

Kuşkayası (Otlukbeli - Erzincan) Manganez Yatağının Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyasal Özellikleri

Geological Setting And Geochemical Characteristics Of Kuşkayası Manganese Deposit, Otlukbeli, Erzincan, Türkiye

Ali VAN¹ ve Bülent YALÇINALP²

¹KTÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Trabzon

²KTÜ Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, Trabzon

SUMMARY

ÖZ

Otlukbeli'nin kuzey kesimlerinde en altta Liyas yaşlı Kelkit formasyonuna ait volkano-tortul kayaçlar bulunur. Bunların üzerine Malm-Alt Kretase yaşlı mikritik kireçtaşlarından oluşan Hozbirik Yayla Kireçtaşları gelmektedir. Otlukbeli melanji bindirme fayıyla bu kireçtaşlarını üzerine itilmiş olup Apsiyen-Albiyende oluşmuş ve yerleşmişlerdir. Tüm bu birimleri Kampaniyen yaşlı Sarıhan granitoyidi kesmektedir. Yörenin en genç birimi konglomera, kumtaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Sırataşlar formasyonudur.

Yöredeki Mn cevherleşmeleri Otlukbeli melanji içindeki radyolaritlerle birlikte yerleşmiştir. Bu cevherleşmelerden en önemlisi Kuşkayası yatağıdır. Damar şekilli yatağın uzunluğu 180 m, kalınlığı da ortalama 2m olup, 40 m den fazla dalım gösterdiği saptanmıştır. Başlıca cevher mineralleri braunit, poliyanit, pirolüsit, psilomelan, biksibit ve manganittir. Ana ve eser element içeriklerine göre hazırlanan jeokimyasal diyagramların yorumlanması, yatağın hidrotermal kökenli olduğunu ortaya koymaktadır. Yatakta halen ticari olarak 12.000 ton dan fazla manganez bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Erzincan, Otlukbeli, Kuşkayası Manganez Yatağı, Hidrotermal.

ABSTRACT

In the northern parts of Otlukbeli the volcaniclastic rocks which belong to Liassic aged Kelkit Formation, are found on the bottom. These rocks are overlain by the Hozbirik Yayla limestones which are formed by micritic limestones of Malm-Lower Cretaceous. The Otlukbeli Melange has been deposited on these limestones and was formed and located in the Aptian and Albian. All of these units are cross cut by the Sarihan granitoid of Campanian age. Youngest unit of the area is the Sarıtaşlar Formation, which composed of conglomerate, sandstone and shale alternation. The Mn mineralizations in the area are found in the radiolarites within the Otlukbeli Melange. The most important of these mineralizations is the Kuşkayası ore deposit. The vein shaped deposit is 180 m. in length, 2 m. in average thickness and has a width more than 40 m. in dip direction. The major ore minerals are braunite, pyrolusite, psilomelane, bixibite and manganite. The interpretation of geochemical diagrams prepared for major and trace elements contents revealed that the ore deposits was hydrothermal in origin. At present the ore deposits contains commercially more than 12.000 tons of Mn.

GİRİŞ

Erzincan İli Otlukbeli ilçesinin 5 km güney batısında yer alan çalışma alanı, Doğu Pontid'lerin güney zonunda, Gümüşhane - Bayburt ve Erzincan bölgesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu bölgeyi içeren başlıca jeolojik çalışmalar Açar (1977), Altıparmak ve diğ. (1982), Özer (1983), Korkmaz ve Baki (1984) ve Akdeniz ve diğ. (1997) ne aittir. Yazarlar bölgenin ayrıntılı jeolojik incelemelerini yaparak birimleri formasyon ölçeğinde ayırtlamışlardır.

Yörede beş ayrı lokasyonda manganez cevherleşmesi bulunur (Şekil 2). Bunlardan en önemlisi ve ekonomik değere sahip olanı Kuşkayası manganez yatağıdır. Bu çalışmada bölgede yapılan önceki araştırmalara kısaca değinilmiş ve Kuşkayası yatağının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri detaylı bir şekilde incelenerek yatağın jeolojik yerleşimi ve köken özelliklerinin ortaya konulmasına çalışılmıştır.

GENEL JEOLJİ

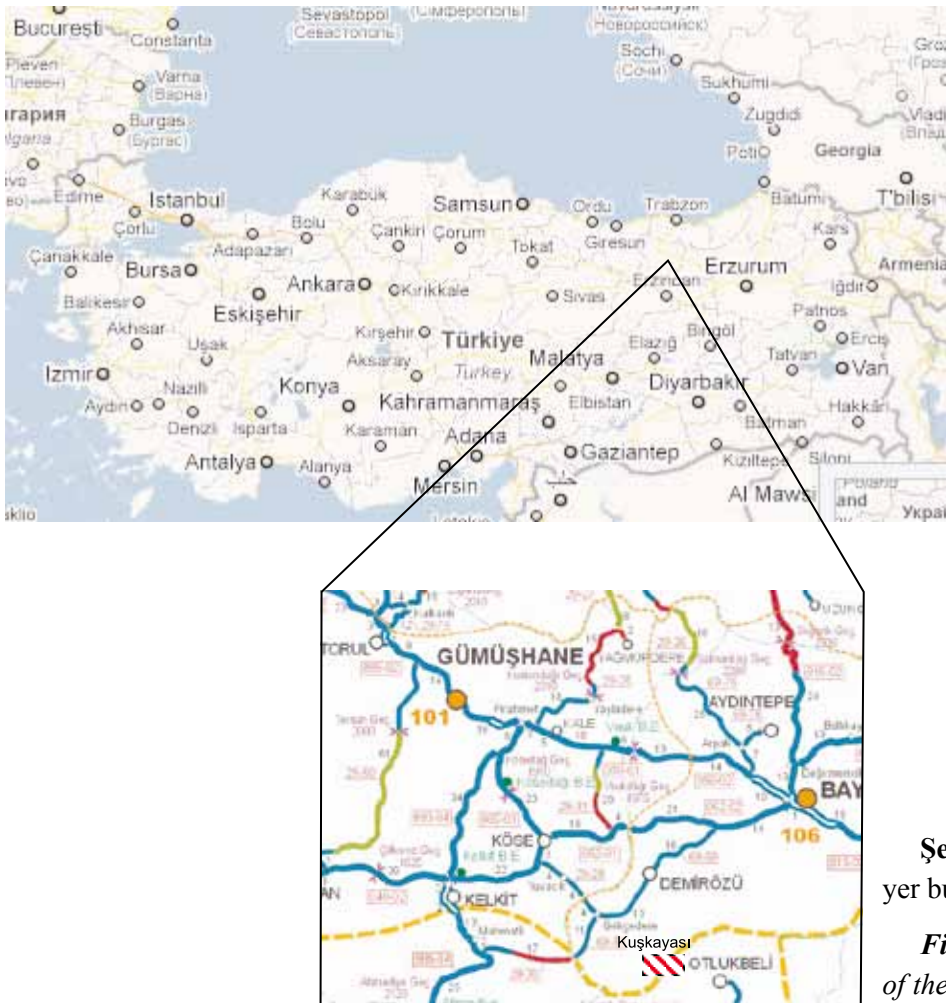
İnceleme alanında yaşları Jura'dan Tersiyer'e kadar uzanan litostratigrafi birimleri gözlenmektedir. Bunlar yaşlıdan gence doğru: Kelkit formasyonu, Hozbirik Yayla kireçtaşı, Otlukbeli melanji, Sarıhan granitoyidi ve Sıraşlar Formasyonu'dur. Bu kayaçların genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Kelkit Formasyonu

İnceleme alanının KB kesimlerinde Hanzar köyünden KD ve GB ya doğru yayılım gösteren birim, Bergougnan (1987) tarafından Kelkit formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 2). Birim, Açar (1977) tarafından Hamurkesen formasyonu olarak tanımlanmış ve yörede çalışmalar yapan Altıparmak ve

diğ. (1982) ile, Korkmaz ve Baki (1984) de bu adlamayı kullanmışlardır. Formasyon genellikle kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, tuf, kireçtaşları, marnlı silttaşı ve kumtaşı aralanmasından oluşmakta ve yer yer de bazaltik ve andezitik lav ve piroklastit seviyeleri içermektedir.

Birimin alt sınırı inceleme alanında görülmemektedir. Üzerine Hozbirik Yayla kireçtaşları uyumlu bir şekilde gelmektedir. Özer (1983), Akdeniz ve diğ. (1997), ile Robinson ve diğ. (1995) in çalışmalarından elde edilen paleontolojik veriler, Kelkit formasyonunun Playensbachiyen ile Kimmericiyen arasında volkanik faaliyetlerin etken olduğu denizel bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. The location map of the study area.

Hozbirik Yayla Kireçtaşları

Ağar (1977) tarafından tanımlanan bu kireçtaşları, inceleme alanının kuzey kesimlerinde geniş alanlar kaplar (Şekil 2). Birim, Bayburt civarında, Özer (1983) tarafından, Pelin'in (1977) tanımlamasına dayandırılarak Berdiga formasyonu olarak adlandırılmıştır. Özellikle Yellice Tepe yöresinde kalınlıkları 400 m ye varan yüzeylemeler izlenmektedir.

Kireçtaşları başlıca gri-siyah, bej ve sarımsı renklerde, orta-kalın katmanlı ve mikritik karakterdedir. Ayrıca Formasyon içinde yer yer çört bantları, killi ve kumlu liolojileri içeren Hozbirik Yayla kireçtaşları üzerine gelmektedir. Ayrıca Kızıltaş Tepe yöresinde, ofiyolitik melanj ince uzun bir klip olarak ta izlenmektedir (Şekil 2). Melanj üzerinde açısız uyumsuzlukla Sırataşlar formasyonu yer almaktadır. Otlukbeli Melanjına ait tortul kayaçlardan yapılan paleontolojik tesbitler, birimin muhtemelen Apsiyen- Albien aralığında oluştuğunu ve yerleştiğini ortaya koymaktadır (Okay ve Şahintürk, 1997).

Otlukbeli Melanjı

Melanja ait kayaçlar karakteristik olarak Kumlu Koyak ve Kuşkayası Sırtı ile Agnene ve Ürkülü Komu yörelerinde yüzeylenmektedir (Şekil 2). Korkmaz ve Baki (1984) tarafından adlandırılan birim, kırmızımsı ve koyu kahverengimsi renkler göstermesiyle diğer birimlerden kolayca ayırtlanabilmektedir. Başlıca radyolarit, çört, kireçtaşı, serpantin, silttaşı, spilitleşmiş bazalt ve keratofirleşmiş andezit bloklarından oluşmuştur. Melanj içinde yer yer ince katmanlı kırmızı renkli biyomikrit mercekleri de yer almaktadır.

Otlukbeli melanjı, bindirme fayıyla Hozbirik Yayla kireçtaşları üzerinde yer almaktadır (Şekil 2). Seyrek olarak killi

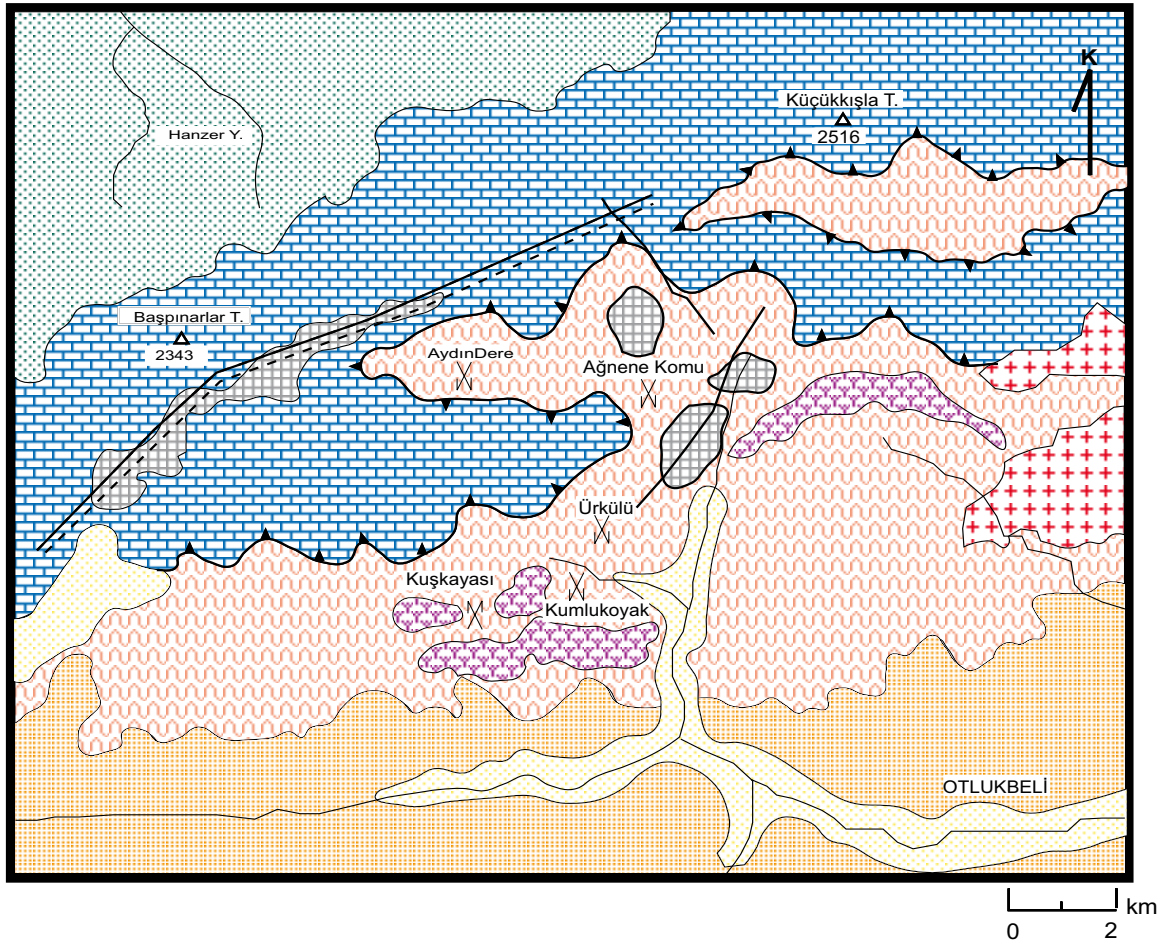
kireçtaşı, bazaltik ve andezitik tüf ve aglomera seviyeleri de içermektedir. Birimin alt sınırı inceleme alanında gözlenmemektedir. Kelkit formasyonu üzerine uyumlu bir şekilde Hozbirik Yayla kireçtaşları gelmektedir. Özer (1983), Akdeniz ve diğ. (1997), Robinson ve diğ. (1995) ve Okay ve Şahintürk (1997) yapmış oldukları paleontolojik ve sedimentolojik çalışmalar sonucunda birimin içindeki tortulların, Pleyansbachiyen ile Kimmericiyen arasında, volkanik faaliyetlerin de etken olduğu denizel bir ortamda çöklemiş olduğu ortaya konmuştur.

Sarıhan Granitoyidi

İnceleme alanının doğu kenarında Hozbirik Yayla kireçtaşı ve Otlukbeli melanjını keserek mostra veren granitik kayaçlar Aslan (1998) tarafından Sarıhan granitoyidi olarak adlandırılmıştır (Şekil 2). Granodiyorit ve kuvarslı monzodiyorit ve kuvarslı mikrodiorit bileşimli kayaçlardan oluşan granitoyitte yer yer yoğun arenalaşmalar gözlenmektedir. Yapılan jeokronolojik yaş tayininde granitoyidin Kampaniyen yaşında yerleştiği kabul edilmiştir. Jeokimyasal incelemeler sonucunda granitoyidin, kalkalkalen, I tipi volkanik yay granitleri olduğunu ortaya koymaktadır (Aslan,1998). Bol miktarda aplit damarı ve mafik anklavlar içeren Sarıhan granitoyidinin kenar kesimlerinde, kontak metamorfizma etkisiyle epidotlu boynuztaşı ve mermer gibi kayaçlar ile manyetit, pirit ve kalkopirit gibi cevherleşmeler oluşmuştur.

Sırataşlar Formasyonu

Çalışma sahasında, Otlukbeli ilçesinin güney kesimlerinden itibaren yüzeylenen birim, Ağar (1977) tarafından tanımlanmıştır. Aynı birime Bergougnan (1987) Sipikör formasyonu adını vermiştir. Sığ ve yüksek enerjili denizel bir ortamın ürünü olan



AÇIKLAMALAR

Kuvaterner		Alüvyon		Otlukbeli Melanjı
		Traverten		Hozbirk Yayla Kireçtaşı
Eosen		Sarıtaşlar Formasyonu		Kelkit Formasyonu
		Sarıhan Granitoyidi		Mn Cevherleşmesi
Üst Kretase		Radyolarit		Olası Fay
				Alt Kretase
				Jura

Şekil 2. Erzincan-Otlukbeli bölgesinin jeoloji haritası (Okay ve diğ. 1997; Akdeniz ve diğ. 1997 den yararlanılarak).

Figure 2. The geologic map of Erzincan-Otlukbeli region (slightly modified from Okay et al. 1997; Akdeniz et al. 1997).

Sıraşlar formasyonu, genellikle Hozbirik Yayla kireçtaşı ve Otlukbeli melanjına ait çakılları içeren ve yaklaşık 150 m kalınlık gösteren bir konglomera seviyesi ile başlar ve kalın katmanlanma gösteren ve yer yer marn ara bantları içeren konglomera, kumtaşı ve şeyl ardalanması şeklinde devam eder (Şekil 2).

Formasyon, Hozbirik Yayla kireçtaşı ve Otlukbeli melanjını aşılabilir uyumsuzlukla örtmektedir. Sıraşlar formasyonunun üst sınırı ise inceleme alanının dışında kalmaktadır. Ağar (1977) birime İpresiyen-Alt Lutesiyen yaşını vermiştir.

Otlukbeli Yöresi Mn Cevherleşmeleri

İnceleme alanında, Otlukbeli melanjı içinde yer alan radyolaritlerde yerleşmiş çok sayıda manganez cevherleşmesi mevcuttur (Şekil 2). Genellikle radyolaritlerin tabakalanmasına uyumlu katmansız hidrotermal damarlar şeklinde yerleşim gösteren cevherleşmelerin yanısıra, tabaka yüzeylerinde sıvama şeklinde gelişmiş çok sayıda manganez oluşumu da gözlenmektedir. Yöredeki manganez cevherleşmelerinin en önemlileri: Kuşkayası, Kumlukoyak, Aydın Dere, Ürkülü Dere ve Agnene cevherleşmeleridir. Bu cevherleşmelerden ekonomik rezerv ve tenörde olanı sadece Kuşkayası manganez yatağıdır. Günümüzde işletilmekte olan Kuşkayası yatağının dışında kalan diğer cevherleşmelerde yapılan maden arama çalışmaları sonucunda, bu cevherleşmelerin kalınlıkları 5-20 cm arasında olan ve birkaç m uzanım gösteren çok küçük boyutlu zuhurlar oldukları saptanmıştır.

Kuşkayası Mn Yatağı

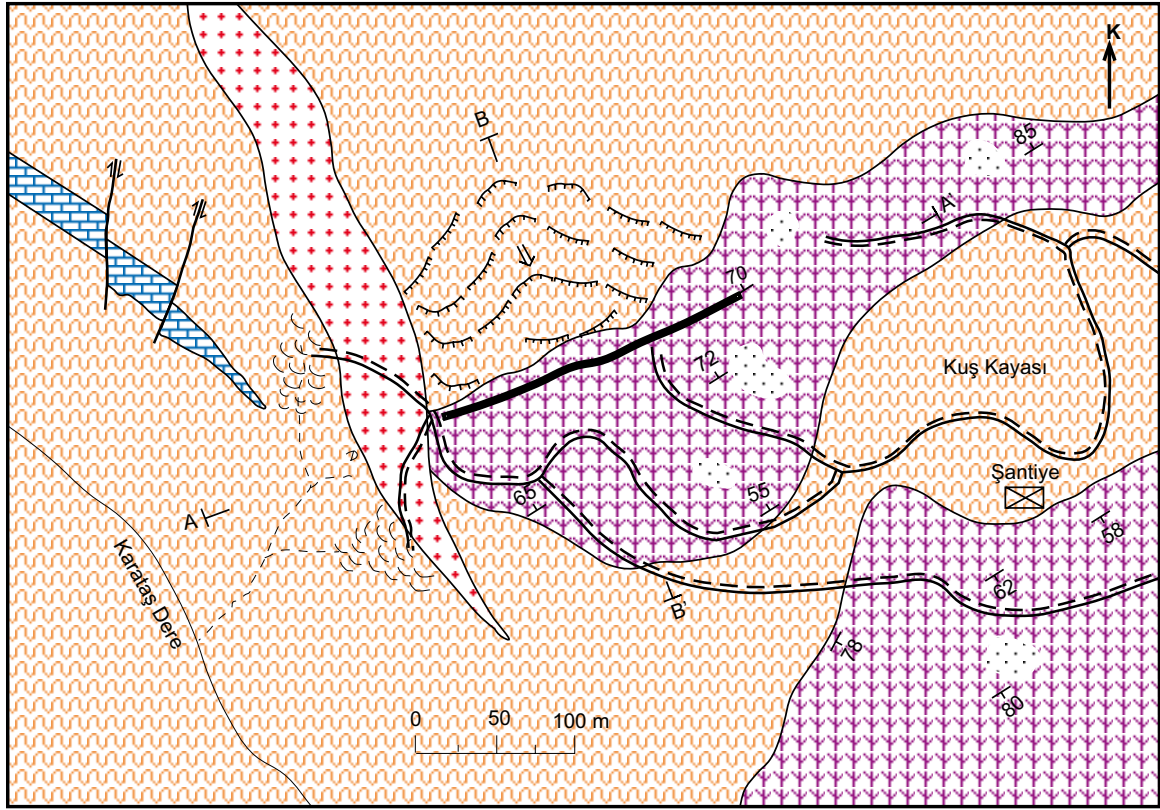
Kuşkayası Mn yatağı, Otlukbeli ilçesinin 6. km kuzey batısında Kuşkayası Sırtı yöresinde yer alan damar şekilli bir yataktır (Şekil 3).

Yöredeki radyolaritlerin içine yerleşmiş olan manganez, ilk defa 1960 yılında işletilmeye başlanmıştır. 1960-1967 yılları arasında kısa (10-20 m) galeriler, düzensiz yarmalar ve sığ kuyular yardımıyla yaklaşık 30.000 ton cevher alınmış olduğu bilgisi edinilmiştir. Yatakta daha sonraki yıllarda küçük çaplı çalışmalara devam edilmiş olup, Kuşkayası maden yatağında 2000 yılından itibaren önce açık işletme yöntemiyle toplam 8.000 ton cevher çıkartıldıktan sonra, damarın kuzey doğu kesiminde bulunan ofiyolitik kayaçalarda meydana gelen heyelanlar nedeniyle üretime ara verilmiştir (Şekil 4). 2008 yılında ise kapalı işletme yöntemiyle 1000 ton cevher alınmıştır. Yatakta yapılan ve devam etmekte olan sondaj çalışmalarına göre de en az 12.000 ton ticari manganez cevherinin olduğu düşünülmektedir.



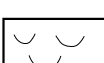
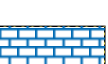
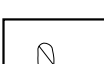
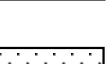
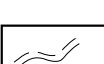
Yatağın Jeolojik Yerleşimi

Kuşkayası Sırtı yakın yöresindeki hakim litolojik birim Otlukbeli melanjıdır. Spilitleşmiş bazalt ve piroklastikleri, radyolarit, çört seviyeleri ile kristalize kireçtaşı ve yoğun serpantin blokları ile temsil edilen karmaşığı yörede, Sarıhan granitoidine dahil edilen kuvarslı mikrodiorit daykı kesmektedir (Şekil 3).

Genellikle uzunlukları 20, kalınlıkları ise 12 m ye varan, koyu yeşil renkli iri yığınlar şeklinde gözlenen serpantinler, ileri derecede ayrılmış bir yapıda bulunurlar ve yörede heyelanlara neden olurlar. Kalınlıkları 3 cm ye varabilen talk oluşumlarının, bu kayaçları yer yer yoğun ağsal damarcıklı bir yapıda kestikleri gözlenmektedir. Yatağın kuzeybatı kesiminde yaklaşık 10 m kalınlık gösteren kireçtaşı seviyesi bulunmaktadır. Kısmen listvenitlenmiş olan bu kayaçlar bir ara seviye niteliğindedir. Bu kireçtaşı mercikleri oldukça kristalize bir yapıdadırlar. Yer yer



AÇIKLAMALAR

Üst Kretase		Sarıhan Granitoyidi		Mn Damarı
		Radyolarit		Heyelan
Alt Kretase		Otlukbeli Melanji		Pasa
		Hozbirik Yayla Kireçtaşı		Galeri
		Saçınımlı Mn Cevherleşmesi		Yol

Şekil 3. Kuşkayası manganez yatağı yakın çevresinin jeoloji haritası.

Figure 3. Geological map of Kuşkayası manganese deposit surroundings.

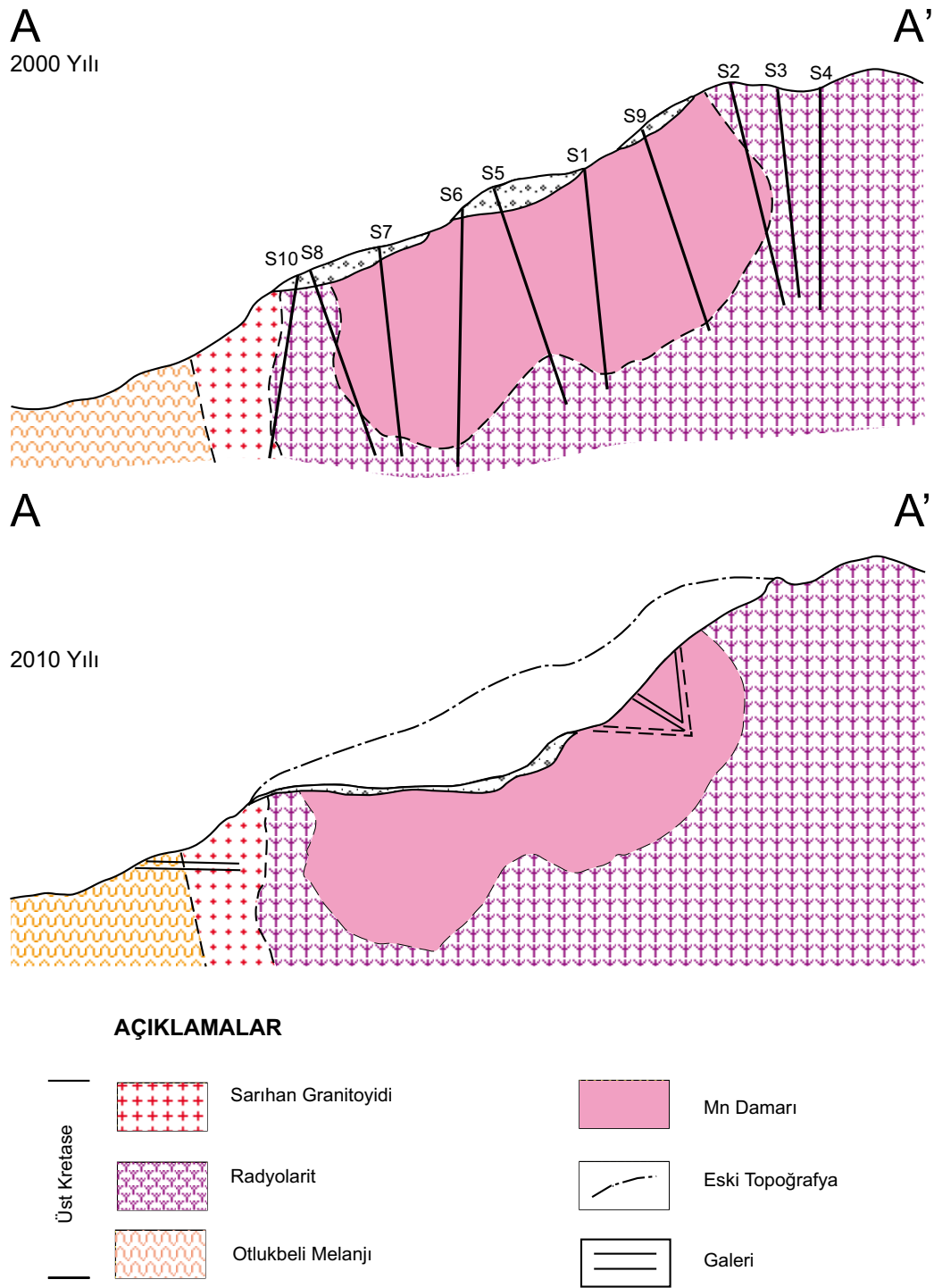
aşırı derecede silisleşmeye uğramışlardır. Paleontolojik incelemeler bu kireçtaşlarının Hozbirik Yayla kireçtaşlarına ait olduğunu ortaya koymuştur. Radyolaritler, melanj içinde kiremit kırmızısı renkleriyle ve tabakalı yapılarıyla çok uzak mesafelerden bile kolayca ayırtlanabilmektedir. Mn cevherleşmesi içeren kesimleri ise kahverengimsi-siyah renkler göstermektedir. Yer yer çörtlü olan radyolaritler, melanjin içinde 5-10 cm katman kalınlığı gösteren tabakalı şekilde yer almaktadır. Yörede KD-GB uzanımlı bir antiklinal yapısı oluştururlar. Spilitleşmiş bazalt lav ve piroklastları genelde melanjin taban seviyelerini oluşturmaktadır. Oldukça boşluklu bir yapıda olup, bu boşluklar kalsit, klorit ve epidot mineralleriyle dolmuştur. Plajiyolaşlar tamamen albitleşmiştir. Yörenin en genç birimi, Otlukbeli melanjinin tüm üyelerini kesen kuvarslı mikrodiorit bileşimli dayaktır (Şekil 3).

Cevherleşme radyolaritlerin içinde, katmansız bir şekilde yerleşmiştir. Yöredeki radyolaritler yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı eksen uzanımlı kuzeye devrik bir antiklinalin kuzey kanadında yerleşmiş görünümündedir. En üst seviyede 8 m kalınlık ve som bir yapı gösteren Mn cevheri, ortalama 70° KB ya dalımlı KD-GB yönünde bir uzanım göstermektedir (Şekil 3 ve 4). 2000-2003 yılları arasında yapılan açık ocak işletmeciliğiyle bu kalın manganezli seviyeler tamamen işletilmiştir. Üst seviyelerde masif-som yapılı ve nispeten iri taneli olan cevherleşmenin, damar eğim yönü boyunca alt seviyelerine doğru inildikçe kalınlığı hem azalmış ve hem de radyolaritle karışmış breşik bir yapı kazanmıştır. Günümüzde, yüzeyden itibaren derine doğru 20 m açılım gösteren yarmanın taban seviyesindeki cevher kalınlığı 2. m dir (Şekil 4). Yarma tabanındaki ve açılmış

galerilerdeki gözlemler, manganez damarının, 50 cm kalınlığındaki kırmızı renkli bir marn seviyesi tarafından doğrultu boyunca yer yer ortadan ikiye ayrıldığını göstermektedir. Damarın aşağı kesimlerinde gerek marn seviyesi, gerekse radyolaritler cevherleşmeyle birlikte oldukça kırıklı ve breşik bir yapı göstermektedir (Şekil 4). Manganez cevheri, breşik parçaların arasını doldurmuş vaziyettedir. Bu gözlem, cevherleşmenin ortama sonradan gelip yerleştiğine işaret eden önemli bir jeolojik bulgudur. 2008 yılında, damar tabanında açılan 20° eğimli bir desandriden kapalı işletme yöntemiyle yaklaşık 1000 ton cevher çıkartılmıştır. Damarda, rezerve yönelik 30-60 m derinliğinde toplam 18 adet sondaj yapılmıştır. Zeminin oldukça ayrışmış olması nedeniyle, bilhassa 40 m den sonraki seviyelerde sondajlar sıkışıp kalmış ve damarın derine doğru ne kadar daha devam ettiği kesin olarak ortaya konamamıştır. Elde edilen verilere göre, damarın boyunun 180 m, dalımının ise 40 m den fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).

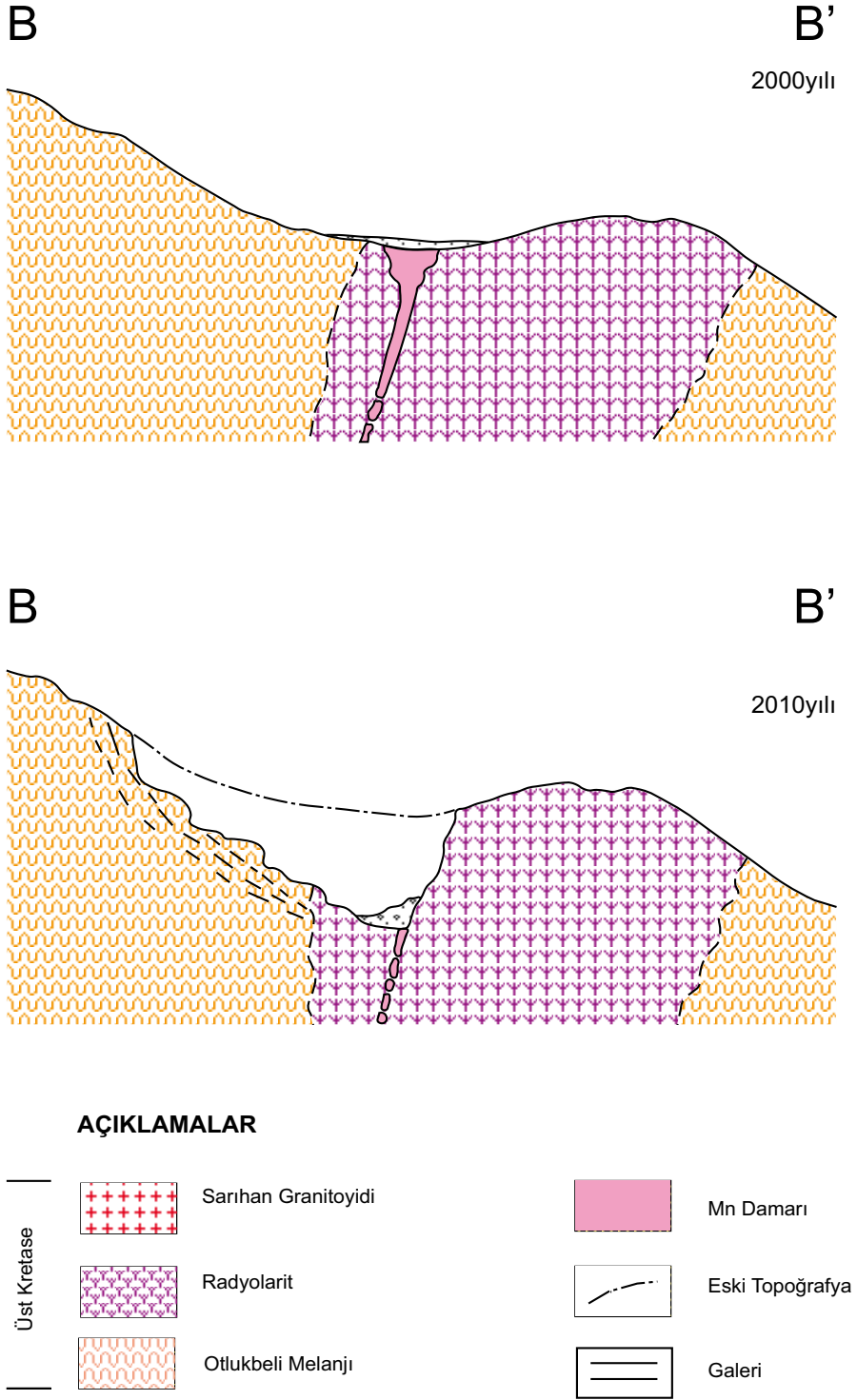
Yörede, ana damardan yan kesimlere doğru gidildikçe azalan miktarda damarcık ve saçınım şeklindeki manganez mineralleşmeleri görülmektedir. Ayrıca cevherleşmenin yakın yöresindeki radyolaritlerin tamamen manganez sıvaması gösterdikleri dikkati çekmektedir.

Gerek açık, gerekse kapalı maden işletmeciliği sırasında damardan çıkartılan tüvanan cevherin tenörü % 30 Mn dir. İşçiler tarafından içindeki silisi fazla kesimlerin ayıklanmasıyla zengin ve fakir olarak iki ayrı cevher elde edilir. Seçilmiş zengin cevher, tüvanan cevherin yaklaşık % 70 i olup tenörü ortalama % 42 Mn dir.



Şekil 4a. Kuşkayası Mn yatağının 2000 ve 2010 yıllarına ait A-A' jeolojik kesiti (S1-10:Sondaj).

Figure 4a. A-A' geological cross sections of Kuşkayası Mn deposit for 2000 and 2010 year (S1-10: Drill hole).



Şekil 4b. Kuşkayası Mn yatağının 2000 ve 2010 yıllarına ait B-B' jeolojik kesitleri.

Figure 4b. B-B' geological cross sections of Kuşkayası Mn deposit for 2000 and 2010 year.

Cevher Mikroskobisi

Kuşkayası Mn yatağındaki hakim cevher mineralleri braunit, poliyanit ve pirolusittir. Daha seyrek olarak psilomelan, biksibit ve manganit bulunur. Yaygın gang mineralleri ise kuvars ve kalsedon ve kalsittir. Braunitler çok ince kristallerden oluşan taneler ve konsantrik ve böbreğimsi büyümeler göstermektedirler. Çatlaklı kesimlerle, minerallerin dilinimleri ve kenarları boyunca pirolusit ve psilomelana dönüşmüşlerdir. Biksibitlerle braunitler çoğunlukla iç içe büyüme gösterirler ve dilinimleri boyunca pirolusite dönüşmüşlerdir. Poliyanit ve pirolusit mineralleri genellikle birincil minerallerin yerini alan çatlak dolguları şeklinde gözlenmektedir. Boşluklarda gelişmiş olan manganit kristalleri ise, yer yer 1-2 cm ye varan irilikte ve çubuk şeklinde kristaller halindedir. Gang mineralleri olarak çok ince taneli kuvars, kalsit ve kalsedon mineralleri bolca görülür. Kuvars kalsite nazaran çok daha fazla orandadır. Ayrıca cevherleşme içinde, tamamen cevherleşmiş ve şekilleri korunmuş radyolaria fosilleri izlenmektedir.

JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

Günümüzde, manganez cevherleşmeleri, ana ve eser element içeriklerine göre hazırlanan diyagramların yorumlanması ve jeotektoniğinin belirlenmesi sonucunda kesin olarak oluşum tipi ortaya çıkmaktadır. Cevherleşmenin tipini belirlemek için derlenen 10 adet örnekten Kanada Acme laboratuvarında, ana ve iz element analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 1a, 1b).

Kuşkayası Manganez yatağı'nın ana bileşenlerini Mn ve Si oluşturmaktadır. Fe, Al Mg ve Ca ise ikincil derecede önemi olan bileşenlerdir. Dünyadaki önemli manganez yatakları üzerinde yapılan incelemelerde (Bonatti ve diğ., 1976; Crerar ve diğ., 1982; Oygür, 1990; Choi ve Hariya, 1992; Nicholson 1992, Roy, 1992), deniz suyundan yavaşça çökelerek oluşan hidrojenetik kökenli yataklardaki Fe/Mn oranı yaklaşık 1 iken, deniz altında yerleşen hidrotermal yataklardaki Fe/Mn oranı ise <0.1 (Mn ce zengin) veya >10 (Fe ce zengin) olduğu saptanmıştır. Kuşkayası yatağında yapılan analizlerde ise, Fe/Mn oranı 0.02 çıkmakta olup, Mn ce zengin hidrotermal oluşumu işaret etmektedir (Rona, 1982; Nicholson, 1992).

Örnek No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂
O1	5,11	0,44	1,62	75,89	0,007	0,01
O2	8,55	0,68	1,31	76,99	0,007	0,02
O3	12,96	0,72	0,69	71,83	0,018	0,03
O4	7,90	0,53	1,29	72,51	0,008	0,02
O5	18,58	1,55	1,72	62,84	0,010	0,07
O6	6,20	0,58	2,55	74,10	0,008	0,02
O7	8,82	0,70	2,46	76,04	0,010	0,03
O8	15,37	1,04	3,03	61,35	0,012	0,05
O9	6,10	0,43	0,86	73,80	0,010	0,02
O10	14,96	1,13	2,26	66,08	0,070	0,06

Çizelge 1a. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin ana element analiz sonuçları (%).

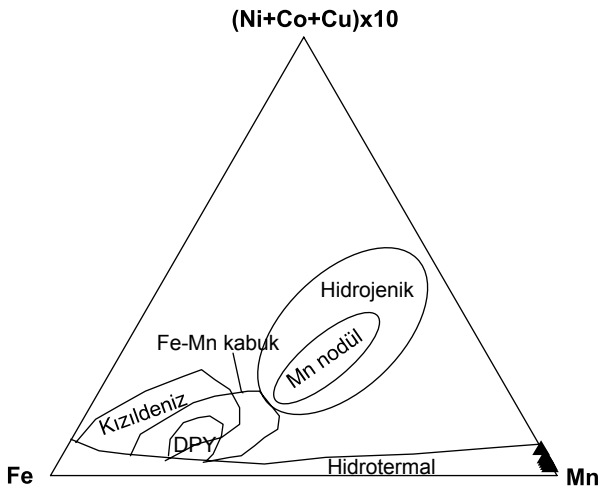
Table 1a. Major (wt%) element contents of the ore samples from Kuşkayası manganese deposit

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
Ti	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,01	0,04
Cu	61,00	33,00	81,00	55,00	48,00	60,00	65,00	45,00	52,00	70,00
Zn	126,00	105,00	65,00	212,00	110,00	80,00	184,00	96,00	148,00	84,00
Ni	78,00	32,00	21,00	49,00	40,00	38,00	36,00	64,00	52,00	66,00
Co	20,00	20,00	20,00	33,00	20,00	60,00	20,00	48,00	44,00	20,00
Zr	57,00	73,00	65,00	68,00	60,00	70,00	64,00	55,00	75,00	48,00
Ce	32,00	34,00	<20	38,00	24,00	30,00	30,00	42,00	28,00	32,00
Si	2,38	3,99	0,38	0,28	0,82	0,30	0,37	0,55	0,22	6,99
Al	0,23	0,35	0,38	0,28	0,82	0,30	0,37	0,55	0,22	0,60
Fe	1,13	0,31	0,48	0,94	1,20	1,78	1,72	2,11	0,60	1,58
Mn	55,77	59,62	55,62	56,58	56,45	57,38	58,88	47,51	57,15	51,17
Cr	0,00	0,00	0,12	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Ba	5743,00	2228,00	1558,00	4517,00	4588,00	5413,00	3940,00	4043,00	2986,00	5164,00
Log Ba	3,76	3,34	3,19	3,65	3,66	3,73	3,59	3,61	3,48	3,71
Fe\Mn	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,03
Log Fe/Mn	-1,77	-1,88	-2,10	-1,78	-1,67	-1,51	-1,53	-1,35	-1,98	-1,51
Fe/Ti	1111,11	0,31	0,11	0,92	1,00	0,94	0,67	129,73	118,92	11,63
al/alFe+mn	0,50	0,26	0,20	0,33	0,33	0,23	0,30	0,38	0,30	0,49
cu+co+ni*10	1590,00	850,00	1220,00	1370,00	1080,00	1580,00	1210,00	1570,00	1480,00	1560,00

Çizelge 1b. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin iz (ppm) element analizleri sonuçları.

Table 1b. Trace (ppm) element contents of the ore samples from Kuşkayası manganese deposit.

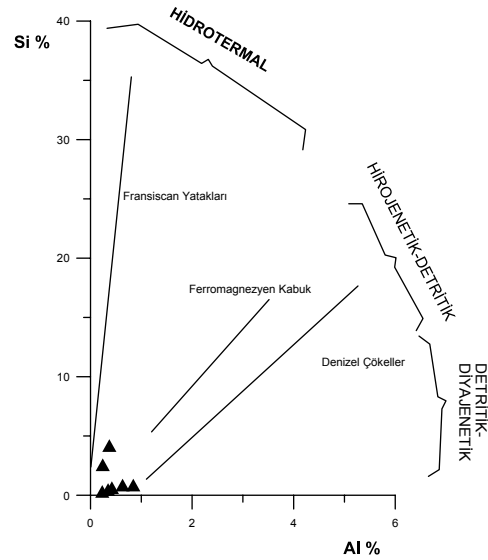
Si-Al diyagramında (Crear,1982) Kuşkayası Mn yatağı örneklerindeki Si değerlerinin oldukça yüksek olmasından dolayı, örneklerin hidrotermal alanda toplandıkları açıkça görülmektedir (Şekil 5). Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)x10 üçgen diyagramı sonuçlarında da örnekler, hidrotermal yataklara ait bölgede toplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 5. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin Bonatti ve diğ. (1976) Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)x10 diyagramı.

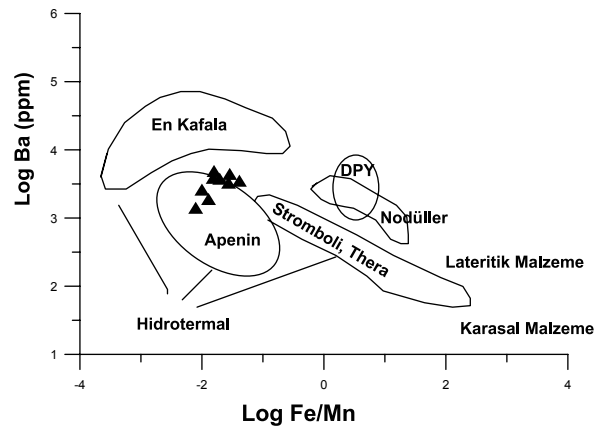
Figure 5. Bonatti et al. (1976) Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)x10 diagram of ore samples of Kuşkayası manganese deposit.

Bamba (1984), demir de içeren silisli oluşukların denizaltındaki volkanik aktivitelerin sonucunda oluştuğunu savunmaktadır. Alüminyumun ise başlıca tortulaşma sürecinde, kil minerallerinden itibaren geliştiğini belirtmiştir.



Şekil 6. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin Crear (1982) Si-Al diyagramı.

Figure 6. Crear (1982) Si-Al diagram of ore samples of Kuşkayası manganese deposit.

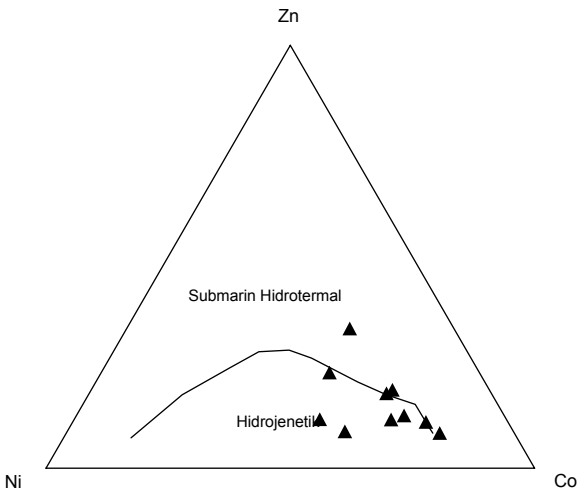


Şekil 7. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin Boström (1983) log Ba ve log Fe/Mn diyagramı.

Figure 7. Boström (1983) log Ba and log Fe/Mn diagram of ore samples of Kuşkayası manganese deposit.

Manganez cevherleşmelerindeki Ba içeriğinin de hidrotermal aktiviteye bağlı olarak arttığı bilinmektedir. Bu durumda Ba-Fe/Mn diyagramındaki örnek dağılımı incelendiğinde Kuşkayası manganezlerinin diğer hidrotermal Mn yataklarıyla aynı alana düştükleri görülmektedir (Şekil 7).

Mn-oksit yataklarının iki tipi Co,Ni,Cu ve Zn elementlerinin miktarlarıyla kolayca ayırtlanabilmektedir. Hidrojenetik yataklarda Co miktarı oldukça yüksektir. Buna karşılık Ni ve Zn değerleri ise hidrotermal yataklarda oldukça fazladır. Otlukbeli Mn örneklerini Zn-Ni-Co üçgen diyagramına uyarladığımızda, yatağın hidrotermal kökenli olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Kuşkayası manganez yatağına ait cevher örneklerinin Choi ve Hariya (1992) Zn-Ni-Co diyagramı.

Figure 8. Choi and Hariya (1992) Zn-Ni-Co diagram of ore samples of Kuşkayası manganese deposit.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kuşkayası manganez yatağının yataklanma şekli, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelendiğinde, hidrotermal kökenli bir maden oluşumu olduğu anlaşılmaktadır. Sadece inceleme alanında değil, tüm Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde bu tip cevherleşmelere rastlanmaktadır. Erzurum, Erzincan ve Sivas yörelerinde bulunan manganez yatakları katmanımsı şekillerde ve ofiyolitler ya da radyolaritler içinde; bölgenin kuzey kesimlerinde Karadeniz sahiline doğru olan bölgede ise Senoniyen yaşlı kırmızı rengine sahip biyomikritlerin arasında katmanımsı ve uzun merccekler şeklinde yerleşmişlerdir (MTA, 1965; Gedikoğlu ve diğ. 1985; Yalçınalp ve Taşhan, 1999). Saptanan verilere göre, Kuşkayası manganez yatağı, Apsiyen-Albiyen zaman aralığında oluşan ve yerleşen ofiyolitik karışığın içinde oluşmuştur. Denizaltı volkanizma aktiviteleri sırasında, deniz suyunun kırık ve çatlak zonlarından aşağı kesimlere doğru süzülmesi ve ortamda dolaşmasıyla oluşan asit ve indirgen karakterli hidrotermal eriyikler, çevre kayalardan aldıkları metalleri deniz tabanında bırakarak, radyolaritler içinde katmanımsı şekilli manganez cevherleşmelerinin oluşumuna neden olmuştur. Kuşkayası maden yatağı da damar, ağsal damarcık ve saçınım yapılarının tümünün görüldüğü bir hidrotermal aktiviteyi işaret etmektedir. Nisbeten yüksek ısıda oluşan braunit ve biksibit mineralleri de yükseltgen bir ortamda gelişmiş hidrotermal oluşumun göstergesidir. Jeokimyasal incelemelerde saptanan düşük Fe/Mn oranı, buna karşın Co a göre yüksek Ni ve Zn değerleri, günümüz denizaltı hidrotermal Mn oksit oluşumlarıyla büyük benzerlikler göstermektedir (Choi ve Hariya, 1992). Bamba (1984); ortamdaki Al un tortulaşmadaki kil minerallerinden itibaren

oluşturduğunu ve bu nedenle bir yataktaki çok düşük Al değerlerinin, o cevherleşmenin sadece hidrotermal aktiviteyle oluşabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Ba içeriğinin de hidrotermal olaylara bağlı olarak arttığı saptanmıştır (Boström, 1983). Buna göre bu yataktaki düşük Al ve yüksek Ba değerleri de hidrotermal oluşumu desteklemektedir. Geçmişte yatağı çalıştıranların ucuz işletme maliyeti için açık işletmeyi tercih etmesi ve şev eğimini, yamaç stabilitesini ortadan kaldıracak derecede açmaları nedeniyle, damarın kuzeybatı yamacı heyelan yapmıştır. Artık sadece kapalı işletme yöntemleriyle çalışılabilecek olan Kuşkayası maden yatağında, %42 Mn tenörlü 12.000 tondan fazla cevher bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977, Demirözü (Bayburt) ve Köse (Gümüşhane) Bölgesinin Jeolojisi. KTÜ Dok. Tezi, Trabzon.
- Akdeniz, N., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., 1997, Pulur Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektoniği (Bayburt-Doğu Pontidler). MTA Dergisi 119, 1-22.
- Altıparmak, S., Angılı, A. ve Can, A., 1982, Demirözü Permo-Karbonifer Yaşlı Birimlerin Çökel Ortamı ve Taşkömürü oluşumları. MTA Rap No: 298 (Yayınlanmamış) Ankara.
- Aslan, Z., 1998, Saraycık-Sarıhan Granitoidleri (Bayburt) ve Çevre Kayaçlarının Petrografisi, Jeokimyası ve Petrolojisiyle, Sarıhan Granitoidinin Jeokronolojik İncelenmesi. KTÜ Fen Bil. Ens.Dok. Tezi, 221 s. Trabzon.
- Bamba, T., 1984, The Tokoro Belt, a tectonic unit of the central axial zone of Hokkaido. Hokkaido University Scientific Journal Series 4,21-75.
- Bergougnan, H., 1987, Elides Geoloques dans l'est Anatolien, Universite P., et M. Curie Memories des Sciences de la Terre, these de doctorat etat, Paris, p.606.
- Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R. and Rydell, H.,S., 1976, Metalliferous Deposits Aphenine Ophiolites. Geology Society of America Bulletin, 87, 83-94.
- Boström, K., 1983, Genesis of Ferromanganese Deposits-Diacnoctic Criteria for Recent and Old Deposits: Rona, P., A., and etc. Ed., Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Center., Nato Conference Series IV, Marine Sciences,12, 473-489.

- Choi, J., H. and Hariya Y., 1992, Geochemistry and Depositional Environment of Mn-oxide Deposits the Tokkoro Belt, Northeastern Hokkaido, Japan. *Economic Geology*, 87, 1265-1274.
- Crerar, D.,A., Namson, J., Chyi, M.,S., Williams, L. and Feigenson, M.,D., 1982, Manganiferous Cherts of the Franciscan Assemblage: 1. General Geology, Ancient and Modern Analogues and Implications for Hydrothermal Convection at Oceanic Spreading Centers. *Economic Geology*, 77, 519-540.
- Gedikoğlu, A., Van, A., Eyüboğlu, I. ve Yalçınalp, B., 1985, Doğu Karadeniz Bölgesi Cevherleşmelerine Bir Örnek: Ocaklı(Maçka-Trabzon) Manganez Zuhuru. *Jeoloji Mühendisliği*, 25, 23-37.
- Korkmaz, S., ve Baki, Z., 1984, Demirözü (Bayburt) Güneyinin Stratigrafisi. *TJK Kurultayı Bülteni*,5, 107-115.
- MTA, 1965, Türkiye Manganez Yatakları. MTA Yayın,120, Ankara.
- Nicholson, K., 1992, Contrasting Mineralocigal – Geochemical Signatures of Manganese Oxides: Guide to Metallogenesis. *Economic Geology*, 87, 1253-1264.
- Okay, A. and Şahintürk, Ö., 1997, Geology of the Eastern Pontides, in A.G. Robinson ed., *Regional end Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*, American Association of Petroleum Geologist (AAPG) Memoir No.68, p.291-311.
- Oygür, V., 1990, Çayırılı (Haymana-Ankara) Manganez Yatağının Jeolojisi ve Kökeni Üzerine Görüşler. *MTA Dergisi*,110, 29-44.
- Özer, E., 1983, Bayburt yöresinin Jeolojisi ve Mikrofasies İncelemesi. KTÜ Yük, Lis. Tezi, Trabzon.
- Pelin, S., 1977, Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelemesi. KTÜ Yayın No: 87, 103 s. Trabzon
- Robinson, A., G., Banks, C.,J., Rutherford, M., M. and Hirst J. P. P., 1995, Stratigraphic and Structural Development of the Eastern Pontides Turkey. *Journal of the Gelocigal Society*, 152, 861-872.
- Rona, P., A., 1982, Polymetallic Sulphides at Seafloor Spreading Centers: A Global Overview, *Marine Thecnic Society Journal*, 16, 81-86.
- Roy, S., 1992, Environments and Processes of Manganese Deposition, *Economic Geology*, 87,1218-1236.
- Yalçınalp, B. ve Taşhan, E., 1999, Değirmendere Vadisi (Maçka-Trabzon) Manganez Cevherleşmelerinin Jeolojik Konumu, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı*, 215-222, Ankara.