

Türkiye'nin bazı radyoaktif cevherleşmeleri üzerinde mineralojik çalışmalar

Mineralogical study of some radioactive mineralisation in Turkey

NAMIK ÇAĞATAY, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ÖZ: Kasar ve Taş. harman (Köprübaşı) uranyum yatakları; Yeşilyurt (Alaşehir) uranyum belirtisi; Eskine, Çukurovası ve Asarcık (Şebinkarahisar) uranyum yatak ve belirtileri ile Beylikahır (Sivrihisar) nadir toprak - torvum - florit yatağından cevher örnekleri üzerinde mikroskopik, otoradyografik ve X - ışınları toz kamera kırınım yöntemleri ile mineralojik çalışmalar yapılmıştır.

Kasar ve Taşharman uranyum yatakları ve Yeşilyurt uranyum belirtisi Menderes Masifi metamorfiklerini örten Neojen yaşlı kırıntılı çökeller içerisinde konumlanmış, kumtaşı türünde cevherleşmelerdir. Kasar yatağı örneklerinde uranyum mineralleri olarak meta - autinit ve daha az olarak meta - torbernit izlenmiştir. Bu mineraller bir çakıltı - kumtaşı - miltaşı istifinde çakılların etrafını sarmış olarak ve hamur içerisinde saçılmış halde bulunur. Cevherleşme yer yer altta masifin şist ve gnayslarının çatlaklarında da izlenir. Bu çalışmada incelenen, Taşharman ve Yeşilyurt uranyum (cevherleşmelerinden alınmış örneklerde belli bir uranyum mineraline rastlanmamıştır. Taşharman örneklerinde sarı renkli sıvıların jarosit olduğu saptanmıştır. Yeşilyurt'ta bir radyoaktif dengesizliğin belirtileri uranyum minerallerinin enderliğine açıklık getirmektedir.

Şebinkarahisar yöresinde Çukurovası ve Eskine de incelenen örneklerde uranyum mineralleri olarak meta - autinit, metatorbernit ve meta - uranosit II saptanmıştır. Bu mineraller granitleri örten Eosen yaşlı kayalar içerisinde ve daha yaşlı olduğu sanılan silisleşmiş andezitlerin kırık ve çatlaklarında izlenmiştir. Yer yer yüksek radyoaktifite veren Asarcık kurşun - çinko cevherleşmesinden alınmış, sülfid minerallerince zengin, yüksek düzeyde radyoaktif bir cevher örneğinde uraninit izlenmiştir.

Beylikahır nadir toprak - torvum - f lorit - basit cevherleşmesi Tersiyer yaşlı alkali magmatizmaya bağlı olarak Paleozoik yaşında bir meta - tortul - volkanik karmaşık içinde tektonik breş zonlarında damar ve damar grupları şeklinde oluşmuştur. Bu cevherleşme örneklerinde kalsit, florit, barit ve nadir toprak minerali olarak bastnasit yanında psilomelan, limonit, dolomit ve az oranlarda apatit ve filogopit izlenmiştir. Önceki bir çalışmaya göre normal bir bastnasite göre toryumca daha zengin olan Beylikahır bastnasitleri, bu cevherleşmede ayırt edilen çok evreli cevherleşme işlemlerinin sonlarına doğru oluşmuştur.

ABSTRACT: Mineralogical studies on radioactive ore samples from the Kasar and Taşharman (Köprübaşı) uranium deposits, and Yeşilyurt (Alaşehir) uranium occurrence in Western Anatolia; Eskine and Asarcık uranium mineralizations in Şebinkarahisar district in the Eastern Black Sea Region, and Beylikahır (Sivrihisar) rare earth - thorium - fluorite deposit in Western Anatolia were carried out using microscopic, autoradiographic and X-ray powder camera diffraction techniques.

The Kasar and Taşharman deposits, and the Yeşilyurt occurrence are sandstone - type uranium mineralizations located in the Neogene fluvial and lake sediments. Meta - autinite and meta - torbernite are the only uranium minerals recognised in the ore samples from the Kasar deposit. These minerals occur as disseminations in the matrix, and as an envelope around the pebbles of the Neogene clastic series, and in places extend down into the fractures of the basement gneiss and schist. No uranium minerals were identified in a limited number of representative ore samples from Taşharman and Yeşilyurt mineralizations. Fine yellow coatings on some Taşharman conglomerate samples were found to be jarosite. Some indications of a radioactive disequilibrium in the Yeşilyurt uranium occurrence explains the scarcity of the uranium minerals.

In the Çukurovası and Eskine mineralization in the Şebinkarahisar district meta - autinite, meta - torbernite and meta - uranocircite II were identified. These minerals occur in a conglomerate - sandstone - siltstone unit of Eocene age, and in the fractures of a silicified andesite. Both of the uraniumiferous units overlie a granite, and are covered by the basalt and andesite flows.

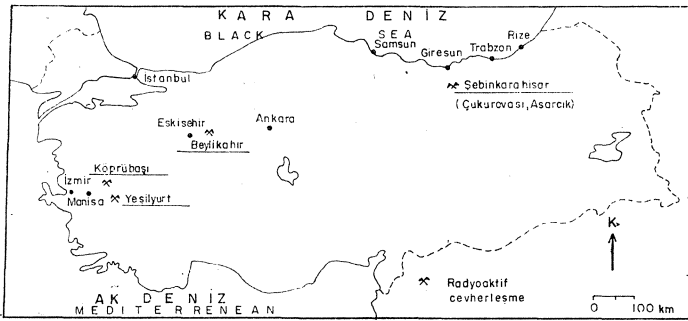
Uraninite was observed in a highly radioactive, sulphide rich sample from the the Asarcık lead-zinc mine in the Şebinkarahisar district.

The Beylikahır rare earth - thorium - fluorite deposit is related to the alkaline magmatism of Tertiary age and occur as veins and fissure zones located in tectonic breccia zones in the Paleozoic meta - sedimentary and volcanic complex. In addition to calcite, fluorite, barite, and bastnaesite as the rare earth - thorium mineral, psilomelane, limonite, dolomite, and in small quantities apatite and phlogopite were observed in the ore samples from this deposit. The bastnaesite from Beylikahır, which has been found to be more enriched in thorium than a normal bastnaesite according to a previous study, deposited in the final stages of a multiphase mineralization process.

GİRİŞ

Türkiye'nin değişik türde bazı radyoaktif cevherleşmelerinden, M.T.A. Enstitüsü Atom-Kömür ve Teknoloji daireleri elemanları tarafından alınmış, bu cevherleşmeleri simgeleyici özellikte cevher örnekleri çeşitli mineralojik ve petrografik yöntemlerle incelenmiştir.

Bu cevherleşmeler sırası ile, batı Anadolu'da Kasaç ve Taşharman (Köprübaşı) uranyum yatakları ve Yeşilyurt (Alaşehir - Manisa) uranyum belirtisi; Kuzeydoğu Anadolu, Şebinkarahisar yöresinde Çukurovası, uranyum yatağı ve Asarcık radyoaktif kurşun cevherleşmesi; Eskişehir yöresinde Beylikahır (Kızılaören) nadir toprak elementlertoryum - florit yatağıdır (Şekil 1).



Şekil 1 : İncelenen radyoaktif cevherleşmelerin yer buldu haritası.

Figure 1 : Location map of the radioactive mineralizations studied.

ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Radyoaktif cevherleşme örnekleri, petrografik ve mineralojik özellikleri ve sorunlarına göre binoküler, petrografik ve maden mikroskopisi çalışmaları yanında otoradyografi (autoradiography) ve X-ışınları kırınım yöntemleri ile incelenmişlerdir.

Bu çalışmada, radyoaktif minerallerin varlığını algılama ve dağılımını saptamada yararlı, kılın bir yöntem olan otoradyografinin daha hızlı bir türü; radyolaksografi (tradioluxography) kullanılmıştır (Dooley, 1958 ve 1977). Bu yöntemde fotoğraf filmi olarak röntgen filmi (Kodak No-Screen Film NS-5T); ve örneğin düzgün kesilmiş yüzeyi (veya parlak kesit yüzeyi veya üzeri kapatılmamış ince kesit yüzeyi) ile fotoğraf filmi arasına konulan ve radyoaktivite etkisi ile görünür ışın veren fosforesent film olarak da bir yüzü fosforesent çinko sülfidle kaplı asetat filmi kullanılmıştır. Adı geçen fosforesent film, radyoaktivite ile görüntü oluşum işlemini hızlandırmaktadır. Bu şekilde karanlık bir kutu içerisinde örneğin radyoaktivite şiddetine göre 2 saat ve 10 gün arasında bir süre ile örneğin ışınlamasına açık tutulan film, banyo işleminden sonra incelenmiştir.

Radyoaktif minerallerini kesin tanıma yöntemi olarak X - ışınları toz kırınım (X - ray powder diffraction) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile mikroskop altında ayırtlanmış mineraller toz haline getirildikten sonra bir Philips difraktometresinde 114,6 mm çapında bir kamera kullanı-

larak, 20 mA ve 40 kV koşullarında CuK_{α} ışınlaması ile ışınlanmışlardır. Banyo edilen filmlerden d - aralıkları hesaplanmıştır.

MİNERALojİK ÇALIŞMALAR

Bu bölümde dört ayrı cevherleşme sahasından alınan cevher örnekleri üzerinde yapılan mineralojik incelemeler ve sonuçları yanında bu cevherleşmelerin jeolojik konumları ile ilgili öz bilginin verilmesi gerekli görülmüştür. Kasar ve Taşharman (Köprübaşı) Uranyum Yatakları

Köprübaşı uranyum sahasında uranyum cevherleşmesi Menderes masifinin gnays ve şistleri üzerine gelen yatay bir Neojen istif içerisinde bulunur. Bu istif tabanda akarsu çökelleri ve üstte gölsel çökeller olmak üzere iki birimden oluşmuştur. Alt birim uranyum yönünden daha önemli olup, fazla devamlılık göstermeyen, yer yer mercer şeklinde çakıtaşı, kumtaşı, miltaşı ve çamurtaşı tabakalarının ardalanmasından oluşmuştur. Genel olarak rengi saumsı gri ve sarımsı yeşil olan bu birimin kalınlığı 100 metreye kadar ulaşır; yer yer çok az pirit ve çok ender olarak da organik karbon gerci içerir (King ve diğerleri, 1976). Üst birim Üst Miyosen yaşında, toplam 120 m ye kadar varan kalınlıkta ve tüf, kalker, andezit ile arakatlı, çoğun gevşek çakıtaşı, kumtaşı miltaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmuştur.

Kasar uranyum cevherleşmesi alt birim içerisinde bulunur. Kasar uranyum cevherinde yazar tarafından tanımlanan başlıca uranyum mineralleri meta-autinit ve meta-torbernitir. Bunlardan meta - autinit sarı veya açık yeşilimsi sarı renkte, çok küçük levhacıklar şeklinde olup daha sık ve bolca bulunur. Meta - torbernit ise mavimsi açık yeşil renkte olup levhacıklar halindedir. Bu mineraller çakılları kuvars, kuvarsit, şist ve gnays olan, ve daha çok kumlu bir hamura sahip çakıtaşıların çakıllarının yüzey ve çatlaklarında ve hamurun içerisinde tane aralarında izlenir. Ayrıca miltaşları ve kumtaşları içerisinde yer yer izlenen birkaç santimetre çapındaki çamurtaşı kırıntılarının yüzey ve çatlakları, ince çamurtaşı bantlarının üst yüzeyleri bu minerallerce zengindir. Metamorfik masifin genel olarak kuvars, feldspat, muskovit ve biyotitten oluşmuş şist ve gnayslarının ince çatlaklarında ve yapraklanma yüzeylerinde de bu mineraller yer yer zenginleşme gösterirler.

Taşharman uranyum cevherleşmesi alt birimin çakıtaşıları ve üst birimin tüfleri içinde konumlanmıştır (Nakoman, 1979); buna göre de çakıtaşı (veya konglomeratik) ve tüflü cevher olmak üzere iki cevher türüne ayrılmıştır. Bu iki cevher türünden alınan kısıtlı sayıda, ancak temsili örnekler üzerinde çalışmada belli bir uranyum minerali saptanamamıştır. Çakıtaşı türü cevherde sarı renkli sıvamaların jarosit (su içeren demir sülfatlar) olduğu saptanmıştır. Daha önceki çalışmalarda çakıtaşı türü cevherde meta-autinitin varlığı saptanmış genel olarak tüflü cevherlerde ise uranyum dahlite (sarı-beşaz renkte karbonat - apatit minerali) bağlı olduğu kaydedilmektedir. (Nakoman, 1979). Ayrıca Yılmaz (1980) jarosit ve vaylandit yönünden zengin örneklerde limon sarısı renkte şokingerit (schoekingerite). mineralinin varlığını saptamıştır.

Yeşilyurt (Alaşehir) Uranyum Cevherleşmesi

Yeşilyurt uranyum cevherleşmesinin jeolojik konumu Köprübaşı yataklarına çok benzer; uranyum anomalileri, metamorfik masifin gözlü gnays, mikaşist ve az kuvarsitten oluşmuş kayaçların üzerleyen ve genel olarak kuzey veya kuzeydoğuya 15° eğimli olan, Neojen istifinin alt birimini oluşturan akarsu çökelleri içerisinde bulunmaktadır (Aydmöz, 1976), bu birim gevşek, çapraz tabakalı kumtaşları, miltaşları ve bunlarla arakatlı çakıltaşı ve çamurtaşlarından oluşmuş olup, günümüzde de oluşumuna devam eden travertenlerle yer yer örtülüdür. Yeşilyurt uranyum sahası ile ilgili ayrıntılı jeolojik bilgi Aydmöz (1976) tarafından verilmiştir.

Yazarın demiryolu kuzeyinde, Tünel mevkiinde yapmış olduğu gözlemlere göre adı geçen Neojen birimi pirit ve organik karbon yönünden fakirdir. Piritçe zengin düzeyler oksitlenerek demir oksit boyaması ile belirginleşmiştir. Organik madde ise yer yer kalınlığı 2-3 cm, uzunluğu 10-20 cm olan, tabakalanmaya paralel yuva ve merccekler oluşturmaktadır. Ayrıca sarımsı gri, bazen de sarımsı kırmızı renkte oksitlenmiş miltaşları içinde çapı birkaç santimetre Fe olan yeşilimsi gri renkte, indirgenme özelliği gösteren yuvalar izlenir. En yüksek radyoaktivite demir oksitli, organik karbonlu ve indirgeme özelliği gösteren yuva ve bantlarda kaydedilmektedir. Ancak bu çalışmada Yeşilyurt sahasında belirgin bir uranyum minerali tanımlanamamıştır. Yukarıda adı geçen, yüksek radyoaktivite (15 000 cps ye kadar) veren kesimlerde uranyumun daha çok demir oksit ve organik karbon gibi maddeler üzerine soğurulmuş bir halde bulunduğu düşünülmektedir. Ayrıca Neojen istifinin bu yörede kuvvetle yıkanıp oksitlenmiş olması, büyük bir olasılıkla sahada yüksek derecede radyoaktif dengesizlik (radioactive disequilibrium) işaret etmektedir.

Şebinkarahisar Uranyum Yatak ve Zuhurları

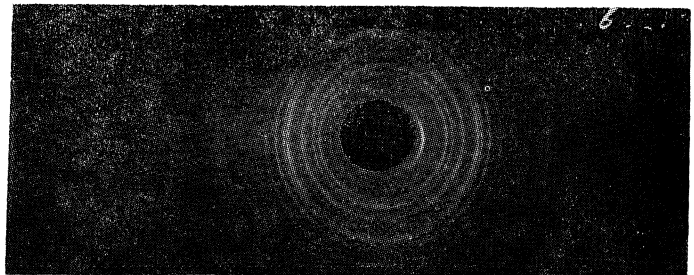
Şebinkarahisar yöresinde Çukurovası ve Eskine Yaylası sahalarında ekonomik olabilecek uranyum cevherleşmeleri ikincil uranyum - mineral yığılımları halinde bulunur. Cevherleşme Çukurovası'nda nummülitli, Eosen yaşlı kırıntılı çökeller içerisinde; Eskine'de ise çoğunlukla daha yaşlı bir andezitin kırık ve çatlak yüzeylerinde izlenmektedir (Örgün, 1972).

Çukurovası'nda uranyum içeren çökeller çakıltaşı, kumtaşı ve miltaşı aralanmasından oluşmuş olup, yer yer önemli oranlarda kil ve az oranlarda kömür içerirler. Örnekleri incelenen cevherli çakıltaşları, daha çok granit ve andezit çakılları içeren polimiktik konglomera türündedirler. Renkleri sarımsı gri renkte olan bu çökellerde en büyük çakıl boyutu 20 mm olarak izlenmiştir.

Cevherleşmiş andezitler porfiritik bir doku sergiler ve silisleşme gösterirler. Limonitle boyandıklarından kırmızımsı kahverenkdedirler. Gerek andezitler gerekse cevherli kırıntılı kayaçlar bir graniti örterler; kendileri de bazalt ve diğer andezit akıntıları ile örtülürler. Ancak örgün (1972), silisleşmiş cevherli andezitlerin granitten daha yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Şebinkarahisar yöresinde granitler de çeşitli kesimlerde nokta anomalileri şeklinde radyoaktivite sergiler. Bunlardan biri olan Asarcık eski kurşun - çinko madeni 1950 lerden beri bilinmektedir. Bu işletmeden alınmış granit örnekleri yer yer yüksek radyoaktivite gösterirler. Önemli derecede turmalinleşmeden ötürü mavimsi gri renkte olan bu granitler 5 mm çapında turmalin benekleri (güneşleri) içerirler. Turmalinleşme yanında ileri derecede serisitleşme ve yer yer de silisleşme sergiler ve az olarak saçılma şeklinde pirit içerirler. Turmalinler sarımsı kahverengi, yeşil ve koyu mavi renkte pleokroizma gösteren şorl-elbait (schorl-elbait) türünde olup; kayaç içinde iğneler ve turmalin güneşleri şeklindedir. Turmalinlerin yer yer mikroskopik kuvars damarları ile kesildiği izlenir.

Çukurovası ve Eskine cevher örneklerinde meta-autinit ve meta - torbernit gibi sık karşılaşılan ikincil uranyum mineralleri yanında daha ender bulunan, meta-autinit grubu minerallerinden baryum içerikli meta - uranosersit (meta - uranocircite) saptanmıştır (Şekil 2, Çizelge 1). Bu mineralin, Morton (1978) in X - ışınları kırılma verileri (Çizelge 2) göz önüne alındığında, su içeriğine (hidrasyon durumu) göre meta - uranosersit II olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 2 : Şebinkarahisar'dan meta - uranosersit II 'mineralinin tam büyüklükte X-ışınları toz kırınım resmi (Cu Ka ışınlaması; 114,6 mm çaplı kamera).

Figure 2 : X - ray powder diffraction pattern of meta - uranocircite II from Şebinkarahisar (Cu K α radiation; camera diameter 114,6 mm; fell size contact print).

Meta - autinit ve meta - torbernit ince yassı tabakalar biçiminde kristal ve kristal kümeleri halinde andezitin çatlaklarında ve kırıntılı kay açların (çakıltaşı, kumtaşı) çakıllarının yüzey çukurlarına yerleşmiş ve çakılların çevresini sarmış olarak, ve hamur içinde saçılmış halde bulunurlar.

Meta - uranosersit II, sarı renkte, tabaka biçimli kristal ve kristal yığınları olarak meta - torbernit ile birlikte, limonitleşmiş - silisleşmiş - andezitin çatlak düzlemlerinde izlenmiştir. Çoğunlukla meta - uranosersit, meta - torbernit; göre daha az oranlarda bulunmaktadır.

Çizelge 1. Şebinkarahisar (Giresun) ve Falkenstein (Saksonya) meta - uranoseritlerine ait X - ışınları toz kırınım verileri.

Table 1. X - ray powder diffraction data for meta - uranocircite from Şebinkarahisar (Giresun) and Falkenstein (Saxony).

Meta - uranoserit (Şebinkarahisar)		Meta - uranoserit (Falkenstein; Nuffield ve Milne, 1953)	
d	I	d	I
A		A	
8.55	100	8.19	70
5.40	60	5.37	60
4.93	40	4.90	30
4.23	70	4.21	60
3.61	90	3.58	60
3.49	50	3.38	100
3.22	60	3.21	20
2.91	40	2.91	30
2.69	5	2.67	5
2.60	10	2.59	40
2.43	5	2.41	5
2.37	10	2.35	10
2.19	20	2.18	20
2.13	10	2.12	10
2.09	10	2.08	7
2.02	40	2.01	40
1.94	10	1.924	30
—	—	1.883	5
1.81	5	1.796	30
1.74	20	1.741	30
1.656	20	1.676	5
1.595	20	1.589	50
1.566	5	1.559	10
1.519	20	1.518	50
1.375	10	—	—
1.341	20	—	—

Asarcık eski kurşun - çinko madeninden alınmış yüksek derecede radyoaktif bir cevher örneğinde bolluk sırasına göre arsenopirit, pirit, sfalerit, kalkopirit, galenit, uraninit, limonit, rutil ve markasit izlenmiştir. Uraninit, en büyük-

leri 25 mikron olan çok ince, öz biçimsiz veya yan özbiçimli tane ve tane yığınları olarak, daha çok kuvars gang içerisinde bulunmaktadır.

Eskişehir - Sivrihisar - Kızılcaören Toryum - Nadir Toprak Elementleri Florit - Barit Cevherleşmesi

Cevherleşme, Paleozoyik yaşlı killi ve serisitli şistler, fillit, kumtaşı ve volkanik kayalar karmaşığı içerisine yerleşmiş Tersiyer yaşlı alkali magmatizma ürünü olan alkali trakit ve fonolit türünde damar kayaları ile ilişkili olarak oluşmuştur (Kaplan, 1977). Tektonik breşleşme zonlarını izleyen cevherleşme, yer yer konsantrik dağılım gösteren damar grupları içerisinde dolgu ve breşlerin çimento malzemesinin bir kısmını oluşturmaktadır.

M.T.A. Enstitüsünün yapmış olduğu çalışmalar sonucu bu cevherleşmenin dünyanın bilinen en büyük toryum - nadir toprak elementleri yatağı olması yanında florit yönünden de önemli olduğu bilinmektedir (Kaplan, 1977).

Bu çalışmada cevherleşmeden alınmış temsili örnekler üzerinde otoradyografik, mikroskopik ve X - ışınları kırılma yöntemleri ile çalışmalar sonucu başlıca toryum - nadir toprak minerali olarak, daha sonra özellikleri tartışılacak olan bastnasit ((Th, REE*, Ca) CO₃, F₂) saptanmıştır. Ayrıca bazı örneklerde bol olmak üzere florit barit, kalsit, psilomelan; daha az oranlarda dolomit, limonit; çok az olarak rutil, zirkon pirit ve bir örnekte de apatit ve filogopit izlenmiştir. Tüm bu minerallerin hepsini bir arada, her zaman aynı oranda izlemek olasılığı çok azdır.

İncelenen cevher örneklerinin hepsi breşik bir yapıya sahiptir. Gerek cevherleşme öncesi ve gerekse cevherleşme sırasında çeşitli evrelerde breşleşmenin izlerine rastlanmaktadır. Ayrıca cevherleşme öncesi volkanik özellikteki yan kayaların breşleşmeden önce bir silisleşme aşaması geçirdiği, bu kayaların silisleşmiş parçalarının sık sık cevher damarları içinde izlenmesinden anlaşılmaktadır (Şekil 3 a).

Mikroskopik gözlemlere göre cevherleşme işlemlerini ve mineral oluşum sırasını şu şekilde sıralayabiliriz:

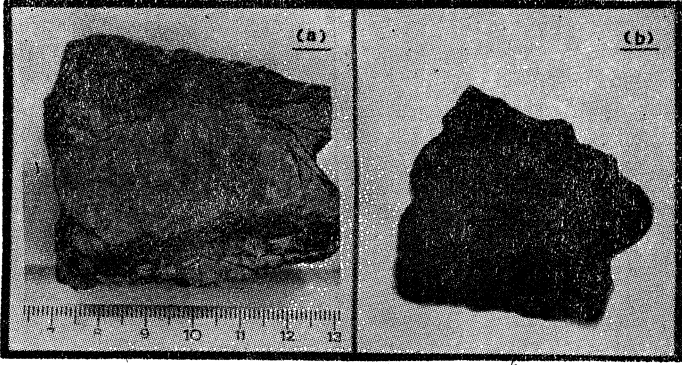
1. Yan kayaların silisleşmesi.

(*) REE : Nadir toprak elementleri

Çizelge 2. Uranoserit, meta - uranoserit I ve meta - uranoserit II minerallerine ait kuvvetli X - ışınları kırılma çizgileri (Morton, 1978).

Table 2. Strong X - ray powder diffraction lines for uranocircite, meta - uranocircite I and meta - uranocircite II (Morton, 1978).

Uranoserit Ba (UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ · 6H ₂ O		Meta - Uranoserit I Ba (UO ₂) (PO ₄) ₂ · 3H ₂ O		Meta - uranoserit II Ba (UO ₂) (PO ₄) ₂ · 6H ₂ O	
d (A)	I	d (A)	I	d (A)	I
10.10	60	8.93	100	8.55	100
5.10	100	3.73	80	3.61	100
2.04	100	5.48	70	5.39	70



Şekil 3 (a) Beylikahir nadir toprak - toryum - florit yatağında tektonik breş türü cevher örneği. Merkezdeki iri çakıl ve diğerleri silisleşmiş Mr volkanik kayacın parçaları olup, çoğunlukla kalsitten oluşmuş bir çimento ile bağlanmıştır. Çimento içindeki koyu renkte olan kesimler psilomelanın; açık renkli, çizgi şeklindeki kesimler bastnasitin yoğun olarak bulunduğu kısımlardır (Ölçekteki birimler cm dir).

(b) Aynı örneğin on gün süre sonunda oluşmuş otoradyografi, Açık renkli, radyoaktif kırınım karbonat çimento içindeki bastnasit yığımlarının bulunduğu yerleri göstermektedir. Bu kısımlar 3 (a) da çimento içindeki açık renkli çizgisel kesimlere karşılık gelmektedir.

Figure 3 (a) Tectonic breccia - type mineralized sample from the Beylikahir rare earth - thorium - fluorite deposit. The large pebble in the centre and the others are fragments of a silicified volcanic rock which is bound by a cement largely composed of calcite. The dark patches in the cement are psilomelane; the light streaks are the bastnaesite - rich parts (units on scale were in cms).

(b) The autoradiograph of the same sample after ten days of exposure. The white radioactive parts occur in the cement, and corresponds to the white, bastnaesite - rich streaks in 3 (a).

2. Breşleşme,
3. Barit ve Florit cevherleşmesi,
4. Breşleşme,
5. Demir (pirit ve piritten oluşan limonit) cevherleşmesi,
6. Manganez ve karbonat oluşumu,
7. Toryum - nadir toprak (cevherleşmesi).

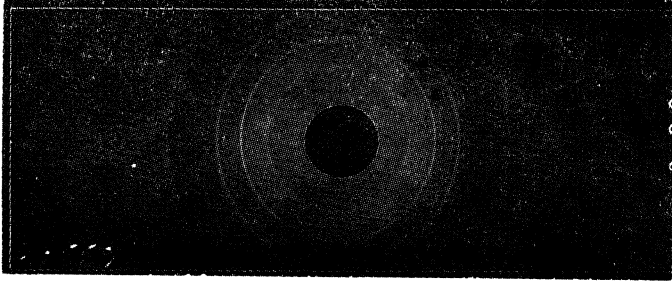
Şekil 3 b deki bir cevher örneğinin otoradyografisinden de görüldüğü gibi toryum-nadir toprak cevherleşmesi, breşleşmiş kayac ve mineral tanelerini çimentolayan mangan ve demir oksitlerin de eşlik ettiği bir karbonat (kalsit, az oranda dolomit) içerisinde bulunmaktadır.

Bastnasit. Karbonat çimentosu içerisinde çoğunlukla 20-30 mikron büyüklüğünde özbiçimsiz veya yan özbiçimli, eşit boyutlu tanelerin oluşturduğu kümeler halinde izlenir. Bu tanelerin petrografik mikroskop altında rengi yeşilimsi sarı olup, kırılma indileri 1.700 den daha büyük; çift kırılması yüksektir (kalsitten daha küçük). X-ışınları kırınım verileri Mountain Pass (California) bastnasitine çok benzemektedir (Çizelge 3, Şekil 4). Ancak Arda (1975 a) Beylikahir'dan değişik şiddette radyoaktivite veren örnekler üzerinde yaptığı mineral ayırma ve kimyasal analiz sonucu bastnasitlerin* toryum içerikleri yönünden genel olarak iki grupta toplandığını saptamış ve böylece değişik radyoaktivite şiddetlerini açıklamıştır. Arda (1975 a), kısmen zenginleştirilmiş örneklerden yüksek toryum içeren bastnasitlerin ortalama % 22.5; diğerlerinin yaklaşık ortalama % 4.5 toryum içerdiğini hesaplayarak saptamış; ve bu mineralin Beylikahir'da toryum oranına göre bir izomorf seri oluşturduğu sonucuna varmıştır. Halbuki Palacha ve diğerleri (1951; s. 290) tarafından derlenen dört ayrı bastnasit örneğinden sadece biri % 0.1 ThO₂ içermektedir. Aynı şekilde Heinrich (1958); s. 127) bastnasitlerde toryum oranını en çok %0.39 olarak vermektedir. Öte yandan Pavlenko ve diğerleri U965; Fleischer, 1965 de), Doğu Sibirya'dan alkali metasomatizma

Çizelge 3. Beylikahir (Eskişehir) bastnasiti ve Mountain Pass (California) bastnasiti (Glass ve diğerleri, 1958) ile Doğu Sibirya'dan torbastnasite (Pavlenko ve diğerleri, 1985; Fleischer, 1965 den) ait X - ışınları toz kırınım verileri.

Table 3 : X-ray powder diffraction data for bastnaesites from Beylikahir, Eskişehir and Mountain Pass, California (Glass et al. 1958), and thorbastnaesite from Eastern Siberia (Pavlenko et al., 1965; in Fleischer, 1985).

Bastnasit (Beylikahir)		Bastnasit (Mountain Pass)		Torbastnasit (Doğu Sibirya)	
d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I
4.85	50	4.88	40		
3.53	80	3.56	70	3.499	60
2.86	100	2.879	100	2.886	100
2.46	10	2.445	D		
2.054	60	2.057	40		
2.010	20	2.016	40	2.017	60
1.886	50	1.898	40	1.868	70
1.778	20	1.783	9		
1.667	40	1.674	21		
—	—	1.629	15	1.644	50
1.573	10	1.573	9		
1.439	10	1.439	11		
1.341	10	1.347	7		
1.295	20	1.298		1.275	60
1.274	10	1.277	7		
		1.204	6		
		1.180	9		
		1.156	11	1.160	50
				1.134	50



Şekil 4 : Beylikahır'dan bastnasit mineralinin tam büyüklükte X-ışınları toz kırınım resmi. Merkezden başlayarak üçüncü çizgi, kalsite ait en kuvvetli çizgidir. (Cu K_α ışınlaması; 114,6mm çaplı kamera).

Figure 4 : X-ray powder diffraction pattern of bastnasite from the Beylikahir deposit (Cu K_α radiation; camera diameter 114,6 mm; full size contact print).

ürünü, demirce zengin albitit içerisinde % 46.79 ThO₂ içeren bir bastnasit mineral türünün varlığını saptamış ve «torbastnasit (thorbastnaesite)» olarak adlandırmıştır (Çizelge 3). Bu yeni mineral ismi Colorado School of Mines'in hazırladığı uranyum ve toryum mineralleri çizelgesinde (Hounslow, 1976) yer almıştır. Pavlenko ve diğerlerinin (1965) çalışması, Arda'nın (1975 a) bastnasit mineralinin toryum içeriği açısından bir izomorf seri oluşturduğu yönündeki bulgularını desteklemektedir. Böylece Beylikahır'da bastnasitlerin toryum içeriği göz önüne alındığında normal bir bastnasite göre toryum yönünden daha zengin olduğu ve yer yer torbastnasite yaklaşım gösterdiği söylenebilir. Ancak bu konuda daha ayrıntılı bir X - ışınları kırılma çalışması ile birlikte, saflaştırılmış bastnasit örneklerinin toryum analizleri gerekmektedir.

Florit. Bazı örneklerde bol oranlarda (yaklaşık % 30), tane boyu 10 mm ye varan ve yer yer zonlu yapı gösteren mor renkli kristaller halinde izlenmektedir. İri kristaller parçalanmış ve daha sonra içinde bastnasit ve demir - mangan oksitlerinin de bulunduğu karbonat bir çimentoyla bağlanmıştır. Bazı cevher örneklerinde florit daha az oranlarda, bazen yeşil renkte küçük taneler halinde görülmektedir.

Barit. Özbiçimli ve yarı özbiçimli kristal veya kristal toplulukları halinde bulunmaktadır. Barit kristallerinin boyutları bazı örneklerde 6 mm ye kadar varmaktadır.

Psilomelan. Bazı cevher örneklerinde % 30 a kadar varan oranlarda bulunmaktadır. Yer yer jelimsi, koloidal dokular sergilemekte ve içlerinde çok az olarak pirolusit içermektedir.

Limonit. Çoğunlukla psilomelanla birlikte bulunur. Genel olarak piritin oksidasyonu sonucu bu mineralin yerini almış olarak (pseudomorph) ve bazen de boyamalar şeklinde karbonat çimento içinde izlenmektedir.

Apatit ve Filogopit. Karbonat çimento içinde küçük kristaller (yaklaşık ortalama 100 mikron) halinde görülmektedir.

Arda (1975 b) bastnasite ek olarak bu cevherleşmenin Gümüşlüdere kesiminde alınan bir kaç örneğinde brockite, (Ca, Th, REE) PO₄. H₂O mineralinin varlığını saptamış, ancak bu çalışmada incelenen örneklerde bu minerale rastlanmamıştır.

SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar sonucu radyoaktif mineral olarak, Kasar uranyum yatağında meta - autinit ve meta - torbernit; Şebinkarahisar Eskine ve Çukurovası uranyum yataklarında meta - autinit, meta - torbernit ve meta - uranosersit II ve Beylikahır nadir toprak - toryum - florit yatağında bastnasit tanınmıştır.

Bu çalışmada Taşharman ve Yeşilyurt cevher örneklerinde belli bir uranyum minerali saptanamamıştır. Ancak daha önceki çalışmalarda Taşharman uranyum yatağında meta - autinit, şokingerit (Yılmaz, 1980) ve tüflü cevher içinde dahlit (Nakoman, 1979) mineralleri tanınmıştır. Yeşilyurt'ta ise bir radyoaktif dengesizliğin belirtileri uranyum minerallerinin enderliğini açıklamaktadır.

Beylikahır'da bastnasitlerin ayrıntılı kimyasal analizleri ve bunlara koşut olarak X - ışınları kırınım verileri büyük ölçüde bastnasit - torbastnasit mineral serisinin (?) özelliklerine açıklık kazandıracaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) bursu ile Kanada'da Geological Survey'de (GSC) «Uranyum Yatakları» konusunda yapılan çalışmaların bir bölümüdür. Bu nedenle yazar adı geçen iki kuruluşa ve GSC Mineraloj Laboratuvarlarında kendisine X-ışınları kırınım ve otoradyografi çalışmalarında yardımcı olan Mr. A.L.Littlejohn ve Mr. A.C.Roberts'a teşekkür eder. Ayrıca yazar, bu çalışma için cevher örneklerini sağlayan M.T.A. Enstitüsü Teknoloji Dairesi'nden Dr. Utku Sağdıç ile Atom ve Kömür Dairesi'nden Sn. Hüseyin Kaplan ve Sn. İbrahim Çetintürk'e; Beylikahır cevherleşmesinin mineralojisi konusunda görüşlerinden büyük ölçüde yararlandığı Dr. Oğuz Arda'ya teşekkürü bir borç bilir.

Yazının ilk geliş tarihi : İ.9.1981

Yayma verildiği tarih : Ocak 1982.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arda, O., 1975 a, Mineralojik Rapor. M.T.A. Enstitüsü (Ankara) Radyoaktif Mineraller ve Kömür Şubesi, Atom Servisi Rapor No. 5/A (yayınlanmamış).

Arda, O., 1975 b, «Eskişehir - Beylikahır - Gümüşlüdere toryum» işaretle gelen numunenin mineralojik tetkik neticesi. M.T.A. Enstitüsü (Ankara) Teknoloji Şubesi Rapor No. 13/8554 (yayınlanmamış).

Aydmoz, F., 1976. Alaşehir - Yeşilyurt konsantrasyonlarının oluşumu ve çevrenin jeolojisi. M.T.A. Enstitüsü (Ankara) * Radyoaktif Mineraller Servisi Rapor No. 477 (yayınlanmamış).

- Dooley, J.R., Jr. 1958, The radioluxograph - a fast, simple type of autoradiograph : United Nations Internat. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy. 2nd, 3, paper No. 1762, 550 - 553.
- Dooley, J.R., Jr. 1977. Fast autoradiographs for localizing uranium with the radioluxograph. *Econ. Geol.*, 72, 727(abstr).
- Fleischer, M., 1965, New mineral names; *Amer. Mineral.*, 50, 1505.
- Glass, J.J., Evans, H.T., Jr., Carron, M.K., and Hilderbrand, 1958. Cerite from Mountain Pass. San Bernardino County, California. *Amer. Mineral.*, 43, 460 - 475.
- Heinrich, E. Wm., 1958, Mineralogy and geology of radioactive raw materials. McGraw - Hill, 654 s.
- Hounslaw, A.W. (derleyen), 1976, Mineralogy of uranium and thorium, a tabular summary, Colorado School of Mines Research Institute publ.
- Kaplan, H., 1977, Eskişehir - Sivrihisar - Kızılcacaören köyü yakın güneyi nadir toprak elementleri ve tordum kompleks cevher yatağı. *Jeoloji Mühendisliği*, 2, 29 - 34.
- King, J.W., Taucid, M., Frey, D., Basset, M., Çetintürk, 1. Aydmöz, F. ve Keçeli, B., 1976. Exploration for uranium in southwestern Anatolia. *Exploration for Uranium Deposits, Proc. IAEA, Vienna*, 501 - 528.
- Morton, R.D., 1978, The identification of uraniferous minerals. *Short Course in Uranium Deposits : Their Mineralogy and Origin*; M.M. Kimberley (ed), *Course Handbook, Min. Assoc. Canada, Toronto*, 3. 141 • 183.
- Nakoman, E., 1979. Radyoaktif Hammaddeler Jeolojisi. M.T.A. Enstitüsü (Ankara). Eğitim Serisi No. 20, 575.
- Nuffield, E.W., ve Milne, I.H., 1953, Studies of radioactive compounds : VI : Meta - uranocircite. *Amer. Mineral.*, 38,476 - 488.
- Örgün, N., 1972, Giresun - Şebinkarahisar civarının 1971 yılı detay prospeksiyon çalışmaları ve sondajlı uranyum aramaları. M.T.A. Enstitüsü. Radyoaktif Mineraller Serv. Rapor No. 437 (yayınlanmamış).
- Palache, C, Berman, C, ve Frondal, C, 1951, *Dana's system of Mineralogy*, 7. Baskı, John Wiley and Sons, Inc., Chapman ve Hall Ltd., London, Cilt 2, 1124 s.
- Yılmaz, H., 1980. Köprübaşı uranyum yataklarının icnezi. 34. T.J.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3 - 7 Mart 1980, Ankara; *Bildiri Özetleri*, s. 72.

