface Waters in VAN Lake Basin, TURKEY. International Symposium Insinume 2004, In Situ Nuclear - Metrology As a Tool of Radioecology, Radioprotection of The Environment, Albena, BULGARIA, Abstract Book, p. 53, 27-30 September 2004.
- Tolluoğlu A. Ü., Eral M., Aytas Ş., Akyıl S., Işık M. A., Aslani M. A. A., Köse O., Çiftçi Y., Türközü D. A., Yüksel A., 2004 b. Relationship Between Natural Radioactivity and Rock Type in The VAN Lake Basin-TURKEY. International Symposium Insinume 2004, - In Situ Nuclear Metrology As a Tool of Radioecology, Radioprotection of The Environment, Albena, BULGARIA, Abstract Book, p. 19, 27-30 September 2004.
- Tolluoğlu A. Ü., Eral M., Aytas Ş., Akyıl S., Işık M. A., Aslani M. A. A., Köse O., Çiftçi Y., Türközü D. A., Yüksel A., 2005 a. Natural Radioactivity In Surface Waters In Van Lake Basin – TURKEY. X. European Ecological Congress (EURECO-2005) - Kuşadası-AYDIN/TURKEY 08-13 November 2005.
- Tolluoğlu A. Ü., Eral M., Aytas Ş., Akyıl S., Işık M. A., Aslani M. A. A., Köse O., Çiftçi Y., Türközü D. A., Yüksel A., 2005 b. Van Gölü Havzası Kayaçlarında ve Yüzeysel Sularında Doğal - Radyoaktivite? IX. Nükleer Bilimler Ve Teknolojileri Kongresi, İzmir, TÜRKİYE, Bildiri Özetleri Kitapçığı s. 88, 14-16 Eylül 2005.

YAYIM AMAÇLARI VE KURALLARI, YAYINA KABUL İLKELERİ

AMAÇ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

- İnsan ile Yerküre arasındaki etkileşimlere ilişkin bilgi ve deneyimleri daha güvenli ve daha rahat bir yaşam ortamı sağlamak doğrultusunda, doğal çevreyi gözeterek insanın hizmetine sunmayı amaçlayan Jeoloji Mühendisliği mesleğinin günlük yaşamdaki yerini ve önemini daha etkin bir şekilde yansıtmak, **
- Bu alanda ulusal ve uluslararası gelişmeleri Jeoloji Mühendislerinin bilgisine sunmak,
- Konu ile doğrudan/dolaylı etkinliklerde bulunan bilimadamları, araştırmacılar, mühendisler ve diğer uygulayıcılar arasındaki bilgi ve deneyim iletişimini güçlendirecek ve hızlandıracak kolay erişilebilen, geniş katımlı bir tartışma ortamı sağlamak ve yayma olanağı yaratmak
- Türkiye'nin sosyal ve ekonomik kalkınmasını yakından ilgilendiren jeolojiye ilişkin sorunların daha etkin çözümünü sağlamak açısından büyük önem taşıyan kurumlararası işbirliğinin başlatılmasına katkıda bulunmak,
- Türkçenin jeoloji mühendisliği alanında bilim dili olarak geliştirilmesini ve yabancı sözcüklerden arındırılmasını özendirme gibi amaçlara sahiptir.

KAPSAM VE NİTELİK

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, ulusal ve uluslararası platformda yerbilimlerinin uygulamaya dönük alanları ile ilgili çalışmalar yapan herkesin katkılarına açıktır. Bu çerçevede

- İnsanın yaşamını etkileyen jeolojik süreçler ile mühendislik yapılan ve bunlara ilişkin sorunlar ve çözümler
- Jeolojik kaynakların yönetimi ve ekonomik değerlendirmesi
- Doğal ve yapay kirleticiler ve ekosisteme etkileri
- Jeolojik anıtların korunması
- Jeolojik sorunların çözümüne katkıda bulunan arazi ve laboratuvar yöntem ve tekniklerinin geliştirilmesi

ile ilgili kuramsal ve uygulamalı çalışmaların kapsayan ürünler, Yayın Kurulunun değerlendirmesinden geçtikten sonra Jeoloji Mühendisliği Dergisinde yayınlanır.

Jeolojinin uygulama alanlarına ilişkin her türlü çalışma Jeoloji Mühendisliği Dergisinin yayın amaçlarına uygundur. Bununla birlikte, çalışmaya konu olan sorunun kullanılan teknik ne olursa olsun, bilimsel yöntemlerle ele alınması ve jeolojinin uygulama alanlarına ilişkin olması aranan temel nitelikler arasında olacaktır. Çalışmanın daha önce Türkçe yayımlanmamış olması gerekmektedir. Jeoloji Mühendisliği Dergisi yeni yapısıyla beş tür yazı yayınlanacaktır;

- 1- **ELEŞTİREL İNCELEME (Review Paper):** Editörlerin daveti üzerine veya bilgisi dahilinde hazırlanan, jeoloji mühendisliğinin herhangi bir alanında halen kullanılmakta olan teknik, yöntem ve yaklaşımların günümüz teknolojik gelişimleri ve kendi deneyimleri ışığında inceleyen, bu açıdan öneriler geliştiren yazılardır. Yazı uzunluğu konuya bağlı olarak değişebilir. Yayın Kurulu incelemesi zorunluluğu yoktur.
- 2- **ARAŞTIRMA MAKALESİ (Research Article):** Özgün bir çalışmanın sunulduğu yazıdır. Kuramsal temel, yeterli miktar ve nitelikte veriye dayalı bulgu ve sonuçların ayrıntılarıyla

değerlendirildiği bölümleri içermelidir. Yazının toplam uzunluğu 6000 sözcük eşdeğerini (10 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.

- 3- **TEKNİK NOT (Technical Note):** Herhangi bir süreç veya tekniği, kuramsal temel, yeterli veri, ve ayrıntılı değerlendirmeye dayanmadan sunan ve amacı bu süreç veya teknikleri kullanabilecek yerbilimcilere duyurmak olan özgün yazıdır. Yazının uzunluğu 5000 sözcük eşdeğerini (5 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.
- 4- **ARAŞTIRMA NOTU (Research Note):** Henüz tamamlanmamış, eksik veri, ve bulgularla yüzeysel değerlendirmelere dayalı kendi içinde tutarlı, özgün deneysel, uygulamalı veya kuramsal araştırmaların ön sonuçlarının veya bulgularının sunulduğu yazıdır. Amaç, okuyucuya güncel bir konuya ilişkin bir çalışmanın ön bulgu ve sonuçlarını duyurarak konu üzerinde tartışma ortamı yaratmak, konunun gelişmesine başka araştırmacıların katkılarına sağlamaktır. Yazı uzunluğu 5000 sözcük eşdeğerini (5 JMD sayfası) aşmamalıdır. En az iki yayın kurulu üyesi tarafından incelendikten sonra yayınlanır.
- 5- **GÖRÜŞ-YORUM ve YANITLAR (View, Comment and Reply):** Dergide yayımlanan yazılar hakkında her türlü görüş, yorum ve bunlara ilişkin yanıtlar içerir. Editörlerin uygun gördüğü uzunlukta yayınlanır.

YAZILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAYINA KABUL İLKELERİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ Editörlüğüne **2 satır aravla 12 punto harflerle yazılmış ve 3 nüsha halinde** ulaşan yazılar, öncelikle içerik, sunum, yayım kuralları, vd. yönlerden Editörlük tarafından incelenir ve daha sonra değerlendirilmek üzere en az iki Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyelerinden gelecek görüşler doğrultusunda yazının doğrudan, az veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yayımlanmasına veya reddine Editörlükçe karar verilir ve sonuç yazarlara bildirilir.

Yayın Kurulu üyelerinin birbiriyle çelişen görüş bildirmeleri durumunda Editörlüğün bir karara varabilmesi için yazı, üçüncü bir Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyeleri gerekli görürlerse yazıları düzeltilmiş haliyle tekrar görüp değerlendirebilirler.

Yazarlar, Yayın Kurulu Üyelerinin ve Editörlüğün yaptığı eleştiri, öneri ve düzeltmeler arasında katılmadıkları hususlar olduğunda bunları ayrı bir sayfada gerekçeleriyle birlikte açıklamalıdır.

Gönderilen yazılar, JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ'nde yayımlansın veya yayımlanmasın yazarlara geri iade edilmez.

YAZIM DİLİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ'nde yayım dili olarak "Türkçe" ve "İngilizce" kullanılmaktadır. Derginin oldukça geniş bir yurt dışı aboneliği ve sürümü olduğu için, Türkçe makalelerin, kabulden sonra "Genişletilmiş bir İngilizce Özet"nin yazılması gerekmektedir. Dergide; ayrıca yazıların başlıkları, özetleri ve tüm çizelge ve resimlemelerin açıklamaları Türkçe ve İngilizce olarak iki dilde birlikte verilmelidir.

YAZIM KURALLARI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ'nde yayımlanması kabul edilen yazıların basım öncesi dizgi işlemleri Editörlükçe yazarlara gönderilecek olan "*Makale Yazım Formatı*"na göre yazarlar tarafından yapılır. Zaman tasarrufu, ekonomiklik ve yazıların son şeklinin yazarlar tarafından da kontrolünü sağlamak açısından tercih edilen bu yöntemde, yazarlar yazılarını baskıya girecek şekilde bilgisayarda formata uygun bir şekilde dize eder ve bırakılan boşluklara da şekil ve çizelgeleri yerleştirerek (camera-ready uygulamasına benzer şekilde) basım aşamasına getirerek Editörlüğe gönderirler.

Metin Bölümü

1. *Metin*; A4 boyutunda (29,7 x 21 cm) kağıtların üzerine bilgisayarda, 1,5 satır aralıkla ve 10 punto ve Times New Roman (ya da benzer bir karakterle) yazı karakteri ile yazılmalıdır. Sayfa kenarlarında 3'er cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır. Bilgisayar çıktılarının silik olmamasına özen gösterilmelidir.
2. *Başlık*; konuyu en iyi şekilde belirtir ve 12 kelimeyi geçmeyecek şekilde kısa seçilmeli ve Türkçe başlığın (tamamı büyük harfle ve koyu yazılmış) yanısıra, İngilizcesi (İtalik ve normal büyük harflerle) de yazılmalıdır. Eğer yazı İngilizce yazılmış ise önce İngilizce sonra Türkçe başlık verilmelidir.
3. *Öz*; yazının başlangıcında en fazla 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde hazırlanmış, Türkçe öz (abstract) ve kabulden sonra İngilizce Genişletilmiş Özet (extended summary) bulunmalıdır. Bu bölüm, yayının diğer bölümlerinden ayrı olarak yayımlanabilecek düzende yazılmış, yazının tümünü en kısa, ancak öz biçimde yansıtır nitelikte (özellikle çalışmanın amacım ve sonuçlarını yansıtarak) olmalıdır. Yazı Türkçe yazılmışsa Extended summary'nin, İngilizce yazılmışsa Öz'ün başlığı ve metin kısmı italik karakterle yazılmalıdır. İngilizce Genişletilmiş Özet içinde; yararlanılan kaynaklara, şekil, çizelge ve eşitlik numaralarına değinilmelidir. Ayrıca, öz ve extended summary bölümlerinin altında bir satır boşluk bırakılarak *Anahtar kelimeler* ve *Key words* (en az 2, en çok 6 kelime alfabetik sıraya göre) verilmelidir. Eğer yazı İngilizce hazırlanmış ise, extended summary bölümü yerine abstract yazılmalı ve önce abstract sonra öz verilmelidir.
4. Yazının genel olarak aşağıda belirtilen düzene göre sunulmasına özen gösterilmelidir.
 - a) Başlık (Türkçe ve İngilizce)
 - b) Yazar ad(lar)ı ve adres(ler)i (yazar adları koyu karakterle ve soyadları tamamen büyük harfle, adresler normal italik karakterlerle)
 - c) Öz (anahtar kelimeler eklenerek)
 - d) Extended summary (key words eklenerek)
 - e) Giriş (amaç, kapsam, çalışma yöntemleri, vd.)
 - f) Metin bölümü (yöntemler, çalışılan malzeme, saha tanımlamaları, vd.)
 - g) Sonuçlar ve Tartışmalar (Sonuçların tartışılması gerektiği durumlarda, tartışmalar sonuçlarla birlikte verilmelidir. Bu durumda "Sonuçlar" başlığı yerine "Tartışma ve Sonuçlar" başlığı kullanılmalıdır.
 - h) Katkı belirtme (gerekliyse)
 - i) Kaynaklar
 - j) Ek açıklamalar
5. Metin içinde ana bölüm başlıkları dışında en fazla üç alt başlık oluşturulmalı ve başlıklara numara verilmemelidir. Bunların yazım şekli aşağıdaki gibi olmalıdır.

ÖZ

EXTENDED SUMMARY

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık

Üçüncü derece alt başlık

SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

KATKI BELİRTME

Değinilen Belgeler

6. Metrik sistem veya SI birimleri (kPa, kN/m³ vb.) kullanılmalıdır.
7. Gerek metin içinde ve çizelgelerde, gerekse resimlemelerde rakamların ondalık bölümlerinin ayrılması için nokta

kullanılmalıdır (3.1 gibi).

Kaynaklar

- A) Metin içinde kaynaklara değinme yapılırken aşağıdaki örneklerde olduğu gibi, bibliyografya araştırmacı soyadı ve tarih sırasıyla verilir.

..... Ford (1986) tarafından

.....bazı araştırmacılar (Williams, 1987; Gunn, 1990; Saraç ve Tarcan, 1995)
- b) Birden fazla sayıda yazarlı yayınlara metin içinde değinilirken ilk yazarın adı belirtilmeli diğerleri için vd. ibaresi kullanılmalıdır.

.....Doyuran vd. (1995)....

.....Smart vd.(1971).....
- c) Ulaşılmayan bir yayına metin içinde değinme yapılırken bu kaynakla birlikte alıntının yapıldığı kaynak da aşağıdaki şekilde belirtilmelidir. Ancak Kaynaklar Dizisinde sadece alıntının yapıldığı kaynak belirtilmelidir.

.....Dreybrodt(1981; Schuster ve White, 1971)
- d) Kişisel görüşmelere metin içinde soyadı ve tarih belirtilerek değinilmeli, ayrıca Kaynaklar Dizisinde de belirtilmelidir (Soyadı, Adı, Tarih. Kişisel görüşme. Görüşülen kişi(ler)in adresi)
- e) Kaynaklar, yazar soyadları esas alınarak alfabetik sırayla verilmeli ve metin içinde değinilen tüm kaynaklar Kaynaklar Dizisinde eksiksiz olarak belirtilmelidir. Kaynakların yazılmasında aşağıdaki örneklerde belirtilen düzen esas alınmalıdır.

• Süreli yayınlar ve bildiriler:

Drew, D.P., 1996. Agriculturally induced changes in the Burren karst, western Ireland. *Environmental Geology*, 28(2), 137-144.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no.]

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

[Yazar ad(lan)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editörler), Basımevi, Cilt No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa no.]

• Kitaplar için:

Palmer, C.M., 1996. Principles of Contaminant Hydrogeology (2nd Edition). Lewis Publishers, New York, 235 p.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsüyü, Sayı:869,520 s.

[Yazar ad(lan)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.]

• Raporlar ve Tezler:

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayımlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şeylerin duyarlılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99s (yayımlanmamış).

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya tezin başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayımlanıp,yayımlanmadığı)]

NOT: Tüm kaynaklarda ilk satırdan sonraki satırlar 1.5 cm içeriden başlanarak yazılmalıdır.

Eşitlikler ve Formüller

- Eşitlikler elle yazılmamalı ve bilgisayardan yararlanılmalıdır. Eşitliklerde, yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelere yer verilmesine özen gösterilmelidir.
- Her eşitliğe sırayla numara verilmeli, numaralar parantez içinde eşitliğin hizasında ve sayfanın sağ kenarında belirtilmelidir.
- Eşitliklerde kullanılacak alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterlerle yazılmalıdır (I, x² gibi).
- Eşitliklerdeki sembollerin açıklamaları eşitliğin hemen altındaki ilk paragrafta verilmelidir.
- Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır (CT_{oms}=a_cr⁵ gibi).
- Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" simgesi kullanılmalıdır. Çarpma işareti olarak genellikle herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak zorunlu hallerde "*" işareti tercih edilmelidir (Y=5 * 10⁻³X gibi).
- Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla Ca⁺⁺ veya CO₃⁻ gibi ifadeler yerine Ca²⁺ ve CO₃²⁻ kullanılmalıdır, h) İzotop numaralan, örneğin "O şeklinde verilmelidir.

Çizelgeler

- Yazarlar, Derginin boyutlarını dikkate alarak, çizelgeleri sınırlamalı ve gerekiyorsa metinde kullanılabilecek oranla çizelgeleri daha küçük karakterlerle yazmalıdır. Bu amaçla çizelgeler tek sütuna (7.5 cm) veya çift sütuna (16 cm) yerleştirilebilecek şekilde düzenlenmesine özen gösterilmelidir. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük çizelgelerin en fazla (16 x 21) cm boyutlarında olması gereklidir. Bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak çizelgeler kabul edilmez.
- Çizelgelerin hemen altında gerekli durumlarda açıklayıcı dip notlarına veya kısaltmalara ilişkin açıklamalara yer verilmelidir.
- Çizelgelerin başlıkları, kısa ve öz olarak seçilerek, hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harfle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük İtalic harflerle) "Çizelgeler Dizini" başlığı altında ayrı bir sayfaya yazılmalıdır. İngilizce olarak hazırlanmış yazılarda önce İngilizce sonra Türkçe çizelge başlığı verilmelidir.
- Çizelgelerde kolonsal ayrımı gösteren düşey çizgiler yer almamalı, sadece çizelgenin üst ve alt sınırları ve gerek görülen diğer bölümleri için yatay çizgiler kullanılmalıdır.
- Her çizelge ayrı bir sayfaya bastırılarak ve sıraya dizilerek Çizelgeler Dizini sayfasıyla birlikte metnin arkasına konulmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üzerine yazılmamalıdır. Çizelge numaralarının kurşun kalemle her çizelgenin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.

Resimlemeler (Çizim, fotoğraf ve levhalar)

- Değerlendirme aşamasında şekillerin orjinallerinin gönderilmesine gerek yoktur. Bu aşamada çizimlerin teknik çizim normlarına uygun olarak çini mürekkeple aydıngere çizilmiş veya bilgisayar çıktısı olarak alınmış ve harf, rakam ve sembeleri kolaylıkla okunabilen orjinallerinin kaliteli kopyaları gönderilmelidir.
- Tüm çizim ve fotoğraflar şekil olarak değerlendirilip numaralandırılmalıdır. Şekil altı yazılan "Şekiller Dizini" başlığı altında hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harflerle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük İtalic harflerle) ayrı bir sayfada verilmelidir. Yazı İngilizce olarak hazırlanmışsa şekil altı yazılan önce İngilizce sonra Türkçe verilmelidir.
- Her şekil, ayrı bir sayfada yer alacak biçimde sıraya dizilerek Şekiller Dizini sayfasıyla birlikte çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekil altı yazılarının ayrıca şekil sayfalarına da

yazılmasına gerek olmayıp, şekil numaralarının kurşun kalemle her şeklin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.

- Şekillerin boyutları ya tek sütuna (7.5 cm), ya da çift sütuna (en fazla 16 cm) yerleştirilebilecek nitelikte hazırlanmalıdır. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük şekillerin, şekil altı açıklamalarına da yer kalacak biçimde, en fazla (16x21 cm) boyutlarında olması gereklidir. Belirtilen bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak boyuttaki şekiller kabul edilmez.
- Harita, kesit ve planlarda sayısal ölçek yerine çubuk (bar) türü ölçek kullanılmalıdır.
- Şekiller yukarıda belirtilen boyutlarda hazırlanırken şekil üzerindeki açıklamaların (karakterlerin) okunabilir boyutlarda olmasına özen gösterilmelidir.
- Fotoğraflar şekiller için yukarıda belirtilen boyutlarda, parlak kağıda, kontrastlı ve siyah-beyaz basılmış olmalıdır. Fotoğrafların üzerinde gösterilebilecek olan simgeler için çini mürekkebi veya letraset kullanılmalıdır. Özellikle koyu tonların egemen olduğu bölgelerde simgelerin beyaz letrasetle gösterilmesi önerilir. Yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelerin kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- Mikroskopta çekilmiş ince kesit fotoğrafları (paleontolojik veya mineralojik), levha (plate) olarak değerlendirilir ve parlak siyah-beyaz kağıda basılı olmaları gereklidir. Levha sayısı üçten çok olmamalıdır.

Ek Açıklamalar ve Dipnotlar

- Ana metnin içine alınması, okuyucunun dikkatinin dağılmasına yol açabilecek ve hatırlatma niteliğindeki bilgiler, yazının sonunda "Ek Açıklamalar" başlığı altında konulabilir (İstatistik bilgilerin verilişinde, formüllerin çıkarılmasının gösterilmesinde, bilgisayar programlarının verilmesinde, vb. konularda bu yol izlenebilir.)
- Dipnotlar, yerleştirme ve yazılma açısından güçlükler neden olduğundan, çok gerekli durumlar dışında kullanılmamalıdır. Eğer dipnot kullanılırsa, yıldız (*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Dipnotta eğer değinme yapılırsa bibliyografik bilgiler dipnotta değil, Kaynaklar Dizisinde verilmelidir.

YAZILARIN GÖNDERİLMESİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ'nin " Yayımlama Amaç ve Kuralları"nda belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, biri orijinal diğer ikisi fotokopi olmak üzere aşağıdaki yazışma adresine üç nüsha gönderilmelidir. **Orijinal resimlemeler, yazının yayına kabul edilmesi durumunda kullanılmak üzere yazarlar tarafından muhafaza edilmelidir.**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ EDITÖRLÜĞÜ **T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası**

PK 464, Yenışehir
06444, Ankara
Tel : (312)4323085/(312)4343601
Faks : (312)43423 88
E-posta : mesener@mta.gov.tr

AYRI BASKILAR

Dergide yayımlanması kabul edilen yazıların ayn baskısından on adet yazarına veya birden fazla yazarlı yazılarda yayım için başvuruyu yapan yazara olanaklar çerçevesinde ücretsiz olarak gönderilir. Ondan fazla ayn baskı talebinde bulunulması halinde yazarlar tarafından her ayn baskı için Jeoloji Mühendisliği Odası Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ücret ödenir.