

ÇİNE ASMASİFİ (GB-ANADOLU) ALBİT YATAKLARININ JEOLJİSİ VE KÖKENİ

Ali UYGUN* ve Ahmet GÜMÜŞÇÜ**

ÖZ.- Menderes masifinin en güney ucunu oluşturan Çine asmasifinde 250 kadar albit zuhuru bilinmekte ve yılda 1.7 milyon ton dolayında üretim yapılmaktadır. Bölge Pan Afrikan-Prekambriyen yaşlı bir intrüziif kompleks ile kaplıdır. Albit zuhurları KKD gidişli tektonik hatların içine yerleşmiş iksel pegmatitik oluşumlardır. Bu makalede bölgedeki genç intrüziif yapılarla da işaret edilmekte, albit oluşumunun Alpin metamorfizma ve metasomatizma ilgisine de tartışılmaktadır. Albit zuhurlarının boyut ve geometrileri ile petrolojik özellikleri açıklanmakta, muhtelif ticari ürünlerin nitelikleri sıralanmaktadır.

GİRİŞ

Menderes masifinin güney kenarında yer alan albit yatakları son 10 yıl içinde büyük boyutta bir üretim sahne olmaktadır. Bu şekilde Türkiye dünyanın en büyük feldispat üreticisi ülkelerinden birisi konumuna erişmiştir.

Albit zuhurları 1950 lerden beri bilinmekte birlikte ilk üretimi 1960 lı yılların sonunda cam sanayiinde kullanımları ile başlamıştır. 1980 li yıllardan itibaren giderek genişleyen albit üretimi Çine-Milas-Söke-Yatağan-Kapruzlu bölgelerine yayılmıştır.

Çine asmasifi olarak tanımlanan bölgede 250 dolayında feldispat zuhuru bilinmektedir. Bunların yaklaşık 100 kadarı yazarların çalışmalarını sürdürdükleri firmaların ruhsat alanları içinde yer almaktadır. 1987 yılından bu yana Milas'ta faaliyetini sürdüren tesis ile birlikte yaklaşık 15 oaktan yılda;

600 bin ton ham cevher

25 bin ton öğütülmüş cevher ve

225 bin ton flotasyon ürünü

olmak üzere 850 bin ton albit üretim kapasitesine erişmiş durumdadır.

Yazarların da son yıllarda katıldıkları ve burada sonuçlarını sergiledikleri arama çalışmaları uydu görüntüleri, fotojeoloji, prospeksiyon, jeolojik haritalama, karotlu ve toz sondaj, yarma vb. saha araştırmaları ile bir dizi laboratuvar ve teknolojik çalışmayı kapsamaktadır. Bu makadele albit arama ve üretimi kapsamında edinilen bölgesel ve yerel jeoloji, albit zuhurlarının kökeni, geometrisi, mineralojisi ile bu özelliklerin kalite unsurlarına olan etkileri ile ilgili veri ve bilgiler aktarılacaktır.

ALBİT YATAKLARININ JEOLJİSİ

Batı Anadolu'da yer alan ve kuzeyde İzmir-Ankara Neotetis kuşağı ve güneyde Likya napları arasında kalan Menderes masifinde 1950 li yıllardan başlayarak günümüze kadar süren jeolojik araştırmalar geniş biçimde Candan ve Dora (1998) tarafından özetlenmiştir. Buna göre Menderes masifi ana hatları ile çekirdek olarak nitelendirilen bir Pan Afrikan temel ile onu üzerleyen Alt Paleozoyik-Paleosen yaşlı örtü serilerinden oluşmaktadır. Çekirdek serileri başlıca kırıntılı Sedimanter kayalar, asidik volkanitlere dayanan leptitgnays ve migmatitler ile bunları kesen metagranit ve metagabrolardan oluşmaktadır. Metasedimentlerden oluşan örtüde ise alt düzeylerde kırıntılılar, üst kesimlerde karbonatlar hakimdir (Candan ve Dora, 1998).

Menderes masifinin pelimetamorfik tarihçesi Satır ve Friedrichsen (1986), Holm ve Reichmann (1996) ve Candan ve Dora'nın (1998) çalışmaları ile iki ana grupta toplanabilir:

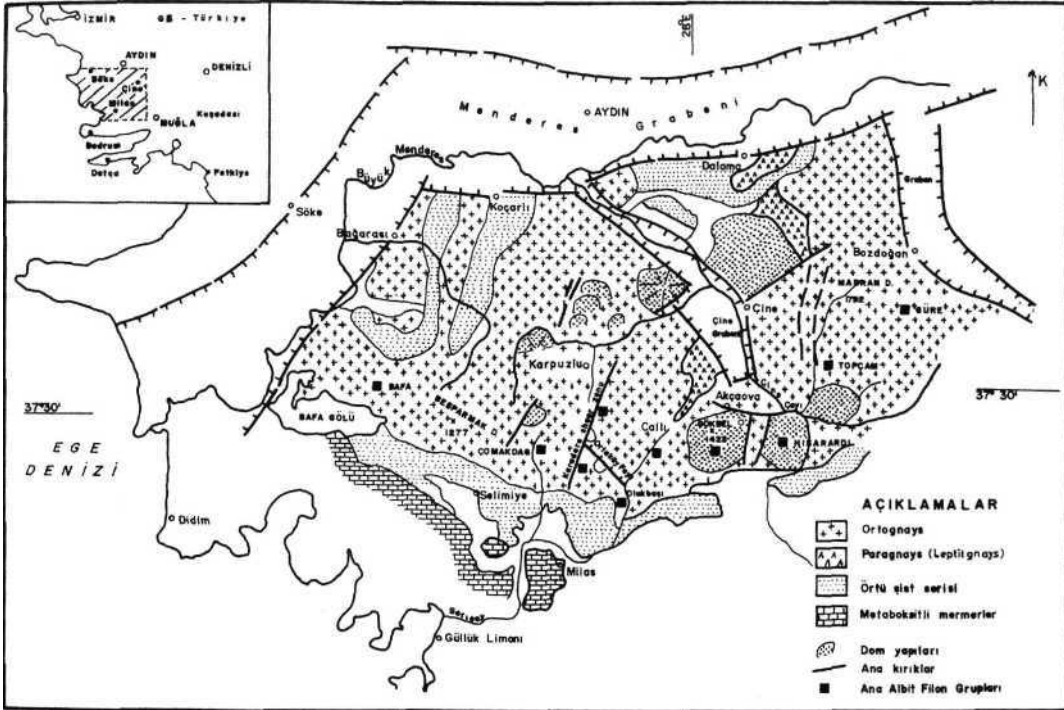
a) Prekambriyen çekirdeğe ait zirkon yaşlarına dayanan (-550 my) yüksek sıcaklık granülit-yüksek basınç eklojit fasiyesi,

b) Tersiyer yaşlı, mikalara dayanan {43-37 my) yüksek basınç epidot/mavişist/eklojit fasiyesi.

Menderes masifinin Büyük Menderes Grabeni'nin güneyinde kalan bölümü Çine asmasifi olarak tanınmaktadır. Albit yatakları Çine asmasifinin özellikle güney kesiminde yaygındır (Şek. 1). Bölgede zengin albit oluşumlarını ilk kez Graciansky (1965) işaretlemiş ve Karadere kuşağını "muskovitli, ince taneli, yer yer kaolenleşmiş albit gnays" olarak nitelendirmiştir. Çine asmasifi dışında kuzeyde Nazilli-Beydağ-Buldan kesimlerinde de albit zuhurları bilinmekte birlikte bunların gerek rezerv, gerekse kalite açısından fazla önemi yoktur.

* Eczacıbaşı-Esan A.Ş. Üsküdar-İstanbul.

** Esan Bölge Müdürlüğü, Milas-Muğla.



Şek. 1- Çine asmasifinin jeoloji haritası. Bazı dokanaklar Candan ve Dora'dan (1998) aktarılmıştır.

ÇİNE ASMASIFİ ALBIT YATAKLARININ JEOLJİSİ VE KÖKENİ

Çine asmasıfi kaba dokulu gözlü gnays ve ince taneli gnaylardan oluşmaktadır. Bazen K-feldispat gözlü olan bu gözlü gnayslar tipik bir granit morfolojisi örneği sunmakta ve petrografik özellikleriyle metagranit olarak nitelendirilmektedir. Genel olarak Bozkurt ve diğerleri, (1993) tarafından bir core complex olarak belirtilen Çine asmasıfide uydu görüntüleri üzerinde yapılan çalışmalar on kadar intrüziif ya da dom yapısının varlığını ortaya koymuştur. (Şek. 1), Bu intrüziif veya domların petrografik özellikleri farklı olabilmektedir. Örneğin renk ve doku olarak farklı özellikler taşıyan Gökbel plutonu, albitten çok turmalin ve kuvarslı K-feldispat damarları ile karakterizedir.

Çine asmasıfinin güney kesiminde yoğunlaşan albit oluşumları bölgede hakim KKD yönlü ana tektonik hatların gelişine uygun olarak batıdan doğuya Bafa-Çomakdağ-Karadere-Olukbaşı-Çallı-Gökbel-Hisarardı-Karpuzlu-Topçarn-Güre grupları altında toplanmıştır (Şek. 1). Bunların en büyüğü olan Karadere grubu Milas kuzeyinden Karpuzlu doğusuna uzanan yaklaşık 20 km uzunluğunda, K 10 D gödişli bir makaslanma zonu olup üzerinde Kutay, Alakaya, Sarıkaya, Yassıtaş, Yumrutaş, Söbçayırı, Sarıkısıç, Sarpdere, Gökkaya gibi büyük albit yatakları yer almaktadır (Şek. 2).

Çine asmasıfideki KKD yönlü gödişler ile güney kenardaki örtü şistler arasında gözlenen yapısal uyumsuzluk bazen bir diskordans (Şengör ve diğerleri, 1984), veya bir shear zonu (Bozkurt ve diğerleri, 1993), bir intrüziif dokanak (Erdoğan ve Güngör, 1996) ya da sıyrıma (detachment) tektoniği olarak yorumlanmıştır. Ancak saha gözlemlerinde yer yer gerek intrüziif dokanak, gerekse kenar milonitik zonların izleri gözlenmekle birlikte, albit oluşumları çekirdek ile sınırlıdır.

Kuşkusuz yerel tektoniğin etkisi ile ana gödiş az Çok dikey gelen ve enine kırık sistemleri, ya da makaslama düzlemlerine yerleşmiş albit oluşumları, hatta shear zonlarının kenarındaki S-tipi kıvrımlamalara uygun olarak izlenen zuhurlar olmakla birlikte ana gödişlerin KKD yönlü olduğu ve albit oluşumlarının intrüziif karakter taşıdıkları kesindir.

Şekil 3 de önemli ocakların yer aldığı Karadere bölgesinin hava fotoğrafları ve arazi gözlemlerinden hazırlanan jeoloji haritası sunulmaktadır. Albit zuhurlarının bu kesimdeki dağılımı da ana hatları ile KKD gödişlere uygundur.

Saha gözlemleri ve ocaklarda albit zuhurları filon tipinde uzunlamasına kütleler olarak gözlemlenmektedir. Filonların genişliği 2-3 m den 30-40 m ye kadar değişebilir. Zuhurların uzunlukları ise bazı fay ve gnays

ara kütleleri ile sonlansa dahi, Söbçayırı ocağında olduğu gibi 600 m ye, Karadere filonunda ise yaklaşık 1000 m ye ulaşmaktadır. Zuhurların kenarları genellikle yüksek açılı dokanaklarla yan kaya olan metagranitlerle sınırlıdır.

KKD gödişli ana albit filonlarının dışında, bunlara az çok dikey veya verevine zuhurlar da mevcuttur, örneğin Asar tepe ve Kocayer zuhurları yaklaşık D-B yönlü kırık sistemleri içine yerleşmiştir.

Albit zuhurları yer yer büyük derinliklere de ulaşmaktadır. Örneğin Söbçayırı ocağında taban kodu ile ocağın en üst kodundaki cevher arasındaki fark 120 m dir. Ayrıca ocağın tabanında yapılan bir sondaj altta 85 m daha albit cevheri keşmiştir.

Rezerv yönünden asıl büyük albit zuhurları ise Çallı grubundaki Çukuroluk ve Yanıktepe ocaklarında olduğu gibi iki büyük kırık hattının kesişme noktasındaki açılmaları dolduran oluşumlardır. Karpuzlu kuzeydoğusundaki Erendede ocağı gibi devrik bir antiklinalin eksenini dolduran veya küçük boyutlu lakolitleri andıran albit zuhurları da mevcuttur.

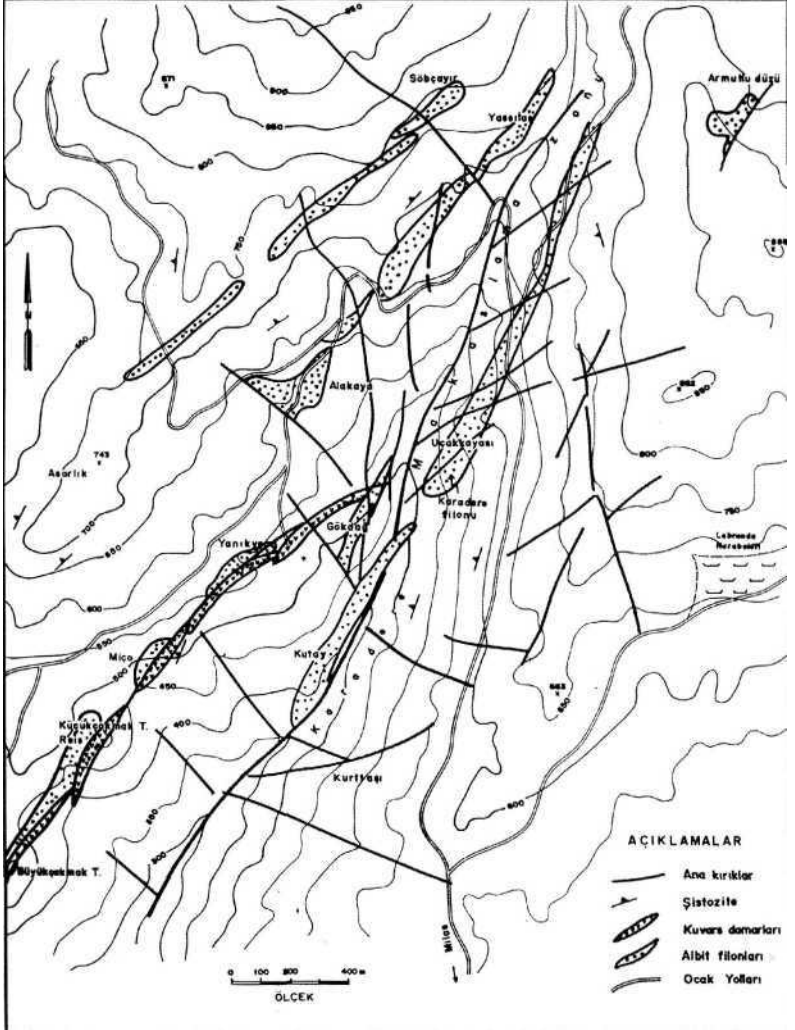
Bütün bu gözlemler Çine asmasıfide Pan Afrikan yaşlı granitik kompleks içinde yer alan aplit ve pegmatitlerin, Alpin deformasyon ve metamorfizma evresinde anateksi, intrüziif yenilenme ve metasomatizma prosesleri sonucu bugünkü "albitit" niteliklerini kazanmış olduklarını düşündürmektedir.

ALBIT YATAKLARININ MİNERALJİSİ

"Her feldispat farklıdır, eğer değilse, o feldispat değildir". Çine asmasıfideki albit zuhurlarının mineralojik açıdan farklılığı, F. Laves'in Tröger'de (1969) feldispatlar bölümünün başlangıcındaki bu deyişine paralellik göstermektedir. Albit zuhurları üzerinde yapılan saha gözlemleri, mikroskobik incelemeler, XRD ve kimyasal analizler ana minerallerin albit ve kuvars olduğunu ortaya koymaktadır. Muhtelif filonlarda Na₂O miktarı % 7-11 arasında değişmekte, modal analizlerde albit oranı en çok % 70, kuvars ise % 25 düzeyinde saptanmaktadır.

Albit oluşumları çoğunlukla blastomilonitlerdir. Genelde iki farklı nesil albit göze çarpmaktadır: iri taneli (-1 mm boyundaki) ilk nesil magmatik fenokristalleri oluşturan, polisentetik izkileri kırılmış albitler ile daha küçük taneli (100-300 u) fenokristallerin kenarları boyunca mozayik dokusu gibi gelişmiş, ikiz yapısı olmayan ikinci nesil albitler.

ÇİNE ASMASIFI ALBIT YATAKLARININ JEOLJİSİ VE KÖKENİ



Şek. 3- Karadere makaslama zonunun jeoloji haritası ve albit oluşumları.

Ortalama 0.5 mm boyundaki ilksel kuvarsların yarı sıra daha ince taneli, uzamış, tane görünümlü, bazen ikincil albit ile birlikte bir "mortar" dokusu biçiminde albit fenokristallerini saran, parçalanmış kesimleri onaran ve çatlakları dolduran ikinci nesil kuvars oluşumları da göze çarpar.

Üçüncü ana mineralojik bileşen ise pertitit alkali-feldispattır Bunlar da yine 1 mm nin üzerinde ilksel magmatik porfiroklastlar olup, mikroperit ya da filmpertit, seyrek olarak leke ya da kriptokristalen pertit şeklinde olabilirler. Erende ocağında olduğu gibi yer yer korunmuş mikroklinler de seçilebilmektedir. Zaman zaman pertitit alkali-feldispat oranı kayanın % 40 ma kadar çıkabilmektedir. Buna bağlı olarak da kayadaki K_2O oranı yükselmektedir.

Örneğin Söke-Yeşilköy-Köprüalan ocağında K_2O miktarı % 0.4 - 7.0 arasında değişmekte ve ortalama % 3 K_2O ve % 8 Na_2O içeren E 22 kodlu özel bir ürün elde edilmektedir. Yine Ballıkaya zuhurunda 1.5 cm ye varan pertit kristalleri izlenmekte, gerek K_2O , gerekse Na_2O oranları % 5 - 7 arasında ölçülmektedir.

Kalsiyum açısından saptanan en yüksek CaO oranı ise Eğlencederesi filonundaki % 2.13 lük değerdir. Ancak modal analizde bu değer in albit - oligoklaz sınırını aşmadığı görülmektedir.

Bu üç ana mineralin dışında diğer bileşenler mika (muskovit, biotit) ile rutil, titanit, zirkon, apatit ve çok ender olarak kloritir. Turmalin, granat ve epidot yan kayada mevcut olmakla birlikte doğrudan albit filonları içinde yer almazlar.

Biotit sarımsı-kahverengi levhalar şeklinde olup, bazen rutil veya zirkon kapantılıdır. İlk nesle ait olan biotitler yer yer kloritleşmiş ve kristalizasyon sonucu deformasyondan fazlasıyla etkilenmiştir. Biotit, pişme rengini doğrudan etkilemesi bakımından albit kalitesi açısından olumsuz bir faktör olmakla birlikte, gerek manyetik separasyon ile uzaklaştırabilmesi, gerekse Asar tepe ocağında olduğu gibi rutillerin önemli bölümünü kapantı olarak bulundurması bakımından flotasyonla ayrılabilmesi nedeniyle, zamanla cevher zenginleştirme açısından olumsuz görüntüsünden kurtulmaktadır.

Mustovit ise çoğunlukla ikincildir ve şistozite ya da makaslanma düzlemlerini izleyen ince uzun levhalar şeklindedir. Kocayer ve Eğlencederesi filonlarında olduğu gibi muskovitler bazen da çok küçük kristaller (<50 u) halinde albit içinde dilinin düzlemlerinde dağılmış ve kayaya iki farklı albit görünümü vermiştir. Göncüoğlu'na (1977, yazılı, sözlü bildirim) göre ikinci nesil kuvars ve albitlerle birlikte muskovitlerde de

sezilen "ghost" yönlenme, rekristalizasyon sırasında deformasyonun sürdüğünü göstermektedir. Ayrıca bu yönlenmeyi kesen makaslama çatlaklarının yaygınlığı, deformasyon / rekristalizasyon evresi sonrasında bir diğer kırılma deformasyonu evresinin varlığını ortaya koymaktadır. Muskovit oluşumu kısmen metasomatizma sonucu K-feldispatlardan potasyumun uzaklaştırılması ile ilintili de olabilir.

Klorit seyrek olarak biotit hesabına gelişmiştir, Ancak Çine doğusundaki Güre albit zuhurlarında bolca görüldüğü gibi, ikincil olarak gelişen Mg-klorit kayanın olumsuz renk görünümüne karşın elverişli pişme renkleri verebilmiştir, italya'nın Sardunya adası albitlerinde ki ikincil magnezyumlu klorit varlığı Bornioli ve diğerleri, (1995) tarafından bildirilmiştir,

Albitin ticari kalitesini belirleyen en önemli bileşen pişme rengini doğrudan etkileyen titan mineralidir. "Extra" adı verilen albitlerde TiO_2 oranı % 0.13 ün altında, "Standart" olarak nitelendirilen sıradan ürünlerde ise % 0.25 in üzerindedir. Flotasyon prosesine alınan albitler ise bu arada yer alan cevherler olup, 300 ya da 500 mikronda serbestleşmelerine göre değerlendirilirler.

Titan çoğunlukla rutil, bazen de titanit formlarında görülür. Genelde prizmatik rutil kristallerinin boylan 0.1 - 0.3, ender olarak 0.8 mm kadardır. Rutil çoğunlukla apatit ile birlikte porfiroklastlar aralarındaki rekristalizasyona bağlı olarak gelişmiş ince kristalli bölümlerde izlenir. Erendede ocağında olduğu gibi bazen rutil tanecekleri çok ince biçimde doğrudan kuvars içinde yer aldıklarından pişme rengini olumsuz yönde fazla etkilemezler, öte yandan Armutlu düzü ve kuzeyindeki Sarıkısık ve Sarpdere ocaklarında olduğu gibi rutiller, zirkon ve apatitlerle birlikte albit filonlarının gnays ile olan sınırlarında yoğunlaşır ve TiO_2 miktarı % 7-8'e varan zonlar oluşturur. Bu yiğışmalar bir pegmatit zonlanması olarak görülebileceği gibi, metasomatizma prosesi atıkları olarak da değerlendirilebilir. Ancak son gözlemler filon içinde de saptanan bu zonların bir tür ağır mineralli kumtaşı anklavı olabileceğini düşündürmektedir. Rutillerde metamorfizma ile titanite dönüşüm, ya da alterasyon sonucu löksoksenleşme zaman zaman izlenir ve bu mineraller pişme rengini rutil kadar etkilemez.

ilksel pegmatitik - pnömatolitik (?) kökenli rutilin yanı sıra zirkon 0.1 mm nin altında çok ince taneli, apatit ise 0.1 - 0.5 mm boyutlarında, yarı özşekilli kristaller halinde dir. Yanıktepe ocağında olduğu gibi apatit oranı % 3 ü aşabilir. Göncüoğlu (1997, yazılı, sözlü bildirim) Yassıtaş filonunda birisi eriyikten kristallenmiş, idiomorf ve saydam, diğeri yuvarlaklaşmış ve metamikt olmak üzere iki farklı zirkon ayırtlamıştır.

ÇİNE ASMASIFI ALBIT YATAKLARININ JEOLJİSİ VE KÖKENİ

Eğlencederesi filonunda % 1 dolayında saptanan ikincil kalsit oluşumu bölgedeki albit cevherleşmelerinde rastlanan tek aksesuar karbonat mineralizasyonudur. Gözlenen diğer aksesuar mineraller de Armutlu düzü ocağında saptanan arsenopirit, pirit ve hematitir. İkincil kökenli bu mineralizasyon 5 ppm kadar da altın içermektedir

ALBİT ÜRÜNLERİNİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Ocaklardan çıkarılan albit cevherinin Standart, Extra ve Flote ürün olarak başlıca 3 tipe ayrıldığı önceki bölümlerde açıklanmıştır. Ana minerallerin dışında peritit, titan gibi aksesuarlar ve tane boyu cevherin kalitesi ve kullanım alanı için belirleyici olmaktadır.

Bu bakımdan Esan tarafından Milas - Çine bölgesinde üretilen albit cevherleri için başlıca 9 ürün tipini içeren muhtelif standartlar geliştirilmiştir. Bu albit ürünlerinin kimyasal bileşimleri aşağıdaki Çizelge 1 de özetlenmiştir.

Çizelge 1- Albit ürünlerinin kimyasal bileşimi.

	E-10	E-21	E-22	E-30	E-40	GG	FG	SG	CG
SiO ₂	70.41	70.74	68.40	70.15	70.32	70.86	70.60	70.74	70.15
Al ₂ O ₃	17.75	17.92	18.35	17.90	18.10	17.90	18.30	17.92	17.90
Fe ₂ O ₃	0.14	0.08	0.08	0.08	0.07	0.04	0.04	0.08	0.08
TiO ₂	0.30	0.16	0.30	0.12	0.10	0.05	0.06	0.26	0.12
CaO	0.75	0.50	0.39	0.90	0.50	0.25	0.30	0.50	0.90
MgO	0.15	0.20	0.31	0.10	0.20	0.30	0.10	0.20	0.10
K ₂ O	0.40	0.40	3.32	0.40	0.40	0.30	0.30	0.40	0.40
Na ₂ O	9.50	9.50	8.18	9.75	9.82	10.00	10.00	9.50	9.75
AK	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.30	0.30	0.50	0.60

E serisi ürünler ham cevherler olup, E-10 Standart, E-21 Orta, E-30 Süper, E-40 Süper Extra olarak adlanmaktadır. E-22 ise perititik tipe çift alkali içeren bir kalitedir. GG ve FG flote edilmiş, -300 mikronluk ürünler olup, sırasıyla cam ve frit kalitesi olarak anılmaktadır. SG ve CG, E-10 ve E-30 kalitelerinin -63 mikrona öğütülmüş ürünleridir.

SONUÇLAR

Çine asmasıfi Pan Afrkan - Prekambriyen yaşlı bir ortognays kompleksi olup, uydu görüntülerinde de bölgede on kadar konsantrik ya da ışınal intrüfiz dom yapısı ayırtlanabilmektedir. Bölgede KKD gidisli bir tektonik sistemin içinde görülen albit zuhurlarının saha ve petroloji verileri, bunların granitik çekirdek içinde yer alan ilksel apilit ve pegmatitler olduğunu düşündürmek-

tedir. Ancak albitferin oluşumu yalın bir proses olmayıp, Tersiyer yaşlı genç metamorfizma sürecine bağlı anateksi, intrüfiz yenileme ve metasomatizma gibi evreleri de içermiş olmalıdır.

Albit zuhurlarının mineralojik yapıları da iki farklı nesil albit ve kuvars oluşumlarını içermektedir. Özellikle metasomatizma ilk nesil perititik feldispatlar aleyhine gelişmiş ve ikinci nesil albit ve kuvars oluşumları dokuyu onarmış ve tamamlamıştır. Sardunya adası albitlerinde de K-feldispat ve plajiyoklazın metasomatizma ile uzaklaştırılarak, hidrotermal albit ve kuvars ile yer değiştirdiği bilinmektedir. (Benedusi ve Borrioli, 1997).

Menderes masifinin daha kuzey kesimlerinde albit oluşumlarına pek rastlanılmaması, hem Çine asmasıfi ortognayslarının ilksel alkali karakterine, hem de güneydeki bu bölgenin sodyumca zengin intrüfizlerle yenilenmesine bağlı olmalıdır. Gökbeldag ve Madrandag kesimlerinde aynı tektonik sistem içinde izlenen tormalınlı küçük boyutlu K-feldispat damarları ve uzun kuvars zuhurları ise hidrotermal kökenli olarak görülmektedir.

Çine asmasıfide belirlenebilen farklı intrüfiz kütlelerin ve albititlerin petrolojik özelliklerinin yanı sıra jeokimyasal açıdan da irdelenmesi, daha sağlıklı kökensel yorumlamalara olanak sağlayabileceği gibi, belki yeni rezervlerin saptanmasını da mümkün kılacaktır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, petrografik detedminasyonların bir bölümünü yaparak önemli yorumlar sağlayan Prof. Dr. Cemal Göncüoğlu'na (ODTÜ) teşekkürlerini iletirler.

Yayına verildiği tarih, 13 Ocak 2000

DEĞİNİLEN BELGELER

Benedusi, S.; Bornioli, R., 1997, Maffei in Sardinia. A feldspar producer halfway between the ceramic districts of Italy and Spain: 97, *Ind. Minerals and Markets*, Barcelona.

Bornioli, R.; Marini, C.; Mauro, G., 1995, The sodium feldspar deposit for unglazed stoneware at Oltana (Central Sardinia-Italy) *Ceramics*, 147-156.

Bozkurt, E.; Park, G.R.; Winchester, J.A., 1993, Evidence against the core/cover interpretation of the Southern sector of the Menderes massif, West Turkey, *Terra Nova*, 145-151.

Candan, O.; Dora, O.Ö., 1998, Menderes masifinde granülit, eklojit ve mavi şist kalıntıları: Pan-Afrikan ve Tersiyer metamorfik evrimine bir yaklaşım: *Türkiye Jeoloji Bül.*, 41/1, s. 1/35, Ankara.

Erdoğan, B.; Güngör, T., 1996, Menderes masifi güney kanadı boyunca çekirdek örtü ilişkisi: 49. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara.

Graciansky, P.de, 1965, Menderes masifinin güney kıyası boyunca (Türkiye'nin SW'sı) görülen metamorfiz-

ma hakkında açıklamalar: *MTA Derg.*, 64. s. 8-21, Ankara.

Hetzel, R.; Reischmann, T., 1996, Intrusion age of Pan-African augen gneisses in the Southern Menderes massif and the age of cooling after Alpine ductile extensional deformation. *Geol. Mag.* 133, 565-572, Cambridge.

Satır, M.; Friedrichsen, H., 1996, The origin and evolution of the Menderes massif, W-Turkey: A Rb/Sr and Oxygen isotope Study. *Geol. Rdsch.*, 75/3, 703-714.

Şengör, A.M.C.; Satır, M.; Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, *Tectonics*, 3/7. 693-707.

Tröger, W.E., 1969, *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchh.. Stuttgart.