

## OTLUKİLİSE (GÜRÜN - SİVAS) DEMİR YATAĞININ KÖKENİNE BİR YAKLAŞIM

Dönmez ÇİFTÇİ,\* Taner ÜNLÜ\* ve İ. Sönmez SAYILI\*

ÖZ.- Bu çalışmada Sivas ili, Gürün ilçesi civarında yer alan Otlukilise demir yatağının maden jeolojisi ele alınmakta ve kökensel yorumu tartışılmaktadır. Platform tipi kireçtaşları ile temsil edilen Jura-Alt Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonu üzerinde açılan havzanın ilk çökelleri havza yamaçlarında depolanan Üst Kretase yaşlı Yanıktepe formasyonuna özgü rudistli kireçtaşları ile şeyl, marn, kumtaşı ardaşmasından oluşmaktadır. Bu birimler üzerinde, havzanın giderek derinleşmesine bağlı olarak çökelmiş olan Paleosen yaşlı Akdere formasyonuna özgü sedimentler birimler gözlenmektedir. Bu formasyonun üzerine Orta Eosen yaşlı Başören formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. En üstte ise tüm bu birimleri uyumsuz olarak örten Miyosen ve Pliyo - Kuvaterner yaşlı Gövdelidağ ve Gürün formasyonlarına özgü sedimentler kayaçlar ile volkanitlerin oluşturduğu istifi yer almaktadır. Otlukilise demir oluşumlarının kökeni, Yanıktepe ve Akdere formasyonları içinde yer yer gözlenen volkanik ara katkılarla ilişkili düşünen volkanosedimenter oluşumlu siderit cevherlerinin ikincil süreçler ile zenginleştiği dize bütününde irdelenmiştir. Demirce zengin masif cevher örneklerinde yapılan çalışmalar, karbonatların çökeldiği bir ortama yayılan denizaltı volkanitlerinin dolaylı - dolaysız biçimde serpantinlerden yıkadığı veya çözdüğü demir ve yandaş elementlerinin ortama hidrotermal - eksalatif girişlerine eşlik eden, yine hidrotermal oluşumlu yoğun silis gelişleri ile karakterize olunan silikat fazının ve aynı denizaltı volkanitlerinin deniz suyu ile reaksiyonu sonucu oluşan sülfid fazının birlikte katılımcı olduğu bir sedimentasyon havzasına özgü cevherleşme geçmişini şekillendirmektedir. Demirce fakir konglomeratik - breşik cevher örneklerinde gözlenen, özellikle kuvars ile siderit, kil ve/veya killi siderit seviyeleri arasında izlenen ve belirli matematiksel kurallar ile ifade edilebilen "ardışıklı birliktelik" deformasyon öncesindeki sedimenter ilişkiye işaret etmekte olup, kil ve kuvarsça zengin içice girmiş cevherli bir horizonun oluşum sırası ve/veya hemen sonrasındaki havza tabanı hareketleri ile yer yer masif, yer yer de parçalanmış cevher biçiminde şekillenebileceği ortaya konulabilmektedir. Böylece Otlukilise demir yatağı, Lahn - Dill tipi sinsedimenter - volkanojen ve eksalatif - sedimentler yatakları Türkiye'deki Deveci demir yatağı benzeri bir diğer örneği temsil etmektedir.

### GİRİŞ

Bu çalışmada Elbistan K38 b-4 paftasında Sivas ili, Konakpınar nahiyesi Gökçeyazı (Otlukilise) köyü sınırları içerisinde yer alan Otlukilise demir yatağı ele alınacaktır.

Çalışma sahası ve yakın çevresinde ayırtılan litolojik birimler Doğu Toros platformu bünyesinde yer alan, Geyikdağı birliğine dahil edilen (Özgül, 1976) Gürün Otoktonuna özgü sedimentler kayaçları ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç çökel ve volkanitlerden oluşmaktadır (Atabey, 1993b).

Bölgenin jeolojisine, yönelik çalışmaların başlıcaları Akkuş, 1971; Kurtman, 1978; Aziz ve diğ., 1981; Özer ve diğerleri, 1984; Alkan ve Türkmen, 1987; Kozlu ve diğerleri, 1990 ve Atabey, 1993a,b,c olarak sıralanabilir. Çalışma sahasına özgü farklı yazarların çalışmalarının denetleştirilmesi sonucu oluşturulan karşılaştırmalı stratigrafik dizinin Şekil 1'de sunulmuştur. Formasyon isimleri ayrı yazarlar

tarafından farklı biçimde verilmiş olup, bu adlamalar Çiftçi, 1994'de ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

Yatak ve çevresinde 1960 lı yıllardan beri maden jeolojisine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda Otlukilise demir yatağı çevresi demir cevherleşmelerinin kireçtaşlarının çatlak ve boşluklarında yer aldığı belirtilmiş, ancak cevherleşmenin kökeni konusunda ayrıntılı bir yoruma gidilememiştir (Gülibrahimoğlu, 1979).

Yapılmış olan çalışmalarda kökene yönelik verilerin yeterli olmamasına karşın, cevherleşmenin bölgede yer alan kireçtaşları ile olan ilişkilerinden esinlenerek metasomatik tipte olabileceği tüm çalışmacıların birleştikleri ortak nokta olarak belirlenmiş, ancak cevheri getiren kayaçların kaynağı konusunda ortaya konulan tartışmalar yazarlar arasındaki farklı sentezleri gündeme getirmiştir. Kimi yazar, cevherleşmeye temel oluşturan kayaçları denizaltı volkanitleri olarak değerlendirirken (Gümüş, 1962, 1964), kimi yazar da aynı volkanitlerin derinlik kayaçlarını cevherleşmeye esas almışlar ve bu kay-

\* Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.



naklardan gelen demirli çözeltilerin kireçtaşları ile etkileşimleri sonucu epijenetik karakterli cevher oluşumu görüşünü savunmuştur (Kormalı, 1972). Bazı yazarlar da demir kaynağını, demirli sedimenter kayaçların yıkanmasına bağlamışlardır (Barosh, 1971).

Otlukilise demir yatağının epijenetik veya sinjenetik oluşum şekli, cevherleşmenin köken tartışmasının odağını teşkil eder. Bu çalışmada, ağırlıklı biçimde masif ve konglomeratik - breşik cevher örneklerinde yapılan mineralojik - petrografik, jeokimyasal çalışmalar sonucunda köken tartışmasına yeni bir boyut kazandırma amacı hedeflenmiştir.

### ÇALIŞMA SAHASININ JEOLJİSİ

Çalışma sahası ve yakın çevresinde yüzeylenen birimler yaşlıdan gence doğru: Yüceyurt formasyonu, Akdere formasyonu, Başören formasyonu, Gövdelidağ formasyonu, Gürün formasyonu ve Volkanitlere özgü litolojiler ile temsil edilmektedir (Şek. 2).

Anılan formasyonlara özgü litolojilerden derlenen 200 adet örnek mineralojik -petrografik açıdan incelenmiş ve ayrıntıları aşağıda sunulmuştur.

#### Yüceyurt formasyonu (JKy)

Bu formasyon tamamen rekristalize ve yer yer dolomitleşmiş kireçtaşlarından oluşmakta olup, alt seviyelerde tabakamsı, üste doğru masif ve en üstte ise fosil kavkuları içeren bol kırıklı, breşik görünümündedir. Mikritik ve sparitik çimentonun izlendiği iki tip kireçtaşı söz konusudur.

Mikritik kireçtaşları ince, eştane boyutlu kalsitler ile biraz dolomit, rekristalize fosil kavkuları ve çört ile ender olarak opak minerallerden oluşmaktadır. Çatlak ve kırıklarında daha iri kalsit kristalleri ile demiroksit ve hidroksit boyamaları izlenmektedir. Kayaçta kırılmalar ve ince taneli kalsit ile yeniden çimentolanmalar gözlenmektedir. Bu nedenle karbonatların çökeldiği ortamda eş yaşlı taşınmaya da uğradığı ve kendi malzemesiyle yer yer de taşındığı ortamın bileşenleri ile çimentolandığı düşünülmektedir.

Sparitik kireçtaşları ise yer yer yuvarlaklaşmış ama genelde köşeli mikritik ve sparitik kireçtaşı par-

çalarının sparitik bağlayıcı ile çimentolanmasından oluşmuştur. Kalsit parçalarına biraz dolomitler ve çok az ince taneli kuvars (kalsedon) ve opak mineraller eşlik etmektedir. Kayaç oluşturulan parçalarda iki ayrı deformasyon izine rastlanmıştır. Birincisi kayaç parçalarının breşleşmesine, ikincisi ise bunların bir kez daha breşleşmesine yol açmış, kırık ve çatlaklarla demiroksit ve hidroksitli sıvılar girmiştir.

Sahadan derlenen numunelerde yapılan paleontolojik çalışmalara dayanılarak (Çiftçi, 1994) Yüceyurt formasyonunun yaşının Üst Kretasenine altına kadar (Konyasiyen -Santoniyen) çıkabildiği saptanmıştır. Daha önceki çalışmacıların verileri ile de deneştirilerek (Aziz ve Erakman, 1980; Aziz ve diğerleri 1981; Alkan ve Türkmen, 1987; Kozlu ve diğerleri, 1990) formasyonun yaşı Jura -Kretase olarak kabul edilmiştir.

Çalışma sahasında Yüceyurt formasyonunun tabanı görülmemesine rağmen, bu formasyon Saimbeyli doğusunda Üst Triyas -Alt Jura yaşlı Keçilidağ formasyonuna (Kozlu ve diğerleri, 1990), Tufanbeyli doğusunda Alt Triyas yaşlı Katarası formasyonuna (Aziz ve diğerleri, 1981), Gürün'ün kuzeybatısında ise Permian yaşlı Üçkoyak formasyonuna (Kurtman, 1978; Alkan ve Türkmen, 1987) özgü kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Üst dokanağı ise çalışma sahası içerisinde Yanıktepe formasyonu ile uyumsuz biçimde örtülüdür.

Benzer özellikteki Jura -Kretase yaşlı kireçtaşları daha önceki çalışmalarda Köroğlutepe formasyonu olarak adlandırılmıştır (Demirtaşlı, 1967; Metin, 1982; Metin ve diğerleri, 1986,1987, Alkan ve Türkmen, 1987). Ancak anılan formasyon, isimlendirildiği bölgede tip kesit sunmamaktadır. Daha sonraları Sarız ilçesinin kuzeydoğusunda bulunan Yüceyurt tepesi çevresi, bu formasyon için tip kesit yeri alanı olarak kabul edilerek, ismi Yüceyurt formasyonu olarak değiştirilmiştir (Kozlu ve diğerleri, 1990).

#### Yanıktepe formasyonu (Ky)

Yüceyurt formasyonunun yayılım alanına bağlı olarak yüzeylenen Yanıktepe formasyonu rudistli kireçtaşı ile başlar, şeyl, marn, kumtaşı ardalansısı ile devam eder. Yanıktepe formasyonunun şeyl, marn ve kumtaşları içinde bol miktarda volkanik kayaç parçalarına da rastlanmaktadır.



Rudistli kireçtaşları sparitik ve mikritik özellikteki, yer yer dolomitleşmiş kireçtaşı parçaları, ince taneli kuvars ve çört parçaları, fosil parçaları (alg ve rudist kavkıları) ile yer yer volkanik kayaç parçalarının mikritik ve sparitik bağlayıcı ile çimentolanmasından oluşmuş konglomeratik görünümündedir. Kayaçta yoğun deformasyondan etkilenen kesimlerde, breşik görünümün hakim olduğu, çatlak ve kırıklarda yer yer irileşen ikincil kalsit oluşumlarının yer aldığı, siderit oluşumlarının, dolomitleşmenin demiroksit-hidroksit boyanmalarının yaygın olduğu izlenmektedir.

Volkanik kayaç parçalarının boyu 1.5 mm. ye ulaşmakta ve daha iri parçalara da rastlanabilmektedir. Parçalar, yuvarlaklaşmış yer yer köşeli özelliktedir. Tanınabilen mineraller plajiyoklaz çubukları ile altere olmuş maifik minerallerdir. Opazitleşmeler de izlenmektedir (Levha I, Şek. 1). Bunun yanında incelenen örneklerin bazılarında çok az oranda serpentinit türü kayaç parçalarına da rastlanmıştır. Opak mineraller içinde, yer yer kopma ve ayrılma dokusu gösteren kromit tanecikleri görülmektedir.

Şeyl, marn ve kumtaşı ardalanması içinde yer alan kumtaşlarında; mikritik ve sparitik kayaç parçaları, sıkı paketli fosil kavkı parçaları, kalsedon, kuvarsit, opak mineraller ve bol miktarda volkanik kayaç parçalarına rastlanmıştır. Volkanik kayaç parçaları, kuvars, yer yer çört ve opak minerallerden oluşmaktadır.

Şeyl ve marnlarda yapılan plankton çalışmaları (Çiftçi, 1994) ve fosil bulgular doğrultusunda sığ denizel karakterli Yanıktepe formasyonunun yaşı Geç Kretase (Kampaniyen -Mestrihtiyen) olarak belirlenmiştir.

Çalışma sahasında Yanıktepe formasyonun tabanı Yüceyurt formasyonu ile uyumsuz, tavanı ise Akdere formasyonu ile uyumlu konumludur.

İnceleme sahası dışında Gürün güneyinde yaklaşık 300 m. kalınlık sergileyen Yanıktepe formasyonu Özgül ve diğerleri (1973) tarafından adlanmış ve aynı yazarlar tarafından Üst Kretase yaşı olarak değerlendirilmiştir.

Akdere formasyonu (Ta)

Çalışma sahasında dar alanlarda ortaya çıkan gri, açık gri, bej ve yer yer sarımsı, kırmızımsı görünümde olan bu formasyon içinde çok az oranlarda volkanik kayaç parçaları ile kireçtaşı, killi kireçtaşı ve breşik kireçtaşı izlenir.

Kireçtaşı, killi kireçtaşları özellikle mikritik, bazende rekristalizasyon ile irileşen tane boyulu kayaç parçalarından oluşur. Kayaçta çok az miktardaki dolomitlerin yanısıra, fosil kavkı ve parçalarına, kuvars, kalsedon ve yer yer volkanik kayaç parçalarına da rastlanmaktadır.

Breşik görünümde izlenen örneklerde değişik boyutlarda iri taneli, köşeli kayaç parçaları, daha küçük taneli mikritik karbonat bağlayıcı içinde izlenmektedir. Çatlak ve kırıklarda ikincil oluşumlu kalsit ile yer yer dolomit, siderit ve demiroksit -hidroksit boyamaları izlenmektedir. Ayrıca oluşumlu kalsit ile yer yer dolomit, siderit ve demiroksit -hidroksit boyamaları izlenmektedir. Ayrıca incelenen örneklerde bol miktarda yuvarlaklaşmış ve yer yer irileşen volkanik kayaç parçalarına da rastlanmıştır (Levha I, Şek. 2). Volkanik kayaç parçalarında plajiyoklaz çubukları, opaklaşmış muhtemelen mafik mineraller, yer yer kloritleşmeler ve karbonatlaşmaları izlenmektedir.

Fosil topluluklarının paleontolojik tayinleri sonucu (Çiftçi, 1994) Akdere formasyonunun yaşı Mestrihtiyen'den daha genç olarak değerlendirilmiştir.

Akdere formasyonunun alt dokanağı Yanıktepe formasyonu ile dereceli geçişli olup, üst dokanağı ise yer yer Orta Eosen (Lütesiyen) yaşı Başören formasyonu ve Miyosen yaşı Gövdelidağ formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülüdür.

İnceleme sahası dışında, Sarız civarında Mesozoyik karbonat plâtförünün rudistli kireçtaşları üzerinde, kalkarenit, breşik kireçtaşı, killi kireçtaşları ve yer yer mikritik kireçtaşları ile temsil edilen istifin yaşı Erken Eosen'e kadar devam eder (Kozlu ve diğerleri, 1990). Bölgede ve çalışma sahası içinde rudistli kireçtaşlarının yayılım alanına bağlı olarak yüzeylenen, yaklaşık 1000 m. kalınlıktaki (Atabey, 1993a, 1993b) derin havza çökellerinden olu-

şan istif Akdere formasyonu olarak adlandırılmıştır (Aziz ve diğerleri, 1981).

Başören formasyonu (Tb)

Çalışma sahasında farklı kalınlıklar sunan kırmızı, boz renkli, yuvarlaklaşmış taban konglomerasıyla başlayan istif, çalışma sahasının dışında daha üst seviyelere doğru açık gri renkli bol nummulit fosilleri içeren şeyl, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ile devam eder.

Konglomeralar mikritik ve sparitik kayaç parçaları ile dolomitik ve demiroksitçe boyanmış kayaç parçaları ve kuvars, kalsedon, volkanik kayaç parçalarının genellikle sparitik ve yer yer mikritik bir bağlayıcı içinde dağılması ile oluşur. Bu konglomeralar Yüceyurt, Yanıktepe, Akdere formasyonuna ait parçaları içermektedir.

Formasyonunun yaşı daha önceki çalışmacıların verilerine dayanılarak Orta Eosen (Üst Lütési-yen) olarak değerlendirilmiştir (Aziz ve diğerleri, 1981; Alkan ve Türkmen, 1987). İsmi, en iyi gözleendiği yer olan Başören köyünden alan formasyonun (Aziz ve diğerleri, 1981) alt dokanağı Akdere formasyonu ile üst dokanağı ise çalışma sahasında görülmemesine rağmen Gürün formasyonu ile uyumsuz konumdadır.

Gövdelidağ formasyonu (Tg)

Formasyon tabanda kaba taneli konglomeralar ile başlar ve üste doğru yer yer konglomeralar ile yanal geçişli kumtaşı ve marn ardalanması şeklinde devam eder. Konglomeralar arasında yer yer killi seviyeler yoğunlaşarak şeyllere doğru tedrici geçişler izlenmektedir. Çakıllar genellikle kireçtaşı, çört ve daha az oranda ofiyolitlere özgü kayaç parçalarından oluşmaktadır. Sahada açık sarı, yeşilimsi sarı, kırmızımsı renklerde gözlenen bu formasyona özgü litolojiler bol killi ve dağılgan karakterlidir. Gövdelidağ formasyonu kısa aralıklarla yinelenen yanal ve düşey fasiyes değişim özellikleri sergiler.

Konglomera ve şeyller içinde yer alan konglomera örneklerinde bağlayıcı malzeme sparitik olup kayaç parçaları, demir bileşenince zengin halkalı dokulu karbonatlardan, iç kesimleri sparit ile doldu-

rulmuş fosil kavkı ve parçalarından, yer yer breşik, mikritik ve sparitik karbonat kayaç parçalarından ve küçük tane boyutlu kuvars, çört ve daha az oranda volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır.

Gövdelidağ formasyonuna, kesin yaş verecek fosil bulgusuna rastlanılmadığından yaş verilememiş, ancak çökelim ortamının yüksek enerjili çok sığ denizel ve karasal olduğu görüşüne varılmıştır. Formasyonun yaşı Aziz ve diğerleri, (1981) tarafından Miyosen, Alkan ve Türkmen, (1987) tarafından Üst Miyosen olarak tanımlanmıştır. Çalışmalarda birliktelik sağlamak amacıyla formasyonun yaşı Miyosen olarak kabullenilmiştir.

Gövdelidağ formasyonu; Yüceyurt, Yanıktepe ve Akdere formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

Gürün formasyonu (Tgü)

Çalışma sahası dışında genellikle açık sarı, yeşilimsi sarı renkli, ince tabakalı gösel kireçtaşı, şeyl, marn ve yer yer tuf seviyeleri içeren bu formasyon çalışma sahası içinde hakim biçimde marn -kumtaşı ardalanması ile temsil olunur.

Kumtaşlarında daha yaşlı litolojilere ait kayaç parçaları bulunmaktadır.

Görün formasyonu içinde paleontolojik bulgulara rastlanılmamıştır. Çalışma sahasındaki ve bölgedeki stratigrafik konumuna dayanılarak, diğer çalışmacıların çalışmalarıyla da denetirilerek (Kurtman, 1978; Alkan ve Türkmen, 1987) yaşı Pliyo - Kuvaterner olarak verilmiştir.

Çalışma sahası içinde Yüceyurt ve Yanıktepe formasyonlarını, çalışma sahası dışında ise tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

En belirgin ve yaygın biçimde Gürün yöresinde gözleendiğinden Kurtman, (1978) tarafından Gürün formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Volkanitler

Çalışma sahasında volkanitler, Karakaya andezitleri ve Karadağ bazaltları ile temsil olunurlar.

*Karakaya andezitleri (a).*- Çatlaklı, kırıklı, grimsi beyaz renkli gözlenen volkanitler mineralojisindedir.

Andezitler iri taneli plajiyoklazlar ve yeşilimsi kahverengi amfiboller ile yer yer küçük kısmen martitleşmiş manyetit, ilmenomanyetit ve ilmenit minerallerinden oluşan fenokristaller içermekte ve ince taneli, yer yer plajikolza ve amfibol mikrolitleri ile opak minerallerden ve volkanik camdan oluşan hamurdan meydana gelmektedir. Hamur kısmen killeşmiş, demiroksit - hidroksit ile boyanmıştır. Kayaçta hiyalopilitik yapı belirgindir.

Andezitler dışında sıkça aglomera, tuf ve volkanik breşlere de rastlanmaktadır. Andezitlerden volkanik cam fazlaşması ile tüflere geçilmektedir. Andezit ve tüfler, yer yer kırıklanıp breşik bir görünüm kazanmıştır. Breşik kayaç parçaları yer yer demiroksit - hidroksit bileşimli bir bağlayıcı ile çimentolanmıştır.

Volkanitlerin yaşı sahadaki ilişkilerine dayanılarak ve diğer çalışmacıların bulgularıyla deneştirilerek (Kurtman, 1978; Alkan ve Türkmen, 1987) Pliyosen olarak değerlendirilmiştir.

*Karadağ bazaltı (b).*- Bol çatlaklı, kahverenkli, grimsi ve siyah renkli olarak gözlenen volkanitler bazalt mineralojisindedir. Kayaç, labrador türü plajiyoklazlar, öz ve yarı özşekilli, opaklaşmış ve amfibolleşmiş piroksenler, iddingisitleşmeye başlamış olivinler ve ince uzun biçimli çoğunlukla ilmenitlerden oluşan fenokristallerden meydana gelmektedir. Hamur genellikle plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmakta ve volkanik cam da gözlenmektedir. Kayaçta akma dokusu, hiyalopilitik ve pilotaksitik yapı belirgindir.

#### HAVZA EVRİMLEŞME MODELİ

Havza evrimi konusunda yukarıda sunulan htojojilerden elde edilen veriler doğrultusunda aşağıda sunulmuş bulunan model şekillenmektedir (Şek. 3).

Temeli oluşturan Yüceyurt formasyonu (I) üzerinde açılan havzanın ilk çökelleri resifal kireçtaşları ve döküntüleri ile şeyl, marn, kumtaşı ardalansından oluşur (II). Denizel ve karasal (?) kökenli volkanik aktivitelerin de yer aldığı bu istif Yanıkte-

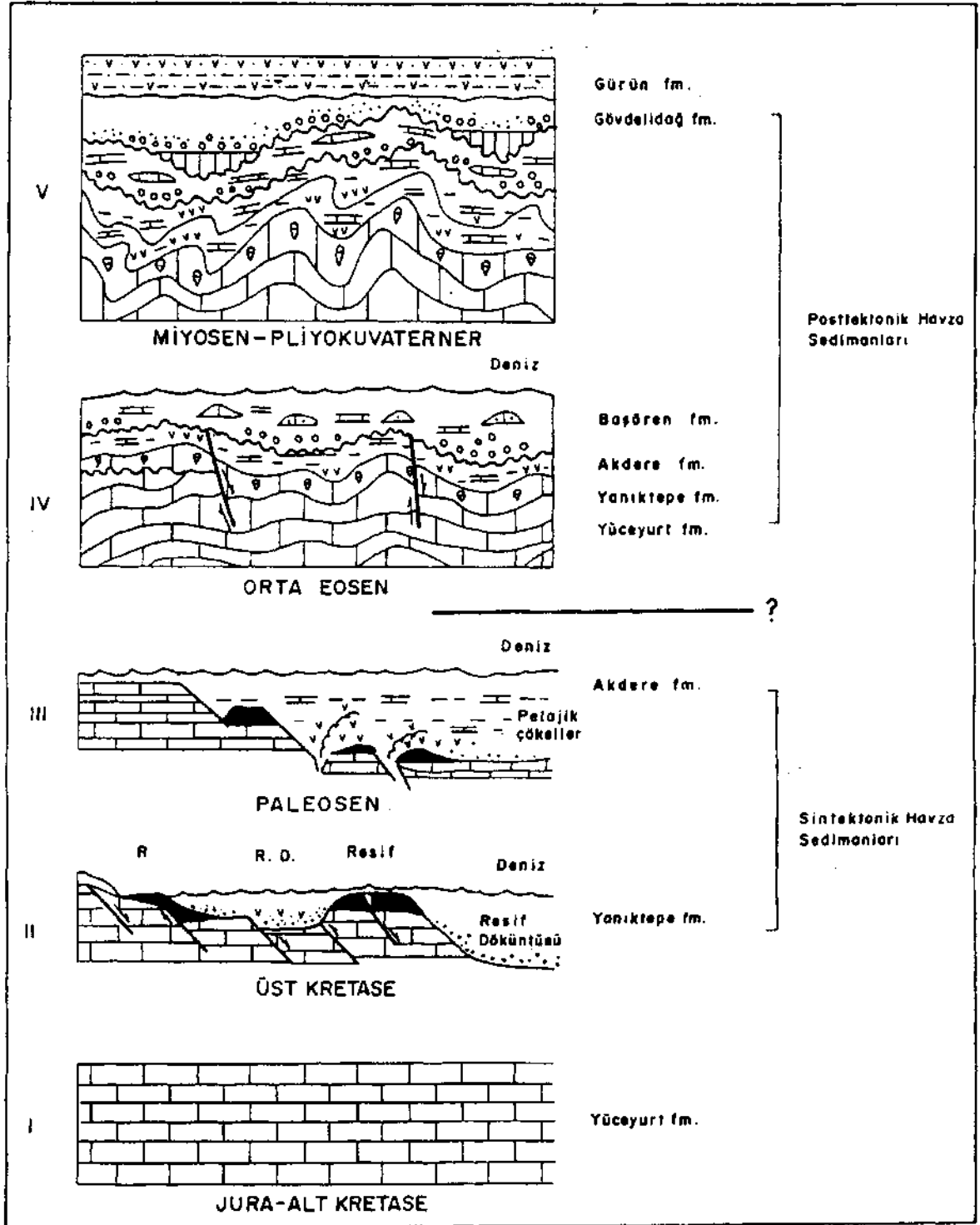
pe formasyonu olarak adlandırılmıştır. Havzanın derinleşmesini belirleyen, Akdere formasyonuna özgü pelajik çökeller de (III) yer yer volkanik ara katkıları içermektedir. II. ve IM. Aşamalarda tanımlanan transgresif karakterli istif Alt Eosen'de olası bir karalaşma evresinden sonra yeniden denizel ortam özelliklerine ulaşmakta ve Başören formasyonu çökeltmektedir (IV). Anılan olası karalaşma evresinin, kıvrımlanma ve kırıklanma dinamiğinin etkisinde kaldığı da varsayılmaktadır. Karasal özellikteki Gövdelidağ formasyonu bir önceki birimleri, Gürün formasyonu ise tüm birimleri (V) uyumsuz biçimde örtmektedir.

#### MADENJEOLJİSİ

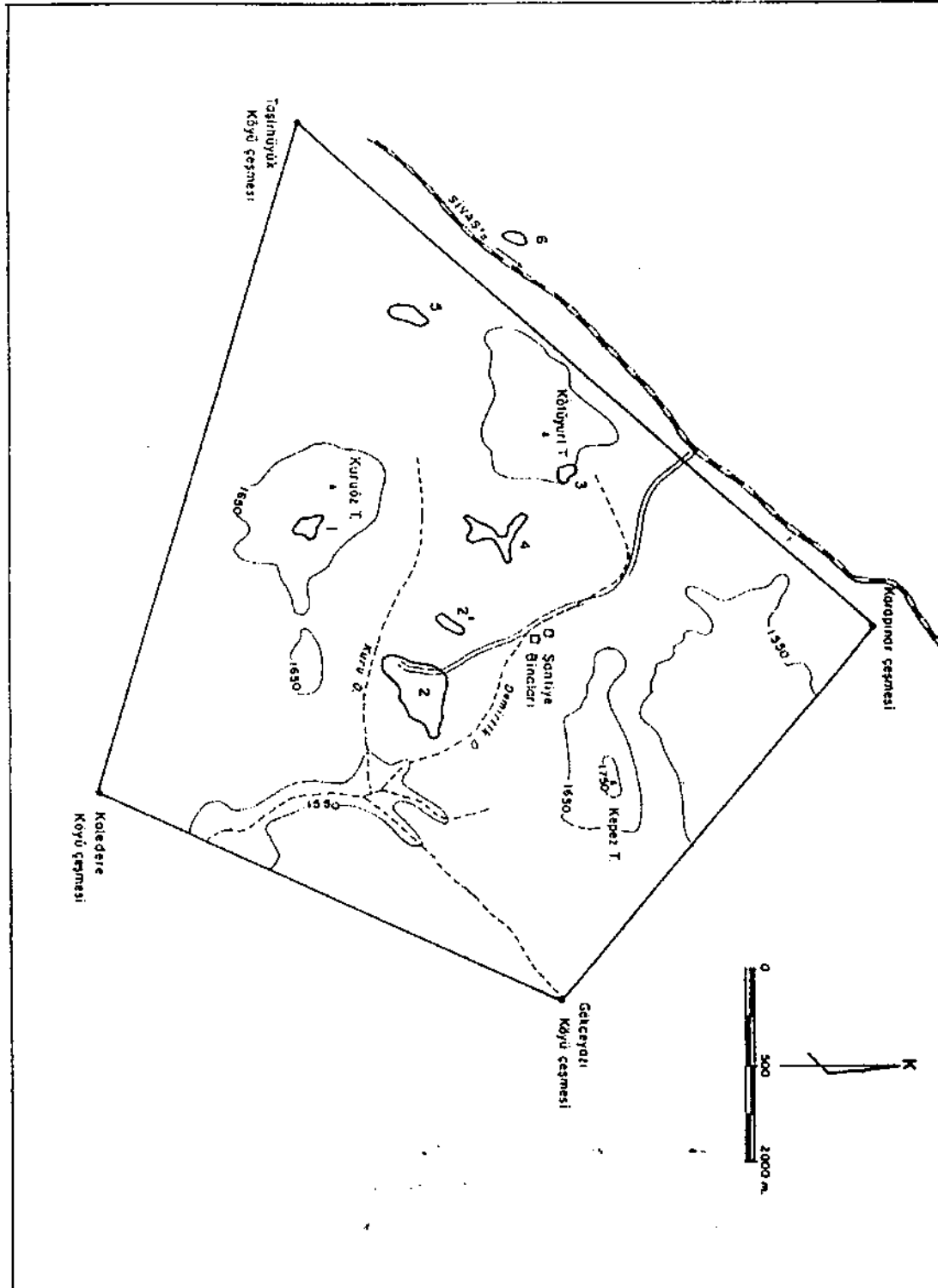
Otlukilise demir yatağına Gürün -Sivas karayolunun 25 km. sinden doğuya doğru ayrılan 3.5 km. lik bir maden yolu ile varılır.

Çalışma sahası içinde yer alan Otlukilise demir yatağı Demir Export L.T.D. Şirketi tarafından 1961 yılından beri 55/334 no'lu ruhsat sahası içinde işletilmektedir. Ruhsat sahası içinde 5 adet, ruhsat sahası dışında 1 adet olmak üzere 6 adet zuhur yer almaktadır (Şek. 4). Ana yatak denilen (Otlukilise demir yatağı) 2 numaralı zuhur haricinde, ekonomik olarak değerlendirilebilecek 5 no'lu Taşlıhüyük zuhuru eskiden işletilmiş, ancak daha sonraları Taşlıhüyük zuhuru terk edilmiştir.

Otlukilise demir yatağında iki tip cevherleşme izlenmektedir. Birinci tip cevher, doğu, batı ve güneyden kireçtaşları ile kuzeyden ise konglomeratik -breşik cevher ile sınırlanan, daha çok hematit, daha az oranda götitten oluşan masif cevherden; ikinci tip cevher ise doğu ve batıdan kireçtaşları ile sınırlanan, çoğunluğu hematit bileşimli cevher parçaları, kum veya iri kum büyüklüğünde göt parçaları, demirli kumtaşı parçaları, ofiyolitlere özgü kayaç parçaları, siderit çakılları ve kil boyutunda detritik taneler kapsayan, daha düşük demir tenörlü konglomeratik -breşik cevherden oluşmaktadır. Yatak KD -GB doğrultusundaki faylar ile katedilmiş olup, cevher aynı zamanda bu faylar ile de kontrol edilmektedir. Fayların cevherleşme sırasında ve/veya sonrasında geliştiği konusunda veriler fazladır. Anılan faylar, cevherin yüzeye çıkarak mostra vermesine de olanak sağlamıştır.



Şek. 3 - Çalışma sahasına özgü genelleştirilmiş havza evrimleşme modeli.



Şek. 4 - Sivas ili, Gürün ilçesi, Konakpınar nahiyesi, Gökçeyazı (Otlukilise) mevkii 55/334 ruhsat no'lu demir işletme sahasındaki zuhurları gösterir harita. Gümüş, 1964'den değiştirilerek alınmıştır (1,2,.....6 zuhur numaralarını göstermekte olup, 2 no'lu zuhur halen işletilmekte olan Ana Yatağa karşılık gelmektedir.)

İşletilir olması, muhtemelen diğer zuhurlar ile benzer oluşum özellikleri taşıması nedenleriyle Ot-lukilise demir yatağı detaylı olarak incelenecek ve kazanılan veriler diğer zuhurlara da genelleştirilecektir.

#### SONDAJ ÖRNEKLERİ PETROGRAFİSİ

Otlukilise demir yatağında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1977-1978 yıllarında yapılan sondajların beş tanesinden sistematik olarak derlenen 200 adet karot örneğinde petrografik incelemeler yapılmıştır.

Makroskopik -mezoskopik ve mikroskopik incelemeler sonucunda sondajların genellikle ilk 70 metresi ve daha sonraki seviyeleri arasında farklı özellikler saptanmıştır. Bu iki farklı düzey aşağıda ayrı ayrı irdelenmiştir.

#### Volkanitlerin baskın olduğu kesimler

Sondaj örneklerinde yüzeyden derine doğru ilk 70 metreye kadar olan kesimde demiroksit çimento; andezit, andezitik tuf ve piroklastikler ile yer yer ince taneli karbonat kayaç parçalarına rastlanmaktadır. Kayaç açık sarımsı renkli, yer yer tüm kayacı etkiler biçimde demiroksit -hidroksit boyamalı, sıkı çimentolanmamış özellik taşır.

Kayaç parçalarının tane boyu 2 cm. ye kadar ulaşmaktadır. Yuvarlaklaşmış, yer yer de köşeli tanelerin demiroksit -hidroksitli çimento ile çevrelenildiği gözlenmektedir. Volkanik kayaç parçalarının fenokristalleri manyetit kapanımlı plajiyoklazlar, kahverengimsi, amfiboller ve eser miktarda opak minerallerden oluşmaktadır. Hamur çoğunlukla volkanik camdan oluşur. Cam içinde yer yer plajiyoklaz mikrolitleri ve ince taneli manyetitler yer almaktadır.

Bu kesim içinde volkanik kayaç parçalarının yanında yuvarlaklaşmış, yer yer köşeli karbonat kayaç parçalarına da rastlanmaktadır.

#### Cevherce baskın kesimler

Sondaj örneklerinin 70 inci metreden sonraki bölümünde konglomeratik - breşik görümlü, cevherce zengin kesimlere geçilmektedir. El örnekle-

rinde kırmızı, yer yer yeşil renkli kayaç parçalarının kırmızı renkli kil ile çimentolandığı görülmektedir. Yeşil rengin hakim olduğu örneklerde manyetik özellik belirgindir.

Derlenen örneklerin petrografik yöntemlerle incelemesi sonucunda polijenik kayaç parçalarının limonit - götit, kil ve siderit ile çimentolandığı gözlenmiştir. Kayaç parçalarına ve çimentoya özgü özellikler aşağıda sunulmaktadır.

*Kumtaşı parçaları*- Örneklerde üç çeşit kuvarslı kumtaşı parçalarına rastlanmaktadır.

Birinci tip kumtaşı parçaları, yuvarlaklaşmış, yer yer köşeli özellikli olup, kuvars, klorit, plajiyoklaz, opak mineral, eser olarak zirkon ve turmalin içermektedir. Bu tane destekli kumtaşlarında çok az klorit çimento izlenmekte, yer yer çatlak ve kırıklarda opak mineraller görülmektedir. Kayaç parçalarında bazen belirgin olmayan bir yöntemle izlenmektedir.

İkinci tip kumtaşı parçaları, yuvarlaklaşmış, yer yer köşeli özellikte olup, kuvars, opak mineral, kloritleşmiş plajiyoklaz, eser olarak zirkon ve turmalin içermektedir. Bu bileşenler klorit ve kil ile çimentolanmıştır. Bunları, diğer kumtaşı parçalarından ayıran en önemli özellik, daha yoğun biçimde kil ile çimentolanmaları ve tanelerinde yönlenmenin izlenmesidir. Ayrıca yarı yuvarlaklaşmış kumtaşı parçaları içinde yer yer çimento, yer yer de kırık dolgu su biçiminde farklı tane boyulu sideritlere rastlanmaktadır (Levha I, Şek. 3).

Üçüncü tip kumtaşı parçalarında ise çok ince taneli kuvarslar demiroksit - hidroksitli bir bileşen ile çimentolanmıştır (Levha I, Şek. 4). Bu tip kumtaşı parçalarındaki ayırtman özellik, demir mineralleri ile kuvarsların birlikte büyüme dokuları sergilemesidir.

*Metamorfik kaya parçaları*: Kendi içlerinde şis-toziye uygun çok iyi yönlenme, bir eksen boyunca uzama ve yer yer de yuvarlaklaşma gösteren, düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiş sleyt, filit türü farklı kayaç parçalarına taşınmış biçimde rastlanmaktadır. Bu parçalar arasında yer yer de olsa uzun eksenleri boyunca zayıf bir yöntemle sezilenmektedir. Kayaç parçaları ince taneli kuvars,

klorit, muskovit, grafit, kömürümsü materyal içermekte ve çatlak ile kırıklarında, yer yer de çimentoda sideritlere rastlanmaktadır.

*Bazik kayaç parçaları-* İleri derecede alterasyona uğramış köşeli ve yuvarlak şekilli bazik kayaç parçalarının tanınabilen kesimlerinde hornblend ve biyotit fenokristallerinin tamamen kloritleştiği, silisleştiği ve killeştiği görülmektedir. Kayaç parçaları opak minerallerce olduğunca zengindir. İlksel kayaçların dokusal ilişkileri doğrultusunda spilitleşmiş bazalt ve/veya diyabaz olabileceği düşünülmektedir (Levha I, Şek. 5).

*Siderit parçaları-* Çok ince taneden yer yer 2.5 mm. ye kadar varan tane boyulu siderit parçalarına rastlanmaktadır. Bu kayaç parçalarında sideritler ince ve orta taneli olup, öz, yarı özşekilli opak mineraller içermekte ve bu şekli ile grafik doku benzeri görünüm kazanmaktadır (Levha I, Şek. 6). Ayrıca, çatlak ve boşluklarda kolloform dokulu sideritlere rastlanmakta ve sideritlere kuvars, kalsedon, yer yer yarı özşekilli zonlu dolomitler eşlik etmektedir.

*Opak minerallerce zengin parçalar-* Çoğunluğu köşeli, yer yer de yuvarlak şekilli, opak minerallerce zengin kayaç parçalarını iç kesimlerdeki yersel ağ benzeri boşluklar klorit, kuvars ve siderit doldurulmuştur. Ayrıca, siderit ile birlikte öz, yarı özşekilli opak minerallere de rastlanmaktadır.

Cevherce baskın kesimlerde; yüzeyden derine doğru üç tür çimentoya rastlanmaktadır.

*Demiroksit - hidroksitli çimento* - Konglomeratik görümlü kuvarslı kumtaşı, sleyt, fillit, bazik volkanik kayaç, siderit ve opak minerallerce zengin kayaç parçaları ve yer yer de tekil mineraller limonit - götit ile çimentolanmıştır. Kayaç daha sonra yeniden parçalanmış, köşeli ve yuvarlaklaşmış şekillerde aynı çimento ile tekrardan tutturulmuştur.

*Yeşil renkli killi çimento-* Çeşitli kayaç parçalarının arasını dolduran demiroksit - hidroksit karışimli killi çimentoda renk kısmen kırmızıya dönüşmüştür. Ayrıca, kumtaşlarının bünyesinde kuvarsları çimentolar biçimde, yer yer opak minerallerde içeren killi çimentoya rastlanmaktadır.

*Siderit çimento-* Kayaç parçalarını çimentolayan ince - orta taneli sideritlerin yanısıra kayaç par-

çalarının çatlak ve kırıklarında ağ şekilli siderit damarcıkları izlenir. Siderit çimentolanan kayaç parçalarının bir bölümü taşınarak parçalanmış ve tekrardan siderit ile çimentolanmıştır.

Yeşil renkli killi çimento düşey ve yanal yönde kısmen limonitleşme gösteren sideritçe zengin çimentoya tedrici geçiş göstermektedir.

## CEVHER MİNERALOGİSİ

Otlukilise demir yatağı ve çevresinden alınan yüzey, ocak ve sondaj örneklerinden 36 adet parlak kesit hazırlanarak cevher mikroskobu ile incelenmiştir. Opak minerallere eşlik eden opak olmayan mineraller, ince kesitlerden yararlanılarak belirlenmiştir.

### Yüzey örnekleri

Yanıktepe formasyonu içinden alınan örneklerin bir bölümü kuvars, karbonat yer yer volkanik ve metamorfik kayaç parçaları içeren kumtaşı özelliğindedir. Bu bileşenlere özgü özellikler aşağıda sunulmuştur.

*Bazik kayaç parçaları-* Ofitik dokunun yer yer izlendiği silisleşmiş, karbonatlaşmış kayaç parçaları içinde, küçük taneli, özşekilsiz, kataklazma geçirmiş kromit tanelerine rastlanmaktadır. Bunun yanında küçük taneden, 280m'ye kadar irileşen rutil, apatit, lökosen, daha küçük taneli pirit ve hematitler de izlenmektedir.

*Grafitli şist parçaları-* Taşınmış özellikte izlenen grafitli şist parçalarında şistoziteye uygun biçimde dizilmiş çoğunlukla grafit, kömür parçaları ve yer yer rutil taneleri izlenmektedir.

*Kuvars parçaları-* İnce taneliden 4 mm. ye kadar ulaşan boyutlardaki köşeli, yer yer özşekilli kuvarsların arasında taneli, taşınmış, hornblend kristallerine rastlanmaktadır.

Anılan kayaç parçaları kalsit ve/veya dolomit, az oranda da siderit ile çimentolanmıştır.

Yanıktepe formasyonu içinde yer yer izlenen serpantinleşmiş, silisleşmiş ve karbonatlaşmış, yer yer asbest oluşumlarının izlediği ultrabazik kayaç

parçaları içinde gözlenen kromit ve manyetitelere özgü özellikler aşağıda sunulmaktadır.

Kataklastik yapı gösteren, öz - yarı özşekilli kromitler kenar ve kırıklarından itibaren krom spinel ve manyetite dönüşmüşlerdir (Levha II, Şek. 1).

Manyetit oluşumları üç farklı oluşum biçiminde gözlenmektedir. Bunlar; kromitlerin kenarları boyunca dönüşme ürünü manyetitler, serpantileşme sırasında açığa çıkmış iskelet şekilli manyetitler, ve hidrotermal gelimler sırasında oluşan özşekilli manyetitler ile manyetit damarcıkları olarak sıralanabilir. Tüm bu manyetit oluşumları yer yer, bazen de tamamen martitleşme sonucu hematite dönüşmüştür.

Ayrıca, serpentinleşmiş, silisleşmiş ve karbonatlaşmış ultrabazik kayaç örneklerinde az da olsa hevlodit, millerit, pirit, kalkopirit ve götite de rastlanmaktadır.

#### Ocak örnekleri

Ocaktan alınan cevher örneklerinde siderit, götite, manyetit, kuvars, kalsit ve/veya dolomit, jips (?) ve çok az oranda mangan minerallerine (pirolüsit, psilomelan) rastlanmaktadır.

Sideritçe baskın örneklerde, sideritler çoğunlukla özşekilsiz ince taneliden, çok nadir de olsa yarı özşekilli orta taneliye kadar değişen özelliktedir. İnce taneli kenetlenmiş sideritlerde tane kenarlarından itibaren götite dönüşmeleri izlenmektedir (Levha II, Şek. 2). Ayrıca sideritler ile birlikte, yarı öz - özşekilli hidrotermal oluşumlu kuvarslar ile birlikte yer yer yarı öz - öz şekilli, sideritler tarafından ornatılmış zonlu manyetitler de gözlenmektedir.

Kısmen konglomeratik biçimde, taşınmış özellikte izlenen bu örnekler kalsit ve/veya dolomit, siderit, kalsedon, çok az olarak da jips (?) ile bağlanmıştı.

#### Sondaj Örnekleri

Sondaj örneklerinde, altere olmuş bazik kayaç parçaları, siderit parçaları ve sedimanter kayaç parçaları gözlenmektedir.

*Altere Dolmuş bazik kayaç parçaları:* Yoğun biçimde kloritleşme, silisleşme ve killeşme gösteren bazik kayaç parçalarında (Levha II; Şek. 3) kromit, siderit, manyetit, hematit ve pirit rastlanmaktadır. Bazik kayaç parçaları içinde, yer yer de bazik kayaç parçalarını birbirine çimentolayan bağlayıcı içerisinde özgün biçimde izlenen kromitler; yarı özşekilli, küçük-orta taneli görünümündedir. Manyetitler ise genellikle küçük taneli, yarı öz-özşekilli ve kısmen martitleşme sonucu hematite dönüşmüş özelliktedir. Ayrıca birincil oluşumlu çubuk şekilli hematit oluşumlarına da rastlanmaktadır.

*Siderit parçaları:* Özşekilsiz, çok ince taneliden, özşekilli ince taneliye kadar değişen ve çoğunlukla konsantrik, zonlu büyüme gösteren sideritler içinde manyetit, hematit, arsenopirit, pirit, kalkopirit, fahlerz (tetraedrit-tennantit), enarjit ile kalkopitlerin kalsin ve koveline, sideritlerin götite, enarjit ile fahlerzlerin Sb-As okr'lara olan dönüşüm ürünlerine rastlanmaktadır. Sideritler içinde en az beş tür manyetit oluşumu izlenmektedir. Bunlardan birincisi; öz-yarı özşekilli, kısmen siderit tarafından ornatılmış, yer yer veya tamamen martitleşme sonucu hematite dönüşmüş biçimde gözlenirken (Levha II; Şek. 4-5), ikincisi; siderit içinde mirmekitik doku benzeri oluşumlu manyetitler biçimindedir (Levha II; Şek. 6). Üçüncü tür olan siderit içinde bulut şekilli, çok ince taneli manyetit oluşumlarına (Levha II; Şek. 1-2), dördüncü tür olan çubuk şekilli muşketofit oluşumları eşlik eder. Beşinci tür manyetitler ise sideritler ile birlikte büyüme dokuları sergiler (Levha III; Şek. 3). Arsenopiritler küçük ve orta taneli, öz-yarı özşekilli olup ikiz ve çokuzlar oluşturmaktadır. Sideritler ile birlikte büyüyen melnikovit piritlere (Levha III; Şek. 4) ve hematitlere de rastlanmaktadır. İnce taneli sideritler kenarlarından itibaren götite dönüşmeye başlamıştır. Daha az oranlarda kalkopirit, kovellin ve götite oluşumları da izlenmektedir.

*Kayaç parçaları:* Şeyl ve kumtaşı parçalarından oluşur. Kayaç parçalarının bileşenleri kendi içlerinde çok iyi yönlenme göstermektedir. Bu kayaç parçalarının içinde: grafit, kömür parçaları, hematit, siderit damarcıkları ve yer yer demiroksit-hidroksit ile boyanmış pirit framboyidleri veya pirit bakterileri (?) izlenmektedir. Yuvarlaklaşmış, yer yer köşeli biçimde gözlenen kuvarslı kumtaşı parçaları içinde grafit, pirit, hematit ve hematit ile birlikte büyümüş ve

değişmeye uğramış muhtemelen nikel ve kobalt mineral oluşumları da gözlenmektedir.

Ayrıca çok az oranda klorit türü konsantrik kabuklu şamozit parçaları (?) ve siderit ile birlikte büyüme dokusu sunan kalsedon oluşumları da izlenmektedir.

Tüm kayaç parçalarını bağlayan iki tür çimento-ya rastlanmaktadır. Bunlardan ilki; demiroksit-hidroksit ile boyanmış kırmızı ve kanverengi renkli çok ince taneli hamurdan oluşur. Burada demiroksit-hidroksitlerle boyanmış kil mineralleri, kil mineralleri ile birlikte farklı mineral (Levha III; Şek. 5-6) ve kayaç parça kırıntıları, iri konglomeratik kayaç parçalarının hamurunu oluşturmaktadır. İkinci tür çimento ise; ince taneli sideritten oluşmaktadır. Ayrıca ikincil olaylar ile kırılan bu kayaç parçaları yer yer kalsit, dolomit, siderit, jips (?) ve kalsedon ile çimentolanmıştır.

## JEOKİMYA

### Örnek Alımı ve Analiz Yöntemi

Daha önceki yıllarda Otlukilise demir yatağında ikinci yazar tarafından halen işletilmekte olan çoğunluğu demirce zengin masif cevheri karakterize edebilecek şekilde örnekler derlenmiş ve bu örneklerden 13 tanesi Kopenhag Üniversitesinde (Danimarka) detay kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Bu örneklerle özgü istatistik değerler öz biçimde Ünlü ve Stendal'da (1986) sunulmuştur. Bu çalışmada kimyasal analiz yöntemlerinin pahalı yöntemler olması, güvenilirlik ve tekrardan kaçınılması amaçları esas alınarak, anılan veriler aynen kullanılacak ve bu verilerin amaç doğrultusunda daha detaylı yorumlanması denenecektir.

On üç örnek için 10 esas element ve 31 eser elementten oluşan analiz kümesinde W, B, Be, Mo, Li, Ag, As, Sb, Bi, Sn analizleri emisyon Spektral Analiz (ESA) yöntemi ile Na ve Mg analizleri dışındaki diğer tüm element analizleri ise X-ışınları Flüoresans yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Esas element analizleri için sodyumtetra boratlı eriticiyle hazırlanan cam disketlerden yararlanılmıştır. Ateşte kayıp yanmadaki yitime göre hesaplanılarak elde edilmiştir. Na ve Mg analizleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Analiz (AAS) yöntemiyle yapılmıştır.

Eser element analizleri doğrudan doğruya sıkıştırılmış toz peletler üzerinde PW 1400 Philips aleti ve Norrish ve Chappel (1977) teknikleri kullanılarak X-ışınları Flüoresans yöntemiyle yapılmıştır. Tüp ve örnek spektral çizgilerinin normal girişimi ve matriks değişimi için esas element yüzdeleri kullanılarak sonuçlarda bazı düzeltmeler yapılmıştır. Düzeltme için USGS standartları (G-2, GSP-1, AGV-1, W-1, BCR-1 PCC-1) kullanılmıştır (Gladney ve diğerleri, 1983).

### Kimyasal Analiz Sonuçları

Otlukilise demir yatağından alınan bazı örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Tüm örnek bileşenlerine özgü maksimum ve minimum değerler, standart sapmalar ve ortalama değerler daha önce Ünlü ve Stendal'da (1986) toplu biçimde verildiği için burada yalnızca atıfta bulunulmakla yetinilecektir.

Otlukilise demir yatağı masif cevher örneklerinin yaklaşık %40-90 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1-35 SiO<sub>2</sub> %10'a varan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %2.5'a varan K<sub>2</sub>O içerikleri ile demir-kil taşı formasyonlarına benzer cevher özelliği, ilk bakışta dikkati çeker. Yaklaşık %3'e varan MnO oranını Fe ile Mn'in benzer fizyokimyasal davranış özelliğinden kaynaklanabilirken, %1'lere varan MgO ve CaO içerikleri az da olsa karbonat fazına özgü bileşenlere işaret eder. %0.5'in altındaki küçük oranlarda Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerikleri cevherin diğer yandaş bileşenlerini oluşturur. Esas elementlere özgü gidış, karbonat ve kil mineralleri ile kuvarstan oluşan bileşenlerin egemen olduğu (belki de killi karbonat) bir ortama özgü demir oluşumunu düşündürür. Ateşte kaybın %5-20 arasında değişen ancak genelde yüzde 10'dan küçük değerleri cevherin bugünkü şekli ile karbonat fazından çok oksit fazı ile temsil olunduğunu yansıtır.

Eser elementlerden Ba'un yaklaşık 200-18000 ppm, Cu, Co, Zn'nun 2-1225 ppm, Ni'in 2-50 ppm, S, Cl ve As'in 10-7000 ppm'lik içerikleri hidrotermal gelişleri anımsatır. Buna karşın Pb içerikleri 1-20 ppm arasında oldukça düşük olanlardır.

Cr içeriği yaklaşık 150-250 ppm ve Ga içeriği 20-30 ppm arasında değişirken, Cr iz element özelliği taşımakta ve ultramafik-mafik kayaçların cevher

Çizelge 1 - Otluklise Demir Yatağına özgü örneklerin kimyasal analiz sonuçları. Boş alanlar analizin yapılmadığını belirtir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> toplam demiri ifade eder.

Örnek No	2	4	7	9	11	14	17	20	23	26	29	31	32
<b>Esas Element (%)</b>													
SiO <sub>2</sub>	0.84	1.14	1.57	4.99	36.04	33.84	3.61	4.14	2.16	35.45	26.74	29.83	13.18
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.01	0.02	0.63	0.59	0.04	0.00	0.00	0.60	0.42	0.41	0.17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.01	0.47	0.55	9.47	8.97	0.83	0.17	0.00	9.28	7.04	6.60	2.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	88.09	87.13	75.43	81.53	38.51	42.46	99.56	79.71	86.86	44.88	45.28	52.04	71.98
MnO	2.73	2.49	0.87	0.91	0.03	0.04	0.13	0.57	1.58	0.03	0.19	0.08	0.20
MgO	0.82	0.57	0.75	0.52	0.70	0.75	0.64	0.44	0.70	0.82	0.88	1.13	0.93
CaO	0.26	0.24	0.44	0.05	0.31	0.40	0.07	0.04	0.30	0.33	0.91	0.62	0.59
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.02	0.02	0.29	0.19	0.00	0.01	0.00	0.25	0.19	0.11	0.07
K <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.09	0.11	2.53	2.25	0.09	0.00	0.00	2.34	1.78	2.06	0.89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.18	0.02	0.03	0.14	0.14	0.03	0.01	0.05	0.13	0.11	0.11	0.03
<b>Ateşle Kayıp</b>	<b>7.29</b>	<b>8.24</b>	<b>20.33</b>	<b>11.27</b>	<b>11.35</b>	<b>10.39</b>	<b>5.00</b>	<b>14.91</b>	<b>8.35</b>	<b>5.69</b>	<b>16.46</b>	<b>11.01</b>	<b>9.38</b>
<b>Esas Element (ppm)</b>													
S	390	50	1190	780	6820	5820	720	490	210	3150	3730	2470	1020
Cl	30	10	340	30	950	830	170	30	10	1780	320	1890	1650
Rb	< 0.5	1.0	5.9	12.0	171.0	172.0	20.0	5.6	< 0.5	214.0	142.0	267.0	101.0
Ba	2624	2930	2649	2985	17710	16173	1804	1163	2343	6362	6515	218	991
Pb	< 1	< 1	< 1	< 1	14	14	< 1	< 1	< 1	9	7	20	< 1
Sr	58.0	26.0	8.2	31.0	182.0	141.0	11.0	10.0	49.0	64.0	7.0	21.0	13.0
La	< 1	< 1	3	8	15	14	< 1	< 1	3	16	19	16	2
Ce	< 2	< 2	11	< 2	50	68	23	< 2	12	68	41	155	57
Nd	8	6	18	15	48	46	20	13	15	32	30	18	15
Y	< 1	< 1	7.4	5.4	27.0	26.0	13.0	2.2	4.8	25.0	18.0	18.0	11.0
Th	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Zr	15	16	16	28	248	285	34	15	13	219	152	158	72
Nb	32	34	23	3.8	14.0	13.0	3.2	3.4	2.7	14.0	10.0	12.0	7.8
Zn	190	224	365	246	3	41	129	150	367	25	53	47	265
Cu	< 2	5	94	46	968	1216	436	< 2	< 2	938	1083	1225	617
Co	386	395	346	420	100	124	490	408	408	160	174	208	324
Ni	< 2	< 2	< 2	< 2	23	32	< 2	< 2	< 2	33	27	48	7
Sc	< 1	1	3	2	15	12	6	< 1	< 1	14	9	10	7
V	47	123	19	21	82	83	26	13	17	86	71	69	40
Cr	256	258	207	231	157	154	293	225	247	176	162	164	198
Ga	30	34	25	31	19	21	23	25	21	27	22	21	24
W	< 30	136	125			86		183	215		170		300
B	< 10	< 10	90			180		< 10	< 10		180		175
Be	< 5	< 5	< 5			< 5		< 5	< 5		< 5		< 5
Mo	< 10	< 10	< 10			< 10		< 10	< 10		< 10		< 10
Li	0.1	0.1	3			18		0.1	0.1		14		5
Ag	5	10	11			76		8	2		11		11
As	62	76	790			1760		76	1850		650		4000
Sb	< 1	< 1	< 1			< 1		< 1	< 1		< 1		< 1
Bi	4.2	1.3	18			9.5		1.0	2.5		9.5		35
Sn	< 0.5	< 0.5	0.5			0.7		< 0.5	< 0.5		0.6		< 0.5

oluşumundaki rolüne işaret etmektedir. V içerikleri ise 10-125 ppm arasındaki düşük oranları kapsar.

Rb, Zr, Sr yaklaşık 250 ppm'e, Ce 150 ppm'e ve La, Nd, Y, Nb, Sc ppm'e varan içerikleri ile sisteme muhtemelen granitik kayalık etkilerinin de dahil olduğunu düşündürmektedir. Buna karşın Th içerikleri < 1 ppm ile etkisizdir.

Tüm jeokimyasal tablo, killerin eşlik ettiği karbonat çökeltme ortamında, ultramafik-mafik kayaları

da etkilemiş olan hidrotermal gelişlerin etkin olabileceği bir oluşum sürecinin kimyasını varsaymaktadır. Granitik kayaların sisteme olan etkileri (?) az da olsa hissedilmektedir.

#### Jeostatistik

Jeostatistik yöntem olarak örnek sayısı az da olsa 13 örnek için kimyasal analizleri yapılmış bulunan 30 elemente özgü element çifti kombinasyonları arasındaki doğrusal regresyonun temelde yer aldığı Cluster ve faktör analizleri denenmiştir.

Korelasyon katsayıları bilgisayar yardımı ile element içerikleri In tabakalarına göre değerleri ile ele alınarak saptanmıştır. Cluster ve faktör analizlerinde bilgisayar programı kullanılmamış, doğrudan deneme-yanılma yöntemi ile sonuca ulaşılmıştır (Çizelge 2). Burada 435 adet korelasyon katsayısı değerleri kendi içlerinde istatistik olarak gruplanmış ve her topluluk içinde pozitif ve negatif ilişkiler göz önüne alınarak birlikteliklerin oluşturulması sağlanmıştır (Çiftçi, 1994).

Çizelge 2'de çok yüksek pozitif korelasyonlu ( $r > +0.85$ ) üç grup ortaya çıkmaktadır. Birinci grup Fe,

ler (a veya b veya c birlikteliği elementleri) kendi içlerinde birbirleri ile pozitif ilişkililik sergilerken, aynı zamanda her ayrı birlikteliğe özgü elementler de yine bir diğer birlikteliğe özgü elementler ile (a ile b, a ile c veya b ile c birlikteliği elementleri gibi) belli ölçülerde de olsa birbirleri ile pozitif ilişkililik içerisinde uyum sergilemektedir. Yalnızca c birlikteliğine özgü elementlerin diğer birlikteliklerin elementleri ile olan bağımlılığı biraz daha duyarsız olduğu için bu birliktelik tabloda özel bir simge ile parantez içinde sunulmuştur. Sonuç olarak ikinci gruba özgü a, b ve c birlikteliklerinin veya alt disiplinlerinin her birine özgü elementler kendi içlerinde yüksek pozitif

Çizelge 2 - Cluster ve faktör analizleri ile özgünleşmiş bulunan element grup ve birliktelikleri.

Çok Yüksek Pozitif Korelasyon ( $r > +0.85$ )			
1. Grup: Fe, Zn, Cr, Co			
2. Grup: <u>Ni, Cu, Cl, S</u> <u>K, Al, Si, Na, Ti</u> ( <u>Zr, Rb, Nd, Ce, Y, Nb, Sc</u> )			
3. Grup: P, V			
Yüksek Pozitif Korelasyon ( $+0.85 > r > +0.70$ )			
1. Grup: Fe, Zn, Cr, Co, Mn			
2. Grup: <u>Ni, Cu, Cl, S</u> <u>K, Al, Si, Na, Ti</u> ( <u>Zr, Rb, Nd, Ce, Y, Nb, Sc, La</u> ) <u>Ca, Mn, Sr, Ba</u>			
Çok Yüksek Negatif Korelasyon ( $r < -0.83$ )			
Fe, Zn, Cr, Co    <u>Ni, Cu, Cl, S</u> <u>K, Al, Si, Na, Ti</u> ( <u>Zr, Rb, Nd, Y, Nb, Sc, La</u> )			
1. Grup		2. Grup	
Yüksek Negatif Korelasyon ( $-0.85 > r > -0.83$ )			
Fe, Zn, Cr, Co, Mn, Ga    <u>Ni, Cu, Cl, S</u> <u>K, Al, Si, Na, Ti</u> ( <u>Zr, Rb, Y, P, Ni, Y, Nb, Sc, La, Ce</u> ) <u>Ca, Mn, Sr, Ba</u>			
1. Grup		2. Grup	

Zn, Cr ve Co elementleri ile temsil olunur. Bu dar birliktelikte her dört element birbirleri ile beraber hareket etmekte veya diğer bir ifade ile biri artarken bir diğeri de artmakta ve biri azalırken bir diğeri de azalmaktadır. Aynı tablonun çok yüksek pozitif korelasyonlu ikinci grubu üç ayrı alt disiplin ile özgünleşmektedir (a, b ve c). Birinci birliktelik Ni, Cu, Cl ve S elementlerinden (a), ikinci birliktelik K, Al, Si, Na ve Ti elementlerinden (b) ve son birliktelik ise Zr, Rb, Nd, Ce, Y, Nb ve Sc (c) elementlerinden oluşmaktadır. Burada her birlikteliğe özgü element-

korelasyon ilişkili biçimde hareket ederlerken, aynı zamanda her bir birlikteliğe özgü elementler de bir diğer birlikteliğe özgü elementler ile pozitif ilişkiler içerisinde kümelenmektedir. Çok yüksek pozitif korelasyonlu üçüncü grup ise P ve V elementlerinden oluşmakta ve çok dar bileşenli birlikteliği simgelemektedir.

Çizelgede yüksek pozitif korelasyonlu ( $+0.85 > r > +0.70$ ) yalnızca iki grup ortaya çıkmaktadır. Birinci grup Fe, Zn, Cr, Co ve Mn elementleri ile tem-

sil olunur. Bu birlikteliğin üstteki birinci gruptan farkı yalnızca Mn elementinin de bu gruba dahil olmasıdır. İkinci grup ise dört ayrı alt disiplin ile özgünleşmektedir (a, b, c ve d). Birinci birliktelik Ni, Cu, Gl ve S elementlerinden oluşmakta (a) ve üstteki çok yüksek pozitif korelasyonlu a alt disiplini ile aynı elementleri içermektedir. İkinci birliktelik K, Al, Si, Na ve Ti elementlerinden oluşmakta (b) ve yine üstteki çok yüksek pozitif korelasyonlu b alt disiplini ile aynı elementleri içermektedir. Üçüncü birliktelik ise Zr, Rb, Nd, Ce, Y, Nb, Sc ve La elementlerinden oluşmakta (c) ve bir üstteki çok yüksek pozitif korelasyonlu c birlikteliğine bu kümeceğe yalnızca La elementinin katılması ile çok küçük bir ayrıcalık ta olsa koşutluk sunmaktadır. Esasta çok yüksek pozitif korelasyonlu birliktelikleri yüksek pozitif korelasyonlu birlikteliklerden ayıran en önemli fark, d birlikteliğinin yani Ca, Mg, Sr, Ba element kümeceğinin yüksek pozitif korelasyonlu gruba eklenmiş olmasıdır. Yani burada ikinci grup dört alt disiplin ile temsil olunmaktadır. Yine yukarıda olduğu gibi burada da her birlikteliğe özgü elementler kendi içlerinde yüksek pozitif korelasyonlu ilişkiler sunarken (a, b, c ve d birlikteliği elementleri), her bir birlikteliğe özgü elementler bir diğer birlikteliğin elementleri ile de aynı davranış tarzını az da olsa sunmaktadır (a ile b, a ile c, b ile c, b ile d veya c ile d birlikteliği elementleri gibi). Bir diğer ifade ile bir element arttıkça diğeri de uyumlu biçimde artmakta, veya biri azalırken bir diğeri de azalmaktadır. Burada ikinci gruba özgü Y, Nb, Sc ve La elementlerinin üstleri kısa kesik çizgiler ile gösterilmiş. Bunun nedeni sırası ile, Y için: < 1-27 ppm, Nb için: < 2.3-14 ppm, Sc için: < 1-15 ppm ve La için: < 1-19 ppm minimum ve maksimum değerlerinin çok dar alanlarda değişmesinin, ister istemez korelasyon katsayısı değerlerini yükseltmiş olacağı ve bu neden ile yorumlamada dikkatli biçimde ele alınmalarının gerekliliğidir. Bu elementlere özgü değerlerin X-ışınları Flüoresans yöntemi yerine Nötron Aktivasyon Analizleri yöntemi ile belirlenmesi ve kazanılacak olan daha kesin sonuçların değerlendirmeye sokulmasının burada vurgulanmasında yarar vardır. İkinci gruba özgü c alt disiplinin parantez içinde sunulmuş olmasının nedeni ise, yukarıda da belirtildiği gibi bu birlikteliğe özgü elementlerin, diğer birliktelik elementleri ile olan daha zayıf ilişkiliğini ifade etmektedir.

Çizelgede çok yüksek negatif korelasyonlu ( $r < -0.83$ ) bölümünde ise iki ana grup ortaya çıkmaktadır. Birinci grup Fe, Zn, Cr ve Co elementleri ile

temsil olunurken, ikinci grup üç alt disiplin ile (a, b ve c) ifade olunmaktadır. Bunlardan a birlikteliği Ni, Cu, Cl ve S elementleri ile, b birlikteliği, K, Al, Si, Na ve Ti elementleri ile ve c birlikteliği, Zr, Rb, Nd, Y, Nb, Sc ve La elementleri ile temsil edilir. Burada önemli olan öge birinci grubun elementleri kendi içlerinde ve birbirleri ile pozitif korelasyon ilişkisi içinde bütünleşirken, birinci grubun ve ikinci grubun elementlerinin birbirleri ile çok yüksek negatif korelasyon ilişkisi içerisinde birliktelikleşmiş olmalarıdır. Yani birinci gruba özgü bir element artar iken, ikinci gruba özgü diğer element azalmakta veya birinci gruba özgü bir element eksilirken, ikinci gruba özgü bir başka element artmaktadır. Ancak her bir birlikteliğe özgü (tek tek: a, b, c veya Fe, Zn, Cr, Co birliktelikleri gibi) elementlerden biri artarken, aynı birliktelikler veya gruplar içinde kalmak kaydı ile diğer elementlerde artmakta veya biri azalırken diğeri de azalmaktadır.

Bu çizelgenin son satırında ise yüksek negatif korelasyonlu ( $-0.65 > r > -0.83$ ) gruplar sunulmuştur. Burada birinci gruba üstteki çok yüksek negatif korelasyonlu kümeden farklı olarak Mn ve Ga elementleri katılmıştır. İkinci grupta ise a ve b alt disiplinleri aynı kalırken, c alt disiplinine V, P ve Ce elementleri ilave olmaktadır. Yalnızca, hemen bir üstteki kümeden farklı olarak d alt disiplini Ca, Mg, Sr ve Ba elementleri ile temsil olunmaya başlamakta ve böylelikle yüksek negatif korelasyonlu küme de özgünleşmektedir. Parantezlerin ve bazı küçük açınımlı elementlerin veya nadir toprak elementlerinin üzerindeki kısa kesik çizgilerin anlamlı üst bölümdeki açıklamalarda olduğu gibidir.

Bu şekilde Cluster ve faktör analizleri ile bir çok element bileşeninden oluşan büyük bir küme içindeki birbirleri ile birlikte ve karşıt hareket eden birliktelikler (ve/veya elementler) somutlaştırılmış, küme daha da daraltılmış ve jeokimyasal açıdan bu bileşenlerin birlikte hareket davranışları istatistiksel biçimde özgünleştirilmiştir.

#### Jeoistatistik Sonuçlarının Yorumlanması

Element grupları ve birlikteliklerine özgü Çizelge 2'deki son kümenin açılması jeoistatistik sonuçların yorumlanmasının esasını teşkil edecektir.

Burada; 1. Grup: Fe, Zn, Cr, Co, Mn, Ga elementleri ile (oksit fazı), 2. Grup a) Ni, Cu, Cl, S

(sülfid fazı), b) K, Al, Si, Na, Ti (silikat fazı), c) Zr, Rb, V, P, Nd, Y, Nb, Sc, La, Ce (granitik kayaçların etkisi?) ve d) Ca, Mg, Sr, Ba (karbonat fazı) alt disiplinleri ve elementleri ile temsil olunur.

Bu kümelerden d kümesi yani Ca, Mg, Sr, Ba element birlikteliği ortamda çökelen karbonatları, a kümesi yani Ni, Cu, Cl, S element birlikteliği deniz suyu ile denizaltı volkanik kayaçlarının reaksiyonu sonucu oluşan sülfid fazını tanımlar. b kümesi yani K, Al, Si, Na, Ti element birlikteliğinden oluşan silikat fazının biraz daha tartışılmasında yarar vardır. Bu alt disiplin kil bileşenlerine (kil mineralleri ve kuvars) karşılık gelir. Ancak bu alt disiplin elementleri ile Ca, Mg, Sr, Ba elementlerinden oluşan d alt disiplini elementleri arasında gözlenen pozitif korelasyon ilişkisi, bu iki fazın birlikte hareket ettiğini gösterir. Yani karbonat fazı arttıkça silikat fazı da artmaktadır. Alışılabilen sedimentasyonlarda karbonat-kil ardışıklı çökeltme ortamlarında yapılan jeokimyasal çalışmalarda her iki bileşen arasında gözlenen yüksek negatif korelasyon ilişkisi, bu iki bileşenin birisi çökelerken, diğerinin azaldığını, bir diğeri çökmezken, diğerinin çökeldiği ardışıklı çökeltmeli birlikteliği ifade eder. Ancak Çizelge 2'de görülen kil ve karbonat bileşenleri arasındaki artan ilişki, en azından karbonat çökeltme ortamına gelen kil bileşenlerinin yukarıda sunulduğu biçimde ardışıklı çökeltmediklerini veya bir diğere ifade ile silikatların farklı bir kaynaktan da ortama gelmiş olabileceğini varsaymaktadır. Bu farklı kaynak ise denizaltı volkanizmasına bağlı düşünülen ve havza tabanında oluşan kırıkların kullanan hidrotermal gelişmeler olarak düşünülebilir. Bu şekilde farklı süreç ve kanalları izleyen hidrotermal hidrotermal ortama silikat fazına özgü elementleri taşıırken, bu kümecikler arasında alışagelmış çökeltme ortamlarındaki, kil-karbonat ardışıklı çökeltme birlikteliğini matematiksel olarak ifade eden negatif korelasyon ilişkisi yerine karbonat ortamına cevher oluşumu sırasında katılmış bulunan silikat fazını ifade eden ve karbonat fazı ile pozitif korelasyon ilişkisini simgeleyen birlikteliği özgünleştirirler.

Bu şekilde yukarıda sunulmuş bulunan birbirleri ile artan ilişkili a, b, d alt disiplinleri, yani karbonat, silikat ve sülfid fazları hep birlikte, karbonatların çökeldiği bir ortama yayılan denizaltı volkanitlerinin deniz suyu ile reaksiyonu sonucu oluşan sülfid fazının, aynı volkanizmaya eşlik eden çoğunluğunun

hidrotermal getirimler ile ilişkili olduğu düşünülen silikat fazına eşlik ettiği bir ortamı tanımlamaktadır. Her üç birlik arasında gözlenen yüksek pozitif korelasyon ilişkisi, 3 bileşenin de eşlik ettiği ortamı betimlemektedir.

Yukarıda sunulan kümenin 1. grubu Fe, Zn, Cr, Co, Mn ve Ga elementlerinden oluşur. Bu birliktelik etkin biçimde ultramafik kayaçları ve kısmen de mafik kayaçları sembolize eder. Demir elementinin bu birliktelik içinde yer alması, maden yatağına özgü baskın bileşen olan Fe'in kaynağının bu kayaçlar içinde aranmasına doğrudan işaret eder. Ancak 1. grup ile 2. grup elementleri arasında gözlenen çok yüksek negatif korelasyon ilişkisi, Fe içeren 1. grup elementlerinin 2. grubu betimleyen ortama farklı kaynaktan geldiğini ve oluşturdukları fazların 2. grubu oluşturan mineral beraberlikleri ile ardışıklı birliktelik ilişkilerini açık biçimde ifade eder. Bu ifade de muhtemelen denizaltı -volkanitlerin deniz içine yayılırken kullandığı kanalların ve/veya aynı Volkanitlere özgü profirlerin (ve/veya granitik kayaçların ?) ısıttığı sıvıların, yan kayaçtan çözdüğü demir ve yandaşlarının, denizaltı volkanizmasının yatakladığı ortama gelmesi hipotezini ve havza tabanı değişimlerine özgü fizikokimyasal koşullar ile kontrol edilen Eh, pH ve ısı değişimlerine bağlı gelişen duraylılık alanlarını tasvir eden farklı demir mineralleri biçiminde şekillenmeyi somutlaştırır. Ancak, süreç içinde duraylılık alanlarının değişiminin duraylı mineralleri duraysızlaştıracağı ve yeni koşulların duraylı minerallerine dönüştürebileceği göz ardı edilmemelidir. Bu özgün sonuçla da eksalatif sedimenter veya sinsedimenter volkanojen demir yataklarının demir element kökenine yeni bir güncel yaklaşım getirebilmektedir.

Buraya kadar sunulmuş olan jeokimyasal yorumlama; karbonatların çökeldiği bir ortama yayılan denizaltı volkanitlerinin dolaylı-dolaysız biçimde serpantinlerden yıkadığı demir ve yandaş elementlerinin ortama hidrotermal-eksalatif girişlerine eşlik eden, çoğunluğu muhtemel hidrotermal gelişimli düşünülen silikat fazının ve aynı deniz altı volkanitlerinin deniz suyu ile reaksiyonu sonucu oluşan sülfid fazının birlikte katılımcı olduğu bir sedimentasyon havzasını şekillendirmektedir.

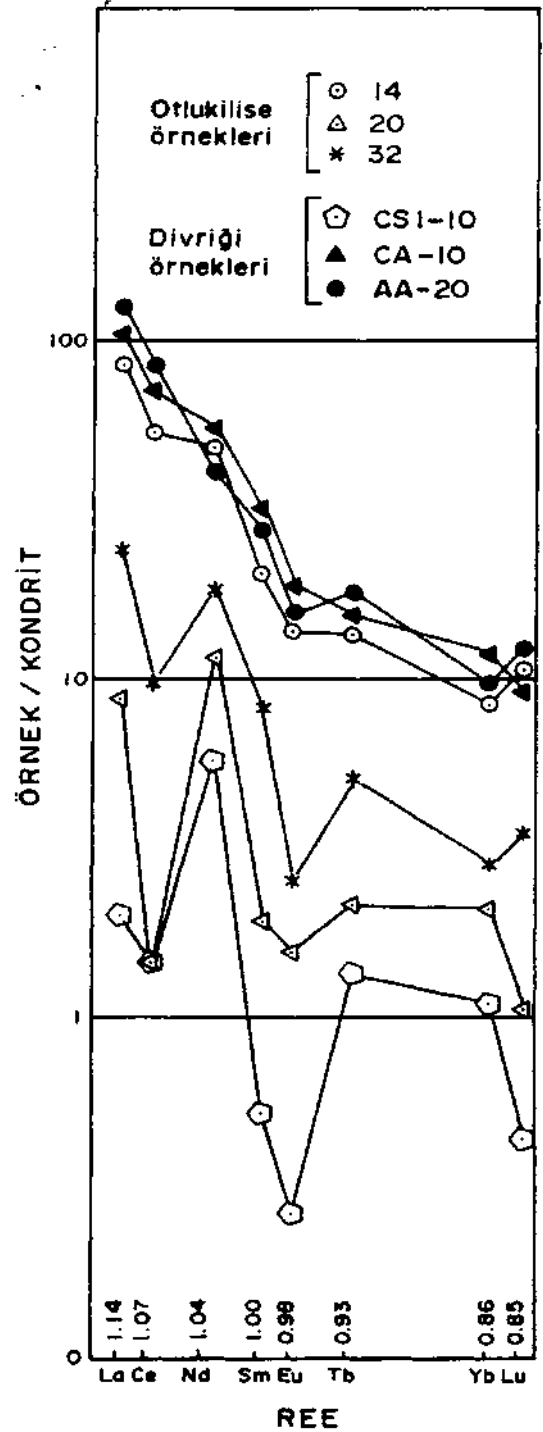
Bu modelde en kritik nokta 2. gruba özgü ve parantez içinde sunulmuş bulunan Zr, Rb, V, P, Nd, Y,

Nb, Sc, La, Ce elementlerinden oluşan c birlikteliğinin sisteme ne şekilde, ne zaman ve hangi kayalarla ilişkili katılmış olduğudur. Bilindiği gibi bu alt disipline özgü elementler kendi aralarında duyarlı ilişkiler sunarlarken, kendi grubuna özgü diğer alt disiplinlerin elementleri ile biraz daha duysuz ilişkiler sergilemektedirler. Aynı zamanda bu birlikteliğe özgü elementlerin bir kaçında gözlenen küçük oranlardaki ortalama değerler veya minimum ve maksimum değerler bu grubun yorum çalışmasında az da olsa gölgede kalmasına sebep olmaktadır. Ancak Ünlü ve Stendal'da (1989) sunulmuş olan bazı diyagramların burada yeniden yapılandırılmasında bu sorunun biraz daha açılması amacı ile yarar görülmüştür.

Şekil 5'te 14 nolu örnek, Otlukilise demir yatağına özgü konglomeratik cevherin çimentosunu karakterize eden, kuvars, hematit ile manyetit bileşenlerinden oluşan cevheri ifade eder. 20 nolu örnek konglomeratik cevherin kendisini tanımlar ve götit bileşenini ifade eder. 32 nolu örnek ise siderit ile manyetit bileşenlerinden oluşan cevheri karakterize eder. CS 1-10 örneği, Divriği A - ve B Kafa çevresine özgü serpantinleşmiş ultramafik kayalar karakterize etmekte ve yoğun biçimde serpantin ile manyetit bileşenlerini içermektedir. CA - 10 örneği Divriği A - ve B Kafa yöresi biyotit - hornblend diyoritleri, AA-20 örneği ise yine Divriği A - ve B Kafa yöresi biyotit - hornblend (kuvars) monzonitleri ifade etmektedir (Ünlü ve Stendal, 1989).

Şekil 5'deki nadir toprak elementlerinin dağılımından çıkan sonuç, 20 ve 32 nolu götit ve manyetit ile siderit bileşenlerinden oluşan cevherlerin Divriği A - ve B Kafa çevresine özgü serpantinlerle çok uyumlu koşutluk sergilediği, buna karşın 14 nolu kuvars, hematit ile manyetit bileşenlerinden oluşan cevherin ise Divriği A - ve B Kafa yöresine özgü diyorit ve monzonitlerle çok uyumlu nadir toprak element içeriği ve dağılım özelliği sunmasıdır. Otlukilise demir yatağına özgü 14 nolu örneğin granitik kayalar ile olan ilgisi ve/veya bunlardan etkilendiği bu koşullarda ön plana çıkabilmektedir. Ancak yalnızca bir örnekte ortaya konulan bu tür bir yaklaşımla genellemeye gidilmesinden kaçınılması için granitik etki şimdilik soru işaretli ve zamansal çözüme açık biçimde bırakılmıştır.

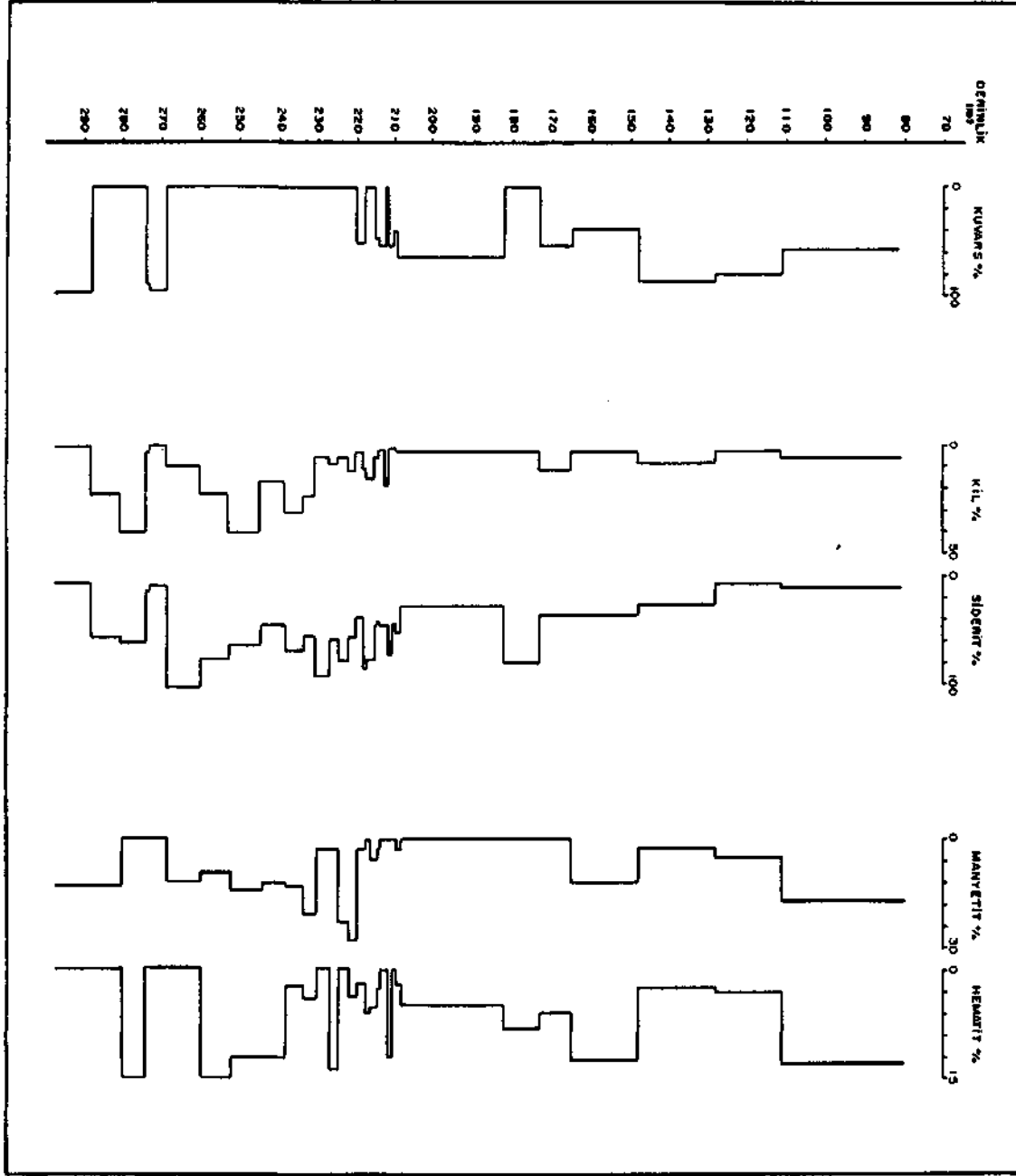
Tüm jeokimyasal sonuçlar ve havza evrimleşme modeli göz önüne alınarak hazırlanmış bulunan



Şek. 5 - Otlukilise demir yatağına özgü cevher örneklerinin Divriği A-B Kafa demir yatağına özgü örneklerle olan karşılaştırmalı REE dağılım diyagramları.







Şek. 7 - Örneklere özgü bileşenlerin nicel düzey dağılım grafiği.

oranlarda ancak birbirine paralel biçimde dağılım sergilemektedir. 170 m. den 290 m. ye kadar ise kuvars ve siderit bileşenlerinin ardışıklı tekrarlandıkları bir yapı ortaya çıkmakta ve kuvars oranının yaklaşık %90'lara, siderit oranının ise %100'lere

çıktığı gözlenmektedir. Bu aralık içinde en az dört adet sideritçe ve dört adet kuvarşça zengin seviye birbirleri ile tekrarlanmalı biçimde ardışıklanmaktadır. Bu yapıya kil bileşeni de %40'a varan ölçütlerde ve siderit bileşenine paralel biçimde katılmakta

dır. Manyetit bileşeni de tamamen hematit bileşeni-ne paralel biçimde ve yaklaşık siderit bileşeni ile koştü düşey dağılım ilişkisi sunmaktadır.

Çizelge 4'te örnek bileşen çiftlerine özgü korelasyon katsayı değerleri sunulmuştur. Bu tabloda kuvars ile siderit arasında gözlenen yüksek negatif korelasyon ilişkisi ( $r = -0.88$ ) dikkate değerdir. Aynı zamanda kuvars ile kil arasında yükseğe yakın ( $r = -0.62$ ), manyetit arasında orta ( $r = -0.46$ ) ve hematit arasında düşük ( $r = -0.22$ ) negatif korelasyon ilişkileri belirginleşmektedir. Aynı tablonun ikinci düşey sütununda ise siderit ile kil arasında düşük ( $r = 0.30$ ), manyetit arasında çok düşük ( $r = 0.12$ ) ve hematit arasında belirsiz yakın ( $r = 0.01$ ) pozitif korelasyon ilişkileri gözlenmektedir. Üçüncü düşey

Örneklere özgü bileşenlerin derine doğru olan nicel dağılım ilişkisi siderit, kil ve/veya killi siderit, manyetit, hematit bileşenlerinin kuvars bileşeni ile olan ardışıklı birlikteliklerini, yani derine doğru biri artarken diğerinin düzenli biçimde azalma ilişkisini tanımlamakta, bu olay ise deformasyon öncesi anılan tüm bu bileşenlerin, kuvars bileşeni ile birlikte ardışıklı çökeldikleri bir ortama işaret etmektedir.

Daha önceki çalışmalarda "yığışım cevher" olarak isimlendirilen (Gülibrahimoğlu, 1979) çoğunluğu farklı kayaç parçalarının siderit, kil ve/veya killi siderit ile çimentolandığı konglomera-breşik taşıyan örneklerin difraktogramlarının büyük bir bölümünde izlenen amorf silis oluşumu cevhere eşlik eden önemli bir diğer bileşeni oluşturmaktadır.

Çizelge 4 - O - 42 sondajına özgü örnek bileşen çiftleri korelasyon katsayıları.

	Kuvars	Siderit	Kil	Manyetit	Hematit
Kuvars	1.00				
Siderit	-0.88	1.00			
Kil	-0.62	0.30	1.00		
Manyetit	-0.46	0.12	0.31	1.00	
Hematit	-0.22	0.01	0.09	0.30	1.00

sütunda kil ile manyetit arasındaki düşük ( $r = 0.31$ ) ve hematit arasındaki çok düşük ( $r = 0.09$ ) pozitif korelasyon ilişkileri ve son sütunda manyetit ile hematit arasındaki düşük ( $r = 0.30$ ) pozitif korelasyon ilişkisi ortaya konulmaktadır.

#### XRD Sonuçlarının Yorumlanması

Tek tek örnek difraktogramlarında çoğunlukla izlenmiş olan siderit, kil ve kuvars beraberliği; siderit ve/veya killi siderit ile kuvars mineralleri arasındaki gelişen birlikte büyüme dokularını, veya en azından birbirlerini veya oluşturdukları kayaç parçalarını çimentoladıklarını düşündürmektedir.

Geniş bir cevher horizonu içinde kuvarsın olduğu ortamda siderit, kil ve manyetit azalmakta, buna karşın kilin olduğu ortamda siderit ve manyetit artmaktadır. Ayrıca manyetit ile hematit ve siderit birlikte az da olsa benzer davranış özelliği sergileyebilmektedir.

Daha önce sunulmuş olan jeokimya bölümünde, masif cevher örneklerinde K, Al, Si, Na, Ti kümecisinde elementler arasındaki pozitif korelasyon ilişkilerinden bahsedilmiştir (Çizelge 2). Ayrıca, masif cevher örneklerinde Si ile K ve Al bileşenleri arasında  $r = 0.99$  seviyesinde çok yüksek pozitif korelasyon katsayıları saptanmış (Çiftçi, 1994) ve bu şekilde anılan elementlerin çok genel biçimde K, Al Silikat kompozisyonu ile ifade edilebileceğinden bahsedilmiştir. Bu koşullarda XRD çalışmalarında konglomeratik-breşik örneklerde saptanmış olan kuvars ile kil arasında izlenmiş olan  $r = -0.62$  korelasyon katsayılı ilişkiler (Çizelge 4) önem kazanmaktadır. Bir diğer deyiş ile XRD çalışmalarının yapıldığı konglomeratik-breşik cevher örneklerinde kil bileşenin dışında Si elementinin tüketildiği bir diğer önemli bileşen daha ortaya çıkmakta, bu da kuvars biçiminde özgünleşmektedir. Konglomeratik-breşik cevher örnekleri, masif cevhere oranla serbest kuvars bileşenince çok daha zengin özellik sergilemektedir.

Konglomeratik-breşik örneklerde kuvars ile siderit bileşenleri arasında gözlenmiş olan  $r = -0.88$  değerli yüksek negatif korelasyon ilişkisi, cevher oluşumunda ortama gelen Si elementinin kil bileşe-

ninin dışında serbest kuvars biçiminde cevherleşmeye eşlik ettiğini bir diğer biçimde ifade etmektedir. Bu durumun cevher oluşumunun kökeni açısından anlamlı olduğu düşünülmektedir.

Masif cevher örnekleri %1-35 arasında değişen  $\text{SiO}_2$  içeriklerine (Çizelge 1) konglomeratik-breşik cevher örnekleri ise %1-95 arasında değişen kuvars içeriklerine (Çizelge 3) sahiptir. Masif cevherler kilce, konglomeratik-breşik cevher örnekleri ise daha az kil buna karşın serbest kuvars bileşenince olduğunca zengin özelliktedir. Bu durum masif cevher örneklerinin plastik, konglomeratik-breşik cevher örneklerinin ise kırılmalı olan fiziksel özelliğinin sebep-sonuç ilişkisini şekillendirir. Bu şekilde de kil ve kuvarsça zengin iç içe girmiş cevherli bir horizonun oluşum sırası ve/veya hemen sonrası havza tabanı hareketleri ile yer yer masif, yer yer de parçalanmış cevher biçiminde şekillenebileceği sonucu ortaya konulmaktadır. Bu özgün sonuç ise, aynı havzada yer alan benzer kökenli oluşumlardaki iç içe girmiş masif ve konglomeratik-breşik cevherlerin eş-geç oluşumlu dinamik evrim mekanizmalarının mineralojik-jeokimyasal açılımı açısından önem taşıyacaktır.

## SONUÇLAR

1- Kireçtaşlarından oluşan Jura-Alt Kretase yaşlı Yüceyurt formasyonu çalışma alanının temelini oluşturur. Bölgede ofiyolit yerleşmesine bağlı olarak gelişen ve temel üzerinde açılan fay kontrollü havzanın ilk çökelleri Üst Kretase yaşlı resifal kireçtaşı ve döküntüleri ile şeyl, marn, kumtaşı arda lanmasından, yer yer de karasal ve denizel kökenli volkanik kayalardan oluşmakta ve Yanıktepe formasyonu olarak isimlendirilmektedir. Pelajik çökelleri ve volkanik arakatıkları da içeren Paleosen yaşlı Akdere formasyonu havzanın daha derin koşullarını yansıtır. Akdere formasyonunun çökelmelerinden sonra havza olası bir karasallaşma evresi geçirmiş, daha sonraki denizel ortam ise Orta Eosen yaşlı Başören formasyonu ile temsil olunmuştur. Karasal özellikteki Miyosen yaşlı Gövdelidağ ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Gürün formasyonları ve volkanitler diğer tüm birimleri örtmektedir.

2- Çalışma alanına özgü saptanmış bulunan en yaşlı volkanik kayalar, Yanıktepe ve Akdere formasyonları içinde gözlenen kloritleşmiş, karbo-

natlaşmış volkanik kayaç parçaları ile temsil olunur. Sondaj örneklerinde rastlanmıştır ve cevherleşmeye eşlik eden kloritleşmiş, silisleşmiş ve killeşerek ileri derecede alterasyona uğramış köşeli ve yuvarlak biçimdeki bazik kayaç parçaları spilitleşmiş bazalt ve/veya diyabaz olarak tanımlanmış ve yukarıda anılan formasyonlar içinde yer alan volkanitlerin eş yaşlı türevleri olarak kabul edilmiştir.

3- Cevher; ağırlıklı biçimde siderit, manyetit, hematit ve çok az miktarda pirit, kalkopirit, arsenopiritten oluşmakta, ikincil mineraller olarak sıkça götüt, pirolüsit ve psilomelena da rastlanmaktadır. Ayrıca cevhere yandaş mineraller olarak dolomit/kalsit, ankerit, ankeritleşmiş dolomit, grafit, jips, şamozit ve çört eşlik etmektedir. Pirit framboydlerinin yanı sıra, jel-kolloform dokuların varlığı (kolloform siderit, böbreğimsi siderit, jel manyetit, melnikovit pirit, kolloform kuvars) ile çok ince taneli dokuların gözlenmiş olması (çok ince taneli sideritler, hematitler, kuvarslar, kalsedonlar) ve siderit içinde izlenen mirmekitik, bulut benzeri, iskelet benzeri ornatılmış manyetitler, muşketofit oluşumları, ayrıca zonlu siderit ve zonlu manyetit oluşumları cevher karakteristiklerini oluşturmaktadır.

4- Demirce zengin masif cevher örneklerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar, karbonatların çökelmediği bir ortama yayılan denizaltı volkanitlerinin dolaylı-dolaysız biçimde serpantinlerden yıkadığı demir ve yandaş elementlerince eşlik olunan bir sinsedimenter-volkanojen cevherleşme geçişini şekillendirmektedir.

5- Demirce fakir konglomeratik-breşik cevher örneklerinde yapılan mineralojik çalışmalar sonucu saptanan, özellikle kuvars ile siderit, kil ve/veya killi siderit seviyeleri arasında izlenen ardışıklı birlik-telik deformasyon öncesinde sedimenter ilişkiye işaret etmektedir. Böylece kil ve kuvarsça zengin iç içe girmiş, cevherli bir horizonun, oluşum sırası ve/veya hemen sonrasındaki havza tabanı hareketleri ile aynı havza içinde çok dar aralıklarda dahi yer yer masif yer yer de parçalanmış cevher biçiminde farklı boyutlarda şekillenebileceği özgünleşmektedir.

6- Kırık sistemlerince de kontrol edilen karst evrimi ve sedimentasyonu ise, cevheri gelişim me-

kanizmasına özdeş biçimde işleyebilmekte, yatağı yeniden aktarabilmekte ve uygun yerlere yığıştılabilmektedir. Bu mekan bugün Otlukilise demir yatağında olduğu şekilde temek-kireçtaşlarının içi de olabilmektedir. Cevher yatağı gelişiminin bilinen en son safhası ise cevherin yüzeysel olaylar ile okside olması, demir bileşenince zenginleşmesi ve bugünkü işletilen cevheri oluşturması evresiyle temsil olunur.

### TARTIŞMA - DENEŞTİRME

Lahn - Dill tip yataklarının yıllardır süregelen köken tartışması sinjenetik ve epijenetik tip yataklar arasındaki yorumda odaklanır. (Ouade, 1970). Sinjenetik veya eş oluşumlu yataklar ile epjenetik veya ard oluşumlu yataklar isimlerinden de anlaşılabilir gibi, yan kayaçlar ile olan oluşum ilişkileri ile, yataklanma açısından farklılık sergiler. Ancak, birleştirilmiş bir modelde temel üzerinde açılan bir havzaya özgü çökeltme ortamındaki yan kayaçlarla uyumlu konumda olan eşdeş bir cevherleşmenin, cevherleşmeyi ortama taşıyan kanallardaki cevherli çözeltilerinin, daha yaşlı birimler ile ard oluşumlu ilişkiler sergileyebileceği de kabul edilmektedir.

Otlukilise demir yatağı kimi yazarlarca yalnızca temele özgü kireçtaşları içindeki çatlak dolguları şeklinde epjenetik tipte, cevherli çözeltilerin anılan kireçtaşları ile olan metazomatik ilişkileri bünyesinde yorumlanmıştır. Bölgede yaygın biçimde gözlenen, çoğunluğu cevherleşme sonrası kırık sistemlerine bağlı olarak gelişen karstlaşma olaylarının, cevheri yeniden duraysızlaştırdığı ve tüm bileşenleri yer yer işleyebildiği düşünüldüğünde, olayın açıklanması daha da karmaşık bir durum kazanır. Cevheri havzaya getiren ve aynı zamanda en genç tektonik hareketlerle cevheri yüzeye çıkartan kırık zonlarının cevherleşme sırasında daha çok silisçe zengin cevherli hidrotermal çözeltilerle dolabileceği, bu kırıkların daha sonraki hareketlerinin ise konglomeratik - breşik cevherin bir bölümünü oluşturabileceği, buna karşın daha duraylı havza içi koşullarda kilce zengin kuvarsça fakir masif cevherin (siderit bileşenince zengin cevher) oluşabileceği düşüncesi de, bu modele ilave olunabilir. Ancak cevherin oluşumu ile ilgili tablo, temelin üstünde açılan havza bazında ele alındığında, cevherleşmenin büyük bir bölümünün yalnızca cevheri getiren

kanallar ile sınırlandırılmayacağını, bu kanalların beslediği sedimentasyon havzasındaki sinsedimenter karakterli cevher oluşumların çok önemli boyutlara ulaştığı ve daha sonraki tektonik olaylar ile cevherin birincil durumunu kaybederek, bugünkü konumu kazandığı ve bu ikincil durumun bazı karakteristiklerinin, cevherin birincil durumu konusunda ipuçları sunduğunu da bu senteze katmak yerinde olur.

Otlukilise demir yatağı gerek coğrafik konum, gerekse yan kayaçlarla olan ilişkileri ve yaş konağı itibarı ile Hekimhan - Deveci siderit yatağı ile benzer özellikler taşır. Deveci siderit yatağı sinsedimenter - volkanojen veya ekslatif - sedimenter yataklara Türkiye'den tipik bir örnek oluşturur (Ünlü, 1983). Anılan yatak aynı yazar tarafından Lahn - Dill tip yataklara (Lehmann, 1972) ülkemizden örnek gösterilmiştir. Lahn - Dill yatağında hakim cevher minarali hematit olup, siderit azınlıkta olmasına karşın, Deveci ve Otlukilise'de hakim cevher minerali siderittir. Gerek Deveci'de gerekse Lahn Dill'de karşılaşılan ve % 5'leri aşan yüksek MnO içeriklerine Otlukilise'de rastlanılmamış olması, muhtemelen ikincil olaylar ile Otlukilise'de sideritlerin götite dönüşmesi sırasında manganın hareketli olma özelliği ile ortamdan uzaklaşmış olmasına bağlanabilir. Deveci sideritlerinin silis bileşenince çok fakir özelliğine karşın ( % 8 SiO<sub>2</sub>; Ünlü, 1983), Otlukilise demir yatağı, Lahn - Dill yatağında olduğu gibi yüksek silis içeriği sergilemektedir. Lahn - Dill yatağı, bir çok denizaltı volkanik tepelerine karşılık gelen silis merkezlerince karakterize olmaktadır. Ayrıca Deveci siderit Yatağı Ünlü, (1983) tarafından Yugoslavya'daki volkano - sedimenter Vares (Kroatien) demir yatağına (Ouade, 1970) benzer bir oluşum olarak gösterilmiştir. Vares'te de siderit cevher gövdesi tanımlanmıştır.

Otlukilise demir yatağı; kromitleri bünyesinde barındıran çok altere olmuş bazik volkanik kayaçlarca eşlik olunan, ani soğumayı betimleyen jel kolloform, ince taneli, mirmekitik dokuların izlendiği ve (killi) siderit ile kuvars birlikte büyüme dokularının sıkça gözlemlendiği, silis gelişlerinin Lahn - Dill yatağına benzer biçimde önemli bir bileşen olduğu bir oluşumdur. Manyetit, hematit minerallerinin sıkça sideritler tarafından ornatıldığı, bu ornatma dokuları ile beraber manyetit ve siderit minarellerinin birlikte büyüme dokularının da sıkça rastlanıldığı ve

ortamda daha önce oluşan minerallerce  $Fe^{+3}$  elementi tüketildikçe ortama yoğun biçimde  $Fe^{+2}$  elementinin katıldığı bir koşulu tanımlamaktadır. Silis ve demir elementleri, dokusal ilişkilerden anlaşılabilir gibi ortama havzanın derinliklerinden gelmekte ve ortamın Eh ve pH koşulları ile kontrol edilir biçimde demir ve silis mineralleri biçiminde özgünleşmektedir. Bu koşullarda özellikle demiri kıydan getirmek fizikokimyasal açıdan olanaksız görünmektedir. Zira  $Fe^{+2}$  kolay biçimde eoksijence zengin ortamdan, yani kıydan havza tabanına ulaşmaya kadar yükseltgenmekte,  $Fe^{+3}$  biçiminde çökerek sideritin olduğu ortama ulaşmamaktadır.

Otlukilise demir yatağı mineralojik ve kimyasal özellikleri açısından Siegerland tipi hidrotermal siderit damarlarını anımsatmasına karşın (Laznicka, 1985), dokusal ilişkileri açısından Lahn - Dill tipi yataklar ile yakın benzerlik içerisindedir. Her ne kadar Ouade, (1976)'nın "Lahn - Dill tipi yatakların mineralojik bileşiminde sülfid minerali olarak yalnızca pirit vardır" demesine karşın, bu çalışmada kazanılan veriler gerek eBottke, (1981) gerekse Ünlü (1983)'ün çalışmalarındaki eksalatif sedimenter tipi yataklardaki cevhere eşlik eden yandaş sülfid mineralleri ile benzerlik açısından büyük bir uyum sergilemektedir.

Makale "bu çalışma çatısı içinde kalınmak koşulu ile; ofiyolit yaygıların temelde yer aldığı jeotektonik ortamlara özgü platformlar üzerinde açılan havzalarda gelişen volkano - sedimenter istiflere özgü eksalatif - sedimenter veya sinsedimenter - volkanojen demir oluşumlarının Fe element kökeni için acaba temelde yer alan okyanusal litosfer veya ofiyolitik kayalar kaynak gösterilebilir mi?" özgün ve güncel sorusu ile (Stendal ve diğ., 1995) şimdilik sonlandırılmıştır.

#### KATKI BELİRTME

Çalışmada birinci yazarın A.Ü.F.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde ikinci ve üçüncü yazarların denetiminde yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışması esas alınarak hazırlanmıştır. Yazarlar, makalenin eleştirilmesindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Ayhan Erler, Prof. Dr. Baki Varol, Doç. Dr. Okan Tekeli ve Dr. Ahmet Çağatay'a teşekkür ederler. Jeokimya çalışmalarının alt yapısını oluşturan

Kopenhag Üniversitesi'ne müteşekkirdirler. Makaleye konu edilen kayaç örneklerine özgü kesitler ve şahit numuneler Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde korunmaktadır.

*Yayına Verildiği Tarih, 22 Ağustos 1995*

#### DEĞİNİLEN BELGELER

Akkuş, M. F., 1971, Darende-Balaban Havzasının (Malatya, ESE Adanolu) jeolojik ve stratigrafik incelenmesi: MTA Derg. 76, 1 - 60

Alkan, M. ve Türkmen, H., 1987, Sivas-Kangal-Gürün (Uzunyayla - Otlukilise) yöresi demir prospeksiyonu jeoloji raporu: MTA Rop. 8200 (yayınlanmamış) Ankara.

Atabey, E., 1993a, Doğu Toros karbonat platformunda Önülke - Dağarası havza gelişimine bir örnek: Akdere Havzası, Gürün - GB Sivas (Türkiye). Türkiye Jeol.Kur.Bült. 36(1). 51 - 61.

--; 1993b, Gürün Otoktonu'nun stratigrafisi (Gürün-Sarız arası), Doğu Toroslar - GB Sivas (Türkiye): Türkiye Jeol.Bült, 36 (2), 99-113.

.....; 1993c, Akdere Basın: An example for the foreland - intermontane basin eastern Tauride carbonate platform, Gürün SW Sivas - Turkey. Geologica Romana, 29, 401 - 409, Roma.

Aziz, A. ve Erakman, B., 1980, Tufanbeyli (Adana) - Sarız (Kayseri) - Gürün (Sivas) ilçeleri arasında kalan alanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları TPAO Rap.: 1526 (yayınlanmamış) Ankara.

.....; .....; Kurt, G. ve Meşhur, M., 1981, Pınarbaşı, Sarız (Kayseri), Gürün (Sivas) ve Darende (Malatya) ilçeleri arasında kalan alanın jeoloji raporu: TPAO. Rap. 1601 (yayınlanmamış), Ankara.

Barosh, P. J., 1971, Geology of the Otlukilise iron mine, Sivas Province Turkey: MTA Rap.4814 (yayınlanmamış), Ankara.

- Bottke, H., 1981 Lagerstättenkunde des Eisens: Verlag Glückauf GmbH, 202 s., Essen.
- Çiftçi, D., 1994, Otlukilise (Gürün-Sivas) Demir Yalağı'nın maden jeolojisinin incelenmesi: AÜFF Jeo.Müh.Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 195 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Demirtaşlı, E., 1967, Pınarbaşı -Sarız - Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostratigrafik birimleri ve petrol imkanları: MTA Rap.3489 (yayımlanmamış), Ankara.
- Gladney E.S., Burns, C.E. ve Roelandis, I.,1983, 1982 compilation of elemental concentrations in eleven United States Geological Survey rock standards: Geostandards Newsletter 7, 3 - 226.
- Gülibrahimoğlu.İ., 1979, Sivas - Gürün - Otlukilise demir yatağının jeolojisi ve sondajlar MTA Rap. 6613 (yayımlanmamış).
- Gümüş, A., 1962, 1961 yılı çalışmaları neticesine göre Sivas ili, Kangal ve Gürün ilçeleri dahilinde teklif edilen demir eksplorasyon programı (Pınargözü, Davutoğlu, Elkondü, Otlukilise): MTA Rap.3371 (yayımlanmamış), Ankara.
- .....; 1964, Otlukilise (Sivas - Gürün) Demir Yatağı (55/334 ruhsat no'lu) hakkında nihai jeolojik rapor: MTA Rap.3376 (yayımlanmamış), Ankara.
- Kormalı, R., 1972, Sivas ili Gürün ilçesi Otlukilise Demir Madeni çevresinin 1/10.000 ölçekli jeoloji raporu: MTA Rap. 1901 (yayımlanmamış), Ankara.
- Kozlu, H., Günay, Y., Dercourt, P., Cross, P. ve Bellier, J.P., 1990, Doğu Toros bölgesinde Neo - Tetis'in konumu: Türkiye 8. Petrol Kong., 387 - 403.
- Kutman F. F., 1978, Gürün Bölgesinin jeolojisi ve tektonik özellikleri: MTA Derg., 91, 1 - 12.
- Laznicka, P., 1985, Empirical Metallogeny: Developments in Economic Geology,19, 1758 s., Elsevier, Amsterdam.
- Lehmann, E., 1972, On the source of the iron in the Lahn ore deposits: Mineral. Deposita, 7, 247 - 270.
- Metin, S., 1982, Doğu Toroslarda Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının Jeolojisi: İ.Ü.Müh.Fak., Jeo. Müh.Bölümü, Doktora tezi, 134 s., (yayımlanmamış), İstanbul.
- ; Ayhan, A. ve Papak, I., 1986,1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeolojik Haritaları Serisi: Elbistan 1 - 22 paftası, MTA Yayur., .....; .....; .....; 1987, Doğu Torosların batı kesiminin jeolojisi (GGD TÜRKİYE) MTA Derg., 107, 1 - 12.
- Norrish, K. ve Chappel, B.W., 1977, X - ray fluorescence spectrometry: Zussman, J., (ed.), Physical Methods in Determinative Mineralogy, 2nd ed., Academic Press, 201 - 272, London.
- Özer, S., Terlemez, İ., Sümengen, M. ve Erkan, E., 1984, Pınarbaşı (Kayseri) çevresindeki alloktion birimlerin stratigrafisi ve yapısal konumları: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 27, 61 - 69.
- Özgül, N., 1976 Torosların bazı temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 19 (1), 65 - 78.
- ; Metin, S., Göğçer, E., Bingöl, İ., Baydar, O. ve Erdoğan, B., 1973, Tufanbeyli dolayının Kambriyen ve Tersiyer kayaları: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 16(1), 82- 100.
- Ouade, H., 1970, Der Bildungsraum und die genetische Problematik der vulkano - sedimentären Eisenerze: Clausthaler Hefte, Heft 9, 27 - 65, Berlin.
- .....; 1976, Genetic problems and environmental features of volcano-sedimentary iron-ore deposits of the Lahn - Dill - Type: WafI, K.H., ed., Handbook of Strata - Bound and Stratiform Ore Deposits, 255 - 294.
- Stendal, H., Ünlü, T. ve Koernerup - Madsen, J., 1995, Geological setting of iron deposits of

- Hekimhan Province, Malatya, central . . . . . ; ve Stendal, H., 1986, Divriği Bölgesi demir yataklarının element koerelasyonu ve jeokimyası (Orta Anadolu - Türkiye): Jeoloji Mühendisliği, 28, 5 , 19.
- Ünlü, T., 1983, Die Genese der Siderit Lagerstätte . . . . . ; 1989, Divriği Bölgesi demir cevheri yataklarının nadir toprak element (REE) jeokimyası. Orta Anadolu, Türkiye Jeol. Kur. Bült. 32 (1-2), 21-38.
- Deveci in der Hekimhan - Provinz Malatya/Türkei und ihre wirtschaftliche Bewertung: Doktora çalışması, Berlin Teknik Üniversitesi, 84 s., Berlin.

**LEVHALAR**

## LEVHA I

Şek. 1 - Rudistli kireçtaşı içinde resmin sol üst kesiminde volkanik kayaç parçası. Ç.N. x 25.

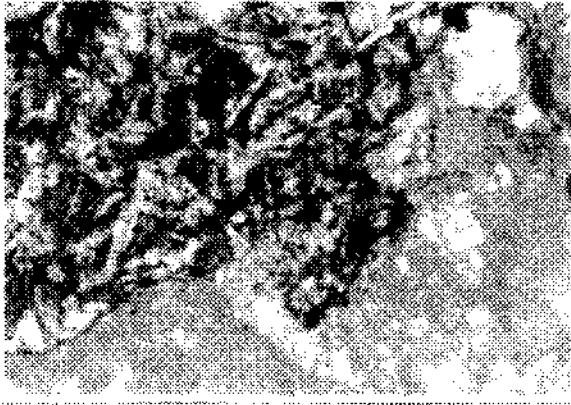
Şek. 2 - Mikritik, yer yer sparitik bağlayıcı ile çimentolanmış akma dokusu gösteren volkanik kayaç parçası (resmin ortasında), onun etrafında mikritik ve sparitik kayaç parçaları ile resmin alt, üst ve sağ kenarlarında kuvars parçaları. Ç.N. x 16.

Şek. 3 - Yuvarlaklaşmış kumtaşı içinde sağ kenarda daha iri (gri - koyu gri) diğer taraflarda ince taneli (gri) sideritler. Ç.N. x16.

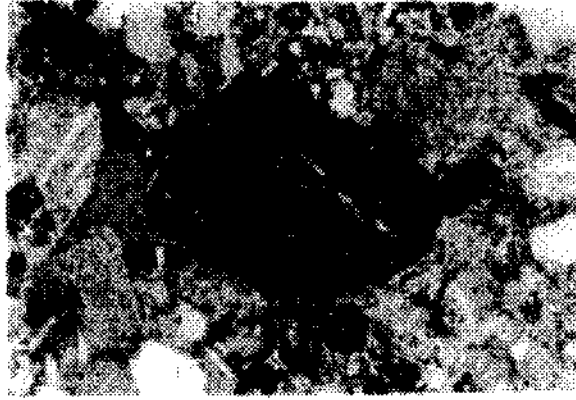
Şek. 4 - Demiroksit ile çimentolanmış çok ince taneli kuvars oluşumları. T.N. x16.

Şek. 5 - Amigdaloidal boşlukların siderit ile doldurulduğu (ortada açık gri - beyaz) yuvarlaklaşmış, bazik volkanik kayaç parçası (alt ortadan sağ üste doğru). Ç.N. x 40.

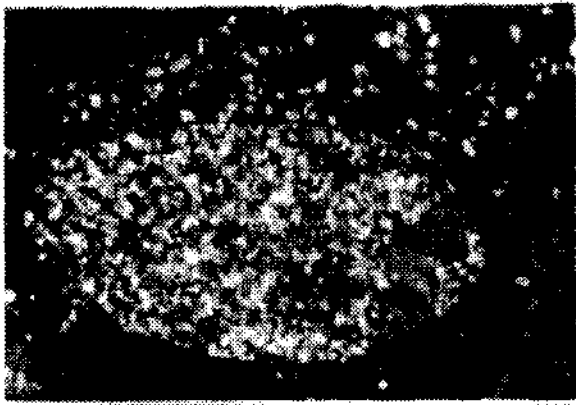
Şek. 6 - Öz-yarı özşekilli opak minareller (siyah) ve yarı öz şekilli zonlu dolomit oluşumları (beyaz - açık gri) içeren siderit kayaç parçası. T.N. x 16.



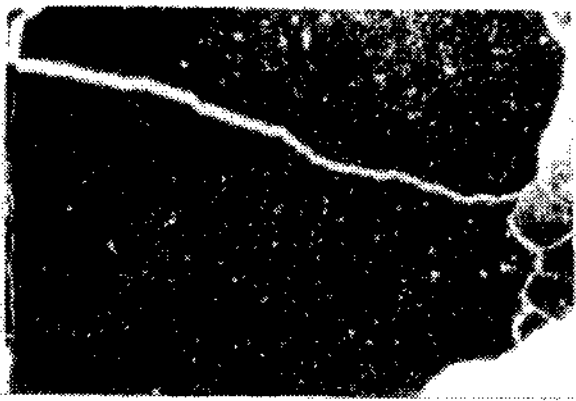
1



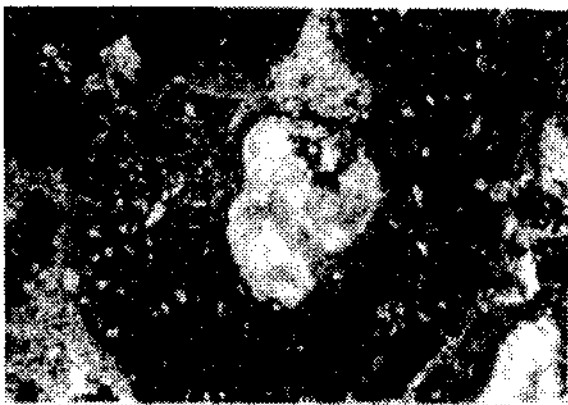
2



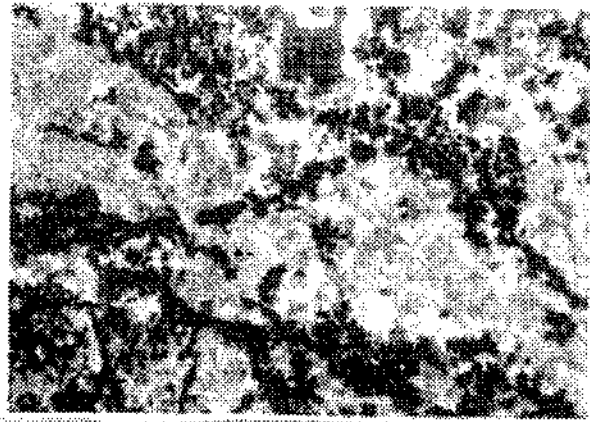
3



4



5



6

## LEVHA II

Şek. 1 - Krom - spinel (gri) ve manyetite dönüşmüş (açık gri) kromit (koyu gri). Y.O= Yağ ortamı. x200.

Şek. 2 - Kenarlarından itibaren götite dönüşmüş (açık gri) çok ince taneli siderit oluşumları (koyu gri). Y.O. x200.

Şek. 3 - Siderit ile çimentolanmış (gri - açık gri) volkanik kayaç parçaları (sağ ve sol ortada açık gri) ve az miktarda hematit çubukları (beyaz). Y.O. x200.

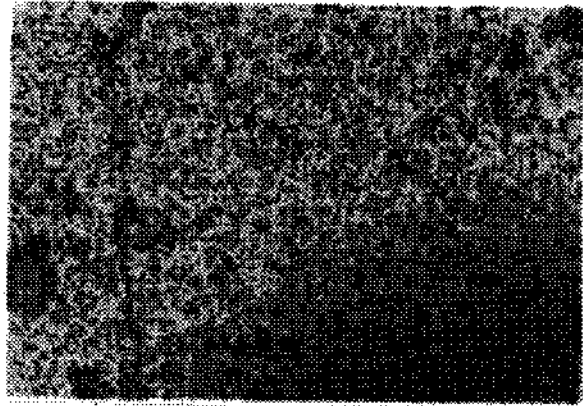
Şek. 4 - Siderit tarafından ornatılmış (koyu gri), zonlu yapı gösteren kısmen martitleşmiş manyetit (beyaz - açık gri). Y.O. x200.

Şek. 5 - Limonitleşmiş, kloritleşmiş bazik volkanik kayaç parçası (sol kenarda koyu gri) ile birlikte izlenen konsantrik kabuklu siderit içinde (orta ve altta soluk gri) yer alan manyetit (tam ortada gri) ve kalkopirit (sağ kenara yakın açık gri) taneleri. Y.O.

Şek. 6 - Mirmekitik doku benzeri büyüme dokularının izlendiği siderit (koyu gri), manyetit (gri) birlikteliği. Y.O. x200.



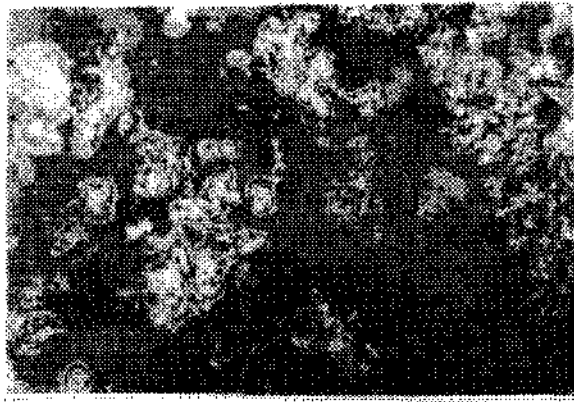
1



2



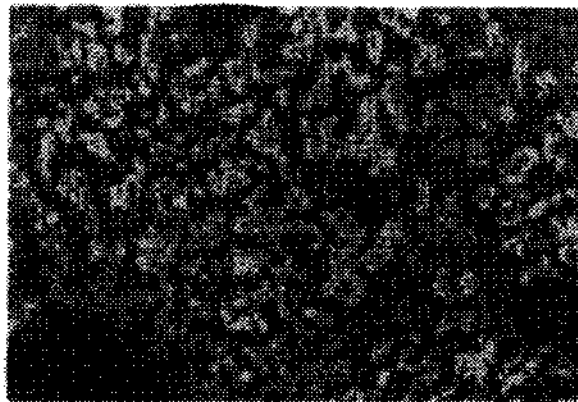
3



4



5



6

### LEVHA III

- Şek. 1 - Siderit içinde (açık gri - gri) bulut şekilli manyetit oluşumları (orta, alt ve sağ kenara yakın ince açık gri benekler) ve hematit çubukları (beyaz) ile kalkopirit taneleri (orta sağ alta yakın yuvarlak beyaz). Y.O. x200.
- Şek. 2 - Özşekli sideritler içinde (gri) manyetit oluşumları (açık gri ince benekler). Y.O. x200.
- Şek. 3 - Siderit (koyu gri) ile birlikte büyümüş öz - yarı özşekli manyetit oluşumları (gri). Y.O. x200.
- Şek. 4 - Siderit (koyu gri) ile içice büyümüş jel dokulu melnikovit piritler (açık gri). Y.O. x200.
- Şek. 5 - Killi hamur içinde taşınmış kromit (üçgen benzeri gri), parçalanmış damar halinde siderit (orta üst ve sağ kenarda gri), jel dokulu manyetit (orta - altta soluk beyaz) ve arsenopirit taneleri (parlak beyaz). Y.O. x200.
- Şek. 6 - Limonit ile boyanmış kil hamur içinde tamamen martitleşmiş manyetit taneleri (beyaz) ve limonitleşmiş pirit framboyidleri (orta alt ve alt solda yuvarlak soluk beyaz). Y.O. x200.



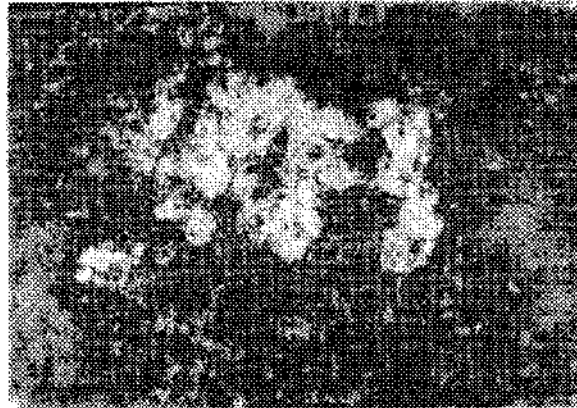
1



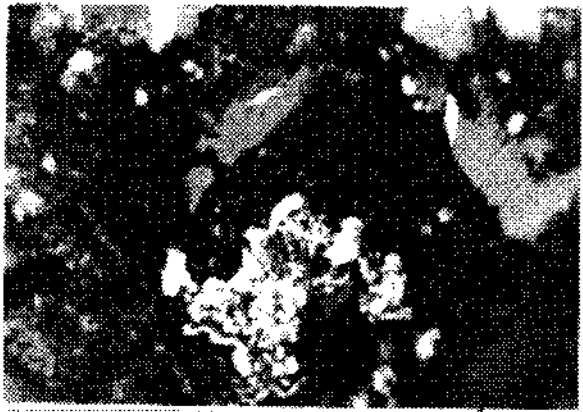
2



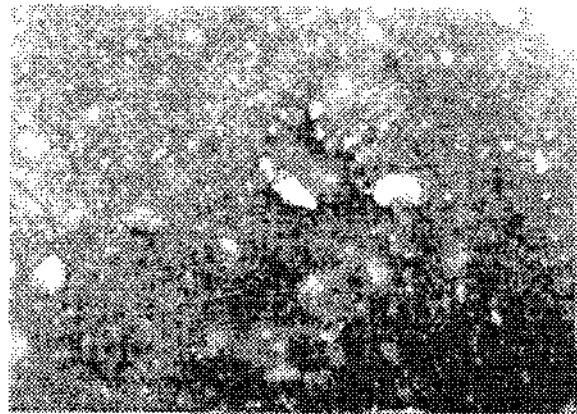
3



4



5



6