

TİPOMORF MİNERALLER

Altan GÜMÜŞ *)

ÖZET :

Tipomorf Mineraller magma evrimi zincirinin belli bir halkasında teşekkül etmiş ve bu balakanın Jeoşimik ve fiziko - şimik koşullarını aksettirecek belirli özelliklere sahiptirler. Bir cins mineralin, her Jeoşimik ve fiziko - şimik gelişme kademesinde gösterdiği farklı kristalografik şekli, renk ve hatta çeşitleri mevcuttur. Karakteristik olan bu özelliklere göre, İçinde bulunduğu formasyonun teşekkül fazı, periyod ve koşulları tesbit edilebilmektedir. Bunun neticesi olarak da, o koşullarda oluşması gerekli faydalı mineraller ve maden yataklarının aranması kolaylaşmış ve sınırlandırılmış olacaktır.

Tipomorf mineraller arasında en tipik olanları Kuvars, Topaz, Turmalin, Beril ve Mikalardır. İkinci derecede önemli olanlardan Granatlar, Zirkon, Apatit ve Fluoritli İşaret edebiliriz. Bunlardan başka, Manyetit, Piroksen ve amfiboller, Ortoklas ve mikroklin, Amazonit, Nefelin, Kaolinit ve Kalsit de, belli fazlar için bazı tipomorf özelliklere sahiptirler.

SUMMARY :

Les minéraux typomorphes se forment dans une période déterminée de la chaîne d'évolution magmatique et, ont des caractéristiques bien définies qui pourront déterminer les conditions de milieu et le temps c'est à dire, la géophase des processus géochimiques. Ainsi, Tels ou tels aspects caractéristiques du processus a un moment donné seront définies par les minéraux a caractères typomorphes. Ces caractères sont les variations de la composition, de la coloration, de la composition des mélanges isomorphes, le faciès ou les modifications polymorphiques. Par conséquent, il sera rendu facile et limité par ces minéraux d'investiguer les gisements métallifères et les minéraux utiles qui ont dû se former dans les mêmes conditions.

Les plus courants des minéraux typomorphes sont : le quartz, la topaze, la tourmaline, le béryl et les micas. Les grenats, le zircon, l'apatite, et la fluorine s'occupent en deuxième rang a ce sens et, ont des propriétés typomorphes moins importantes. A part ceux-ci, la magnetite, les pyroxenes et les amphiboles, l'orthose et la microcline, l'amazonite, la néphéline, la kaolinite et la calcite ont aussi de certains aspects typomorphes pour les phases bien limitées.

Tipomorf mineraller magma evrimi esnasında, tamamen belli jeoşimik koşullara bağlı olarak gelişmiş minerallere verilen isimdir. Bunlar, stratigrafik jeolojideki karakteristik fosillere benzetilebilir.

Tipomorf mineraller zaman ve ortam koşullarını, yani jeoşimik olayların jeofazlarını tarif ederler. Bunların etüdü, herhangi bir sedümanter serinim analizinde karakteristik iz, kalıp ve artıkların paleontolojik etütlerinde olduğu gibi, meselâ granitik bir magmanın soğuması süresince husule gelen jeoşimik olayları anlamak için önemlidir.

Fersman (1934), magma ve türevlerinin gelişimini karakterize eden bir seri jeoşimik

faz ve etapları tesbit etmiştir. Bilhassa soğuma ile ilgili olarak yani ısı dereceleri ile sınırlanmış jeoşimik fazlara JEOFAZ ismi verilmektedir. Bu belli ısı aralanılın, belirli jeoşimik ve fizikoşimik şartları mevcuttur. Böyle bir ayırım, daha ziyade metalojenist jeologlara, çeşitli maden yataklarının birbirleri ile karşılaştırmada ve onları zaman ile ortamın bir fonksiyonu olarak sınıflandırmada kolaylıklar sağlar. Her jeofazın karakteristik bir parajonezi olduğu gibi, belli tipomorf mineralleri de vardır.

Magma evrimindeki jeoşimik olaylar bazı jeofazları içine alan bir seri etaplara ayrılmaktadır :

*) Dr. Jeolog Altan Gümüüş : Karadeniz Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Öğretim Üyesi.

Jeofaz A	.....1100°	.....Magmatik veya Ortomagmatik Etap
Jeofaz B	..... 800°	
Jeofaz C	..... 700°	.....Epimagmatik veya Pegmatitik Etap
Jeofaz D	..... 600°	
Jeofaz E	..... 550°	
Jeofaz F	..... 500°	.....Pnömatolitik Etap
Jeofaz G	..... 450°	
Jeofaz H	..... 400°	
Jeofaz I	..... 300°	.....Hidrotermal Etap
Jeofaz K	..... 200°	
Jeofaz L	..... 100°	
Jeofaz M	.....<100°	.....Süperjen (Yüzey) Etap
Jeofaz N	.....<100°	

KUVARS, SiO₂. (Dumanlı, gri, beyaz, süt, pembe, ametist ve dağ kristali) :

Minerallerin birbirlerini takip eden kristalleşme olaylarının akışı içinde, kuvarın özel bir jeoşimik tarihçesi mevcuttur. Bu tarihçenin önemi bilhassa Molibden, Volfram, Kalay ve Altın gibi bazı madenlerin prospeksiyon ve aranmasında ortaya çıkmaktadır. Bu metallerin cevher olarak yataklanmaları esnasında kuvarın belli cinsleri ile çok yakından ilişkisi görülmektedir. Kuvarın jeofazlardaki gelişimi aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

Jeofaz B : Bu fazda kuvar, açık gri veya saydamdır. Tane halinde veya prizma yüzeyleri gelişmemiş küçük trigonal hemiedrik kristaller halinde bulunur. (Kuvar Beta).

Jeofaz C-D : Kuvar Beta yavaş, yavaş kuvar Alfa haline dönüşür. Prizma yüzeyleri de gelişmiş romboedrik şekillerde bulunur. Bu fazda dumanlı kuvarlar teşekkül eder ve dumanlı renk D fazının sonuna doğru koyulaşır ve kuvar grileşir.

Jeofaz E : Gri, gribeyaz renkte olup yan saydamdır. Bu cins kuvarlar pegmatitik olaylar serisini sona erdirirler. F jeofazının başında bazı hallerde pembe renk aldığı görülür.

Jeofaz F-G : Kuvar bu fazda düzensiz olarak büyür. Zonlu yapılarla iştirak eder, sonradan gelen eriyiklerle devamlı almayan, ardışıklı dokular vücutte getirir. Çoğu hallerde hematit, mika katgıları, albit ayrışma ürün ve inklüzyonları, bazan da bol miktarda diğer inklüzyon muhtavasını ile birlikte süt kuvarın teşekkül ettiği görülür.

Jeofaz H-I : Nadir olarak Dağ Kristalleri görülür. Başlangıçta uzun prizmalar halinde Daufine Tipini karakterize ederler. Sonradan bulanık ve hegzogonal prizmalar şeklinde Alp tipi filonların karakteristik kuvarları teşekkül eder.

Jeofaz J-K : Bu fazda ilki grup teşekkül mevcuttur :

a) Hidrotermaliter içinde kalseduna dönüşen küçük kristaller halinde kuvar meydana gelmiştir.

b) Kısa prizmalar halinde Ametist teşekkül etmiştir.

Jeofaz L : Kuvar bu fazda, tarak şeklinde yeni teşekküllü küçük kristaller halinde.

Bu şema tümü ile, yalnız pegmatitler için değil, aynı zamanda hidrotermal filonlar için de geçerlidir.

Kuvar, içinde teşekkül ettiği ortamda vukua gelecek fiziko kimik değişikliklere karşı büyük bir hassasiyet göstermektedir. Dolayısı ile jeoşimik gelişme hakkında bilgi veren en önemli bir tipomorf mineraldir.

özellikle altın yatakları için önemi büyüktür. Bu yataklarda belli başlı gang mineralini teşkil ederler. Bilhassa beyaz ve süt kuvar cinsi, tecrübeli altın arayıcıları tarafından kolaylıkla tanınmakta, ve hattâ kuvarın dış görünüşüne göre yataktaki altın tenorunun tahmini yapılmaktadır.

Beyaz veya beyazımsı kuvarlar, pegmatitlerde, pnömatolitlerden daha az önemlidir. Burada tamamen belirli filonlar, bilhassa bakirli, kısmen altınlı ve nadiren de kurşun ve çinkolu filonlar için karakteristik bir mineraldir. Cevher filonlarının bu süt kuvarları G-H Jeofazına tekabül ederler. Pegmatit içinde olduklarından daha yaygındırlar. Burada, süt kuvarın çökmesi, alkali eriyiklerin eritme olayları ile birlikte vukua gelir. Tamamen saf olarak teşekkül eden süt kuvarlar, sadece G jeofazına aittir ve gri kristaller üzerinde ince bir halka veya son derece ince bir kabuk tarzında görülürler.

Yüksek basınç altında teşekkül etmiş bulunan Arkeen Pegmatitlerinde, E ve kısmen F jeofazında, beyazımsı, fakat aüt renginde olmayan, bazan yarı saydam veya opalimsi, ve genellikle de orta kısımları hafifçe pembe kuvarsa dönüşmüş kompakt kütleler halinde kuvars kristalleşmesi izlenmektedir.

Beyaz görünen bütün kuvarslar süt kuvars değillerdir. Bunların bir kısmının rengini beyazımsı olarak kabul etmek gerekir. Zira, yüzeyde gördüğümüz bu cins kuvarsların beyaz renkleri daha ziyade, yüzey ısısının değişmesi sonucu olarak kapiler çatlak ve kırıkların teşekkülüne sebep olan ilkel inklüzyonlardan ileri gelmektedir. Bu bakımdan derine doğru rengin kaybolduğu en küçük bir kazı işlemi ile anlaşılabilir.

Kuvarsların Inklüzyonları : Metalik cevherlerde veya gang minerallerinde bulunan katı, sıvı veya gaz halindeki inklüzyonlar, o cevherleşmenin olduğu ortamın karakteri hakkında önemli bilgiler verirler. Bu bakımdan da kuvars inklüzyonlarının özel bir yeri olduğuna işaret etmek gerekir. önceleri, bu inklüzyonlar, minerallerde rastlanan sayısız gözlemlerden herhangi biri olarak kabul edilirdi. Son senelerde ise, bir araştırma konusu olarak M. DEÛCHA (1955) tarafından ayrıntılı etüdüleri yapılmıştır. Bu etüdier neticesinde, filoniyen kayaçların ve maden damarlarının teşekkülünde rol oynayan pnömatolitük ve hidrotermal faaliyetlerle inklüzyonların teşekkül ve dizilişi arasında mevcut ilişkiler ortaya çıkarılmıştır.

MANYETİT, Fe₃O₄ :

Tipomineral olarak manyetit kesin bir anlam taşımamaktadır. Bu da, az incelenmiş bir mineral olmasından ileri gelmektedir. Esasında manyetit çok değişik koşullarda teşekkül eder.

Yüksek ısıda oluşan manyetitler (Jeofaz B-Ç) yapıları ve bileşimleri ile düşük ısıda oluşan alp tipi filonlarda (Jeofaz I) bulunanlardan farklıdır. Bununla beraber, büyük manyetit yataklarının B ve C jeofazlarında oluştuğu bir gerçektir.

Manyetitlerin çöke-mesi için, ortamın pH mm oldukça yüksek olması ve ortalama bir yoğunlukta da serbest oksijenin mevcut bulunması gereklidir. Bu koşullar en ziyade B ve C jeofazlarında yer almaktadır.

Granitik magmalara bağlı manyetitler genellikle titandan yoksundur. Nefelinli siyenitlerin ve gabroik kayaçların manyetitleri ise daha ziyade titanlıdır ve % 20 ilâ 25 TiO₂ ihtiva ederler. Bunlara Titanla Manyetit veya Titanomanyetit mineraller ismi verilir.

ZİRKON, ZrSiO₄:

Bir filonda zirkonun varlığı, artık eriyiklerden hasıl olma, zengin ve ilginç bir karmaşık mineralizasyona işaret edebilir. Alfoit (NaAlSi₃O₈) ve Kuvarsa zengin asit filonlarda zirkonun bulunuşu, her zaman için, bu filonlarda hafniyum elementinin yüksek tenörde toplanabileceğini gösterir. Prizmatik yüzeylere sahip olmayan gri veya sarımsı renkteki zirkonlar nefelinli siyenitler için karakteristiktir. Halbuki kıyotakt zonlarında uzunca, kırmızı kahverengi tipik kristaller halinde teşekkül ederler.

Bununla beraber zirkonun nefelinle (NaAlSiO₄) birlikte oluşu her zaman özel bir durumun varlığını ortaya koymamaktadır, örnek olarak, blotit ihtiva eden bir nefelinli siyenit cinsi olan Miaksitler gösterilebilir. Diğer taraftan, aspatitik kayaçlarda*) zirkon, yüksek ısıda oluşmuş zirkonlu silikatların varlığına işaret eder veyahutta Badeleyit (ZrO₂) in oluşumuna fırsat veren termal bir ayrışma olayının ceryan etmiş olduğunu gösterir.

Konveks yüzeyli ve saydam olmayan Al vit **) tipi taistalter granitik bir pegmatitin varlığına işaret etmektedir. Bu tip kristaller genellikle İtiryum, toryum ve uranyum ihtiva ederler. Zirkonlar üzerinde bir kısım çalışma varsa da tipomorfler karakterler bakımından yeterli bilgi henüz mevcut değildir. Bununla beraber granitik pegmatitlerde tesbit edilmiş bazı özelliklerini aşağıda verebiliriz :

Jeofaz A ve Jeofaz B nin başlangıcı: Zirkonlar uzun prizmatik şekillerde ve kahverengidirler.

Jeofaz C ve Jeofaz D nin başlangıcı: Lepidomelen (Demirli Mika, K_j (Fe+3, Fe+2, Mg) ^ (Si,Al,Fe+3)₈ O₂₀ (OH₄) ve Ksenotim (YtPO₄) le birlikte sulu ve altère zirkon mineralleri bulunur. Bunlardan Malakon (ZrSiO₄. % 2-4 H₂O. (Th,Hf) ve Sirtolit (ZrSiO₄. % 4 -) 1-2 HfO₂ (U vce Nadir Toprak element-

(*) Agpatitik Kayaçlar : Bileşimindeki Alkali elementlerin toplamının Alüminen ziyade olduğu alkali kayaçlardır. Bunlarda alkali elementler demirle kombine oldukları için Eğirin (NaFeSiO₂) gibi özel minerallerin teşekkülüne vücut verirler. Kısaca Agpatitler, hiperalkalt nerelini siyenitlerdir.

(*) Alvit : Başlangıçta, az bir Zr ve % 14 civarında Al O + BeO ile Th, Fe ve nadir toprak elementlerinin silikatlarından İbaret bir mineral grubu olarak tarif edilirdi. Son analizler göstermektedir ki, az miktarda Be, Th veya nadir toprak elementleri ihtiva eden Zr ve Fe silikatları ibarettir.

ler) 1 zikredebiliriz. Zirkonun bu cinsleri 569°C de, Jeofaz D ile Jeofaz E nin birbirine geçiş alanlarında teşekkül etmişlerdir.

Jeofaz F nin Başlangıcı : Mikroklin (KAlSi₃O₈) üzerinde albitle birlikte küçük kristaller halinde Malakon teşekkülü görülür.

GRAJVATLAR, R₃+2 R₂+3 (SK)₄ :

$$R_3 + 2R_2 + 3(SK)_4$$

Granatların tipleri ve kimyasal bileşimleri, maden yatakları gruplarının tanımlanmasında büyük rol oynarlar. Dolayısı ile granat cinsleri kesinlikle tayin edilebildikleri takdirde, maden prospeksiyonlarında önemli birer klavuz teşkil ederler.

Uvarovit : Ca₃Cr₂ (SiO₄)₃ : Koyu yeşil renkte kromlu bir granat cinsidir. Tek rastlandıkları yer, filoniyen kırıklardır ve burarlarda kromit varlığına işaret ederler.

Diamantoid : Andraditin bir çeşididir. Açık yeşil veya canlı yeşil renklerde bulunur. Bazik bir magma ile ilişkisi bilinmektedir (Dialajit, Piroksenolit, serpantin). Ka'kerlerin derindeki kontaklarında rastlanır. Netice itibarile, asbest ve kromit ile aynı şekilde Platinin varlığını işaret ederler.

Şorlomit (Titanlı siyah Granat), Ca₃ (Fe, Ti)₂ (Si, Ti)₃ O₁₂ ve Melanit (Bir anradit çeşidi) : Alkali magmaların çok karakteristik mineralleridir. Bu granatlar, bilhassa nefelinli kayaçların, karbonatlı kayaçlarla kontak halinde varlıklarına işaret ederler.

Küsmende, kalkerlerin alkali granitlerle derinde yapmış oldukları kontaklarda Sfen (CaTiOSiO₄) le birlikte bulunurlar.

Grossüler, Ca, Al₂ (SiO₄)₃ : Sarı yeşilimsi bir granattır. Bilhassa granitlerle kalkerlerin kontak zonlarını işaret ederler. Granitik kayaçlarla olduğu kadar daha bazik kayaçların kontaklarında da görülür, örnek Pirenelerdeki Lertzolitlerin kontaklarında olduğu gibi. Oluşumları nisbeten düşük olan ve demir migrasyonu ile manyetit teşekkülü bulunmayan kontak kayaçları için karakteristiktir.

Pirop, Mg₃Al₂(SiO₄)₃ : Koyu kırmızı renkte magnezyumlu bir granattır. Derindeki Eklojitlerle, derindeki ultrabazik kayaçlarla birlikte bulunan eklojitlerin varlığına işaret eder. Dolayısı ile bu kayaçlar içinde bulunan Olivin ve Elmas gibi kıymetli taşların varlığını bildirmiş olurlar.

Andradit, Ca₃Fe₂(SiO₄)₃ : İki ve üç değerli demir ihtiva eden kalsiyumlu bir granat cinsidir. Bilhassa fazla oksijenli ortamlarda kalker - granit kontaklarında teşekkül eder. İki ve üç değerli demirin varlığı, granatin koyu renkli oluşunu sağlar ve aynı zamanda manyetit teşekkülünü işaret eder.

Almandin, Fe₃Al₂(SiO₄)₃ : İki değerli demir ve Alüminyumlu, koyu kırmızı renkli bir granattır. Bu granat yüksek basınca ve derinde ceryan etmiş bir indirgeme olayına tekabül eder. Bu da asit magmaların yerleşme koşullarını ifade etmektedir.

Gnays ve mikaşitler içinde rastlanırsa, Dişten (Al₂OSiO₄) in varlığına bir işaret sayılır. Pegmatitlerde, kristalizasyonun başlangıcını gösterir.

Spessartit, Mn₃Al₂(SiO₄)₃ : Manganezce zengin, portakal renginde bir granattır. San kahverenginde de olur. Manganezce ve lityumca zengin pegmatitlerin varlığına işaret eder. G ve H jeofazlarına tekabül eder.

NEFELİN, Ka Al SiO⁺ :

Kayaçlarda ve filon tipinde cevherleşmelerde nefelin varlığının büyük bir önemi vardır. Tipik mineral birliklerinin tayininde yardımcı olarak faydalanılır.

Genel kaide olarak, bu mineralin veya eşdeğerlerinin (sodalit gibi, CaAlSiO₄.NaCl) varolduğu belli bir parajenezde kuvars teşekkül etmemiştir. (Tamamen sökonder olarak sonradan teşekkül etmiş kuvarslar İstisna teşkil ederler). Nefelinler, nadir elementler ihtiva eden özel bir cevher ve mineral serisinin teşekkül etmiş olduğuma işaret ederler: Niobyum, Tantalyum, Toryum, Nadir Toprak elementleri, Zirkonyum, Titanyum, Uranyum.

özellikle füonlarda her nef eline rastlayışın pratik ve teorik bakımdan neticeleri çok önemlidir. Nefelinli kayaçların önemi şundan ileri gelmektedir : Nefelinli komplekslerin çökmesine ve diferansiyasyonuna paralel olarak, silis ve alüminyumca zengin ve alkalice nisbeten fakir bir artık magmanın da diğer tarafta hasıl olmasıdır. Böylece bir taraftan çok alkali olan nefelinli siyenitler meydana gelirken, diğer taraftan da plümaztler*) teşekkül etmiş olur. Belli bir aralıkla teşekkül etmelerine rağmen ekseriya birlikte bulunurlar ve birbirlerini tamamlarlar.

Netice itibarile Nefelinlerin birlikte bulunduğu yerlerde veya yakınlarında :

1 — Tipik cevherleşmeleri ile alkali granit sahaları.

2 — Plümazt formasyonları (granat, Korindon Al₂O₃, Dişten, Beyaz Mika, Silürnit Al₂SiO₅, Andaluzit Al₂SiO₅) aranabilir.

(*) Plümazt : OÜgoklas,, korindon ve margarlitten müteşkil bir damar kayacıdır.

PİROKSEN VE AMFİBOLLER, (Ca,Fe, Mg) SiO_2 O_6 ve Ca,, (Mg, Fe)₅ (Si₄O_n)₂ (OH), :

Bu minerallerin önemli miktardaki konsantrasyonları bazik ve ultrabazik magma diferansiyasyonu olaylarına işaret eder. Piroksenler en yüksek ısıda, amfiboller ise daha düşük derecelerde teşekkül etmişlerdir.

Kontakt metamorfik formasyonlarda daha ziyade koyu renkli piroksenler granat, manyetit ve sülfürlerle birlikte bulunur.

Bazik magmaların yan pegmatitik ve epimagmatik fazlarında amfiboller hakim durumdadır. Klorit ve titanomanyetit ile birlikte bulunurlar.

Yeşil renkli Eğirin kristalleri, granit ve siyenitlerin alkali karakterde olduklarına işaret eder. Yüksek ısıda oluşan rombusal piroksenlerin varlığı Ni, Oo ve Cu sülfürlerinin teşekkül etmiş olabileceğini gösterir.

Mavi amfiboller (Glokofan, Riebekit) az miktarda FeO + Fe₂O, ihtiva eden alkali ve ya daha ziyade hiperalkali kayaların (granit ve siyenit) var olduğuna bir işaretidir. Diğer koşullar altında bu minerallere sedimanter metamorfik seriler içinde rastlanır.

ORTOKLAZ VE MİKROKLİN, K Al Si₃O₈

Ortoklaz ve mikroklinin tipomorf mineral olarak ilişkileri oldukça karmaşıktır. Oluşları yalnızca ısıya değil aynı zamanda basınç ve doyunluğa da bağlıdır. Bununla beraber bazı özellikleri sıralanabilir :

Jeofaz C ve D süresince yani 700 ilâ 750° arasında genellikle mikroklin oluşur.

Jeofaz E esnasında (500°), yani potasyumlu feldspatların kristalleşmesinin sonuna doğru ortoklaz ve ortoklaz ile albitten ibaret Pertit görülür.

Suyun kritik noktasının (400-350°) altındaki bir ısıda sulu çözeltiler içinde ortoklaza yeniden rastlanırsa da bu defa Aduler cinsi olarak ortaya çıkmaktadır. Böylece, yüksek ısılarda, potasyumlu feldspatlardan ortoklazın kararlı bir cins olarak oluştuğu anlaşılmaktadır. Soğuma neticesinde, denge, yüksek ısıdan pegmatit alanına geçerken burada da kararlı olan mineral mikroklin dir. Sonra, 550° nin altında yeniden ortoklaza geçilir. Netice olarak, düşük ısılarda yalnızca monoklinal feldspatların kararlı olduğu görülmektedir.

Genel anlamda potasyumlu feldspatların tipomorf karakterleri şu şekilde özetlenebilir :

A tipi kristaller : Bunlar yüksek ısıda teşekkül etmiş, pinakoid ve klinopinakoid yüzeyleri çok gelişmiş tiplerdir. Pegmatitler-

de rastlanan bu tip kristallerde dik prizma yüzeyleri ile İki plnakold ve yan prizma yüzeyleri eşit şekilde gelişmişlerdir. Bu A tipi kristaller, pegmatitlerin karakteristik mineralizasyonu için bir işaret teşkil ederler. Bilhassa piezoelektrik alanında kullanılan saydam kuvars ve dumanlı kuvars, beril, topaz gibi minerallerle birlikte oluşurlar.

B tipi kristaller : Bunlar Aduler cinsi kristallerdir. C eksenine nazaran alonjmanların biraz daha büyük olması ile A tipi kristallerle benzerlik gösterirler. Yalnızca, optikte ve piezoelektrik alanında kullanılan saf dağ kristalleri hariç bir kıymeti olan herhangi bir yatağa işaret etmezler.

C tipi kristaller : Bu tip kristaller en düşük ısıya tekabül ederler. Dik prizma ve yan prizma yüzeylerinin hakimiyeti görülür.

AMAZONİT, yeşilimsi mavi Mikroklin :

Hakiki amazonitler, bazen oldukça yüksek bir alkalilik göstermelerine ve kısmen alkali granitler ve nefelinli siyenitlerle ilgili olmalarına rağmen, esas itibarıyla granitik pegmatitlere bağlı olarak gelişirler. Amazonit'in mevcudiyeti bilhassa kıymetli taşların aranmasında iyi bir işaretidir. Bilhassa topaz, beril, dumanlı kuvarsın varlığını ortaya koyar. Jenetik bakımdan Amazonit, Jeofaz E-F ye tekabül eder.

TOPAZ, Al₂SiO₄ (F,OH)₂ :

Topaz, apeksinde greizen teşekkül etmiş granitik magmalarda gaz fazının varlığını işaret eden başlıca bir mineraldir. Tipomorf mineral olarak özellikleri şu şekilde sıralayabilir :

Jeofaz D-E : Mavi kristaller halindedir. Kristallerinin bazis yüzeyleri ekseriya iyi gelişmiştir. Şekil itibarıyla hemen hemen bir dörtgen prizma gösterir. Ekseri hallerde bu cinsine feldspat ve kuvars içinde inklüzyonlar halinde rastlanır.

Jeofaz E-F : San renkte veya hafifçe renklenmiştir. Altıgen görünüşlüdür. Bazis yüzeyi dört piramit yüzey tarafından katedilmek suretile çok küçültülmüştür. Prizma yüzeyleri arasında da dik prizma yüzeyleri hâkimdir.

Jeofaz F-D : Yan prizmaların hâkim olduğu kristaller halindedir. Genel olarak renksizdirler, bazen sivrilmiş bir ön prizma yüzeyi ve yalancı bir dik prizma yüzeyi göstererek gök mavisi rengini alır. Bazis yüzeyler hemen hemen kaybolmuştur.

Jeofaz H-I : Bu fazda topazlar uzun kristaller halinde, şarap kırmızısı veya menekşe rengindedirler.

Jeofaz H Başlangıcı : Bu fazda topaz ayrışır ve Jilbertit (beyaz mika çeşidi, $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$) teşekkül eder.

Bunlardan, E-F jeofazında teşekkül etmiş pnömatolitlerin topazları ile efüzif kıyaçların topazları özel bir görünüşe sahiptirler. Bunlar piramit yüzeylerle son bulmuş kristaller şeklinde olup Hessonit ($Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$), Hematit (Fe_2O_3), Büksiyit ($(Fe,Mn)_2O_3$) ve kuvarlarla birlikte bulunurlar.

Şunu önemle belirtmek yerinde olurki, genel ieoşimik gelişmede topazın en ziyade konsantre olduğu kısım, pegmatitlerin yüksek ısıdaki fazlarında değil bilakis, florun ve hattâ hidroksit grubunun çoğunlukla önem kazandırdığı ortı ve hattâ düşük ısılı fazlardır.

TURMALİN, $Na Fe, B, Al_3 (Al_3Si_6O_{10}, (OH)_4$:

Turmalinin bütün çeşitleri (Siyah Turmalin, Şörl - Pembe Turmalin, Rübellit - Mavi Turmalin, İndikolit - Yeşil Turmalin - Kahverengi Turmalin, Dravit - Çok renkli Turmalin - Renksiz Turmalin, Akroit) pegmatitik ortamların gelişiminde çok karakteristik mineraller olarak görülmektedir. Bu grup çak iyi ve ayrıntılı olarak incelenmiş olduğundan, tipomorf mineral olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir :

Jeofaz A ve B nin Başlangıcı : Bu fazda çok uzun prizmalar halinde ışınal yapılı siyah Turmalin (Şörl) karakteristik çeşit olarak, magma farklılaşmasının son safhalarında ilk kristalleşen mineraller arasındadır. Turmalinli granitlerde bu cinsi bulunmaktadır.

Jeofaz D ve E nin sonu : Çok uzun olmayan fakat ziyadesile iri kristaller halinde siyah turmalinin başlıca gelişmiş olduğu faz olarak kabul edilir.

Jeofaz E ve F nin başlangıcı : Belli bir duraklamadan sonra veyahutta Jeofaz D nin siyah turmalinleri üzerine doğrudan yeni kristalleşmelerden sonra yarı saydam ve koyu mavi turmalinler teşekkül eder. Genellikle pegmatitlerin boşluklarında rastlanmalarına rağmen, pnömatolitler içinde de bulunurlar. Bilhassa bu sonuncularda, Apatit ve Brusit ($Mg(OH)_2$) le birlikte teşekkül etmişlerdir.

Jeofaz F ve G : Çok renkli ve pembe turmalinler bu fazda oluşurlar. Sıra ile önce kahverengi sonra yeşil, pembe ve kiraz renkli turmalinler kristalleşir. Bilhassa bu sonuncu

Jeofaz G ye aittir. Bu fazın turmalinleri genel olarak kararsız olduklarından mor renkli Lepidolit ($KLi_3(OH,F)(Al_4Si_4O_{10})$) tarafından ramplase edilmişlerdir.

Jeofaz H ve I nin başlangıcı : Çoğunlukla Flüorit (CaF_2) ve hattâ Zeolitler (Alkali ve toprak alkali sulu alüminosilikat) le birlikte, siyah turmalin iğneler halinde yeniden oluşur. Yaklaşık olarak bu jeofaz da oluşmuş cevher filonlarında siyah turmalin'ere rastlanır. Örneği, Turmalinli Bakır filonları.

Jeofaz H ile turmalinin teşekkül devresi tamamlanmış olur. Post magmatit formasyonları içinde, turmalinin diğer borlu silikatlar tarafından ramplase edildiği görülmektedir, önce Aksinit ($H (Fe,Mn) Ca_2 Al_2 B(SiO_4)_4$) sonradan da Datolit ($Ca (OH)_2 B SiO_4$) tarafından yerinin alındığı sık rastlanan olaylardır.

Turmalin'n bu uzun galisini devresi süresin", lu-is'ai'e^mede bazı dırrklama'an tesbit edilmiştir. Bu duraklama devamınca turmalin teşekkül etmemekte veya daha önce teşekkül etmiş olanlar ayrışmaya maruz kalmakta veyahutta yerini başka minerallere vermek suretile ortadan kalkmaktadır. Bunlardan bilhassa Muskovit, Flogopit ($K Mg_3 (OH)_2 (Al Si_2O_{10})$) ve klorit gibi mikaların agregatlarına dönüşmektedir. Bu ayrışma ve dönüşme olayları, genel olarak Jeofaz G nin sonu için karakteristiktir.

Genel bir kaide olarak, Turmalinin varlığı, asit magmalarda bazan da nötr magmalarda yaygın olan pnömatolitik olaylar için bir işarettir. Siyah turmalinin teşekkülünde daha bazik magmaların ilişkisi varsa, turmalinli bakır filonlarına ve daha düşük ısılar için de altınli lüdvijlt ($Mg_3 (Fe.Mg) Fe_2 [(BO)_2]$) filonlarına rastlamak mümkündür.

BERİL, $Be_3 A_2I (SiO_3)_6$:

Beril ve çeşitleri (zümrüt, akuamarin, Morganit, Vorobjevit), teşekkül fazları kesinlikle tanımlanmış bir tipomorf mineral grubu teşkil ederler.

Jeofaz B ve C : Magmatik kayaçların ilk mineralleri arasında, bilhassa pnömatolitlerde Mavi renkli Beril oluşur. Bu beril uzun prizmatik şekillerde bulunur.

Jeofaz D ve E : Berilin sarı, altın rengindeki bazanda kahverengi çeşidi teşekkül eder.

Jeofaz E ve F : Berilin asıl kristalleştiği fazdır. Mavi - Yeşil renkli akuamarin fazın başlangıcını teşkil ederken, renk yavaş yavaş fazın sonuna doğru hafifleyerek renksiz Beril ortaya çıkar. Bu fazda prizmatik şekillerin uzunluklarında azalmış, kristaller kısalmıştır.

Jeofaz F : Beril kısa prizmatik şekillerde teşekkül etmiştir. Bilhassa bazis yüzeyleri tam ve parlak olarak gelişmiştir. Bu fazın Berili, Na₂O, K₂O, Cs₂O, Li⁺O, H₂O gibi alkali oksitleri ihtiva etmektedir.

Jeofaz G : Pembe renkli vorobjevit teşekkül eder. Ca₂O ve Li₂O ce yüksek (1,5 ilâ 3,5 %) tenörlü kristaller kısa ve yassı prizmalar halindedir. Beril serisinin yoğunluğu bu fazda en yüksek sınırına erişmiştir.

Son olarak, berilin bir seri değişik şekilleri gözlenir. Genel bir izlem olarak, pnömatolitlerin veya pegmatitlerin normal bir evrimi içinde, Berilin varlığı Jeofaz G de son bulur. Bu sırada, mineral ya tamamen çözümlü veya Bertrandit (H₂ Be₄₂ O₈) ile Fenasit (Be₂Si₄O₄) e dönüşür. Bu tarz ayrışma ya fluor tarafından eritme şeklinde olur ki bu taktirde flüorit teşekkül eder veyahutta alkali solüsyonların etkisi ile olur, bu defa da Jilbertit tipinde Beyaz mikalar teşekkül etmiştir.

Bu yukarda verilen jenetik gelişme şeması, Beril yataklarına yani granitik pegmatitlere tamamen uygulanabilmektedir.

Pnömatolitler içinde gelişmiş olan Beril Jeofaz E-F ye tekabül eder. Ayrıca Kassiterit SnO₂, Volframit (Fe.Mn) WO₄, Lityumlu mikalar, Lepidolit K Li, (OH,F)₂ Al₄Si₄O₁₀ ve Zinvaldit K Li₃ (OH,F)₂ (Al,Si)₄ Fe₃O₁₀ le birlikte bulmaktadır.

Jeofaz G nin pembe Berili lepidolitli pegmatitleri işaret eder, Lityum ve sezyum aramalarında yardımcı olur.

Sonuç olarak, Berilin varlığı, granitik pegmatit ve granitik pnömatolitlerin teşekkül etmiş olduğunu işaret eder. Bu gibi kayaçların kontak zonları yakınlarında ise zinvaldit ve topazla birlikte Kalay ve Volfram yataklarının toplanmış olduğu görülmektedir. Ayrıca daha düşük ısı şartlarında bunlara ilâve olarak Lityum ve Sezyum bileşiklerinin de toplandıkları izlenmektedir.

APATİT, Ca₃ (PO)₄.CaCl₂ + n Ca₃(O)₄.CaF₂;

Jeoştmik bakımdan genellikle iyi incelenmemiş olmasına rağmen, tipomorf mineral olarak bazı karakterleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

1. Tane ve kısa prizmatik şekiller halinde teşekkül eden açık renkli yeşil apatitler, alkali Nefelinli magmalar için karakteristikdir. Bu cins apatitin, ekseri hallerde iyolitli,

Limburjitli ve Nefelinli siyenitli, alkali filonlarla ilişkili olduğu görülmektedir. Bu kayaçlarla karbonatlı kayaçların kontaklarında apatitin yerleşmiş olması, aralarındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

2. Gabroik kayaçlara bağlı filonlarda, yeşil renkli kompakt apatit oluşur. Bu cins apatitler bazı hallerde işlenebilecek büyüklük ve nitelikte yataklara vücut verirler.

3. E-G Jeofazlarına ait Pnömatolitler içinde, Kalay, Topaz ve Berille birlikte teşekkül eder. Kristalleri izometrik şekilde kısa prizmalar halindedir. Bunlara hidrotermal filonlarda rastlanırsa da tipik değildir. Bu durumda da ekonomik değerleri yoktur.

4. Apatit çoğunlukla granitik pegmatitlerde yaygındır. Fakat bu yerleşme şeklinde ekonomik değeri yoktur. Bilhassa C-D jeofazında Gök mavisi veya yeşil renklerde öldükçe uzun kristaller halinde teşekkül eder. F jeofazında, koyu yeşil renkli manganezli apatitler oluşur. G-H jeofazındaki apatitlerin kristalleri kısa, renkleri pembe veya açık mordur. Bazı hallerde, prizmatik şekillerden ziyade lameller halinde görülür.

5. Isının 100° nin altına düştüğü nisbeten soğuk fazlarda, apatit, bazan glokoni veya organik maddelerinde iştirak ettiği ortamda kırımsı, kolloidal veya hutta kompakt şekillerde oluşur.

Sonuç olarak, magma evrimindeki jeoştmik fasiyezler, kristal şekli ve renk, apatit için çok önemli tipomorf karakterlerdir.

FLÜORİT, CaF₂ :

Bir mineral parajönezinde Flüoritin varlığı, bu minerallerin teşekkülü süresince yoğun bir pnömatoliz olayının veya yüksek ısıda (450°) ce hattâ soğuk denecek kadar düşük ısıda hidrotermal olaylarının ceryan etmiş olduğunu işaret eder.

Magmatik olayların gelişimini ve magma evrimini gösteren jeoştmik diyagramlar incelendiğinde görülürki, Flüorit, kalaylı formasyonlardan itibaren arsenik ve antımuanlı oluşlara kadar bütün cevherleşme serisi içinde yer almaktadır. Böyle bir seri içinde bir sıralama yapıldığında :

Kalay, Gümüş, Civa, Antımuan, Barit, Flüorit şeklinde görülür.

Flüoritin tipomorf karakterleri oldukça oynaktır. Bu karakterlerden pnömatolitler içinde teşekkül eden Flüoritler için yararlanılabilir.

Jeofaz :	G	G-H
Renk :	Yeşil	Pembe
I-K-L.		

Açık Menekşe (Pnömatolitler içinde)
Mor (Pegmatitler içinde)

Flüoritın Kristallografik şekilleri :

1. Küp yüzeylerini kesen oktaeder yüzeylerle karmaşık şekiller.
2. Dodekaeder yüzeylerinin tedrici olarak gelişim miktarlarını ihtiva eden oktaeder şekiller.
3. Kılması heksagonal şekiller.
4. Bazan oktaeder yüzeyleri ihtiva eden küp şekli.
5. Karmaşık yontulman küp şekli.

Yüksek ısıda teşekkül eden birinci şekillere pegmatit ve filonlar içinde rastlanırlar, tkinoi şekil flüoritler hidrotermal maden yataklarında bulunur. Üçüncü tip flüorit şekillerine hem hidrotermal hemde metazomatik ve süperjen maden yataklarında rastlamak mümkündür.

Gerek maden filonlarında gerekse sırf olarak filo halinde Flüorit sık görülen bir mineraldir. Bu yerlerdeki flüorit kompakt yapılı ve karakteristik şeker görünüşlüdür.

Flüoritın flüoresans özelliği vardır. Bu özelliği, ihtiva ettiği diğer tâli elementler bakımından farklılık göstermektedir. Şöyleki, granitik kayalara bağlı olan flüoritlerin flüoresans spektral analizinde iterbiyum şeritleri testait edildiği halde, bazik kayalara bağlı flüoritlerde öropyum olduğu anlaşılmıştır.

MİKALAR :

Bir yatakta rastlanan mikaların incelenmesi, cevherlerin ve endüstriyel minerallerin aranması bakımından çok önemli bilgiler vermektedir .Bu nedenle mikaları üç gruba ayırarak incelemek daha pratik neticeler vermektedir :

1. Biotit ve Flogopit :
K (Mg,Fe,Al)₃ (Si,Al, O₁₀ (OH)₂
K M₃ Al Sij O₃₀ (OH)₂
2. Muskovit :
(K,Na) (Al,V)₂ (Al,Si₃,O₁₀) (OH)₂
3. Lepidolit ve Zinvaldit :
K Li, (Al,Si)₄ O₁₀ (OH,F)₂
K Li, (Al,Si)₄ Fe₃ O₁₀ (OH,F)₂

Bu üç grup mika, magmatik olayların jeoşimik gelişmesinde farkh jeofazlara tekaül ederler.

1. grup mikalar Jeofaz B-C-D de, Magmatik ve epimagmatik safhada teşekkül ederler.

2. grup mikalar Jeofaz D-H da, pnömatolitik ve kısmen de hidrotermal safhada oluşurlar.

3. grup mikalar daha ziyade Jeofaz G-H da, ikinci grup gibi, pnömatolitik ve kısmen de hidrotermal safhalarda oluşmuşlardır.

Zinvaldit ve flogopit bu sıralamada istisna teşkil ederler. Teşekkülleri oldukça geniş bir ısı alanına yayılmıştır.

Biotit için aşağıdaki çeşitler sıralanabilir:

A) B jeofazında bilhassa C jeofazında teşekkül eden, uzun kristaller halinde yapraklar veren tipik biotit oluşur.

B) C jeofazında ve D jeofazının sınırında, ekseriya koyu yeşil renklerde Lepidomelan K (Fe.Mg), (Si,Al,Fe)₄O₁₀(OH)₂ cinsi büyük yapraklar ve levhalar şeklinde teşekkül eder.

C) C jeof azının başlangıcında, lityumlu kahverengi biotit, ayrıca zinvaldit bulunur. Ayrıca nadir olan sezyumlu biotitler de bu fazda teşekkül etmektedirler.

D) Migmatitik pegmatitlerde, Mg,F ve Li lu tipik flogopitler bulunur.

E) Karonatlı kay açların kontak zonlarında, daha düşük ısılı fazlarda Florlu flogopitlere rastlanmaktadır.

Potasyumlu mikalar, yani muskovit grubu için de bazı karakteristik hususlar şu şekilde sıralanabilir :

A) D jeofazında ve E jeof azının başlangıcında Muskovit teşekkül etmektedir. Granitlerde, pegmatitlerde ve aplitik kayalar içinde oto-pnömatoliz yo'u ile meydana gelmiş bir mineral olarak görülür. Bu da D jeofazının tamamen sonuna tekabül etmektedir. D jeofazı süresince teşekkül eden Biotitin hemen arkasından Muskovit kristalleşmeğe başlar. Bu muskovitler diğerlerinden, kristallerinin eşkenar dörtgen şeklindeki kesitleri ve kırmızımsı renklere ayırt edilirler.

B) E ile F jeofazlarının sınırında, birbirlerine paralel olarak yerleşmiş, gümüş renğinde ortorombik şekilli küçük kristaller halinde görülür. Bu kristallerin altıgen şeklindeki sınırlarına doğru renkleri yeşil olur.

C) G jeofazında, çok miktarda Li bulunmadığı taktirde, bütün yeşil mika serisi te-

şekül eder. Bunlar altıgen sınırları ile karakteristiktir. Bu fazda albite bunlarla birlikte oluşmuştur. Yeşil mikaların, kendilerinden daha sonra teşekkül eden Lepidolit tarafından ekseriya ramplase edilmiş oldukları görülür.

D) F ile G jeofazlarının sınırında bazan yüksek Lityum tenörlü kırmızı muskovitlerin teşekkül ettikleri görülür.

E) H jeof azı, küçük kristaller halinde Jilbertit $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$ çeşidinin teşekkülü için karakteristiktir. Bunlar G jeofazı ile H jeofazının sınırında oluşurlar. Bu sınır suyun kritik noktasına tekabül etmektedir. Bu esnada, genellikle bir talk tabakası görünüşü arzeden küçük kristaller halinde yeşil mika vücut bulmuştur. Yahutta diğer mineralleri içine alacak şekilde teşekkül etmiş, elama yeşili renginde kompakt bir kütle hasil etmiştir.

Çok tipik olan bu Jilbertit mineraline sadece post magmatik olaylar esnasında değil, pnömatolitik safhalarda da rastlanır. Çeşitli yazarlar tarafından türlü isimler altında anılmaktadır. Bunlar arasında en ziyade kullanılanlar Damurit ve Onkosit isimleridir. Bazıları da, Talk, Beyaz klorit, serisit ve Margarit kelimelerini kullanmaktadır.

Jilbertit, daha önce teşekkül etmiş silikatların, daha başlangıçta oluşan kalsosodik feldspatların hidrolizi neticesinde meydana gelmiştir. Bu hidroliz olayı neticesinde meydana gelen diğer bir husus da, seyreltik ve zayıf alkali eriyiklerin ortaya çıkmasıdır. Bu eriyikler de kuvars, topaz ve feldspatların ayrışmasında ikinci bir aktif etken olarak rol oynarlar.

Yukardaki olayın ceryan etmiş olduğu 360-400° lik ısılar, pegmatitler için olduğu kadar pnömatolitler içinde karakteristik olan birolayın başlangıçım işaret etmektedirler.

F) Jilbertit bileşim ve özellikleri ne kadar iyi bilinmesine rağmen Serisit diye isimlenen bir muskovit çeşidi ise okadar az tanınmaktadır. Post magmatik olaylarda hemen hemen hiç rastlanmayan bu serisit minerali en ziyade cevher filonlarında bulunmaktadır. Dolayısı ile serisit teşekkülü I ve K jeofazlarına isabet etmekte ve piritleşme olayları ile birlikte ceryan etmektedir. L jeofazına geçildiğinde, serisit bu jeofazda kararlı olmaması nedeni ile Kaolinite dönüştüğü görülmektedir.

Lityumlu mikalar yani üçüncü grup mikalar hakkında da şu hususlara işaret edilebilir :

Sırf lityumlu olan Lepidolit grubu, peg-

matitler için son derece büyük ve müstesna bir rol oynamaktadır. Bu mikalar, bir taraftan muskovit diğer taraftan da pnömatolitlerde bulunan lityumlu mikalardan oldukça kesin bir şekilde ayrılırlar. Bilhassa pnömatolitlerde bulunanlar daha ziyade demirli, Zinvaldit çeşididir. Bunların demir tenörü oldukça yüksektir ve bu esnada lepidolit hiçbir şekilde teşekkül etmez. Buna karşılık, pegmatitlerde Zinvaldit varlığı nisbeten nadirdir. Bunlar sadece F jeofazında husule gelen tâli demir toplanması sebebiyle oluşmuşlardır.

KAOLİNİT, $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$:

Dikit 2 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) ve Nakrit 6 ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) gibi kristalleşmiş kaolinitlerin, 50 ilâ 150 derece arasında oldukça düşük ısıda, alümino silikatların hidrolizi neticesinde meydana geldikleri kabul edilmektedir. Bundan dolayı da, Kaolinitlere genellikle, barit, flüoit, antimuan, arsenik ve bilhassa da cıva mineralleri ile birlikte, hidrotermal olayların son safhalarında raslanır.

Asit çözeltiler içindeki SiO_2/A^+O_j oram 2 ye eşit olduğu zaman Kaolinitler çökeler. Alkali çözeltilerde ise bu oran 4 veya 5 olduğu zaman genellikle Montmorillonit ($Na,K,Mg,Ca)_0 \cdot 33 (Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot n H_2O$ veyafutta Beidellit (Al ca çok fakirleşmiş, Mg ca zenginleşmiş Montmorillonit) grubu mineralleri teşekkül etmektedir.

KALSİT, $CaCO_3$:

Kalsit genel olarak iyi bir tipomorf mineraldir. Bu mineral jenetik bakımdan üç ayrı safha veya yerde teşekkül edebilir :

A) Magmatik veya yarı magmatik olarak teşekkül etmiş kalsit kırmızı renkli ve bariz dilinimlidir.

B) Kontak metamorfizmaya maruz kalmış kalkerlerin kalsitleri, mavi süt renginde bir parlaklık kazanmaktadır.

C) Karbonatların nefelinli kayaçlarla olan ilişkilerinin ise ayrı bir önemi vardır. Karbonatit diye isimlenen bir grup kayaçlar, bu ilişkinin bir netice olarak kabul edilmektedirler. Bunlar pegmatitik dokuda iri elementli kayaçlardır. Hemen hemen saf kalsit veya dolomitten meydana gelmişlerdir. Veyahutta kalsit ile, silikatların (alkali feldspat, yeşil piroksen, sodyumlu amfibol, biotit ve sfen) ve apatitin değişik oranlarda birleşmesi ile husule gelmiş kayaçlardır. Bu kayaçlarda enteresan mineral olarak Piroklor'a ($Ca,Na,Ce)_2 (Cb,Ti,Ta)_2 (O,OH,F)_7$ çok sık rastlanır. Ayrıca Apatit, Monazit $CePO_4$, Badleyit ZrO_2 gibi minerallerde bulunur.

Bazı Madenlerin Teşekküllü Fazları
(Genel Olarak)

Maden	Esaz Faz	Tâli Faz
Molibden (Mo)	D-B	G-H
Kalay (Sn)	E	H
Volfram (W)	E-F	G
Bizmut (Bi)	E-F	K
Altın (Au)	G-H	I-K
Arsenik (As)	G	K-L
Bakır (Cu)	G-H-I	L
Çinko (Zn)	G-H	L
Manganez (Mn)	H-I	L
Kurtsun (Pb)	I	L
Gümüş (Ag)	K	
Kobalt (Co)	K	L
Nikel (Ni)	K	
Antknuan (Sb)	K	h
Giva (Hg)	K-L	

BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- [1] DEİCHA, G. : Les Lacunes des cristaux et leurs Inclusions fluides. Masson et Cie Edl. Paris, 1955. pp. 58-61.
- [2] PEBSMAN, A.E. : Oéochimie. Lénlngrade, 1933-1939. Tome H, pp. 120-121.
- [3] —————: Méthodes géocnmlques et mlnéralogiques de recherche des minerais, Edit. Ac. Sch. U.B.S.S. Moskova, 1953, Oeuvres choisies, t. n, pp. 443-747.
- [4] HEY, M.H. : Chemical Index of Minerals, Brit. Mus. (Nat. Hist.) London, 1962, pp. 38-262.
- [5] KUNITZ, w. : Die Isomorphie verhältnis In der Hornblend gruppe. N. jahrb. f. Miner. Geol. Palaont. 1929, Abt. A, LX, pp. 171-250.
- [6] —————: Note sur les tourmalines. Chenuer der Erde, IV, 1929, pp. 208-252.
- [7] FOUTHIER, p. : Gisements Métallifères. Masson et Cie Edit. Paris, 1963, Tome I pp. 125 -127, 125 - 127, Tome H pp. 1084 - 1086.
- [8] VARIAMOFF, N. : La répartition de la minéralisation d'après la clef géochimique de Fersman. Bull. Soc. Oéol. Belgique. Liège, 1946-47, No: 70, pp. 103-138.
- [9] WRIGHT, W.C. : The composition and occurrence of garnets. Amer. Miner. 1938, oVI. 23, pp. 436 - 449.