

## DİVRİĞİ BÖLGESİ DEMİR YATAKLARININ ELEMENT KORELASYONU VE JEOKİMYASI; ORTA ANADOLU, TÜRKİYE

*Geochemistry and Element Correlation of Iron Deposits in the Divriği Region, Central Anatolia, Turkey*

TANER ÜNLÜ  
HENRİK STENDAL

M. T. A. Genel Müdürlüğü, Maden Etüd ve Arama Dairesi, Ankara  
Kopenhag Üniversitesi, Kopenhag

**ÖZ:** Divriği Bölgesi demir yataklarına ait jeokimyasal analizler 160 örnek üzerinde 10 esas ve 31 eser element için gerçekleştirilmiş, ayrıca 24 element arasındaki korelasyon analizleri ve bu sonuçların yorumlanmaları yapılmıştır.

İki tip cevher ortaya çıkmaktadır: Birinci tip cevher, yüksek Cr, Co ve bazı durumlarda Ni ve MgO içerikleri ile ultrabazik kayalara doğru bir jeokimyasal yönelim gösterir. İkinci tip cevher ise farklı jeokimyasal karakteri ile (örneğin yüksek Ba içerikleri) sedimanter özellik taşır. Ultrabazik element yönelimi gösteren tektonik yerleşimli cevherlerin, ofiyolit bazik ve ultrabazik bölümlerinin tektonik etki ile işlenmesi sonucunda oluştuğu düşünülebilir.

**ABSTRACT:** Geochemical analyses of iron deposits in the Divriği region have been performed on 160 samples for 10 major and 31 trace elements, and correlation analyses between 24 elements and the interpretation of these results are given.

Two types of ores were indicated: The first type has a geochemical affinity to ultrabasic rocks with high average element contents of Cr, Co and in some cases Ni and MgO. The second type of ore is a sedimentary type with a different geochemical character, e.g. high Ba content. The tectonically emplaced iron ores showing ultrabasic element affinity are suggested to be tectonically reworked from ophiolite hosted basic to ultrabasic rocks.

### GİRİŞ

İç Anadolu demir yatakları, Türkiye'nin en önemli demir provensini oluşturmaktadır. Divriği bölgesinin aynı provensteki yeri, sahip olduğu cevher potansiyelleriyle büyük önem taşır.

Divriği demir cevheri Osmanlı imparatorluğu zamanından, hatta Selçuklu'lardan beri bilinmekte ve işletilmektedir. Evliya Çelebi Seyahatnamelerinde XIV üncü yüzyılda Timurlenk Ordularının nal ve kılıç hammaddesinin Divriği demir yataklarından sağlandığı belgelenmiştir. Divriği demirlerinin Cumhuriyet devrinde ele alınışı, Doğu Demiryolları'nın Divriği'den geçmesi ile güncellenmiştir. 1935 yılında kurulan M.T.A. Enstitüsü 1937 yılında aynı sahada etüdlerine başlamış, böylelikle 1936-1940 yılları arasında yapılan gözlemler ile Divriği demir yataklarına ilişkin günümüze değin ulaşabilen ilk bilimsel düzeydeki çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

1937 yılından 1983 yılına değin aynı bölgede yapılan çalışmalarda tüm araştırmacıların ortak yönleri, Divriği ve yöresi demir yatakları oluşumlarının, aynı yörede yer alan granitik kayalar ile doğrudan ilişkili olduğunda birleşmeleridir. Kovenko (1937), Gysin (1938), Wijkerslooth (1939 - 1941), Klemm (1960), Koşal (1965, 1971, 1973), Bozkurt (1980) ve daha birçokları-

nın yapmış olduğu çalışmalarda, Divriği demir yatakları granitik kayalara bağlı skarn tipi yataklar olarak değerlendirilmiş, ancak her araştırmacının yatağın oluşumunu farklı jenetik adlamalar altında tanımladığı görülmüştür. Bu adlamalar; pirometazomatik, pnömatolitik, metazomatik, hidrotermal v.b. olarak tanımlanmıştır. Araştırmacıların bir bölümü "Fe" elementinin doğrudan granitlere bağlı pnömatolitik, hidrotermal ergiyikler ile geldiği tezini öne sürerlerken (Kovenko; 1937, Gysin; 1938, Wijkerslooth; 1939, 1941, Klemm; 1960 ve Koşal; 1965, 1971, 1973), diğerleri de asit magma içinde asimile olan kireçtaşı-ultrabazit karmaşığında türeyen gaz fazındaki demirce zengin solüsyonların pirometazomatik manyetit yatağını oluşturduğunu, demirin taşınmasının demir klorürler şeklinde olduğunu savunmaktadırlar (Bozkurt; 1980). Yukarıda da belirtildiği gibi tüm araştırmacılar demir elementinin granit ile birlikte geldiği konusunda farklı modellerde bütünleşmişlerdir. Divriği demir yatağı dünya literatürüne de kontak metazomatik kalk skarn (Bottke; 1981) ve kontak metazomatik (Petrascheck ve Pohl; 1982) "Tip Yatak" olarak girmiş ve tanımlanmıştır.

Doğrudan granitlere bağlı oluşum modeline karşı ilk görüş Ünlü (1983 b) ile başlar. Yazar 1983 yılında Sivas-Divriği ve Akdağ, Gürün-Otlukilise, Erzincan-Bizmişen

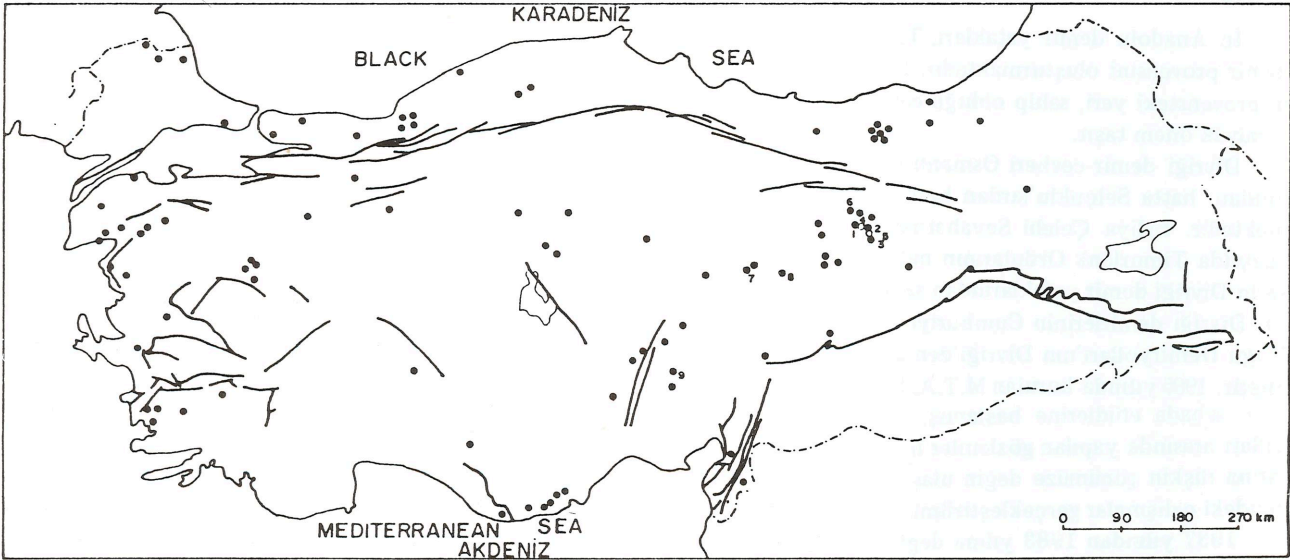


ve Kurudere, Adıyaman-Bulam demir yataklarında yapmış olduğu saha çalışmalarında, aynı yataklanmaların granitoidlerden çok bazik magma ile olan ilişkilerine saha gözlemleri doğrultusunda değinmiştir. Skarn tip olarak adlanan bu oluşukların bir jenez türünden çok, cevherin bugünkü konumunu almasındaki bir maden jeolojisi syk'linin (devrinin) son yerleşim şekli olduğu tezi ni öne sürmüştür. Cevherleşmelerin okyanus kabuğu ile olan doğrudan ilişkilerine dikkati çekerek "Okyanus Kabuğuna Özgü Demir Yataklanmaları" kavramını ilk kez ifade etmeye çalışmıştır. Ayrıca yazar, şekil 1 ve şekil 2' de görülen "Türkiye demir yatakları coğrafik dağılım haritası" ile "Ultrabazik kayaların Türkiye'deki dağılım haritası" nı aynı çalışmasında karşılaştırmalı sunarak, demir yatakları ile ultrabazitlerin dağılımlarındaki çok yakın ilişkiye kuramsal bir yaklaşımla değinmeye çalışmıştır. Dağılımlardaki bu benzeyiş, araştırmacının bölgedeki çalışmalarına başlamasında en önemli başlıca etkeni oluşturmuştur.

Yazar daha önce yapmış olduğu Deveci demir yataklarına ilişkin çalışmalarında (Ünlü; 1983 a) hazırlamış olduğu yaklaşık 700 km<sup>2</sup>'lik saha jeolojisi haritasında yer alan Hekimhan havzası demir yataklarından Deveci siderit yatağını ayrıntılı olarak incelemiş ve Deveci yatağının sinsedimanter-volkanojen karakteri ile bazik volkanizmayla olan ilişkisini saptamıştır. Aynı havzada yer alan Hasançelebi demir yatağının da gabro türü kayalar içerisindeki konumunu gözlemlemiştir. Ünlü, Divriği ve yöresi yataklarının bazit ve ultrabazitlerle olan doğrudan ilişkisi üzerine saha gözlemlerine dayanan yorumlamalarına geçerken, Deveci siderit yatağı ile ilgili çalışmaların

da toplamış olduğu bilgi birikiminden de yararlanmıştır. Böylece laboratuvar çalışması yapmadan, salt saha gözlemleri ile Divriği ve yöresi yataklanmalarının, Hekimhan havzası yataklanmaları ile olan benzerlik ilişkilerine değinerek, Divriği ve yöresi yataklanmalarının da okyanus kabuğuna özgü yataklanmalar olabileceği ön görüşünü açıklamıştır (Ünlü; 1983 b).

Divriği demir yatağı ile ilgili farklı bir görüş te Tokel ve Köprübaşı (1986) ya aittir. Araştırmacıların Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda sunduğu Divriği demir yatağına özgü oluşum modeli şu şekilde özetlenebilir; Eosen sonu-Oligosen başı makro ekeylanmalarla kabuk kalınlaşması ve dolayısıyla "S" tipi granitoidleri oluşmaktadır. Bu olay Anadolu'nun evriminde çok önemli bir orojenik olay olarak benimsenmekte, "Divriği Fazı" olarak jeolojik yayıma sunulması önerilmektedir. "S" tipi granitler alt kabuk ergimesiyle NaCl'ce zenginleşmekte ve bunun demiri ofiyolitler içindeki ultrabazitlerden söküp taşıdığı iddia edilmektedir. Tokel ve Köprübaşı'na göre demir ultrabazitlerden kaynaklanmakta, ancak granitler tarafından ultrabazitlerdeki silikat kompozisyonundan çözülmekte (NaCl'nin hidrolizi sonucu HCl'e dönüşmesi ile) ve FeCl<sub>2</sub> şeklinde hareketlenmektedir. FeCl<sub>2</sub>'ce aşırı doygun çözelti kireçtaşları ile dokanakta tepkimeye girecek manyetit ve hematit olarak çökelmektedir. Tokel ve Köprübaşı'nın çalışmaları ile ilgili tebliğ özetlerinin dışında, çalışmalarındaki bulguları ile ilgili yayımlanmış bir yayınları henüz bulunmadığından, burada çalışmalarına bu şekilde değinilmesi uygun görülmüştür. Ancak ultrabazitlerden silikat kompozisyonundaki demirin granitoidlere bağlı ergiyikler yardımı ile çözülmesi sonucu



Şekil 1 : Türkiye demir yataklarının dağılımı (Gümüş; 1970). Daireler demir yataklarını göstermektedir. Çalışma aşağıdaki sahalardan içerir: 1) Divriği A-Kafa ve B-Kafa, 2) Kurudere, 3) Bizmişen, 4) Akuşağı, 5) Sultanmurat, 6) Akdağ, 7) Karahalka, 8) Otlukilise, 9) Attepe demir yatakları.

Figure 1 : Distribution of iron deposits in Turkey (after Gümüş; 1970). Circles: iron deposits. Framed areas are included in this study: 1) Divriği A-Kafa and B-Kafa, 2) Kurudere, 3) Bizmişen, 4) Akuşağı, 5) Sultanmurat, 6) Akdağ, 7) Karahalka, 8) Otlukilise, 9) Attepe.



oluşan yaklaşık 100 milyon tonluk bir Divriği demir yatağı salt bir başına olsa da bu modelin doğruluk derecesi konusunda şüpheler getirir boyuttur. Kaldı ki modellerine temel oluşturan Divriği granitoidlerinin Eosen sonu-Oligosen başı yaş aralığı sınırı çok kritik bir varsayım görünümündedir.

Bu çalışmanın geneli ile ilgili giriş bölümünde özellikle belirtilmesi istenen bir konu da, maden yataklarımızdaki bugünkü darboğazdır. Bu, belki bu güne değin maden yataklarının enson yerleşim şekilleri ile ilgili ayrıntılı çalışmalarına karşın, jenez kelimesinin ötesinde jenezin anlamının araştırılmamış olmasından kaynaklandığı görülmüştür. Maden yatağının enson yerleşim şekline değin geçirmiş olduğu evrelerin araştırılması, yeni yatakların bulunabilmesindeki prospeksiyon yöntemlerini geliştirebilecek nicelikler olup, prospeksiyon alanının boyutlarının ise, yatağın enson yerleşim şekline ilişkin parametrelerde gizlendiği, basit bir maden jeoloji kuralı olarak unutulmamalıdır. Yataklanmaların tektek ele alınıp ayrıntılı olarak incelenmeleri kadar, yatakların birbirleriyle olan ilişkilerindeki organik bağlar da çok iyi bir şekilde değerlendirilmelidir. Bunun sonucunda olgunlaşabilecek havza etüdüleri ile, bilinen yataklardan gidilerek bilinmeyen yatakların bulunması denenmeli, aynı zamanda bilinen yatakların geliştirilebilmesine de katkısının olabileceği gözardı edilmemelidir. Şimdiye değin Türkiye'de birçok tartışma ortamında ya da yayınlanmış çalışmalarda maden yatakları konusunda havza etüdüleri yapılması önerilmiştir. Ancak, bu önerilere karşın, bugüne değin yayımlanmış geniş boyutlu bir demir yatağı havza etüdüne literatürümüzde rastlanılmamaktadır. Dileğimiz bu çalışma bu eksikliği dolduracak uğraşlara bir başlangıç oluşturur.

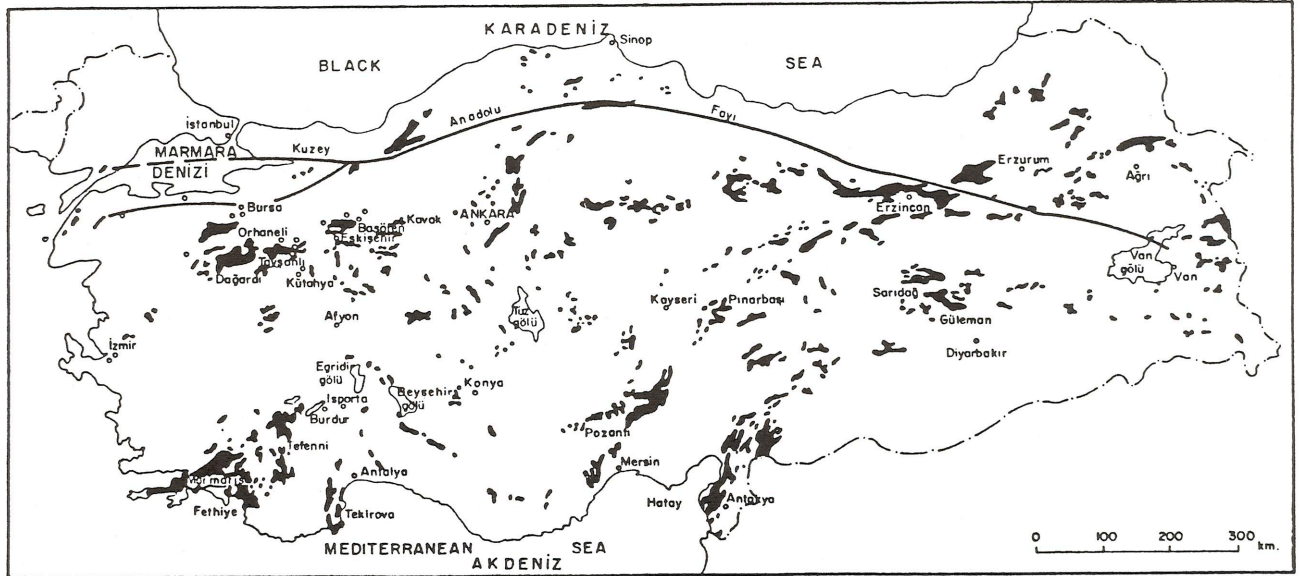
## YÖNTEM

Çalışmalara başlangıç oluşturan en büyük bulgu,

Türkiye demir yatakları ve ultrabazik kayaların dağılımlarındaki yakın ilgidir (Şekil 1, 2). Amaç bu ilginin çözümlenebilmesine katkı koyabilmede bütünleşir. Bu nedenle Erzincan-Ilıç'ta ve Sivas-Divriği bölgelerinde yüzeyleyen, Pınarbaşı ve Pozantı bölgelerinde geniş yayılımlar gösteren ultrabazik kayalar ve bu kayalara çok yakın lokalitelerde yer alan demir yataklarından oluşan Türkiye'nin en önemli demir kuşağına özgü 9 adet demir yatağı ayrıntılı incelemelere konu olmuştur. Bu kuşakta ki tüm demir yataklarının değerlendirilmesi zaman ve olanaklar yönünden ulaşılamaz olduğu için, aynı kuşakta saha gözlemlerine dayanan yorumlar doğrultusunda tüm bölgeyi temsil edebilecek yatakların seçilmesine çalışılmış, örnek alımı işlemlerinde de yatağı tanımlıyabilecek örneklemeye büyük bir titizlik gösterilmiştir. Seçilen ve çalışılan yataklar şu şekilde sıralanabilir:

- 1- Sivas "Divriği A-Kafa ve B-Kafa demir yatakları"
- 2- Sivas, Divriği "Akdağ demir yatağı"
- 3- Sivas, Gürün "Otluklise demir yatağı"
- 4- Kayseri, Pınarbaşı, Uzunyayla "Karahalka demir yatağı"
- 5- Erzincan, Kemaliye "Bizmişen demir yatağı"
- 6- Erzincan, Kemaliye, Çaltı "Kurudere demir yatağı"
- 7- Erzincan, Kemaliye, Çaltı "Sultanmurat demir yatağı"
- 8- Erzincan, Kemaliye, Çaltı "Akuşağı demir yatağı"
- 9- Adana, Feke, Mansurlu "Attepe demir yatağı".

Yukarıda adı geçen yataklardan, Divriği A ve B Kafa yataklarından 300 adet ve diğer yataklardan 350 adet cevher ve yankayaç örneği derlenmiş olup, örneklerin makro-ve mikro ayrılması sonucu 230 örnekte detay çalışmalar sürdürülmüştür.



Şekil 2 : Türkiye'deki ultrabazik kayaların dağılımı (M.T.A. çalışmalarından derlenmiştir.)

Figure 2 : Distribution of ultrabasic rocks in Turkey (Compiled from MTA studies).



Her bir yatağın ayrı kişilerce incelenmesi sonucu ortaya çıkan jenez karmaşasını ve yanlış yönlendirmeleri önlemek amacı ile havzadaki 9 adet demir yatağı ile ilgili çalışmalar tek elden yürütülmeye çalışılmıştır.

### ÖRNEK ALIMI ve ANALİZ YÖNTEMLERİ

Örnekler yatakları temsil edebilecek şekilde sistematik olarak alınmış, yaklaşık 2 kg. ağırlığındaki el örnekleri olup, makro-boyutta fazla bozuşmamış taze örneklerden oluşur. Örneklerin alındığı yer ve noktaları gösteren haritalar yayını uzatmamak için verilmemiştir (Ünlü; 1987).

Divriği A ve B Kafa demir yataklarında; granitoidlerden, gabroyik kayalardan, serpantinitle, A Kafa'da cevher ve yankayaç ("skarn") ile B Kafa'da cevher ve yankayaç ("skarn") dan oluşmak üzere 7 grup örnek toplanmıştır (Tablo 1). Skarn kelimesi daha önce yapılmış çalışmalarda (Koşal; 1971) 1/1000 ölçekli jeoloji haritasında skarn olarak haritalanmış bölgeleri belirtmekte olup, terminolojik karmaşayı önlemek amacıyla örnek alınan yörelere ilişkin adlarda, daha önce verilen birim adlamalarına da yer verilmiştir. Ancak bu çalışmada daha önceden skarn olarak tanımlanan kayaların, yüksek Mg, Cr ve Ni element içeriklerinden dolayı ofiyolit kökenli kayalar olabilecekleri savunulmuş ve yankayaç olarak değerlendirilmişlerdir. Diğer 8 demir yatağında, herbir yatak için örnekler cevherli kesimlerden seçilmiş olup, ek olarak Attepe yatağında yankayaçtan da örnekler derlenmiştir. Attepe yankayaç olarak isimlendirilen bölüm, hemen cevherin altında yer alan bitümlü seviyeyi karakterize eder. Bu şekilde Divriği demir yatağı dışında 9 grup örnek toplanmıştır (Tablo 2)

Toplanan örnekler mikroskopta incelenmeden, taze olup olmadıklarına göre ayırtılmadan önce, toplam örnekte (herhangi bir hazırlığa tabi tutulmadan, sahadan alındığı şekli ile) XRD (x-Işınları Difraksiyonu Analizleri) yardımı ile mineralojik incelemeleri yapılmıştır. Daha sonra mikroskopta taze olduklarına karar verilen örneklerde kimyasal analizler, XRF (x-Işınları Fluoresans Analizleri), ESA (Emissionsspektral Analizleri) ve AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometresi) yardımı ile yapılmıştır. Böylece de 160 örnek üzerinde 10 esas ve 31 eser elemente özgü jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (Au yalnızca birkaç örnekte analiz edilmiştir). Tüm analizlerde aynı tip standartların kullanılmasına büyük titizlik ve özen gösterilmiştir.

Sayısal yöntemler olarak univariyal analizlerden; aritmetik ortalama değer, standart sapma, maksimum ve minimum değerler metodu (Tablo 1, 2), multivariyal analizlerden; korelasyon analizlerinin bazı alt tipleri denenmiş (Tablo 3-8) ve verilerin istatistik değerlendirilmesinde Kopenhag Üniversitesi Hesap Merkezi'nden yararlanılmıştır. Kullanılan program klasik program paketlerinde mevcuttur. Özellikle korelasyon analizlerinde kesin yoruma

gidilebilmesi, tüm jeokimyasal analizlerde kullanılan standartların tekdüzeliği ile sağlanılmaya çalışılmıştır.

### YATAKLANMA TİPLERİ

Genelde cevherlerin yataklanma tipleri saha gözlemlerine göre 2 grup altında toplanabilir. Birinci grup, cevherin serpantinitle, kireçtaşlarıyla ve granitoidlerle tektonik kontaklı konumlarıyla karakteristiktir (Divriği A-B Kafa, Akdağ, Karahalka, Bizmişen, Kurudere, Akuşağı, Sultanmurat). İkinci grup ise (konglomeratik) sedimanter yataklanma özelliği taşır (Otlukilise, Akdağ, Attepe).

- I) Cevherin tektonik kontaklı konumu:
- |                   |   |
|-------------------|---|
| Divriği A-Kafa'da | : Serpantinit ve granitoid,                           |
| Divriği B-Kafa'da | : Serpantinit ve kireçtaşları,                        |
| Akdağ'da          | : Kireçtaşları,                                       |
| Karahalka'da      | : Kireçtaşları,                                       |
| Bizmişen'de       | : Granitoid ve/veya kireçtaşları ve/veya serpantinit, |
| Kurudere'de       | : Granitoid,  |
| Akuşağı'nda       | : Serpantinit ve kireçtaşları,                        |
| Sultanmurat'da    | : Granitoid'lerdir.                                   |
- II) Cevherin (konglomeratik) sedimanter yapısı:
- |               |  |
|---------------|--|
| Otlukilise'de | : Kireçtaşları içinde tektonik konumlu,                                    |
| Akdağ'da      | : Kireçtaşları içinde tektonik konumlu,                                    |
| Attepe'de     | : Paleozoyik kayalar içine yerleşmiş (konglomeratik değil) görünümündedir. |

Tektonik konumlu değerlendirilen cevherleşmeler yani Attepe dışındaki tüm yataklar, "Neo-Tethyan Ofiyolit Melanj Zonu" içerisinde yer almaktadırlar.

### DİFRAKTOMETRE İLE SAPTANAN, YATAKLARA ÖZGÜ MİNERALLER

Yatakların cevher ve yankayaçlarına özgü XRD yardımı ile elde edilebilen mineral beraberlikleri aşağıda tablosal bir anlatım ile sunulmaya çalışılmıştır. Her gruba özgü örneklerde saptanan mineraller grupların karşısına ve kaç örnekte görülebildikleri ise minerallerin altında parantezler içinde sayılarla gösterilmişlerdir. Örneğin; A Kafa cevherlerinden (d) 5 adet örnek analiz edilmiş olup, difraktogramlarda 5 örnekte manyetit, 3 örnekte glimmer, 2 örnekte pirit piki saptanmıştır. Burada vurgulanması gereken ikinci bir açıklama glimmer piki için yapı-



lacaktır. Difraktogramlardaki glimmer piki; flogopit, biyotit, muskovit, lepidolit veya illit'ten kaynaklanmış olabilir. Daha ayrıntılı ayırtlama difraktogramlarda yapılamamaktadır.

Divriği A ve B Kafa Demir Yatağı:

- a) Siyenitik ve granitik kayalar; feldispat (albit)  
(4) (4)  
+ glimmer + amfibol + kuvars + manyetit,  
(4) (3) (3) (1)
- b) Gabroyik kayalar; glimmer + amfibol (tremolit ?) + piroksen (diopsit) + feldispat,  
(2) (2) (2) (1)
- c) Serpantinit; serpantin + manyetit,  
(3) (3) (3)
- d) A Kafa cevher; manyetit + glimmer + pirit,  
(5) (5) (3) (2)
- e) B Kafa cevher; hematit + manyetit + götit,  
(5) (5) (3) (2)
- f) A Kafa yankayaç ("skarn"); dolomit +glimmer  
(10) (5) (5)
- + kuvars + kalsit + serpantin + feldispat +  
(5) (4) (3) (3)  
amfibol + manyetit + hematit,  
(2) (1) (1)
- g) B Kafa yankayaç ("skarn"); serpantin + manyetit + kalsit + kuvars + talk + dolomit.  
(10) (10) (9)  
(3) (2) (1) (1)

Diğer Demir Yatakları:

- h) Otluklilise; hematit + glimmer + manyetit + ilmenit  
(7) (5) (3) (3) (2)  
+ siderit + götit + kuvars,  
(2) (2) (1)
- i) Akdağ; hematit + götit + kalsit + dolomit + manyetit,  
(7) (6) (3) (2) (2)  
(1)
- j) Karahalka; hematit + kalsit + manyetit + glimmer + götit,  
(4) (4) (3) (2) (1)  
(1)
- k) Kurudere; manyetit + pirit + kuvars + hematit  
(2) (2) (2) (2) (1)  
+ götit + kalsit + kilminerali,  
(1) (1) (1)
- l) Sultanmurat; manyetit + hematit + kuvars,  
(1) (1) (1) (1)
- m) Akuşağı; manyetit + hematit + kuvars,  
(1) (1) (1) (1)

- n) Bizmişen; manyetit + kalsit + kuvars + kilminerali + (..?.),  
(2) (2) (1) (1) (1)  
(1)
- o) Attepe cevher; götit + siderit + manyetit,  
(5) (3) (2) (1)
- p) Attepe yankayaç; kuvars + kalsit + glimmer + kilminerali + (dolomit veya grafit ?),  
(2) (2) (1) (1)  
(1) (1)

A ve B Kafa demir yatağına özgü 39 ve diğer demir yataklarına özgü 31 örnekte oluşan toplam 70 cevher ve yankayaç örneğinde analiz yapılmıştır.

Divriği A ve B Kafa demir yatakları 2 yer ve diğer 8 adet demir yatağı 8 yer biçiminde ele alınarak toplam 10 lokalite elde edilmiştir. Bu demir yataklarının mineral beraberlikleri genel olarak değerlendirildiğinde, 10 yatakta manyetit, 7 yatakta hematit, 6 yatakta götit, 2 yatakta siderit ve 2 yatakta pirit oluşumuna rastlanmıştır. Böylece demir minerallerinin genelde manyetit + hematit + götit'den oluştuğu söylenebilir.

B Kafa'da daha önceki çalışmalarda (Koşal; 1971) skarn olarak tanımlanan yörelerden alınan 10 adet örneğin tamamında da serpantin piki saptanmıştır (g). Böylece B Kafa demir yatağının, mineralojik olarak ultrabazik kayalarla olan çok yakın ilişkisi saptanabilmiştir.

## YATAKLARA ÖZGÜ CEVHERLEŞMELERİN JEOKİMYASI

Divriği A ve B Kafa demir yataklarında; granitoidlerde, gabroyik kayalarda, serpantinlerde, cevher ve yan kayalarda toplam 76, diğer 8 yatakta toplam 84 olmak üzere, 160 örnekte kimyasal analiz yapılmıştır.

XRf yardımı ile; SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ΣFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(%), Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, S, Cr, Ba, Sr, Zr, Ga, Rb, Cl, La, Ce, Nd, Y, Th, Nb, Sc, (ppm), ESA yardımı ile; B, Be, Mo ve AAS yardımı ile; Li, Ag, As, Sb, Bi, Sn, Au (ppm) element analizleri yapılmıştır (Σ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, toplam demiri ifade eder).

Analiz sonuçlarının tek tek verilmesi yayın kapsamını uzatmak açısından uygun görülmemiştir (Ünlü; 1987). Tüm sonuçlar tablo 1 ve 2'de öz olarak sunulmuştur. Tablolarda tüm yataklar ve yankayaçlar ayrı ayrı gruplandırılarak, analiz sonuçları 16 grup altında toplanmıştır.

Her gruba özgü örneklerdeki elementlerin minimum ve maksimum değerleri, standart sapmaları ve ortalama değerleri sunulurken, ortalama değerlerin altındaki parantezlerin içinde kaç analiz sonucunda elde edilmiş oldukları gösterilmiştir. Ayrıca her gruba özgü analizi yapılan örnek sayısı gruplarının karşısında belirtilmişlerdir. Tablolarda kullanılan değerler tümüyle analizlerde elde edilen doğrudan değerleri anlatırlar.



Bazı analizlerde maksimum değer, standart sapma ve ortalama değer ile ilgili bölümler boş bırakılmıştır (örneğin tablo 1'de serpantinlerde  $\text{Na}_2\text{O}$  değeri). Burada 5 adet örneğin analiz edildiği parantez içinde belirtilmiştir. Ancak tüm analiz verileri ölçüldükleri aletin dedeksiyon sınırının altında olduğu için, sadece minimum değer verilmesi ile yetinilmiştir. Bu analizlerdeki minimum değerler dedeksiyon limitlerine karşılık gelir.

Demir yatakları örneklerindeki tablo 1'de 2868, tablo 2'de 3036 adet olmak üzere, toplam 5904 adet elementlere özgü analiz sonuçları bu şekli ile 2 tabloda öz bir biçimde sunulabilmiştir.

Tablolar genel olarak değerlendirildiğinde; A ve B Kafa yan kayaçlarında gözlenen yüksek  $\text{MgO}$  ortalama değeri, ultrabazik kayaçlarla benzerlik içerisindedir. A ve B Kafa cevherleri yüksek Cr, Co ve Ni içeriğine de sahiptir. Attepe ve Otluklise'de saptanan yüksek Ba içeriği sedimanter ortamlar için çok normaldir. Ancak Karahalka'da saptanan yüksek Ba içeriğinin hidrotermal damarcıklar ile olan ilişkisi de gözardı edilmemelidir.

### JEOKİMYASAL VERİLERİN KORELASYON ANALİZLERİ YARDIMI İLE YORUMLANMASI

Yaklaşık 6000 adet analiz sonucundan oluşan büyük bir kümenin jeostatistik değerlendirme ve yorumlanması birçok amaç için değişik yöntemler ile yapılabilir. Bu çalışmada yalnızca korelasyon analizleri metodu denenecektir. Korelasyon analizlerinde kullanılan korelasyon katsayıları doğrusal regresyon'dan yararlanılarak hesaplanmıştır. Korelasyon analizi konusunda birçok yayınlanmış çalışma vardır. Yöntemin maden yatakları disiplinine uygulanışı Ünlü (1985) te ayrıntılı verildiğinden burada yönteme ilişkin açıklamaya girilmeyecektir.

Korelasyon analizi için gerekli standart sapmalarına sahip 24 element (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, S, Cr, Ba, Sr, Zr, Ga, Pb, Cl) seçilmiş ve bu elementlere özgü 3408 kimyasal analiz sonucundan yararlanılmıştır.

Korelasyon analizlerinde esas elementler için doğrudan analiz verileri kullanılmıştır. Eser elementlerde ise analiz verileri, ln tabanına göre dağılımlarıyla istatistik değerlendirmeye sokulmuşlardır. Böylece eser element değerleri arasındaki normal dağılımın sağlanması gerçekleştirilmiştir.

Tüm yataklar ve yankayaçların ayrı ayrı gruplandırılmalarına karşın, Sultanmurat ve Akuşağı yatakları, analizlerde 2 yatağa özgü parametrelerdeki çok yakın benzerliklerden ve analiz edilen örnek sayılarının diğer gruplara göre eksikliğinden dolayı tek grup olarak değerlendirmeye sokulmuş, böylelikle analiz sonuçları 13 grup altında toplanmıştır.

Her bir elementin diğer elementlerle olan korelasyonunun sayısal anlatımı olan korelasyon katsayı değeri 13 ayrı grup için hesaplanmış ve 24 elemente ilişkin toplam 7176 adet korelasyon katsayısı değerinin sentezi ile sonuca gidilmesi denenmiştir.

Korelasyon katsayılarının karşılaştırılmalı yorumlanmasına gidebilmek için, her elementin diğer elementler ile olan korelasyon katsayılarını gösteren 24 ayrı tablo oluşturulmuştur (Ünlü; 1987). Her bir tablo özgün bir elemente ilişkindir. Böylece bir elementin diğer elementlerle 13 ayrı grup için olan ilişkisi tek bir tabloda toplanmıştır. Bu çalışmada amaca uygunluğu nedeni ile tablolardan salt 5 tanesi sunulacak ve yorumlanacaktır. (Tablo 3 - 7).

Örneğin tablo 3 demir elementi için hazırlanmıştır. Demir elementinin diğer elementlerle olan korelasyon katsayısı değeri, istenilen elementin karşısında verilmiştir. Aynı zamanda katsayı değeri 13 grup için ayrı ayrı yanyana sıralanmış ve ayrı yataklar için birbirleriyle karşılaştırılabilmesi kolaylaştırılmıştır. Tablo 3'ün biraz daha açılması, yorumlamaya yazarlar kadar okuyucularında ortak edilmesi amacı ile uygun görülmüştür. Tablo 3'de birinci dikey sütunda element adları verilmektedir. Aynı tablonun demir elementi için hazırlandığı, tablonun üstünde belirtilmiştir. 1. yatay sıra silisyum elementinin, 2. yatay sıra titanyum elementinin, 3. yatay sıra alüminyum elementinin ve diğerlerinin demir elementi ile olan korelasyon katsayı değerleri için hazırlanmıştır. Örneğin demir ile silisyum element çifti arasındaki korelasyon ilişkisi 1. yatay sırada 13 ayrı grup için ayrı ayrı verilmiştir. Bu değerler birbirleri ile karşılaştırılabilir. Ayrıca maden yatakları, tablonun üstündeki yatay sırada 1'den 10'a kadar verilen sayılar ile belirginleştirilmiştir.

Korelasyon katsayı değerlerinin işaretleri bazı çiftlerde pozitif bazı çiftlerde negatif olarak verilmiştir. Pozitif değerler element çiftlerinin birlikte artmakta veya eksilmekte olduklarını yani "birlikte hareketliliklerini", negatif korelasyon ise element çiftlerinden bir elementin artarken diğerinin eksildiğini daha doğrusu "karşıt hareketliliklerini" göstermektedir.

Tüm yataklardaki aynı işaretli korelasyon katsayıları, bu element çiftlerinin yataklardaki davranışlarındaki ortak özelliğini ortaya koyar. Bu özellik birlikte hareketlilik veya karşıt hareketlilik biçiminde özgünleşir. Bu hareketlilik de genetik anlam taşıyabilir.

Element birliklerinin saptanmasında en kolay yöntem, birlikte hareketliliğin matematiksel anlatımı olan tüm yataklarda ortak davranış gösteren (pozitif korelasyon) elementlerin ayırtlanmasıdır. Böylece birçok element içinde birkaç adet "birlikte hareket eden" element ayırtlanabilecektir. Bu nedenle tüm yataklarda pozitif korelasyon gösteren elementler tablolarda ayrıca kare içine alınmış ve birçok korelasyon içinde ayırtlanmaları ve sunulmaları kolaylaştırılmıştır.

Tablolar tek tek yorumlandığında;

Tablo 3'de Fe elementinin diğer elementlerle olan ilişkisi verilmiştir. Co, Cr, ve Ga elementlerinin tüm yataklarda Fe elementi ile olan korelasyonları pozitif olup, kare içine alınmışlardır. Böylece de ortak davranış özelliği vurgulanmıştır. Yani tüm yataklarda Fe, Co, Cr ve Ga elementi birliktelik oluşturmaktadır. Ancak Ga



Tablo 3 :  $\Sigma Fe_2O_3$  ve diğer tüm elementler arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table 3 : Correlation coefficients between  $\Sigma Fe_2O_3$  and all other elements.

			1	2	3	4	5	6	7	8-9	10		
	Serpentinit Serpentinit	A-Kafa Yan Kayaç A-Kafa Host Rock	B-Kafa Yan Kayaç B-Kafa Host Rock	A-Kafa Cevher B-Kafa Ore	B-Kafa Cevher B-Kafa Ore	Otluklisa Otluklisa	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmural ve Akşadı Sultanmural and Akşadı	Attepe Attepe	Attepe Yan Kayaç Attepe Host Rock
SiO <sub>2</sub>	-0.546	-0.459	-0.974	-0.967	-0.601	-0.976	-0.564	-0.289	-0.946	-0.996	-0.900	-0.722	-0.340
TiO <sub>2</sub>	+0.646	+0.127	+0.922	-0.468	+0.240	-0.970	-0.087	+0.163	-0.842	-0.989	-0.629	-0.714	-0.644
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+0.628	+0.220	-0.059	-0.964	+0.064	-0.977	+0.025	+0.206	-0.783	-0.992	-0.687	-0.708	-0.497
MnO	+0.988	+0.038	+0.036	-0.025	+0.410	+0.678	-0.003	-0.587	-0.286	-0.401	-0.316	-0.455	+0.202
MgO	-0.814	-0.180	-0.968	-0.909	+0.429	-0.555	+0.672	+0.380	-0.815	-0.871	-0.167	-0.592	-0.269
CaO	+0.168	+0.098	+0.180	-0.332	-0.601	-0.562	-0.443	-0.747	-0.761	-0.983	-0.401	-0.643	+0.129
Na <sub>2</sub> O	0.000	-0.100	+0.036	-0.336	+0.036	-0.958	+0.193	+0.312	+0.024	-0.709	+0.073	-0.847	-0.540
K <sub>2</sub> O	+0.378	+0.144	+0.746	-0.893	-0.034	-0.972	-0.146	+0.069	-0.241	-0.524	-0.741	-0.713	-0.389
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+0.711	-0.165	-0.553	-0.332	-0.111	-0.383	-0.138	+0.163	-0.310	-0.783	+0.479	-0.389	-0.342
Cu	-0.556	-0.423	+0.095	+0.104	+0.210	-0.761	0.000	-0.344	-0.082	-0.258	+0.288	-0.410	+0.885
Zn	+0.955	+0.400	+0.725	+0.349	-0.236	+0.834	+0.366	-0.529	+0.515	+0.754	+0.157	-0.643	+0.046
Pb	-0.007	-0.464	-0.516	-0.006	-0.320	-0.940	-0.025	-0.717	+0.364	-0.500	0.000	-0.538	+0.149
Ni	-0.801	+0.099	-0.746	-0.024	+0.181	-0.947	+0.300	-0.737	-0.247	-0.648	+0.432	-0.711	+0.931
Co	-0.410	+0.173	+0.960	+0.744	+0.709	+0.971	+0.608	+0.887	+0.494	+0.563	+0.803	+0.968	+0.687
V	-0.227	+0.541	+0.816	+0.130	+0.374	-0.600	+0.323	+0.016	+0.293	-0.381	-0.082	-0.123	-0.492
S	-0.473	-0.283	+0.435	+0.277	+0.208	-0.876	-0.150	-0.108	-0.283	-0.540	-0.463	-0.012	+0.882
Cr	-0.606	+0.262	-0.110	+0.703	+0.569	+0.975	+0.709	+0.756	+0.620	+0.911	+0.841	+0.971	-0.404
Ba	0.000	+0.125	+0.942	-0.260	+0.022	-0.436	+0.297	-0.046	+0.315	+0.797	-0.119	-0.336	-0.233
Sr	+0.300	+0.093	+0.152	+0.080	-0.509	-0.672	+0.054	-0.267	-0.268	-0.803	-0.305	-0.288	-0.115
Zr	+0.679	+0.090	+0.951	-0.418	+0.211	-0.938	+0.504	+0.256	-0.777	-0.047	-0.546	-0.536	-0.512
Ga	0.000	+0.527	+0.905	+0.364	+0.796	+0.538	+0.475	+0.642	+0.809	+0.964	+0.107	+0.783	-0.357
Rb	+0.696	+0.355	+0.594	-0.610	+0.027	-0.844	+0.183	+0.027	-0.377	-0.864	-0.774	-0.683	-0.398
Cl	-0.827	+0.246	-0.572	+0.257	+0.537	-0.772	-0.496	-0.170	-0.159	-0.472	+0.370	-0.574	+0.371

elementi tablo 1 ve 2'de görülebileceği gibi çok düşük ortalama değerlere sahiptir. Bu nedenle Ga elementinden korelasyon analizleri sonuç yorumlamasında yararlanılamıyacaktır.

Tablo 4'de Sr elementinin diğer elementlerle olan ilişkisi görülmektedir. Bu tabloda salt Na elementi tüm yataklarda pozitif korelasyona sahiptir. Yani Sr elementi ile Na elementi herbir yatakta birlikte artmakta veya birlikte eksilmekte, bir birlik oluşturmaktadır.

Tablo 5, K elementinin diğer elementlerle olan ilişkisini göstermektedir. Tüm yataklardaki ortak pozitif korelasyon ilişkisi K, Ti, Al, Rb birlikteliğini ortaya koyar.

Tablo 6'da Si, tablo 7'de Ca elementlerinin diğer elementlerle olan korelasyon ilişkileri 2 tablo olarak sunulmuştur. Ancak her bir tablonun tektek incelenmesi sonucu görülebileceği gibi, her 2 tabloda elementlerin yatakların tümünde pozitif korelasyon yönünden birliktelik göstermedikleri anlaşılır. Si elementi ile Fe elementi arasında, tüm yankayaç ve cevher örneklerindeki negatif korelasyon ilişkisi açıktır (Tablo 6). Ca elementinin de Fe elementi ile olan tüm yataklardaki negatif korelasyon ilişkisi tablo 7'de görülmektedir.

Böylece tablo 3'den tablo 7'ye değin sayısal yorumlamada, 3 adet element birliği aşağıdaki şekliyle saptan-

mıştır:

I. Birlik : Fe, Co, Cr

II. Birlik : Na, Sr

III. Birlik : K, Ti, Al, Rb.

Diğer 19 elemente ait hazırlanmış olan 19 adet tabloda, yukarıdaki birliklerin dışında yalnızca Ni, V ve Cu, S element birlikleri saptanmıştır. Ancak bu element çiftlerine özgü korelasyon katsayılarındaki düşük pozitif değerlerden dolayı, bu birliklerden sonuç yorumlamasında yararlanılamıyacaktır. Bu nedenle diğer 19 adet tablo yayına koyulmamış ancak Ünlü (1987)'de verilmiştir.

Burada kısaca açıklanması gereken ikinci bir konu negatif korelasyon ilişkisi üzerindedir. Tablo 3'de görülebileceği gibi, Fe elementinin K elementi ile olan korelasyonu negatif karakter taşır. Bu ilişki Fe elementine özgü I. Birlik ile K elementine özgü III. Birlik elementleri arasındaki karşıt ilişki karakterini açıklar (Reziprok davranış).

Element birlikleri parajenezlerin jeokimyasal açımlardır. Parajenezler ise jenetik anlamlara işaret edebilir. Korelasyon analizlerinden elde edilen sonuçlara göre demir cevherleşmelerine özgü element birlikleri ve mümkün olabilecek jenetik anlamları aşağıda sunulmuştur:

1) Fe, Cr, Co: Bu element birliği, demirin çok bazik bir ortamda oluşabileceğine işaret eder.



Tablo 4 : Sr ve diğer tüm elementler arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table 4 : Correlation coefficients between Sr and all other elements.

			1	2	3	4	5	6	7	8-9	10		
	Serpentinli Serpentinite	A-Kafa Yan Kayaç "A-Kafa" Host Rock	B-Kafa Yan Kayaç "B-Kafa" Host Rock	A-Kafa Cevher "A-Kafa" Ore	B-Kafa Cevher "B-Kafa" Ore	Otluklisse Otluklisse	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmurat ve Akuşağı Sultanmurat and Akuşağı	Attepe Attepe	Attepe Yan Kayaç Attepe Host Rock
SiO <sub>2</sub>	-0.099	-0.127	-0.129	-0.247	+0.582	+0.712	-0.156	+0.435	+0.363	+0.829	+0.057	+0.426	-0.823
TiO <sub>2</sub>	+0.246	+0.661	+0.172	-0.223	+0.006	+0.733	+0.109	+0.008	+0.453	+0.811	-0.220	+0.521	-0.368
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+0.849	+0.715	-0.093	-0.241	-0.163	+0.715	+0.627	+0.037	+0.593	+0.788	-0.141	+0.521	-0.312
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+0.300	+0.093	+0.152	+0.080	-0.509	-0.672	+0.054	-0.267	-0.268	-0.803	-0.305	-0.288	-0.115
MnO	+0.374	+0.207	+0.217	+0.611	-0.295	-0.138	-0.302	+0.248	+0.672	+0.385	+0.738	+0.517	+0.905
MgO	-0.483	-0.442	-0.318	-0.371	-0.427	+0.105	-0.406	-0.014	+0.035	+0.932	+0.587	-0.142	-0.002
CaO	+0.073	+0.341	+0.703	+0.611	+0.482	+0.217	+0.295	-0.090	+0.713	+0.763	+0.739	+0.068	+0.853
Na <sub>2</sub> O	0.000	+0.325	+0.315	+0.581	+0.487	+0.751	+0.466	+0.333	+0.814	+0.881	+0.398	+0.256	-0.288
K <sub>2</sub> O	-0.248	+0.687	+0.204	-0.473	-0.052	+0.695	-0.302	-0.086	-0.182	+0.756	+0.071	+0.515	-0.223
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.343	+0.592	-0.009	+0.300	+0.539	+0.625	+0.800	+0.022	+0.519	+0.912	-0.495	+0.598	+0.565
Cu	-0.429	+0.223	-0.080	-0.006	+0.003	+0.299	0.000	-0.102	+0.295	+0.139	-0.752	+0.180	-0.094
Zn	+0.556	-0.235	-0.021	-0.021	+0.613	-0.705	+0.424	+0.669	+0.190	-0.464	+0.390	+0.596	-0.159
Pb	-0.880	-0.151	-0.133	+0.203	+0.486	+0.673	+0.475	+0.587	-0.439	+0.741	0.000	+0.264	+0.593
Ni	-0.368	-0.239	-0.335	+0.450	-0.114	+0.594	-0.111	+0.303	-0.675	+0.476	-0.005	+0.520	-0.338
Co	-0.802	-0.235	+0.008	+0.498	-0.482	-0.784	+0.048	-0.458	-0.346	-0.814	-0.477	-0.393	-0.586
V	+0.800	+0.647	+0.242	-0.189	-0.352	+0.596	+0.046	+0.596	-0.400	+0.279	-0.543	+0.618	+0.303
S	-0.745	+0.398	-0.281	+0.480	-0.412	+0.488	-0.081	+0.720	-0.101	+0.147	+0.026	+0.363	-0.033
Cr	+0.239	-0.310	-0.156	+0.375	-0.587	-0.559	+0.300	+0.081	-0.654	-0.789	-0.523	-0.284	-0.515
Ba	0.000	+0.592	+0.091	-0.483	+0.375	+0.749	+0.059	+0.770	-0.094	-0.668	-0.266	+0.590	+0.040
Zr	+0.646	+0.556	+0.254	-0.021	+0.072	+0.632	-0.193	+0.101	+0.103	+0.547	-0.409	+0.532	-0.548
Ga	0.000	+0.405	+0.288	-0.278	-0.594	-0.290	-0.247	-0.216	-0.018	-0.852	-0.012	+0.039	-0.214
Rb	-0.113	+0.579	+0.468	-0.371	-0.205	+0.318	+0.089	-0.062	+0.058	+0.818	+0.063	+0.180	-0.136
Cl	+0.168	+0.029	-0.403	-0.090	-0.568	+0.197	-0.447	-0.368	+0.714	+0.577	+0.622	+0.050	+0.018

Tablo 5 : K<sub>2</sub>O ve diğer tüm elementler arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table 5 : Correlation coefficients between K<sub>2</sub>O and all other elements.

			1	2	3	4	5	6	7	8-9	10		
	Serpentinli Serpentinite	A-Kafa Yan Kayaç "A-Kafa" Host Rock	B-Kafa Yan Kayaç "B-Kafa" Host Rock	A-Kafa Cevher "A-Kafa" Ore	B-Kafa Cevher "B-Kafa" Ore	Otluklisse Otluklisse	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmurat ve Akuşağı Sultanmurat and Akuşağı	Attepe Attepe	Attepe Yan Kayaç Attepe Host Rock
SiO <sub>2</sub>	-0.778	+0.265	-0.750	+0.956	+0.108	+0.993	-0.032	-0.113	+0.362	+0.536	+0.645	+0.865	+0.338
TiO <sub>2</sub>	+0.134	+0.723	+0.837	+0.473	+0.326	+0.993	+0.836	+0.901	+0.452	+0.488	+0.931	+0.999	+0.858
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.205	+0.920	+0.293	+0.949	+0.752	+0.995	+0.140	+0.570	+0.301	+0.506	+0.953	+0.999	+0.880
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+0.378	+0.144	+0.746	-0.893	-0.034	-0.972	-0.146	+0.069	-0.241	-0.524	-0.741	-0.713	-0.389
MnO	+0.423	+0.040	+0.198	-0.139	-0.331	-0.651	+0.694	-0.126	-0.076	-0.157	+0.021	+0.428	-0.371
MgO	-0.652	-0.699	-0.756	+0.988	+0.789	+0.587	+0.071	+0.564	+0.360	+0.854	-0.007	+0.060	+0.757
CaO	-0.012	+0.107	+0.256	-0.053	-0.188	+0.490	-0.230	+0.033	-0.014	+0.383	+0.115	+0.116	-0.508
Na <sub>2</sub> O	0.000	+0.421	-0.096	+0.038	+0.005	+0.958	-0.391	+0.450	-0.140	+0.805	-0.109	+0.394	+0.305
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	+0.745	+0.662	-0.301	+0.024	-0.342	+0.464	+0.269	+0.865	-0.140	+0.891	-0.371	+0.761	+0.066
Cu	+0.463	+0.148	+0.020	-0.135	-0.042	+0.770	0.000	-0.639	+0.301	+0.202	+0.081	+0.232	-0.399
Zn	+0.339	-0.410	+0.477	-0.166	-0.046	-0.869	-0.637	-0.430	+0.056	+0.039	-0.611	+0.848	+0.234
Pb	+0.598	-0.227	-0.259	-0.101	-0.260	+0.966	-0.544	-0.405	-0.206	+0.999	0.000	+0.443	-0.579
Ni	-0.293	-0.570	-0.756	-0.081	+0.292	+0.967	+0.608	-0.533	+0.343	+0.431	-0.524	+0.999	-0.447
Co	+0.217	+0.019	+0.600	-0.886	+0.250	-0.956	+0.073	+0.049	-0.129	-0.981	-0.644	-0.853	-0.465
V	-0.175	+0.673	+0.703	-0.059	+0.410	+0.673	+0.609	-0.016	+0.352	+0.078	+0.054	+0.581	+0.767
S	-0.381	+0.438	+0.438	-0.535	-0.089	+0.836	+0.071	-0.616	+0.344	+0.294	+0.500	-0.141	-0.542
Cr	-0.364	-0.499	+0.069	-0.814	+0.057	-0.924	+0.190	-0.092	-0.281	-0.659	-0.507	-0.746	+0.866
Ba	0.000	+0.851	+0.601	+0.447	+0.704	+0.390	+0.677	-0.515	-0.022	-0.793	+0.115	+0.637	+0.839
Sr	-0.248	+0.687	+0.204	-0.473	-0.052	+0.695	-0.302	-0.086	-0.182	+0.756	+0.071	+0.515	-0.223
Zr	-0.134	+0.795	+0.772	+0.265	+0.445	+0.964	-0.276	+0.875	+0.127	+0.786	+0.719	+0.939	+0.763
Ga	0.000	+0.769	+0.801	-0.101	+0.044	-0.501	+0.308	-0.301	+0.034	-0.611	+0.162	-0.284	+0.920
Rb	+0.867	+0.853	+0.871	+0.705	+0.807	+0.839	+0.360	+0.815	+0.867	+0.363	+0.699	+0.745	+0.965
Cl	-0.182	+0.160	-0.658	-0.109	+0.072	+0.781	+0.533	+0.708	+0.113	+0.352	-0.558	-0.021	-0.647



Tablo 6 : SiO<sub>2</sub> ve diğer tüm elementler arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table 6 : Correlation coefficient between SiO<sub>2</sub> and all other elements.

		1	2	3	4	5	6	7	8-9	10			
	Serpentinit Serpentinite	A-Kafa Yan Kayaç "A-Kafa" Host Rock	B-Kafa Yan Kayaç "B-Kafa" Host Rock	A-Kafa Cevher "A-Kafa" Ore	B-Kafa Cevher "B-Kafa" Ore	Otlukilise Otlukilise	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmurat ve Akuşağı Sultanmurat and Akuşağı	Attepe Attepe	Attepe Yan Kayaç Attepe Host Rock
TiO <sub>2</sub>	+0.118	-0.159	-0.899	+0.494	-0.160	+0.996	-0.064	-0.036	+0.911	+0.989	+0.637	+0.866	+0.591
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.008	+0.123	+0.112	+0.988	-0.014	+0.998	-0.304	-0.594	+0.842	+0.987	+0.646	+0.865	+0.527
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.546	-0.459	-0.974	-0.967	-0.601	-0.976	-0.584	-0.289	-0.946	-0.996	-0.900	-0.722	-0.340
MnO	-0.643	-0.318	-0.105	+0.032	-0.111	-0.684	-0.282	-0.288	+0.338	+0.425	-0.067	+0.208	-0.978
MgO	+0.799	-0.412	+0.928	+0.961	-0.150	+0.541	-0.696	-0.559	+0.700	+0.878	-0.197	-0.016	+0.065
CaO	-0.558	-0.342	-0.208	+0.140	+0.909	+0.471	+0.375	-0.415	+0.816	+0.980	+0.052	+0.126	-0.929
Na <sub>2</sub> O	0.000	+0.184	-0.128	+0.242	+0.038	+0.969	-0.001	-0.106	+0.115	+0.719	-0.362	+0.425	+0.624
K <sub>2</sub> O	-0.778	+0.265	-0.750	+0.956	+0.108	+0.993	-0.032	-0.113	+0.362	+0.536	+0.645	+0.865	+0.338
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.491	+0.189	+0.545	+0.193	+0.297	+0.425	-0.144	+0.112	+0.425	+0.793	-0.268	+0.634	-0.360
Cu	+0.061	+0.566	+0.050	-0.140	+0.149	+0.773	0.000	-0.099	+0.060	+0.257	0.000	+0.101	-0.164
Zn	-0.564	-0.566	-0.668	-0.207	+0.778	-0.866	-0.285	+0.217	-0.382	-0.767	-0.117	+0.757	+0.179
Pb	-0.118	+0.093	+0.483	+0.040	+0.569	+0.944	-0.095	+0.340	-0.279	+0.512	0.000	+0.294	-0.563
Ni	+0.767	-0.562	+0.766	-0.020	+0.055	+0.959	+0.398	+0.312	+0.095	+0.654	-0.266	+0.866	-0.076
Co	+0.392	+0.241	-0.916	-0.814	-0.667	-0.959	+0.044	-0.100	-0.579	-0.579	-0.589	-0.814	+0.254
V	-0.098	-0.323	-0.720	-0.120	-0.297	+0.646	-0.411	+0.193	-0.257	+0.406	+0.312	+0.497	-0.042
S	+0.723	+0.377	-0.477	-0.450	+0.040	+0.850	+0.536	+0.200	+0.116	+0.499	+0.278	-0.103	-0.385
Cr	-0.013	-0.642	+0.172	-0.753	-0.393	-0.929	-0.231	+0.277	-0.690	-0.919	-0.612	-0.786	+0.719
Ba	0.000	+0.305	-0.878	+0.355	+0.226	+0.437	-0.346	+0.168	-0.263	-0.779	+0.351	+0.483	+0.065
Sr	-0.099	-0.127	-0.129	-0.247	+0.582	+0.713	-0.156	+0.435	+0.363	+0.829	+0.057	+0.426	-0.823
Zr	+0.094	+0.218	-0.911	+0.351	-0.235	+0.974	+0.090	-0.102	+0.722	+0.080	+0.694	+0.720	+0.826
Ga	0.000	+0.111	-0.880	-0.190	-0.721	-0.516	-0.379	+0.082	-0.718	-0.957	-0.033	-0.412	+0.386
Pb	-0.615	+0.160	-0.549	+0.688	-0.114	+0.855	-0.441	-0.310	+0.486	+0.894	+0.844	+0.713	+0.327
Cl	+0.226	-0.340	+0.551	-0.253	-0.484	+0.774	+0.444	-0.376	+0.237	+0.487	-0.609	-0.010	-0.243

Tablo 7 : CaO ve diğer tüm elementler arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table 7 : Correlation coefficients between CaO and all other elements.

		1	2	3	4	5	6	7	8-9	10			
	Serpentinit Serpentinite	A-Kafa Yan Kayaç "A-Kafa" Host Rock	B-Kafa Yan Kayaç "B-Kafa" Host Rock	A-Kafa Cevher "A-Kafa" Ore	B-Kafa Cevher "B-Kafa" Ore	Otlukilise Otlukilise	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmurat ve Akuşağı Sultanmurat and Akuşağı	Attepe Attepe	Attepe Yan Kayaç Attepe Host Rock
SiO <sub>2</sub>	-0.558	-0.342	-0.208	+0.140	+0.909	+0.471	-0.375	-0.415	+0.816	+0.980	+0.052	+0.126	-0.929
TiO <sub>2</sub>	-0.623	+0.370	+0.111	-0.096	-0.271	+0.453	-0.135	-0.121	+0.817	+0.991	-0.176	+0.112	-0.643
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.140	+0.035	-0.406	+0.127	-0.256	+0.486	+0.303	+0.220	+0.899	+0.975	-0.108	+0.114	-0.658
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	+0.168	+0.099	+0.180	-0.332	-0.601	-0.562	-0.443	-0.747	-0.761	-0.983	-0.401	-0.643	+0.129
MnO	+0.248	+0.617	+0.430	+0.200	+0.132	-0.298	-0.079	+0.740	+0.585	+0.522	+0.928	+0.221	+0.962
MgO	-0.167	-0.481	-0.400	+0.008	-0.329	+0.817	-0.126	+0.018	+0.396	+0.797	+0.759	+0.832	-0.291
Na <sub>2</sub> O	0.000	-0.090	+0.218	+0.369	-0.071	+0.434	-0.038	-0.224	+0.468	+0.633	+0.720	+0.705	-0.591
K <sub>2</sub> O	-0.012	+0.107	+0.256	-0.053	-0.188	+0.490	-0.230	+0.033	-0.014	+0.383	+0.115	+0.116	-0.508
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.165	+0.397	+0.163	+0.456	+0.183	+0.263	+0.240	-0.155	+0.745	+0.694	-0.587	-0.110	+0.468
Cu	-0.548	-0.500	+0.229	-0.347	+0.067	+0.527	0.000	+0.408	+0.093	+0.176	-0.904	+0.088	-0.026
Zn	+0.162	-0.009	+0.294	-0.324	+0.754	-0.187	+0.094	+0.319	-0.199	-0.826	+0.076	+0.212	-0.357
Pb	-0.294	+0.123	+0.058	-0.025	+0.695	+0.497	+0.460	+0.431	-0.458	+0.357	0.000	+0.102	+0.573
Ni	-0.705	-0.327	-0.251	-0.006	-0.160	+0.642	-0.147	+0.453	-0.332	+0.601	-0.459	+0.105	-0.057
Co	-0.643	-0.701	+0.064	+0.084	-0.746	-0.480	-0.794	-0.758	-0.736	-0.439	-0.681	-0.509	-0.259
V	+0.123	+0.443	+0.077	-0.021	-0.334	+0.432	-0.100	-0.212	-0.243	+0.417	-0.517	-0.143	-0.083
S	-0.368	+0.286	-0.151	+0.217	+0.032	+0.446	-0.420	-0.082	-0.071	+0.472	+0.166	+0.353	+0.284
Cr	+0.555	-0.437	-0.029	-0.109	-0.386	-0.629	-0.585	-0.924	-0.863	-0.849	-0.746	-0.557	-0.836
Ba	0.000	+0.449	+0.115	-0.389	-0.094	-0.030	-0.196	-0.124	-0.429	-0.697	-0.666	+0.054	-0.309
Sr	+0.073	+0.341	+0.703	+0.611	+0.482	+0.217	+0.295	-0.090	+0.713	+0.763	+0.740	+0.068	+0.853
Zr	-0.355	+0.467	+0.386	+0.087	-0.453	+0.509	-0.512	-0.180	+0.429	-0.054	-0.307	+0.072	-0.860
Ga	0.000	+0.074	+0.464	-0.737	-0.774	-0.352	-0.196	-0.665	-0.422	-0.933	-0.448	-0.620	-0.584
Rb	-0.220	+0.313	+0.342	+0.023	-0.271	+0.479	+0.139	+0.217	+0.222	+0.896	+0.034	+0.377	-0.511
Cl	-0.102	-0.472	-0.543	-0.180	-0.298	+0.544	-0.227	+0.459	+0.511	+0.493	+0.627	+0.807	+0.397



Tablo 8 : Bu çalışmada araştırılan farklı cevher yataklarına ait  $\Sigma Fe_2O_3$ , Co ve Cr arasındaki korelasyon katsayıları.

Table 8 : Correlation coefficients between  $\Sigma Fe_2O_3$ , Co, Cr for the different ore deposits examined in this study.

	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10
	A-Kafa Cevher "A-Kafa" Ore	B Kafa Cevher "B-Kafa" Ore	Otlukilise Otlukilise	Akdağ Akdağ	Karahalka Karahalka	Bizmişen Bizmişen	Kurudere Kurudere	Sultanmurat ve Akuşağı Sultanmurat and Akuşağı	Attepe Attepe
$\Sigma Fe_2O_3/Cr$	+0.703	+0.569	+0.975	+0.709	+0.756	+0.620	+0.911	+0.841	+0.971
$\Sigma Fe_2O_3/Co$	+0.744	+0.709	+0.971	+0.608	+0.887	+0.494	+0.563	+0.803	+0.968
Cr/Co	+0.640	+0.274	+0.924	+0.762	+0.693	+0.807	+0.680	+0.778	+0.954

2) K, Ti, Al, Rb ve Na, Sr element birlikleri, bu elementlerin genelde çok kolay mobil elementler olma özelliğinden dolayı, mobilizasyon için birçok olasılığı ortaya koyabilmektedir. Örneğin bu mobilizasyon, ofiyolitlerin serpantinleşmesi sırasında oluşabileceği gibi tektonik olayla da mümkündür.

## SONUÇ

Tablo 3'de ortaya çıkarılan Fe, Co, Cr element birliği; Fe elementinin Co ve Cr ile tüm yataklarda birlikte hareketliliği, Fe element kökeninin ofiyolitler olabileceğinin işaretidir. Bu birlik tüm demir yataklarındaki ortak özelliktir.

Tablo 3'deki sonuçlar, tablo 8'de daha öz bir biçimde sunulmuştur. Burada korelasyon katsayısı oldukça iyi olan değerler (2 değer dışında  $r > +0.500$  olan değerler) ayrıca verilmektedir. Böylelikle Fe, Cr, Co birliği daha belirgin bir şekilde ortaya konulabilmiştir. Tablo 8, Orta Anadolu demir yataklarının jeokimyasal yönden ultrabazitlerle ilişkili olduğunun ifadesidir.

Yukarıda vurgulanan ultrabazitlere doğru olan jeokimyasal yönelim, araştırmaya konu olan demir yataklarına özgü şimdiye değin yayınlanmış olan çalışmalarındaki metazomatik demir oluşumları anlatımı ile tamamen farklı karakter taşımaktadır. Bu yeni model Orta Anadolu Bölgesi demir cevherlerinin gelecekteki arama çalışmaları için oldukça başka bir yönü de beraberinde getirmekte ve böylelikle ofiyolit melanj zonu büyük önem kazanmaktadır. Ancak arama programlarında (konglomeratik) sedimanter oluşumlu demir yatakları da gözardı edilmemelidir (örneğin Otlukilise). Bu tip yataklar tamamen farklı jeolojik geçmişe sahip olabilirler ve bir melanj zonu içerisinde aranmaları her zaman geçerli olmayabilir.

## KATKI BELİRTME

Tüm laboratuvar çalışmaları ve jeostatistik değerlendirmeler Kopenhag Üniversitesi'nde yapılmış olup, laboratuvarlardaki maddi desteği sağlayan Kopenhag Üniversitesi'ne, 1. Yazar'ın 8 ay ve 2.5 aylık 2 devre halinde Danimarka'daki çalışmalara katılmasında maddi desteği

sağlayan sayın B.Küre nezdinde Danimarka Devleti Eğitim Bakanlığı'na, laboratuvar çalışmalarının çeşitli aşamalarında çalışmalara yardımcı olan sayın Dr. J.Bailey, sayın Ib Sörensen (GGU-Grönland Jeoloji Araştırmaları), sayın E.Leonardsen, sayın H. Bollingberg, sayın B. Damgaard ve diğer Kopenhag Üniversitesi Çalışanlarına, ayrıca çalışmalarımızı sürekli destekliyerek güç veren M. T. A. Genel Müdürü sayın M.S.Sancar ve Genel Müdür Yardımcısı sayın Dr. O. Özkoçak'a yazarlar teşekkürlerini sunarlar.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- BOTTKE, H., 1981, Lagerstättenkunde des Eisens. Verlag Glückauf GmbH, 202 S., Essen.
- BOZKURT, M.R., 1980, Divriği demir madenleri cevher mineralerinin incelenişi ve oluşumu. Doçentlik Tezi, 59 S., Eskişehir.
- GÜMÜŞ, A., 1970, Türkiye Metalojeni. 1/2.500.000 ölçekli Türkiye metalojenik haritasının izahı. M.T.A. Yayınları, Yayın No: 114, Ankara.
- GYSİN, M., 1938, L'ère impression sur la géologie de la région de Divrik, sur la structure et sur l'origine du gisement de fer. M.T.A. Rap. No: 700, Ankara.
- KLEMM, D. D., 1960, Die Eisenerzvorkommen von Divrik (Anatolien) als Beispiel tektonisch angelegter pneumatolytisch-metasomatischer Lagerstättenbildung. N. Jahrbuch f. Mineralogie, Abh. 94, (Festband Ramdohr), S. 591-607, Stuttgart.
- KOŞAL, C., 1965, Divriği civarı jeolojisi ve magmatojen cevher yatakları. M.T.A. Rap. No: 3743, Ankara.
- KOŞAL, C., 1971, Divriği A-B kafası demir yataklarının sondajlı aramalar jeolojik raporu. M.T.A. Rap. No: 4304, Ankara.
- KOŞAL, C., 1973, Divriği A-B-C demir yataklarının jeolojisi ve oluşumu üzerinde çalışmalar. M.T.A. Dergisi, Sayı 81, S. 1-22, Ankara.
- KOVENKO, V., 1937, Divriği imtiyaz manyetit yatağı hakkında rapor. M.T.A. Rap. No: 485, Ankara.
- PETRASCHECK, W. ve POHL, W., 1982, Lagerstättenlehre. E.S.V.H., 341 S., Stuttgart.
- TOKEL, S. ve KÖPRÜBAŞI, N., 1986, Doğu Anadolu'da tersiyer yaşlı "S" tifi çarpışma granitoidleri ve üçlü dokanak demir birikimleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 1986 Bildiri özlüğü, S.3, Ankara.
- ÜNLÜ, T., 1983 a, Die Genese der Siderit-Lagerstätte Deveci in der Hekimhan-Provinz Malatya/ Türkei und ihre wirtschaftliche Bewertung. Doktorarbeit, 82 S., TU Berlin.
- ÜNLÜ, T., 1983 b, Sivas, Divriği-Akdağ; Gürün Otlukilise; Erzinçan, Kemaliye, Bizmişen-Çaltı, Kurudere ve Adıyaman Çelikhan Bulam demir yatakları hakkında görüşler. M.T.A. Rap. No: 1901, Ankara.



ÜNLÜ, T., 1985, Deveci (Hekimhan-Malatya) siderit örneklerine özgü jeokimyasal verilerde yapılan bir jeostatistiksel değerlendirme. Jeo. Müh. Sayı 25, S. 3-14, Ankara.  
ÜNLÜ, T., 1987, İç Anadolu demir yataklarının oluşum modeli (hazırlanmakta). M.T.A. Rap. No: ....., Ankara

WIJKERSLOOTH, P.DE, 1939, Demirdağ (Divrik) demir yatakları hakkında jeolojik rapor. M.T.A. Rap. No: 803, Ankara.  
WIJKERSLOOTH, P.DE, 1941, Divrik (Sivas Vilayeti) Demir Cevheri zuhuratının tevvün ve yaşı hakkında bazı malumat. M.T.A. Mecmuası, Sayı 3, S. 24, Ankara.