

ÇAYELİ - MADENKÖY BAKIR-ÇİNKO (Cu - Zn) YATAĞININ JEOLJİSİ VE CEVHERLEŞMEYE İLİŞKİN SORUNLAR

Yılmaz ALTUN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Çayeli-Madenköy Cu-Zn ve pirit yatağı çok eskiden beri bilinmektedir. 1967 yılında M.T.A. Enstitüsü tarafından başlatılan ayrıntılı araştırmalar, bugün son aşamasına gelmiş olup, laboratuvarında cevher zenginleştirme, sahada ise hidrojeoloji etütleri şeklinde sürdürülerek fizibilite çalışmaları tamamlanmaya çalışılmaktadır.

Yapılan bu araştırmalar sonucu jeolojik yapı aydınlığa kavuştuğu gibi cevher potansiyelinin gerçek durumu da ortaya çıkmıştır.

Sahadaki birimlerde aşağıdan yukarıya doğru şu şekilde bir istiflenme izlenmektedir:

Üst Kretase	Üst bazik seri	13	Marn-tüf-çakıltaşı-kireçtaşı-kumtaşı
		12	Bazalt (β_4)
		11	Kırmızı kireçtaşı
		10	Andezitik breş
		9	Olivin bazalt (β_3)
		8	Mor tüf III
		7	Ojit bazalt (β_2)
		6	Mor tüf II
		5	Bazalt (β_1)
		4	Mor tüf I
	Alt dasitik seri	3	Dasitik tüf breş
		2	Kumlu dasitik tüf
		1	Dasitik tüf

Bu iki seri arasında andezitik intruzifler vardır.

Bu yatakta bulunan tabandaki ağsal (stockwork) tip cevher hidrotermal metasomatik, üste gelen masif tip cevher ise volkanik-tortul (volcanogenic) kökenlidir. Cevherleşme, Üst Kretasedeki asidik volkanizmanın durgunluk, bazik volkanizmanın başlangıç safhasında oluşmuş olup, belli bir stratigrafik seviye içinde izlenmektedir.

GİRİŞ

Maden sahası Rize ilinin Çayeli ilçesine bağlı Madenköy'de bulunmaktadır. Karadeniz sahilinde bulunan Çayeli ilçesinin Madenköy'e uzaklığı 8 km dir. Bölgenin hemen güneyinde keskin rölyefli dağlar bulunmaktadır. Kaçkar dağları sahanın güneyinde güneybatı-kuzeydoğu yönünde uzanır. Maden sahası bir yerleşme yeridir ve tamamen çay bahçeleriyle kaplıdır.

Çayeli-Madenköy bakır, çinko ve pirit yatağı, Türkiye'nin en önemli sülfütlü bakır ve çinko kaynaklarından biridir.

M.T.A. Enstitüsü 1967 yılında bu sahada ayrıntılı araştırmalara başladığı zaman yatak hakkındaki bilgiler çok sınırlıydı.

Turhan (1969), sahada NE ve NW yönlü faylanmaların oluşturduğu horst ve grabenlerin varlığını ve cevherleşmenin, Tersiyer yaşlı (1 :500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası) asit karakterli Tatos batolitinin oluşumundan sonraki hidrotermal safhada, fiziko-kimyasal koşullara göre emprenye ve ramplasman tipinde oluştuğunu belirtmiştir.

Sahada yapılan I.P. etütlerinin (Turgay, 1969) değerlendirilmesi sonucu elde edilen anomali eğrilerinin kuzeydoğuya doğru Büyük dereye yakın kısımlarda kapandıkları, kuzeybatıya doğru ise daha geniş sahayı içerdikleri görülmüştür.

Ovaloğlu (1971), sahadaki mor tüflerin masif cevher mercceklerinin üzerinde yer aldıklarını, mor tüfler arasında görülen bazaltların sil olduklarını, horst ve graben oluşumlarının varlığı nedeniyle yüzeyde görülmedikleri halde sahada daha başka cevher mercceklerinin bulunabileceğini ifade etmiştir. Bu araştırmalarla birlikte yapılan sondajlardan olumlu sonuçlar alınmış ve saha daha fazla önem kazanmıştır.

Cevherleşmenin dağılımını kontrol eden etmenleri ortaya koyabilmek amacıyla yazar 1972 yılında bu sahada 0.2 km² lik bir alanın 1:1000 ölçekli jeoloji haritasını yapmış (Şek. I), mineralleşmenin yapıyla ilgili olduğunu ve belli bir istiflenme içinde bulunduğunu ortaya koymuştur (Altun, 1972). Yazarın çalışmasına dayanarak sahada 1974 yılı sonuna kadar 13 yeni sondaj yapılmıştır.

Sahada 1:10000 ölçekli jeoloji etüdü yapan Mado (1973), tavantaşı olan mor tüflerin bazalt silleri ve andezit breşleriyle ara tabakalı olduğunu belirtmekte ve cevheri:

- 1 — Masif pirit cevheri (sarı cevher),
- 2 — Cu, Pb, Zn cevheri (siyah cevher).
 - Siyah cevheri
 - a — Masif cevher
 - b — Emprenye cevher
 - c — Damarcık agregatları

olarak incelemekte, siyah cevherin en üst seviyedeki, sarı cevhere kıyasla daha yüksek sıcaklık koşullarında oluştuğunu savunmaktadır.

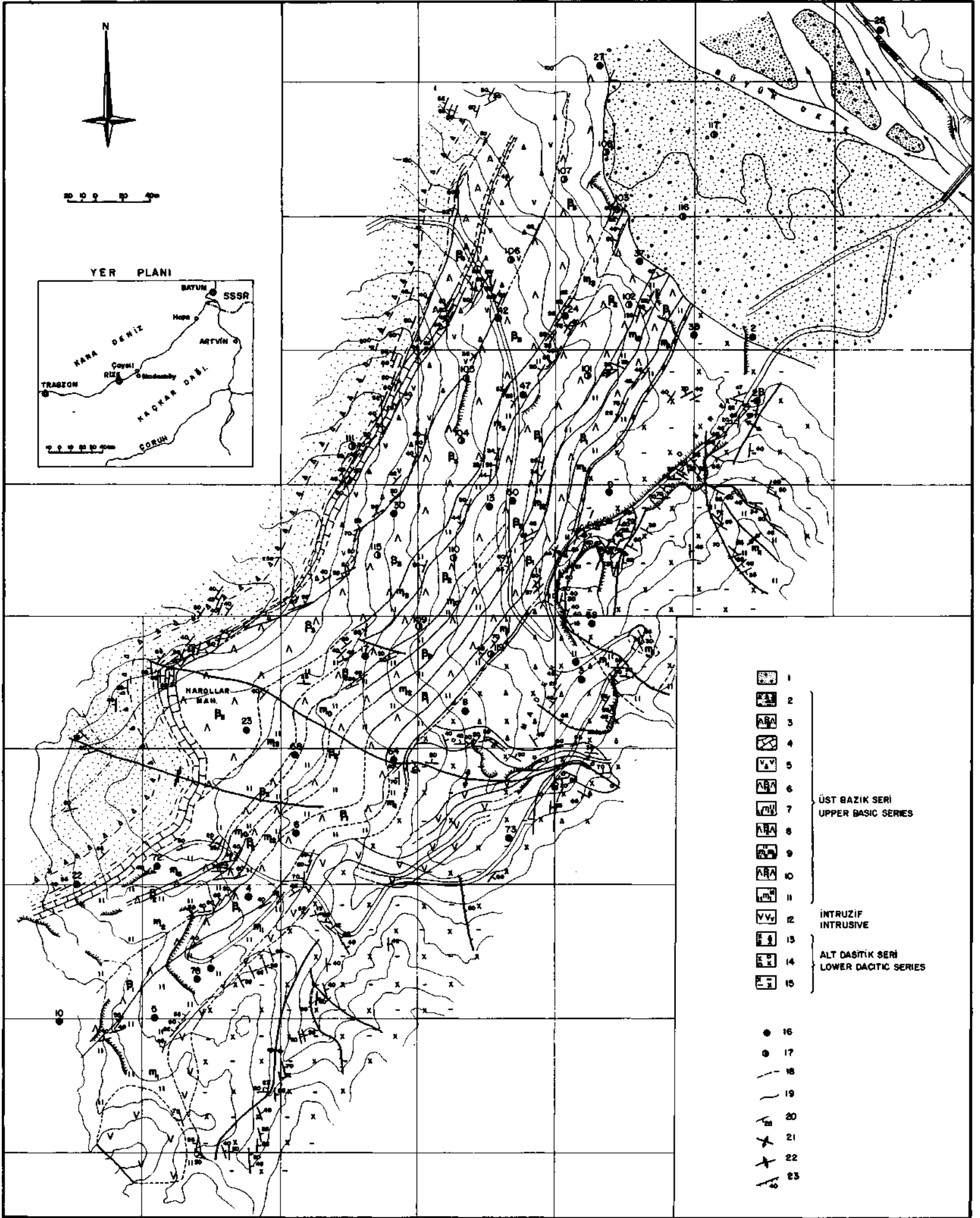
Sahada 1:1000 ölçekli jeoloji haritası yapan Nebioğlu (1975), daha önceki çalışmalarda, Üst Kretasede oluşan volkanik seriler için yapılan alt bazik, alt dasitik, üst bazik, üst dasitik seri ayrımının yeterli olmadığı gerekçesiyle uygulanmaması gerektiğini ifade etmiş, daha önceki çalışmalarda mor tüf olarak tanımlanan birimlerin «pümis tüf» (pumicetuff) ve bunlar arasında bulunan bazaltların ise intruzif olduklarını savunmuştur. Nebioğlu, cevheri masif, ağsal saçılmış ve piritik cevher olarak bölümlere ayırarak incelemiştir.

1974 yılı sonuna kadar süren çalışmalarla yazarın saha hakkındaki görüşleri doğrulanmış ve çok önemli bir bakır, çinko, pirit rezervi saptanmıştır. Ayrıca bu tip yataklar için bazı temel jeolojik prensipler de ortaya konmuştur.

Bu yazıda sahadaki cevherleşme ile yapı ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

JEOLOJİ

Madenköy bakır-çinko-pirit yatağı Alp orojeneziiyle etkilenmiş olan Doğu Karadeniz yöresi yapı birliğinin (Pontidler'in) doğu kenarında bulunmaktadır (Ketin & Erentöz, 1962).



Şek. 1 - Ça/eli maden yatağının jeoloji haritası.

1 - Alüvyon; 2 - Mam-tüf breş-kireçtaşı-kumtaşı; 3 - Bazalt; 4 - Kırmızı kireçtaşı; 5 - Andezitik breş; 6 - Olivin bazalt; 7 - Mor tüf III; 8 - Ojit bazalt; 9 - Mor tüf II; 10 - Bazalt; 11 - Mor tüf I; 12 - Andezit; 13 - Dasitik tüf breş; 14 - Dasitik kumlu tüf; 15 - Dasitik tüf; 16 - 1967-1972 M.T.A. sondajları; 17 - 1972-1975 M.T.A. sondajları; 18 - Muhtemel formasyon sınırları; 19 - Formasyon sınırları; 20 - Doğrultu ve eğim; 21 - Antiklinal eksen; 22 - Senklinal eksen; 23 - Fay.

Sahada Üst Kretaseden Tersiyer sonuna kadar devam eden denizaltı volkanizmasıyla oluşan kayaçlar yaygındır. Bu kayaçlar yaşlıdan gence doğru şu şekilde adlandırılmışlardır:

- 5 — Genç volkanik seri,
- 4 — Üst dasitik seri,
- 3 — Üst bazik seri,
- 2 — Alt dasitik seri,
- 1 — Alt bazik seri.

Sawa ve Hamamcıoğlu (1970), Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan ve asidik serilerle birbirinden ayrılan bazik serileri, alt bazik ve üst bazik seriler olarak tanımlamışlardır.

Çalışma sahasının dışında kalan alt bazik serinin yaşı kesinlikle saptanamamış olmakla beraber, Üst Kretasenin alt katlarında oluşmuş olması olasılığı vardır.

Alt dasitik, üst bazik, üst dasitik serilerin yaşları aratabakalı durumdaki çamurtaşı-kireçtaşlarındaki mikrofosillerle Senoniyen olarak saptanmıştır.

Genç volkanik seriler, Miyosen yaşlı (Can, 1974) kumtaşlarıyla örtülmüşlerdir.

Intruzif kayaçlar (granit, granodiyorit, diyoritler) ise Miyosen yaşlıdır (Baykal, 1949; Wijkerslooth, 1946). Çoğulu (1970), Rize-Tatos asit intruzifinin radyometrik yaşını 30 milyon yıl olarak saptamıştır. Bu seriler ayrıca, bazaltik ve andezitik intruziflerle kesilmişlerdir. Bu özellikler Doğu Karadeniz Bölgesinde aynıdır.

Alt dasitik seri ile üst bazik seri arasında uyumsuzluk vardır (Altun, 1972). Burada asidik seriler bazik serilere oranla daha az gelişmişlerdir. Üst bazik serinin tabanındaki mor tuf-bazalt aralanması Çayeli-Madenköy sahası için bir ayırtman özelliğidir (Altun, 1972).

Alt dasitik seri

Alt dasitik seri dasit lavıyla başlayıp dasitik tuf-breşlerle sona ermektedir. Bu ikisi arasında dasitik volkanik çakıltaşı, dasitik tuf ve kumlu dasitik tuf birimleri bulunmaktadır. Alt dasitik seri sahanın batı ve kuzeyinde üst bazik seriyle örtülmüştür. Çalışma sahasında bu serinin üst seviyeleri izlenebilmektedir.

Alt dasitik seriyi oluşturan başlıca kayaç birimleri ve bunların özellikleri şöylece özetlenebilir:

Dasitik tuf. — Genel olarak ince taneli ve tabakalıdır. Alt dasitik serinin diğer birimleri-ne göre daha iyi gelişmiştir. Kuvars, alkali feldispat, plajiyoklazdan oluşan çimento içinde fenokristal plajiyoklaz, alkali feldispat ve yenmiş kuvars fenokristalleri bulunmaktadır. Kayaç çok kaolinleşmiş, serisitleşmiş, silisleşmiş, kalsitleşmiş ve az miktarda kloritleşmiştir. Bu birim sahanın doğu kesiminde, kuzeydoğu-güneybatı yönünde izlenmektedir (Şek. I).

Dasitik kumlu tuf. — Tüflü kumtaşından ibarettir. Boylanma gösterir. Dasitik tüflerin oluşumundan sonra meydana gelen yükselme ve çökmeler sonucu, çöken kısımlara taşınan malzemelerin çökmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Fenokristal kuvars, kalsitleşmiş plajiyoklaz ve az miktarda alkali feldispat parçalarıyla killeşmiş, az kalsitleşmiş ve silisleşmiş bir çimentodan meydana gelmiştir. Sahanın doğu ve orta kesiminde küçük bir alanda izlenmektedir (Şek. I).

Dositik tuf *breş*. — Fenokristal kuvars, plajiyoklaz parçalarıyla dasit çakılları, killeşmiş, silisleşmiş ve hafif kloritleşmiş bir çimentodan oluşmuştur. Sahanın doğusunda, dasitik kumlu tufün üzerinde küçük bir alanda görülür (Şek. I).

Andezit. — Sahada dayk ve sil şeklinde bulunur. Fenokristal plajiyoklazlar ile plajiyoklaz ve koyu renkli mineralleri içeren bir hamurdan meydana gelmiştir. Yüzeyde alt dasitik seri ile mor tuf I arasında sınırlı bir stratigrafik seviye içinde izlenmektedir (Şek. I).

Üst bazik seri

Genel olarak bazalt, andezit, spilitik lav ve piroklastlarıyla kumtaşı ve aratabakalı durumdaki kireçtaşlarından meydana gelir. Alt dasitik seri üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Bu uyumsuzluk yüzeyi sarp bir ondülasyona sahip değildir. Çalışma sahasında bu serinin tabanını mor tuf ve bazaltlarla andezitik *breş*, kırmızı kireçtaşı, bazalt ve marn-tuf *breş*-kireçtaşı-kumtaşı birimleri oluşturmaktadır (Şek. I).

Mor tüfler. — Bunlar esas olarak kumtaşı ve tuf *breş*ten meydana gelmişlerdir. Bazaltlarla ardalanmış olarak bulunurlar. Ovalıoğlu (1971), bu birimleri morumsu bir renk göstermeleri nedeniyle «mor tuf» olarak tanımlamıştır. Nebioğlu (1975), aynı birimleri «pümistuf» (pumice tuff) olarak adlandırmıştır.

Sahada bazaltlarla sınırlanan başlıca üç mor tuf birimi ayırtlanmıştır (Altun, 1972). Bunlar dış görünüşleri bakımından büyük bir benzerlik gösterirler. Genel olarak dasit, andezit, nadiren bazalt çakılları ve kuvars fenokristalleri (Levha V, şek. I), plajiyoklaz, alkali feldispat ve koyu mineral parçalarıyla killeşmiş, serisitleşmiş, hematitleşmiş ve karbonatlaşmış bir çimentodan oluşmuşlardır.

Çakıl ve mineral parçalarının mor tüflerdeki bulunuş oranları mor tüflerin oluşum sırasıyla ilgili olarak değişmektedir. Yaşlıdan gence doğru asidik malzemeler azalmaktadır. Tane boylanması vardır. Şistozite gösterirler. İçlerinde yer yer bazalt akıntıları izlenmektedir.

Bazaltlar. — Sahada mor tüflerle ardalanmış olarak bulunan başlıca üç bazalt birimi ayırtlanmıştır (Altun, 1972). Bunlar oluş sırasına göre: bazalt, ojit bazalt ve olivin bazaltlardır. Bazaltlar, Ovalıoğlu (1971), Mado (1973) ve Nebioğlu (1975) tarafından yapısal konumlarına göre sil ve dayk olarak tanımlanmışlardır. Turhan (1969) ise, bunlardan «bazalt akıntıları» diye söz etmiştir. Küresel ayrışma nedeniyle iyi gelişmiş olan soğuma eklemlerini her yerde izlemek olanaksızdır. Üst yüzeylerinde kalsit ve kloritle dolmuş çok sayıda gaz boşlukları vardır. Alt ve üst sınırlarına yakın kısımlarda, belli bir stratigrafik seviyeyi temsil eden kumtaşı, tüfit, kireçtaşı aratabakaları izlenmektedir. Bazen içlerinde belli bir kalınlığa ulaşan tüflü kumtaşları da vardır. Tabakalı kayaçlarla olan sınırlarında hiç bir kontakt etkisi görülmemektedir (Levha III, şek. I, 2). Bu özellikleri nedeniyle bazaltlar yazar tarafından da lav olarak tanımlanmışlardır (Altun, 1972). Başlıca fenokristaller Plajiyoklazlarda (labradorit). Ayrıca ojit bazaltta ojit, olivin bazaltta ise ojit ve olivin fenokristalleri vardır. Hamurları esas olarak plajiyoklaz, az miktarda ojit ve olivin içermektedir. Bazalt ve ojit bazalt kuzeybatı eğim yönünde devam etmezler, öte yandan ojit bazalt güneye doğru incelenerek devam eder.

Andezitik *breş*. — Tuf ve tuf *breş*ten meydana gelmiştir. Alt seviyeleri daha ince tanelidir. Andezit, nadiren bazalt ile az miktarda plajiyoklaz ve koyu renkli mineral parçaları içerir. Çimentosu kil ve kloritten oluşmuştur. Sahada, kuzeyden güneye doğru incelenerek Mezarlık tepe civarına kadar devam eder (Şek. I).

Kırmızı kireçtaşı. — Kırmızı kireçtaşı ince tanelidir. Feldispat ve kuvars parçaları içerir. Kumtaşı aratabakalıdır. İçlerinde Üst Senoniyenin tanıtman fosillerinden,

Globotruncana calcarata Cushman

Gl. cf. fornicata Plummer

Gl. cf. linneiana (Dlore)

Gl. cf. concavata (Brotzen)

Gl. lapp. tricarinata (Quereau)

Gl. lapp. coronata Bolli

Gl. cf. arca Cushman

Gl. lapp. lapparenti (Brotzen)

ile

Gümbelina sp.

Globigerina sp.

Radiolaria

fosilleri vardır.

Sahanın kuzey yarısında andezitik breşin, Narollar mevkiinde olivin bazaltın, Narollar mevkiinin güneyinde ise mor tuf III ün üzerinde görülmektedir (Şek. I).

Bazalt ((b₄)). — Yastık lavlar şeklindedir. Yastık lavların arasını açık kahverengi Çamurtaşları doldurmuştur. Plajiyoklaz (labradorit) fenokristalleriyle ojit taneleri, kalsit ve klorit içeren bir hamurdan oluşmuştur. Gaz boşlukları kalsit ve kloritle dolmuştur. Sahanın kuzeybatı kesiminde görülmektedir (Şek. I)

Marn-tuf breş-kumtaşı-kireçtaşı. — Esas olarak kumtaşından ibarettir. Kumtaşının alt seviyelerinde marn-kireçtaşı, içinde tuf breş tabakaları vardır. Kumtaşı oldukça ince tanelidir. Bazalt ve plajiyoklaz çakıllarıyla klorit ve karbonat içeren bir çimentodan oluşmuştur. Sahanın batı kenarı boyunca güneybatıdan kuzeydoğuya doğru uzanır (Şek. I).

YAPISAL JEOLJİ

Doğu Karadeniz Bölgesinin bu kesiminde bulunan kayaçlar genel olarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde ve Karadeniz kıyı çizgisine paralel olarak uzanırlar. Bu genel yapı içindeki yersel değişimler, kuzeybatı-güneydoğu yönlü kıvrılmalarla belirlenmektedir.

Madenköy (Çayeli) sahasında kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu yönlü kıvrımlar oluşmuşsa da, bunlardan antiklinaller daha belirgindir. Kuzeydoğu-güneybatı yönlü olan kıvrımların daha eski olduğu ve dasitik tufün oluşumundan sonra oluşmaya başladığı dasitik kumlu tufün fasiyes değişiminden anlaşılmaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu yönlü kıvrımların oluşum başlangıcı ise, dasitik kumlu tufün oluşumundan sonradır. Alt dasitik seri oluşumuyla birlikte bir yapısal özellik kazanmıştır. Daha sonra bu seri içine bazik intruzifler sokulmuştur.

Her iki yönlü kıvrılmalar üst bazik serinin oluşumu sırasında ve daha sonra da devam etmiştir. Bunun sonucu olarak bu seriye ait bazı birimler (andezitik breş Mezarlık tepenin güneyinde devam etmez) sınırlı bir alanda oluşmuş ve bugünkü yapısal özelliği kazanmışlardır.

Geoffroy (1960), Turhan (1969), Ovaloğlu (1971), maden sahasında blok faylanmanın egemen olduğunu savunmuşlarsa da, gerek arazi gözlemlen (Şek. 1) ve gerekse yeraltı verilerinden (Şek. 2, 3) sahanın bu yapısal özellikte olmadığı ve sahada genel olarak kıvrımlı bir yapının egemen olduğu anlaşılmıştır.

Sahadaki kırıklar genellikle üst bazik serinin tabanında ve alt dasitik seri içinde izlenmektedir. Üst bazik seri içindeki kırıklar küçük ve yersel olarak oluşmuşlardır.

CEVHERLEŞMEYLE İLGİLİ HİDROTERMAL AYRIŞMA

Sahada hidrotermal ayrışma olarak, kloritleşme, silisleşme, kaolinleşme, serisitleşme, piritleşme ve karbonatlaşma görülmektedir. Hidrotermal ayrışma ürünlerinin türleri cevherleşmeyle ilgili olarak değişir.

Kloritleşme. — Alt dasitik seride cevherleşmiş kısımların kenar zonlarında, mor tüflerde ve özellikle mor tüflerin sahanın güneyindeki senklinale rastlayan kısımlarında, bazaltlarda ve andezitik breşlerde görülmektedir. Kumtaşlarındaki kloritleşme daha sonraki bir hidrotermal ayrışmayla ilgili olmalıdır.

Silisleşme. — Dasitik seri ile mor tüflerin cevherleşmiş kısımlarında izlenmektedir. Buradan kenarlara doğru serisitleşme artar.

Serisitleşme. — Kloritleşmenin son safhasıyla silisleşmenin başlangıç safhası arasında oluşmuş olup, sahada yine bu ayrışmalar arasında bulunmaktadır. Dasitik seride mor tüflerde ve yersel olarak da andezitik breşte izlenmektedir.

Piritleşme. — Sahada çok küçük taneli piritler hekzaeder (hexahedron), orta büyüklükte hekzaeder, oktaeder (octahedron) ve pentagon dodekaeder (pentagonal dodecahedron) kristal şekilli olarak saçılmış halde görülmektedir.

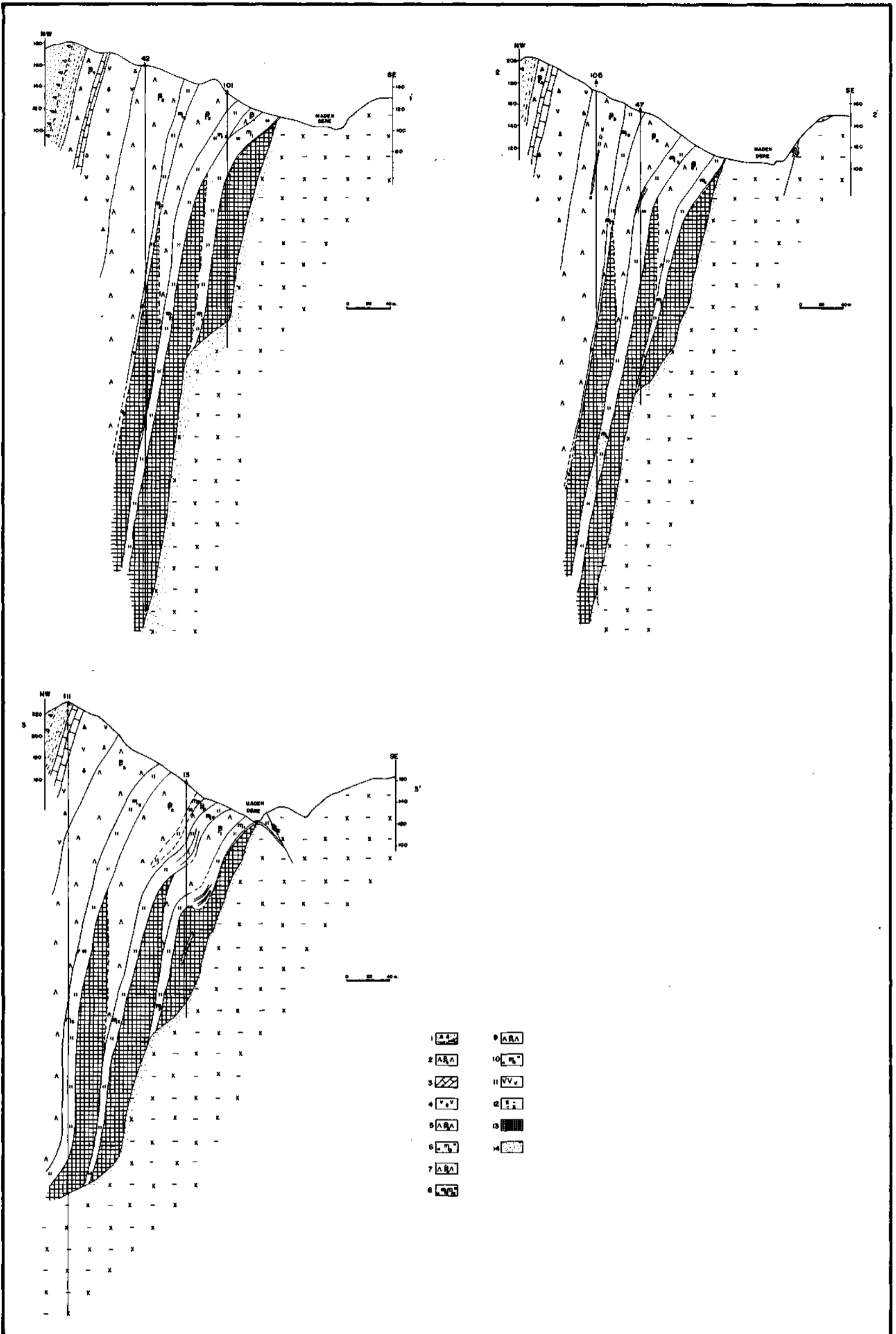
Çok küçük taneli hekzaeder kristal şekilli pirit, alt dasitik seride, cevherleşmenin merkezî kısımlarına yakın ve saçılmış, ayrıca aynı birimin çatlak ve boşluklarını doldurmuş ve çok az olarak da masif cevher mercleklerini örten mor tüflerde bulunur. Orta büyüklükte (0.5-3 mm) hekzaeder, oktaeder, pentagon dodekaeder kristal şekilli pirit ise senkinalde masif cevher bantlarının taban ve tavanını oluşturan mor tüflerde saçılmış olarak bulunur. Andezitik breşin alt seviyelerinde ise 0.5-1 mm büyüklükte hekzaeder kristal şekilli saçılmış pirit izlenmektedir.

Karbonatlaşma. — FeCO_3 (siderit) ve MnCO_3 (rodokrosit) şeklindedir. Siderit sülfid cevherleşmesi devreleri arasında oluşmuştur. Cevherleşmiş birimlerin taban ve kenar zonlarıyla masif cevher mercleklerini üstten örten mor tüflerde saçılmış olarak ve yer yer de damarcıklar şeklinde bulunur. Mor tüflerde bulunan siderit ile hematit arasında çok belirgin bir ilişki vardır. Buradaki hematitin, mor tüflerin metamorfizması sırasında sideritin bozuşması sonucu oluştuğu anlaşılmaktadır.

MnCO_3 (rodokrosit) ise, daha çok mor tuf III içinde nokta ve damarcıklar şeklinde, genel olarak mangan oksitleriyle beraber bulunur.

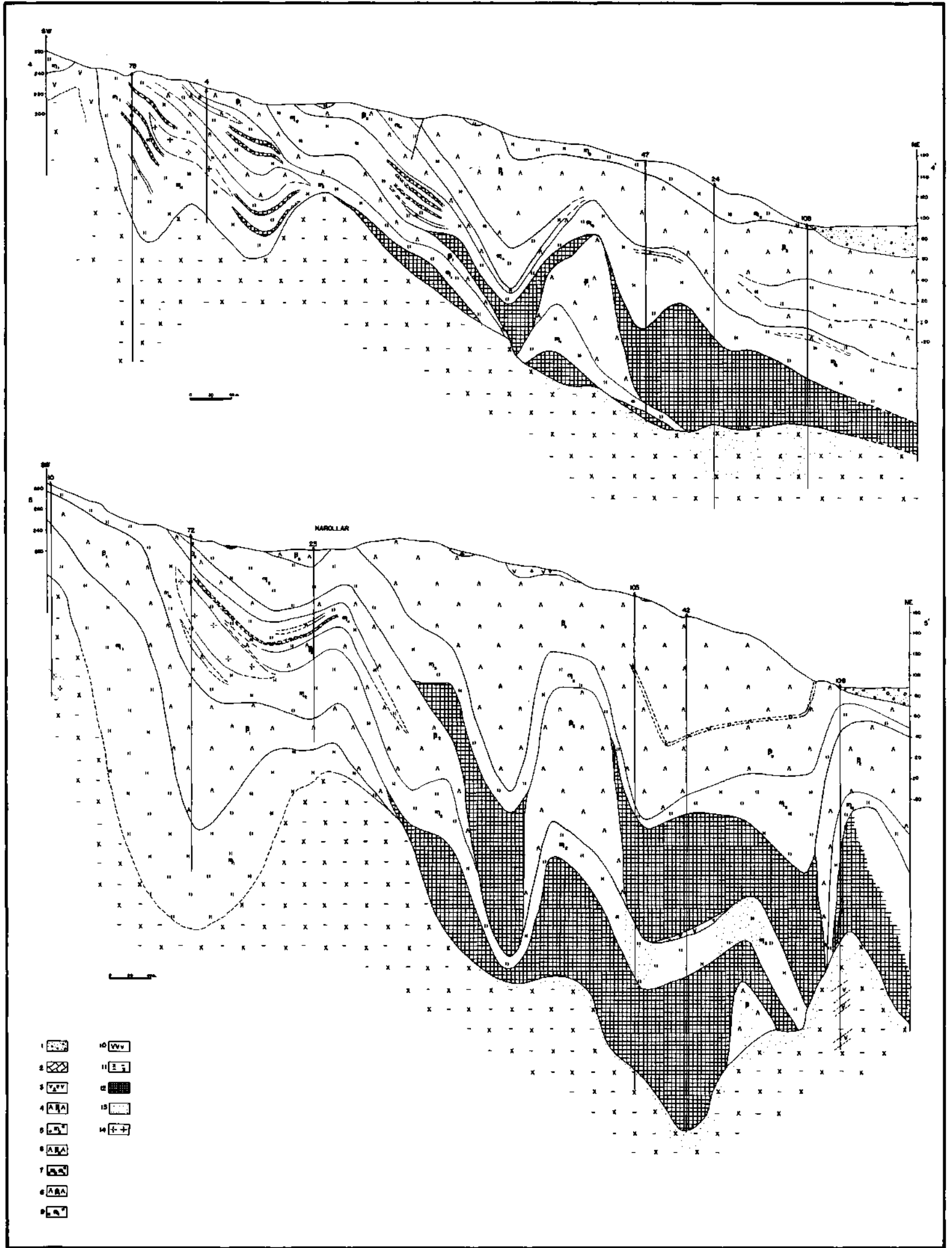
MADENKÖY Cu-Zn CEVHER YATAĞI

Yüzeyde mineralleşme ile ilişkili olarak dasitik piroklastlarda çatlak ve boşluk dolgusu şeklinde çok küçük taneli hekzaeder kristal şekilli pirit ile silisleşmiş kısımlarda gri kuvars-pirit-kalkopirit ve az sfalerit içeren damar ve damarcıklar izlenmektedir. Sahanın güneyinde mor tüfler içinde ve mor tüflerle dasitik piroklastların sınırında masif cevher bantları; sahanın



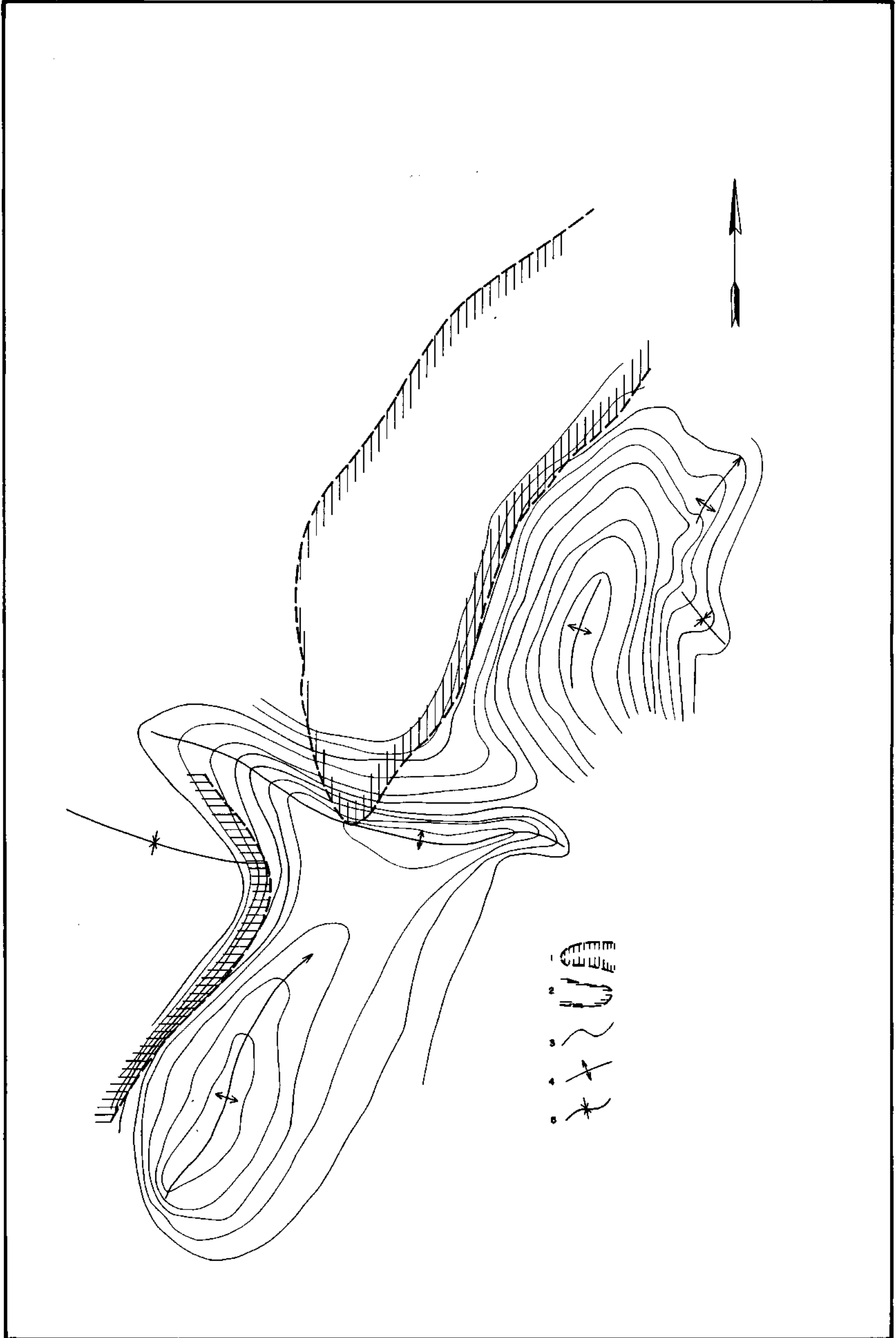
Şek. 2 - Çayeli maden yatağının jeoloji kesitleri.

1 - Marn-tuf breş-kireçtaşı-kumtaşı; 2 - Bazalt; 3 - Kırmızı kireçtaşı; 4 - Andezitik breş; 5 - Olivin bazalt; 6 - Mor tuf III; 7 - Ojit bazalt; 8 - Mor tuf II; 9 - Bazalt; 10 - Mor tuf I; 11 - Andezit; 12 - Dasitik tuf; 13 - Masif cevher; 14 - Ağsal (stockwork) cevher.



Şek. 3 - Çayeli Maden yatağının jeoloji kesitleri.

1 - Alüvyon; 2 - Kırmızı kireçtaşı; 3 - Andezitik breş; 4 - Olivin bazalt; 5 - Mor tuf III; 6 - Ojit bazalt; 7 - Mor tuf II; 8 - Bazalt; 9 - Mor tuf I; 10 - Andezit; 11 - Dasitik tuf; 12 - Masif cevher; 13 - Ağsal (stockwork) cevher; 14 - Jips.



Şek. 4 - Tabakalı cevherin yerini gösteren şematik tektonik harita (jeoloji haritasına göre hazırlanmıştır).

1 - Masif cevher merceklerinin bulunduğu alan; 2 - Masif cevher bantlarının bulunduğu alan; 3 - Tektonik kontur; 4 - Antiklinal eksen;
 << - eksen.

orta kesiminde ise yine dasitik piroklastlarla mor tüflerin sınırında, kaolinleşmiş tuf parçaları içeren pirit yığılımları vardır.

Sahadaki asıl cevher kütleleri yeraltında gelişmiştir, yüzeyde mostra vermemektedir. Ağsal tip cevher, dasitik piroklastların üst seviyeleri içinde, yersel olarak da mor tüflerde, masif tip cevher ise, dasitik piroklastlarla üst bazik serinin sınırında ve üst bazik serinin alt seviyelerinde bulunmaktadır. Yapılan araştırma ve aramalarla bu iki tip cevherin yayılma alanları ayrıntılarıyla ortaya çıkarılmıştır.

Ağsal cevher, dağılım düzenli olmamakla beraber esas olarak masif cevher mercceklerinin altında iyi gelişmiştir. Ortalama kalınlığı 20 m kadardır. Bu cevheri oluşturan damar ve damarcıklar ile saçılmış olarak bulunan metalik mineraller yukarıdan aşağıya doğru azalır (Şek. 2, 3).

Masif tip cevher, üst bazik serinin tabanında ve alt seviyeleri içinde merccekler ve bantlar şeklinde bulunmaktadır. Masif tip cevher merccekleri ve bantları üstten mor tüflerle sınırlanmışlardır. Mercceklerden oluşum sırasına göre ikincisi daha iyi gelişmiştir.

Masif cevher merccekleri 20-25 derece ile kuzeydoğuya dalımlı (Şek. 3), 60-85 derece ile kuzeybatıya eğimlidirler (Şek. 2). Cevherleşmenin merkezî kısmında ortalama kalınlıkları 20-25 m kadardır. Kuzeybatı eğim yönünde uzanımları ise, yine oluşum sırasına göre 200 m 300-350 m ve 250-300 metredir. Kuzeydoğu yönündeki uzanımları 450 metreye yakındır.

Masif tip cevher bantları birkaç seviye halinde ve mor tüfler içinde bulunurlar. Yayılma sahaları sınırlıdır. Kalınlıkları 0.5-2 m arasında değişmektedir.

Dasitik tuf ve tuf breşleri, ağsal tip cevher için yantaş, masif tip cevher için ise tabantaşı durumundadır. Mor tüfler masif cevherin tavantaşı ve genellikle tabantaşıdır. Yüzeyde mor tüfler arasında izlenen bazalt ve ojit bazaltın, yeraltında kuzeybatı eğim yönünde incelik masif cevher merccekleri altında kayboldukları anlaşılmaktadır (Şek. 2).

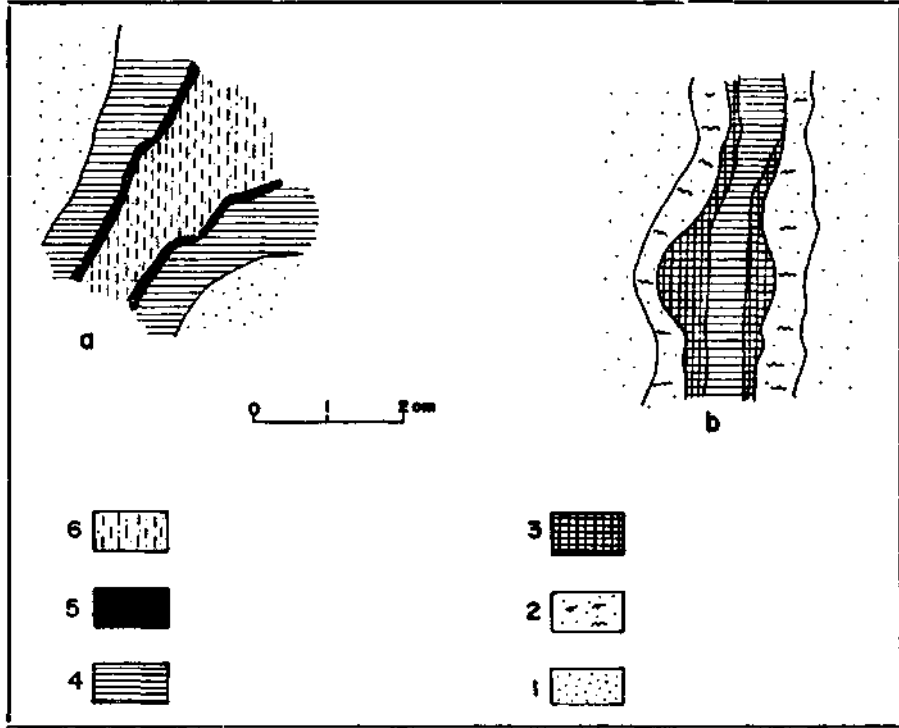
Ağsal cevher, damarcık-saçılmış (veinlet-disseminated) bir yapıya sahiptir. Dasitik piroklastların ve yersel olarak da mor tüflerin silisleşmiş kısımlarında oluşmuş olup, masif cevher mercceklerinin altında gelişmiştir.

Cevherin bileşenleri, esas olarak kalkopirit, pirit ve az sfalerittir. Gang olarak kuvars ve barit bulunmaktadır.

Ağsal yapıyı oluşturan bir damarda genel olarak dışta gri kuvars-pirit-kalkopirit, ortada sfalerit, merkezî kısımda ise barit-pirit, bazı damarlarda dışta kalkopirit, ortada sfalerit, merkezî kısımda ise barit, diğer bazılarında ise yalnız pirit-kalkopirit veya dışta kalkopirit, merkezî kısımda ise sfalerit izlenmektedir (Şek. 5a, b). Ayrıca pirit, kalkopirit ve sfalerit bağımsız saçılmış taneler ve damarcıklar oluştururlar. Bu cevherin genel görünüşü mineralleşmenin hidrotermal metasomatizma sonucu oluştuğunu göstermektedir. Üst zonlara doğru cevher mineralleri artmakta, yantaş azalmaktadır. Burada cevher mineralleriyle beraber gri kuvars ve kaolinleşmiş kayaç parçaları vardır. Bu özellikteki cevher, ağsal tip cevher ile masif tip cevher arasında geçiş sağlamaktadır.

Masif cevher, sahada bant ve merccek şeklinde bulunur. Cevher mor tüflerin konumuna tam anlamıyla uygun olarak yer aldığından, tavan kesin bir sınıra sahiptir (Şek. 2).

Gümüş (1970), tektoniğin tüflerin oluşumundan hemen önce vukua gelmesi, eriyiklerin sınırda toplanması ve kontakt boyunca yayılması sebebiyle cevherleşmenin ekshalatif bir görünüş kazanmasına neden olduğunu, Turhan (1969) geçirimsiz volkanik tortul seri (bazik seri) altında var olabileceğini savunduğu cevherin ramplasman yoluyla oluştuğunu belirtmektedir. Vujanovic (1974) ise, yatağın volkanik tortul kökenli olduğunu savunmuştur.



Şek. 5 — 1 - Dasitik tuf (silisleşmiş saçılmış pirit içerik); 2 - Gri kuvars-pirit; 3 - Pirit; 4 - Kalkopirit; 5 - Sfalerit; 6 - Pirit-barit.

Demir oksitleri ve hidroksitlerinden ileri gelen mor-kahverengi, tavantaşının belirgin özelliğidir. Bu yatağa tavandan bakıldığında yatağın denizel çökel kökenli olduğuna dair kuvvetli bir izlenim uyanmaktadır.

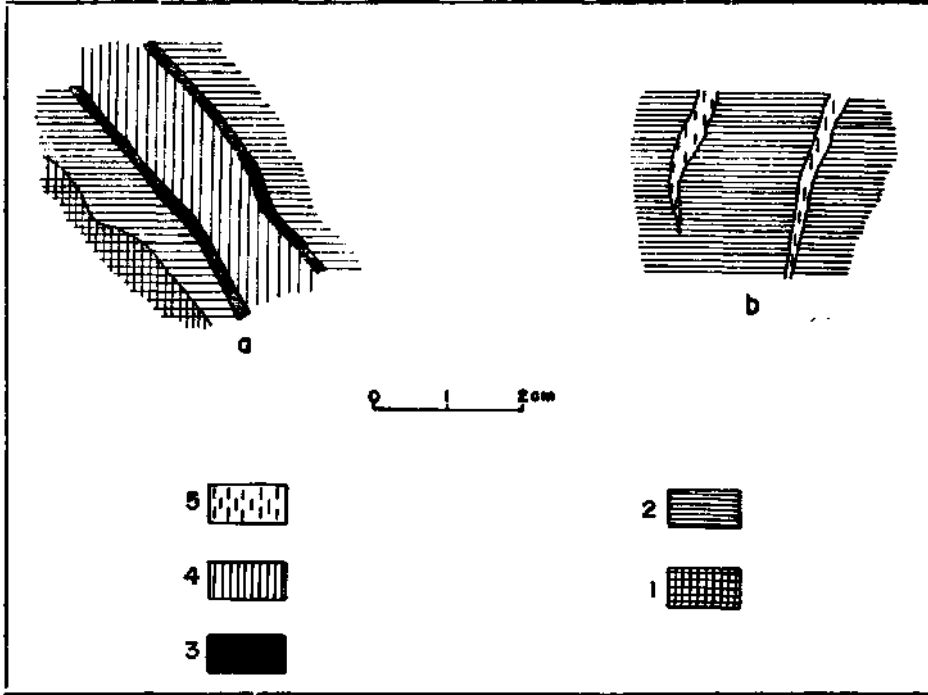
Masif cevher bantları, esas olarak sfalerit, kalkopirit, az miktarda pirit ve galenit içerirler. Fakat genellikle sfalerit ve kalkopirit stratigrafik olarak ayrı oluşumlar halindedir. Bu durumda bu minerallerden biri diğeri içinde ekssolüsyon (exsolution) şeklinde bulunur.

Masif cevher merceklerinde cevher minerallerinin oransal değerleri arasında bazı farklar vardır. Birinci ve özellikle ikinci mercekte sfalerit, üçüncü mercekte ise kalkopirit daha fazladır, önce oluşan cevher mineralleri, daha sonra oluşanlar tarafından kesilmiş, çatlak ve boşlukları doldurulmuş (Şek. 6a, b), tavanda ise bu mineraller tarafından örtülmüştür. Bunun sonucu olarak, her bir mercekte üstte çinko, ortada ise bakır tenoru yüksek olan seviyeler oluşmuştur. Tabana doğru pirit artmaktadır.

Bu cevher esas olarak pirit, markasit, kalkopirit, sfalerit, galenit, çok az bornit ve tetraedrit içerimlidir. Gang minerali olarak barit, klorit ve kalsit vardır.

Cevher mineralleri

Pirit, yuvarlağımsı şekilsiz taneler halinde, kısmen kalkopirit ve sfalerit içinde veya sfalerit, kalkopirit, bornit ve tetraedritle jel yapılı oluşumlar halinde, çatlakları kalkopiritle doldurulmuş olarak izlenmektedir (Levha I, şek. 2).



Şek. 6 — 1 - Pirit; 2 - Kalkopirit; 3 - Sfalerit; 4 - Pirit; 5 - Barit.

Markasit, pirit içinde ve piritten dönüşmüş olarak bulunur.

Kalkopirit, yarı şekillenmiş oluşumlar yanında sfalerit içinde ince ayrıntılar eksolüsyon (Levha II, şek. 1,2) halinde, bazen sfaleritle beraber piritin çatlaklarını doldurmuş olarak veya piritle beraber konsantrik kabuklu kürecikler halinde sfalerit içinde yer almıştır.

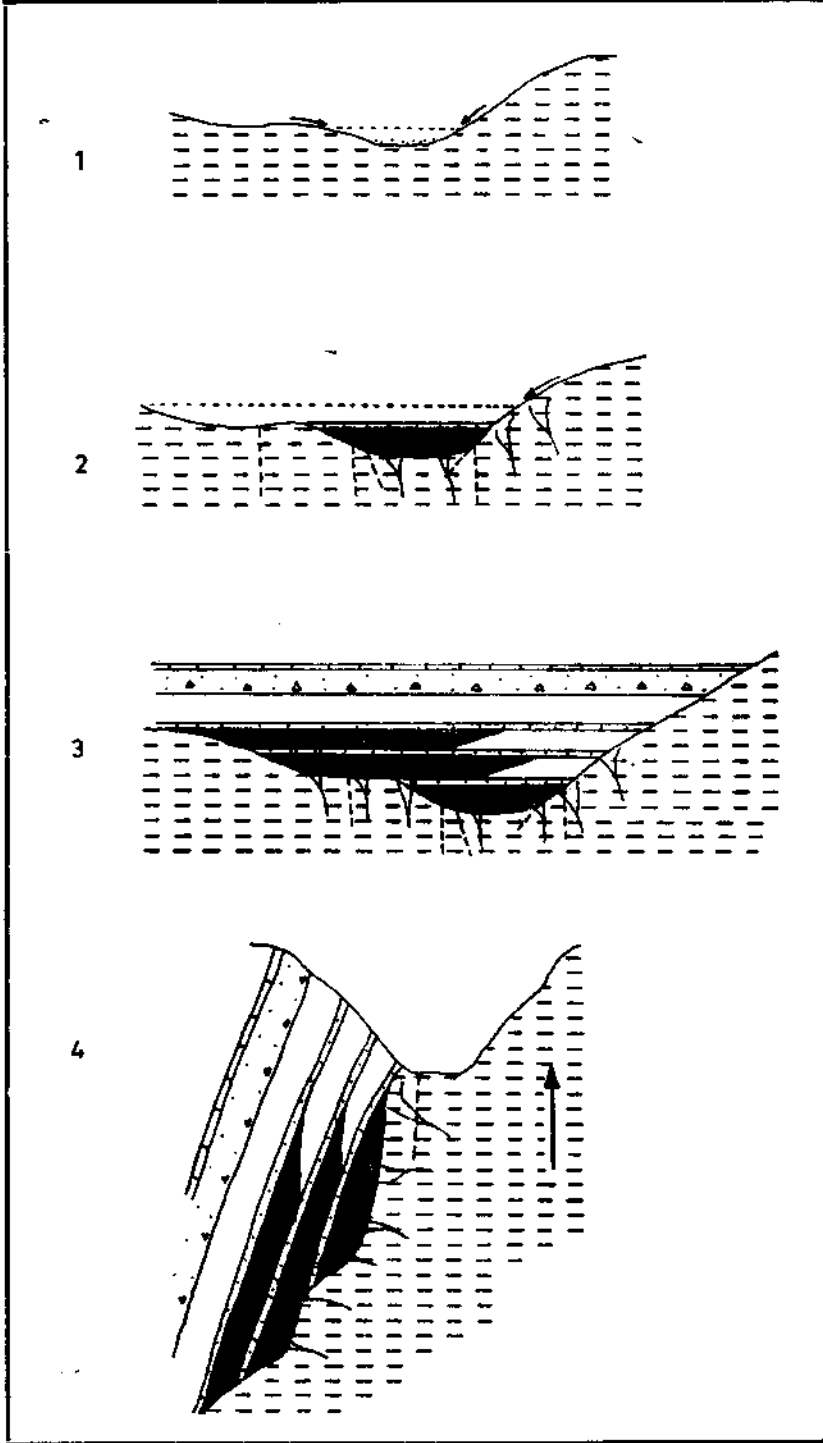
Sfalerit, şekilsiz oluşumlar, pirit, kalkopirit ve gang içinde kapanımlar (Levha II, şek. 1,2) halinde veya piritin yerini almış olarak görülmektedir.

Bornit, konsantrik küreciklerin kabuk ve çekirdeğinde, tetraedrit ise yine bu konsantrik kabuklu küreciklerde izlenmektedir.

CEVHERLEŞME İLEYAPI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

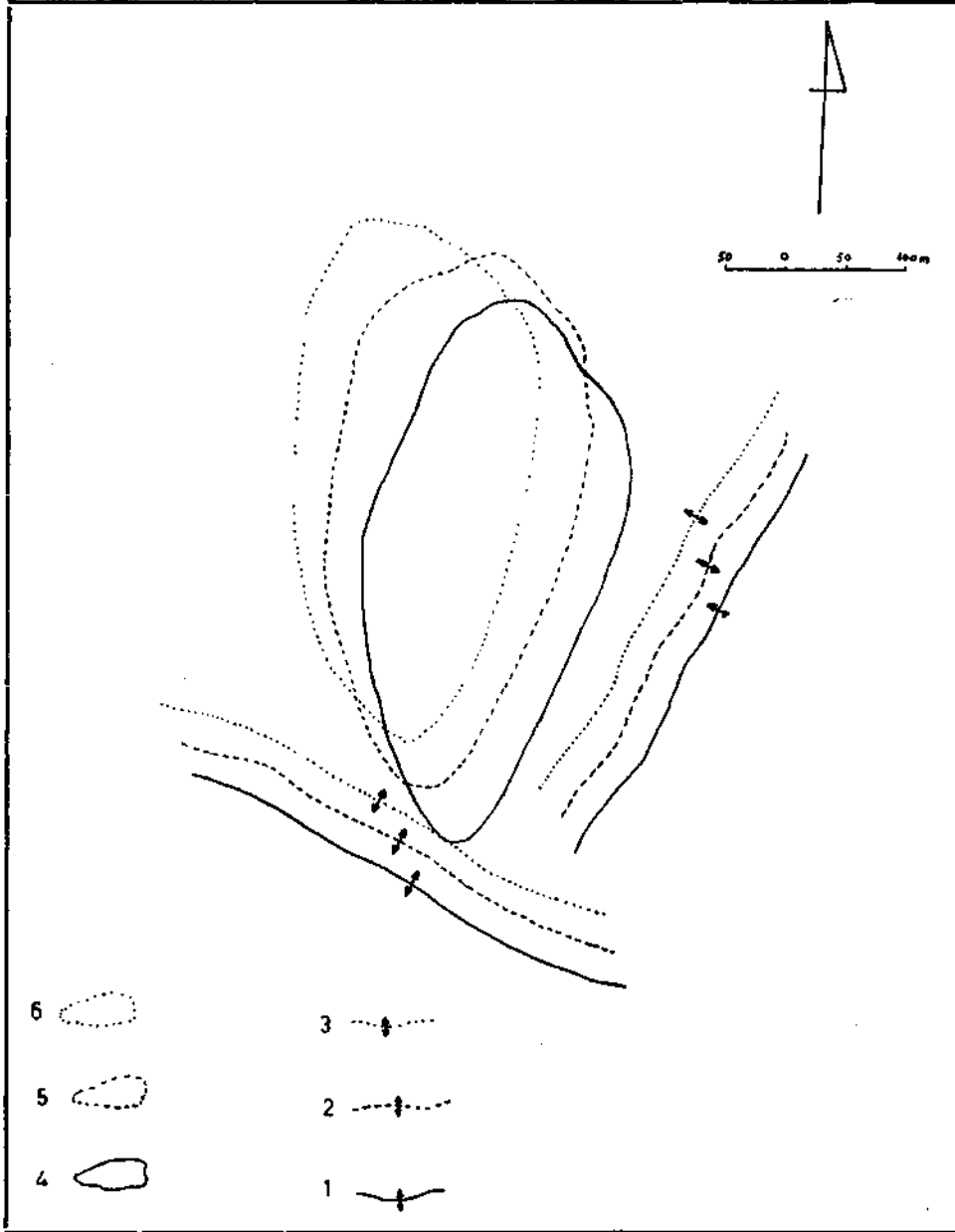
Çayeli-Madenköy yatağındaki cevherleşme güneyden, kuzeybatı-güneydoğu, doğudan ise kuzeydoğu-güneybatı yönlü antiklinallerle sınırlanan alanda ve güneyde, kuzeybatı-güneydoğu yönlü senklinalde farklı olarak gelişmiştir. Yapısal olarak sınırlanan bu alanlardaki cevherlerin tip ve özellikleri incelendiğinde bu farklılığın yapıyla ilgili olarak olduğu sezilmektedir.

Narollar mevkiine (Şek. 3) rastlayan kuzeybatı-güneydoğu yönlü senklinalde, mor tüfler içinde birkaç seviye halinde masif cevher bantları vardır. Bu cevher bantları stratigrafik olarak masif cevher mercceklerinden daha üstte bulunmakta olup, mineralojik özellikleri de onlardan farklıdır. Masif cevher bantlarında kalkopirit ve sfalerit piritte oranla çok fazladır. Aynı kesimde mor tüfler içinde izlenen gri-kahverengi jipsler tabakalı yapıya sahiptirler. Burada tabandaki dasitik tüflerde (piroklastlarda) ağsal tip cevherleşme gelişmemiştir.



Şek. 7 — Çayeli madenindeki volkanizma, tektonik yapı ve cevherleşmenin köken ilişkileri. [Mado'dan (1973) değiştirilerek yeniden çizilmiştir.]

1 - Kara içinde siğ sulu ortamın oluşumu ve alt dasitik seriden kopan parçaların depolanması. 2 - Masif ve ağsal tip cevherlerin oluşum başlangıcı ve mor tuf I in oluşumu. 3 - Denizel ortamda masif cevher ile mor tuf ve bazaltların (üst bazik seri) oluşumu. 4 - Sonraki kıvrılmalarla yatağın bugünkü konumunu kazanması.



Şek. 8 — Cevherleşmeyi kontrol eden kıvrım eksenlerindeki yer değiştirmeler ve masif cevher merceklerinin yayılma alanları.

1 - Birinci merceğin oluşumu sırasındaki antiklinal eksenleri; 2 - İkinci merceğin oluşumu sırasındaki antiklinal eksenleri; 3 - Üçüncü merceğin oluşumu sırasındaki antiklinal eksenleri; 4 - Birinci merceğin yayılma alanı; 5 - İkinci merceğin yayılma alanı; 6 - Üçüncü merceğin yayılma alanı.

Ağsal tip cevherle masif tip cevherin önemli bir kısmını oluşturan masif cevher mercekleri, güneyden kuzeybatı-güneydoğu, doğudan kuzeydoğu-güneybatı yönlü antiklinallerle sınırlanan alanda izlenmektedir. Burada ağsal tip cevher, dasitik tüflerin (piroklastların) üst seviyeleri içinde ve özellikle masif cevher merceklerinin altında iyi gelişmiştir. Cevherleşmenin merkezî kısımlarından kenarlara doğru, damar ve damarcıklı zonlara geçişler izlenmektedir. Kenar kısımlarda jips damarları görülmektedir.

Masif cevher, yukarıda tanımlanan antiklinallerle ve batıdan kuzeydoğu-güneybatı yönlü antiklinale (Şek. 4) paralel uzanan küçük sırtlarla sınırlanan alan içinde sınırlı kalan merceksele şekiller halindedir (Şek. 2, 3).

Masif cevher mercekleri kısa süreli aralıklarla oluşmuşlardır. Her merceğin oluşumu sırasında cevherleşmeyi kontrol eden kıvrım eksenlerinde kuzey ve batı yönde yer değiştirmeler olduğundan (Şek. 8), en önce oluşan masif cevher merceği şimdi saptanabilen antiklinal eksenlerine en yakın, en son oluşanı ise en uzak durumda bulunmaktadır.

Masif cevher merceklerinin kenar kısımlarındaki ortalama bakır ve çinko tenörleri merkezî kısımlara oranla daha yüksektir. Bu cevher oluşumu sırasında var olan çukurluğun merkezî kısımlarının pirit tarafından doldurulmasıyla daha sonra oluşan kalkopirit ve sfaleritin daha geniş bir alana yayılmasının sonucudur. Bununla ilgili olarak bir masif cevher merceğinin üst seviyelerindeki bakır ve çinko tenörlerinin yanıl olarak çok az değişim gösterdiği görülmektedir.

Yatağın içinde ve yakınında yer yer izlenebilen mangan oluşukları, genel olarak cevherleşmiş birimlere göre kenar ve üst zonlarda bulunurlar.

SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlar şöylece özetlenebilir.

Çayeli-Madenköy yatağı, esas cevher kütleleri yeraltında bulunan örtülü bir bakır, çinko-pirit yatağıdır.

Cevherleşme, Üst Kretasede meydana gelen asidik volkanizmanın durgunluk, bazik volkanizmanın başlangıç safhası arasında oluşmuş olup, belli bir stratigrafik seviye içinde yer almıştır.

Cevherleşme kıvrımlı yapılarla kontrol edilmektedir.

Üstten mor tüflerle sınırlanan cevher merceklerinde tavan kesin bir sınıra sahiptir. Buradan bakıldığında bu cevherin hidrotermal çökel kökenli olduğuna dair kuvvetli bir izlenim uyanır.

Ağsal tip cevher metasomatik hidrotermal bir özelliğe sahip olup, masif cevher merceklerinin altında iyi gelişmiştir.

Kalkopiritin sfalerit içinde ince ayrıntılar (exsolution) ve saçılmış taneler halinde bulunması cevher zenginleştirme yönünden en önemli sorunlardan biri olmaktadır.

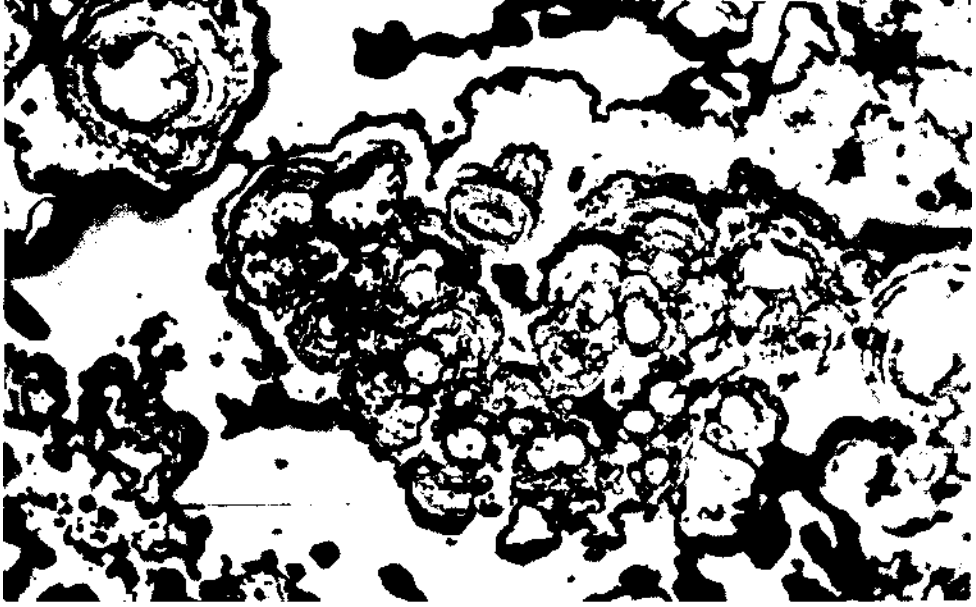
Bu bölgedeki örtülü yatakların aranmasında, kıvrımlı yapılar, tabakalı jips ve mangan oluşukları ile tavantaşının mor-kahverengi oluşu ve yan kayaçlardaki cevherleşme ile ilgili hidrotermal ayrışma türleri birer veri olarak değerlendirilmelidir.

TEŞEKKÜR

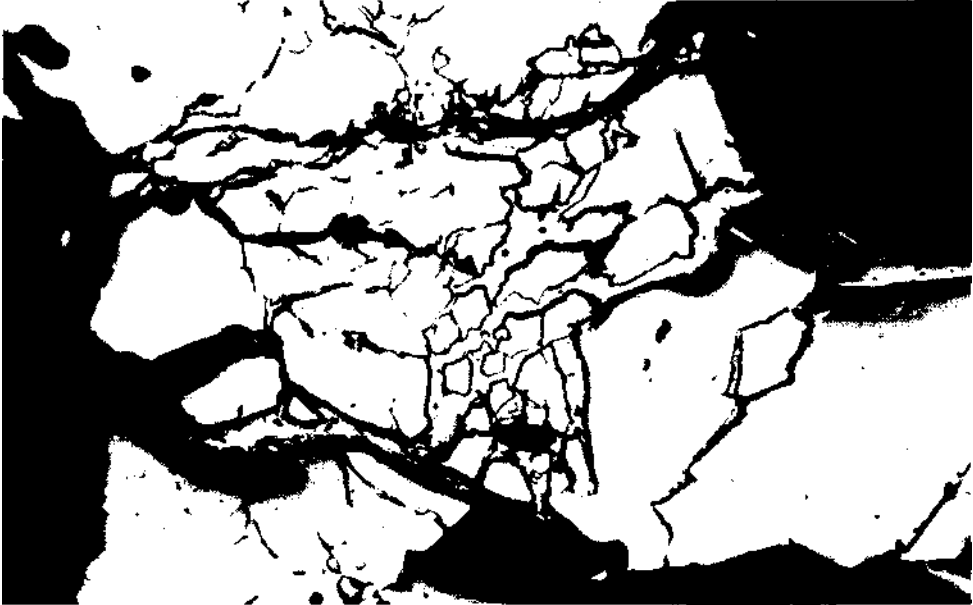
Bu yazının konusunu oluşturan çalışmalarım sırasında yakın ilgilerini gördüğüm, Sayın Dr. Orhan Özkoçak, Sayın Jeolog Recai Kutlu, Sayın Jeolog Mete Teşrekli; petrografik ve mineralojik tanımlamalarda çok yakın yardımlarını gördüğüm Sayın Dr. Ahmet Çağatay, Sayın Dr. Oğuz Arda, Sayın Jeoloji Yük. Müh. Rüksan Teşrekli; bu makalenin hazırlanışı sırasında fikirlerinden yararlandığım Sayın Dr. Ömer Akıncı ve Sayın Dr. Tandoğan Engin'e teşekkürlerimi sunmaktan sonsuz mutluluk duyarım.

Yayma verildiği tarih, 1 aralık 1976

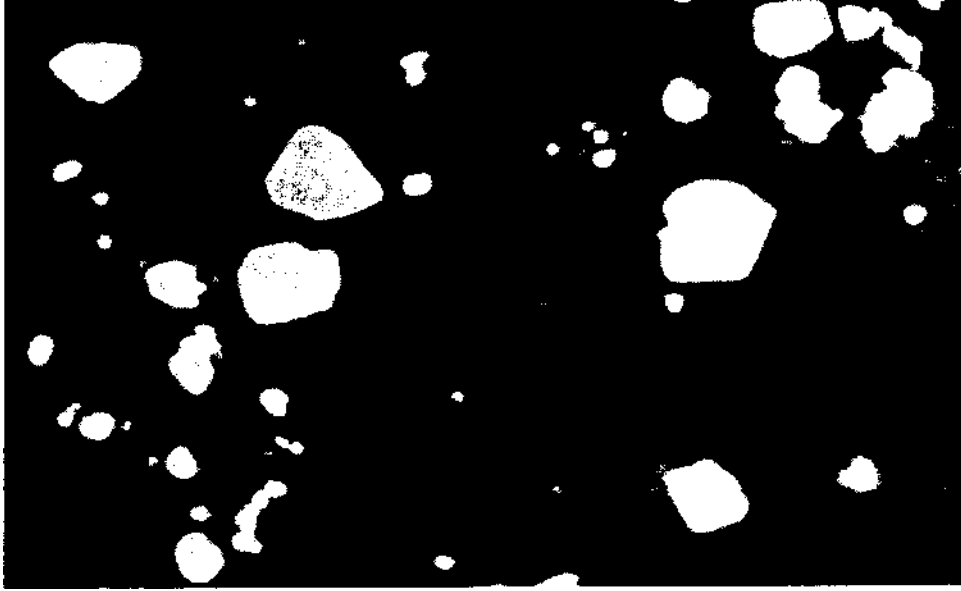
LEVHALAR



Şek. 1 - Koloidal doku gösteren böbreğimsi, konsantrik kabuklu kürecikler. Bu kürecikler, kalkopirit, sfalerit, galenit, pirit ve bornit içermektedir. Gang mineralleri siyah renkli. Büyültme : 10x25= 250.



Şek. 2 - Pirit (beyaz), kataklastik doku göstermekte, çatlakları kısmen kalkopirit, fahlerz, galenitle (gri renkli olanlar) doldurulmuştur. Gang mineralleri siyah renkli. Büyültme : 10x25= 250.



Şek. 1 - İdiyomorf, hipidiyomorf kalkopirit (beyaz) taneleri sfaleritle (gri) sarılmıştır. Gang mineralleri siyah renkli. Büyültme : 10x25 = 250.



Şek. 2 - Sfalerit (gri), çok ince kalkopirit (beyaz) tanecikleri içermekte. Gang mineralleri siyah renkli. Büyültme : 10x25 = 250.



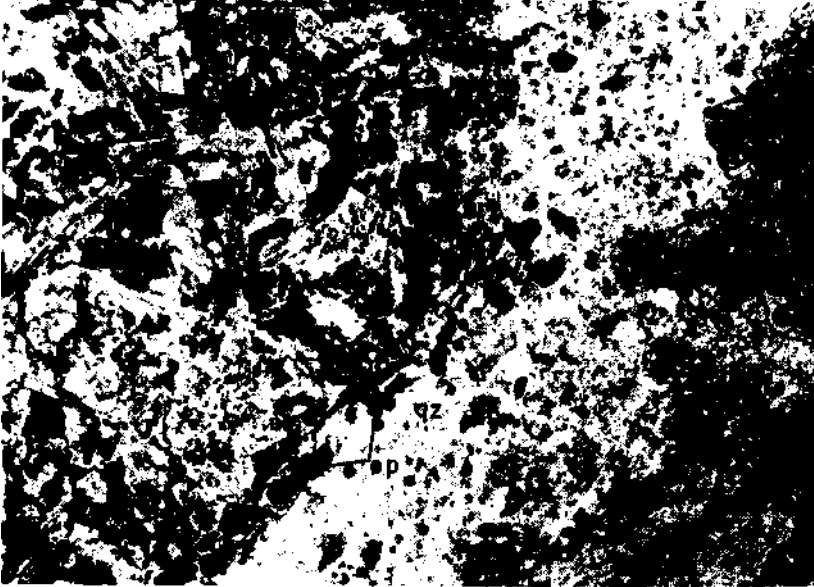
Şek. 1 - Ojuz bazalt içindeki kumtaşı tabakasının alt sınırı. Büyültme : $2.5 \times 8 \times 1.25 = 25$.



Şek. 2 - Ojuz bazalt içindeki kumtaşı tabakasının alt sınırı. Büyültme : $2.5 \times 8 \times 1.25 = 25$.



Şek. 1 - Ojite bazalt içindeki kumtaşı tabakasının alt sınırı. Büyütlme : $2.5 \times 8 \times 1.25 = 25$.



Şek. 2 - Bazalt içinde sülfür mineralleri (Öp) (pirit-kalkopirit-sfalerit) içerik kuvars (q) damarı. Büyütlme: $2.5 \times 8 \times 1.25 = 25$.



Şek. 1 - Mor tuf II. Fenokristal kuvars (qz) parçaları. Büyültme: 2.5x8x1.25 = 25.



Şek. 2 -Tuf (gri-beyaz) ve sülfid mineralleri (siyah) (eşzamanlı oluşum). Büyültme: 2.5x8x1.25 = 25.

DEĞİNİLEN BELGELER

- ALTUN, Y. (1972): Rize-Çayeli Madenköy I sahasının jeoloji etüdü raporu. M.T.A. *Rap.*, no. 4987 (yayınlanmamış), Ankara.
- BAYKAL, F. (1949): Of-Rize-Pazar kıyı dağları hakkında rapor. M.T.A. *Rap.*, no. 2198 (yayınlanmamış), Ankara.
- BRENNİCH, G. (1963): Madenköy'de yapılan bakır Prospeksiyonu 200/334 hakkında rapor (Çayeli, Rize). M.T.A. *Rop.*, no. 3701 (yayınlanmamış), Ankara.
- CAN, M. (1974): Artvin F45-c4 paftasının jeoloji etüdü raporu. M.T.A. *Rap.*, no. E475 (yayınlanmamış), Ankara.
- ÇOĞULU, E. (1970): Gümüşhane ve Rize granitik plutonlarının mukayeseli petrolojik ve jeokronometrik etüdü. İ.T.Ü. *Maden Fakültesi Yayınl.*, İstanbul.
- ERENTÖZ, C. & KETİN, İ. (1962): 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. M.T.A. *Yayınl.*, Ankara.
- GEOFFROY, J. de (1960): Çayeli, Pazar ve Ardeşen bölgelerinin jeolojisi ve maden yatakları. M.T.A. *Rop.*, no. 3073 (yayınlanmamış), Ankara.
- GÜMÜŞ, A. (1970): Türkiye Metalojeni, 1:2 500 000 ölçekli Türkiye Metalojenik Haritasının izahı. M.T.A. *Yayınl.*, no. 144, Ankara.
- MADO, H. (1973): «Çayeli tipi» bakır-kurşun-çinko yatağı. M.T.A. *Kütüphane*, no. 434 (228) / M 1834, Ankara.
- NEBİOĞLU, T. Y. (1975): Rize-Çayeli-Madenköy I sahasındaki bakır yatağına ait sonuç raporu. M.T.A. *Rap.*, no. 5766 (yayınlanmamış), Ankara.
- OVALIOĞLU, İ. (1971): Çayeli-Madenköy I sahası jeolojik raporu.
- SAWA, T. & HAMAMCIOĞLU, A. (1970): Gelişen yeni görüşlerin ışığı altında Karadeniz bölgesinin bakır-çinko-kurşun yatakları. M.M.O. *Yayınl.*, Ankara.
- TURGAY, İ. (1969): Çayeli-Madenköy bakır aramaları 'induced polarisation' etüdü. M.T.A. *Rop.*, no. 4173 (yayınlanmamış), Ankara.
- TURHAN, K. (1969): Madenköy sahasının jeolojik raporu. M.T.A. *Rop.*, no. 4591 (yayınlanmamış), Ankara.
- (1970): Rize-Çayeli bölgesi jeolojik raporu. M.T.A. *Rop.*, no. 4616 (yayınlanmamış), Ankara.
- VIJKERSLOOTH, P. de (1946): Karadeniz doğu sahilleri cevher bölgesi ve bilhassa Kuvarshan bakır yatakları (Vilâyet-Çoruh) hakkında bazı malûmat, M.T.A. *Mecm.*, no. 1/35, Ankara.
- VUJANOVIC, V. (1974): Doğu Karadeniz bölgesi kıyı kesiminde bulunan sülfid maden yataklarının mineraloji, parajenez ve köken özellikleri. M.T.A. *Derg.*, no. 82, Ankara.