

Türkiye'deki bazı kromitlerin ana bileşen kimyası özellikleri

Osman Koptagel C.Ü., Jeoloji Müh. Böl. Kampüs, Sivas

Türkiye, sahip olduğu çok sayıdaki krom cevherleşmesi ile dünyada önemli bir yere sahiptir. Türkiye'deki krom cevherleşmeleri 6 ana bölgede dağılım göstermektedirler. Bu çalışmada, önceki yıllarda değişik araştırmacılarca kromitlerin kimyasal analizi yapılan ve 6 ana bölgenin 5'inde dağılmış 9 ayrı lokasyonda yer alan 10 cevherleşme kullanılmıştır.

Ana bileşen analiz sonuçları; oksit % ağırlığı, katyon % ağırlığı ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayısı cinsinden ele alınmış, oluşumlar kendi aralarında ve dünyadaki diğer oluşumlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçta, incelenen kromitlerinin kompleks bir özellik sundukları, alpin tip - stratiform tip kromit sınıflamasında mükemmel ayrılım göstermedikleri izlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak ya analizi yapılan örneklerin ofiyolitik serilerin farklı seviyesini yansıttığı olmasından ya da kullanılan parametrelerin bu tip çalışmalar için uygun olmadığından kaynaklandığı düşünülebilir.

Giriş

Kromun bir element olarak 1787 de Fransız kimyager N.L. Vauquelin tarafından keşfinden iki yıl sonra Urallar'da mineralojik anlamda ilk Kromit bulunmuştur (Simirnov ve diğ., 1983). 19. yüzyıl başlarında sadece refrakter hammadde olarak kullanılan kromitten ancak aynı yüzyılın sonlarında, çelik üretimi ile başlayan, metalurjide kullanım yaygınlaşır olmuştur. Türkiye'de ise ilk krom cevherleşmesi 1848 yılında Harmanlık (Bursa)'da bulunmuş ve işletilmesine 1850 li yıllarda başlanmıştır (Enver, 1931 ve Toklu, 1947; Engin, 1986'dan).

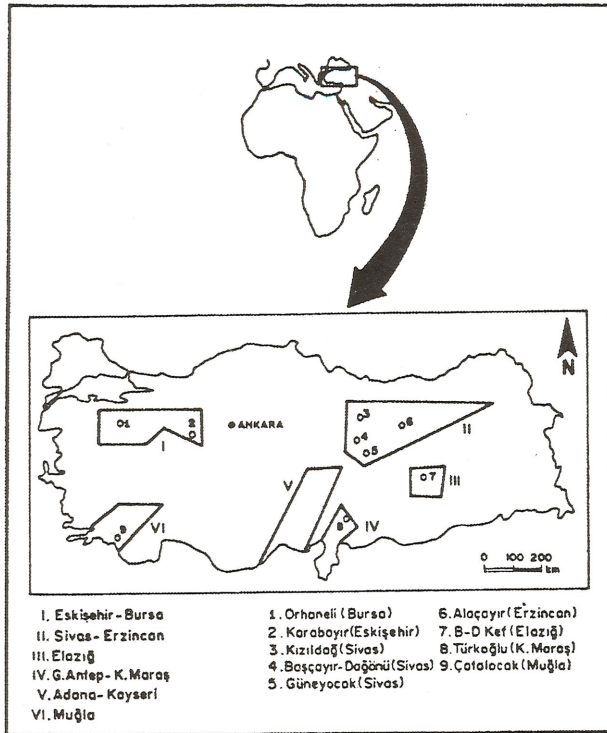
İlk krom cevherleşmesinin işletilmeye başlamasından itibaren son yıllara kadar, Türkiye, sahip olduğu çok sayıdaki krom cevherleşmesi ve kromit üretimi ile, dünyanın önde gelen ülkelerinden olmuştur. Yerkürede, bildiği gibi, oluşum, jeolojik konum, yerleşim, dış şekil, iç yapı, kimyasal özellik vb. bakımından farklılıklar gösteren krom cevherleşmeleri iki ana sınıfa ayrılmakta, alpin tip (veya podiform tip) ve stratiform tip (veya Bushweld tipi) sınıflaması (bu iki tip arasında geçiş özelliği sunan ve konsantrik masiflerde gözlenen oluşumlar önemsiz bulunmaktadır) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu iki tip ana oluşumun birbirinden ayırtılması oldukça kolay gözükmemekte, öncelikle yankayaçların jeotektonik konumu ve türü belirleyici kriter olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki krom cevherleşmelerinin tamamında ofiyolitik serilere ait ultramafik kayaçların yankayaç olarak gözlenmesi ve ülkemizin jeolojik özelliklerinin de uygunluğundan hareketle, Türkiye kromitleri Alpin Tip kromitler sınıfına dahil edilmektedir.

700 ün üzerinde krom cevherleşmesinin gözlemlendiği Türkiye'de, cevherleşmeler esas olarak 6 ana bölgede izlenmektedirler (Şekil 1). Türkiye'deki metalik cevherleşmeler ele alındığında, cevherleşme sayısı bakımından demirden sonra ikinci sırada yer alan krom cevherleşmelerimizde maden jeolojisi amaçlı çalışmaların yaygın olarak yapılmış olmasına karşın kromitlerin kristal kimyası incelemeleri, çeşitli olanaksızlıklar nedeni ile, çok sınırlı sayıda kalmıştır.

Bu çalışmada, çeşitli araştırmacılarca kromitlerinin kristal kimyası incelemeleri yapılmış krom cevherleşmeleri ele alınarak, kromitler birbirleri ile ve dünyanın tanınmış oluşumları ile karşılaştırmalı olarak incelenmeye çalışılmıştır.

Metod

İncelemenin konusunu oluşturan ve 9 farklı lokasyonda yer alan toplam 10 krom cevherleşmesi 6 ana bölgenin 5 inde dağılım göstermektedir (Şekil 1). Bu çalış-

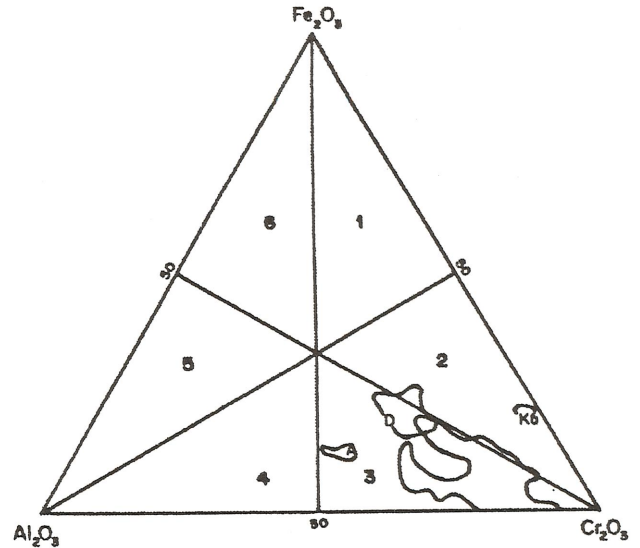


Şekil 1. Türkiye kromit bölgeleri (I'den VI'ya) (Engin, 1986'dan) ve bu çalışmada kullanılan cevherleşmelerin dağılımı (I'den 9'a).

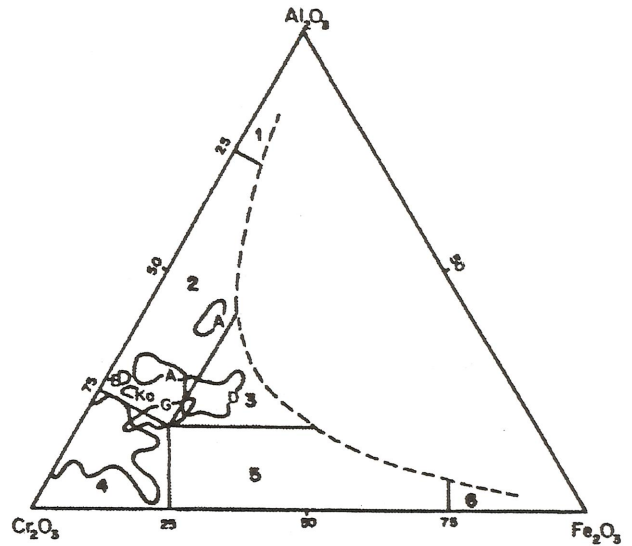
mada, aşağıda isim ve araştırmacıları yer alan cevherleşmelerdeki kromitlerin analitik değerleri derlenmiş, onların oksit % ağırlık, kasyon % ağırlık ve kromitlerin birim hücrelerindeki kasyon sayılarından yararlanılmaya çalışılmıştır. İlgili cevherleşmeler, onların metin içi şekillerde kullanılan kısaltmaları ve araştırmacıların şöyle sıralanabilir: Orhaneli (O) (Tankut, 1979); Karabayır (Ka) (Kırıkoğlu, 1987); Kızıldağ (Kz) (Koptagel ve Gökçe, 1987); Başçayır - Dağönü (U) (Koptagel ve Gökçe, 1993); Güneyocak (G) (Koptagel ve diğ., 1995); Alaçayır (A) (Demir, 1990); Türkoğlu (T) (Anıl, 1989); Çatalocak (Ç) (Paktunç, 1978); Doğu (D) ve Batı (B) Kef (Engin, 1985). Bu araştırmacılarca belirtildiğine göre ilgili kromitlerin kristal kimyası incelemelerinde analiz yöntemi olarak; Orhaneli'de mikroprob destekli XRF, Kızıldağ ve Çatalocak'da saflaştırılmış örneklerde yaş kimyasal analizler, diğerlerinde elektron mikroprob kullanılmıştır. Cevherleşmelerin tamamı ultramafik kayalar içinde yer almakta olup, yatak bazında sadece Karabayır cevherleşmesi metaofiyolitler içerisinde yer almaktadır.

Bulgular

Kromitlerin isimlendirilmesi amacı ile kullanılan Stevens (1946)'in üçgen diyagramına göre kromitlerin

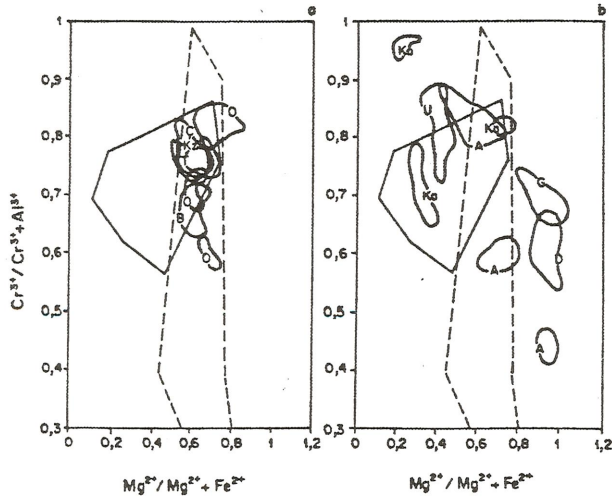


Şekil 2. Kromitlerin Stevens (1946)'in üçgen diyagramındaki dağılımı (diyagram Paktunç, 1978'den alınmıştır). (1. Krom manyetit, 2. Ferri kromit, 3. Alüminyum kromit, 4. Krom spinel, 5. Ferri spinel, 6. Alüminyum manyetit).

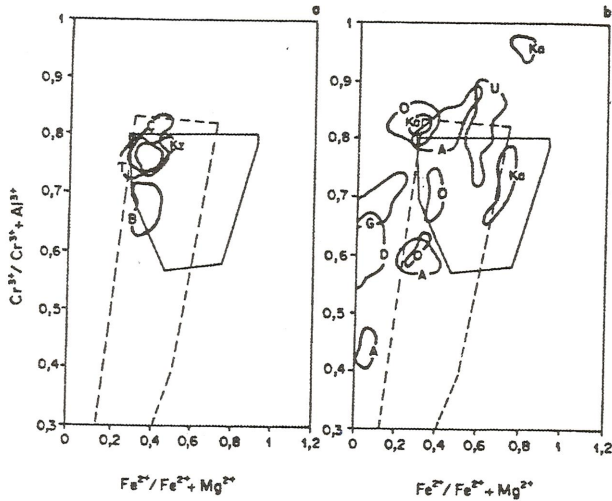


Şekil 3. Kromitlerin Sokolov (1948)'un üçgen diyagramındaki konumları (diyagram Simirnov, 1976'dan basitleştirilmiştir). (1. Pikotit, 2. Krom pikotit, 3. Ferrokrom pikotit, 4. Kromit, 5. Ferrokromit, 6. sınırlı izomorf sahası).

büyük bir çoğunluğu Alüminyum Kromit, Karabayır ve Doğu Kef cevherleşmeleri ise kısmen Ferri Kromit olarak olarak adlandırılabilir özelliktedir (Şekil 2). Sokolov (1948)'un diyagramına göre ise Alaçayır, Batı Kef, Karabayır ve kısmen Güneyocak kromitleri Krom Piko-



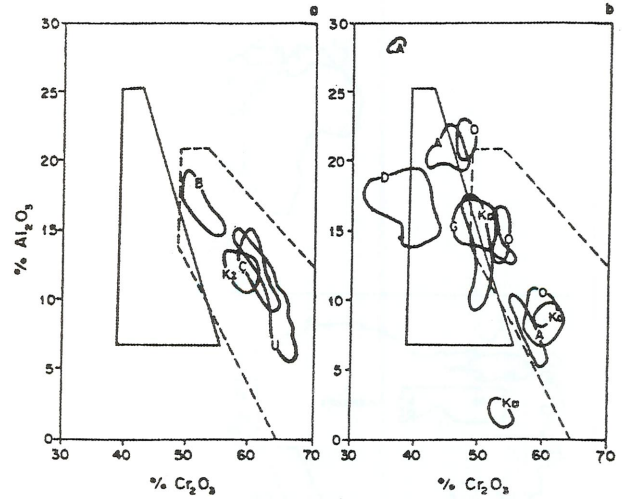
Şekil 4a, b. Kromitlerin Irvine (1967)'nin alpin tip - stratiform tip sınıflama diyagramındaki konumları (diyagram Panayiotou ve diğ., 1986'dan alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).



Şekil 5a, b. Kromitlerin Irvine ve Findlay (1972)'nin diyagramındaki konumu (diyagram Paktunç, 1981'den alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).

tit, Doğu Kef ve kısmen Güneyocak kromitleri Ferrokrom Pikotit, diğer oluşumlar ise Kromit olarak isimlendirilmeye uygundurlar (Şekil 3).

Alpin Tip - Stratiform Tip kromitlerin kimyasal açıdan sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan diyagramlardan dört tanesi bu çalışmada kullanılmıştır. Bunlardan Irvine (1967) diyagramına göre Çatalocak, Kızıldağ, Batı Kef, Orhaneli ve Türkoğlu kromitleri Alpin Tip kromit bölgesinde yer almışlardır (Şekil 4a, b). Ancak, Irvine ve Finlay (1972)'nin daha sonra geliştirdikleri diyagramda ise bir öncekine göre Orhaneli kromitleri alpin tip kromitlerin dağılım alanı dışında yer almıştır (Şekil 5a, b). Mussalam ve diğ. (1981)'nin diyagramında ise sadece Çatalocak, Kızıldağ, Batı Kef ve Başçayır - Dağönü kromitleri Alpin Tip kromit bölge-



Şekil 6a, b. Kromitlerin Mussalam ve diğ. (1981)'nin alpin tip - stratiform tip sınıflama diyagramındaki konumu (diyagram Bonavia ve diğ., 1993'den alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).

sinde yer alabilmişlerdir (Şekil 6a, b). Her üç diyagramda da diğer oluşumlar düzensiz dağılım göstermişlerdir. Ferrario ve Garutti (1988) tarafından geliştirilen bir başka diyagramdan ise kısmen yararlanılmış olup (diyagramda kullanılan % TiO₂ parametresinin ele alınan cevherleşmelerin tamamında analiz edilmemiş olması nedeniyle), kullanılabilen cevherleşmelerden sadece Türkoğlu kromitlerinin net bir şekilde Alpin Tip kromitler bölgesinde konumlandığı gözlenmiştir (Şekil 7).

Bilindiği gibi, son yıllarda kromitlerin kristal kimyası özelliklerinden hareketle ofiyolitik dizilimlerdeki yerleri konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Rammlmair (1986)'in Filipinlerde yaptığı ve çeşitli bulgularla (arazi, petrografi, kayaç - cevher kimyası gibi) desteklediği diyagramda ofiyolitik dizideki kromitleri; derinlerdeki dünit diyapirleri içerisinde yer alan oluşumlar (I nolu bölge), kümülat alt dokunağında dünit diyapirlerindeki oluşumlar (II nolu bölge), taban seviyelerde (kümülat alt dokunağı) uzanan dünitlerdeki oluşumlar (III nolu bölge), gabroyik seviyelerdeki dünitli kesimlerde izlenen ince mercekler şeklindeki oluşumlar (IV nolu bölge) şeklinde ayırtlanabilmektedirler. Bu çalışmada ele alınan cevherleşmelerin ise esas olarak I ve II nolu bölgelerde yoğunlaşmakla birlikte tüm alanlarda konumlandıkları izlenmektedir (Şekil 8a, b).

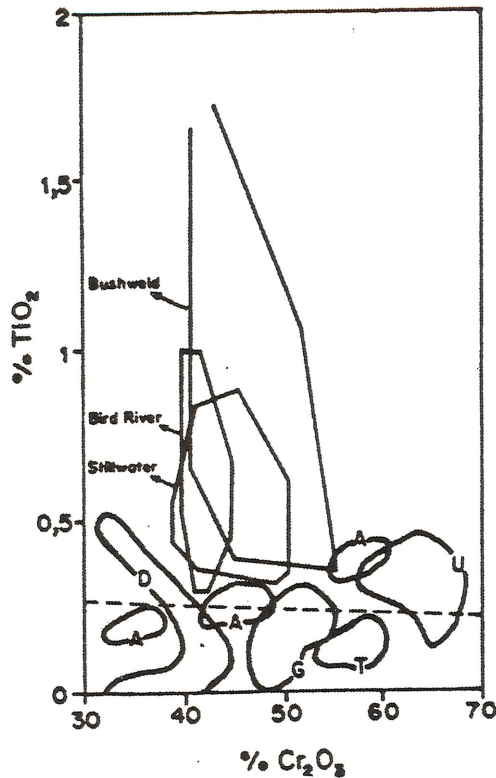
Tartışma

Bilindiği gibi kromitlerin ana bileşen kimyası incelemelerinde, özellikle isimlendirme ve sınıflandırma amaçlı olarak çeşitli araştırmacılarca geliştirilmiş diyagramlardan yaygın bir şekilde yararlanılmaktadır. Bu diyagramlarda analizi yapılan bileşenler kullanılabilir hale getirilip parametre olarak değerlendirilmektedir.

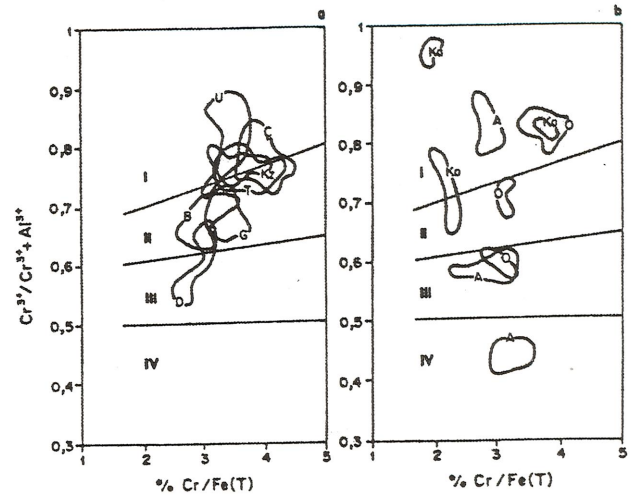
Çizelge 1. Çalışılan kromitlerin korelasyon katsayıları (r) ve istatistiksel önem testleri (t). (r için açıklama; 0.00 - 0.50 zayıf ilişki; 0.50 - 1.00 kuvvetli ilişki; + pozitif ilişki; - negatif ilişki. t için açıklama; * anlamlı katsayı ** tesadüfi katsayı).

	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$		$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$		$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$	
MINERALIZATION	r	t	r	t	r	t
Orhaneli	-0.938	-12.358 *	-0.001	-0.003 **	-0.233	-1.096 **
Başç-Dağönü	-0.884	-5.975 *	+0.000	0.000 **	0.000	0.000 **
Kızıldağ	-0.493	-2.121 **	-0.019	-0.072 **	-0.072	-0.271 **
Çatalocak	-0.829	-6.103 *	-0.010	-0.042 **	-0.002	-0.008 **
Karabayır	-0.516	-2.256 *	+0.005	-0.019 **	-0.881	-6.953 *
Türkoğlu	-0.229	0.880 **	-0.005	0.017 **	-0.286	-1.115 **
Batı Kef	-0.903	-6.308 *	0.000	-0.001 **	+0.318	1.007 **
Doğu Kef	-0.354	-0.758 **	0.000	-0.001 **	-0.525	-1.234 **
Alaçayır	-0.979	-21.081 *	-0.001	-0.006 **	+0.312	1.431 **
Güneyocak	-0.695	-7.364 *	-0.001	-0.008 **	+0.453	3.871 *

	FeO-MgO		$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-FeO(T)}$		$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-FeO(T)}$	
MINERALIZATION	r	t	r	t	r	t
Orhaneli	-0.880	-8.478 *	-0.517	-2.767 *	+0.410	2.062 **
Başç-Dağönü	-0.464	-2.676 *	-0.044	-0.138 **	-0.377	-1.285 **
Kızıldağ	-0.336	-1.336 **	-0.144	-0.546 **	-0.306	-1.204 **
Çatalocak	-0.223	-0.945 **	+0.372	1.651 **	-0.503	-2.400 *
Karabayır	-0.984	-20.781 *	-0.583	-2.667 *	-0.387	-1.566 **
Türkoğlu	-0.821	-5.388 *	-0.394	-1.603 **	-0.455	-1.910 **
Batı Kef	-0.963	-10.726 *	-0.542	-1.933 **	+0.172	0.524 **
Doğu Kef	-0.779	-2.483 **	+0.369	0.795 **	+0.189	0.384 **
Alaçayır	-0.993	-37.959 *	+0.731	4.669 *	-0.823	-6.321 *
Güneyocak	-0.962	-26.973 *	+0.602	5.744 *	-0.656	-6.623 *



Şekil 7. Kromitlerin Ferrario ve Garuti (1988)'nin alpin tip (kesik çizgi altı) - stratiform tip (Bushweld, Stillwater, Bird River) sınıflama diyagramındaki konumu (diyagram Bonavia ve diğ., 1993'den alınmıştır).



Şekil 8a, b. Kromitlerin Rammlair (1986)'in ofiyolitik dizi diyagramındaki konumu (açıklama için metne bakınız).

Ancak, gerek isimlendirme gerekse de sınıflama diyagramlarında, bir diyagramdan diğerine geçildiğinde cevherleşmelerin diyagramlardaki konumunda farklılıkların olduğu, bir diyagramda alpin tip olarak gözlenen oluşumun diğer diyagramda aynı sınıfta konumlanmadığı izlenebilmektedir. Farklılık için çok çeşitli nedenleri ileri sürmek olasıdır. Bunların ilk akla gelenleri; 1) analitik yöntem farklılıkları, 2) laboratuvar ve teknoloji farklılığı, 3) analizlerde kullanılan örnek sayı-

sındaki azlıklar ve / veya yanlışlıklar / hatalar, 4) cevherleşmelerin oluşum ortamı farklılığı (ana magma bileşimindeki farklılıklar) ve/veya oluşum ortamlarının zaman içerisindeki heterojenliği (oluşum sırasındaki termodinamik koşullardaki değişimler) şeklinde olup bu olasılıklar artırılabilir.

Ancak, parametre olarak kullanılan bazen tekli, bazen ikili ve hatta üçlü gruplar olarak ele alınan bileşenler arası ilişki çoğunlukla gözardı edilmektedir. Bu durumu değerlendirebilmek amacı ile bileşenlerin birbirleri ile eşleştirilip eşleştirilemeyecekleri veya parametre ile kullanılıp kullanılmayacaklarını tartışmaya açabilmek amacıyla istatistiksel yöntemlere başvurulmuş ve bu amaçla çalışmada kullanılan ve çeşitli parametrelerin temelini oluşturan oksit % ağırlık değerleri kendi aralarında eşleştirilerek korelasyon katsayıları ve korelasyon katsayılarının istatistiksel önem testleri hesaplanmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi ikili ilişkilerin çoğunluğu zayıf bir korelasyon ve az sayıda pozitif ilişkinin yanı sıra çok sayıda negatif ilişki sunmaktadırlar. Korelasyon katsayıları hesaplanan ikili parametrelerin istatistiksel önem testleri ise Cr_2O_3 - Al_2O_3 ve FeO - MgO parametreleri hariç ikili parametrelerde çoğunlukla tesadüfi çıkmıştır. Kızıldağ, Türkoğlu, Doğu Kef ve Çatalocak kromitlerinin Cr_2O_3 - Al_2O_3 ve FeO - MgO parametrelerinin tesadüfi olmasının nedenleri yukarıda değinilen "diyagramlardaki farklı konumlanma nedenlerinde" tartışılan 4 sebepten ileri gelebilir. Genel anlamda, tesadüfi ilişkilere sahip parametrelerin çeşitli diyagramlarda kullanımı ise tesadüfi katsayıların taşıdığı uyumsuzluklar nedeniyle çeşitli problemleri gündeme getirmektedir.

Bunların yanı sıra, iyi bilinen oluşumlardan hareketle hazırlanan diyagramların çeşitli uç oluşumları temsil etmesi için zorlayıcılık da bir diğer sakınca olarak değerlendirilmeli ve aslında her cevherleşme kendi oluşum ortamı koşullarının bir yansıması olarak düşünülmelidir.

KATKI BELİRTME

Yazar, yapıcı eleştiri ve yönlendirici katkıları nedeni ile Sayın Dr. Tandoğan Engin'e (M.T.A.) teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Anıl, M., 1989, Türkoğlu - Şerefoğlu (K. Maraş), Kömürler (G. Antep) arası ofiyolitlerin petrografisi ile bunlara bağlı krom yataklarının jeolojik ve jeokimyasal incelenmesi.

Yerbilimleri, CÜ Yay., 6 - 7/1 - 2, 55 - 64.

- Bonavia, F.F., Diella, V. and Ferrara, A., 1993, Precambrian Podiform Chromitites From Kenticha Hill, Southern Ethiopia. *Econ. Geol.*, 88, 198 - 202.
- Demir, A., 1990, Alaçayır (Refahiye - Erzincan) Krom Yatağının Jeolojisi, Oluşumu ve Kökeni. *Yük. Lis. Tezi. CÜ Fen Bil. Enst.*, 129 s (yayınlanmamış).
- Engin, T., 1985, Petrology of the Peridotite and Structural Setting of the Batı Kef - Doğu Kef Chromite Deposits, Guleman - Elazığ, Eastern Turkey. *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks*. Ed. by MJ Gallagher et al., London, 229 - 240.
- Engin, T., 1986, Türkiye Maden Yatakları ve MTA'nın Maden Aramacılığındaki Yeri. *MTA Yay.*, No: 194, s 21.
- Kırkoğlu, M.S., 1987, Karabayı Metaofiyolitli Krom Spinellerinin Mineral Kimyası. *Yerbilimleri, İÜ Yay.*, 6/1 - 2, 20 - 36.
- Koptagel, O. ve Gökçe, A., 1987, Kızıldağ (Zara - Sivas) Krom Yataklarının Jeolojisi, Kromitlerin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. *Yerbilimleri, CÜ Yay.*, 1/4, 43 - 56.
- Koptagel, O. ve Gökçe, A., 1993, Başçayır - Dağönü (Ulaş - Sivas) Yöresi Kromitlerinin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. *Yerbilimleri, HÜ Yay.*, 16, 1 - 17.
- Koptagel, O., Uçurum, A., Larson, L.T. ve Sjöberg, J., 1995, Güneyocak Krom Cevherleşmesi (Kangal - Sivas) Ana Bileşen Kimyası ve Ofiyolitik Dizilimdeki Yeri. *TJK Bülteni*, 10, 123 - 126.
- Paktunç, D., 1978, Fethiye - Göcek Yöresi Çatalocak - Suluocak Krom Cevherlerinin Mineralojisi ve Jeokimyası. *Yük. Müh. Tezi. HÜ Yerbilimleri Enst.*, 62 s (yayınlanmamış).
- Paktunç, D., 1981, Alpin Tipi Krom Yataklarının Oluşumu. *Yeryuvarı ve İnsan. TJK Yay.*, Ağustos - Kasım, 33 - 39.
- Panayiotou, A., Michalides, A.E. and Georgiou, E., 1986, The Chromite Deposits of the Torodos Ophiolite Complex, Cyprus. *Chromites. IGCP - 197 Project Metallogeny of Ophiolites*. Athens, Greece, 161 - 199.
- Rammlair, D., 1986, Chromite in the Philippines: Its Relationship to the Tectonic Setting of the Host Ophiolites: Examples From Zambales and Palawan. *Chromites, IGCP - 197 Project Metallogeny of Ophiolites*. Athens, Greece, 285 - 309.
- Simimov, V.I., Ginzburg, A.I., Grigorie, V.M. and Yakovlev, G.F., 1983, *Studies of Mineral Deposits*. (English Trans. Ed. by A.A. Beus), Mir Publishers, Moscow, 287 p.
- Simimov, V.I., 1976, *Geology of Mineral Deposits*. Mir Publishers, Moscow, 520 p.
- Tankut, A., 1979, The Orhaneli Massif, Turkey. *Ophiolites. Int. Oph. Symp. Cyprus*, 1979, 702 - 713.