

İyonik yer değiştirme (Substitution) Goldschmidt kuralları

Bir mineral veya kristal içinde yer deęiřtirecek iyonların,

- ✓ Yarıçapları (**Angström: 10^{-10} m**) arasındaki fark %15'den küçük olmalı.
- ✓ Elektrik nötrlük (elektronegatiflik) sağlandığı müddetçe, yük farkı 1 olursa yer değiştirme gerçekleşir. İyonların yük farkı > 1 ise, yer değiştirme düşük derecede olur.
- ✓ Yüksek iyonik potansiyele sahip iyonlar sağlam bağ oluştururlar.
- ✓ Yük ve iyonik çap koşulları sağlansa bile, farklı iyonik karakterde bağ oluşturan ve farklı elektronegatifliğe sahip iyonlar birbirlerinin yerini alamayabilirler.

Dağılım Katsayısı (D)

$$D = C^X / C^L$$

C^X = Herhangi bir minör elementin kristaldeki konsantrasyonu

C^L = Aynı minör elementin sıvıdaki konsantrasyonu

$D > 1$ ise, yakalama

$D < 1$ ise, tutunma

$D = 1$ ise, kamuflaj

$$D_A = (C^X / C^L)_A$$

$$D_B = (C^X / C^L)_B$$

$$D_A / D_B = (C^X)_A / (C^X)_B = K \text{ (sabit)}$$

Laboratuarda bu minör elementin A ve B kayacına hangi sıcaklıkta katılacağı belirlenebilir. A ve B kayalarındaki iz elementlerin oranından oluşum sıcaklığı ortaya çıkarılabilir.

İz (trace) elementler

Konsantrasyonu ağırlık olarak % <0.1 (< 1000 ppm) olan elementler. İz elementler magmatik işlevlerin ortaya konmasında kullanılan çok güçlü petrojenetik belirteçlerdir.

NTE (**N**adir **T**oprak **E**lementleri): Atom numarası 57 (La) -71 (Lu)
La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu

Hafif NTE: Düşük atom numaralı ancak büyük iyon yarıçaplı

Ağır NTE: Yüksek atom numaralı ancak küçük iyon yarıçaplı

Jeokimyasal olarak benzer davranış sergilerler (Uyumsuz elementler)

Üç (+3) yüklüdürler (Eu⁺² ve Ce⁺⁴ dışında)

Eu²⁺/Eu³⁺ oranı oksijen fugasitesine (yükseltgenme) bağlıdır.

Eu²⁺ kalsiyum (Ca²⁺) ile aynı yüke sahip olduğundan Ca-ca zengin minerallerde kalsiyumun yerine geçer.

Uyumlu – Uyumsuz elementler (Compatible – Incompatible) elements

Uyumsuz elementler sıvı fazda yoğunlaşırlar ($D < 1$)....

Uyumlu elementler katı fazda yoğunlaşırlar ($D > 1$)....

Uyumsuz elementler 2 alt grup oluştururlar:

Düşük iyon yarıçaplı, yüksek yüklü olan **kalıcılığı yüksek** elementler (HFS elements: High-field strength elements) (REE, Th, U, Ce, Pb⁴⁺, Zr, Hf, Ti, Nb, Ta)

Kalıcılığı ve iyon yükü düşük olan **büyük iyon yarıçaplı** elementler (LIL: Large Ion Lithophile elements) (oldukça hareketli elementler)

Büyük iyon yarıçaplı elementler (Large Ion Lithophile) LIL elements

Soğuyan bir magmanın kristalleşmesi sırasında elementler yük ve büyüklük bakımından sıralanırlar. Ana kayaç yapıcı minerallerin bünyesine girmeyen elementler uyumsuz (incompatible) element olarak adlandırılır.

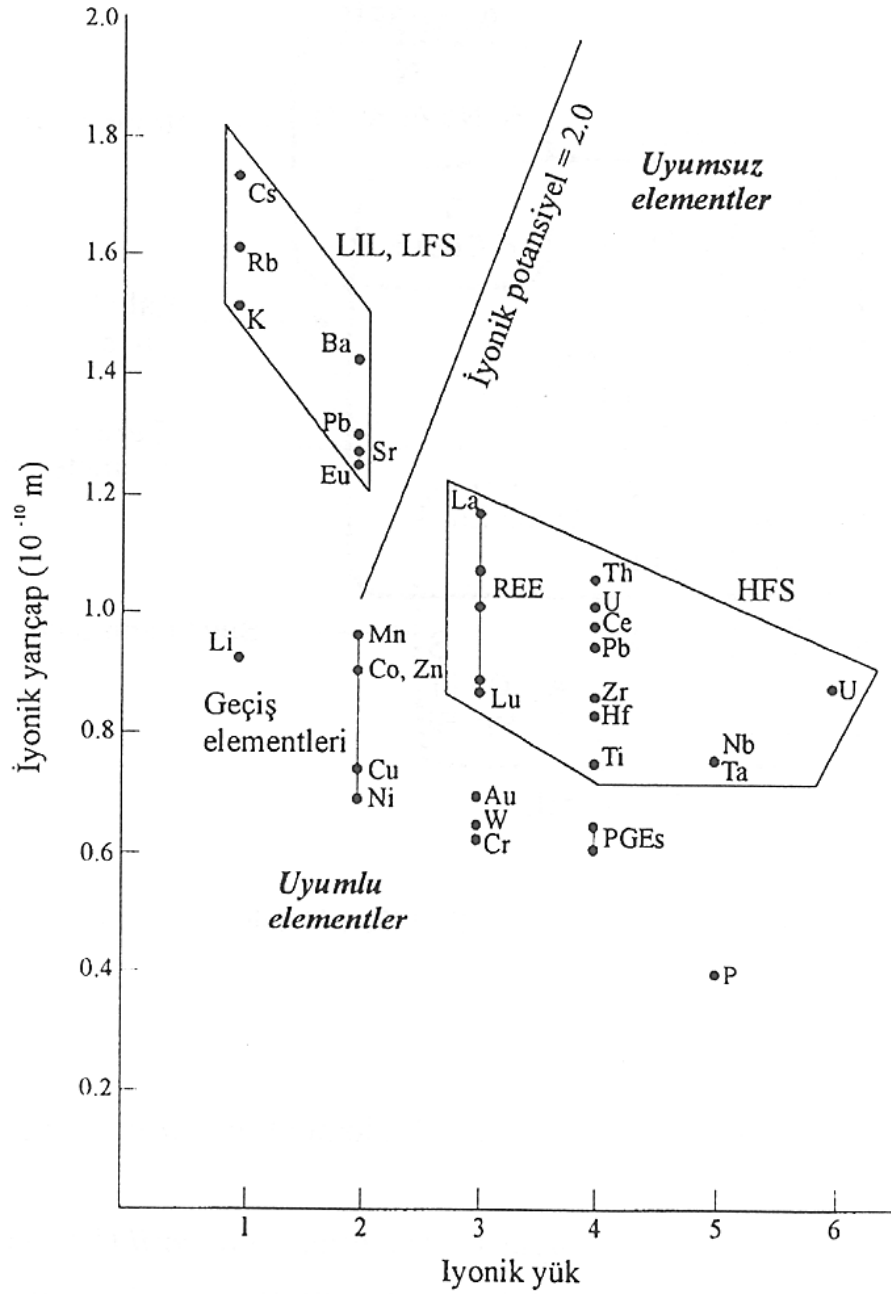
Bu elementler kalıntı magmada zenginleşirler.

K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zr^{4+} , Hf^{4+} , Nb^{5+} , Ta^{5+} , Th^{4+} ve NTE

Yük farkı fazla olduğunda, elektronegatifliğin sağlanması zorlaşır.

Coupled substitution (Eşli yer değiştirme)

Adsorption (Tutunma)



Sıvı ve katı arasındaki bölünme

Kamufraj: Minör elementlerin aynı yük ve benzer iyon yarıçapına sahip olma durumu

Zirkon (ZrSiO_4): Zr^{4+} (0.80 Å) ve Hf^{4+} (0.79 Å)

Yakalama: Minör elementler majör elementlere göre daha yüksek iyonik potansiyele sahip olduklarından kristal yapısına tercihli olarak girerler.

Ba^{2+} (1.44 Å) ve Sr^{2+} (1.21 Å) feldspatta (KAlSi_3O_8) potasyumun (K^+ : 1.40 Å) yerini alırlar.

Yük dengesi bozuldu?

Bu durumda, elektronegatifliğin sağlanması için Al^{3+} veya Si^{4+} 'un eşli yer değiştirmesi gerçekleşir.

Sıvı ve katı arasındaki bölünme

Tutunma: Yerine geçeceği majör elemente göre daha düşük iyonik potansiyele sahip minör elementin ya daha düşük yükte olması veya daha büyük yarıçapa sahip olması gerekir veya her iki durumda istenir.

Feldspatta (KAlSi_3O_8),

Rubidyumun (Rb^+ : 1.57 Å) potasyumun (K^+ : 1.40 Å) yerini alması

Kalsitte (CaCO_3),

Stronsiyumun kalsiyumun yerini alması

Klorürlerde,

Bromürün klorürün yerini alması