

PÜTÜRGE (MALATYA) MASİFİNDEKİ PİROFİLLİT YATAKLARININ JEOLJİSİ VE KÖKENİ

Ali UYGUN* ve Enis SOLAKOĞLU*

ÖZ.- Pütürge masifindeki pirofillit zuhurları düşük demir ve krom içerikleri nedeniyle giderek artan miktarlarda beyaz çimento üretiminde kullanılmaktadır. Pütürge güneyinde yaklaşık 15 km uzunluğunda bir kuşakta 25 dolayında pirofillit zuhuru saptanmış ve 10 ocak açılmıştır. Bazı kesimlerde yüksek alüminali distenli pirofillitlerin varlığı, pirofillitlerin masifin geçirdiği yeşilist fasiyesindeki ikinci "gerileyen" metamorfizma evresinde distenlerden dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Yüksek alüminali, serisitli, yüksek ve düşük silis modüllü ve düşük alkali içerikli olarak belirlenen beş ayrı tip pirofillit oluşumunun mineralojik ve jeokimyasal özellikleri tanımlanmıştır.

GİRİŞ

Talka benzeyen bir mineral olan pirofillit'in ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) Türkiye'deki varlığının ortaya çıkarılması 1970'li yılların başlarına uzanmaktadır. O dönemlerde küçük miktarlarda "talk" olarak üretilen pirofillit 1976 yılında maden kanunu kapsamına alınmıştır. Ancak yılda 2-3 bin ton dolayında üretilerek seramik ve refrakter sanayiine satılan pirofillit 1990'lı yıllardan itibaren önemli bir dönemeci aşmış ve Mersin'de kurulu ÇİMSA Çimento Sanayi A Ş'nin beyaz çimento üretiminde kaolen yerine pirofillit kullanmaya başlaması ile günümüzde 100-120 bin ton/yıl dolayında tüketilmeye başlamıştır.

Düşük demir ve krom içerikli Pütürge pirofillitinin kullanımı ile Çimsa'nın ürettiği çimentonun beyazlığı 90'a ulaşmış ve "Superwhite" tanımı ile Avrupanın en kaliteli beyaz çimentoları arasında yer almıştır. Kapasite açısından 1 milyon ton/yıl ile fabrika yine dünyanın en büyük beyaz çimento üreticisi konumuna erişmiştir.

US Geological Survey verilerine göre (Harben, 1999) talk ve pirofillit üretimi birbirinden ayrılamayan Çin dışında dünya pirofillit üretimi 2.2 milyon ton dolayındadır. Bu şekilde Türkiye dünyada pirofillit üreten 10 ülkenin arasında Japonya, Güney Kore, Brezilya ve Hindistan'ın hemen ardında yer almaktadır.

Uzakdoğuda pirofillit, serisit, kaolin ve kuvars karışımı kayaçlar "roseki" adıyla anılırken, Brezilya'da pirofillit, serisit, diasporit, dişten, kuvars karışımlarına "agalmatolit" adı verilmektedir. Güney Afrika'da da pirofillit, kloritoid, rutil ve epidotlu karışımlar "wonderstone" olarak adlanmaktadır (Harben, 1999).

Bu makalede yazarlar Malatya-Pütürge'de son 10 yıl içinde pirofillit arama ve üretim aşamalarında yürüttükleri çalışmalarda pirofillit oluşumlarının konumu, bulunuşu, özellikleri ve kökeni üzerine edindikleri gözlem ve verileri aktarmaya çalışacaklardır. Değerlendirmeler fotojeoloji, jeolojik haritalama, karotlu ve "ters sirkülasyon" toz sondajlarının yanı sıra bir dizi jeokimyasal ve mineralojik laboratuvar araştırmasına dayanmaktadır.

* ÇİMSA Çimento Sanayi A.Ş.. Mersin.

PÜTÜRGE PİROFİLLİTLERİNİN JEOLJİSİ VE DAĞILIMI

Bölge ile ilgili ilk araştırmalarda Danış (1978) pirofillit oluşumlarını pirofillitli şist düzeyi olarak nitelendirerek kuvarslı serizitli şistler ile turmalinli şistler arasında yerleştirmektedir. Cornish (1983) Malatya'da dasitik tüflerin hidrotermal alterasyonu ile oluşmuş 3 tip pirofillit varlığını bildirmektedir. Pütürge masifindeki pirofillit varlığı Yazgan (1984) ve MTA (1986) 1/100 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası serisinde yayınlanan Malatya 1-27 paftasında "turmalince zengin ortognays biriminde makaslanmanın etkin olduğu kesimlerde gelişen pirofillit, dişten, diaspor toplulukları" olarak belirtilmiştir. Erdem ve Bingöl'e göre (1997) ise pirofillitler Pütürge masifinin alt ve üst birliği arasındaki makaslanma zonunda gelişmişlerdir.

Gözlü gnays, amfibolit-prazinit, pelitik kökenli mikaşist, ortognays ve mermer gibi birimlerden oluşan Pütürge masifinde 70-85 milyon yıl dolayında radyometrik yaşlar verilmektedir (MTA, 1986). Masifin çekirdeğini oluşturan gözlü gnays birimi ile yaygın amfibolitler masifin güney yarısında, Babik çayı ile Tepehan arasındaki kesimde yer almaktadır. Pirofillitlerin yoğun olarak gözleendiği Pütürge güneyindeki kesimde ise ortognays ve mikaşistler izlenmekte, karbonatlar daha çok Pütürge kuzeyinde yer almaktadır (MTA, 1986).

Pütürge masifinde pirofillit oluşumları doğu uçta Pütürge'nin yaklaşık 6 km güneydoğusunda Karataş tepe dolayından başlayarak Yıldırım tepe güneyine, Keşen tepeye, Babik köyü kuzeyine, Ümik tepe, Şahantaşı tepe, Sınık tepe, Aytez tepe, 1407 rakımlı tepe ve Vaktik tepeye doğru yaklaşık K60B doğrultulu ve aralıklarla 10 km dolayında bir uzanım göstermektedir. Vaktik tepe batısında zuhurlar dağılarak güneyde Keşen tepe, Kösemustafa tepe, Hopan sırtları, Cünütü tepe, kuzeyde ise Kütüreş tepe, Güreş tepe, Tümbelek tepe batısı ve Şiro çayı doğusundaki zuhurlar

ra ulaşarak son bulmaktadır. Pütürge çevresindeki ana kırık sistemleri ve pirofillit zuhurlarının konumu Şekil 1 deki haritada özetlenmiştir. Bu zuhurlar üzerinde son 10 yıl içinde açılan ocaklar şunlardır:

- Karataş tepe-imrün ocağı (1)
- Keşen tepe (2)
- Ümik tepe (3)
- Aytez tepe (4)
- 1407 rakımlı tepe (5)
- Batı Vaktik tepe (6)
- Doğu Vaktik tepe (7)
- Kösemustafa tepe (8)
- Güreş tepe (9)
- Mukul dere (10)

Pirofillit zuhurları çeşitli boyutlarda merccek görünümündedir. Mercceklerin tabanında genelde ortognays, ya da çift mikalı şistler, yan kaya olarak da muskovitli ya da serisitli şistler gözlenir. Bazen pirofillit zuhurları ile birlikte rastlanan kuvarsit kütleleri daha çok filon tipi kuvars oluşumlarıdır. Gerek bu kuvars kütlelerinin, gerekse seyrek rastlanan turmalinli şistlerin pirofillitlerle stratigrafik ilişkisi saptanamamıştır.

Aynı şekilde Vaktik tepe, Keşen tepe gibi kırık ya da makaslama zonlarına yerleşmiş pirofillit zuhurları olduğu gibi, Ümik tepe, Sınık tepe gibi yapısal unsurlarla ilişkisi görülemeyen pirofillit oluşumları da mevcuttur. Bu durum pirofillitin yapısal kontrolden çok, sonraki bölümde açıklanacağı gibi retrograd metamorfizma ile ilişkisine dayanmaktadır.

Mercceklerin boyları Vaktik tepe örneğinde toplam 600 m ye, Keşen tepede 400 m ye varmakta, genişlikler 20-50 m arasında değişmektedir. Derinlikler en çok 20-30 m civarında olup, sondajlarda kesilen en büyük pirofillit kalınlığı 39 m ile Ümik tepe kesiminde olmuştur.

PIROFİLLİT OLUŞUMLARININ MİNERALOJİSİ VE JEOKİMYASI

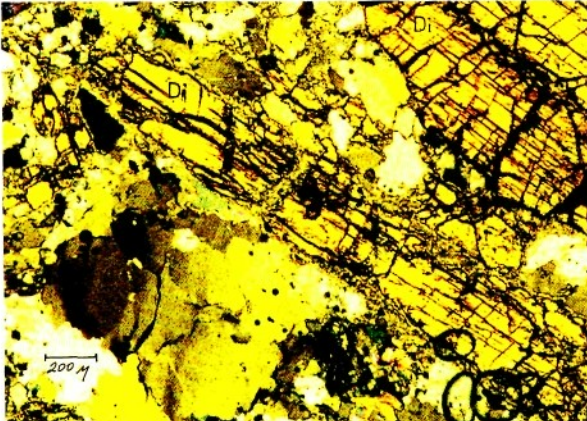
Pütürge pirofillit zuhurlarında izlenen ana mineraller pirofillit ve kuvarstır. Bunlara yer yer dişten, muskovit, serisit, illit, kaolinit, dikkit ve alünit eşlik eder. Pirofillit çoğunlukla gri, yeşilimsi gri, grimsi beyaz renklerde, yağimsı, ancak yapraksı değil de mat görünümlüdür, ince taneli kuvarsla birlikte oluşu kayaca daha sert bir görünüm sağlar.

Pirofillitte teorik olarak % 28.3 Al_2O_3 mevcuttur. Ancak yapılan ilk araştırmalarda Batı Vaktık tepe yarmalarında % 30.52 oranında Al_2O_3 belirlenmesi üzerine bu alümina fazlalığı araştırılmış, mikroskop ve XRD çalışmaları ile dişten varlığı saptandıktan sonra yapılan mikroprob analizlerinde dişten kristallerinde % 60-62 dolayında Al_2O_3 ölçülmüştür (Uygun, 1995). Şekil 2 deki mikrofotoda verilen distenlerle ilgili gözlemler, pirofillitin distenden retrograd metamorfizma sonucu oluştuğunu yorumlamada belirleyici olmuştur. Pirofillit oluşumları genelde iki gruba ayrılmaktadır (Cornish, 1983). Kırık zonları boyunca asidik volkaniklerin hidrotermal akışkanların etkisiyle alkali ve demir kaybı sonucu yer yer pi-

rofillite dönüştüğü hirtodermal oluşumlar ilk grubu oluşturur. Bunlara başlıca örnekler olarak Japonya pirofillitleri porfir ve liparitlerden, Güney Kore pirofillitleri- kuvarsporfir ve trakiandezitlerden, ABD Kuzey Carolina, pirofillitleri riyolitik volkanitlerden, Avustralya pirofillitleri ise riyolitik piroklastiklerden oluşmuş yataklardır.

Diğer grubu oluşturan metamorfik kökenli pirofillitler ise Brezilya örneğinde olduğu gibi şistlerle birlikte bulunan, podiform, metamorfizmaya uğramış, volkanik tüf, kül kökenli oluşumlardır.

Özellikle pirofillit ile birlikte distenin varlığı, pütürge pirofillitlerinin metamorfik kökeni açısından belirleyicidir. Pütürge masifinde ilki amfibolü fasiyesinde ilerleyen, diğeri yeşilist fasiyesinde gerileyen iki metamorfizma olduğu Yazgan (1984) ve MTA (1986) tarafından daha önce bildirilmiştir. Bu şekilde granitler ve bunların eşleniği volkanitlerdeki kaolen ya da yüksek alüminalı tüflerden ilk evrede dişten oluştuğu, retrograd (gerileyen) aşamada ise distenlerin pirofillite dönüştüğü yorumlanmaktadır.



Şek. 2- Batı Vaktık tepe ocağı pirofillitlerinde disten (Di) varlığını gösterir mikrofoto.

Bucher ve Frey (1994) retrograd evrede 300°C sıcaklıkların üzerinde kaolinitin, 400°C sıcaklık ve 4 kbar altındaki su basıncında ise disten+kuvarsın pirofillite dönüştüğünü belirlemiştir. Kuvarsın gerek pirofillit, gerekse dişten ile birlikteliği, ayrıca zaman zaman pirofillit oluşumları ile beraber izlenen silis kütlelerinin varlığı, bu evrede ortalama 400°C sıcaklıklarda dönüşümlerin söz konusu olduğunu göstermektedir.

Öte yandan pirofillit oluşumlarının masif üzerindeki dağılımları da bunların bulunuşlarının salt bir makaslama zonu ile açıklanamayacağını, daha çok ilksel yüksek alüminalı kayaç ve retrograd metamorfizma sonucu geliştiklerini düşündürmektedir. Nitekim pirofillitler bir makaslanma zonunda izlenmesi gereken foliasyona dahi sahip olmamalarının yanı sıra, masif üzerindeki konumları da alt ve üst birlik arasındaki dokanaklarla da ilişkili görülmektedir.

izlenen diğer aksesuar minerallerden muskovit ve serisit zaman zaman daha belirgin zonlar oluştururlar. Örneğin Keşen tepe ocağında muskovitli kenar zonları, Ümik tepe ve 1407 rakımlı tepede ise serisitli pirofillitler gelişmiştir. Bu tip cevherlerde XRD'de illit varlığı da izlenir.

Kaolinit ve dikkit nisbeten enderdir ve bunlar büyük olasılıkla ikincil ezilme ya da hidrotermal aktivite zonlarında pirofillit hesabına gelişmiş mineralizasyonlardır. Pütürge'nin 10 km batısında, Şiro çayı vadisinden geçen Doğu Anadolu Fayı'na (DAF) saplanan çok genç makaslanma sistemlerinin içinde de bu tür kaolinitik küçük çaplı alterasyonlara rastlanmaktadır.

Pütürge pirofillitlerinin başlıca özelliği ortalama % 0.2 nin altında demir içermeleri nedeniyle pişme renklerinin beyazlığıdır. Ayrıca yine beyaz çimentoda kullanım açısından kritik olan krom 100 ppm, mangan ise 10 ppm'den küçük değerlerle kritik limitlerin oldukça altında kalırlar.

Doğu Vaktik tepe ve Sınık tepe ocaklarında izlenen alünilleşme de yine sekonder

kökenli olup, ölçülen SO_3 değerleri en çok % 4.8 e ulaşmaktadır. Pirofillitlerden mevcut ortalama % 0.5 düzeyindeki TiO_2 ise rutil ya da sfen gibi minerallere dayanmaktadır.

Yürütülen arazi etütleri, sondaj çalışmaları ve üretimden elde edilen verilerin XRD kimyasal analiz, mikroskopi ve XRD ile denestirilen sonuçlarına göre Pütürge masifinde Çizelge 1 de tipik analizleri verilen aşağıdaki başlıca 5 tip cevher tanımlanmıştır:

A) Yüksek alüminalı pirofillitler.- Bunların Al_2O_3 -miktarları % 28 ve üzerindedir. Başlıca bol dişten içerirler. Batı Vaktik tepe ve Ümik tepede rastlanan bu cevherlerle alümina yer yer % 38 e kadar varır. Dolayısı ile kayacın yaklaşık % 40 ı distenden oluşmaktadır. Aytez tepe sondajlarında % 40.1 e varan Al_2O_3 değerleri saptanmıştır.

B) Silis modülü düşük pirofillitler.- Alümina değerleri % 20-25 civarında değişir. Bu şekilde silis modülü ortalama 2.5-3 değerine ulaşır. Ümik tepe, Şahantaşı tepe ve 1407 rakımlı tepede yapılan sondajlarda sınırlı miktarlarda kesilmiş bu pirofillitlerde distene pek rastlanmaz.

C) Yüksek silis modüllü pirofillitler.- Al_2O_3 içerikleri % 15-18 arasında değişen ilksel olarak da kuvarslı pirofillitlerdir. Karataş tepe-İmrün ocağı, Keşen tepe, 1407 rakımlı tepe gibi kesimlerde gözlenen bu tip cevherlerde silis modülü (SM) 4-5 dolayında izlenir ve beyaz çimento üretiminde doğrudan kullanılan cevherleri oluştururlar.

D) Serisitli pirofillitler.- Bir miktar alkali (ortalama % 2-4 K_2O) içeren serisitli pirofillitler yine Keşen tepe ocağı, Ümik tepe ve 1407 rakımlı tepede izlenir. Bunlar oldukça şistli görünümüne sahiptir ve ilksel olarak feldispat içeriklidir.

E) Düşük alkali içeren pirofillitler.- Doğu Vaktik tepe ocağında izlenen bu tip cevherler yüksek silisli pirofillitlerden çok düşük alkali içerikleri ile (max. % 0.5) ayrılabilir.

Çizelge 1- Pütürge masifinde başlıca 5 tip pirofillit cevherinin tipik kimyasal analizleri;

A) Ümik tepe (9 nolu sondaj), B) Şahantaşı tepe (5 nolu sondaj), C) Keşen tepe ocak üretimi, D) 1407 rakımlı tepe ocak üretimi, E) Doğu Vaktik tepe ocak üretimi

	Tip A (Yüksek alüminalı)	Tip B (Düşük silisli)	Tip C (Yüksek silisli)	Tip D (Serisitli)	Tip E (Düşük alkali)
SiO ₂	54.5	64.4	74.9	77.7	75.8
Al ₂ O ₃	37.9	25.6	17.4	15.6	16.2
Fe ₂ O ₃	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
K ₂ O	0.5	0.9	1.1	2.8	0.3
Na ₂ O	0.1	0.3	0.6	0.1	0.1
SO ₃	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
TiO ₂	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
Cr (ppm)	100	120	58	55	69
Mn (ppm)	7	4	1	10	9
AK	2.6	4.7	2.7	3.2	5.0
SM	1.4	2.5	4.2	4.9	4.6

Aslında bir refrakter olan Pirofillitte ergime noktası 1200°C, "agalmatolit" ve "wonderstone" gibi karışımlarda 1530°C, hatta 1630°C olarak verilir. Ancak buna karşın Pütürge pirofillitinin fırın sıcaklıklarında kolay reaksiyona girmesi, hem düşük sıcaklık kuvarlarının varlığına, hem de flor ve bor gibi "fluxergitici" iz elementlerine sahip olmasına bağlanmaktadır.

Pirofillitin fiberglasda kullanımına yönelik çalışmalarda 1500 ppm dolayında saptanan flor büyük olasılıkla apatit kökenlidir. Yine granitik gnayslarla birlikte bulunan pirofillitlerdeki bor varlığı da mikroskobik araştırmalarda gözlenen aynı parajenezdeki turmalin ve hatta dumortierit (Al₂[O₃/BO₃/(SiO₄)] varlığına dayanmaktadır (C. Göncüoğlu, 1995, sözlü bildirim). Özellikle Hollan dere zuhurunda turmalinli pirofillitlere rastlanılmıştır.

SONUÇLAR

İlki amfibolit fasiyesinde ilerleyen, ikincisi yeşilşist fasiyesinde gerileyen iki metamorfiz-

maya sahne olan Pütürge masifinde D-B yönünde yaklaşık 15 km uzanımlı bir kuşakta 25 dolayında pirofillit zuhuru belirlenmiştir, ilksel olarak yüksek alüminalı tuf, kil ya da kaolenlerin disten oluşumuna yol açtığı, gerileyen (retrograd) koşullarda ise disten pirofillit dönüşümünün gerçekleştiği mineralojik ve jeokimyasal bulgulardan anlaşılmaktadır.

Düşük demir ve krom içerikleri nedeniyle giderek artan miktarlarda beyaz çimento üretiminde kullanılan pirofillitler, Mersin'de kurulu Çimsa fabrikasında "Superwhite" olarak nitelendirilen, beyazlığı 90 civarında olan Avrupa'nın en nitelikli beyaz çimento ürünlerinin üretilmesine olanak sağlamaktadır. Mineralojik ve jeokimyasal özelliklerine göre 5 tipe ayrılan Pütürge pirofillitlerinin ötomüzdeki yıllarda ticari değeri daha yüksek seramik, refrakter, fiberglas, dolgu, kâğıt, plâstik sektörlerine de hitap eden ürünlere dönüştürülmesi, ülke ekonomisi açısından daha büyük önem taşıyacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bucher, K. ve Frey., M., 1994, Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 318 s., Berlin.
- Cornish. B.E., 1983, Pyrophyllite'. in Industrial Minerals and Rocks. Volume 2, AIME, New York.
- Danış, M., 1978, Malatya-Pütürge-Babik çevresindeki pirofillit zuhurları, MTA Rap. 6477 (yayımlanmamış).
- Erdem, E. ve Bingöl, A.F., 1997, Pütürge (Malatya) masifindeki gnaysların petrografik ve petrolojik özellikleri: Selçuk Üniv. Müh. Mim. Fak. 20. Yıl Jeol. Semp. Bild. 217-227.
- Harben, P.W., 1999, The Industrial Minerals Handy Book, 3. Edit. 296 s, Londra.
- MTA, 1986. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi, Malatya I-27 paftası. Ankara.
- Uygun, A.. 1995, Çimsa-Malatya-Pütürge AR-59827 ve ÖIR-4002 nolu ruhsat sahaları Jeolojik etüdü: Geosan Rap. 786, (yayımlanmamış).
- Yazgan, E., 1984, Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region: Geol. of the Taurus Belt Proc, 199-208, MTA, Ankara.
-