

UYGULAMALI JEOKİMYA

Giriş

Temel kavramlar

Birincil dağılım

İkincil dağılım

Sebepleri

Çeşitleri

Drenaj jeokimyası

Toprak jeokimyası

Bitki jeokimyası

Kısa Sorular

GİRİŞ

Uygulamalı jeokimya, gerek madenlerin oluşumu esnasında çevre kayaçların kimyasında gelişen değişiklikler ve gerekse, madenlerin oluşumundan sonra gerçekleşen bazı olaylar sonucunda yüzeysel ortamlarda meydana gelen kimyasal değişikliklerin belirlenmesi esasına dayanır. **Bütün bu değişiklikler kullanılarak yeni maden yataklarının bulunabilmesi için ne tür yöntemler kullanılabileceğini ortaya koyar.**

Böylece; uygulamalı jeokimya şu alanlarda kullanılır:

1: Jeokimyasal prospeksiyon

2: Çevre kirliliği tespiti

3. Tıbbi çalışmalar. Hastalık kaynaklarının belirlenmesi

4. Atık depolama alanlarının belirlenmesi

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Çevre:

Ergime, kristallenme, erozyon, çözülme, çökelme ve radyoaktif bozunma, taşınma ve çökelme gibi değişik jeolojik olayların gerçekleştiği ortamlardır.

1) derin kökenli çevreler ve 2) yüzeysel çevreler.

Derin kökenli çevreler (*Hipoejen=primer=birincil=endojenik*), yüzeysel suların erişebileceği derinliklerden yeni kayaçların oluşabileceği derinliklere kadar iner. Mağmatik ve metamorfik işlemlerin yoğun olarak gözlemlendiği bu zonda,

a) sıcaklık ve basınç yüksek,

b) serbest oksijen miktarı (oksijen basıncı = fO_2) düşük ve

c) sıvı hareketleri de son derece sınırlıdır.

Yüzeysel (Süperjen=sekonder (ikincil) = eksojen) çevre ayrışma, erozyon ve tortulaşmanın geliştiği jeolojik ortamları ifade eder. Bu zonda

a) sıcaklık düşük,

b) basınç hemen hemen sabit;

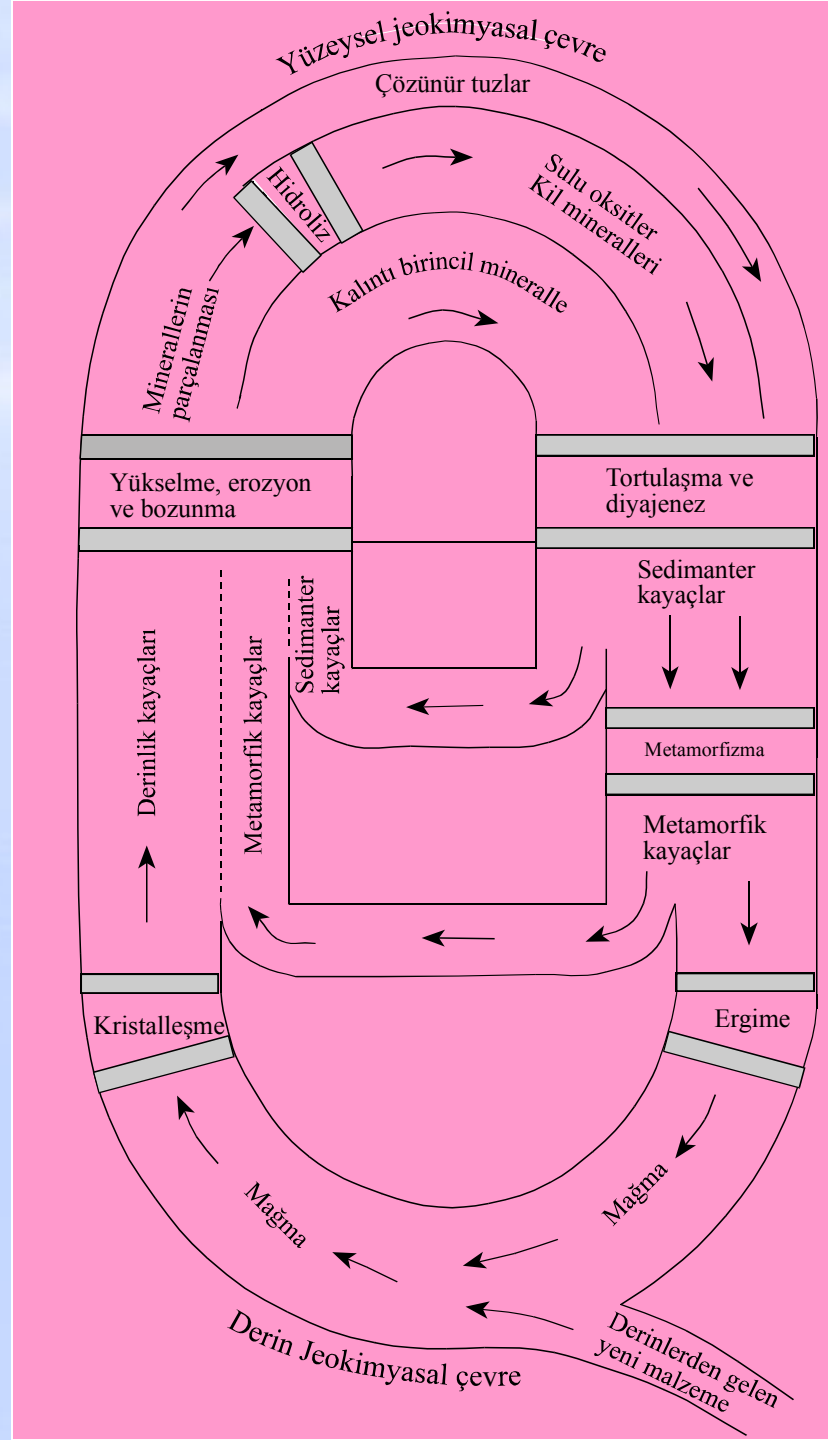
c) serbest oksijen, CO_2 ve su içeriği yüksek,

d) çözeltiler serbestçe hareket edebilirler.

Yüzeysel ve derinsel jeokimyasal çevreler birbiriyle doğrudan ilişkili olup, kapalı bir devre oluştururlar.

Böylece derinsel kökenli mağmatik faaliyetlerle oluşan mağmatik kayalar, yüzeysel ortamlarda aşınıp tortulaşma havzalarına taşınarak tortul kayaları oluşturur.

Veya bu mağmatik kayalar içindeki yoğun mineraller aşınıp belirli bir miktar taşınarak plaser yatakları oluştururken, hareketliliği az olan elementler ayrışma ortamında yığılarak değişik özellikte kalıntı tip yatakları oluşturur.

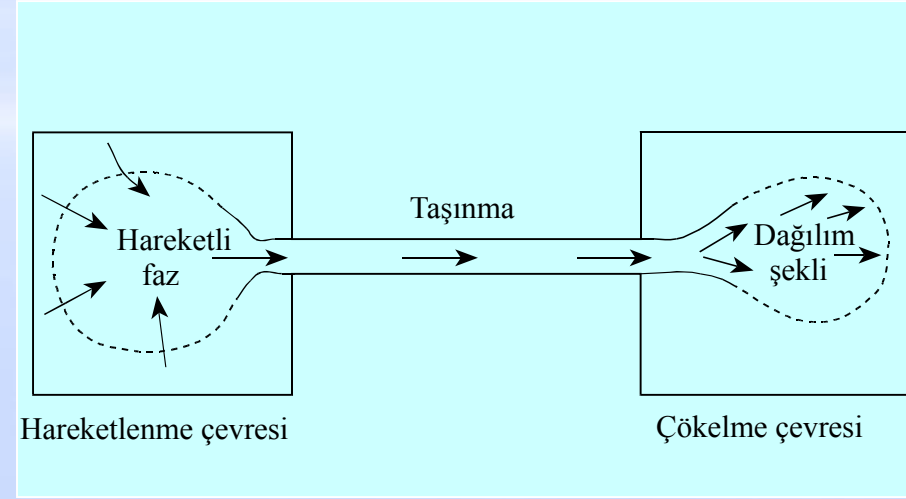


UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Dağılım:

Böylece atomların veya parçacıkların yeni ortamlara, jeokimyasal çevrelere hareket etmesi ve taşınması işlemine jeokimyasal dağılım denir.

Derin kökenli veya yüzeysel;
Birincil veya ikincil olabilir.



Durum	Çevre	
	Derin Kökenli Çevre	Yüzeysel Çevre
Birincil	Madenlerin oluşumu esnasında metallerin veya diğer gerekli maddelerin yan kayaç içerisine girip yayılması	Volkanojenik bir maden yatağı yakınında metalce zengin sıcak çözeltilerin deniz tabanına ulaşip yayılması ve çökmesi
İkincil	Metamorfizma veya tekrarlanan çözelti faaliyetleri sonucunda bir metal yığılım zonundan metallerin uzaklaşması	Sülfürlü cevher kütlelerinin yüzeysel olarak bozunması veya bazı kayaçların bazı elementler bakımından göreceli olarak zenginleşmesi.

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Hareketlilik (mobilité):

Jeokimyasal hareketlilik (mobilité), elementlerin çevrelerindeki matrikse göre göreceli olarak hareket edebilme kolaylığıdır ve element dağılım işlemini kontrol eden ana etkidir.

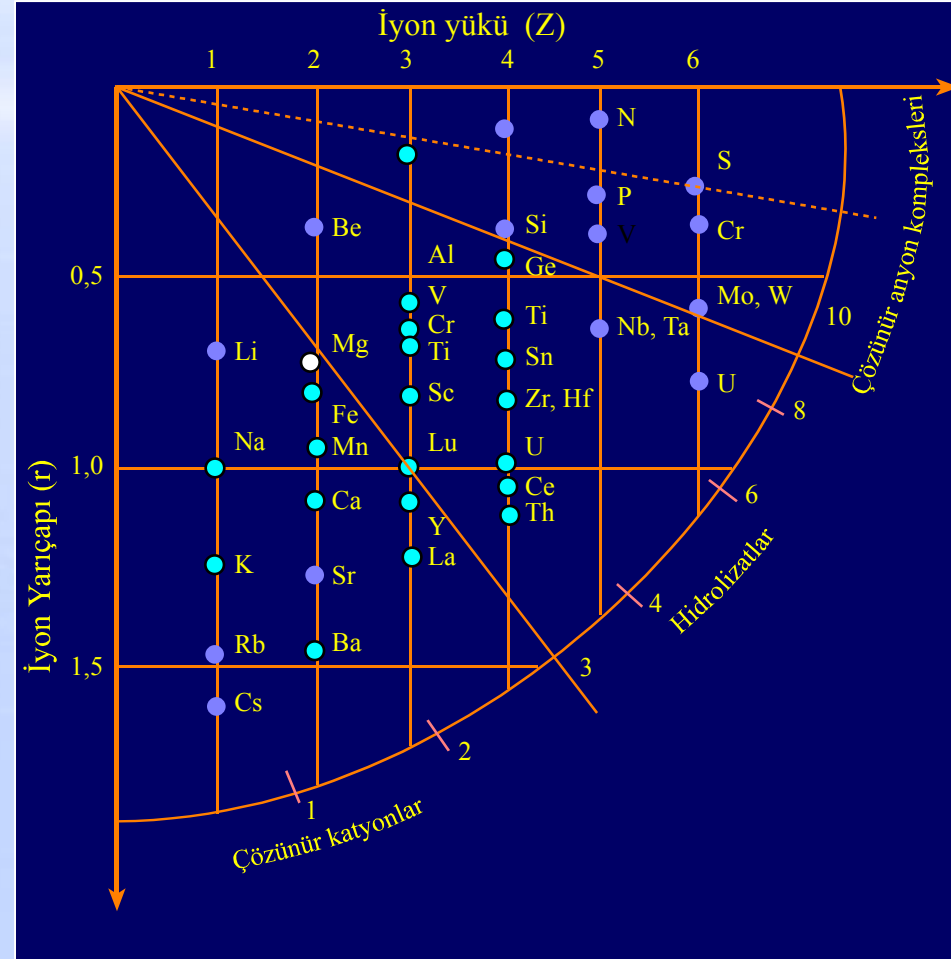
Yüzeysel şartlarda ve çevrelerde hareketlilik, sıvı çözeltiler halinde taşınma şeklinde gerçekleşir ve *iyonik potansiyel ile belirlenir*.

Ca, Na gibi iyonik potansiyeli düşük olan elementler, basit katyonlar halinde çözülebilir ve çözelti içinde uzaklara taşınabilir.

Çok yüksek iyonik potansiyele sahip elementler, oksijen iyonlarını bünyelerine çekerek kolaylıkla çözülebilen oksitler oluştururlar.

İyonik potansiyel değeri orta derecede olan (Al, Ti, Sn gibi) elementler düşük çözünürlükleri ve yüzeylere kolaylıkla absorbe olabilmeleri nedeniyle hareketsizdirler (immobildirler).

Geçiş elementleri (Fe, Cu, Cr, Ag gibi) ile periyodik tablonun orta kesiminde yer alan elementler (Ti, Zr, Y, Nb gibi) kendileriyle benzer iyonik potansiyel değerine sahip elementlere göre daha zor çözünür ve yüzeylere (kil minerallerinin yüzeylerine) çok daha güçlü bir şekilde yapışırlar. Dolayısıyla hareketlilikleri de aynı oranda az olur.



UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Hareketlilik (mobilite):

Hareketlilik ve ona bağılı gelişen elementlerin bir ortamdan başka bir ortama göçü, ortamın Eh ve pH'ı ile çok yakından ilgilidir.

$$K = \frac{100 * M}{a * N}$$

K: Hareketlilik katsayısı,

a : Sıvı içerisindeki toplam mineral kalıntısının yüzdesi

M: Sıvı içerisindeki element konsantrasyonu (mg/lt)

N : Kayaç içerisindeki (%) element konsantrasyonu

Hareketlilik (K)	Oksitleyici pH = 5-8	Oksitleyici pH <4	İndirgen Ortam
Yüksek (K>10)	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N,, Mo, B	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, B	Cl, Br, I, Rn, He
Orta (K= 1-10)	Ca, Na, Mg, Li, F, Zn,, Ag, U, V As (Sr Hg Sb ?)	Ca, Na, Mg, Sr, Li, F, Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Co, Ni, U, V, As, Mn, P	Ca, Na, Mg, Li, Sr, Ba, Ra, F, Mn
Az (K= 0.1- 1)	K, Rb Ba Mn,, Si Ge P Pb Cu Ni Co (Cd, Be, Ra, In, W?)	K, Rb, Ba, Si, Ge, Ra	K, Rb, Si, P, Fe
Hareketsiz (K<0.1)	Fe, Al, Ga, Sc, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, N.T.E., Pt, Au	Fe, Al, Ga Sc, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, N.T.E., Pt, Au	Fe, Al, Ga, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, N.T.E., Pt, Au, Cu, Ag, Pb, Zn, Cd, Hg, Ni, Co, As, Sb, Bi, U, V, Se, Te, Mo, In, Cr

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Ana element, Tali element ve İz element

Elementler yeryuvarındaki bolluk derecelerine göre değişik isimler alırlar. Doğal oluşuklar içerisindeki bolluk derecesi % 1 veya daha fazla olan elementler **ana elementler** olarak adlandırılır. Bu tür elementler **kayaç yapıcı elementler** olarak ta bilinirler. Si, O, Al, Ti, Fe, Mg, Ca, Na, K ve H ana elementlerdir.

Bolluk derecesi % 1 ile % 0,1 arasında bulunan elementler (Ti, P, H, C gibi) **tali (minör) elementler**dir.

Bolluk derecesi % 0,1 den az olan elementler (Zr, Nb, Hf, As, Au, Ag, vs) ise **iz (eser) elementler**dir.

Gösterge ve İz bulucu element

Bir jeokimyasal prospeksiyon çalışmasında herhangi bir cevherli kütleyi bulabilmek (ortaya çıkarabilmek) için kullanılan ve analiz edilen elemente **gösterge element** denir. Gösterge element aranmakta olan madenin ekonomik kısmını oluşturan elementtir. Örneğin Cu yatakları için Cu elementi veya Au yatakları için Au gibi.

Fakat aranmakta olan metal, yüzeysel şartlarda hareketsiz ise, analiz edilmesi ve yorumlanması zorsa veya analiz edilmesi çok pahalıya mal oluyorsa, aranan element ile ilişkili olan bir başka element daha kullanışlı olacaktır. Bu tür elementler de **iz bulucu (path-finder) elementler** olarak adlandırılırlar.

Örneğin epitermal altın yataklarında altın, cevherin ana elementidir. Altın ile birlikte bulunması muhtemel diğer elementler de As, Sb, Hg, Ta, W'dır. Epitermal yataklarda Cu da Au ile birlikte bulunabilir. Dolayısıyla burada Au gösterge element, diğer elementler ise iz bulucu elementlerdir.

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Gösterge ve İz bulucu element

Jeokimyasal ve analitik olarak aranmakta olan asıl metale göre daha iyi özellikler sunan elementler, daha iyi iz bulucu elementler oluştururlar. Örnek olarak Mo, genel olarak bütün yüzeysel ortamlarda Cu'a göre çok daha hareketli olduğundan, özellikle porfiri Cu yataklarının aranmasında çok iyi bir iz bulucu element olarak kullanılır. Çünkü, Cu bulunduğu ortamdan (cevherli kütleden) çok fazla uzaklara kadar çözelti halinde taşınmayacağından, cevherden uzak kesimlerden (> 1-2 km) alınan örneklerde (dere kumu örnekleri) Cu değerleri son derece düşük olur. Buna karşın Mo hareketli olduğundan, aynı örneklerdeki Mo değeri çok daha yüksek olur, ki bu da cevherin bulunduğu yerin tahmininde veya jeokimyasal prospeksiyon yapılan alanın daha da daraltılmasında yardımcı olur.

Bazı durumlarda iz bulucu element, gösterge elemente göre yani aranmakta olan ve cevherin yapısında bulunan elementlere göre daha kullanışlı olabilir. Örneğin Ni - Cu yataklarının aranmasında Cu, Ni'e oranla daha kullanışlıdır. Çünkü bu tür yataklar, ultrabazik kayalar içinde yer alırlar ve bu tür kayaların Ni içerikleri (cevherleşme içerseler de içermeseler de) yüksektir. ***Bu nedenle ultrabazik kayalarda konsantrasyonu daha az olan Cu, bu tür yataklarda çok daha iyi bir iz bulucu elementtir.***

İz bulucu elementin gösterge elemente göre çok daha avantajlı ve kullanışlı olduğu bir diğer durum da gösterge elementin kayalar içindeki bolluk derecesinin analiz edilebilecek sınırların altında olmasıdır. ***Örneğin altın analizleri.*** En iyi analitik yöntemlerle bile, altının analiz edilebilmesi için 20 ppb (milyarda bir) den fazla olması gerekir. Bu nedenle altın aramalarında, gösterge elemente ilave olarak iyi bir iz bulucu element olan **As** de kullanılır.

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Gösterge ve İz bulucu element

Maden Yatağı Türü	Ana bileşenler	İlişkili elementler
Ultrabaziklere bağlı Cr yatakları	Cr	Ni, Fe, Mg, Pt
Ultrabaziklere bağlı Fe yatakları	Fe	Ti, V, P, Co
Ultrabaziklere bağlı Cu-Ni yatakları	Cu, Ni, S	Pt, As, Co
Porfiri Cu yatakları	Cu, S	Mo, Au, Ag, As, Pb, Zn, K
Porfiri Mo yatakları	Mo, S	W, Sn, Cu, F
Skarn tür Fe yatakları	Fe	Cu, Co, S
Skarn tür Cu yatakları	Cu, Fe, S	Au, Ag,
Skarn tür Pb-Zn yatakları	Pb, Zn, S	Cu, Fe
Skarn tür W yatakları	W	Mo, Sn, Cu, F, Mn
Sn-W içeren greyzen yataklar	Sn, W	Cu, Mo, Bi, Li, Rb, Cs, F, B
Sn içeren damar tip yataklar	Sn, S	Cu, Zn, Ag, Sb
Epitermal Au yatakları	Au, Ag	Sb, Hg, As, Tl, W
Epitermal Pb-Zn yatakları	Pb, Zn, S	Cu, As, Sb, Au, Ag, Se, Bi, Te
Mezo-epitermal Cu yatakları	Cu, Pb, Zn, S	Au, Ag, As, Sb
Alp tipi Pb-Zn yatakları	Pb, Zn, S	Ba, F, Co, Ni, Cd, Cu, Hg
Uranyum içeren damarlar	U	Mo, Pb, F
Beşi tip masif sülfid yatakları	Cu, S	Zn, Co, Cd, Au
Kuroko tip masif sülfid yatakları	Cu, Zn, Pb, S	Ba, As, Au, Ag, Se

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Anomali Kavramı

Bir elementin bir bölgedeki ortalama konsantrasyonu, o elementin **temel değeri** olarak bilinir. Ancak değişik jeolojik ve jeokimyasal olaylar sonucunda, herhangi bir elementin bir bölgedeki derişimi, ortalama derişimine oranla değişebilir (artabilir veya azalabilir). Bu durum, daha çok cevher oluşukları çevresinde gerçekleşir. Bu durumda da **jeokimyasal anomali** kavramı ortaya çıkar.

jeokimyasal anomali

Verilen bir jeokimyasal ortamda herhangi bir element için elde edilen verilerin (analiz sonuçlarının) o ortama ait olan veya o ortamı karakterize eden verilerden sapmasıdır. Eğer elde edilen konsantrasyon değerleri, o ortamdaki kayaca ait ortalama verilere göre daha yüksek ise, bu bir **pozitif jeokimyasal anomalidir**. Aksine, ortamdaki kayaca ait ortalama değerlerden daha düşük değerler elde edilirse, bu bir **negatif jeokimyasal anomali** oluşturur.

Her jeokimyasal anomali gerçek anomali değildir. Herhangi bir cevherleşme ile ilişkili olan, yani hidrotermal faaliyetler sonucunda gelişmiş olan ve bir cevherleşmenin bulunmasında rehber olabilen anomaliler, **önemli ve gerçek anomaliler** olarak adlandırılır.

Herhangi bir cevherleşme ile ilişkisi olmayan, sadece bazı jeolojik, jeokimyasal ve antropolojik işlemlere bağlı olarak ortaya çıkan anomaliler de **yalancı (önemsiz) anomalilerdir**. Örneğin, bir bölgeye atılmış olan hurda (araç) yığınları yüzeysel suların etkisiyle çok yöresel Fe anomalileri oluşturabilir. Bu bir yalancı anomalidir.

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Anomali Kavramı

1) anomali, 2) eşik değer, 3) temel değer ve 4) anomali kontrastı.

Temel değer, cevherleşme içermeyen kayaçta aranılan elementin ortalama konsantrasyonudur ve cevherleşme içermeyen bölgelerden alınan örneklerden elde edilen konsantrasyonların aritmetik ortalamasıdır. Örneğin; cevher içermeyen ultramafik kayaçlarda Cu'a ait temel değer yaklaşık 42 ppm'dir.

Eşik değer, temel değerlerde görülen oynamaların en üst sınırıdır. Bu değer üzerindeki değerler **anomali**, altındaki değerler ise **temel değerlerdir**. Jeokimyasal prospeksiyon aşamasında en önemli noktalardan biri eşik değer belirlenmesidir.

Anomali kontrastı, jeokimyasal prospeksiyonda kullanılan herhangi bir elementin anomali topluluğunun ortalamasının temel değer topluluğunun ortalamasına oranıdır. Anomali kontrastı, herhangi bir jeokimyasal örnekleme çalışması sonucunda bir element için elde edilen anomalinin, o elementin temel değerler topluluğuna göre ne derece şiddetli olduğunu ve dolayısıyla bu anomalinin bir cevherli kütleye işaret etme şansının (yani gerçek anomali olup olmadığının) ne kadar yüksek olduğunu belirlemeye yarar. Bu nedenle, jeokimyasal çalışmalarda anomali kontrastı yüksek çıkan elementler tercih edilir.

Anomali kontrastı şöyle hesaplanır:

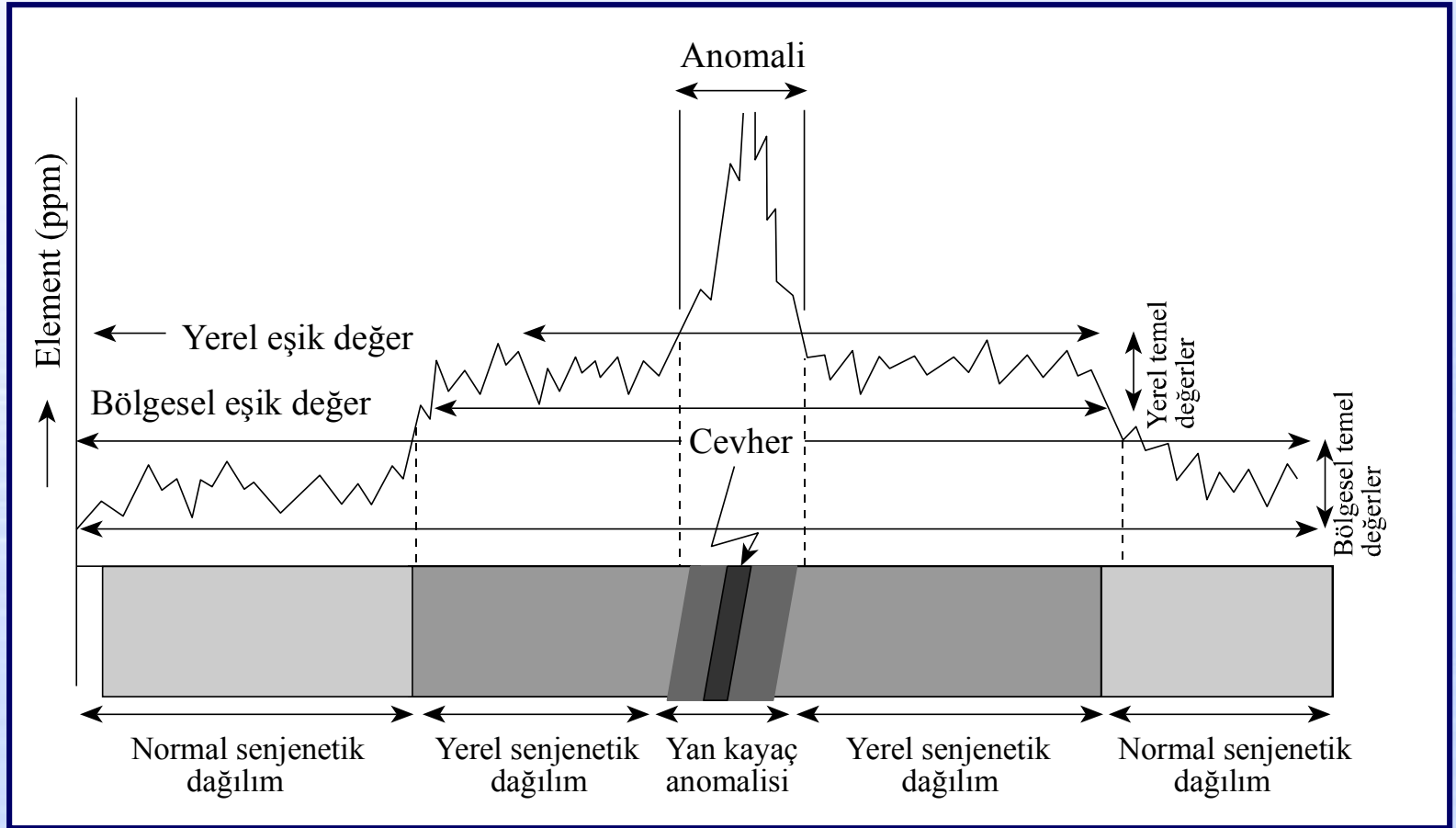
$$C = \frac{\bar{X}_a}{\bar{X}_b} \quad \text{veya} \quad C = \frac{\bar{X}_a}{(\bar{X}_b + 2 * s_b)}$$

Burada X_a ve X_b sırasıyla anomali ve temel değerler topluluklarının ortalama değerleri;

s_b ise temel değerler topluluğunun standart sapmasıdır.

UYGULAMALI JEOKİMYA: Genel Kavramlar

Jeokimyasal Anomali Kavramı



İz Elementlerin Katı Maddelerde Zenginleşme Yolları

(1) Az bulunan maddeler içinde ana bileşen olarak. Örneğin yeryuvarında az miktarda bulunan kalkopirit (CuFeS_2) içinde Cu ve Fe' in bulunuşu gibi. Bu tür maddeler içindeki elementlerin hareketliliği, tamamen maddenin yüzeysel şartlarda bozunmaya olan direncine, elementlerin çözünürlüğüne ve maddenin fiziksel taşınma mekanizmasına bağlıdır.

(2) İyi şekilde kristallenmiş bir mineral içinde iz element olarak. Pb ve Ba'un feldspatların yapısında bulunması gibi. Bu elementlerin içinde buldukları mineralden jeokimyasal çevrime katılabilmeleri de bir önceki maddede olduğu gibi mineralin yapısına bağlıdır.

(3) Kötü kristallenmiş maddeler içinde iz element olarak veya bunlar içinde kapanlanmış mineral olarak. Örneğin Fe-Mn oksitler içinde Co ve Cu'nun varlığı, montmorillonit türü killerin oktahedral boşluklarında Zn'nun varlığı ve organik bileşikler içinde Hg'nin varlığı gibi. Bunlar daha çok yüzeysel şartlarda ortaya çıkarlar ve elementlerin serbestleşmesi önceki iki maddede olduğu gibi ana bileşenin dayanıklılığına bağlıdır. Ancak kötü kristallenmeden ötürü, mineral daha kolaylıkla bozunup, içerilen iz elementler jeokimyasal çevrime katılabilir.

(4) Kolloidal Fe-Mn oksitler ile kil ve organik maddelerin yüzeyine yapışmış olarak veya kil minerallerinin iyon değişim yüzeyinde. Bunlar tamamen yüzeysel koşullarda gerçekleşir ve özellikle toprağın B zonunda ve dere kumu içerisinde gerçekleşir. Örneğin gümüşün Fe-Mn oksitlerin yüzeyine yapışıp zenginleşmesi. **Ba, Cd, Co, Ni, Tl ve Zn, Mn-oksitler** tarafından; **As ve In da Fe-oksitler** tarafından güçlü bir şekilde tutulur. Bu tür maddelerden iz elementlerin hareketlenmesi temasta buldukları çözeltinin bileşiminde meydana gelecek basit bir değişiklikten etkilenebilir. Yani bunların hareketlenmesi çok kolaydır.

BİRİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM

Metalik maden oluşukları çevresinde elementlerin yan kayaç içerisinde zenginleşmesi ile ortaya çıkan jeokimyasal dağılım birincil jeokimyasal dağılım olarak adlandırılır.

Zenginleşmenin gelişeceği zonlar :

1. Özellikle kayaçlar içindeki kırık, çatlak ve fay sistemleri,
2. Tortul kayaçlardaki katmanlanma yüzeyleri,
3. Her türlü kayaç içinde gelişebilen değişik porozite türleri (gaz boşlukları, erime boşlukları gibi)

Birincil Jeokimyasal dağılımın oluşabilmesi için bir çözeltinin bu boşluklardan geçmesi gerekir. Bu çözeltiler çoğunlukla sıcak ($T > 100^{\circ}\text{C}$) olup bünyelerinde çözünmüş bir çok bileşen barındırırlar. Çözelti yan kayaç içinde hareket ederken **çözelti-yan kayaç reaksiyonuna** bağlı olarak

(1) Çözeltinin sıcaklığı zaman içinde azalır,

- (2) Çözeltinin asitlik derecesi (pH) ve oksidasyon potansiyeli (Eh) değişebilir.
- (3) Bütün bu olaylar sonucunda, yan kayaç içindeki boşluklarda hareket etmekte olan çözeltinin bünyesindeki bileşenler değişik mineraller halinde kristallenmeye başlar.
- (4) Bazı bileşenler de yan kayaçta mevcut bazı minerallerin yapısına girebilir. Böylece birincil jeokimyasal dağılım gerçekleşir

Birincil jeokimyasal dağılım iki yolla gelişir: 1) çözeltinin yan kayaç içinde difüzyonu ile ve 2) çözeltinin yan kayaç içindeki kırık sistemleri boyunca hareketine bağlı olarak (sızma).

(1) Difüzyon Yoluyla Birincil Jeokimyasal Dağılım

Difüzyon, çözeltili içindeki iyon ve diğer çözünmüş bileşenlerin, kayaç içindeki boşluklarda **yüksek konsantrasyonlu bölgeden düşük konsantrasyonlu bölgeye doğru atomik olarak hareket etmesi** olayıdır. Bu yolla element zenginleşmesi son derece yavaştır ve bu nedenle çok uzun zaman içinde gerçekleşir. Difüzyon yoluyla jeokimyasal dağılımın gerçekleşebilmesi şu faktörlere bağlıdır:

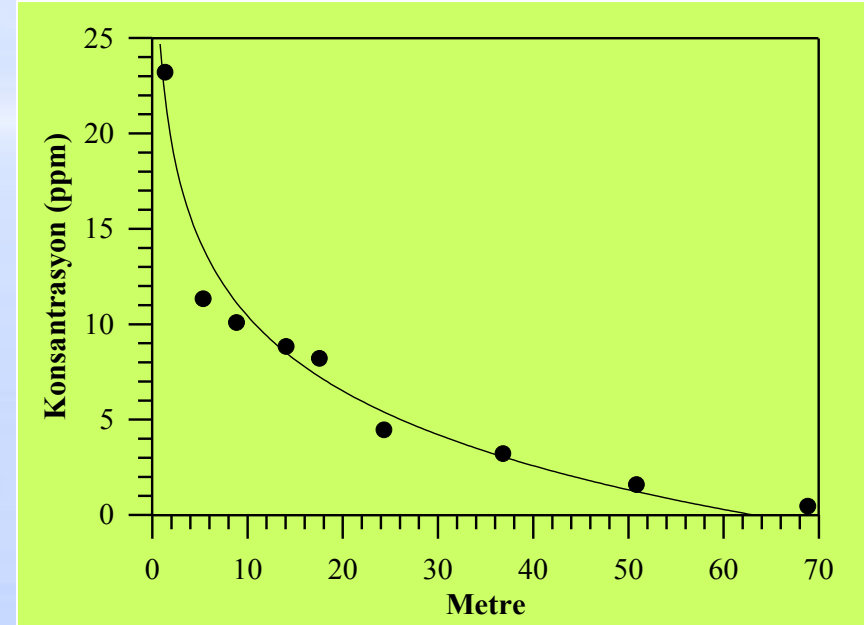
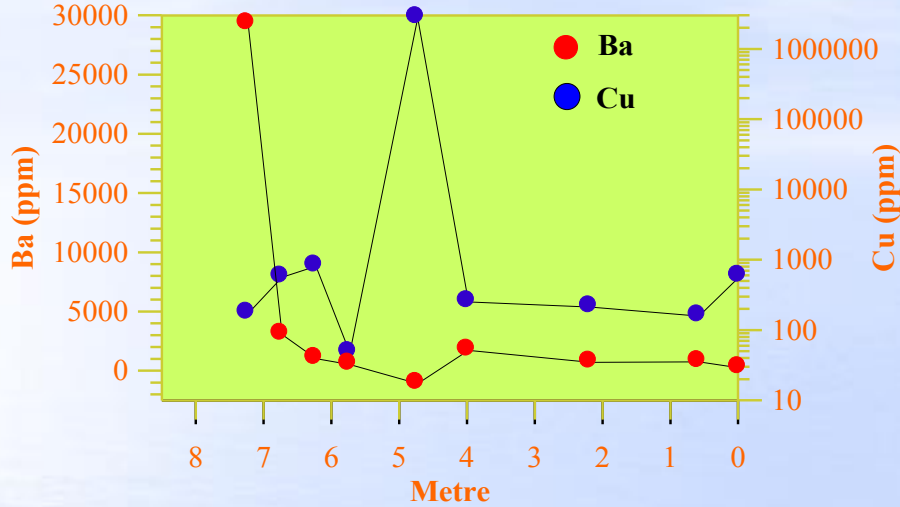
(a) Yayılan (difüzyona uğrayan) elementin kaynaktaki konsantrasyonu: Bu değer ne kadar yüksek olursa yayılım zonunda element o derece uzağa taşınabilir. Difüzyon olayı ne kadar uzun zamanda gerçekleşirse, oluşan dağılım zonu o derece büyük olur .

(b) Yan kayacın cinsi: Yan kayaç iyonların çok kolaylıkla reaksiyon yapabileceği bir kayaç ise (kireçtaşı gibi), çok lokal zenginleşme olur. Buna karşın reaksiyona uygun olmayan (veya zayıf; volkanik) bir kayaç ise, dağılım o derece geniş yayımlı olur.

(c) Yüksek poroziteli ve permeabiliteli (boşlukları birbirleriyle bağlantılı) kayalarda difüzyon daha kolay gerçekleşir ve geniş bir dağılım sunar.

(d) Küçük iyon yarıçaplı iyonlar daha kolay yayılabilirler ve dolayısıyla daha geniş dağılım zonu oluşturur.

(1) Difüzyon Yoluyla Birincil Jeokimyasal Dağılım



Difüzyona bağlı birincil jeokimyasal dağılımda, açık bir kanala dik yönde (yanal olarak) gelişen bir dağılım vardır. Genel olarak, dağılım zonunun genişliği < 40 m'dir. Ancak oluşan zenginleşme zonunun genişliği (difüzyon katsayısındaki farklılıklardan ötürü) elementten elemente değişim gösterir. Örneğin Nevada'da Au ve Ag elementleri cevher damarlarından itibaren yaklaşık 50 m genişliğinde bir dağılım gösterirken, aynı ortamda Cu, Pb ve Zn ise sadece 20 m'lik bir dağılım gösterir.

(2) Sızıntı Yoluyla Birincil Jeokimyasal Dağılım

Hidrotermal çözeltilerin yan kayaç içindeki kırık sistemleri boyunca hareketi sonucunda meydana gelen element zenginleşmesidir.

Bu tür jeokimyasal dağılım türleri, özellikle bilinmeyen maden yataklarının ortaya çıkarılmasında son derece elverişli ipuçları sağlar. Sızma türü dağılımların yeri, gelişimi ve büyüklüğü şu faktörlere bağlıdır:

(a) Çözeltinin hareket yolu veya kanalı. Çözelti hareketi kırık sistemleri boyunca çok daha hızlıdır. Buna karşın mineral sınırları ve diğer poroziteler boyunca akış çok daha sınırlıdır. **Örneğin, granitik bir kayaç içinde 1 mm genişliğinde bir kırığın varlığı, bu kayaç içinde çözeltinin akış hızını 10^5 - 10^6 oranında artırır.**

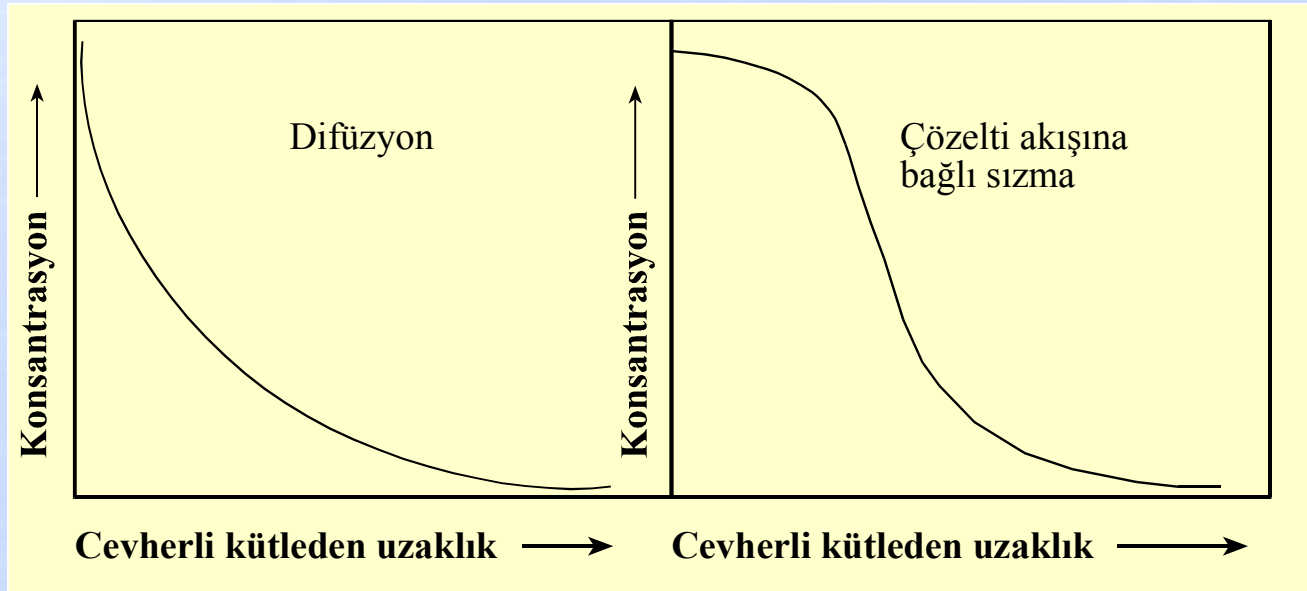
(b) Çözelti hareket kanalının duruşu. Kırık sistemleri düşey veya düşeye yakın derecede eğimli ise, sızma türü anomalilerin düşey yönde yayılımı çok geniş, yanal yayılımı ise sınırlı olur. Bir çok maden yatağında bu mesafe 200 ile 800 m arasında değişmektedir. Ancak kırık sistemleri yataya yakın ise veya sızma anomalileri katman düzlemleri tarafından kontrol ediliyorsa, anomaliler yanal olarak çok geniş yayımlı (>200 m) fakat düşey yönde sınırlı olur.

(c) Çözelti içindeki element konsantrasyonu ne derece fazla ise, dağılım zonunun genişliği de o derece fazla olur. Cevher oluşturu bir çözelti içinde metal konsantrasyonu 1-1000 ppm arasında değişir. Bu değer yüzey sularında ise çok çok daha düşüktür. Mineral çökelimi son derece iyi gelişmiş olan bir sistemde mineral çökelimi tamamlandığında bile, çözelti içinde hala bazı elementler yüksek konsantrasyonlarda olabilir. Çünkü mineral çökelimi için gereken H_2S tükenmiş olabilir. Dolayısıyla böyle bir çözelti, geçtiği yollar boyunca yan kayaçta kesinlikle bir element zenginleşmesine yol açacaktır.

Difüzyon ve Sızıntı Tür Birincil Dağılımların Karşılaştırılması

(a) Sızma anomalileri cevherli kütleden itibaren birkaç yüz metre genişliğe ulaşabilirken, bu değer difüzyon anomalileri için genellikle <40 m'dir.

(b) Difüzyon anomalilerinde damara göre örnek uzaklığı-örneğin element konsantrasyonu grafiği oluşturulduğunda, bu grafik yukarı doğru konkav bir yapı sunar. Buna karşın, bu grafik sızma anomalilerinde ters S şeklindedir. Damara yakın konumda eğri aşağı doğru konkav iken, damardan uzaklaştığında yukarı doğru konkav bir hal alır. Ancak bu durum tamamen damarın etrafındaki yan kayacın geçirgenliğine bağlıdır.



Birincil Jeokimyasal Dağılımda Zonlanma

Hidrotermal çözeltiler akış kanalları boyunca hareket ederken, yan kayaç ile sürekli reaksiyon halinde olur.

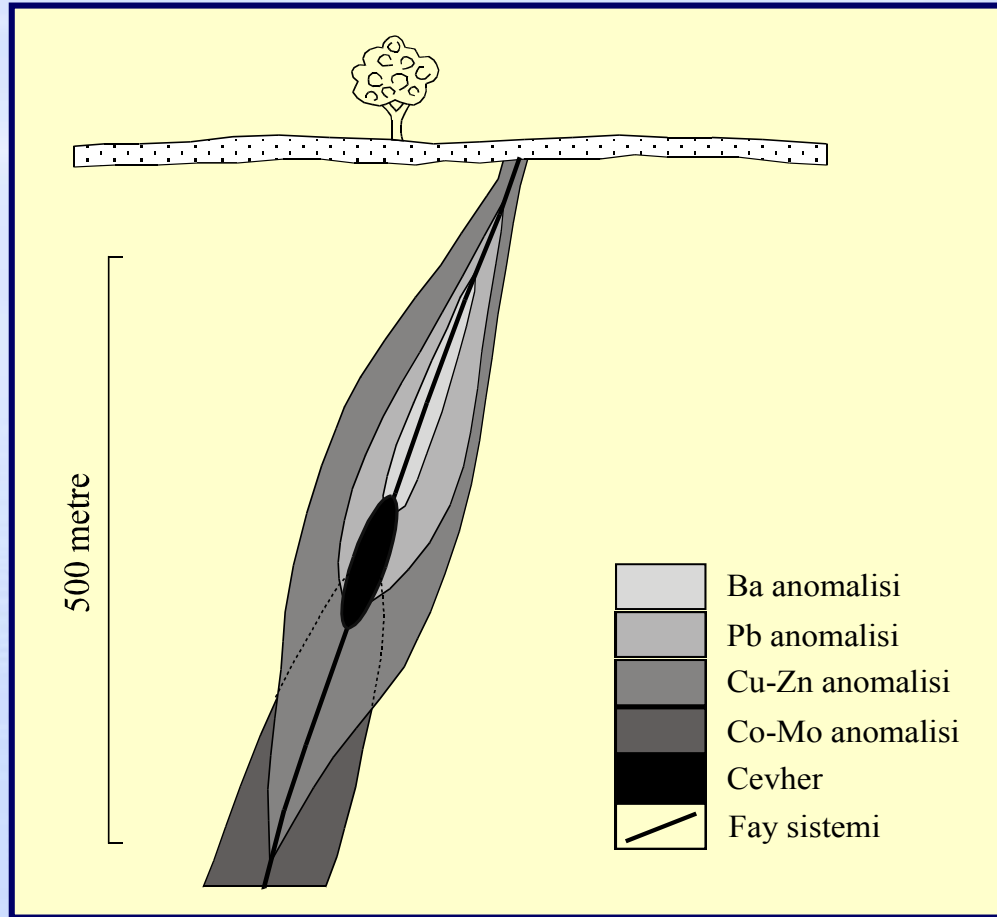
Çözeltinin Eh ve pH'ında değişiklikler olur ve Çözelti soğumaya başlar.

Sonuçta mineral çökelişi başlar.

Mineral çökelişi olurken, geride kalan çözeltinin kimyasal bileşimi sürekli değişmektedir. Bu olaylara ilave olarak, aynı zamanda yan kayacın içine doğru difüzyona bağlı bir iyon akışı da söz konusudur. Yan kayaçta organik madde, kil mineralleri ve Fe-Mn oksitler gibi mineraller varsa, bunlar da çözelti bünyesinde bulunan bazı bileşenleri tutabilirler. Böylece akış kanalı boyunca bir mineral ve dolayısıyla element zonlanması gerçekleşir. Bu zonlanma hem cevher içinde ve hem de cevherin çevresindeki yan kayaçta da gelişir. Böylece bazı elementlerin zenginleşip bazılarının fakirleşmesine bağlı olarak asıl cevherli kütlede nereden bulunabileceğine ait büyük ipuçları sunar

Zonlanma gelişim yönüne göre isimlendirilir. Cevher oluşturucu çözeltinin akış yolu boyunca oluşan zonlanmaya **aksiyal (boyuna) zonlanma**, bu yöne dik olarak yani cevherin doğrultusuna dik olarak gelişen zonlanmaya da enine **(transvers) zonlanma** denir.

Birincil Jeokimyasal Dağılımda Zonlanma



Yüzeze yakın

En derin kesim

Ba -(Sb, As, Hg)-Cd-Ag-Pb - Zn - Au - Cu - Bi-Ni-Co-Mo -U -Sn-Be-W

93- 100 87 100 80 84 87 84 86 72 50 55 48 100 66 60 72

Birincil Dağılımın Jeokimyada Kullanılması

Başka jeolojik, jeofiziksel ve jeokimyasal (dere kumu, toprak ve bitki örnekleme gibi) yöntemlerle tespit edilmiş olan anomali sahalarının detaylı olarak araştırılmasında kullanılır. Ayrıca bir yöredeki magmatik kütlelerin herhangi bir element veya elementler için bir potansiyele sahip olup olmadığını test etmek için doğrudan başka hiçbir jeokimyasal yöntem kullanılmadan da (başlangıç aşaması olarak) gerçekleştirilebilirler.

Bu tür dağılımda kayaç örnekleri kullanılır. Diğer yöntemlerle elde edilen anomali sahalarında bulunan mostralardan belirli hatlar boyunca kayaç örnekleri alınması esasına dayanır.

Bu nedenle ***litojeokimyasal prospeksiyon*** olarak adlandırılır.

Birincil Dağılımın Jeokimyada Kullanılması

Litojeokimyasal prospeksiyonun en önemli avantajları şunlardır:

(a) jeolojik, jeofiziksel ve jeokimyasal (dere kumu, toprak ve bitki örnekleme gibi) yöntemlerle tespit edilmiş olan anomali sahalarının detaylı olarak araştırılmasında kullanılacak tek yöntemdir. Sondaj aşamasına geçmeden uygulanması gereken son yöntemdir.

(b) Tespit edilen anomali sahaları içerisinde, çok daha dar yayılımı olan alt bölgeleri bulmaya yarar ve böylece yarma, galeri ve sondaj lokasyonlarını belirlemede yardımcı olur.

(c) Diğer yöntemlerle belirlenen anomalilerin hangi jeolojik, mineralojik ve kimyasal olaya bağlı olarak geliştiğini anlamaya yardım eder.

(d) Doğrudan kayaç örneği üzerinde yapıldığından, elde edilecek sonuçlar diğer örnekleme yöntemlerine nazaran çok daha doğrudur. Çünkü kayaç örnekleri, jeokimyasal ve metalürjik kirlenmeden etkilenmezler veya çok az oranda etkilenirler.

Birincil Dağılımın Jeokimyada Kullanılması

Litojeokimyasal prospeksiyon aşamasında takip edilecek olan işlemler şunlardır: (1) oryantasyon çalışması, (2) örnekleme profillerinin belirlenmesi, (3) örnek alımı, (4) örneklerin analize hazırlanması, (5) verilerin değerlendirilmesi, (6) galeri, yarma veya sondaj lokasyonlarının belirlenmesidir.

Kayaç jeokimyası için oryantasyon çalışması

Planlanan litojeokimyasal prospeksiyonu gerçekleştirebilmek için gereken bilgilerin toplanabilmesi için yapılması gereken bir çalışmadır. Eğer aranmakta olan maden yatağı türü için yakın bölgede daha önceden yapılmış başka jeokimyasal çalışmalar yoksa, oryantasyon çalışması kaçınılmazdır. Kayaç jeokimyası öncesinde yapılabilecek olan bir oryantasyon çalışmasında cevap aranması gereken sorular şunlardır:

- (a) Aranmakta olan cevher türü için en uygun iz bulucu elementler,
- (b) Gerek gösterge ve gerekse iz bulucu elementlerin cevhersiz bölgede ve cevherin yakınındaki konsantrasyonları (temel ve anomali değerleri) ve anomali kontrastı,
- (c) Yüzeysel bozunma, kayaç birimleri, hidrotermal alterasyon ve diğer jeolojik olayların aranan elementlerin temel ve anomali değerleri ile anomali kontrastlarını ne şekilde etkilediği,
- (d) Cevherli kütle etrafında birincil element dağılım zonlarının genişliği ve düşey uzanımı,
- (e) Aranan elementin, diğer iz bulucu elementlerin oluşturduğu element zonlanması içerisindeki yeri
- (f) Anomali bölgelerinden cevherli kütleyle ulaşmak için seçilmesi gereken en uygun örnekleme aralığı ve profiller arası uzaklık, (g) Önemli anomalileri kaçırmamak için gereken örnek miktarı,
- (h) En uygun örnek hazırlama ve kimyasal analiz yönteminin ne olduğu, (i) Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi için en uygun yöntem.

Litojeokimyasal Prospeksiyonda Örnekleme Şekli

Örneklemede mevcut her anomali 3-6 arasında örnek ile temsil edilmelidir.

Oryantasyon çalışmalarında örneklemme dağınık olarak yapılır. Yani örnek lokasyonu gelişigüzel seçilir.

Sadece (yerel zenginleşmelerin olduğu kırık sistemleri gibi) belirli noktalardan örnek alımından şiddetle kaçınılmalıdır.

Örneğin, herhangi bir mağmatik kayacın belirli elementler bakımından bir potansiyeli olup olmadığını araştırmak için bir prospeksiyon yapılacak olsun. Bu durumda, ilgilenilen her mağmatik kütleden birkaç adet kayaç örneği alınır. Örneğin büyüklüğü, aranan elemente ve aranmakta olan cevherleşme türüne göre değişir. Altın ve Pt gibi çok az ve kayaç içinde saçılmış olarak bulunan elementler ile ilgileniliyorsa, aranan elementin kaçırılmaması için büyük örnek alınmalıdır (10*10*10 cm). Daha bol bulunan elementler için (Cu, Pb, Zn gibi) avuç büyüklüğünden biraz büyük örnekler yeterlidir.

Litojeokimyasal Prospeksiyonda Örneklemeye: Detay Çalışma

Jeolojik, jeofiziksel ve jeokimyasal yöntemlerle varlığı belirlenmiş bir veya birden fazla anomali sahasının araştırılmasına yönelik bir litojeokimyasal çalışma yapılacaksa (detay çalışma):

Örneklemeye belirli profiller (hatlar) boyunca yapılır.

Tetkik edilmekte olan anomali, düzgün bir geometrik şekle sahipse, örneklemeye dikdörtgen bir grid oluşturularak yapılır.

Örneklemeye yapılacak hatlar, anomalinin genel doğrultusuna dik olarak yerleştirilir.

İki hat arasındaki mesafe, anomali en az iki hat boyunca görülecek şekilde düzenlenir. Diğer bir deyişle iki hat arasındaki uzaklık, anomalinin uzunluğunun $1/3$ 'ünden fazla olmamalıdır.

İki örnek noktası arasındaki mesafe ise beklenen anomalinin en dar kesimdeki genişliğini geçmeyecek şekilde düzenlenmelidir.

Örneklemeye, anomalinin doğrultusuna dik olarak açılan kanallar boyunca yapılır.

Eğer anomalinin doğrultusu bilinmiyorsa veya anomali eş boyutlu ise en iyi yöntem karelaj bir grid oluşturmaktır. Bu durumda iki hat ve iki örnek noktası arasındaki mesafe, her anomali en az dört nokta ile temsil edilecek şekilde seçilir.

Litojeokimyasal Prospeksiyonda Örnekleme Şekli

Kayaç örneklemesinin en büyük dezavantajı, belirlenen her örnek noktasında mostra olmayabilmesidir. Böyle bir durumda örnek noktasının yakınından da örnek alınabilir. Eğer bir sonraki örnek noktasına kadar mostra yoksa, o örnek noktası boş bırakılır.

Çok daha dar kapsamlı ve sadece belirli bir kütleyi detaylı olarak araştırmaya yönelik detay litojeokimyasal örneklemelede:

Nokta şeklinde örnek alımından ziyada, örneklenmesi düşünülen kütlenin doğrultusuna dik yönde oluşturulacak kanallar (yarmalar) boyunca kanal örnekleri alınması tercih edilir. Bu şekilde kütlenin büyüklüğüne göre doğruyu boyunca birkaç hat oluşturulur. Bu tür örnek alımı madencilik çalışmaları esnasında da kullanılır ve otomatik kesiciler vasıtasıyla yapılır. Arazide kanal açımı için, mostra yüzeyi bütün dış etkenlerden temizlenir. Mostra yüzeyinde herhangi bir yüzeysel bozunma izi ve toz kalmamalıdır. Bu durum sağlanınca, kanal güzergahı (bir tebeşir veya keçeli kalem yardımıyla) çizilerek yaklaşık 5-10 cm genişliğinde ve 3-5 cm derinliğinde kesilir. Kesilen kanaldan çıkarılan örnekler metre metre örneklenir. Her metreden çıkan örneğin tümünün alınmasına özen gösterilir.





İKİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM

İkincil jeokimyasal dağılım, yüzeysel olaylara bağlı olarak yüzey veya yüzeye çok yakın ortamlardaki malzemelerde (**toprak, yüzey suyu, yeraltı suyu, bitkiler**) bir veya birkaç elementin yüksek konsantrasyonlara erişmesidir. **Bu element zenginleşmeleri, yine bu elementleri içeren bir ana kütlenin üzerinde ve yakınında gelişir.** Bu nedenle ikincil dağılım yeni maden yataklarının aranması üzerine yapılan çalışmaların en önemli bölümlerinden biri olan jeokimyasal prospeksiyonun ayrılmaz bir parçasıdır.

İkincil jeokimyasal dağılım

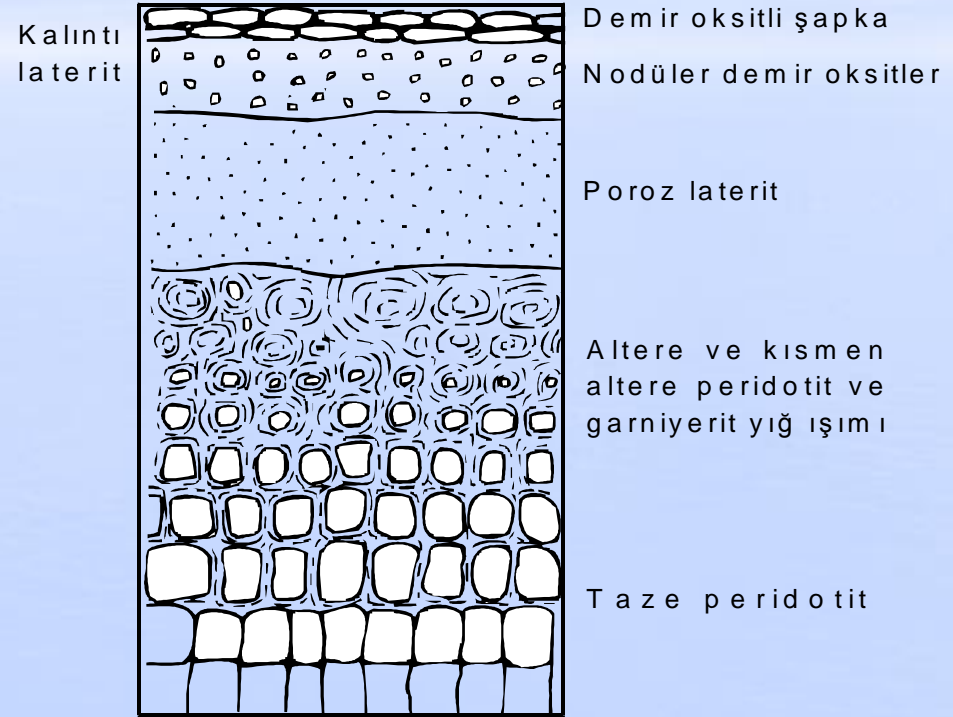
(a) toprak zonu, **(b)** yeraltı ve yerüstü suları, **(c)** bitkiler ve **(d)** dere kumları içerisinde gelişir.

Oluşumu: Cevher kütlesinin parçalanması ile oluşan parçacıkların yüzeysel çevrede dağılması ve gerek bu parçacıklardan ve gerekse ana cevherli kütleden çözeltiliye geçen elementlerin sulu ortamda hareketiyle oluşur. **Toprak ve bitkilerdeki dağılım çok daha yerel olur.** Buna karşın dere kumu ve yeraltı/yerüstü suları içindeki dağılım çok daha geniş ölçekli olur.

İKİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM : **Yüzeysel Bozunma**

İkincil dağılımın gelişebilmesi için ana kayacın fiziksel olarak parçalanması (yani yüzeysel bozunma) gerekir.

Yüzeysel bozunma, yer yüzünde ve yüzeye yakın derinlikte bulunan kayaların ve içlerindeki minerallerin parçalanması ve atmosfer, hidrosfer ve biyosfer ile dengede olabilecek bir şekle ve bileşime dönüştürülmesidir. Yani, kayaların masif bir yapıdan parçalanmış bir duruma dönüşmesidir.



Sonuçta masif yapıli ana kayaç üzerinde 'regolit' adı verilen ve tutturulmamış dirençli mineraller ile bozunma ortamında duraylı olan yeni minerallerden oluşan bir örtü gelişir. Bu olayın bir ileri aşaması toprak oluşumu, erozyonu, taşınması ve yeniden çökeltilmesi işlemleridir.

İKİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM : **Yüzeysel Bozunma**

1) Fiziksel ayrışma

Erozyon ile örtü tabakasının kayaç üzerinden kalkması gibi olaylar sonucunda, kayaç içerisinde birikmiş olan stres açığa çıkarak kayaç içinde kırık ve çatlaklar oluşur. Bu kırık sistemlerine giren su yüzeysel bozuşmanın ana nedenidir.



İKİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM : **Yüzeysel Bozunma**

2) Kimyasal ayrışma

çözeltiler ile ana kayaç arasındaki kimyasal reaksiyonlara bağlı olarak gelişir. Sonuçta son derece iri kristalli masif bir kayaktan geriye sadece kil minerallerinden oluşan bir oluşuk ve hatta sadece (kolaylıkla çözünemeyen) Al ve Fe oksit ve hidroksitler kalabilir. **Yüzeysel suları ve yeraltı suyu kimyasal bozunmanın ana bileşenleridir.**



İKİNCİL JEOKİMYASAL DAĞILIM : **Yüzeysel Bozunma**

3) Biyolojik ayrışma

Bitki kökleri kayaç kırıklarını genişletirken, köklerden salgılanan asitler de kayacın daha kolaylıkla parçalanmasına yardımcı olur.

Ayrıca toprak zonu içindeki kurt, böcek ve diğer küçük hayvancıklar ayrışmaya direkt etki yaparlar. Bunlardan özellikle akkarıncalar (termitler) toprak içinde sert yapılı yuvalarını yaparken derin kesimlerden mineralleri yüzeye doğru taşırlar.



İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler,

Erozyonun egemen olduğu taze kaya üzerindeki ayırık malzemenin oluşturduğu ayrışma zonu içerisinde gelişir. Yerçekimine bağlı kayma hareketleri, rüzgar ve hayvan işlevleri, su hareketleri,....

(a) Yerçekimine bağlı kayma hareketleri

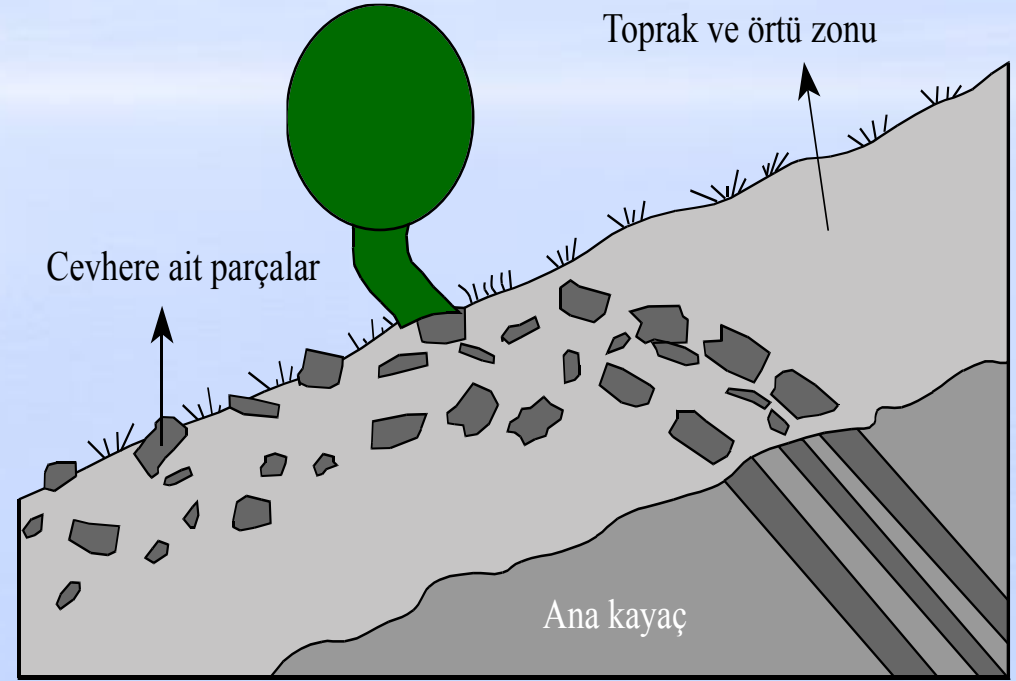
(i) yavaş kayma ve (ii) ani kayma (yani heyelan)

Yavaş kayma hareketi özellikle yağışlı ve nemli iklim kuşaklarında ve topoğrafyanın eğimli olması durumunda gerçekleşir. Yavaş kayma gözle gözlenemez. Çünkü yavaş kayma olayında, kayma hızı yılda birkaç cm yi geçmez.

Toprak zonu içindeki **nem** yavaş kaymanın ana nedenidir. Bu nemin **gece donması ve gündüz ısınarak çözülmesi** zaten tutturulmamış olan toprağın ve örtü malzemesinin ana kaya üzerinde hareket etmesine neden olabilir. Ayrıca kuru havalarda toprak örtüsünün **neminin kurumması ve ani yağışlarla tekrar nemlenmesi** de donma ve çözülmeye benzer etki yapar.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

Yavaş kayma ile hareketlenen parçalar kayma yönünde bükülür ve hareketlenme miktarı ana kaya yüzeyinden yüzeye doğru artar. Bitki örtüsü yavaş kaymayı dengeleyici veya yavaşlatıcı rol oynar, ancak tamamen yok edemez. Bunun en önemli delillerinden biri Doğu Karadeniz Bölgesinde eğimli arazilerde, çam, kızılçam ve meyve ağaçlarının gövdelerinin hemen toprak yüzeyine yakın olan kısımlarının yamaç yönünde bükülmüş olmalarıdır.



Sonuçta, ana kaya içinde bir cevherli kütle (damar) varsa, ona ait parçalar toprak zonu içinde yamaç aşağı kayarak ikincil dağılıma uğrar.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

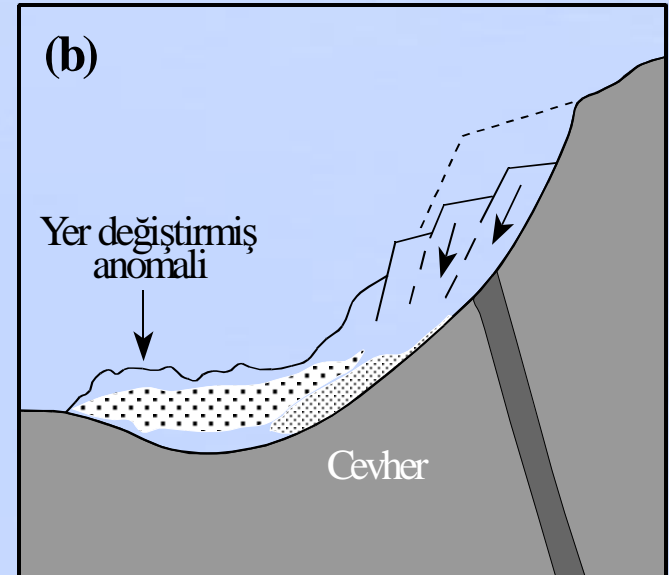
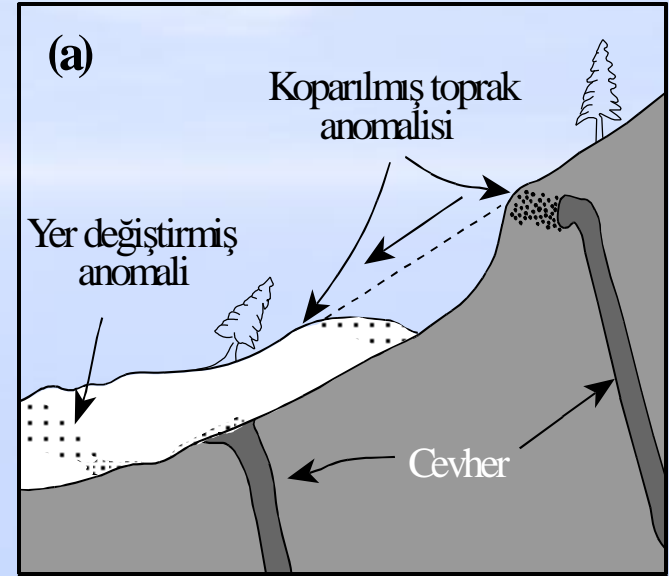
1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler,

(a) Yerçekimine bağlı kayma hareketleri

Ani kayma hareketi: Toprak zonu içindeki nem miktarının çok ani bir şekilde artması toprağın çamurlaşmasına yol açar.

Buna ilave olarak, toprak zonu ile ana kaya dokanağının kayganlaştırılması sonucu bu örtü bir çamur akıntısı halinde ani kayma yapar.

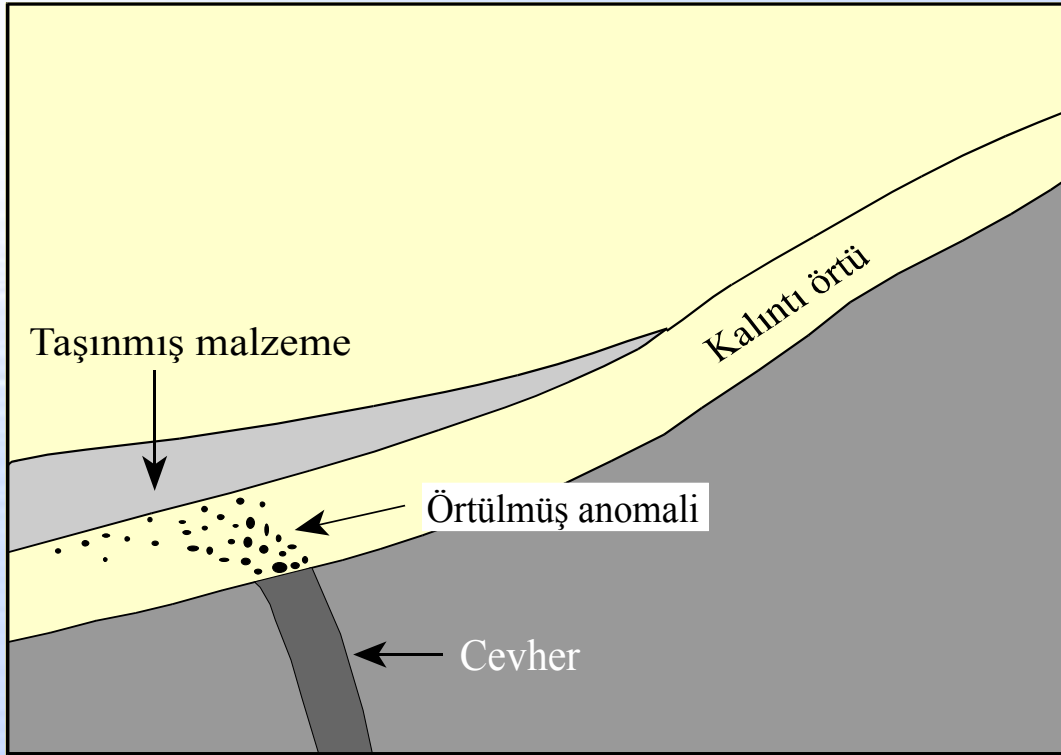
Ayrıca, aynı nedenlere bağlı olarak, çok eğimli bir topoğrafyada, ana kayaya oturmuş örtünün oluşturduğu ağırlık, bu örtü içindeki iç mukavemeti aşarsa, bu durumda örtü malzemesi oturduğu yüzeyden ani olarak kayarak heyelana uğrar.



İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

(a) Yerçekimine bağlı kayma hareketleri

Gerek yavaş kayma ve gerekse ani kayma sonucunda yamaç boyunca hareket eden örtü tabakası, yamacın eğiminin azaldığı ortamlarda yığışım yaparak çok kalın toprak ve moloz yığıntısı oluşturur.



Bu tür bölgeler jeokimyasal olarak son derece önemlidir. Çünkü yamacın üst kesimlerinde bulunan malzeme tümüyle bu bölgede temsil olunur.

En büyük dezavantajı ise kayan malzemenin **mevcut ikincil dağılım ürünlerini örtmesidir.**

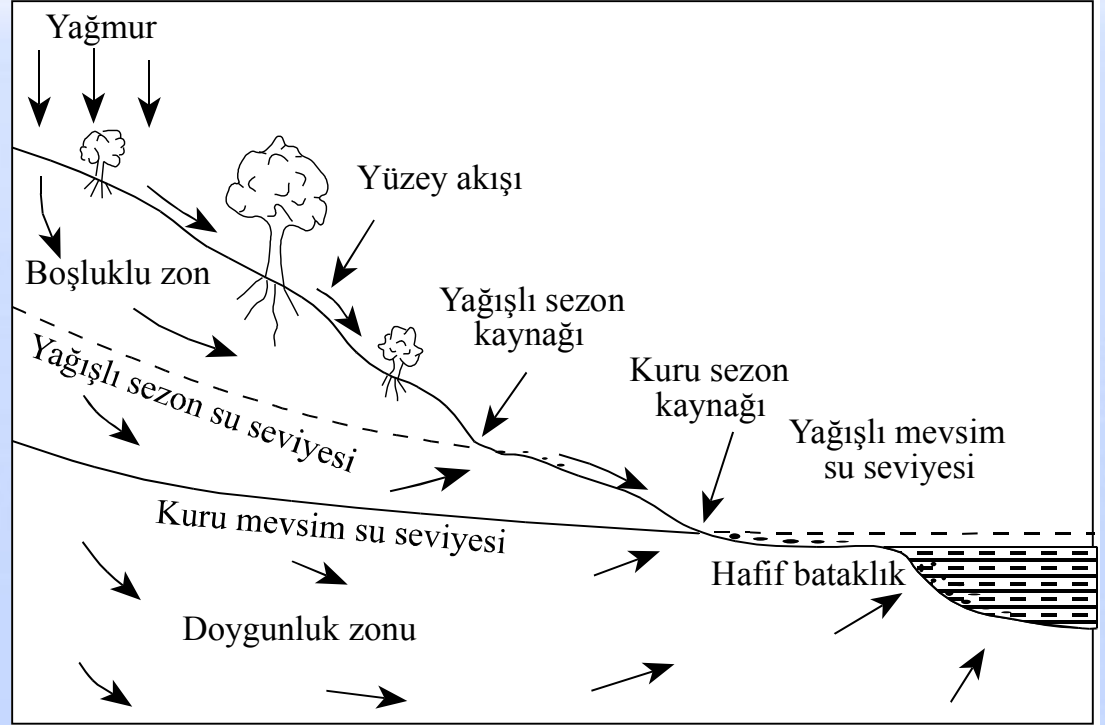
Bu şekilde hareket eden malzemenin bir kısmı vadilere kadar taşınıp, bu ortamlardaki su akıntısı ile vadi boyunca çok daha uzak ortamlara taşınabilirler.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(b) Yeraltı sularının etkisi

Yeraltı suyu gerek yanal olarak daha düşük rakımlı bölgeye doğru hareket eder ve topoğrafyayı kestiği noktada yüzeye çıkar. **Su tablasının devamlı olarak yüzeye ulaştığı yerlerde yarı bataklık bir zon oluşur (seepage).**

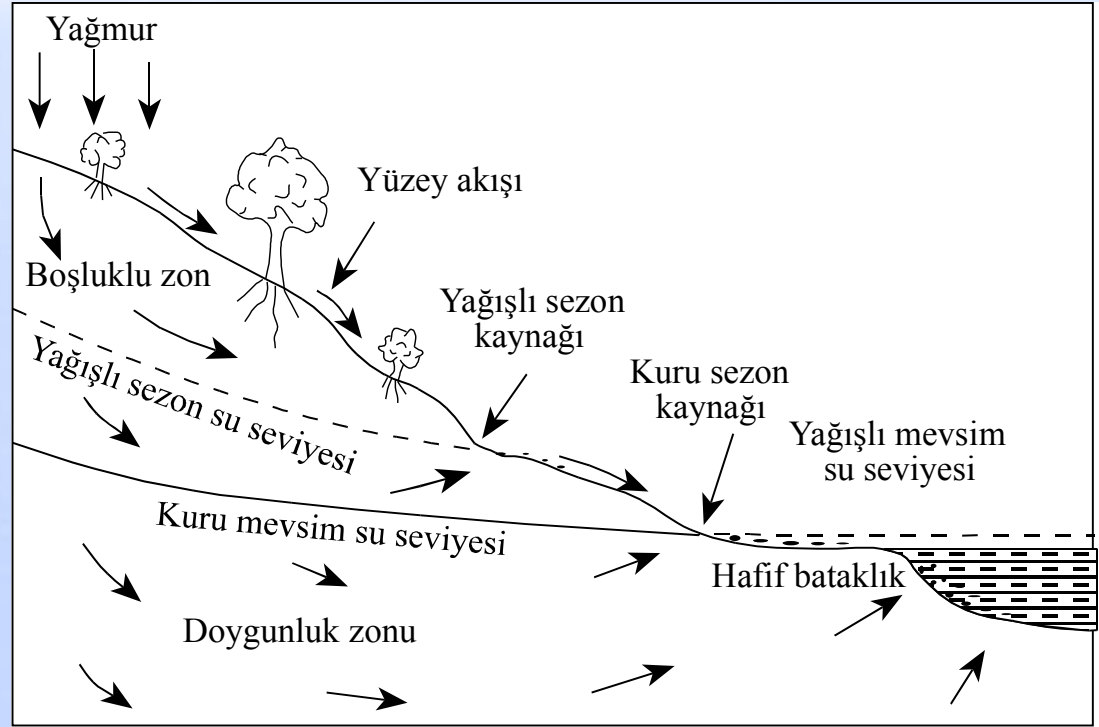


Sonuçta hem yüzeyden ve hem de yeraltı suyundan itibaren vadiye doğru bir taşınma gerçekleşir ki, bu tamamen mekanik olarak gerçekleşen bir olaydır ve ikincil jeokimyasal dağılımın önemli nedenlerinden biridir.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

Yüzeyden derinlere doğru hareket etmekte olan su ve içerisinde **çözünmüş olarak bulunan tuzlar kapillar kuvvetlerin etkisiyle yerçekimini yenip** mineral yüzeyleri boyunca yukarı doğru hareket eder. Maksimum hareket miktarı kum gibi nispeten iri boyutlu malzeme içinde birkaç cm den, kil gibi çok ince boyutlu malzeme içinde 10 mm ye kadar ulaşır. **Böylece çözünmüş bileşenler yeraltı suyu ortamından yukarı doğru ikincil dağılıma uğramış olurlar.**



İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(c) Yüzey sularının ikincil dağılıma etkisi

Yüzeyden akan su içerisinde, nehir suyu içerisinde ve bataklık gibi ortamlarda gelişir. Malzeme taşınması ya **süspansiyon halinde** veya **parçacıkların yuvarlanması** şeklindedir. İki tür taşınma da türbülansla daha da artar. **Türbülans malzeme taşınmasını doğrudan etkilediği gibi, suyun aktığı yüzeyin fiziksel olarak ayrıştırılmasına da katkı sağlar.**

Su tarafından taşınan malzemenin depolanmadan önce taşınacak olduğu uzaklık

- 1. türbülansa,**
- 2. taşıyıcı suyun malzeme yüküne**
- 3. süspansiyon halindeki malzemenin çökme hızının suyun akış hızına oranına,**
- 4. suyun derinliğine**
- 5. hareket ettirilen parçaların şekline**
- 6. taşınan parçalar içindeki minerallerin yoğunluklarına bağlıdır.**

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(c) Yüzey sularının ikincil dağılıma etkisi

Yağmur suyunun etkisi:

Yağmur suyuyla gelişen yüzey sularının kırıntı, parça veya başka tür malzemeleri taşıma gücü

1) topoğrafyanın eğimine,

2) toprak örtüsünün cinsine,

3) yağmurun şiddeti ve miktarına,

4) yağmurun toprak tarafından emilen miktarına bağlıdır.

Bütün şartların elverişli olması durumunda, yağmur akıntısının sonunda önemli miktarda aşınma ve taşınma gerçekleşir. Ancak çoğu durumlarda yağmura bağlı yüzey akıntısıyla kil ve çok ince taneli Fe ve Al oksitler taşınır.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(c) Yüzey sularının ikincil dağılıma etkisi

Nehir suyunun etkisi: Nehir suları içindeki malzeme,

(1) vadi yamaçlarının erozyonu,

(2) vadi tabanının aşınması ve

(3) yağmur etkisiyle oluşan yüzey akıntısıyla sağlanan malzemedan oluşur.

Ani olarak gelişen seller, vadilerde taşınan kırıntılı malzemenin ve büyük parçaların ana sebebidir. Bu tür zamanlarda, büyük bloklar birkaç saat içinde vadi boyunca birkaç km taşınabilirler.

Vadi içi akıntılar, seli takiben gelen sakin zamanlarda, sel sebebiyle oluşan yığınları yeniden hareket ettirirler ve yavaş yavaş derecelendirirler.

Kuvars, taşınmaya dirençli birincil mineraller ve kısmen ayrılmış kayalık parçaları, akış hızı yüksek olan nehirlerde taşınan asıl unsurlardır. Ayrıca lateritik zonların bulunduğu ortamlarda Fe ve Mn oksitler de görülür.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(d) Bataklıkların etkisi: Bataklık ortamları organik maddenin zenginliğinden ötürü son derece indirgen ortamlardır. Bu nedenle bu ortama giren suların içindeki elementler organik madde ile reaksiyon sonucunda kimyasal olarak çökeltir veya çözeltilmeye geçer.

(e) Göllerin etkisi: Buzul göllerinde üç tür tortu bulunur:

(1) inorganik malzemeler: Kum, silt, marn ve kil bu tür ortamlarda çökelen tortulardır.

(2) organik jeller: Organik maddece zengin buzul göllerinin derin sularında oluşur ve koloidal organik madde ile su içindeki ince parçacıkların karışımı ve çökmesi ile oluşur. %10-50 organik madde ve önemli oranda H_2S içeren bu jeller 100 yılda ~4-6 cm lik bir yığılım oranına sahiptir.

(3) organik tortular: İnorganik çökeller ile organik jellerin bir bileşkesidir ve buzul göllerinin kıyı kesimlerinde sığ sularda oluşur.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

1) Mekanik etkenler = Fiziksel etkenler

(f) *Buzul kütlelerinin ikincil dağılıma etkisi*

Buzul hareketleri esnasında tabandaki kayaç, kırıkları nedeniyle etkilenir, parçalanır ve buzul içine parçalar verir. Hareket halinde bu parçalar da yeni parçaların koparılmasına yardımcı olur. Bu şekilde oluşan buzul morenleri, geçtikleri yollar boyunca ana kayadan çok uzaklara taşınarak metrelerce kalınlığa ulaşabilir.

(g) *Rüzgarların ikincil dağılıma etkisi*

Bitki örtüsünün çok az olduğu ortamlarda rüzgarlar tarafından taşınmış olan kumlar çok geniş alanlar kaplar. Bu kumlar rüzgarın estiği yönden gelen malzemelerdir ve o bölgenin özelliklerine ve bileşimine bağlı bir jeokimyasal dağılıma yol açar.

(h) *Hayvancıkların dağılıma etkisi*

Toprak içinde yuva yapan hayvancıklar, kurtlar ve beyaz karıncalar, yuva yapım çalışmaları esnasında toprağı karıştırarak, metrelerce derinden malzeme taşıyabilirler.

İkincil dağılımı oluşturan etkenler (dağılımın nedenleri)

2) Biyolojik etkenler (a) Bitkilerin jeokimyasal dağılımdaki rolü

İşlemler		Toprak Zonu	
<p>Kökler ile alınan su ve içerisindeki çözülmüş iyonlar bitkinin diğer organlarında kullanılmak üzere bitkiye dağılır.</p> <p>Metaller, yapraklar yada ağaçların diğer kısımları olarak yüzeye geri dönerler</p>		<p>A₀ zonu (organik döküntü)</p> <p>A₁ zonu (humuslu zon)</p> <p>A₂ zonu (yıkanmış, kumlu)</p>	
<p>Bazı elementler humus zonunda birikirler</p>		<p>Zenginleşmiş Bölge</p>	<p>B zonu (kil, sulu oksitler ve organik madde birikimi)</p>
<p>Yıkanmış zonda element yığılması çok az olur veya hiç olmaz</p>		<p>Zenginleşmiş Bölge</p>	<p>C zonu (toprak ana maddesi)</p>
<p>Bazı elementler çökelirken diğerleri kil mineralleri, sulu oksitler ve organik madde tarafından absorbe edilir.</p>		<p>Su ve çözülmüş iyonlar</p>	<p>Ana kaya</p>
<p>Bitkinin ihtiyacı olan bileşenleri kökleri tarafından ilk kaynağından alışı</p>			

İkincil Dağılım Çeşitleri

- 1) Tanesel dağılım (klastik dağılım)
- 2) İyonik halde (hidromorfik) dağılım
- 3) Biyojenik dağılım

(1) Tanesel dağılım (klastik dağılım)

Yüzeysel ayrışma ortamında, vadi içinde, göl ortamlarında, buzul ve rüzgar hareketlerine bağlı olarak ayırık malzemenin değişik boyutlu parçalar halinde ana kaynaktan başka ortamlara doğru hareketi sonucunda gelişen ikincil jeokimyasal dağılım türüdür.

Nedenleri:

- (a) Yüzeysel ayrışma
- (b) Yer altı suyunun etkisi
- (c) Gravitesel hareketler
- (d) Buzul hareketleri
- (e) Rüzgar hareketleri
- (f) Yüzeysel su hareketleri

Tanesel Dağılım Şekilleri

Düz veya az eğimli topoğrafyada kırıntı hareketine bağlı tanesel dağılım

Eğimli topoğrafyada gravitesel hareketlere bağlı olarak gelişen dağılım

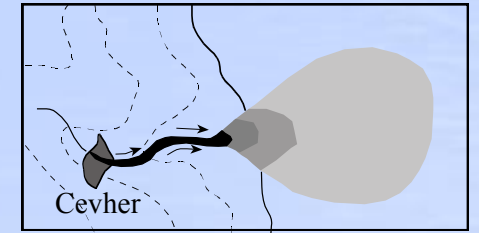
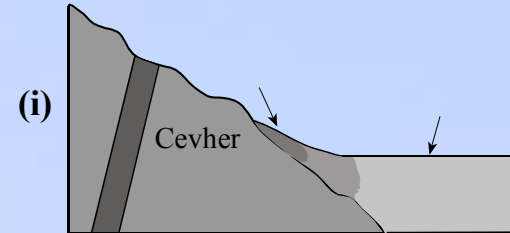
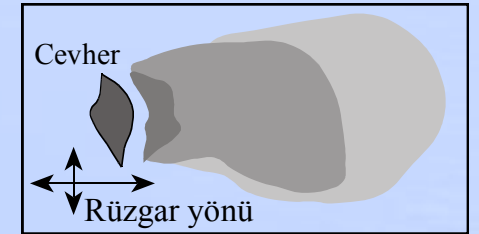
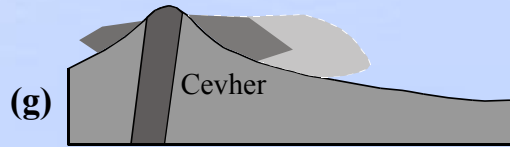
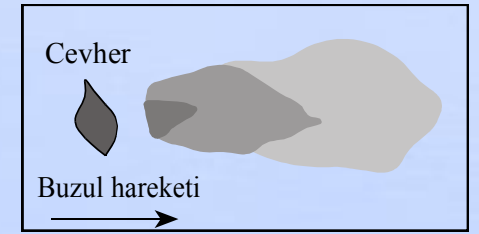
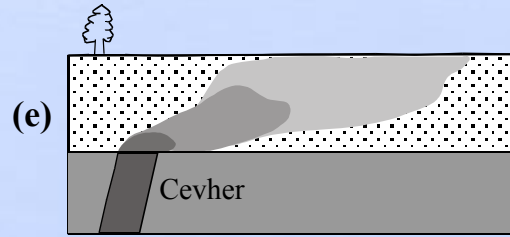
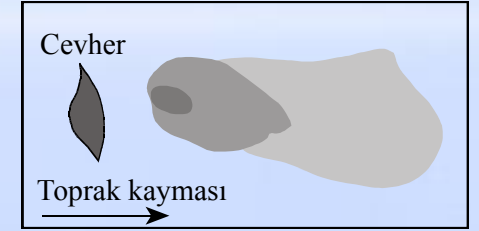
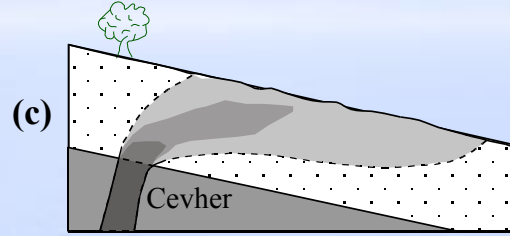
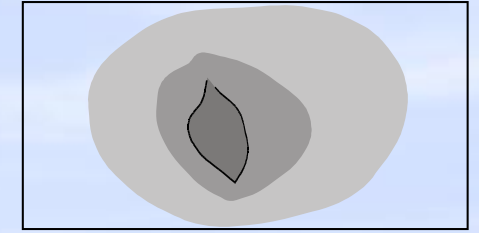
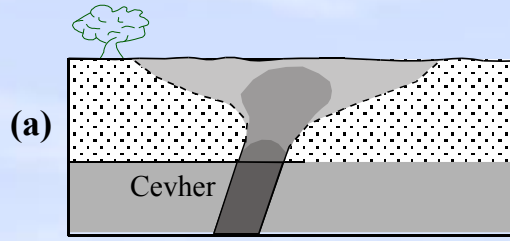
Buzul hareketlerine bağlı olarak gerçekleşen tanesel dağılım

Çöl veya yarı çöl ortamlarında, rüzgar hareketlerine bağlı olarak gerçekleşen tanesel dağılım

Vadi içlerinde aşınma ve taşınmaya bağlı olarak gerçekleşen tanesel dağılım

Kesit görüntüsü

Plan görüntüsü



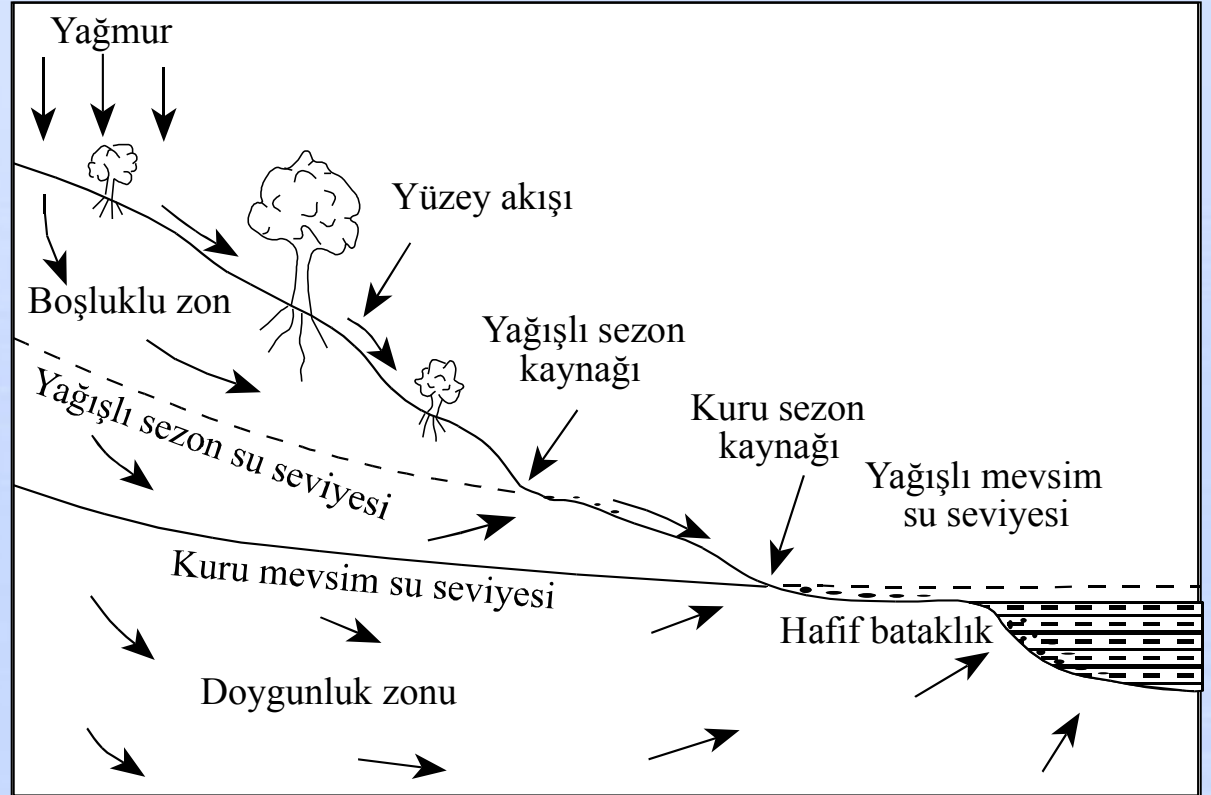
İkincil Dağılım Çeşitleri

(2) İyon halinde (hidromorfik) dağılım

Gerek yeraltı ve gerekse yerüstü sularının, bünyelerinde taşıdıkları iyonları başka ortamlarda çökeltmesi ile ortaya çıkan ikincil jeokimyasal dağılım türüdür.

Çözelti halindeki iyonların çökebilmesi için:

- Çözeltinin organik maddece zengin bir ortama girmesi,
- Çözeltinin Fe, Mn ve Al oksit-hidroksitlerin yoğunca gözlendiği bir ortamdan geçmesi veya
- Çözeltinin kil mineralleri ile temas etmesi gerekir.

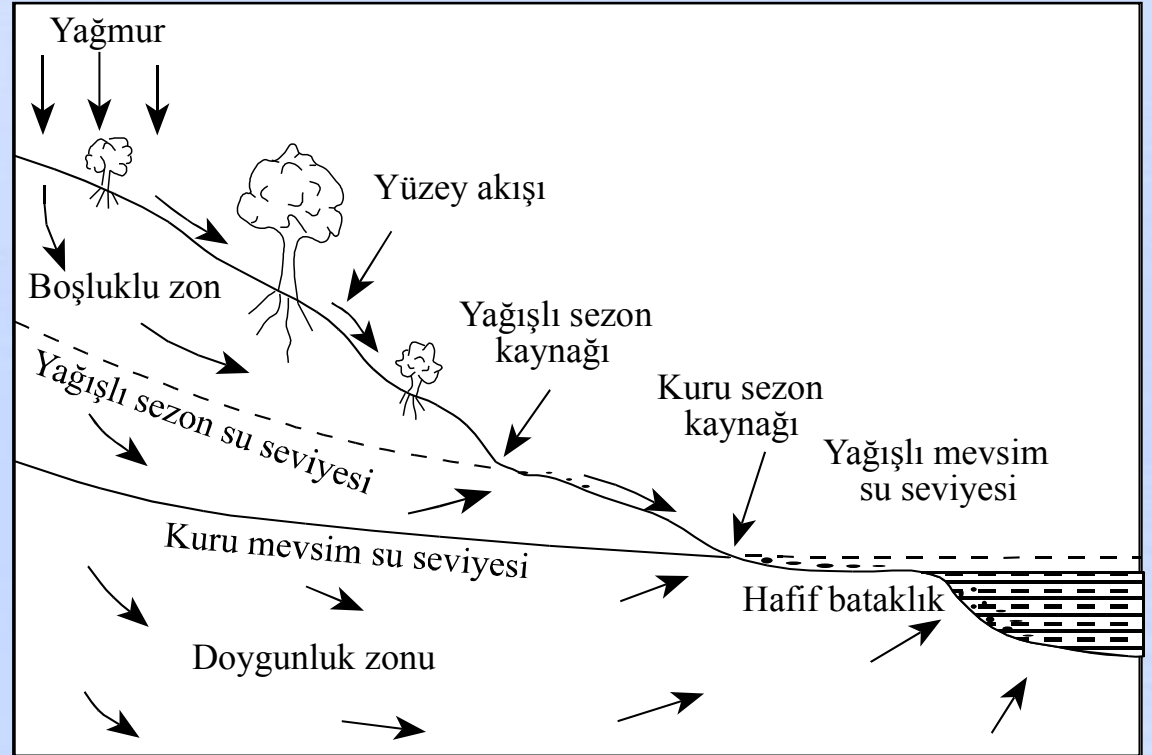


İkincil Dağılım Çeşitleri

(2) İyon halinde (hidromorfik) dağılım

Özellikle hareketliliği yüksek olan elementlerde görülen bir dağılım türüdür. Yeraltı sularının topoğrafyayı kestiği bölgelerde gelişen yarı bataklık zonları hidromorfik dağılımın en önemli örneğidir. Zira, yeraltı suyu içinde taşınan çözülmüş bileşenler, bu ortamlara ulaştıklarında kil ile veya Fe, Mn, Al oksit-hidroksitleri ile etkileşime bağlı olarak çökeltir. Bu nedenle bu bölgeler son derece önemli jeokimyasal örnekleme alanlarıdır.

Hidromorfik dağılım, vadiler içinde tanelisel dağılım ile birlikte de gelişebilir.

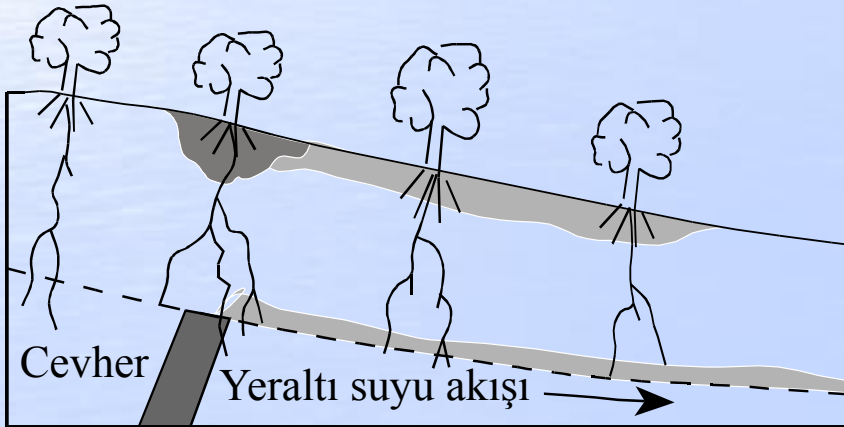


İkincil Dağılım Çeşitleri

(3) Biyojenik dağılım

Bitkilerin kökleri vasıtasıyla tabanda bulunan kayaç içinden belirli metalleri çözelti halinde bünyelerine almaları sonucunda gelişen bir ikincil jeokimyasal dağılım türüdür. Bu tür dağılım tam cevher kütlelerinin üzerinde gelişebileceği gibi, cevherden uzakta da gelişebilir. Yani yanal olarak bir dağılım gösterebilir.

Kesit görüntüsü



Plan görüntüsü

