

**Adana-Mansurlu Attepe Demir Yatağı' nın Maden Jeolojisi**

Mining Geology of Attepe Iron Deposit, Mansurlu-Adana

**Serkan DAYAN<sup>1</sup>, Taner ÜNLÜ<sup>2</sup> ve İ. Sönmez SAYILI<sup>2</sup>**<sup>1</sup>İller Bankası Genel Müdürlüğü, İmar Planlama Dairesi Başkanlığı, ANKARA<sup>2</sup>Ankara 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 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (toplam demir), % 2,2-10,0 SiO<sub>2</sub>, %0,9-1,3 MnO, % 0,03-1,7 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 2,1-3,6 MgO; Limonit ve götitler ise; % 57,2-93,8 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (toplam demir), % 0,5-1,6 MnO, % 1,1-3,6 SiO<sub>2</sub>, % 0,1-0,6 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 0,05-0,6 MgO içermektedir. Metasiltaşlarında saptanan 140 ppm' lik Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (total iron), 2,2-10,0% SiO<sub>2</sub>, 0,9-1,3% MnO, 0,03-1,7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,1-3,6% MnO; On the other hand, limonite and goethite contain 57,2-93,8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Total iron), 0,5-1,6% MnO, 1,1-3,6% SiO<sub>2</sub>, 0,1-0,6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,05-0,6% MnO. The Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content of 140 ppm determined in metasiltstones 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.*

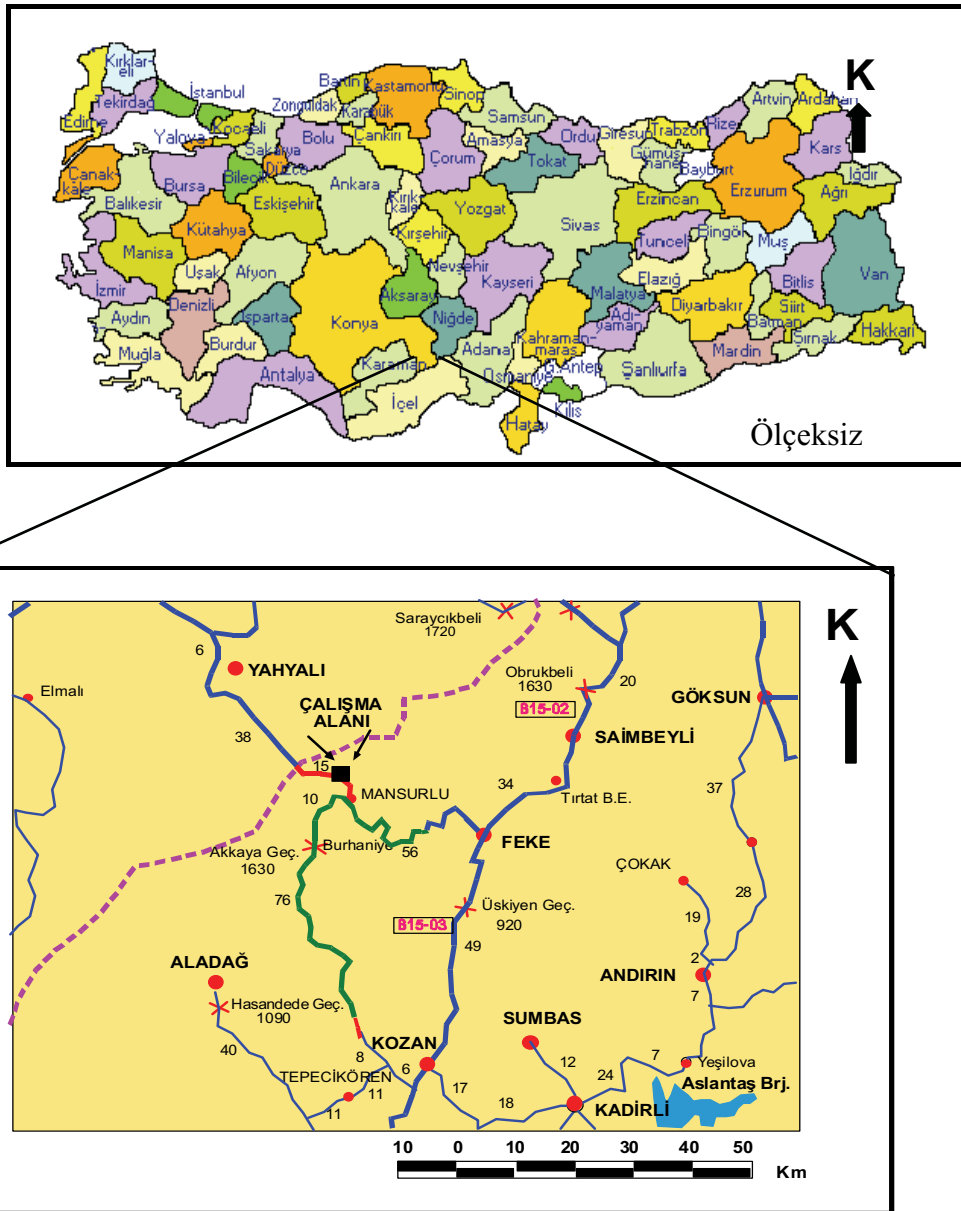
*Within the frame of this study, it is highly recommended that Precambrian units must be investigated in detail during further studies.*

**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.

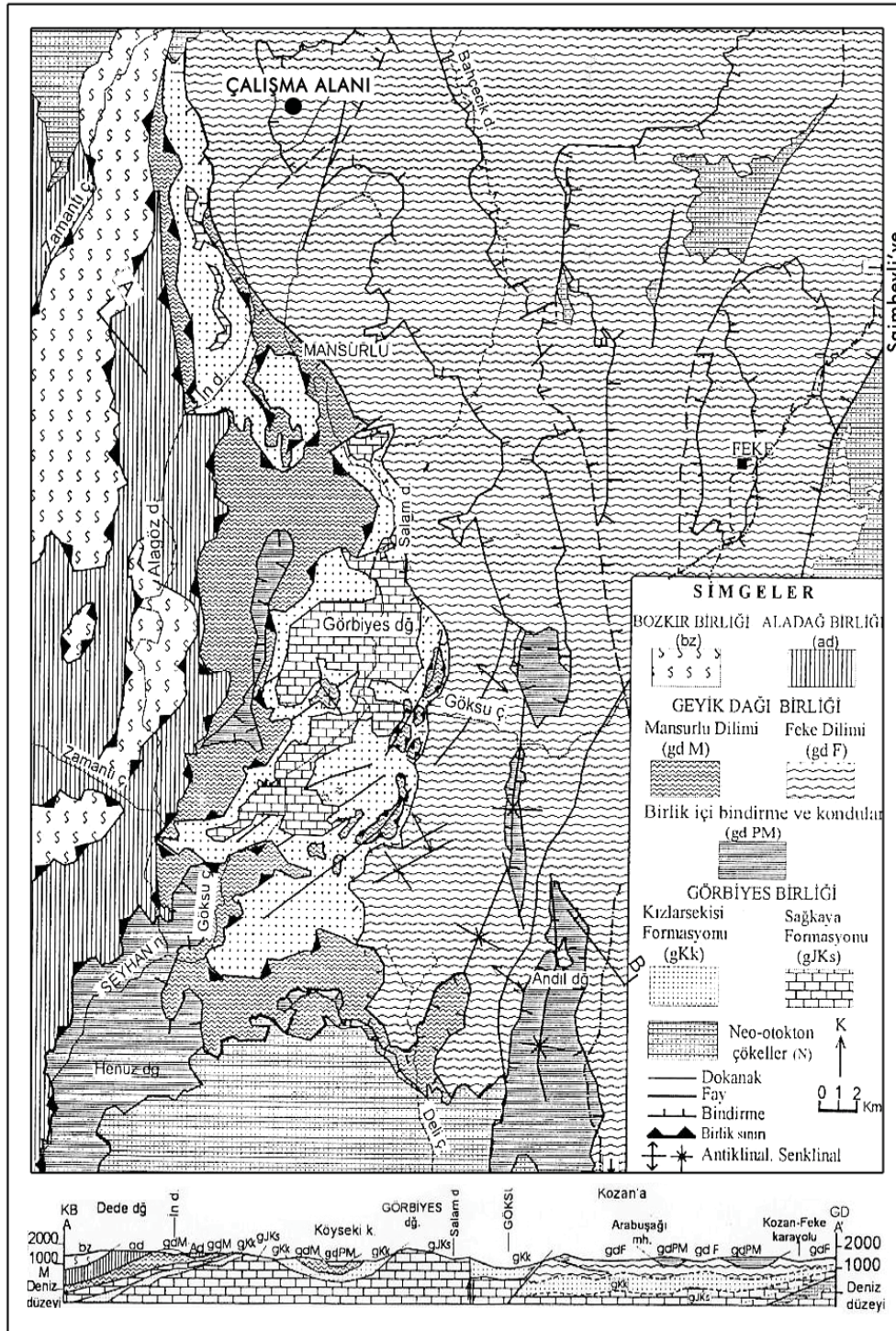
### Çalışma Alanının Jeolojisi

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 Özgül ve diğ., 1968; 1973 tarafından tanımlanmış olan kaya stratigrafi birimleri (Özgül, 2006).

Table 1. Lithostratigraphic units of Geyikdağı Unit described after Demirtaşlı, 1967 and Özgül et al, 1968, 1973 (Özgül, 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
Puşçutepe 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 özgü, Kızlarseskisi 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.

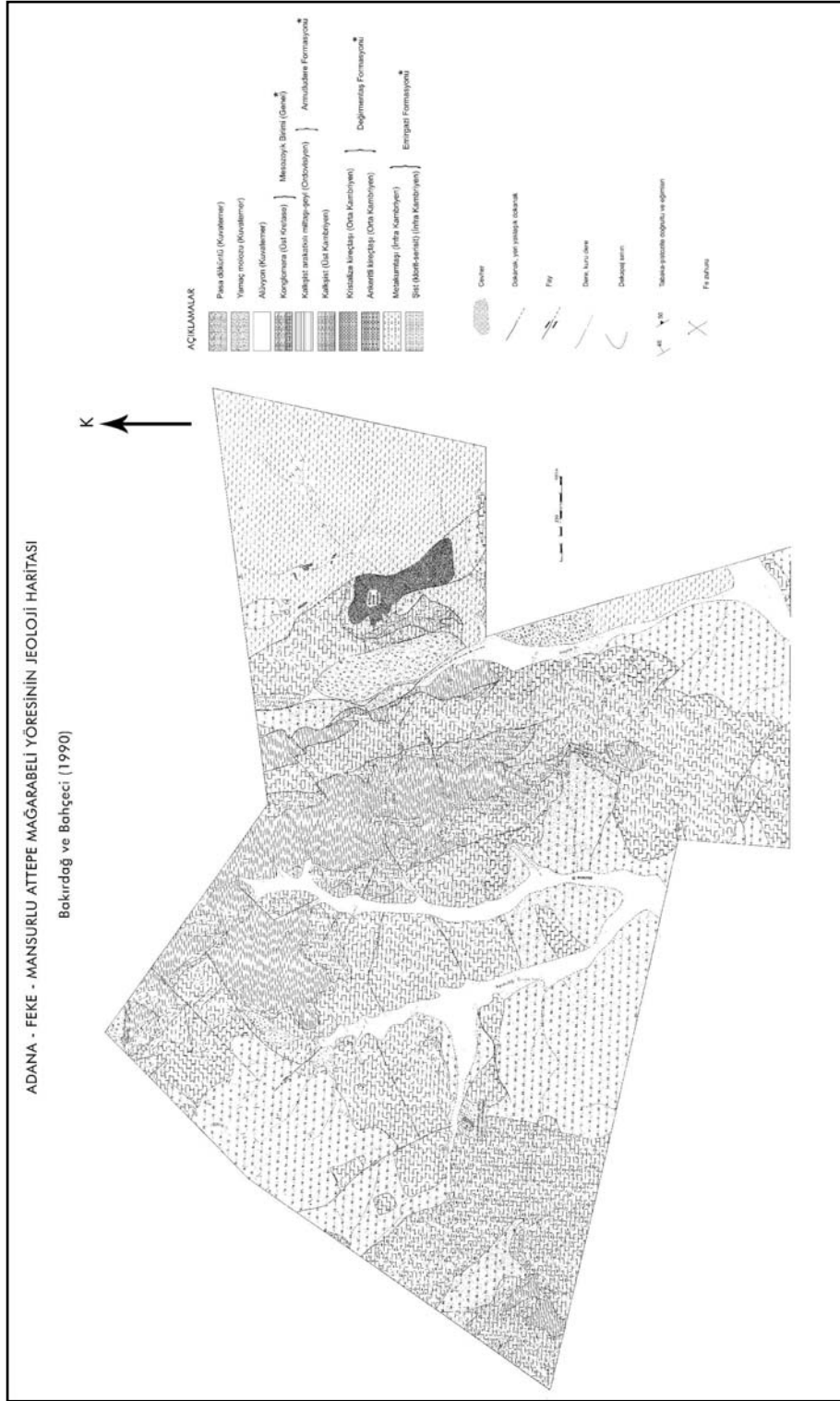
Bu birimin üstünde konglomera özelliğinde olan bir seviye yer almaktadır. Bu seviye yaygın olmamakla birlikte farklı birimlerin üstünde değişik kalınlıklarda gözlenmektedir. Konglomeranın varlığı ve üstteki birimin Orta Kambriyen yaşında olması nedeniyle, istifin İnfra-kambriyen veya Kambriyen öncesi 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, stromatolitli, 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 mercekler oluşumakta Moloz akması (debris flow); değişik boyutu 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 spekülaritenden oluşan silt-kum boyu gereç, ye serisitleşmiş, kloritleşmiş hamur içermekte; değişik düzeylerinde moloz akması birikintilerini kapsamakta

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

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

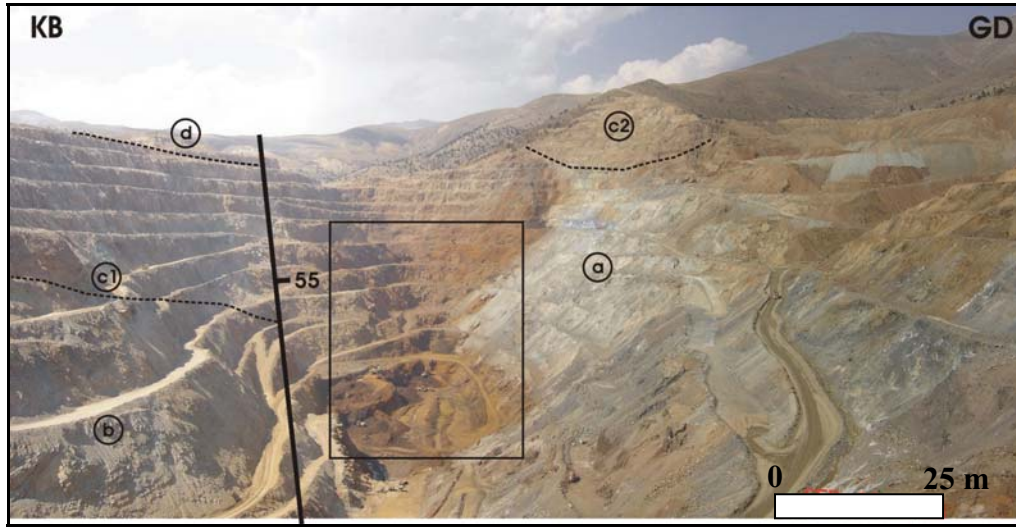




Şekil 4: Adana-Feke-Mansurlu; Attepe, Mağarabeli Yöresinin Jeoloji Haritası (Bakırdağ ve Bahçeci, 1990). Harita; Dağlıoğlu, 1990 çalışmasından değiştirilmeden alınmıştır. Ancak yıldız işareti ile gösterilen formasyon ve birim isimleri, bu bölgede yapılan tüm çalışmalar göz önüne alınarak, bir nevi deneyişirme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

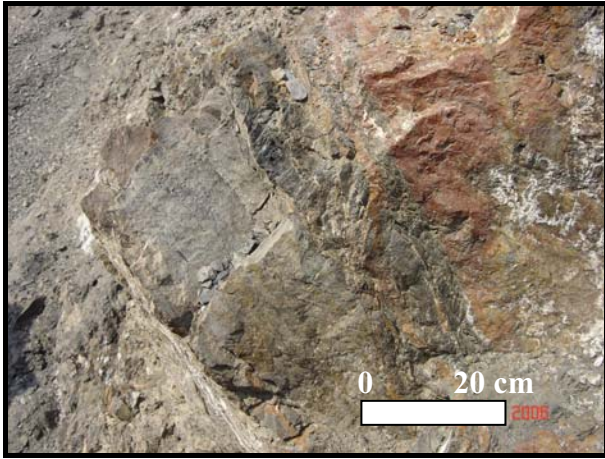
### Değirmentaş Formasyonu

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).

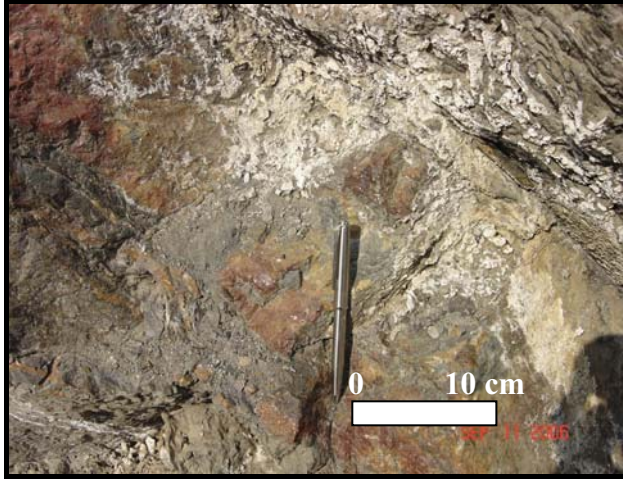
*Figure 6. Continuation of siderite lens concordant to bedding and schistosity in Emirgazi Formation (lower contact grade with sedimentary relations and upper contact, fault controlled late stage after mineralization).*



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

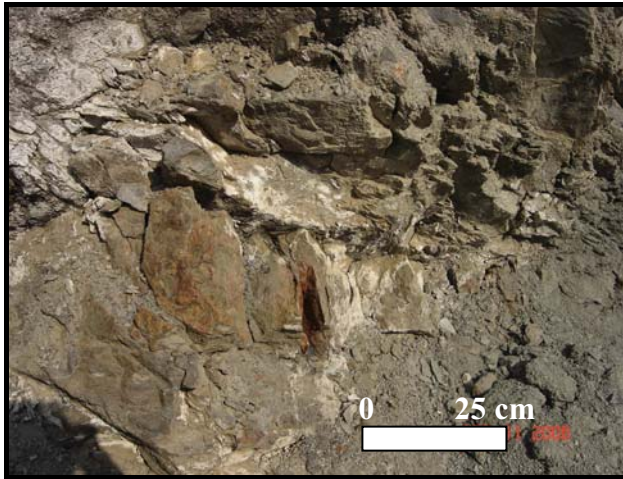
*Figure 7. Close up view of gradation structure related to sediments observed at lower contact of the same lens.*





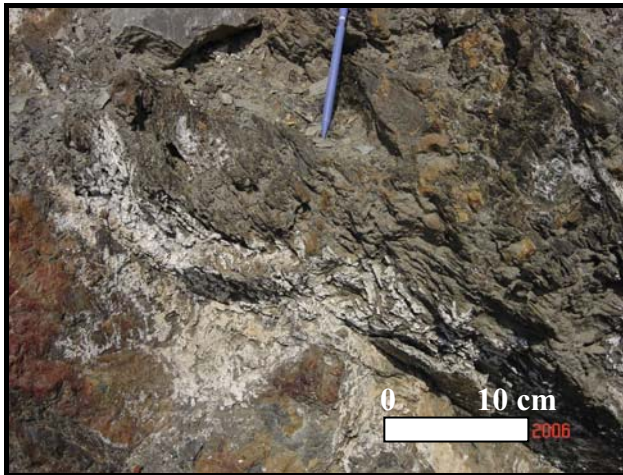
Şekil 8: Aynı merceğin alt dokanağında gözlenen sedimanter ilişkili geçişli yapının daha yakından görünüşü.

*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 Üyesi<sup>1</sup>: 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 götit 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

<sup>1</sup> Bu bölümün başlığının Breş-Konglomera olarak verilmesinin nedeni, Dağlıoğlu, 1988' nun 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 karmaşığıdır. 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:

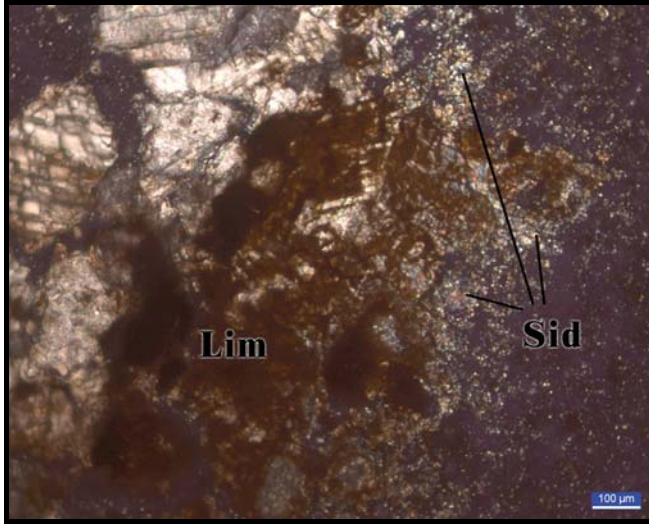
#### **Demiroksit Mineral Topluluğu**

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



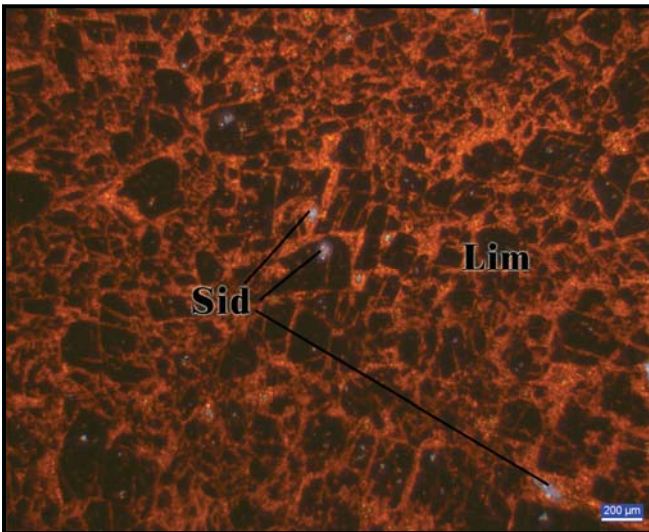
mineralleri (siderit) olduğu, yarı karbonat-yarı demiroksit çimentolu olduğu görölmektedir. Aynı kayaların kılcal çatlaklarında demiroksitlerin dolaştığı gözlenmektedir. Karbonat mineralleri özşekilsiz, kuvarslar ise ince taneli, yer yer öz şekilli olarak gözlenmektedir. Siderit kalıntıları

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) dönüştümiş, 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

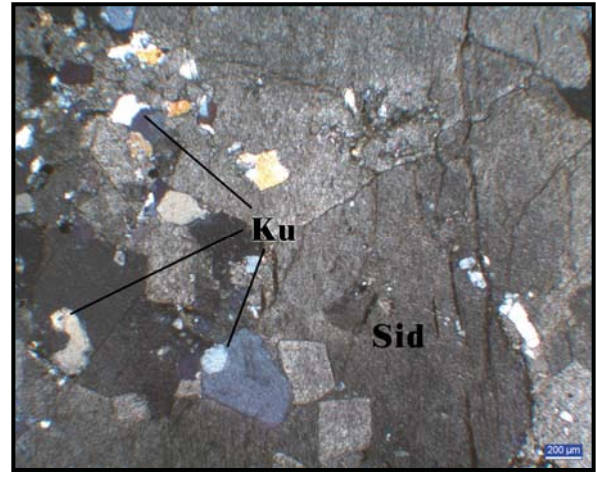
Kayaçlarda çok ince-iri tane boyu arası özşekilli ve yarı özşekilli karbonat mineralleri (sideritler), ince taneli ve saçılmış durumda, yer yer orta tane boyunda özşekilsiz, yer yer de öz ve yarı özşekilli kuvarslar bulunmaktadır. Bazen kuvarslarda dalgalı yanıp sönme izlenmektedir. Kayaçlar, ince taneler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



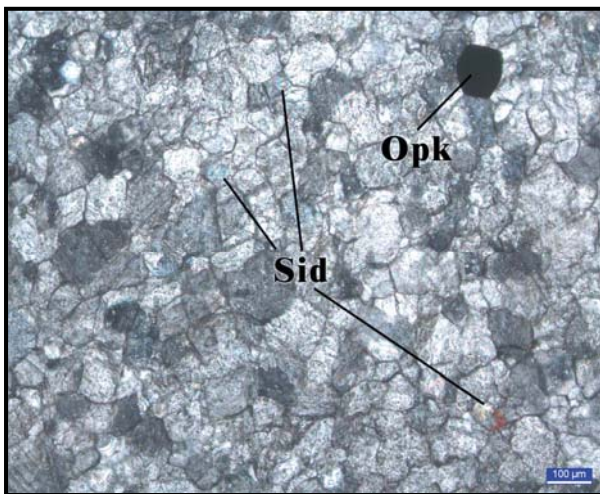
Şekil 13: İri taneli sideritler (Sid) (Çift Nikol).

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



Şekil 14: Siderit (Sid) içerisinde öz-yarı öz şekilli kuvars (Ku) kapaımları (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).*

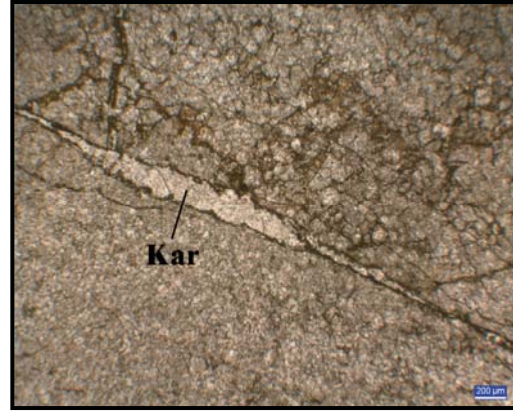


### Kireçtaşı-Mermer

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).



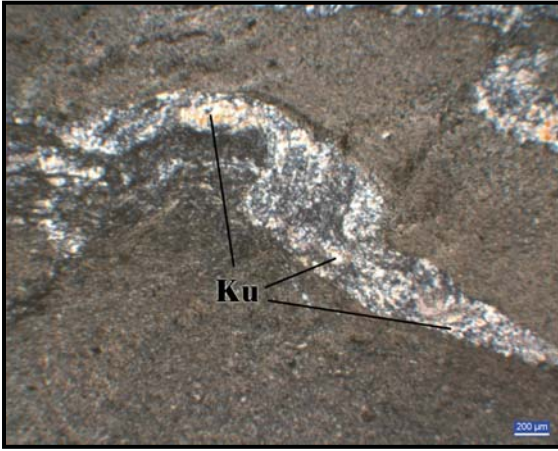
Şekil 16: Kireçtaşı-mermer örneğinde karbonatlar içindeki kırığa yerleşmiş ve kendi içinde kristalize olmuş karbonatlar (Kar) (olasılıkla siderit) (Tek Nikol).

*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. Distribution of sericite, chlorite, fine grained quartz and feldspars in fine grained argillaceous rock (displaying light schistosity of metasiltstone, metashale) (polar nicols, 4x).*



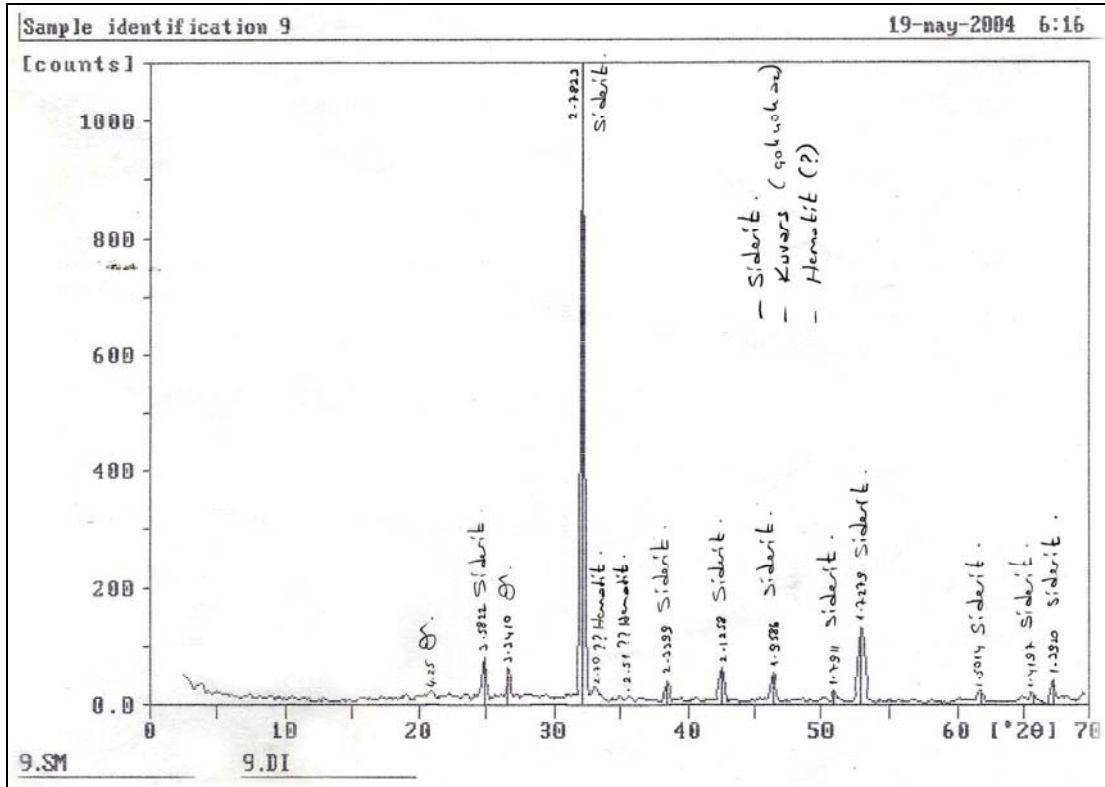
Şekil 18: Killi yan kayada (ince taneli metasilttaşı), ince taneli klorit matriks içinde "S" çizen kuvarslar (Ku) (Çift Nikol).

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).

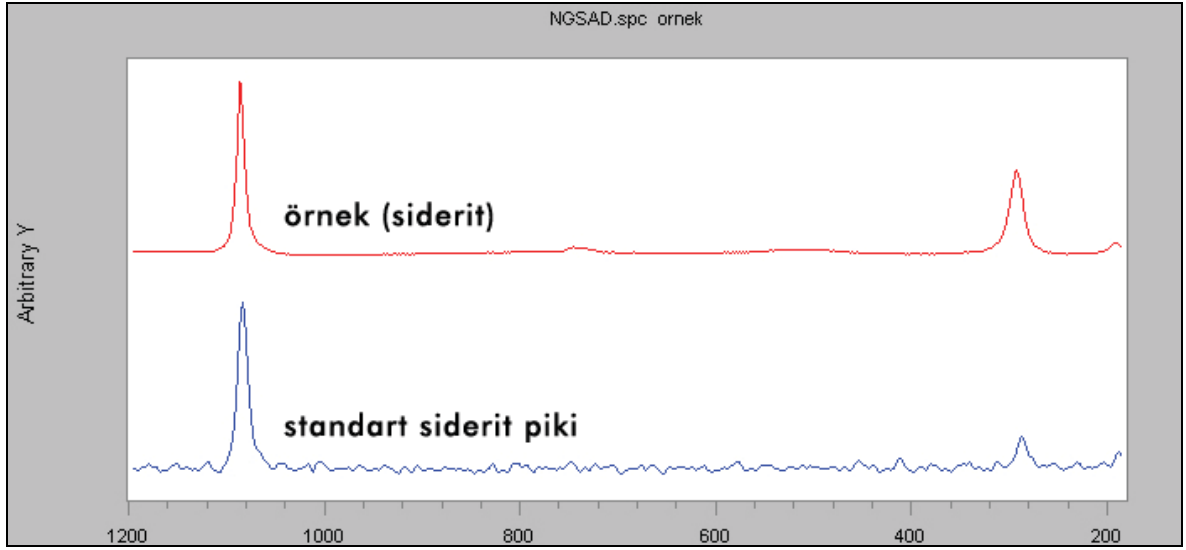
Raman spektrometresinde mineralojik olarak saptanmış olan şörtit mineralinin kimyasını belirlemek amacıyla aynı şörtit tanesinde mikro XRF aleti ile nokta analizi yapılmıştır. Nokta analizinin sonuçları ham biçimde aletten alındığı şekli ile Çizelge 2'de sunulmaktadır. Aynı tablonun devamında ise (Çizelge 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

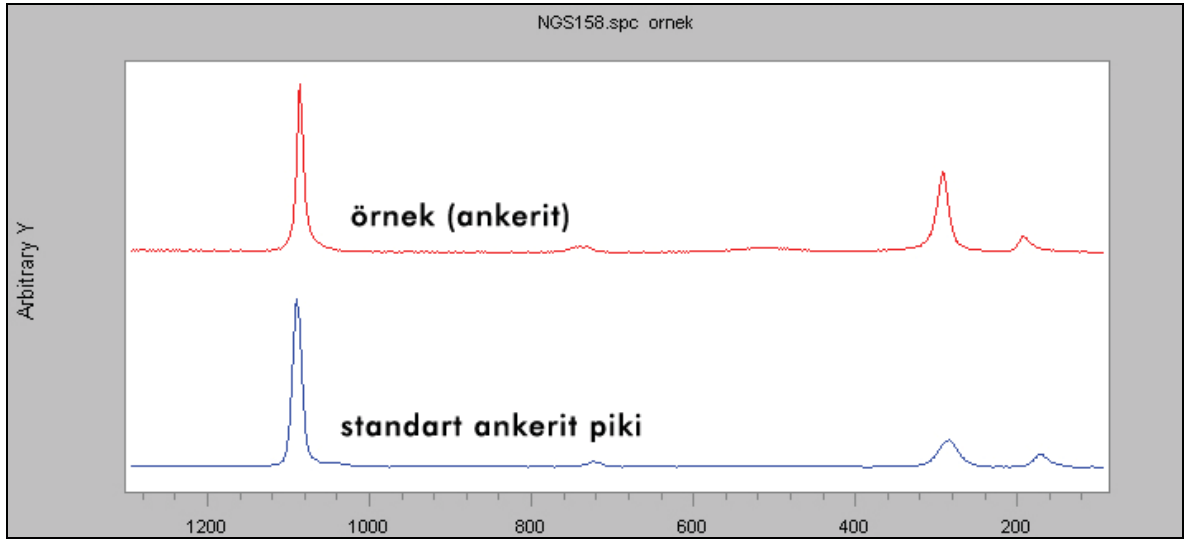
Çalışma sahasından alınan siderit örnekleride DTA-TGA değerlendirmeleri yapılmıştır. Hava ortamında yapılan analizlerde başlangıç sıcaklığı yaklaşık olarak 25 °C olup, numuneye 20 °C artışlarla 950 °C'ye kadar ısı uygulanmıştır (referans kesesi olarak  $\alpha$  (Alumina)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) kullanılmıştır. Şekil 26'da DTA-TGA sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre sideritlerin mineral yapı bozulma ısıları yaklaşık 520 °C olarak belirlenmiştir.





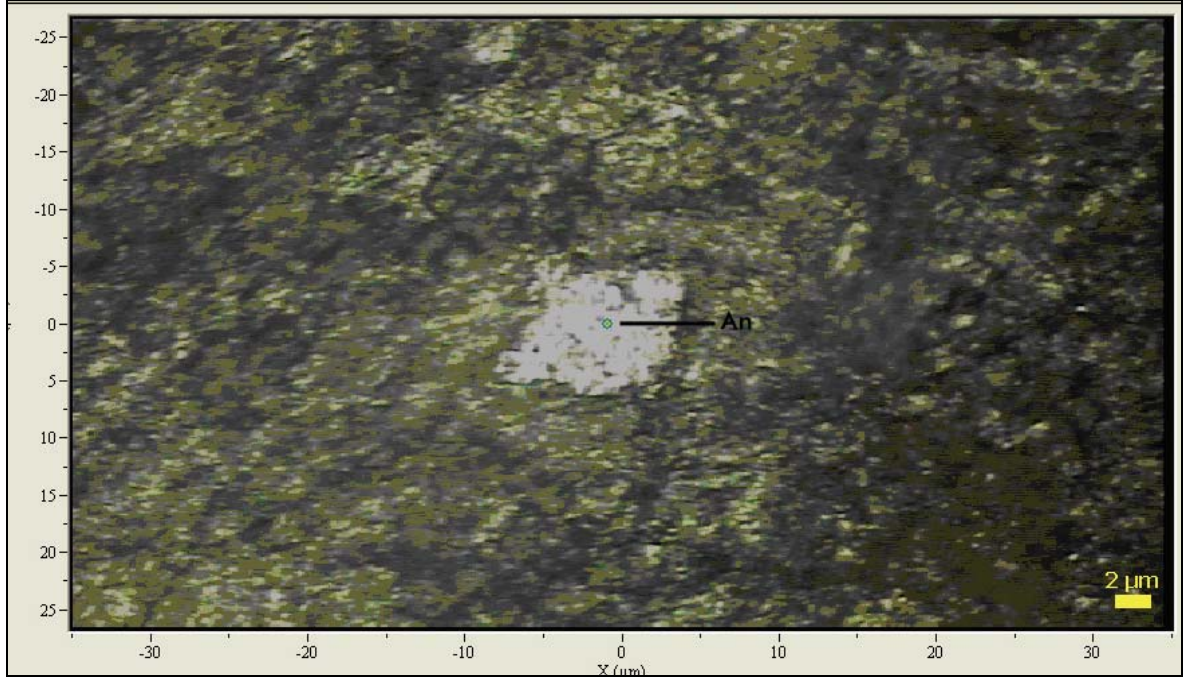
Şekil 20: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve “Spectral ID” programındaki standart mineral karşılığı (siderit).

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



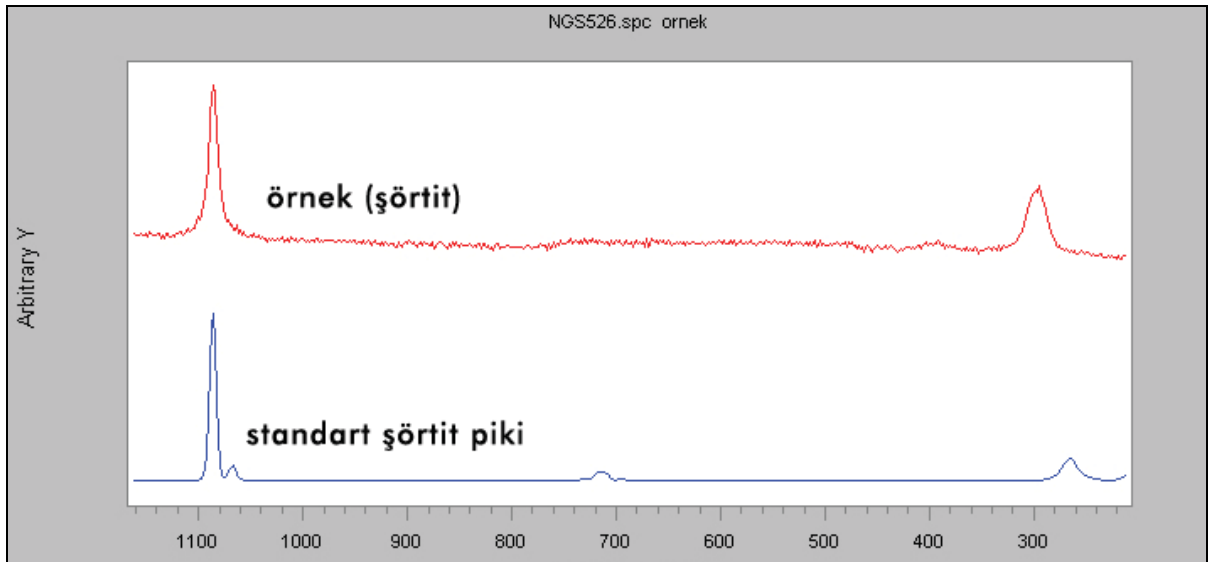
Şekil 21: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve “Spectral ID” programındaki standart mineral karşılığı (ankerit).

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



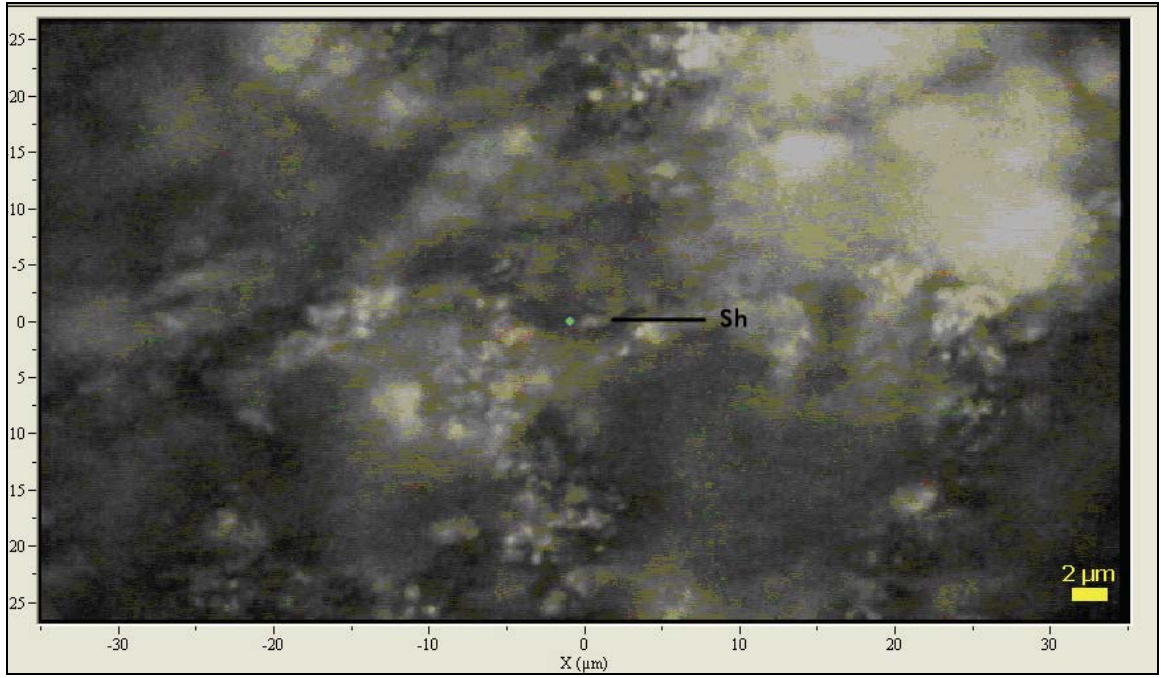
Şekil 22: Siderit örneğinde saptanan ankerit (An) mineralinin, Raman spektrometresinde saptanan görüntüsü.

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



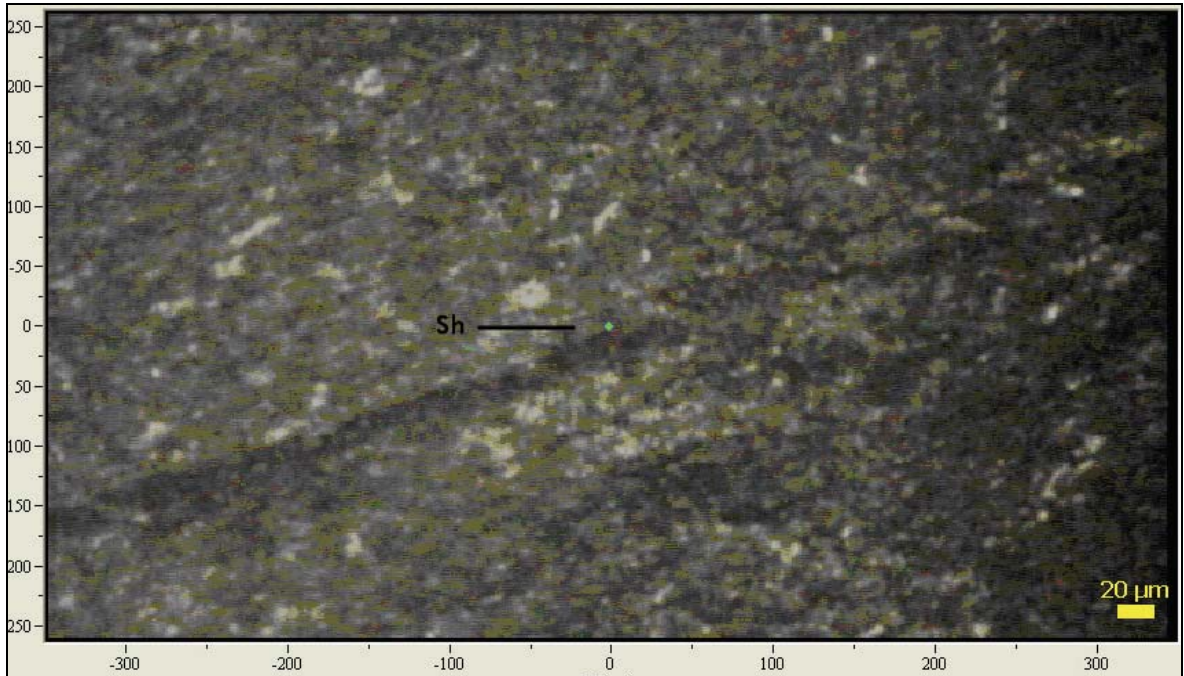
Şekil 23: Siderit örneğinde bir taneye ait raman spektrumunun ve "Spectral ID" programındaki standart mineral karşılığı (şörtit).

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



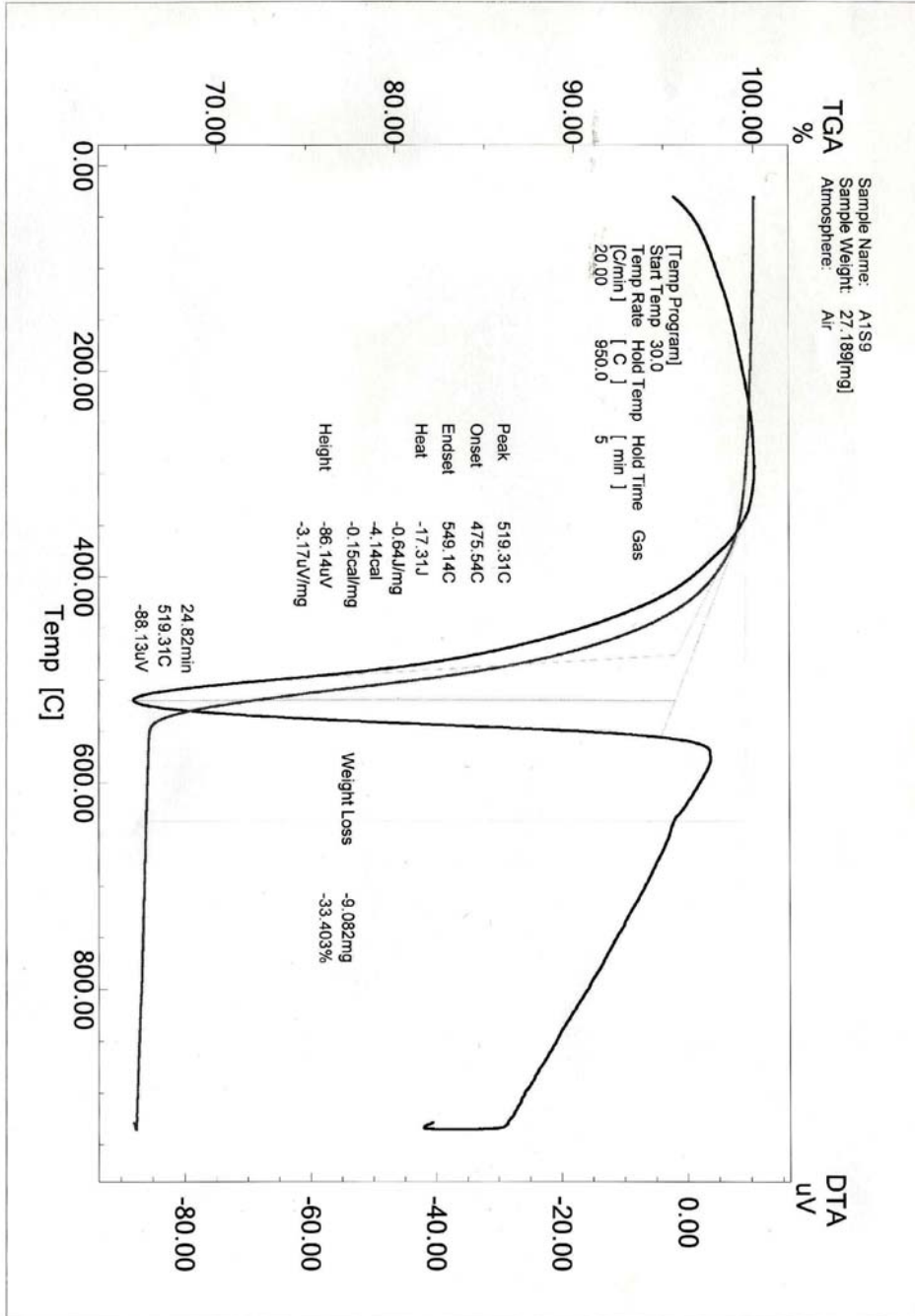
Şekil 24: Siderit örneğinde saptanan, şörtit (Sh) mineraline ait görüntü.

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 <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	Al (%)	Si (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Ti (%)	Cr (%)	Fe (%)	Ni (%)	Rb <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	Al (%)	Si (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Ti (%)	Cr (%)	Fe (%)	Ni (%)	Rb <sub>2</sub> 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 metallere özgü 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).

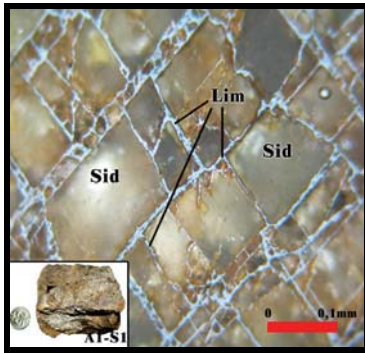
Table 3. The micro XRF analyses results of a shortite grain (interpolated to 100%).

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.

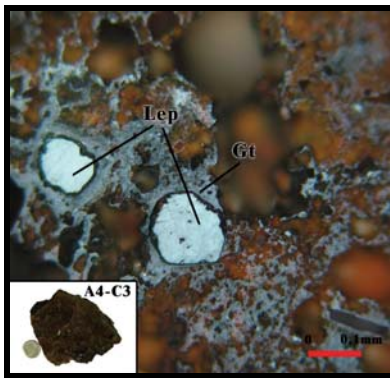


Şekil 27: Siderit örneğinde sideritlerin (Sid) dilinimleri ve çatlakları ve tane sınırları boyunca gelişen limonitler (Lim). Şekillerin alt köşelerinde ayrıca el örnekleri resimlenmiştir.

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



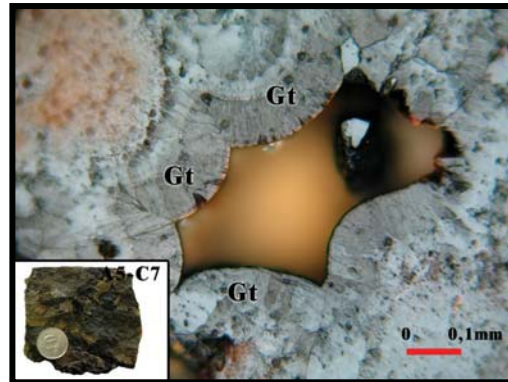
Şekil 28: Limonit örneğinde götitlerin (Gt) içinde tamamen lepidokrozite (Lep) dönüşmüş, özşekilli mineral Pseudumorfaları.

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 pseudomorfaları izlenmektedir. Limonitlerdeki kolloform doku iyi gelişmiş bir şekilde gözlenmiştir (Şekil 29). Limonitlerin bir kısmının içlerinde eser olarak pirit kalıntısı belirlenmiş ve piritten dönüştüğü saptanmıştır.

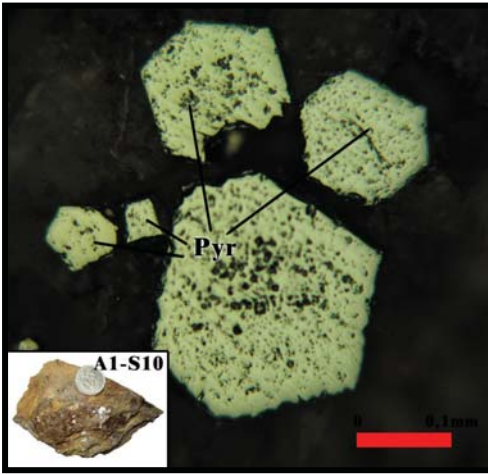


Şekil 29: Limonit örneğinde, götitlerde (Gt) kolloform doku.

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  $\mu$  arasındadır. Genellikle kenarlarından itibaren limonitleşmiş olup, limonitlerin içinde kalıntılar halinde de görülürler.

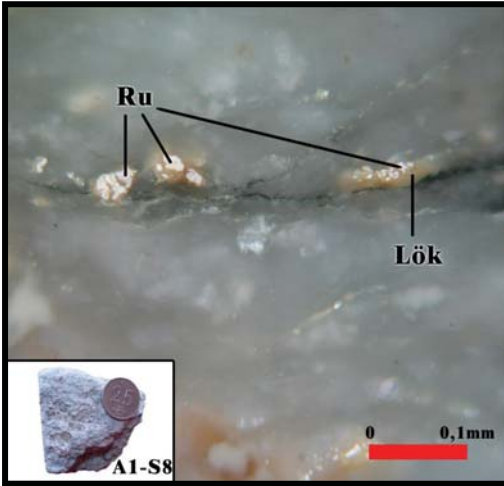


Şekil 30: Siderit örneği içindeki, iri ve ince taneli piritler (Pyr).

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

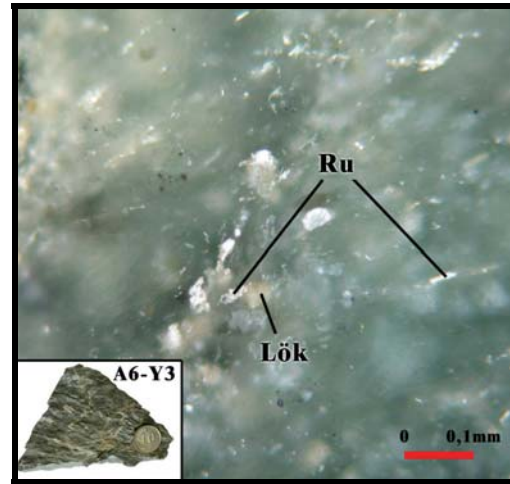
### Rutil

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



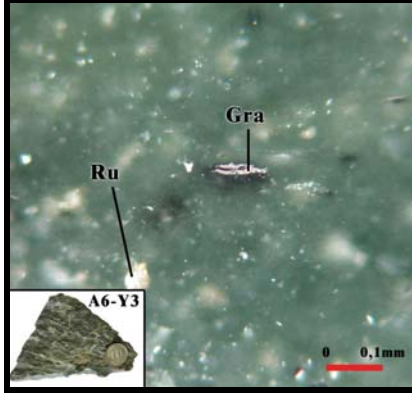
Şekil 31: Siderit örneği içindeki rutiller (Ru) ve rutillerin etrafındaki lökokselenleşmeler (Lök).

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



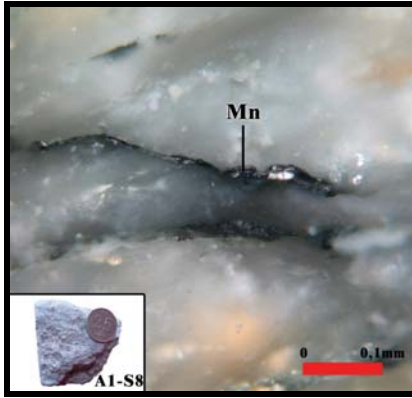
Şekil 32: Killi yan kayaç içinde rutiller (Ru) ve etrafında lökokselenleşmeler (Lök).

Figure 32. Rutiles (Ru) in argillaceous 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. Mangan (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.

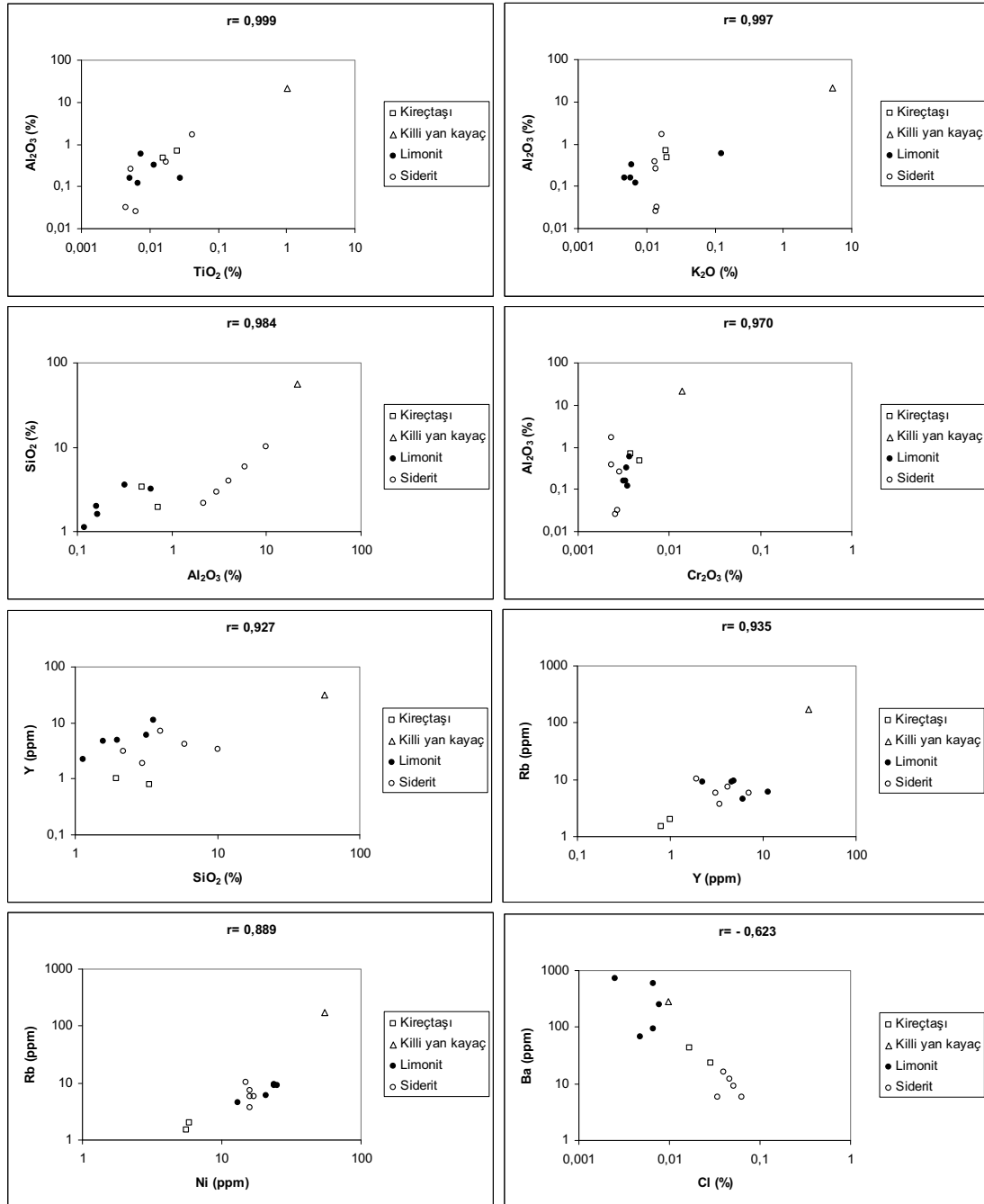
İl/ilçe	Element		Na <sub>2</sub> O %	MgO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	SO <sub>3</sub> %	Cl %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	LOI %	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	4,000	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	0,925	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
	İl/ilçe	Element		Sr ppm	Y ppm	Zr ppm	Nb ppm	Mo ppm	Ag ppm	Cd ppm	In ppm	Sn ppm	Sb ppm	Te ppm	I ppm	Cs ppm	Ba ppm	La ppm	Ce ppm	Hf ppm	Ta ppm	W ppm	Au ppm	Hg ppm	Tl ppm	Pb ppm	Bi ppm	Th ppm
Örnek No		No																										
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	2,77,9	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	5,96,3	8,1	11,0	1,20	1,30	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	7,76,2	9,6	12,0	2,40	2,30	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	9,3,1	10,6	12,0	2,10	2,10	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	2,51,2	8,3	11,0	2,00	2,10	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	6,7,3	9,6	12,0	2,10	1,30	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	1,60	1,30	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	1,50	1,30	70,6	11,0	4,8	3,6	14,0	2,7	16,0	13,0
		A1-S3	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	1,50	1,40	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	1,50	1,50	14,6	9,7	4,0	3,7	16,0	3,0	20,0	14,0
	A1-S7	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	1,60	1,40	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).

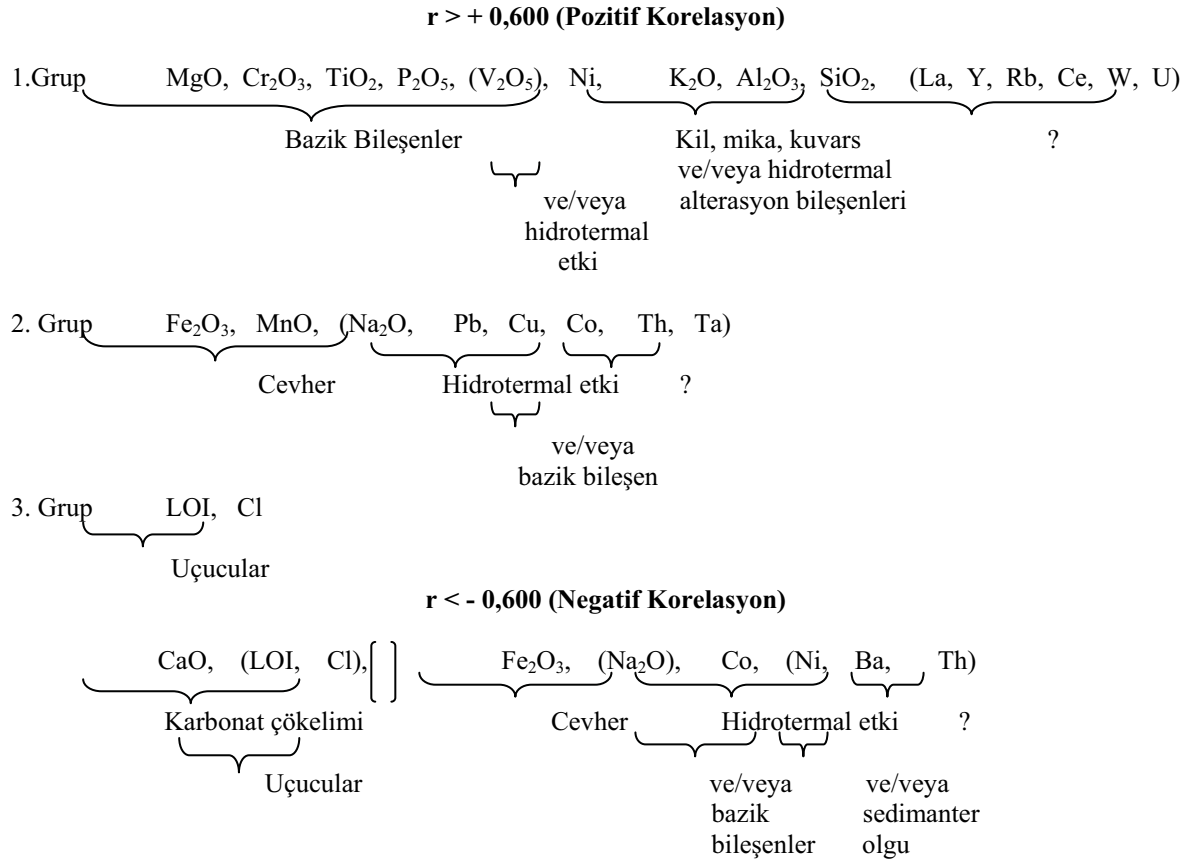
Yüksek pozitif korelasyon grubu içerisinde ( $r > +0,600$ ) 3 ayrı grup ortaya çıkmaktadır. Her bir grup içindeki elementler birbirleriyle pozitif korelasyon ilişkili (bir element artarken diğer element de artmakta) birliktelikler sunmaktadırlar.

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 istife özgü (+/- hidrotermal etkiler) bir cevherleşme modeli ağırlık kazanmakta ve özgülleşmektedir.



**Şekil 36:** Adana-Mansurlu Attepe Demir Yatağı'nın jeokimyasal verilerine özgü jeoistatistik 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.

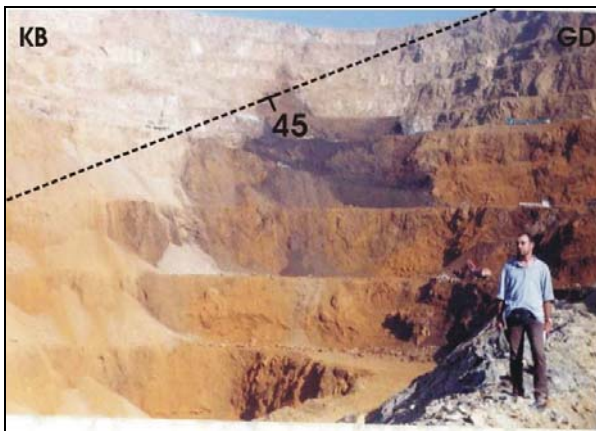
Yukarıda sunulan istif, cevherleşme sonrası metamorfizma ve deformasyon evreleri ile yoğun biçimde kıvrılmış ve kırılmıştır. Fay zonlarındaki çoğunlukla meteorik su döngülerinin neden olduğu karstlaşmalar, yukarıda sayılan tüm demir minerallerinin yoğun biçimde limonitleşmesine neden olmuş ve bugün işletilen 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 metasandstone : 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 (doyguluk 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. Syndimentary 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 vev 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 sedimanter/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 mercek reliklindeki demir element kökeni için, sedimanter teori kapsamında metalin kıtadan (karadan) gelme olasılığına karşın, volkanosedimanter 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<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>' ce zengin seviyelere özgün gelişmesi beklenen sedimanter 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 mercek relik ve relikleri, birincil sedimanter cevherin oluşumu ve kökeni konusunda önemli işaretleri gündeme

taşımaktadır. Aynı zamanda aynı lokaliteden alınan el örneklerindeki sideritli ve bitümlü (grafitli) bölümler arasındaki, kendi içlerindeki sinsedimanter 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-götütlere paralel (uyumlu) REE kalıpları sunması normaldir. Ancak, metakumtaşları ve bitümlü şistlere özgü farklı gidişli (siderit ve limonit-götütlere 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 yüzeylenmekte 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-götit 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 yüzeye 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 mikroskobik 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 mikroskobisi 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) %55-65 arasında değişirken, ortalama içerik % 61 olarak saptanmıştır. SiO<sub>2</sub> ortalama içeriği % 5,

MnO ortalama içeriği %1, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) % 57-93 arasında değişirken, ortalama içerik % 85'tir. SiO<sub>2</sub> ortalama içeriği % 2,3, MnO ortalama içeriği % 1, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) % 7,2, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği % 21, MgO içeriği % 5,7, K<sub>2</sub>O içeriği % 5,1 ve TiO<sub>2</sub> içeriği % 1'dir. Bu örnekte 140 ppm Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 37 ppm Co, 55 ppm Ni, 250 ppm Zr ve 278 ppm Ba saptanmıştır. Özellikle Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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.Kadioğlu'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. Lagerstaettkunde 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 Stratigrafisi Birimleri. Stratigrafisi Komitesi 6. Çalıştayı (Toros Kuşağı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Prekambriyen-Paleozoyik Kaya Birimlerinin Litostratigrafisi 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., Kırıkooğlu, 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.