

NİĞDE MASİFİ METALİK CEVHERLEŞMELERİNİN MİNERALOJİSİ VE JEOKİMYASI

Sinan ALTUNCU¹ (ORCID:0000-0002-0863-4169) *

Ali TÜMÜKLÜ¹ (ORCID:0000-0003-1215-8748)

F. Zafer ÖZGÜR¹ (ORCID:0000-0002-2584-8687)

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

Geliş / Received: 15.11.2018

Kabul / Accepted: 20.12.2018

ÖZ

Niğde masifi, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşan Orta Anadolu Kristalin Kompleksi' nin (OAKK) en güney ucunda yer almaktadır. İnceleme alanında Niğde Grubu' na ait formasyonlar; genellikle gnays ve mermerden oluşan Gümüşler formasyonu, mermer, gnays ve amfibolitten oluşan Kaleboynu formasyonu, mermer, gnays ve amfibolitten oluşan Aşıgediği formasyonu, Sineksizyayla metagabrosu ve Üçkapılı granitoididir. Sineksizyayla metagabrosu Gümüşler ve kısmen Kaleboynu formasyonlarına sokulum yapmıştır. Üçkapılı granitoidi ise bütün diğer formasyonları kesmektedir. Niğde masifi Erken Pliyosen yaşlı İncesu ignimbiriti ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla örtülmüştür. Niğde Masifi içerisinde yer alan demir cevherleşmeleri hidrotermal olarak damar, damarcık ve cep dolgusu şeklinde mermer ve şistlerin içerisinde yer almaktadır. Bu demir cevherleşmeleri yer yer (Armutbeli) yüzeye kadar çıkarak düzensiz yığınlar şeklinde yerleşmiştir. Cevherleşmelerin mikroskobik incelemelerinde 3 ayrı özellik taşıdıkları gözlenmiştir. Bunlar:

- 1- Işınsal, iğnemi ve çubuksu yapılarda lepidokrokitler,
- 2- Üzümsü yapılı (kel kafa) ve ritmik ardalı yapılar içeren götiller,
- 3- Bu FeO'leri damar ve damarcıklar şeklinde kesen pirit, kalkopirit (malahit) ve çok az miktarda nabit Cu ve Au içeren cevherler olarak tespit edilmiştir.

Jeokimyasal incelemelerde Niğde Masifi içerisinde görülen demir cevherlerine ait 15 adet örnekte Fe₂O₃ değerleri % 15,49-% 96,88 arasında olup ortalama % 66,28, Pb değerleri 7 adet örnekte % 1,42-% 10 arasında ortalama % 4,09, Zn değerleri 7 adet örnekte % 0,43-% 30,18 arasında ortalama % 13,49, Sb değerleri 2 adet örnekte %28,44-% 31,45 arasında ortalama % 29,95'tir.

Anahtar kelimeler: Niğde Masifi, Üçkapılı Granitoidi, Demir, Kurşun-Çinko, Hidrotermal

MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF NİĞDE MASSIF METALLIC MINERALIZATIONS

ABSTRACT

Nigde Massif is the southeast part of the CACC (Central Anatolian Crystalline Complex) which is composed of magmatic and metamorphic rocks. In the study area, formations of Nigde Group are Gumusler Formation which is composed mainly of gneiss and marble, Kaleboynu Formation which is composed of marble, gneiss and amphibolite, Asigedigigi Formation which is composed of marble, gneiss and amphibolite, Sineksizyayla Metagabbro and Uckapili Granitoid. Sineksizyayla Metagabbro intrude the Gumusler and partly Kaleboynu Formations. Uckapili Granitoid cuts all the other units. Nigde Massif is covered by Early Pliocene Incesu Ignimbrite and Quaternary alluvium. Hydrothermal iron mineralizations located in the Nigde Massif are in the form of veins, veinlets and pocket filler in the marbles and schists. These iron mineralizations have settled as

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: ;+90 533 655 80 88; e-mail:saltuncu@ohu.edu.tr

S. ALTUNCU, A. TÜMÜKLÜ, F. Z. ÖZGÜR

chimneys, rising to the surface in some places (Armutbeli). It is observed in the microscopic investigations that mineralizations show 3 separate features. These are:

- 1- Lepidocrocites having radial, needle-like and fibrous structures,
- 2- Aciniform goethites showing rhythmic alternation structures,
- 3- Pyrite, chalcopyrite (malachite) and ores containing small amounts of native Cu and Au cutting these FeO minerals as veins and droplets.

In geochemical investigations, Fe₂O₃ values of 15 iron ore samples in the Niğde Massif were found between 15.49% and 96.88% (average 66.28%), and Pb values were between 1.42% and 10% in 7 samples (average 4.09%), Zn values were between 0.43% -30.18% in 7 samples (average 13.49%), Sb values were 28.44% -31.45% in 2 samples (average 29.95%).

Keywords: Niğde Massif, Üçkapılı Granitoid, Iron, Lead-Zinc, Hydrothermal.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada Niğde Masifini oluşturan Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonları içerisinde yer alan Demir, Kurşun-Çinko, Antimuan ve Altın yatak ve cevherleşmeler incelenmiştir. Niğde Masifi, Orta Anadolu'daki iç-Torid sütürüne yakın izole bir kristalin domdur ve kuzeydeki Kırşehir ve Akdağ Masifi'ni içeren Orta Anadolu Kristal Kompleksinin en güney bölümünü temsil eder. Doğuda, Ecemiş Fayı (Tersiyer) ve güneyde Ulukışla sedimanter havzası tarafından sınırlanmıştır. Cevherleşmelerin jeolojik ve mineralojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla saha çalışmalarından derlenen cevher örnekleri, bölgede cevherleşmelerin görüldüğü yerlerdeki ocaklardan ve mostralardan derlenmiş ve ana kayaç ilişkileri incelenmiştir.

1.1.Genel Jeoloji

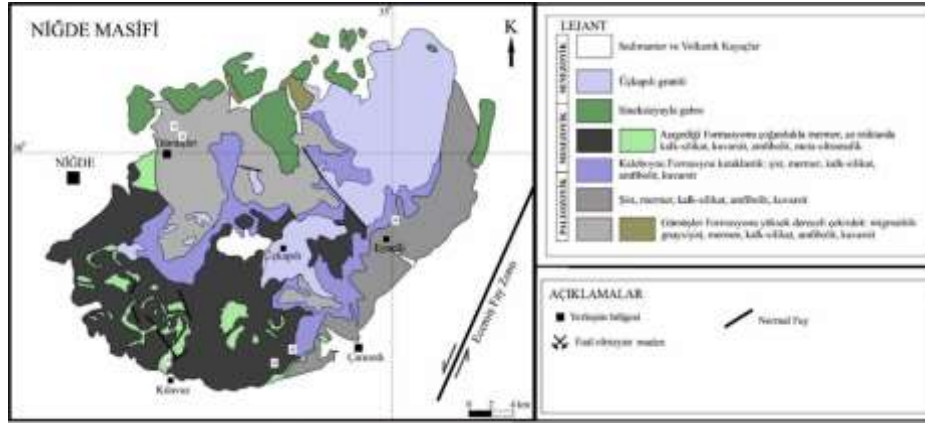
Orta Anadolu Kristalin Kompleksi'nin güney ucunda yer alan Niğde masifi, temel olarak üst amfibolit fasiyesi metamorfizmasına sahip yüksek dereceli metasedimanter kayaçlardan (migmatit dahil) oluşan bir çekirdeğin oluşturduğu yapısal bir domdur [4,5]. Bu temel kayaçlar stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru, Gümüşler Formasyonu, Kaleboynu Formasyonu ve Aşıgediği Formasyonu'dur. Yerel stratigrafi, çoğunlukla gnays, amfibolit, mermer ve kuvarsitlerden oluşan Paleozoyik Gümüşler Formasyonu ile başlar. Geç Kretase öncesi dönemde, Sineksizyayla metagabrosu, Gümüşler Formasyonu içine girmiştir. Birim, muhtemelen Üçkapılı Granitoidinin yerleşimi sırasında, Niğde Grubu kayaları ile birlikte deformasyon ve metamorfizmaya uğramıştır. Kaleboynu Formasyonu, kuvarsit, gnays ve amfibolit araldanmaları ile mermerce baskındır. Niğde Masifinin neredeyse yarısını kaplayan Aşıgediği Formasyonu, esas olarak gnays, kuvarsit ve amfibolit arakatlı mermerlerden oluşmaktadır İncesu İgnimbriti, Niğde Masifi'nin tüm birimlerini uyumsuz olarak örter ve Kuvaterner alüvyonları tarafından örtülürler [1,3] (Şekil 1).

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışma kapsamında Niğde Masifi içerisinde yer alan metalik cevherleşmeler(Demir, Kurşun-Çinko, Bakır, Antimuan ve Altın) konu edilmiştir. Çalışma konusu kapsamında derlenen örnekler bölgedeki eski işletmeler ve mostralarında notasal yöntemlerle alınmıştır. Örneklerden 23 adet ACME laboratuvarında ICP-MS kimyasal analiz, 20 adet örnek Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümünde cevher mikroskopisi incelemesi yapılmıştır.

Niğde Masifi, çeşitli metamorfik temel kayaçlarından oluşmaktadır. Bu temel kayaçlar, alttan üste Gümüşler Formasyonu, Kaleboynu Formasyonu ve Aşıgediği Formasyonu'nu oluşturur. Bu kayaçlar [2] tarafından Sineksizyayla Metagabro adı verilen gabroik bileşimli bazik kayaçlar tarafından kesilmiştir. Bütün bu birimler Üçkapılı Granitoidi ve bunun geç evre bileşenleri tarafından kesilmiştir. İncesu İgnimbriti, Niğde Masifi'nin tüm birimlerini uyumsuz olarak örter ve Kuvaterner alüvyonları tarafından örtülür.

NİĞDE MASİFİ METALİK CEVHERLEŞMELERİNİN MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI



Şekil 1. Çalışma alanı genel jeoloji haritası [5]

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Elmaderesi Fe cevherleşmesi Aşığediği Formasyonuna ait mermerlerin süreksizlik zonundadır. Demir cevherleşmesinin üst kantağında yer yer kaolinleşmeler yaygındır (Şekil 2a). Eynelli Fe cevherleşmesi ise Gümüşler formasyonu içerisinde süreksizlik zonundadır (Şekil 2b). Cevherli zon yüzeyde yaklaşık 100 m kalınlığa sahiptir. Cevherleşme içerisinde boşluklar oldukça yoğun olarak görülmektedir. Bu boşlukların çapları cm ölçeğinden 3-5 m'ye kadar çıkabilmektedir.

Armutbeli demir yatağı Çamardı ilçesi ve Celaller köyü arasında görülen Aşığediği mermelerinin kontakt kesiminde yer alır. Cevherleşme etrafında hidrotermal oluşuma işaret eden barit mineralleşmesi bulunmaktadır (Şekil 2c). Buradaki baritler dike yakın konumlu ve yaklaşık 1 m kalınlık sunmaktadır. Tandırlı Sırtı mevkiinde Kaleboynu Formasyonunda yer alan mermerlerin kırık-çatlak sistemlerinde damar-damarcık şeklinde Pb-Zn cevher oluşumları görülmektedir (Şekil 2f). Bu cevherleşmelerin bazıları dönem dönem işletilmiş olup maden yatağı özelliğindedir. Bazıları ise rezerv-tenör açısından yeterli olmamasından cevher bileşenlerindeki sınıktan üretime geçilememiştir.



Şekil 2. Cevherleşmelerin arazi görüntüleri (Açıklamalar metin içerisinde verilmiştir).

3.1. Mineraloji ve Petrografi

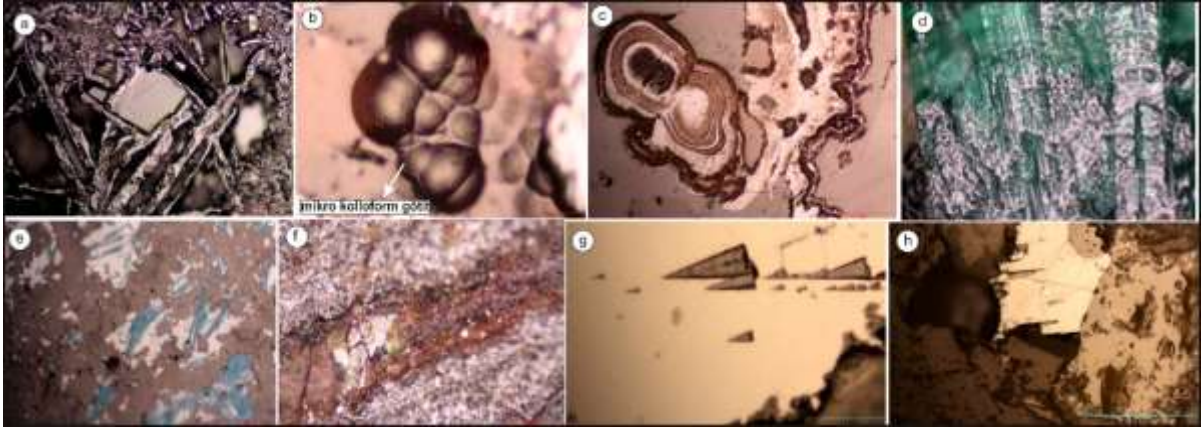
İnceleme alanındaki demir cevher mineralleri özşekli ve yarı özşekli olup masif yapıdadır. Cevherleşmede görülen ana cevher minerali hematit olup tali miktarda manyetit bulunmaktadır. Manyetit mineralinin kenarları boyunca martitleşmeler görülür, martitleşme sonucu manyetitler çubuksu hematite dönüşmüştür (Şekil 3a). Manyetilerin hematitleşmesi kısmi oksijen basıncının artmasını göstermektedir. Çubuksu hematitler (anizotrop) arasında kalıntı manyetitler (izotrop) gözlenebilmektedir. Götite minerallerinde Kolloform (yumru) yapısı yaygın olarak görülmektedir. Kolloform (yumru) yapıdaki götitler konsantrik kabukludur ve içyapıları ise konsantrik ardalıdır (Şekil 3b-c). Öz şekilsiz limonit içerisinde kalkozin bakır cevher minerali düşük sıcaklıkta normal kalkozin (beyaz), orta sıcaklıkta lamelli hegzogonal yapıda (mavi) ve yüksek sıcaklıkta mürekkep mavisi renkte olanlar ise neodigenite dönüşmüştür. Malahitler çubuğumsu yapıdadır (Şekil 3 d-e). Kırık ve çatlak dolgusu olarak

S. ALTUNCU, A. TÜMÜKLÜ, F. Z. ÖZGÜR

yerleşen ergiyikler içerisinde nabit (native) Au ve Cu oluşumları mevcuttur (Şekil 3 f) Tandırlı Sırtı Mevkiinden alınan Pb-Zn örneklerinde yapılan cevher mikroskopisi çalışmaları galenit örneğinde kama şeklinde boşluklar boyunca serüzit ve anglezit dönüşümleri görülmektedir (Şekil 3 g-h).

3.2. Jeokimya

İnceleme alanından derlenen 23 adet numuneden ICP-MS yöntemi ile analizleri yapılmış olup, ana oksit ve iz element değerleri Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde demir cevherleşmelerinin SiO₂ değerleri oldukça yüksek olduğu görülmektedir (SAZ7, SAZ18a-b, SAZ6, SAZ19 VE SAZ20). Ayrıca P₂O₅ değerlerindeki nispeten yüksek olduğu görülmektedir (SAZ6, SAZ7 ve SAZ19). Analiz sonuçlarında Gediz Yaylası ve Tandırlı sırtındaki ocaklardan alınan numunelerde Pb, Zn ve Sb elementlerinin sonuçları limitlerin üzerinde çıkması nedeniyle bu elementlerin ilave ek analizlerle % değerleri tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen iz element değerlerinden GY1 ve GY2 numaralı numuneler Gediz yaylası mevkiinden alınmış olup bunların Sb içeriği % olarak %28,44 ve % 31,45’dir. Ayrıca Tandırlı Sırtı mevkiinde alınan örneklerde de TS1 Pb= %3,39; Zn= %23,07; TS1A Pb=% 4,32; Zn=%30,18; TS4 Pb= % 1,42 ve Zn=%26,62 değerleri saptanmıştır. İz element değerlerinden oluşturulan korelasyon matrisleri şekil 4 ve şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 3. Cevher mikroskopisi görüntüleri (a) Çubuksu hematitler (anizotrop) arasında kalıntı manyetitler (izotrop) (b-c) Kolloform (yumrulu) yapıda götüt mineralleri (d) Malahitler çubuğumsu yapıdadır (e) mürekkep mavisi renkte neodigenite (f) nabit (native) Au ve Cu (g) galenit örneğinde kama şeklinde boşluklar (h) Galen ve içerisinde fahlerz

4. SONUÇLAR

Cevherleşmeler, gerek arazi gözlemlerinde 0,5- 50 m arasında, gerekse mikroskopik görüntülere mm ölçeğine göre değişen kalınlıklarda damar, damarcık ve cep dolgusu şeklindedir. Cevher damarları içerisinde buldukları formasyonların süreksizlik (tektonik ve tabaka sınırları) zonlarındadır. Manyetit, hematit, kalkopirit, nabit Au ve Cu, ana mineraller; Hematit, götüt, limonit, dijenit, kovellin/kalkozin ve malahit ikincil minerallerdir. Pb-Zn cevherleşmelerinde ana mineral galen, sfalerit, pirit, fahlerz, nabit Cu’dur. İkincil olarak tespit edilen mineraller ise anglezit, serüzitdir. Gerek arazi gözlemleri ve gerekse cevher mikroskop çalışmaları bölgedeki cevherleşmenin hidrotermal süreçlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bölgenin özellikle ekonomik anlamda bakır ve altın için bir potansiyel olduğu söylenebilir. Ayrıca diğer cevherleşmelerle ilgili olarak ta potansiyel olarak tespit edilen yerlerde daha ayrıntılı bir jeolojik ve cevher zenginleştirme çalışmalarının yapılması öngörülmektedir.

NİĞDE MASİFİ METALİK CEVHERLEŞMELERİNİN MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI

Tablo 1. Cevherlerin ana oksit değerleri

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	TOT/C	TOT/S	LOI	Sum
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TS6	63,13	0,45	1,49	0,13	15,70	0,02	0,07	0,01	0,03	0,15	0,002	3,50	1,22	12,2	93,37
GY1	0,87	0,08	0,33	0,80	31,44	0,01	0,02	0,01	0,02	0,15	0,002	7,06	12,23	21,4	55,17
GY2	45,51	0,52	6,44	0,01	0,26	0,01	0,08	0,02	0,03	0,01	0,003	0,06	13,15	6,5	59,43
SAZ14	5,54	0,88	49,87	0,08	15,90	0,01	0,26	0,03	0,01	0,48	0,003	3,95	0,06	21,0	94,14
SAZ40	3,93	0,16	78,26	0,04	2,98	0,01	0,04	0,01	0,01	0,34	0,002	0,76	0,02	13,6	99,42
SAZ37	5,36	0,59	73,83	0,14	3,15	0,01	0,06	0,01	0,01	1,37	0,003	0,74	0,02	14,1	98,75
SAZ14A	3,52	0,01	58,88	0,01	1,36	0,01	0,01	0,01	0,03	0,23	0,007	1,80	0,16	16,8	80,87
SAZ14B	4,49	0,01	50,75	0,06	2,85	0,01	0,01	0,01	0,05	0,15	0,014	2,20	0,93	17,2	75,64
TS1	61,00	0,44	2,45	0,10	0,36	0,02	0,08	0,01	0,01	0,02	0,026	0,14	12,18	6,8	71,36
TS2	73,74	0,47	10,74	0,10	1,63	0,02	0,06	0,01	0,02	0,09	0,019	0,64	0,59	4,3	91,20
TS1A	47,51	0,35	1,45	0,10	0,22	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01	0,022	0,12	15,63	8,3	58,09
TS4	61,00	0,92	1,38	0,11	0,38	0,04	0,18	0,04	0,02	0,04	0,009	0,66	0,05	6,3	70,39
TS5	75,67	0,54	1,84	0,06	1,77	0,02	0,09	0,01	0,04	0,04	0,030	1,08	0,81	4,7	84,78
SAZ10	14,33	0,47	76,17	0,01	0,22	0,01	0,06	0,02	0,02	0,01	0,042	0,10	0,03	8,3	99,68
SAZ8	3,30	0,26	84,42	0,01	0,27	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,024	0,12	0,04	10,1	98,44
SAZ7	19,43	0,05	62,18	0,01	0,76	0,01	0,01	0,01	0,14	0,03	0,011	0,35	0,08	11,9	94,47
SAZ6	6,03	3,09	71,15	0,18	2,70	0,05	0,16	0,07	0,31	0,02	0,020	0,50	0,09	16,0	99,83
SAZ18a	14,93	0,26	84,25	0,01	0,17	0,01	0,06	0,01	0,04	0,03	0,047	0,03	0,02	0,0	99,80
SAZ18b	41,09	0,10	57,56	0,01	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,039	0,04	0,02	0,9	99,86
SAZ28	1,24	0,37	96,88	0,01	0,58	0,01	0,07	0,01	0,05	0,02	0,052	0,11	0,02	0,5	99,74
SAZ26	21,13	0,47	75,41	0,01	1,18	0,01	0,10	0,06	0,06	0,08	0,040	0,26	0,02	1,2	99,76
SAZ19	38,08	0,29	59,09	0,01	0,58	0,01	0,02	0,02	0,09	0,01	0,057	0,11	0,02	1,7	99,92
SAZ20	78,01	2,79	15,49	0,15	0,71	0,02	0,98	0,08	0,02	0,02	0,047	0,17	0,02	1,6	99,91

Tablo 2. ICP-MS kimyasal analizinden elde edilen iz element değerleri

	Ba	Sc	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
TS6	23	1	1	6,3	0,3	0,5	0,1	1,6	2,7	1	116,2	0,1	0,2	0,9	8	0,7	2,7	0,1	170,2	10000,0	4122	5,7	5,1	31,7	2000,0	0,1	40,4	16,0	13,91	0,1	0,5
GY1	131	1	1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,0	0,4	10	74,3	0,1	0,2	1,1	17	0,5	1,7	0,1	12,2	56,5	1212	0,4	0,5	7,1	1888,3	0,1	17,6	313,6	7,72	0,1	0,5
GY2	162	1	1	0,9	0,1	0,5	0,1	0,8	2,9	5	11,1	0,1	0,3	0,7	13	7,5	5,5	0,1	6,8	0,2	20	10,3	2,0	0,3	2000,0	0,3	3,7	46,3	0,99	0,1	0,5
SAZ14	495	2	1	49,1	0,6	5,2	0,2	0,8	8,8	1	46,1	0,2	0,4	1,0	8	0,7	6,7	1,0	10000,0	379,4	1849	126,6	161,2	7,8	286,3	1,3	14,3	40,8	28,10	0,9	11,4
SAZ40	62	1	2	73,0	0,1	2,2	0,1	0,5	1,6	1	6,1	0,1	0,2	1,2	8	0,9	1,8	1,2	2743,1	93,6	721	159,6	301,9	2,6	130,2	0,1	1,0	87,1	4,64	0,3	0,5
SAZ37	1338	2	3	127,0	0,6	3,0	0,1	0,4	3,5	1	35,6	0,1	0,4	2,1	40	25,2	2,6	4,1	7519,9	180,0	872	221,7	855,3	1,9	265,7	0,1	1,8	10,6	1,84	8,5	0,5
SAZ14A	114	3	1	39,0	0,1	5,2	0,1	0,8	0,1	1	5,2	0,1	0,2	6,1	10	0,5	1,1	9,0	10000,0	62,8	348	127,5	1109,8	0,9	2000,0	2,4	5,3	252,6	4,80	0,1	15,7
SAZ14B	166	4	1	20,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	1	10,8	0,1	0,2	5,7	46	0,5	0,5	9,0	10000,0	51,8	470	78,0	749,2	1,7	2000,0	1,6	12,4	254,9	6,33	0,1	11,0
TS1	16	1	1	15,7	0,4	7,4	0,1	0,9	3,8	4	6,5	0,1	0,2	0,7	26	0,5	3,0	0,7	532,1	10000,0	10000	12,2	13,5	827,2	121,1	0,1	97,1	0,5	50,00	0,1	0,5
TS2	44	1	2	12,8	0,3	0,5	0,1	0,5	2,4	1	44,5	0,1	0,2	0,7	8	0,5	1,7	0,5	1354,9	10000,0	6006	30,7	55,2	10,5	98,2	0,1	100,0	42,3	35,21	0,1	0,6
TS1A	8	1	1	15,8	0,3	7,7	0,1	0,8	2,6	6	2,7	0,1	0,2	0,6	8	0,6	5,5	0,7	642,6	10000,0	10000	13,4	11,2	1088,8	245,0	0,4	100,0	0,5	50,00	0,1	0,5
TS4	118	1	1	6,5	0,4	9,8	0,5	1,3	7,2	4	8,8	0,1	0,7	2,4	8	12,8	14,8	2,8	172,2	10000,0	10000	4,6	49,8	247,7	24,7	0,1	19,9	0,5	50,00	0,1	10,2
TS5	35	1	2	4,6	0,4	0,5	0,1	0,6	3,5	1	67,3	0,1	0,2	0,6	9	1,6	1,7	0,8	234,3	10000,0	491	8,3	482,0	13,7	182,9	1,3	100,0	87,8	38,66	0,1	0,5
SAZ10	91	1	3	6,6	0,2	0,6	0,1	1,0	1,7	1	4,6	0,1	0,4	1,7	14	9,2	4,1	26,4	23,9	390,6	958	139,2	1344,3	2,2	171,1	0,2	1,2	17,0	5,27	7,5	0,5
SAZ8	27	1	1	2,2	0,1	0,5	0,1	0,4	2,0	1	6,7	0,1	1,5	3,6	12	19,2	1,7	16,4	20,0	4180,7	5309	47,9	2768,0	5,8	726,8	1,1	1,7	12,8	1,30	3,1	0,5
SAZ7	22	1	3	11,1	0,1	5,2	0,1	0,1	0,1	1	5,8	0,1	0,2	14,0	8	114,8	3,9	32,7	24,4	19,8	28	171,8	463,8	0,2	586,6	37,7	0,2	18,4	5,35	0,1	0,5
SAZ6	130	6	1	5,1	0,9	3,8	0,4	1,2	7,3	1	182,8	0,1	1,5	12,3	33	2,4	12,1	5,6	253,9	19,4	69	46,8	10000,0	0,2	132,7	0,2	0,1	46,9	5,44	0,5	0,5
SAZ18a	6	1	1	2,0	0,1	1,4	0,1	1,1	2,0	2	4,7	0,1	0,2	14,0	8	114,8	3,9	32,7	24,4	19,8	28	171,8	463,8	0,2	586,6	37,7	0,2	18,4	5,35	0,1	0,5
SAZ18b	11	1	1	1,9	0,1	0,6	0,1	0,8	0,3	4	1,5	0,1	0,2	1,8	8	63,7	3,4	23,2	137,3	82,7	149	120,9	306,6	0,2	153,0	82,5	1,9	4800,2	2,46	0,8	1,3
SAZ28	12	1	1	3,0	0,1	1,3	0,1	1,2	2,6	1	6,2	0,1	0,2	23,2	35	233,6	3,5	40,9	20,9	36,4	20	225,2	509,5	0,2	736,6	25,2	0,9	9,8	0,22	0,1	0,5
SAZ26	26	2	6	1,9	0,1	1,8	1,1	2,1	3,7	16	71,5	0,2	0,6	9,6	35	281,9	33,5	21,9	44,6	85,2	57	113,9	465,7	0,3	463,6	35,0	1,0	76,5	0,24	0,1	0,5
SAZ19	17	1	1	3,0	0,1	1,2	0,1	1,3	0,7	1	23,0	0,1	0,2	3,6	8	59,1	4,1	49,2	50,8	9,8	44	247,2	1211,2	0,1	148,9	5,9	0,2	19,6	0,64	0,1	0,5
SAZ20	48	2	1	2,6	1,4	3,7	0,3	1,8	37,2	8	5,0	0,1	1,0	1,2	22	12,3	11,0	19,6	51,8	172,0	153	107,8	127,3	3,7	58,2	46,7	5,8	3885,7	1,15	0,4	0,6

S. ALTUNCU, A. TÜRÜKLÜ, F. Z. ÖZGÜR

	Ba	Sc	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se		
Ba	1,0																																
Sc	0,1	1,0																															
Be	0,2	-0,1	1,0																														
Co	0,2	0,0	0,1	1,0																													
Cs	0,3	0,4	-0,2	0,1	1,0																												
Ga	0,2	0,3	0,0	0,3	0,4	1,0																											
Hf	-0,1	0,2	0,7	-0,2	0,1	0,1	1,0																										
Nb	-0,3	0,0	0,3	-0,4	0,3	0,0	0,7	1,0																									
Rb	0,0	0,1	-0,1	-0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	1,0																								
Sn	-0,2	0,0	0,7	-0,3	0,2	-0,1	0,9	0,7	0,4	1,0																							
Sr	0,1	0,9	0,1	0,0	0,4	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	1,0																						
Ta	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2	0,7	0,4	0,1	0,6	0,3	1,0																					
Th	-0,1	0,4	-0,1	-0,2	0,5	0,0	0,3	0,2	0,4	0,1	0,6	0,0	1,0																				
U	-0,3	0,1	0,0	-0,4	-0,2	-0,1	0,2	0,3	-0,2	0,0	0,2	-0,1	0,0	1,0																			
V	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	-0,1	0,4	-0,1	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	1,0																		
W	-0,2	-0,3	0,4	-0,2	-0,3	0,3	0,1	-0,1	-0,2	0,1	-0,1	0,1	-0,2	0,3	0,2	1,0																	
Zr	-0,1	0,2	0,7	-0,2	0,2	0,0	0,8	0,3	0,5	0,7	0,3	0,2	-0,1	0,1	1,0																		
Mo	-0,5	-0,5	0,0	0,6	-0,3	-0,4	-0,1	0,4	-0,1	0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,4	0,1	0,3	0,0	1,0															
Cu	0,4	0,2	0,0	0,5	-0,1	0,6	-0,3	-0,6	-0,2	-0,3	-0,1	0,1	-0,4	-0,3	0,4	0,2	-0,4	-0,5	1,0														
Pb	-0,1	-0,3	0,1	0,2	-0,2	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,2	-0,2	-0,1	0,2	-0,1	0,2	0,0	0,3	1,0													
Zn	-0,1	-0,3	0,1	-0,1	-0,2	0,3	-0,2	-0,5	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	-0,2	0,8	0,7	-0,3	0,0	0,4	1,0													
Ni	0,3	-0,4	0,0	0,3	-0,2	-0,2	-0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,6	0,2	-0,3	-0,2	-0,1	0,5	-0,2	-0,5	-0,5	1,0											
As	-0,1	0,6	-0,1	-0,2	0,2	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	0,8	-0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,3	0,3	-0,5	1,0										
Cd	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	-0,2	-0,5	0,1	-0,2	-0,2	0,2	0,1	-0,4	0,7	0,5	-0,2	-0,3	0,5	0,3	0,9	-0,5	0,1	1,0									
Sb	-0,1	0,2	-0,1	0,0	-0,4	0,2	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	-0,3	-0,1	-0,3	0,2	0,4	0,3	-0,3	-0,1	0,7	0,3	0,3	-0,3	0,0	0,2	1,0								
Bi	-0,3	-0,3	0,0	-0,4	0,1	-0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	-0,2	0,0	0,1	0,1	-0,2	0,0	0,3	0,3	-0,5	-0,3	-0,3	0,1	-0,3	-0,3	1,0								
Ag	0,2	0,3	-0,3	0,2	0,2	0,3	-0,1	-0,3	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	0,0	-0,2	-0,1	-0,5	0,7	-0,1	0,0	-0,3	-0,3	0,4	0,4	-0,2	1,0							
Au	-0,2	-0,1	-0,2	0,2	0,4	-0,1	0,0	0,2	0,5	0,3	-0,2	-0,2	0,0	-0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	0,1	1,0						
Hg	0,2	0,2	-0,2	0,2	0,5	-0,1	-0,3	0,1	-0,3	0,1	0,6	-0,1	-0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,5	0,6	0,1	0,2	-0,2	0,0	0,6	0,0	-0,3	0,7	-0,2	1,0					
Tl	0,6	-0,2	0,3	0,5	0,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	0,0	-0,3	0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	1,0			
Se	0,1	0,3	-0,2	0,2	-0,1	0,5	-0,2	-0,4	-0,1	-0,2	-0,1	0,2	-0,3	-0,2	0,1	-0,1	-0,3	-0,4	0,0	0,1	-0,2	-0,1	0,2	0,7	-0,3	0,8	-0,1	0,6	-0,2	1,0			

Şekil 4. Demir cevherleşmelerinden alınan numunelerin iz element korelasyon matrisi

	Ba	Ni	Co	Cs	Ga	Nb	Rb	Sn	Sr	Th	U	V	W	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se						
Ba	1,0																																	
Ni	0,8	1,0																																
Co	-0,8	-0,6	1,0																															
Cs	-0,7	-0,8	0,6	1,0																														
Ga	0,2	-0,5	0,6	0,5	1,0																													
Nb	0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,2	1,0																												
Rb	0,0	-0,3	0,2	0,7	0,7	0,3	1,0																											
Sn	0,5	0,4	-0,3	-0,6	0,2	0,0	-0,4	1,0																										
Sr	-0,3	-0,2	-0,4	-0,1	-0,7	0,4	-0,4	-0,2	1,0																									
Th	0,5	0,0	-0,2	0,2	0,6	0,4	0,1	0,0	-0,4	1,0																								
U	0,4	-0,2	-0,2	0,2	0,5	0,5	0,7	0,1	-0,1	0,9	1,0																							
V	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,4	-0,2	-0,2	-0,2	1,0																						
W	0,6	0,2	-0,3	0,0	0,4	0,3	0,8	0,0	-0,4	0,9	0,8	-0,2	1,0																					
Zr	0,4	-0,1	0,0	0,3	0,7	0,4	0,8	0,1	-0,5	1,0	0,9	-0,3	0,9	1,0																				
Mo	0,1	-0,4	0,1	0,6	0,7	0,1	0,8	-0,1	-0,4	0,9	0,8	-0,2	0,7	0,9	1,0																			
Cu	-0,5	-0,3	0,7	0,3	0,1	-0,5	-0,1	-0,4	-0,2	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	0,0	1,0																			
Pb	-0,8	-0,9	0,7	0,0	0,4	0,1	0,5	-0,7	0,0	0,1	0,1	-0,3	-0,1	0,1	0,4	0,5	1,0																	
Zn	-0,5	-0,6	0,8	0,4	0,8	0,2	0,5	0,0	-0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,5	0,6	0,4	0,6	1,0																
Ni	-0,4	0,0	0,6	0,2	-0,1	-0,6	-0,1	-0,5	-0,2	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3	-0,3	-0,1	0,1	0,4	0,2	1,0															
As	-0,2	-0,3	0,2	0,4	0,2	-0,4	0,1	-0,4	0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	0,1	-0,1	0,3	-0,4	0,0	1,0														
Cd	0,3	-0,4	0,8	0,4	0,8	-0,1	0,1	0,2	-0,6	-0,1	-0,1	0,3	-0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	0,1	-0,3	1,0													
Sb	0,5	0,6	-0,7	-0,8	-0,6	0,4	-0,5	0,3	0,5	-0,2	-0,1	0,1	-0,1	-0,3	-0,6	-0,6	-0,7	-0,7	-0,5	-0,4	-0,5	1,0												
Bi	-0,2	-0,1	-0,2	0,3	-0,2	-0,4	0,0	-0,3	0,1	-0,2	-0,3	0,3	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,2	-0,4	-0,1	0,4	-0,1	0,4	0,5	1,0										
Ag	-0,8	-0,8	0,6	0,8	0,1	-0,5	-0,1	-0,4	-0,1	-0,5	-0,5	0,0	-0,6	0,8	-0,1	0,7	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5	-0,7	0,4	1,0										
Au	0,4	0,3	-0,6	-0,6	-0,5	-0,1	-0,6	0,6	0,4	-0,3	0,0	0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,7	-0,6	-0,4	0,0	-0,4	0,5	0,0	-0,3	1,0									
Hg	-0,6	-0,8	0,8	0,8	0,8	-0,2	0,6	-0,3	-0,5	0,3	0,2	0,0	0,1	0,3	0,6	0,5	0,8	0,8	0,3	0,2	0,7	-0,8	0,2	0,7	-0,5	1,0								
Tl	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0																													