

## M.T.A. ENSTİTÜSÜNDEKİ JEOŞİMİK PROSPEKSİYON FAALİYETLERİ

Mümin KÖKSOY (x)

Özet :

Oduka yeni bir maden arama metodu olan jeoşimik prospeksiyon 1963 yılından beri M.T.A. Enstitüsü'nde de uygulanmaya bağlanmıştır. Bugün© kadar küçük çapta da olsa yapılmış olan jeoşimik etüdlerden olumlu sonuçlar alındısından Enstitü bu faaliyetlerini geliştirmeğe ve hızlandırmağa karar vermiştir. Biga Yanması'nda genel jeoşimik prospeksiyonla tesbit edilen 150 Km'lik bir Pb - Zn metalojenik - jeoşimik provens bunlardan birisidir. Bu provensin detay jeolojik ve jeoşimik etüdünün yapılması plânlanmıştır.

Devamlı olarak birikmekte olan çok sayıdaki jeoşimik numune ve donelerden ilerdeki senelerde de gerektiğinde faydalanabilmek için Enstitü içinde «jeoşimi numune ve done arşivi» kurulmasına başlanmıştır. Done arşivi kurulurken bilgilerin çok kısa bir zamanda bulunarak elde edilebilmesi için kompüterlerden faydalanılması esas olarak kabul edilmiştir.

A — Giriş :

Bu tebliğin iki esas gayesi vardır. Birincisi oldukça yeni bir maden arama metodu olan jeoşimik prospeksiyonu tanıtmak, ikincisi ise M.T.A. Enstitüsü'ndeki jeoşimik prospeksiyon faaliyetleri hakkında bilgi vermektir. Çok yeni bir metod olduğu için, Türkiye'deki gerek resmi, gerek özel kuruluşlarda madencilikle uğraşmakta olan jeolog, jeofizikçi ve maden mühendislerimizin büyük bir kısmı jeoşimi hakkında kâfi bilgiye sahip değillerdir. Bu sebeple Türkiye'deki maden arama faaliyetlerinde jeolojik, jeofizik ve jeoşimik prospeksiyon metodları arasında iyi bir iş birliği sağlanamamakta ve bu metodların her biri (bilhassa jeoloji ve jeofizik) münferit olarak problemlerin çözümü için zorlanılmaktadır. Jeoşimik prospeksiyon metodlarının da diğer metodlar gibi maden arama faaliyetlerimizde geniş çapta uygulanmaya başlanması ve metodlar arasında işbirliğinin sağlanmasıyla daha başarılı, süratli ve ekonomik bir neticeye ulaşmak mümkün olacaktır.

B — Jeoşimik Prospeksiyonun Tanıtımı :

Tarifi ve Tarihçesi :

Tabii olarak bulunan maddelerin bir veya birçok kimyasal özelliklerinin ölçülmesine dayanılarak yapılan prospeksiyon işlemlerine jeoşimik prospeksiyon denilmektedir.

Ölçülen kimyasal özellikler, ekseriya bazı elementlerin veya element grupları-

(x) Dr. Jeoşimist, MTA Enstitüsü Jeoşimi Servis Şefi

mn eser miktarlarıdır. Tabii olarak bulunan maddeler ise taş, toprak, dere kumu, bitki, su., vs. olabilir.

Oldukça yeni bir maden arama tekniği olan jeoşimik prospeksiyon ilk olarak 1935 - 1940 senelerinde Rusya ve İskandinav memleketlerinde denenmiş ve 1945 - 1950 senelerinde Amerika, Kanada ve Japonya'da da uygulanmaya başlanmıştır. 1950 den sonra İngiltere, Fransa gibi diğer ileri ülkelerde de bu metodla maden aranmasına girişilmiştir.

1963 senesinde MTA Enstitüsü'nde bir jeoşimi laboratuvarı kurulmasıyla Türkiye'de de jeoşimik prospeksiyon metodları tatbik edilmeye başlanmıştır. Üniversite lerimizde jeoşimi kurslarının verilmeye başlanması ise daha sonradır. İlk olarak ODTÜ de 1965, İTÜ de 1967, KTÜ de 1968 senelerinde jeoşimik prospeksiyon kursları verilmeye başlanmıştır. İstanbul, Ankara ve Hacettepe Üniversiteleri de programlarına jeoşimi kursları koymuş bulunmaktadır.

Etibank'm jeoşimiyle ilgisi ise 1968 - 1969 senelerinde başlamıştır. Ayrıca bu sene içinde Türkiye'de bazı özel maden şirketlerinin de jeosimiye karşı bir sempati duymaya başladıkları işitilmektedir.

#### **Çeşitli jeoşimik prospeksiyon metodları :**

En çok uygulanmakta olan jeoşimik prospeksiyon metodları; taş (Litojeoşimik), toprak (pedojeoşimik) dere kumu ve sediman (aluviyojeoşimik), su (hidrojeoşimik) ve organik madde (biyojeoşimik) analizleriyle yapılan prospeksiyonlardır. Bunlara jeobotanik prospeksiyon metodu da ilâve edilebilir. Her metodun kendine has ve uygulanacak sahanın özelliğine bağlı olarak avantajları ve dezavantajları vardır. Bir bölgede yapılması düşünülen bir jeoşimik prospeksiyonun başarı derecesi her şeyden önce seçilen metodun sahaya uygunluğuna ve metodun dayandığı temel prensip ve mekanizmaların iyice bilinmesine bağlıdır. Metodun dayandığı prensip ve mekanizmaları, bunlara etki eden faktörleri iyice bilmeden veya dikkate almadan yapılan jeoşimik prospeksiyonların tefsiri ve dolayısıyla başarı şansı oldukça azdır.

Primer anomaliler çoğu zaman sekonder anomalilere nazaran daha küçük bir sahayı kapsarlar. Prospeksiyon yapılan sahadaki küçük bir primer anomaliyi atlama dan yakalayabilmek çok sık numune alımını gerektirir. Ayrıca temsili kayaç numunelerinin alımı ve analize hazırlanışları çok zaman almaktadır. Bunun için çoğunlukla genel prospeksiyonda diğer jeoşimik prospeksiyon metodları tercih edilmekte ve ancak özel problemlerin çözümlenmesinde veya başka metodlarla elde edilen anomali sahalalarında cevherleşmenin yerini daha yakından tesbit edebilmek için litojeoşimik prospeksiyona baş vurulmaktadır.

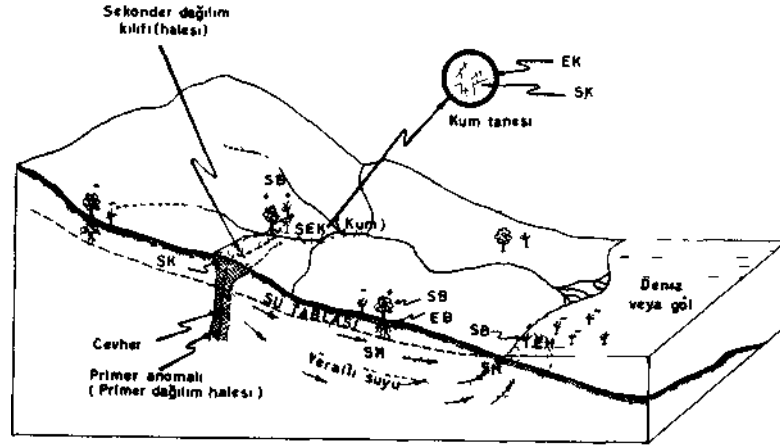
Taş numunelerinden başka numunelerle (toprak, kum, su, bitki., vs.) yapılan jeoşimik prospeksiyon ise daha ziyade elementlerin sekonder dağılımları esnasında, yâni yüzey şartlarının etkisi altında teşekkül etmiş anomalilerin tesbitinde uygulanılmaktadır. Sekonder anomalilerin teşekkül ettikleri ortam ve mekanizmaları, cevherleşme ve primer anomalilerin ortam ve mekanizmalarından çok farklıdır. Cevher teşekkülü ve primer anomaliler çoğu zaman yüksek basınç ve sıcaklığın hüküm sürdüğü bir ortamda elementlerin belirli bir yerde zenginleşmeleri neticesinde meydana gelirler. Halbuki, sekonder anomaliler cevher yatakları ve etrafındaki cevherce zengin primer dağılım hâlesinin yüzeysel bozuşma (weathering) esnasında tahrip edilmeleri ve bozuşma ürünlerinin yerçekimi, akarsuları, yeraltı suları, bitkiler gibi çeşitli ajanlar

tarafından bozuşma ortamından taşınmaları esnasında teşekkül etmektedirler (Şekil — 1). Sekonder anomaliler çoğu kere geniş bir alana yayıldıklarından bunlardan genel jeoşimik prospeksiyonda çok yararlanılmaktadır.



#### Prospeksiyondaki mantık silsilesi :

Birçok maden yataklarının boyutları, bilhassa cevher damarlarının kalınlıkları, prospeksiyon yapılan sahaya göre çok küçüktür. Çoğu zaman aranılan cevher yatağının kalınlığı bir kaç santimetre civarındadır. Yüzlerce kilometre karelik bir bölgede, bir kaç santimetre kalınlığında bir cevher damarını bulmak çok güçtür. Hele bu saha toprak, kolivyon, alivyon gibi örtü tabakalarıyla örtülmüş ise prospeksiyon bir kat daha zorlaşır.

Birçok cevher yatakları, cevherleşme ile alakalı olarak bazı elementlerce zenginleşmiş genişçe bir saha içinde bulunurlar. Cevher damarlarını saran ve verilen bir bölgede özellikleri her element için değişebilen bu sahalara «Dağılım Kılıfları» (=dispersion haloes) denilmektedir. (Şekil — 1). Jeoşimik prospeksiyonun temeli çoğu zaman bu dağılım kılıflarının mevcudiyetine dayanmaktadır. Zira bir bölgede bir kaç yüz metre kare büyüklüğündeki bir dağılım kılıfının aranılıp bulunması bir kaç santimetre kalınlığındaki bir cevher yatağının bulunmasından çok daha kolaydır. Onun için jeoşimik prospeksiyonda çalışmalar ilk plânda dağılım kılıflarını bul-



Şekil 1 Bir primer anomali ile sismojenetik (S) veya epijenetik (E) orijinli klastik (K) hidromorfik (H) ve biyojenik (B) anomaliler arasındaki bağlantılar

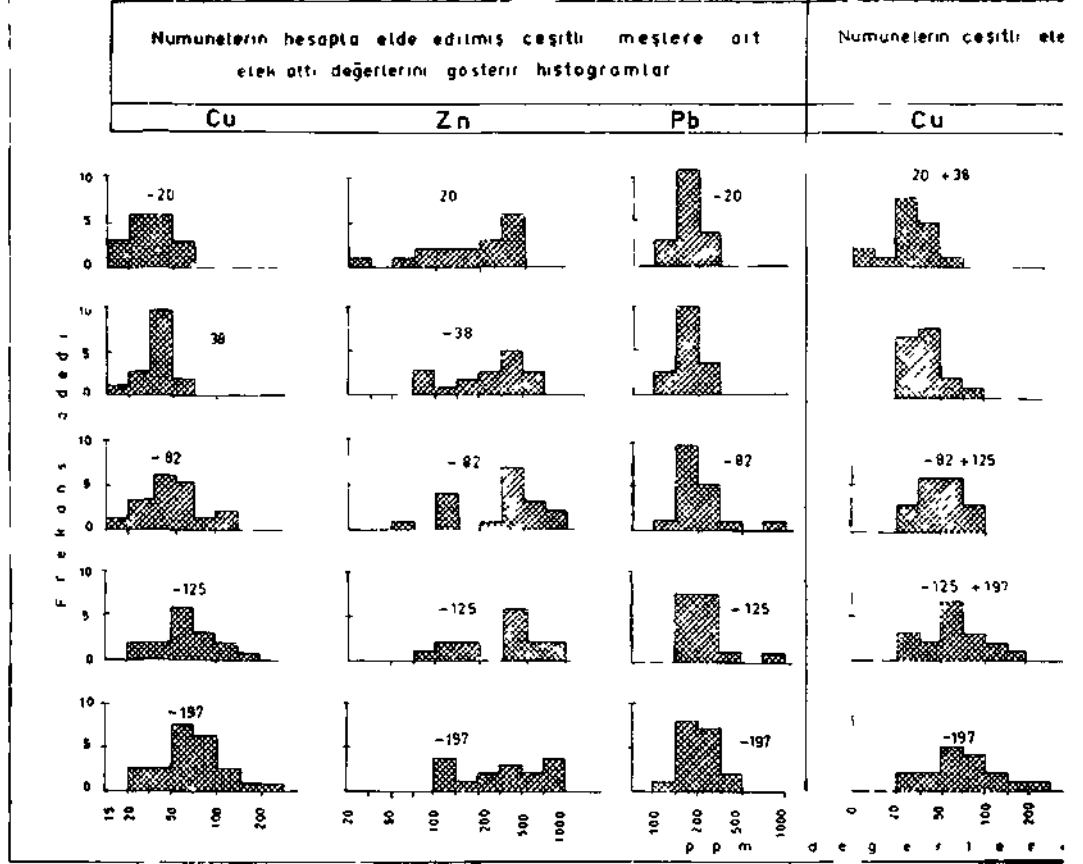
-  Anomali veren dağılımlar  
 Normal dağılımlar

maya yöneltilir. Daha sonra bu kılıflar içinde detay etüdler yapılarak cevher damarlarının yerleri tesbit edilmeye çalışılır. Dağılım kılıflarının genişliği bir kaç santimetreden bir kaç kilometreye kadar değişebilir. Dağılım kılıfları ne kadar büyük olursa bu kılıfları yakalamanın o kadar kolay olacağı aşikârdır. Fakat buna rağmen geniş bir bölgede bir kaç yüz metre karelik bir dağılım kılıfını bile yakalamak oldukça güçtür. Gönül isterdi ki bazı ipuçları bizi bu kılıfların bulunduğu yerlere ko-



## ŞEKİL-2 BİGA YARIMADASINDAN 18 DERE K

(Örneklerdeki rakamlar eleklerin mesafeleridir)

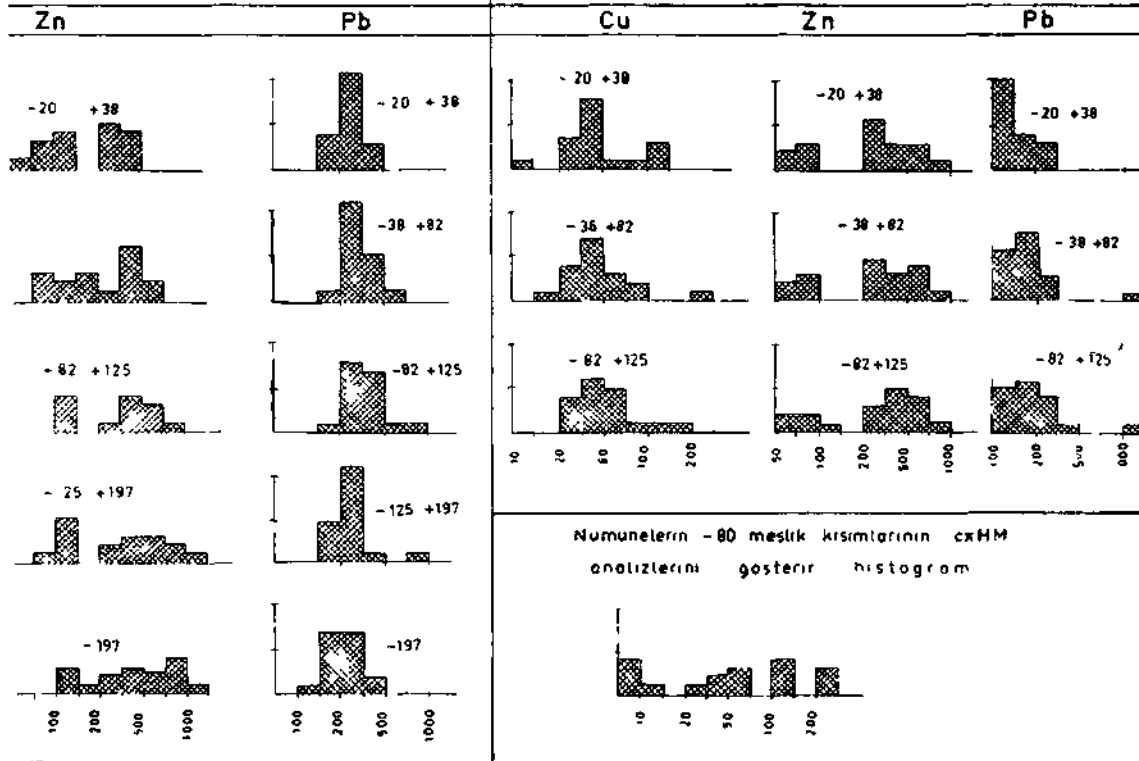


## NUMUNELERİNİN ELEK ANALİZ NETİCELERİ

(mektedir Rakamlar buydukce \*elek aralıkları kuculmektedir)

arındaki kısımlarına ait analiz neticelerini gösterir histogramlar.

İri elek aralıklarındaki kısımların öğütüldükten sonra elde edilen analiz neticelerini gösterir histogramlar





layca götürsünler. Sekonder anomaliler çoğunlukla bize bu imkânı sağlamaktadırlar. Meselâ, cevher kılıfları eğer bir kaç dere tarafından kesilmiş ise arzu ettiğimiz ip uçlarına sahibiz demektir. Zira elementlerin su veya dere kumu içindeki sekonder dağılımlarının incelenmesiyle dağılım kılıflarının bulunduğu yerler kolayca tesbit edilebilir. Elementlerin dere içindeki —sularda veya kumlarda— dağılım mesafeleri ortama ve elemente göre değişmektedir. Onun için genel prospeksiyonda toplanan numuneler ilk önce anomali verecek miktarda en uzağa taşınan elementler için analiz edilmelidirler. Tahkik ve detay etüd için toplanan numuneler ise taşınma mesafesi kısa fakat anomali şiddeti fazla olan elementler için analiz edilmelidirler.

#### C — MTA'daki Jeoşimik Faaliyetler :

##### MTA'daki jeoşimik düzen ve kapasitesi :

Son yıllarda MTA Enstitüsü içinde jeoşimik prospeksiyona karşı büyük bir ilgi duyulmaktadır. Enstitünün çeşitli şubelerine bağlı elemanlar çalışmakta oldukları sahalarda haklı olarak jeoşimik prospeksiyon metodlarını uygulamak istemektedirler. Madenlerimizin ilmi esaslara bağlı olarak süratle ve iyi bir güvenilebilirlikle aranmalarına daha çok hizmet edebilmek gayesiyle 1967 senesinde kurulmuş olan jeoşimi servisi 1970 de kadro ve yetki bakımından genişletilerek Genel Direktörlüğe bağlanmıştır.

Jeoşimik prospeksiyonun temel prensiplerini ve nasıl yürütüldüğünü Enstitü elemanlarına tanıtmak ve jeoşimik prospeksiyon ve analizleri yapacak elemanları bu yönde yetiştirmek gayesiyle Enstitü içinde birçok konferanslar ve özel kurslar tertip edilmektedir. Jeoşimi laboratuvarı gerek alet gerekse personel bakımından geliştirilmiş ve her geçen gün daha da geliştirilmesine çalışılmaktadır. Bugün Enstitü laboratuvarlarında yalnız jeoşimik numunelerin analizlerini yapmakla görevli 4-5 kimya Y. mühendisi, 10 kadar da kimya teknisyeni ve laborant vardır. Analizler ya kolorimetrik olarak ya da yalnız jeoşimiye tahsis edilmiş 3 adet atomik absorpsiyon (AAS) aletiyle yapılmaktadır. Laboratuvar faaliyetlerinin bir kısmı (2 adet AAS dahil olmak üzere) arazi laboratuvarlarında yürütülmektedir. Ayrıca merkez laboratuvarlarında, jeoşiminin gerektiğinde yararlanabileceği Spektrograf, X - ray, X - ray floresans gibi diğer modern cihazlar da mevcuttur. Bunlardan başka jeoşimik prospeksiyonda çok önemli bir yeri olan cıva analizlerinin arzu edilen hassasiyet ve incelelikle (ppb= milyarda bir parça olarak) yapabilecek özellikte bir cıva dedektörünü siparişi de yapılmış bulunmaktadır. Halen Enstitüde arazi elemanı olarak jeoşimik prospeksiyon yapmakta olan 40 - 50 kadar teknik eleman (jeolog - prospektör) mevcuttur. Bunların büyük bir kısmı Birleşmiş Milletler Merzifon - İspir ve Menderes Masi fi projelerinde, diğerleri de başka bölgelerdeki jeoşimi projelerinde çalışmaktadırlar.

Jeoşimik prospeksiyonun planlanması, denetlenmesi ve neticelerin değerlendirilmeleri bu konuda ihtisas görmüş elemanlar tarafından yapılmaktadır. Bugün MTA'da, tatbiki jeoşimi üzerine ihtisas yapmış yalnız 3 jeoşimist vardır. Takdir edileceği üzere, halen yapılmakta olan iş miktarı bile bu elemanların kapasitelerini aşmış bulunmaktadır. Diğer yandan bu iş miktarının gelecek yıllarda daha da artacağı muhakkaktır. Dolayısıyla Enstitü'de bugün en çok ihtiyaç duyulan eleman jeoşimistlerdir.

##### Biga Yanması'nda bir uygulama :

Dere kumu numunelerinin analizleriyle geniş bir bölgede yapılan genel jeoşimik etüdüler oldukça kısa bir zamanda bölgedeki önemli cevherleşme yerlerini ortaya çı-



karabilmektedir. Biga Yarımadası'nın güneyindeki 3850 Km<sup>2</sup> lik bir sahada daha ziyade Pb - Zn için yapmış olduğumuz genel jeoşimik prospeksiyon buna iyi bir misal teşkil etmektedir.

Bu bölgede kontamine olmamış bir anomali sahası ile komşu sahaları kateden bir drenaj şebekesinden oriyantasyon gayesiyle alınan 18 adet dere kumu numunelerinin çeşitli elek aralıklarındaki kısımları Pb, Zn ve Cu için analiz edilmiş ve neticeler histogramlarla Şekil — 2 de gösterilmiştir. Bu şekildeki done incelendiğinde Cu ve Zn konsantrasyonlarının tedrici olarak ince tanelere doğru, Pb nun ise iri tanelere doğru arttığı görülür. Bunlar, Pb nun daha çok mekanik olarak taşındığını, kimyasal taşınmanın önemli bir rol oynamadığını; diğer yandan Zn ve Cu in ise önemli sayılabilecek miktarlarının kimyasal olarak taşındığını ima etmektedirler. Bununla beraber her elementin elek analizlerini gösteren histogramlar ayrı ayrı incelendiğinde tane büyüklüğünün, değerlerin istatistiki yayılımına (range) önemli bir etkide bulunmadığı görülmektedir. Bu demektir ki prospeksiyon için numunenin analiz edilecek tane büyüklüğünün tesbiti o kadar kritik değildir. Diğer yandan her elek aralığına veya elek altına ait Pb, Zn, Cu değerleri incelenirse yayılımı (range) en geniş olanının Zn ve en dar olanının da Pb olduğu görülür. Yani Zn analizi bölgedeki anomalilerin tesbitinde iyi bir kontrast verecektir. Fakat aynı numunelerin (—80) meşlik kısımlarının soğuk ekstrakte toplam ağır metal (cxHm) analiz neticeleri daha geniş bir yayılım göstermişlerdir. Her element için anomali dağılım trendinin uzunluğu 2 Km den fazladır.

Bu ön çalışma (orientasyon) esnasında elde edilen doneler ve bunlardan çıkarığımız neticeler dünyanın başka yerlerinde benzer etüdlerde elde edilenlerle uyuma halindedirler. Bu neticelere dayanarak, numuneler arası mesafe 1 Km den az olmak şartı ile her Km<sup>2</sup> ye ortalama olarak 2 numune düşecek şekilde 7500 adet dere kumu numunesi toplanmış ve bütün numuneler öncelikle cxHM için (ditizonla) analiz edilmişlerdir. Bu numunelerin toplanması için takriben 700 prospektör x gün kadarlık bir mesai sarfedilmiştir. Sahada aynı zamanda Cu, Hg, Sb cevherleşmeleri de bulunduğundan, bütün numuneler yakın bir gelecekte Cu ve Hg için de analiz edileceklerdir.

cxHM analizleriyle elde edilen jeoşimik harita (Şekil — 3) bölgenin ortasında takriben 150 Km<sup>2</sup> lik bir anomali ortaya çıkarmıştır. Bölgede bilinen Pb - Zn yataklarının büyük bir kısmı burada bulunmaktadır. Dolayısıyla bu anomali bölgesi bir jeoşimik - metalojenik provens olarak kabul edilebilir.

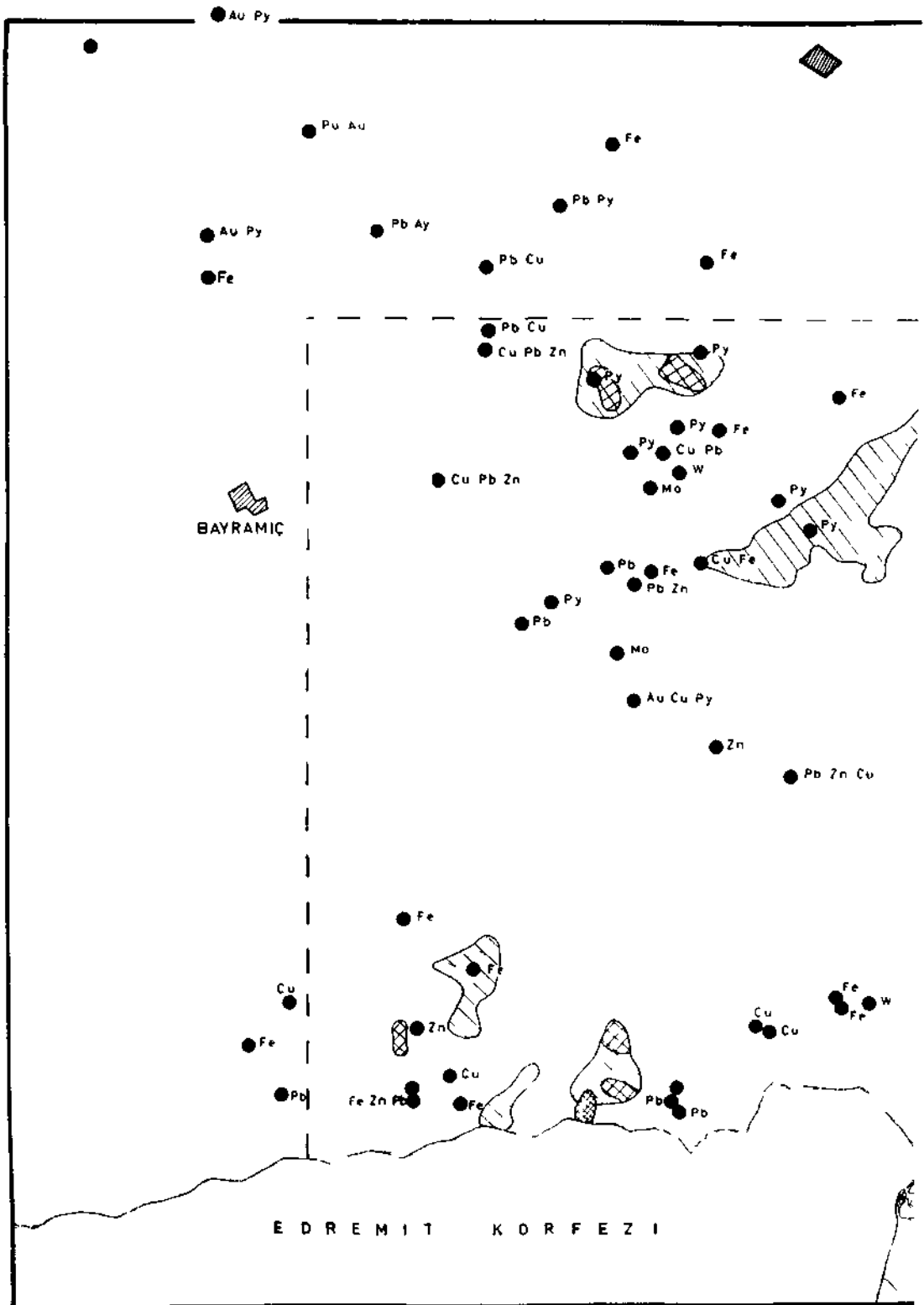
Bilinen maden yatakları ile ilgili bulunmayan anomalilerin sebebini izah edebilmek için yapılan kısa jeolojik etüdlere esnasında eskiden bilinmeyen yeni yeni cevher damarları tesbit edilmiştir. Bunun üzerine MTA Enstitüsü bu jeoşimik - metalojenik provensin detay jeolojik ve jeoşimik etüdüne karar vermiştir. Detay etüd çalışmalarına 1971 senesinden itibaren başlanacaktır.

#### **Done ve numunelerin arşivlenmesi :**

Jeoşimik prospeksiyon binlerce numunenin toplanmalarını ve analiz edilmelerini gerekli kılmaktadır. Bazı numunelerin toplanmaları oldukça kolay olduğu halde bazıların toplanmaları çok güç ve masraflıdır.

Genel prospeksiyon esnasında toplanan, her biri çok emek ve paraya mal olan dolayısıyla büyük bir kıymet ifade eden bütün dere kumlarının daimi olarak saklanma-





sı ve gerektiğinde tekrar analiz edilebilmeleri için bir «jeoşimi numune arşivi» kurulmaktadır. Böylece jeoşimik prospeksiyon yapılan sahaların yaklaşık olarak her 1-3 Km<sup>2</sup> sini temsil eden dere kumları daima elde mevcut olacaktır. Dere kumu numuneleri dışındaki taş, toprak ve bitki numunelerinin daimi olarak arşivlenmesine lüzum görülmemekle beraber bunlardan bazı kritik veya temsili numuneler seçilerek ayrıca arşivlenecektir.

Numune sayısı 10.000'i aşan projelerdeki jeoşimik donelerin gözle veya şekillerle incelenmesi bazı hallerde oldukça güç ve zaman alıcı olabilir. Bir sene içinde böyle 5-10 adet projenin birlikte yürütüldüğü bir müessesede durumun daha da güçleşeceği aşikârdır. Bunun için, jeoşimik donelerin değerlendirilmesinde istatistikten ve hatta kompüterlerden faydalanılabilir. Diğer yandan bir projede elde edilen donelerin ilgili proje açısından değerlendirilmesi yapılmış ve nihai raporu yazılmış olsa bile, gerektiğinde çeşitli araştırmacılar tarafından aynı veya başka başka gayeler bakımından yeniden incelenmelerini sağlamak amacıyla bütün donelerin iyi bir şekilde arşivlenmesi gerekir. Bu arşivleme işlemi öyle düzenlenmelidir ki her numunenin yeri, karakteri, jeolojik - jeoşimik ortamı, analiz neticeleri, gibi temel bilgiler açık ve seçik olarak belirtilsin ve gerektiğinde istenilen numunelere ait bu özelliklerin biri veya birkaçı hakkında kısa zamanda bilgi edinilebilsin. Enstitü içinde, kompüterlerden faydalanılmak üzere böyle bir sistem geliştirilmektedir. Bundan böyle bu sistem dahilinde toplanacak olan jeoşimik doneler IBM kartlarına işlenecek ve böylece «Jeoşimi Done Arşivi'nde» saklanacaklardır.

#### **D — Sonuç :**

Jeoşimik yolla maden aranması diğer prospeksiyon metodlarına nazaran çok yeni olmasına rağmen 15-20 sene gibi kısa bir zamanda önemini ve faydalarını büyük madencilik şirketlerine ve ilgili ilim müesseselerine kabul ettirmiştir. Bugün dünyanın birçok ülkelerinde jeolojik ve jeofizik prospeksiyon metodlarının yanında jeoşimik metodlar da uygulanılmaktadır. Bazı bölgelerde yalnız bir prospeksiyon metodunun —jeolojik, jeofizik veya jeoşimik— tek başına başarılı neticeler verdiği görülmüştür. Bunun maalesef kötü bir sonucu olarak bazı kimselerde yalnız bir tek metodun her yerde ve her zaman başarı ile kullanılabileceği kanısı uyanmıştır. Halbuki bu günkü modern prospeksiyon usulleri çeşitli metodların ve ihtisas sahibi elemanların sıkı bir işbirliğini gerektirmektedir. Bilhassa jeofizik ve jeoşimik metodlar daima jeolojik bilgilerin ışığı altında uygulanmalı, jeolojik, jeofizik ve jeoşimik metodlar üçlü bir ekip halinde el ele çalışmalıdırlar.

M.T.A. Enstitüsü'ndeki jeoşimik prospeksiyon faaliyetleri bu anlayış içinde yürütülmektedir. Fakat bugün Enstitü'deki jeoşimik imkânlar jeoloji ve jeofiziğin imkânlarından çok eksik ve geri kalmış bir durumdadır. Bilhassa jeoşimide olan ihtiyaç çok fazladır. Üniversitelerimizde son zamanlarda okutulmasına başlanan bir dönemlik ve bir kaç kredilik jeoşimi dersleri bir tanıtma mahiyetinden öteye gidememektedir. Bu kursların hem dönem hem de kredi miktarlarının artırılması gerekmektedir. Enstitü içinde üniversitelerimizin bu eksikliğini giderilmesine çalışılmaktadır. Böylece, eldeki imkânlar dahilinde Enstitünün jeoşimik prospeksiyon kapasitesi gerek eleman, gerekse alet ve malzeme bakımından süratle geliştirilmektedir. Jeoşiminin MTA Enstitüsü'nde ilk olarak başlatılması ve devamlı olarak gelişmesi Genel Direktör Sayın Doç. Dr. Sadrettin Alpan'ın ileri görüşlülüğü, hertürlü destek ve teşvikleriyle; bu yeni ilim ve prospeksiyon dalına kendilerini adayarak vefakâr, azimli ve çalışkan laboratuvar ve arazi elemanlarının gayretleriyle mümkün olmuştur. Bu vesile ile jeoşiminin kurulması ve gelişmesinde emeği geçenlerin hepsine teşekkür ederiz.