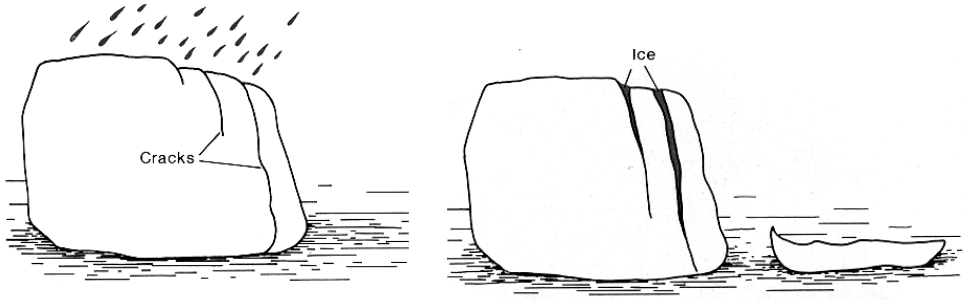
VI. AYRIŞMA / BOZUNMA / ÇÖZÜNME (WEATHERING)

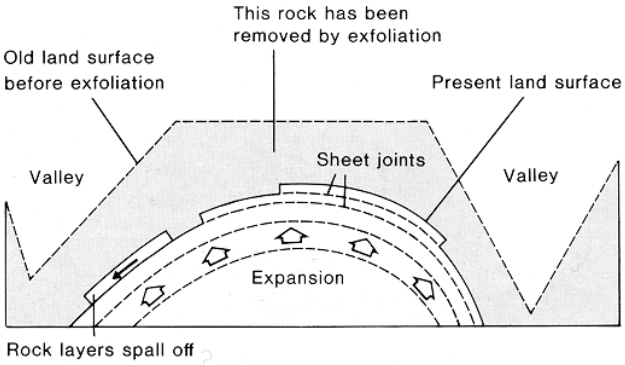
Ayrışma, *yerkabuğunu oluşturan kayaçlarda yüzey ve yüzeye yakın kesimlerde yerdeğiştirmeye uğramadan, mekanik ve kimyasal süreçlerle meydana gelen nitelik değişimleri* olarak tanımlanır. Kayaçlardaki ayrışma, çeşitli fiziksel etkiler altında gelişebileceği gibi mineraller arasındaki bağlayıcının kimyasal süreçlerle bozularak ortadan kalkması sonucu da oluşabilir. Bu nedenle ayrışma kimyasal ve fiziksel süreçler olmak üzere iki kategoride gerçekleşir. Bu iki ayrışma süreci çoğunlukla birlikte etkir veya birbirine ortam hazırlar. Hava bileşiminde yer alan gazlar, su, sıcaklık, canlı ve organik maddeler ayrışma sürecinin başlıca etkenleridir.

Fiziksel ayrışma

Kayaçlardaki fiziksel ayrışma (ufalanma) suyun mekanik etkisi (don), ani sıcaklık değişimleri, basınç serbestlenmesi ve kimyasal çözünmenin mekanik etkisi gibi olaylarla oluşur. Suyun mekanik etkisi donma-çözünme yoluyla gerçekleşir. Kayaç yüzeyinde ilksel olarak bulunan çatlak sistemlerine giren suların donarak hacim genişlemesi yoluyla yarattığı basınçlar kayacın parçalanmasına ve ufalanmasına neden olur. Bu süreç gerilim direnci düşük ve gözenekliliği fazla olan kayaçlar ile donma-çözünmenin yaygın olduğu iklim kuşaklarında etkilidir. Isı farklılaşmasından kaynaklanan fiziksel ufalanma daha çok günlük ısı farklarının çok yüksek olduğu yörelerde gerçekleşir. Ani sıcaklık artış ve düşüşleri kayaç yüzeyindeki bölümlerde mineraller arasındaki bağlayıcılığı azaltarak ufalanmaya yol açar.

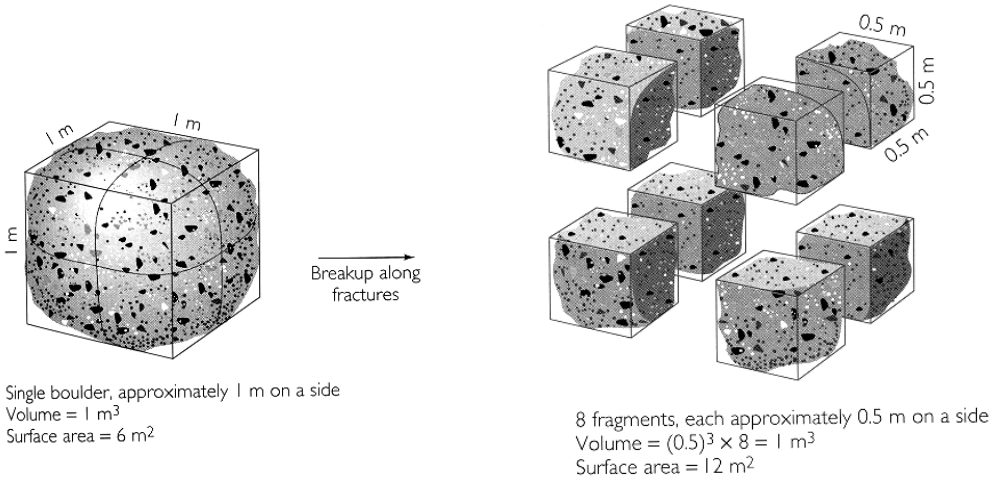


Donmaya bağlı olarak gelişen buz kamasının yarattığı fiziksel ayrışma





Basınç serbestelenmesi sonucunda gelişen eksfoliasyon yapısı

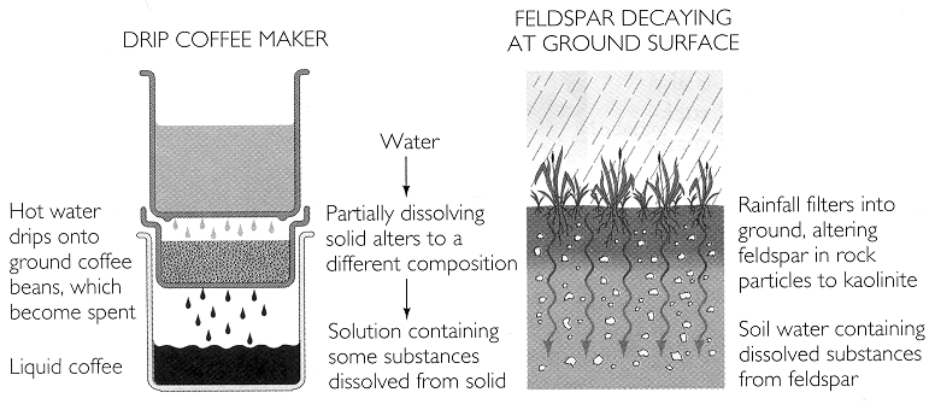


Ufalanma sonucunda ortaya çıkan yüzey artacağı için kimyasal çözünme hızlanacaktır

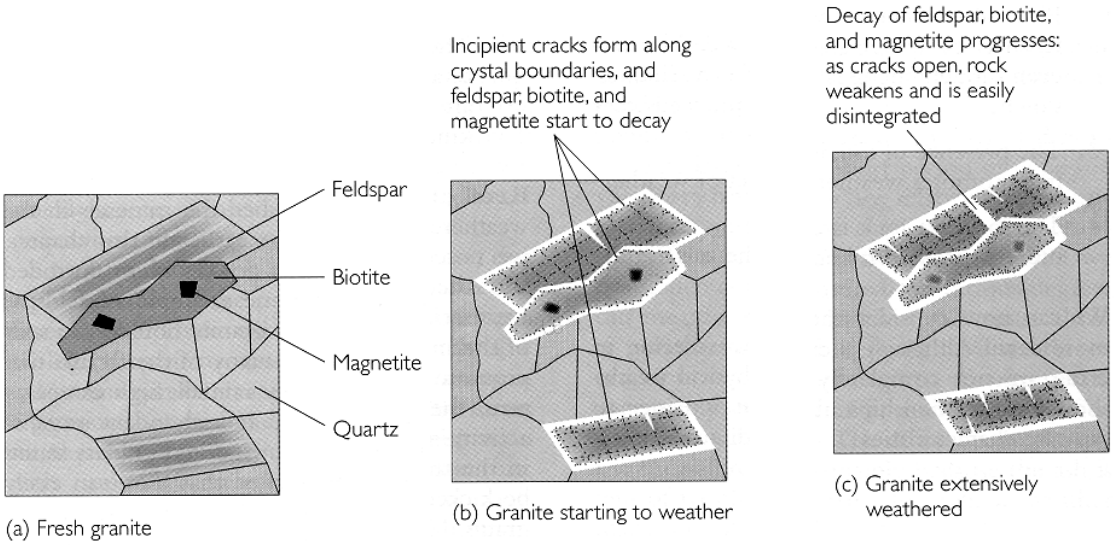
Kimyasal çözünme

Kayaçların **kimyasal yollarla ayrışması** oksidasyon, karbonasyon, hidroliz, hidratasyon vb. yoluyla gerçekleşir. **Oksidasyon**; kayaç bileşiminde yer alan minerallerin oksijenle birleşmesi sonucu meydana gelen kimyasal değişimdir. Çoğunlukla demir mineralleri içeren kayaç yüzeylerinde gerçekleşir ve oluşumunda suyun etkisi büyüktür. Örnek; limonit. **Karbonasyon**; karbondioksitin kayaç mineralleri üzerinde yol açtığı kimyasal değişimdir. Genellikle su içerisinde erimiş hali (karbonik asit) ile kayaç yapısını etkiler. Sudaki oranı sıcaklık ile ters orantılıdır. Karbonatlı çözeltilerin kimyasal yollarla çözünmesinde (karstlaşma) başlıca rolü oynar. **Hidroliz**; kayaç yapısında suyun etkisiyle meydana gelen reaksiyon ve kimyasal değişmelerdir. Bu değişime suyun H^+ ve OH^- iyonları ile kayaç bileşimindeki element ve iyonlar arasındaki reaksiyon neden olur. Yeryüzünde en yaygın kimyasal ayrışma sürecidir. Silikatlı kayaçların ayrışmasında başlıca etkendir. Örneğin ortoklazın hidrolizi sonucunda kil minerali olan kaolinit oluşur. **Hidratasyon** ise minerallerin yapısına su moleküllerinin katılması ile meydana gelen kimyasal değişimdir ve genellikle mineral hacminde büyümeye yol açar. Örneğin hematit limonite, anhidrit jips'e dönüşür.

Kimyasal süreçlerin ayrışmadaki rolü ve etkinliği, kayaç yapısı ve su durumuna göre değişir. Örneğin karbonatlı kayaçlarda karbonasyon, bazı kil türlerinde hidratasyon, granitlerde ise hemen hemen tüm süreçler etkindir.



Feldsparın çözünme süreçleri kahve makinasındaki sisteme benzer. Heriki süreçte de su katı haldeki maddenin bir kısmını ayrıştırır, geride bozunmuş madde kalır, içinde çözelti halde orijinal maddeden bulunan sıvı aşağı doğru süzülür



Granitin ayrışma sırasında geçirdiği safhalar

Granit içindeki feldsparın hidroliz sonucunda ayrışması:

$$\underset{KAlSi_3O_8}{\text{feldspar}} + \underset{H_2O}{\text{water}} \longrightarrow \underset{Al_2Si_2O_5(OH)_4}{\text{kaolinite}} + \underset{SiO_2}{\text{dissolved silica}} + \underset{K^+}{\text{dissolved potassium ion}}$$

Karbondioksitin reaksiyonu hızlandırmadaki rolü:

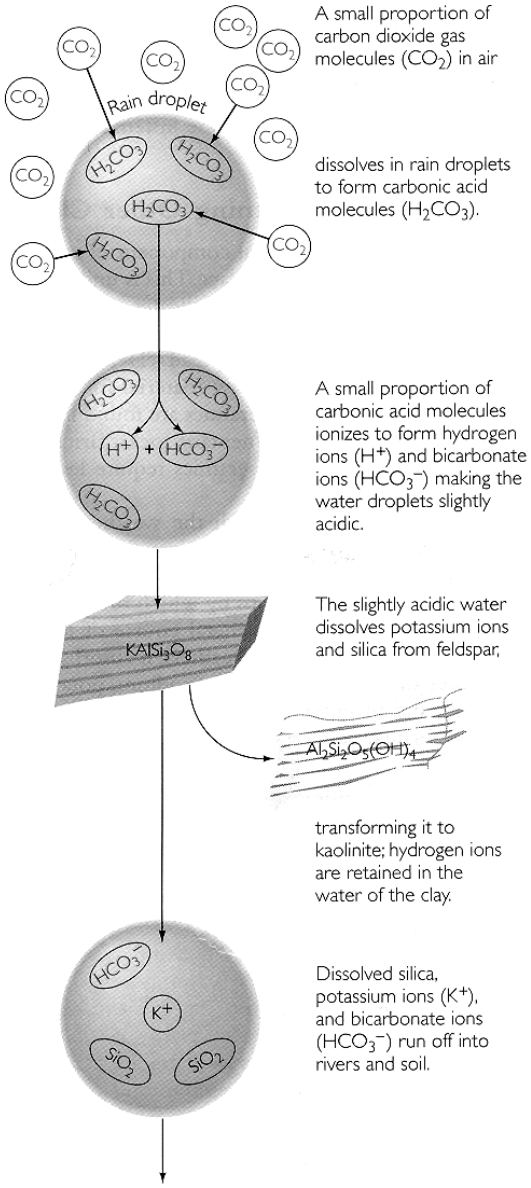
$$\underset{CO_2}{\text{carbon dioxide}} + \underset{H_2O}{\text{water}} \longrightarrow \underset{H_2CO_3}{\text{carbonic acid}}$$

$$\underset{2KAlSi_3O_8}{\text{feldspar}} + \underset{2H_2CO_3}{\text{carbonic acid}} + \underset{H_2O}{\text{water}} \longrightarrow \underset{Al_2Si_2O_5(OH)_4}{\text{kaolinite}} + \underset{4SiO_2}{\text{dissolved silica}} + \underset{2K^+}{\text{dissolved potassium}} + \underset{2HCO_3^-}{\text{dissolved bicarbonate ion}}$$

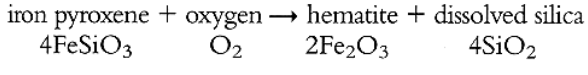
Karbonasyon:

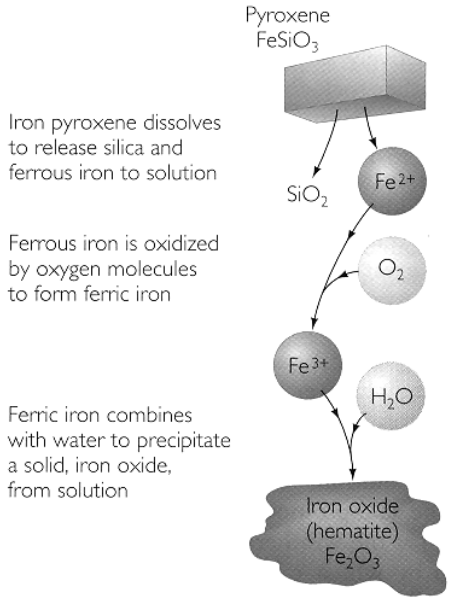
$$\underset{CaCO_3}{\text{calcite}} + \underset{H_2CO_3}{\text{carbonic acid}} \longrightarrow \underset{Ca^{2+}}{\text{calcium ion}} + \underset{2HCO_3^-}{\text{bicarbonate ion}}$$

Karbondioksitin reaksiyonu hızlandırmadaki rolü:



Oksidasyon:





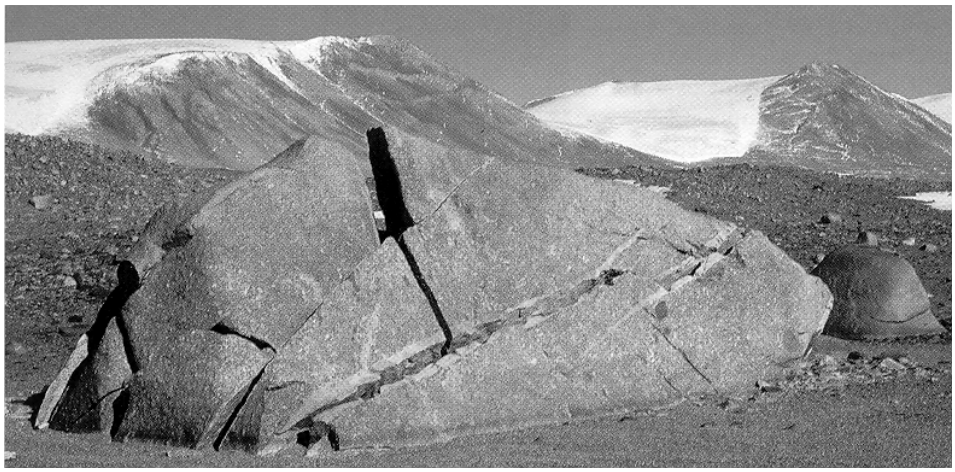
Kadir Dirik 2006

Stability of Common Minerals Under Weathering Conditions Compared with Bowen's Reaction Series

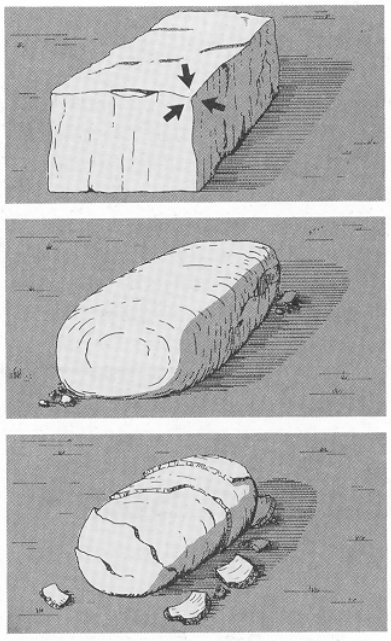
Stability of Minerals	Rate of Weathering	Bowen's Reaction Series
Most stable	**Slowest**	
Iron oxides (hematite)		
Aluminum hydroxides (gibbsite)		**Last to crystallize**
Quartz		Quartz
Clay minerals		
Muscovite mica		Muscovite
Potassium feldspar (orthoclase)		Orthoclase
Biotite mica		Biotite
Sodium-rich feldspar (albite)		Albite
Amphiboles		Amphibole
Pyroxene		Pyroxene
Calcium-rich feldspar (anorthite)		Anorthite
Olivine		Olivine
Calcite		
Halite		
Least stable	**Fastest**	**First to crystallize**

Mafic minerals (discontinuous crystallization series)

Plagioclase feldspars (continuous crystallization series)



Buz kaması oluşumunun parçaladığı bir kaya kütlesi

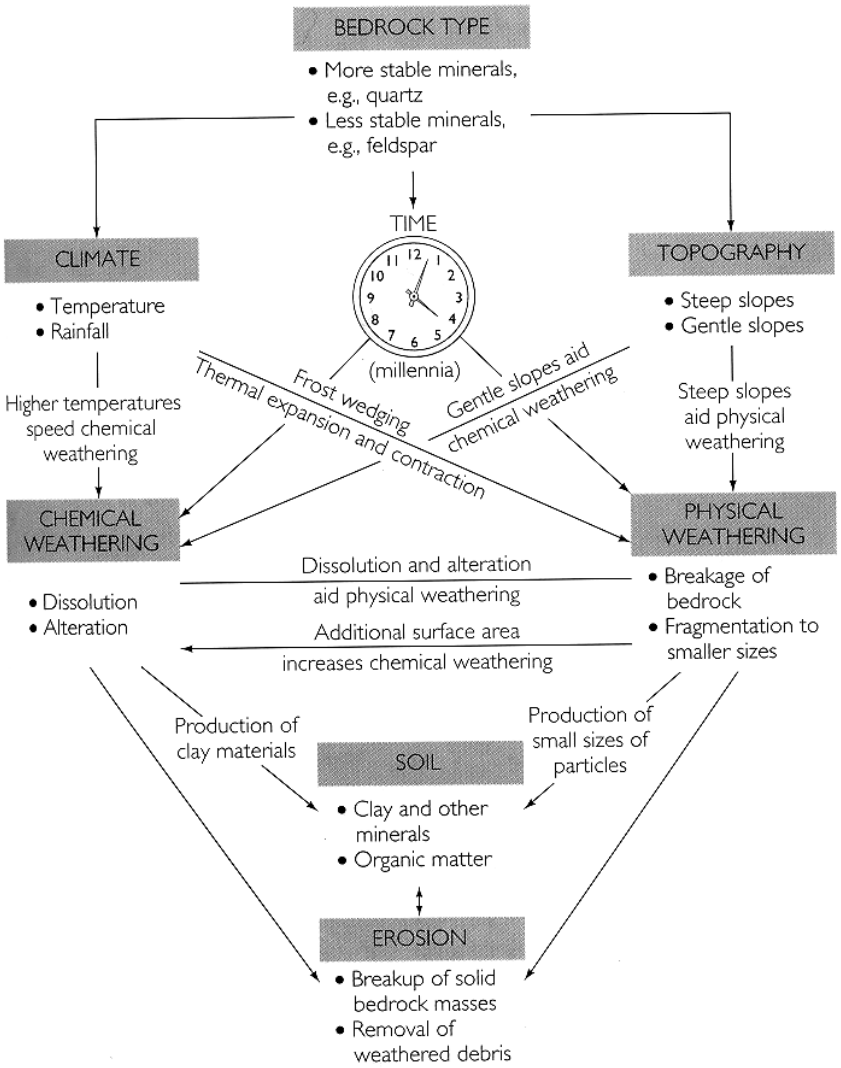




Hem kimyasal hem de mekanik ayrışma nedeniyle köşeli yüzeylerin kaybolarak soğan yapısının oluşumu

Ayrışmayı etkileyen faktörler

Ayrışmanın/çözünmenin hızı ve niteliği **iklim**, **rölyef**, **kaya türüne** ve **zamana** bağlıdır. **İklim süreçleri** ayrışmanın niteliğini doğrudan etkileyen en önemli unsurdur. Kimyasal çözünme öncelikle suyun varlığı ile ilişkilidir ve herhangi bir bölgedeki suyun varlığı ve kayaç üzerindeki etkileri iklim koşulları altında tayin edilir. İklim ayrıca çözünme üzerinde etkili olan bitki örtüsü yoğunluğu ve türünü de belirleyen etmendir. İklim bu özelliği nedeniyle yerküre üzerinde ayrışma süreçlerinin dağılımını kontrol eden bir faktördür. **Rölyefin** çözünme üzerindeki etkisi dolaylı yoldan gerçekleşir. Rölyefin çözünmedeki etkisi öncelikle yükselti yoluyla olur. Yükselti ise klimatik koşulları denetleyen bir öğedir. Rölyefin çözülmeye diğer bir etkisi yamaç türü ve eğim yoluyladır. Eğimi fazla yamaçlarda çözünme süreçleri daha hızlı gerçekleşir. Rölyef unsurlarından olan bakı (herhangi bir alanın güneşlenme konumu) ise klimatik yolla ayrışmayı etkiler. Kayaç türü ise nitelik, mineral kapsamı, porozite, genleşebilirlik, çatlak sistemi ve yoğunluğu, homojenlik vb. gibi özellikleri ile ayrışma/çözünme hızı ve niteliğini belirler.



Major Factors Controlling Rates of Weathering

	WEATHERING RATE ← SLOW		→ FAST
PROPERTIES OF PARENT ROCK			
Mineral solubility	Low (e.g., quartz)	Moderate (e.g., pyroxene, feldspar)	High (e.g., calcite)
Rock structure	Massive	Some zones of weakness	Very fractured or thinly bedded
CLIMATE			
Rainfall	Low	Moderate	Heavy
Temperature	Cold	Temperate	Hot
PRESENCE OR ABSENCE OF SOIL			
Thickness of soil layer	None—bare rock	Thin to moderate	Thick
Organic activity	Sparse	Moderate	Abundant
LENGTH OF EXPOSURE	Short	Moderate	Long

Ayrışma ürünleri

Döküntü/moloz örtüsü, döküntü konisi, döküntü blokları önemli fiziksel ayrışma ürünleridir. Hem fiziksel hem de kimyasal ayrışmanın etkisiyle oluşan ayrışma ürünü ise topraktır.

Ayrışmanın sonucu meydana gelen **toprak** oluşumu başlıca **iklim**, **kaya türü**, **organizma**, **topoğrafya** ve **zaman** faktörlerine bağlıdır. Oluşumda tüm bu etkenler az veya çok oranda katkı sağlar. Fakat iklim belirleyici rol oynar. Bu nedenle jeomorfoloji ve jeoloji araştırmalarında toprak oluşumu ve jenetik kökeninin anlaşılmasına yönelik incelemeler paleocoğrafik koşulların ortaya konmasında kullanılan verilerden biridir.

Genelleştirilmiş toprak profilinde (soil profile) üstten alta doğru A, B, C olarak adlandırılan üç zon görülür. En üst zon olan **A zonu** organik malzeme (humus) içeren yıkanma zonuna (zone of leaching) karşılık gelir. Bu yıkanma zonunda eriyebilir maddeler eriyik halde, eriyemeyen maddeler ise mekanik yolla tabana doğru aktarılır. **B zonu** birikim zonudur (zone of accumulation). Üst kısımda erimiş ve katı halde gelen malzeme bu kesimde çökelir. Toprak profilindeki **C zonu** ayrışmış ana kayayı temsil eder.

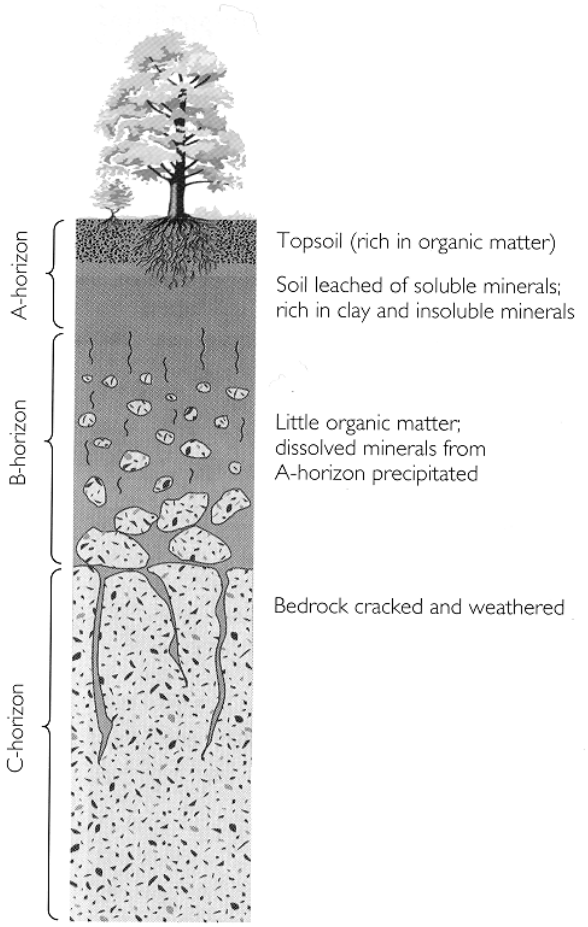
Jenetik açıdan topraklar zonal, intrazonal ve azonal olmak üzere üç gruba ayrılır. İklime bağlı olarak oluşmuş ve yerküre üzerinde belirli kuşaklar boyunca dağılmış olan topraklara **zonal topraklar** denir (pedalfer, pedokal). Zonal kuşak içersinde yersel etkenler nedeniyle oluşmuş ve dağılımları sınırlı olan topraklara **intrazonal topraklar** olarak tanımlanır. Genç karasal yığışımların (alüvyon) oluşturduğu, zonlanma gelişmemiş olan topraklar ise **azonal toprakları** oluşturur (alüvyon birikintileri, kumlar, morenler).

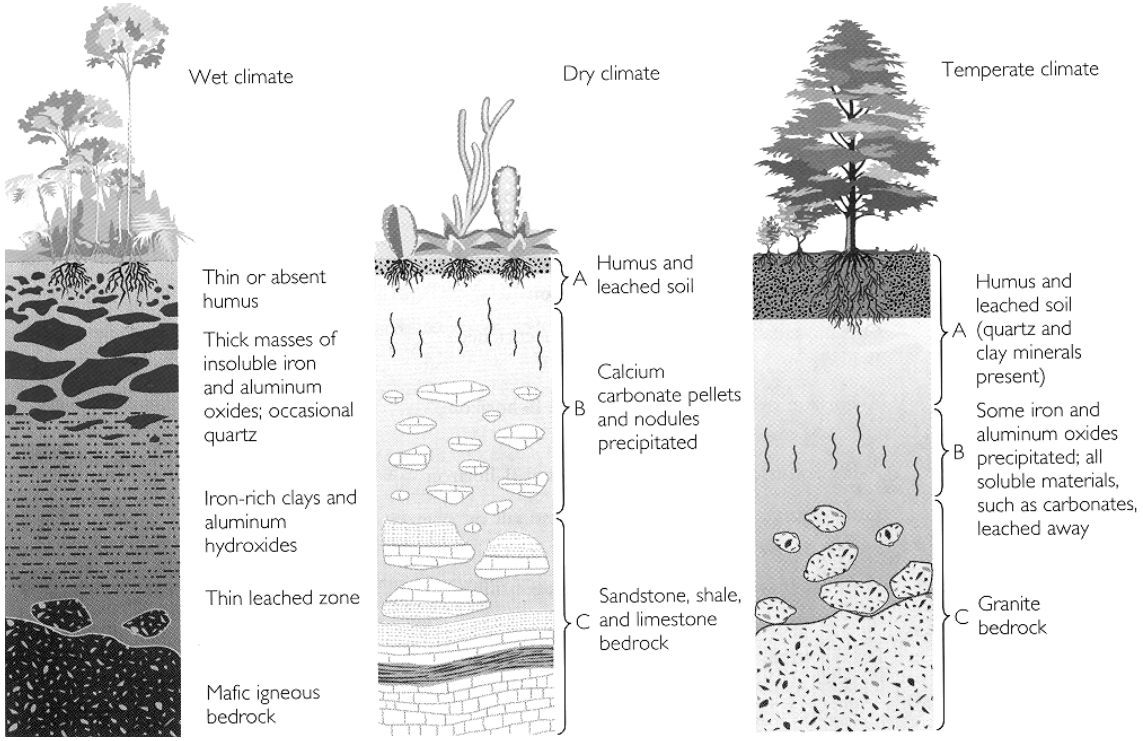
Nemli iklim bölgelerinde toprağın A zonunda kuvvetli yıkanma egemendir. Bitki örtüsünün yoğunluğu nedeniyle bu üst zon zengin organik kırıntı ve humus içerir. B zonu (birikim zonu) ise alüminyum ve demir bileşikleri bakımından zengindir. Bu nedenle nemli iklim bölgesindeki topraklar **pedalfer** olarak adlandırılır. Üst zondaki yıkanmanın niteliği nedeniyle soğuk-nemli ve sıcak-nemli iklim bölgesi pedalferleri farklılık sunar. Sıcak iklimde **lateritleşme**, soğuk iklimde ise **podsollaşma** egemendir. Podsolik topraklarda üst zonda silis oranı yüksektir. Buna karşın lateritik topraklarda ise düşük değerdedir. Sıcak-nemli iklim koşullarında meydana gelmiş topraklarda humus birikimi gelişmez.

Kurak iklim koşulları altında gelişmiş toprakların üst zonunda yıkanma az veya minimumdur. Bu nedenle kurak iklim topraklarının tanıtıcı özelliği **kalsifikasyon** sunmalarıdır. Bu nedenle kurak iklim toprakları **pedokal** olarak adlandırılır. Bu topraklarda A zonu incedir. Kurak iklim şartlarından nemliye doğru olan iklim koşullarında A zonunun kalınlığı artar ve kalsiyum karbonatın biriktiği seviye derinleşir. Kuraklık derecesi arttıkça da B zonu yüzeye yaklaşır veya tamamen yüzeylenir. Kurak bölgelerde görülen kalker kabuk veya kaliş aslında toprağın B zonunun (kalsifikasyon zonu) yüzeylemiş şeklidir.

Toprak oluşum mekanizması ve tipleri bazı jeolojik yorumlar için önemli ipuçları sağlar. Fosil veya **paleosol** topraklar, jeolojik evrimin açıklanması ve paleoklimatoloji koşullarının yorumlanmasında kullanılabilen veriler niteliğindedir.

Zemin profili
(soil profile)





Laterit Pedokal Pedalfer