

Metasomatik Zonlanma ve Uludağ Skarn Kuşağı Üzerine Bir Tartışma

Metasomatik mning and a discussion on the Uludağ skarn mne

Kemal İNAN İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul

ÖZ: Dünyanın sayısız kontakt metasomatik alanlarında gelişen skaratom benzer mineral dizilimleri göstermesi, oluşumlarında etkin koşulları ve yakın oluşumuna baf lamaktadır. Yapılmış çalışmalar mineral diziliminin skanuar içinde ya difüzyon veya enfiltrasyon mekanizmaları sonucunda geUsttgmi vurgulamaktadır, Uludafda gözlenen endo ve ekzoskanuarin gerek oluşum koşulları ve gerekse kalınlıkları bunlardan endoskaraların dlf üz, yon, ekaDskarMarm ise inf îltrasyon olayının denetiminde elementlerin, yan kayae yönünde değişen pH koiularında, selektif eçkelimler vermesi sonucunda plütonik kütleden mermerlere doğru kuşaManma yaptığı kanısına varılmıştır.

ABSTBAOTÎ Similar features exhibited by numbers of skarn zones is thought to be a reflection *mi* the similarities of the conditions operated during the skarn formation. Studes on varlDn« skarn reveal that ikarn producing metasomattc transport can be of diffusion or infiltration types. Skarn zones *mî* Uludaf in view of the condition of formation and the tMctaaem that they are exMbi^g» the difusion mechanism Is thought to be effective in endoskarns development. The exoskarns, however, are the product of infiltration controlled metasomattc transport, and the zonation within exoskarn is believed to be the result of the selective precipitation due to pH variation from the plutonfo body towards the marbles of Uludağ,

GÎBÎİ

Dünyanın sayısız kontakt metasomatik alanlarında gelişen skarnların miners dizilimi bakımından benzerlikler gösterdiği uunun zamanından beri bilinmektedir. Skarn oluşturan minerallerin skarn kütlesi içindeki oranları, sokulumu yapan kütleden karbonatlı kayaca doğru önemli ve ^oğu kez sistematik değişme-

ler göstermesini açıklamak için günümüze de* ğin yapılmış araştırmalar^ kendim zonlanma şeklinde belli eden bu değişmelerin metasomatizma olayının doğal sonucu olduğunu göstermiştir, Metasomatizma skarnlarda Eonlanmaya neden olurken, zon sayısı ile sonların her bölgede, hatta tek bîr bölgenin muhtalif noktalarında, farkhhklar gösterebileceği üzerinde durulmuş ve bunun metasomatik olayın geliş-

tiği rejimin sonucu olduğu savunulagelmiştir (Zharikov, 1970). Ekonomik yönden önemli yatsınamıyaeak olan skarnların oluşumunda etkin olan mekanizmaların, yakından incelenmesi ve günümüzde yaygın olan görüşlerin irdelenmesinde yarar vardır*

METASÖMATİK ZONLANMA

Burt (1974) Amerika ile dünyanın bir çok yerinde yapmış olduğu gözlemlerden ve literatürden yararlanarak skarnların içinde (ekzoskarnlarda) gözlediği granatları andradit, piroksenleri hedenbergit adı altında genelleştirerek plütonik kütlede, veya endoskarn, mermerlere doğru »karnlarda kuşaklanmanın varlığını göstermiştir, Aym yazardan basitleştirerek aldığımız bu dizilimde

1. Endoskarn — Andradit veya Hedenbergit — Kalsit
- 2, Endoskarn — Andradit — Wollastonit — Kalsit
- 3, Endoskarn — Andradit — Hedenbergit — Kalsit
4. Endoskarn — Andradit — Hedenbergit — Wollastonit — Kalsit şeklinde

yer alan kuşaklanmaları kesin olarak görmek mümkündür. Brock (1972) demirce fakir bir akamda ise Kalsit — Wollastonit — Granat — Diopsit sıralamını ile çok ince monomineralik zonlar yaparak mermerlerden uzaklaştığımız rapor etmektedir.

Kerrie (1977) ise plütonik kütlede itibaren mermerlere doğru skarnların granat — piroksen — wallastonit şeklinde bir zonlanmanın varlığına işaret etmektedir, Sovyet literatüründe de ana çizgileri benzer metasomatik zonlanmaların istisnasız tüm skarnlarda gözlendiğini göstermektedir (Zharikov; 1959, 1966, 1970, Tarasov; 1966, Korzhlski; (1970),

Kimyasal olarak birbirinden çok farklı olan magmatik kayalar ile bunların kontaktlardaki karbonatlı kayalar arasında gelişen skarnlardaki zonlanmaya benzeyen dizilim, palitik kayalarla karbonatlar arasında da gözlenmiş ve bunun metamorfik olaylar sonucu gelişmiş olduğuna dair Örnekleri Thompson (1975) ile Kerrie (1970, 1977) vermiştir, Pelitik kayaktan karbonatlı kısımlara doğru

Thompson (1975)'e göre pelit — piroksen + klinozoit — granat — mermer, Keme (1977) de biotit hornfels — piroksen + pajioklaa — diopsit + epidot — granat + piroksen — wollastonit — kalsit dizilimi saptanmıştır*

Bu arazi gözlemleri yanında Vidale (1969) deneysel olarak yapmış olduğu çalışmalarla bunu laboratuvar koşullarında da geliştirmeyi başarmıştır. Gözlenen ve deneysel olarak saptanan zonlanmanın metasomatik olaylar zinciri sonucu oluşumu ve buna neden olan madde hareketinin üzerinde yapılan çalışmalar, bunun çeşitli modeller kullanarak açıklamanın olanaklı olduğunu göstermiştir.

Bu modellerden bir tanesi difüzyon modeli olup, maddeler bu modele göre farklı kimyasal potansiyellerin yaratmış olduğu eğim üzerinden, hareketin içinde yer aldığı ortam ise kristaller arası hareketsiz sıvı veya katı maddelerin atomsal düzlemleri arasındaki açıklıklar olabilir.

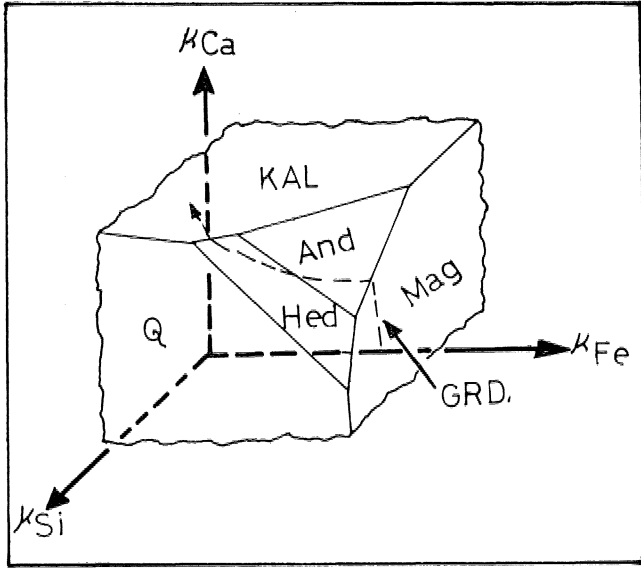
Diğeri ise infiltrasyon modeli olup burada maddeler farklı basınç nedeni ile hareket eden sıvı ve gazlarla taşınır, Difüzyon modeline göre kimyasal potansiyel farklarının oluşturduğu eğimle her yönde hareket edebilen maddeler; infiltrasyon modelinde ise sıvı ve gazların akım istikametinde tek yönlü olur.

Skarnlarda özellikle endoskarnların gelişmeleri, pelitiklerle karbonat kayaçları arasında gözlenen bantlanma belirgin olarak iki yönlü madde difüzyonu ile gelişebileceği, gerek bu tür skarnların kalınlık ve gerekse konumları nedeni ile, uygun olabilir (Hoffman, 1972; Korzhinski, 1970; Kerrie, 1977). Uludağda gözlediğimiz endoskarn örnekleri bu yolla gelişmiş olabileceği kanısındayız.

Bkzskarnlar ve içlerindeki zonlanmaların gelişimi ise hem difüzyon hemde infiltrasyon maddeleriyle açıklanabilmektedir.

Burt (1974) ekzoskarnlarda görülen tüm zonlanmanın baait Mr şeklinde Ca-Si-Fe sistemi içinde difüzyon modeli ile açıklamaya çalışmıştır. Bu yazara göre metasomatik olaya neden olan madde taşınması, hareket eden sıvı ve gazlarla, fakat metasomatik zonlanmayı ise kristaller arası sıvı içinde yayılan kimyasal potansiyel farklılıklarının etkisinde hareket eden

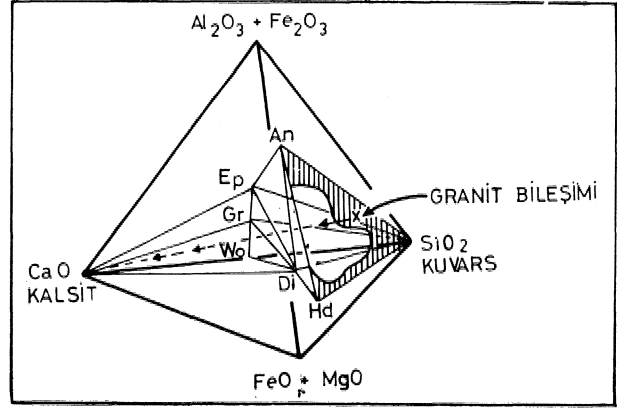
maddelere bağlamış ve bunu saturasyon yüzeyleri ile izaha çalışmıştır. Şekil 1. $pCa - pFe - pSi$ diyagramında plütonik kayaç ile mermerler arasında magnetit — andradit — hedenbergit — kalsit zonlanmasını oluşturan bir örneği vermektedir, Zonlanmada maddenin hareket edeceği kimyasal potansiyel gradientine göre skarlarda bazı zonların görülmeyebileceği de bu şekilden anlaşılabilir.



geku İS EkzOHkarnlarda Magnetit . Andradit . Heddenbergit * Kalsit zonlanmasını veren $pCa - pFe - pSi$ diyagramı. GBDİ Kimyasal potansiyel gradienti» Mag: Magnetit, AndAndradit, Hed Hedenbergit, KAL: Kalsit, Q Kuvars (Burt, 1914'ten alınmıştır).

Thompson (1959)*da ana çizgileri ile teah ettiği, magmatik bileşimden kalsit'e kadar kademeli değişmelerle bileşimin belli bir mineral topluluğunun duraylılık alanından diğerine geçerek zonlanmalar yapması da, Şekil 2'de görüleceği gibi, doğada gözlenen metasomatik zonlanmaların büyük bir kısmı ile uyum içinde değildir, Buna rağmen Thompson (1975) tarafından verilen pelit-karbonatlı kayaç arasında yer alan zonlanma ile Vidala (1969)'un deneysel çalışmalarından elde ettiği kalsit — wüstonit — granat ~ piroksen dMlimi iyi bir uyum içinde olduğu da açıktır, Zira her iki durumda da granat zonu karbonatlı kayaca yakın olarak belirlemekte*

Uludağ skarnlarında gerek ana skarn gövdesi ve gerekse damar tipi skarlarda göyle-



Şekil 2. Granit magması ile aeneğ olan bir akışkanın (X) ile gösterilen bileşim, granitten kalsite doğru basit difüzyon yolu ile zonlanmanın gelişmesini gösteren diyagram* X bileşiminden kalsite doğru kesik çizgilerle işaretlenen değişimin zorunlu olarak; Granit bileşim — $P_{ij} + IM + Q - Bp + DI + Q - Gr + M + W - Gr + Pi + W -$ Kalsit duraylılık alanlarından geçeceğine ve en az S faz halinde (tümü 7,0111111 oluşacağına dikkat edilmelidir (Kerrie, 1974'de «ammıştır).

nen zonlanma daha önce de değinildiği gibi» plütonik kütlelerden mermerlere doğru, plütonik kütle (veya endoskarn) — granat — granat + piroksen — piroksen — kalsit şeklinde belirlemekte ve pek sık olarak bunlara epidot iştirak etmektedir. Bu tür zonlanma, dünyanın diğer kontakt metasomatik kuşakları gibi difüzyonun geliştiremeyeceği kalınlıklara sahip olmaları bir yana günümüze kadar sunulmuş basit difüzyon modelleri ile de izahı çok zordur. Nedenin, doğa koşullarının sunulan modellerden çok daha karmaşık olması, zonlanmayı oluşturan ana nedenin yalnız kimyasal potansiyel hareketine geçirdiği madde sıralanımı olmayıp, zonlanmayı gerçekleştirerek sıvıların kaynaktan karbonatlı kayalara doğru geçtiği önemli pH değişimleri olduğu kanısındayız. İşte bu pH değişimi bazı maddelerin çökeltmelerinin de daha uzun mesafelere taşıyarak metasomatik kuşaklanmaya zemin hazırlamaktadır. Böyle bir sıvı hareketi ve ondan gelişecek olan zonlanmanın infüzyon model ile daha kolay açıklanabileceğine inanıyoruz. Belli sıcaklıkta maddenin çözünürlüğünü önemli derecede çözümlerin pH'na bağlı olduğunu biliyoruz, Örneğin 25°C de artan pH değerine karşılık metal hidroksitlerinin çökeltim sırasını yazarsak:

	Hidroksit ÇökeUra
	Sırası
	Sn+4
	Tl+4
	Fe+s
	Al+s
	Fe+2
	Mn+2
	Al çözeltiliye geçer
	Mg+2
	Ça+2
	Fe+2 ve Fe+s
	çözeltiliye geçer
	Na+, K+

SIO₂ koUoid halde hemen hemen tüm pH aralığında çözümlenebileceğine göre ve bu çözünme çökelim sırasının daha yüksek sıcaklıklarda da geçerli olduğu var sayılırsa (Fontaine, 1962) o zaman asit özelliği (düşük pH) ağır basan plütonik kütlelerin yakınından karbonatlı kayalar içine (yüksek pH alanına) doğru kırık, çatlak ve kayaç porozitesinden süzülüp geçen magmatik çözeltiler kaynağa yakın +3 değerli demir bulduran granat zonu (Andradit), mermerlerle yakın kısımda ise iki değerli demir ve manganyum bünyesinde bulduran piroksen (Hedenbergit) zonuun gelişmesi beklenir. Na ve K ise yüksek çözünürlükleri nedeni ile skarn zonuun kimyasal analizlerinden açıkça görülebilmektedir (İnan, 1979).

Skarnların geçirdiği hidrotermal evrimde asit-foaz iüşkülerini incelerken Korzhinski (1957, 1962, 1970) -nın ortaya koyduğu ve minerallerin birbirinin yerine geçmesinde» karbonatlı kayadan kaynağa doğru bazikliğin düşmesiyle wollastonit — diopsit — saUt — hedenbergit — andradit fasîyeslerinin gelişmesinde esas olan CaO — MgO — (Mg, Fe) O — PeO — F₂O₃ dizilimini yine pH değişiminin fonksiyonu olarak ve fakat skarn oluşumunun hemen başında geliştiğini düşünürsek, plütonik kütlelerden mermerlere doğru; Plütonik kütle (veya endoskarn) — granat — piroksen — (wollastonit) kalsit zonlanması verecektir ki bu da Ulu- dağ skarnlarında gördüğümüz kuşaklanmaya gayet iyi bir şekilde uymaktadır* Bu Ulu- dağ skarnlarının magmatik kütlelerden süzülüp gelen çözümlerle reaksiyon sonucu gelişmiş infiltrasyon metasomatizması ürünü olduğunu desteklemektedir» Her yerdeki infiltrasyon işleminde olduğu gibi, Ulu dağdaki skarnların geliş-

mine damgasını vuran infiltrasyonunda çok daha küçük ölçekte difüzyonlar da desteklendiğini söylemek gerektiğine inanıyoruz,

DEĞİNİLEN BELGELER

- BROCK, K.J. (1972). Genesis of Garnet Hill Skarn, Galaveras County» California, Bull. Geol. Soc. Am, 83, 3391 . 404,
- BURT, D.M., (1974), Metasomatic zoning in Ca-Fe-Si exoskara. In HOFMANN, A, W. GILETTİ, B.J., YODER, H.S. Jr. and YUND, R.A, (Ed) "Geochemical Transport and Kinetics". Carnegie Inst, wash, Publ. 634, Washington, D.C,
- FONTAINE, M. (1962), Contribution a L'étude des Skarns de Kamioka prefecture de Gifu, Japon, Jour, Fac, Sei. Univ. Tokyo, v, 14, 153-227,
- HOFMANN, A, (1972), Chromatographie theory of infiltration metasomatism and its application to feldspars. Am, J, Sei. 272, 69-90,
- İNAN, K. (1979), Uludağ Skarn İçerisindeki Petrojeniz ve Jeokimyası. Doçentlik Tezi İT,Ü, Maden Fakültesi.
- KERRICK, D.M, (1977), Contact metamorphism in some areas of the Sierra Nevada, California, Bull. Geol. Soc. Am, 71, 2918-38,
- KERRICK, D.M. (1977), The Genesis of zoned skarns in the Sierra Nevada, California, Jour, Petrol. 18» 144-81,
- KERRICK, D.M., HUNT, J.A., WALL, V.J., 1973, Experiments on some equilibria involving calc-silicate phases, Geol. Soc. Am, Abstr, Program, 5, 693,
- KORZHINSKI, D.S. (1964). Regime of acidity during postmagmatic processes. Nedra, 22. trntr. Geol. Congr. —
- KORZHINSKI, D.S., 1959, The advancing wave of acidic components in ascending solutions and hydrothermal acid-base differentiation, Geochim* Coomachim, Acta. 17., 17*20,
- KORZHINSKI, D.S, (1970), Theory of metasomatic Zoning, Oxford, clarendon Press,
- TARASOV, V.A. (1966). On the formation of skarn - polymetallic deposits at Kurusay, Geochim, Intern., 3, 628=35,
- THOMPSON, A,B, (1975). Calc-silicate diffusion zones between marble and pelitic schist, J. Petrology» 16, 314-46,
- THOMPSON, J.B, Jr. (1959). Local equilibrium in metasomatic processes, in ABEDSON, P.H, (Ed)* Researches in Geochemistry. New York, John Wiley and Sons,
- VIDALE, R.J. (1969), Metasomatism in a chemical gradient and the formation of calc-silicate bands. Am, J, Sei, 267, 857-74.
- ZHARKOV, V.A. (1970). Skarns. Int. Geol. Rev, 12, 541-59, 619-47, 760-75.