

Kurdoğlu dokanak metamorfizma kuşağında bazı petrojenetik sorunlar

Some petrogenetic problems of the Kurdoğlu contact metamorphic zone

YÜCEL. YILMAZ *Tatbiki Jeoloji Kürsüsü, İ.Ü.F.F., İstanbul*

ÖZ: Kurdoğlu dokanak metamorfizma kuşağı, Gümüşhane granit plutonunu çevreleyen metapelitik kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalar, granit yerleşmesinden önce karmaşık bir metamorfizma evresinden geçmişlerdir. Yeşil şist fasiyesine erişen metapolitik kayalarda granitin yerleşmesi metamorfizma derecesini hornblend-hornfels fasiyesine yükseltmiştir. Daha sonra granit yerleşmesinin son aşamalarına rastlıyan dörterik ve metasomatik etkenlerle dokanak metamorfik kuşakta yer yer gerileyen metamorfizma (retrograde metamorphism) gelişmiştir.

Kurdoğlu dokanak metamorfizma kuşağı kordiyerit ile alüminyum silikat (Al_2SiO_5) minerallerinin belirgin eksikliği üe (fibrolit ve sillimanit dışında) dikkati çeker. Bir diğer özellik ise kordiyeritin yerine, dokanak metamorfizma kuşaklarında P-T koşulları bakımından duraylılık alanı çok dar olan başka bir Fe, Mg lu mineral olan almandinin gelişmiş olmasıdır. Almandin oluşumu kayadaki yüksek M/FM oranı ile ilgili olmalıdır.

Sillimanit, biyotitlerin üzerinde ve onunla yer değiştirir özellikte görülür. Bu ilgi metasomatik işlemlerin sonucu olarak görülmektedir.

Granitin sıcaklık etkisinin oldukça dar bir alanda görülmesi ise intrüzif basıncın en az litostatik basınç değerinde olmasındandır. Bu sebepten soğuk komşu kaya içinde hızlı soğuyan magma, çevresinde beklenen boyutta bir sıcaklık zonu geliştirememiştir.

ABSTRACT: Kurdoğlu contact metamorphic zone consists of metapelitic rocks which surround the Gümüşhane granite pluton. These rocks were influenced by a complex metamorphic process before granite emplacement. The emplacement of granite increased the degree of metamorphism of metapelitic rocks from greenschist facies to hornblende-hornfels facies. Then retrograde metamorphism took place in contact zone with the influence of deuteritic and metasomatic processes which coincide with the late phases of the granite emplacement.

Kurdoğlu contact metamorphic zone is characterised by absence of aluminum silicate (Al₂SiO₅) minerals (fibrolite and sillimanite). Another feature is the formation of an Fe-Mg mineral (almandine) whose P-T stability range is very narrow, against cordierite. The formation of almandine must be related to high M/FM ratio in rock.

Sillimanite occurs over biotites and in replacements of them. This relation was formed as a result of metasomatic operations.

Occurrence of temperature effect of granite in a very narrow belt is the result of intrusive pressure being at least equal to lithostatic pressure. For this reason, quickly cooling magma in the cold neighbouring rocks could not develop a heated zone of expected dimensions.

GİRİŞ

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonu Gümüşhane granitinin, güney kenarında dar ve uzun Tezene vadisi boyunca incelenen bir bölümüne verilen addır.

Bu inceleme, granitin çeşitli özelliklerini tanıtan asıl çalışmayı (Yılmaz, 1972) tümleyecek diğer bir çalışma yapılarak karşılaşılan sorunlara ilişkindir.

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonu bir çok özellikleri ile, yazında rastlanılan dokanak zonlarından (Aureole) farklılık göstermektedir. Bu özelliklerden birkaçına kısaca değinilecektir.

Bu sorunlardan bazıları şunlardır:

1. Fibrolit-sillimanit gelişimi, buna karşıt diğer alüminyum silikatların belirgin eksikliği
2. Granat oluşumu ve kordiyerit'in yokluğu
3. Pertit oluşumu
4. Boyutu bakımından dokanak metamorfizma etkinlik alanının anlamı.

FİBROLİT-SİLLİMANİT GELİŞİMİ VE BUNA KARŞIT DİĞER ALÜMİNYUM SİLİKATLARIN EKSİKLİĞİ

Fibrolit-sillimanit 3 kristalografik özellikte görülür,

- a — Lifsel ve kıvrılmış saç yumağı görünüşlü iğnecikler
- b — İnce uzun prizmatik kristal kümeleri
- c — Baklava dilimi kesitinde prizmalar

Petrografik çalışmalar, sillimanitin, fibrolitin büyümesi sonucu oluştuğunu açıkça göstermiştir. Bu 3 kristal şekli aynı kesitte ve birbiri ile sıkı ilişkili olarak görülebilir. Formlar arasında gelişme yaşı bakımından fark yoktur. Hepsinin ortak özelliği biyotit kristalleri üzerinde oluşmaları ve onunla yer değiştirir nitelikte olmalarıdır. Sillimanit-biyotit ilişkisi başka dokanak metamorfizma zonlarında da ilgi çekmiş bir özelliktir. İki mineralin birlikte bulunmasını bazı yazarlar bir metasomatik ilişki olarak yorumlamıştır (Tozer, 1955; Pitcher and Read, 1963; Brindley, 1957; Smart, 1962) diğer bazıları ise sıcaklık artışının metasomatik işlemlerin yamsıra etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (Naggar ve Atherton, 1970).

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda döterik fazın fibrolit gelişimine etkisi açıktır. Çünkü biyotitler üzerinde onunla yer değiştirir özellikte görülen fibrolit-sillimanit aslında bir fibrolit-serisit lif yığını halindedir. Bunu kanıtlayan diğer bazı veriler de vardır. Bunlar şöylece sıralanabilir:

- a — Metamorfik kayalarda herhangi bir alüminyum silikat mineralinin varlığı ve bunun giderek sillimanit'e geçişi şeklinde bir ilgi görülmemiştir.
- b — Biyotit-fibrolit seviyelerinin metasomatik muskovit ve topaz ile ilişkileri açıktır.
- c — F₃' defformasyonundan daha önce oluşmuş muskovit kristalleri içinde fibrolit kapantılarının varlığı saptanmıştır (şekil 1).
- d — Fibrolit ve sillimanit F_{3B} defformasyonu ile yaşıttırılar (Yılmaz 1972).

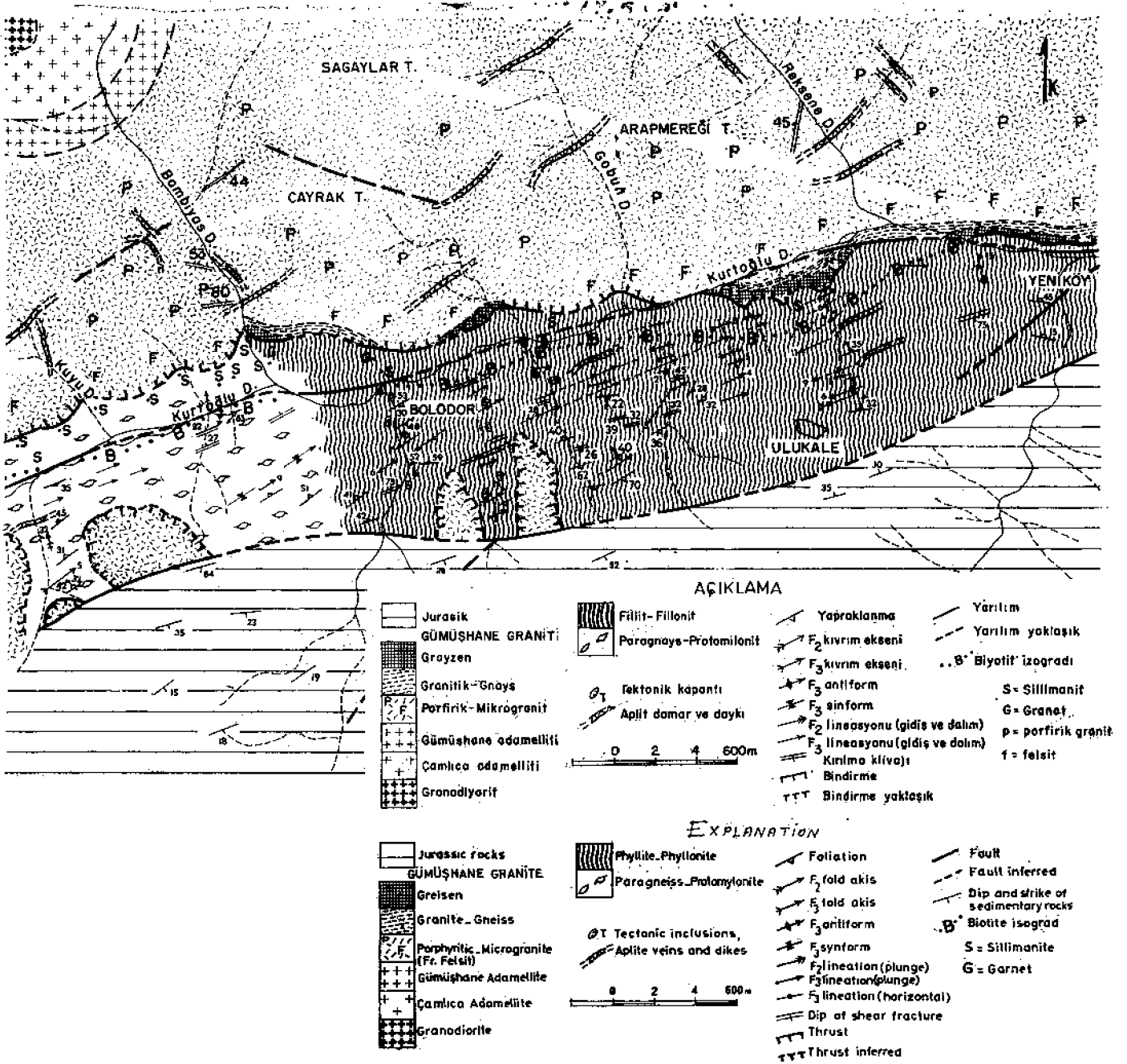
Bu veriler hep birlikte fibrolit ve sillimanitin granit yerleşmesinin son fazındaki pnömatolitik etkiye bağlı olarak geliştiğini göstermektedir. Granitin komşu kayada sebep olduğu sıcaklık artışının da bu gelişimde etkisi vardır.

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda andalusit ve distenin yokluğu, P-T koşullarının uygun olmayışından çok kayanın kimyasal niteliği ile ilgilidir. Çünkü genel olarak bu kayalar Al₂O₃ bakımından yoksul sayılabilir; Al₂O₃ % 14 dolayında değişmektedir. • Naggar ve Atherton (1970), Donegal graniti kontakt metamorfizma zonunda M/FM oranının AT SiO₂ mineral gelişimine etkili olduğunu saptamıştır. Bu zonda, distenin, M/FM oranı 0.5 ten daha büyük kayalarda geliştiği görülmüştür.

Turner (1968) e göre hornblent-hornfels fasiyesinde, K-feldspat ancak *Af₁*, bakımından yoksun kayalarda oluşabilir. Bu doyurucu bir açıklama olarak görülmektedir. Çünkü Gümüşhanede, granit çevresinde hornblend-hornfels fasiyesinde gelişmiş K-feldspatın varlığı, Al₂O₃ ün K-tarafından bağlandığını göstermektedir. Bu işlem, alüminyum silikat mineral gelişimi için gerekli olan APO" dengesinde önemli değişikliğe sebep olacak ve mikadan başka alüminyumca zengin silikat minerali gelişimine olanak vermiyecektir.

GRANAT OLUŞUMU VE KORDİYERİT'İN YOKLUĞU

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda granat, granit gövdesinden 100 m ye kadar bir şerit içinde oldukça düzensiz bir dağılım gösterir; büyük, pembe veya kahverengi porfiroblastlar halindedir, belirgin kartopu dokusu görülmez, zonlanma gelişmemiştir. Kimya analizleri sonucu MnO in %2-5, FeO in ise % 36-37 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu kimyasal özellikler tipik bir almandinin varlığını ortaya koyar (çizelge 1).



Şekil 1: Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunun jeoloji haritası.

Figure 1: Geological map of Kurdoğlu contact metamorphic zone.

Metamorfik bölgelerde, almandin oluşumunun orta ya da yüksek basınç gerektirdiği önerilmiştir (Winkler, 1967; Turner, 1968). Bu bakımdan epizonal bir granitin dokanak metamorfizma alanında bulunuşu olağan görülmeyebilir. Bununla birlikte, yazında benzeri, demirce zengin granit türlerinin bazı granit kontaktlarında oluştuğunu gösterir örnekler vardır (çizelge 2).

Brindley (1957) Leinster graniti çevresindeki benzer koşullar altında gelişmiş granatı, kayada önemli miktarda bulunan manganenin varlığı ile açıklamaya çalışmıştır. Daha son-

raları Dahi (1968) ve Hsu (1968)'de bu görüşü sorunun genel çerçeveleri içinde desteklemiş ve manganen tarafından demirin yer değiştirdiği ortamlarda almandince zengin granatın düşük sıcaklık ve basınç şartları altında bile oluşabileceğini söylemiştir. Yine Hsu (1968)'ye göre saf almandin düşük basınç altında (0,5 k. bar'a kadar) bile, eğer oksijen fugasitesi (oxygen fugacity) düşük ise, durayh kalabilir.

Bu açıklamalar, Leinster graniti (Brindley, 1957) gibi komşu kayanın Mn bakımından zengin olduğu özel durumlar için uygun olabilir. Fakat Kurdoğlu dokanak metamorfik ka-

Çizelge 1: Granatların kimyasal analiz ve normları

Table 1: Chemical analysis and norms of Garnets.

Kimyasal Analiz Chemical Analysis	Elektron probe analizi sonucu Electron probe analysis results	X ışını difraktometrik fotoğrafları ve Winchel (1958) diyagramları kullanılarak Using Xray diffractometer photographs and Winchel (1958) diagrams	
FeO	37.00	36.05	
MnO	2.30	2.15	
MgO	2.5	1.65	
CaO	1.00	0.80	
Al ₂ O ₃	21.82	22.02	
Normlar Norms			
Almandin	82.1	85.52	78—82,5
Spessartit	5.17	5.09	7.5—9
Pirop	9.8	6.98	4.—7
Andradit	1.03	1.00	2,5
Grossular	1.80	1.40	3,5

Çizelge 2: Çeşitli kontakt zonlarındaki demirce zengin granatlar.

Table 2: Iron-rich garnets in various contact zones

	1	2	3	4	5	6
Almandin	80	82	81.61	85.4	85	82.5
Pirop	11	10	15.00	7,5	15	8.5
Spessartit	5	5	2.19	5.5		5.5
Grossular	— 4	3				
Andradit			1,2			

- 1 — Lochner dokanak metamorfizma zonu (Chinner, 1962, p. 323)
 2 — " " " " " "
 3 — Connemera, pelitik kaya (Co. Galway, İrlanda. Leake, 1958, p. 293)
 4 — Steinech dokanak metamorfizma zonu, Bavaria (Okusch, 1971, p. 11)
 5 — Connemera pelitik kaya (Co. Galway, İrlanda. Leake, 1958)
 6 — Gümüşhane dokanak metamorfizma zonu (ortalama)

yaları gibi Mn bakımından yoksul bölgelerde öngörülen şartları oluşturamamaktadır.

Öte yandan, genel olarak bütün araştırmacıların birleştiği nokta, almandin oluşumuna P-T koşulları kadar kayanın genel kimya özelliğinin de etken olduğudur (Miyashiro, 1973). P ve T'nin kaya kimyası yanısıra değeri elbette ki yadsınmaz. Çünkü Chinner (1962)'in de belirttiği gibi P ve T, kimyasal bakımdan almandin oluşuma elverişli kayada gerekli koşulları yerine getirmektedir.

Okuseh'a (1971) göre sığ dokanak metamorfizma zonlarında almandin-granat ancak Fe++ bakımından zengin kayalarda oluşabilir. Bu açıklamada da Kurdoğlu için doyurucu değildir. Çünkü Kurdoğlu'nda almandin'li kayalar, almandin gelişmemiş kayalardan, Fe++ bakımından daha zengin değildir. O halde tek olabilir ve doyurucu yanıt kayadaki Fe++'nin miktarından çok Fe/Mg oranının kritik değeridir. Almandin gelişebilmesi için bu değer yüksek olması gerektir. Bu görüşe dayanarak Kurdoğlu kontakt metamorfizma iç zonun-

da görülen granatların oluşumunu açıklamak olanaklıdır: önce, kaya kimyasına bağlı olarak ve iç zondaki P-T koşulları altında oluşan almandin-granat daha sonra kontakt zonda yer yer saptanan deuterik etkilerle duraysız hale gelmiş ve bozmuş tur. Çünkü Yoder (1955) suyun etkin olduğu ortamda granatın duraylı kalabilmesi için, sıcaklığın sulu minerallerin duraylılık alanlarının üstüne çıkması gerektiğini belirtir. Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda, bu sıcaklığa erişilemediği, F₁ ve F₂ deformasyon zonları ile gelişmiş olan muskovitlerin varlığı ile anlaşılmaktadır. O halde suyun serbest bir faz olarak etkili olduğu pnömatolitik fazda, daha önce gelişmiş olan granatın yer yer yok edildiğini ve bugünkü düzensiz dağılımını kazandığını düşünmek mantıklıdır. Kordiyerit'in Yokluğu Nasıl Açıklanabilir?

Deneyisel petrografiden elde edilen veriler, saha verileriyle birleştirildiğinde kordiyerit'in çok geniş P-T koşulları altında duraylı kalabilen bir mineral olduğu görülmüştür. Bu P-T koşulları ise Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda erişilen alanı içerir. O halde kordiyerit'in yokluğunu yalnız P ve T koşulları ile açıklamak olanaksızdır.

Chinner'e (1962) göre, düşük P_s koşulunda kayadaki bütün Fe²⁺/Mg oranlarında kordiyerit duraylı bir mineral olarak kalır. Granat bu şartlar altında ancak çok yüksek $\frac{Fe^{2+}}{Al_2O_3}$

Mg ve düşük $\frac{FeO+MgO}{FeO+MgO}$ değerli kayalarda gelişebilir. Bu

şartlar, yüksek sıcaklık, düşük basınç kontakt metamorfizma alanlarında ve ancak kaya kimya özelliği elverişliyse yerine gelebilir.

P_s değerindeki artış ve T azalışı ile kordiyeritin duraylı olduğu kaya Fe²⁺/Mg değer alanı daralır. Buna karşın almandinin duraylılık alanı genişler.

Bu görüş, düşük basınç altında, yani sığ intrüzyon çevrelerinde, çok geniş duraylılık alanı olan kordiyeritin yanısıra, almandinin de bazı özel koşullar altında gelişebileceğini açıklamaktadır. Ancak kordiyeritin bütünüyle duraysız ve almandinin duraylı olabileceği olanaklı görülmemektedir. Dolayısıyla bu açıklama Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonundaki duruma ters düşmektedir.

Yazında, seyrek olmakla birlikte kordiyerit'in oluşmadığı dokanak metamorfizma bölgeleri belirtilmiştir. Ancak bunların çoğunda kordiyerit'in yerini dolduracak bir başka Fe-Mg minerali; Stavrolit'in oluştuğu belirtilmiştir (örneğin Santa Rosa graniti çevresinde; Compton, 1960, Donegal; Piteher ve Read, 1963; Naggar ve Atherton 1970 Portekiz'deki Permiyen yaşlı granitlerin çevresinde; Oen, 1958 ve Schermerhorn, 1956). Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda olduğu gibi, kordiyerit'in eksikliğine ve yanısıra almandin'in varlığına ancak bir başka dokanak zonunda daha rastlanmıştır: Leinster graniti (Brindley, 1957). Brindley, kordiyerit'in yerine almandin'in gelişiminin kaya ana kimyasal niteliğiyle yakından ilişkili olduğunu öne sürmüş ve özellikle Mg eksikliğinin buna neden olduğunu belirtmiştir.

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunda, kordiyeritin gelişmemesi yalnız granatın varlığı ile değil aynı zamanda kayanın kimyasal niteliğinin neden olduğu genel özelliklerle yani mineral parajenezi ile de çok yakından ilişkilidir. Bir diğer deyişle Fe ve Mg dan başka bileşenlerinde, özellikle Al₂O₃ ve K₂O nun belirli etkileri olmuştur.

Gerekli değerde K₂O ve düşük değerde Al₂O₃ in varlığı kayada m黓skovitin yamsıra başkaca al黓minyum silikat (Al₂SiO₅) minerali gelişmesine fırsat vermemiştir. Artan sıcaklık, m黓skovitin parçalanması ile K-feldspatm gelişmesine neden olmuştur. Bu kimyasal ۆzellikli kayalarda Winkler (1967) ve Turner (1968) e gۆre kordiyerit gelişmez.

Ancak, Fe ve Mg'un kordiyerit gelişimindeki etkileri ۆok ۆnemlidir. Etkinin, elementlerin azlığı veya ۆokluğu ile değil de aralarındaki oran ile ilgili olduğunu sanıyoruz; yani denetleyici etken Brindley (1967) in savunduğu gibi Mg un eksikliği değil, kayadaki M/FM oranının kritik değeridir. Ramberg (1952) e gۆre Fe/Mg oranının ۆok yۆksek olduğu kayalarda granat ve sillimanit duraylıdır, kordiyerit gelişmez.

Bu gۆrüşün ışığı altında, Kurdoğlu'nda M/FM oranının kordiyerit gelişimine uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Yani, Biyotit oluştuktan sonra kayada hālā fazla Mg kalmışsa, bu düşük değerdeki Mg dolayısıyla kayanın M/FM oranı, kordiyerit yerine granatm gelişimine daha uygun bir ortam hazırlamıştır. Bir diğer deyişle granat bۆyle bir koşulu yerine getirmek için kordiyeritten daha uygun mineral olarak ortaya ۆıkmıřtır .

PERTİT OLUŞUMU

Winkler (1967) ve Turner (1968)'e gۆre, dokanak metamorfizmaya bağlı olarak K-feldspat ancak hornblend hornfels fasiyesine erişildiğinde oluşabilir. O halde, granitin dokanağdaki ۆok dar bir alanda bu koşullara ulaşıldığı, yani K-feldspatm oluştuğu açıktır. K-feldspat, pertit ile temsil edilmektedir. Bu bakımdan, pertitin oluşumunu ayrıca incelemek gerekmektedir.

Bilindiği gibi pertit řu 3 yolla gelişebilir:

1. Eksolüsyon (Exsolution)
2. Birlikte kristallenme (Simultaneous growth)
3. Yerdeğiştirme (Replacement).

Fakat ,pertit gelişiminin bu yollardan hangisi ile oluştuğunu belirleyebilecek herhangi, dokusal veya yapısal veri henüz ayırtlanamamıştır. Kurdoğlu dokanak metamorfik kayalarında yerel olarak gۆrülen pertitin birlikte kristallenme ile oluşamayacağı açıktır.

Ayrıca, Kurdoğlu metamorfizma alanı içinde F₃ deformasyonu ve bunun devamı olan F_{3B} deformasyonuna bağlı streslerin oldukça etkili olduğu bilinmekte ve gerilim (stress) etkisi altında homojen "bir feldspatta" eksolüsyonun kolaylıkla gerçekleşebileceği belirtilmiştir. Daha doğrusu eksolüsyon eğilimi, deformasyon tarafından şiddetlendirilmiştir. Barth (1966) bu durumu řۆyle açıklanmaktadır: eğer feldspat herhangi bir gerilim etkisinde kalırsa, şekil değişikliğine zorlıyan bu enerji sodyum atomlarını harekete geçirir. Bunun saneeunda, eksolüsyon olayı ۆok daha düşük sıcakta başlayıp devam edebilir. Bu gۆrüş Kurdoğlu dokanak metamorfik zonunda ayırtlanan paragnayslardaki pertitlerin gelişimini, dokanak zonunun yapısal evriminin ana hatları içinde iyi açıklamaktadır. Yani granitin sıcaklığı ile hornblend-hornfels fasiyesine ulaşmış komşu kayada ۆnce K-feldspat tekdüze bir feldspat durumunda gelişmiş sıcaklığın zamanla azalmasına karşılık süregiden gerilim etkisi altında bu tekdüze feldspattan plajiyoklas iplikçikleri eksolüsyon ile ayrılmışlardır.

BOYUTU BAKIMINDAN DOKANAK METAMORFİZMA ETKİNLİK ALANININ ANLAMI

Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonunun ۆnemli ۆzelliklerinden birisi de, bu zonun boyutları bakımından ۆok dar bir alanda etken olduğudur. Hornblend-hornfels (Winkler, 1967; Turner, 1968) fasiyesi granitten başlıyarak 50-75 m lik dar bir zonda albit-epidot hornfels fasiyesi ile 200-300 m lik bir kuşak içinde tanınmıştır. Gümüşhane granitinin sığ derinliklere ulaşmış bir plüton olduğunu da burada belirtmek gerekir.

Yakın geçmişte Reverdatto (1971) dokanak metamorfizma fasiyeslerini, kayaların kimya ۆzellikleri ve saha dzenlerine dayanarak yeniden sınıflamış ve 8 e ayırmıştır. Bu sınıflamaya gۆre Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonu "Tip 3" e dahil edilebilir. Tip 3 amfibol hornfels m黓skovit hornfels fasiyesi olarak adlanmakta ve hipabisal şartlar altında geliştiği belirtilmektedir ki bu ۆzellikler Gümüşhane graniti ile uyumluluk gۆstermektedir.

Dokanak metamorfizmanın etkenlik alanının dar olmasının nedeni kolay anlaşılamamaktadır. Benzer koşullar gۆsteren dokanak zonuna ancak Kafkasya'daki Mineralnyye Vody plutonunda rastlanmıştır (Reverdatte ve Slobotskoy, 1969). Bu pluton yerleşme dzeneneği bakımından da Gümüşhane plutonu ile aynı ۆzellikler gۆstermektedir. ۆnemli tek ayrıcalık, Gümüşhane graniti çevresindeki dar dokanak metamorfizma zonuna karşıt, Mineralnyye Vody plutonu çevresindeki dokanak zonunun hemen hiç gelişmemiş olmasıdır. Reverdatto ve Slobotskay (1969) olaya analitik bir yaklaşım yapmış ve řu sonuca varmışlardır: Eğer magma bۆyük bir intrüzif basınc altında yerleşirse, komşu kayalar litostatik basınc ۆok üstündeki bu intrüzif basıncın etkisinde kalacaklardır, ve bu sırada soğuk komşu kayalarla dokanaktaki giren magma hızla soğuyarak katılaşacaktır. Bۆylece dokanak metamorfizma için gerekli koşullar gelişmeyecektir.

Açıklamanın Gümüşhane graniti ile dokanak metamorfizma zonuna uygulanabilirliği kolayca gۆrőlebilmektedir.

SONUÇ

Gümüşhane graniti çevresinde gelişen Kurdoğlu dokanak metamorfizma zonu, sığ granitik intrüzyon çevrelerine kıyasla bazı ۆnemli farklılıklar gۆstermektedir.

Hornblend-hornfels fasiyesine erişildiği halde, andalusit ve kordiyerite rastlanmamış yerine granat ve sillimanit oluşmuştur. Sillimanit, biyotitin metasomatik işlemlerle parçalanmasına bağlıdır. Andalusit, kayada gerekli K₂O ve yetersiz Al₂O₃ bulunuşu dolayısıyladır. Granatm gelişimi ve kordiyeritin yokluğu kayadaki M/FM oranının düşük olmasına bağlıdır.

Dokanak metamorfizma zonunun dar olması, granitin komşu kayaya litostatik basınç kadar şiddetli bir intrüzif basınçla etkimiş olması nedeniyledir.

Yayıma verildiği tarih: Ocak, 1977

DEğİNİLEN BELGELER

Barth, T. F. W., (1969) Feldspars: John iley and Sons Inc., Newyork.
Brindley, J. C., 1957, The aureole rocks of the Leinster granite in South Dublin; Proc. Roy. ir. Acad., 59, 1-18.

- Chinner, G. A., 1962, Almandine in thermal aureoles: *Jour. Petrol.*, 3, 316-340.
- Compton, R. R., 1960, Contact metamorphism in Santa Rosa Range, Nevada: *Bull. Geol. Soc. Am.*, 71, 1383-1416.
- Dahi, O., 1968, Hydrothermal studies of garnet-mica equilibria in the systems (FeO; MnO) - $2\text{H}_2\text{O} \sim \text{SiO}_2 \sim \text{H}_2\text{O} \sim \text{H}_2\text{O}$: *Förerr. Forth.*, 90, 331-348.
- Hsu, K. C., 1968, Selected phase relations in the system Al-Mn-Fe-St=0-H-A-med-el is gamet- $\text{C}_{\text{qu}}\text{bri}\text{-Jot}\text{T}$: *Petfolr*; 46-83.
- Lake, B. E., 1958, Composition of pelites from Connemara, CO. Galway, Ireland: *Geol. Mag.*, 95, 281-296.
- Miyashiro, A., 1973, *Metamorphism and Metamorphic Belts*: Halsted press, John Wiley and Sons, New York.
- Naggo, M. Ho Y6 Afcherton, M. N., 1970, The composition and metamorphic history of some aluminium silicate bearing rocks UQDI tjfi, tniAaJfiSj ofjthej Uqnggil.granitejj *Jour.*, *PetroLi* 11^ 549-89.
- Oen, I. S., 1958, The geology, petrology and ore deposits of the Visieu togiftu., Notttieta Portugal.; *Çomm. Sev.*, *Geol. EortjigaJ*, 4L
- OktUsaDj, M., 1971, fiatnfiküotdİfıtİtsJJSIUs egujHbria in thej Şteinach aureole, Bavaria: *Cont. Min. Pet.*, 32, U23;
- ElftıJfiL-, "W; S", yej BfiSjL, H., H., 1963, Çp.ntaçt inetamorphişm in relation to manner of emplacement of granites of Donegal, Ireland; *Jour. Geol.*, 71, 261-296.
- Ramberg, H., 1952, *The origin of metamorphic and metasomatic rocks*: Univ. Chicago Press, Chicago.
- Reverdatto, V. V., 1971, Types of contact metamorphism: *Int. Geol. Rev.*, 13, 8, m5-7B:
- Reverdatto, V. V., ve Slobotskoy, R. M., 1969, Contact metamorphism under intrusive pressure: *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 186, 192-194.
- Schermerhorn, B. J. G., 1956, *Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire-Sao Pedro do Sul-Satao region (northern Portugal)*: *Comm. Serv. Geol. Portugal*, 37.
- Smart, T. B., 1962, The aureole of the Barnesmore granite, Co. Donegal: *Irish Nat. Jour.* 14, 55-59.
- Tozer, C. F., 1955, The mode of occurrence of sillimanite in the Glen sitrict, Co Donegal: *Geol. Mag.* 92, 310-320.
- Turner, F. J., 1968, *Metamorphic petrology "Mineralogical and field aspects"*: Mc Graw-Hill Book-Co., New York.
- Inchell, A., 1958, The composition and physical properties of garnets: *Am. Min.*, 23, 430.
- Winkler H. G. F., 1967, *Petrogenesis of Metamorphic rocks*: Springer-Verlag, New York.
- Yılmaz, Y., 1972, *Petrology and structure of the Gümüşhane granite and the surrounding rocks, N. E. Anatolia*; Ph. D. thesis, Univ. Eofidoj', yayırlânriâfni^:
- Yoder, H. S., Jr., 1955, Role of water in metamorphism: *Geol. Soc. Am., Sp. Paper* 62, 505-524.