

BÖLÜM 5 **Ayrışma, Aşınma ve Toprak**

Ayrışma, *yerkabuğunu oluşturan kayalarda yüzey ya da yüzeye yakın kesimlerde yerdeğiştirmeye uğramadan, mekanik ve kimyasal süreçlerle meydana gelen nitelik değişimleri* olarak tanımlanır. Kayalardaki ayrışma, çeşitli fiziksel etkiler altında gelişebileceği gibi mineraller arasındaki bağlayıcının kimyasal süreçlerle bozularak ortadan kalkması sonucu da oluşabilir.

Bu nedenle **ayrışma, fiziksel** (*parçalanma / ufalanma*) ve **kimyasal** (*bozuşma / çözünme*) 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.



Yer gereçlerinin atmosfer, hidrosfer ve biyosferle olan etkileşimleri değişimlere neden olur. ***Yer gereçlerini değiştiren bu olguları incelemenin üç önemli nedeni vardır.***

Birincisi, ayrışma süreçleri sonucunda ufalanarak daha küçük tanelerden oluşan yeni malzeme ile ana malzemeyi oluşturan bazı mineraller eriyerek ayrışma alanından uzaklaştırılır. Ayrışmış malzemelerin ***aşınma*** olarak bilinen bu uzaklaştırılması yerçekimi, akarsular, buzullar, rüzgar ve kıyılarda dalgalarla gerçekleşir ve sonra aynı süreç aşınan malzemeleri belli uzaklığa taşıyarak ***çökel kayaçları*** oluşturacak olan ***çökel*** olarak biriktirir. Kısaca, ayrışma, aşınma, taşınma ve birikme, ***kayaç döngüsünün*** ayrılmaz parçalarıdır.

İkincisi, bozunan malzemenin bir kısmının daha da değişerek ***toprak*** oluşturmalarıdır. Böylece ayrışma, çökel kayaçlar ve toprağın hammaddelerini sağlar.

Üçüncüsü, ise alüminyum cevheri gibi bazı ***kaynakların*** oluşmasına yol açması ve çözünebilen maddeleri uzaklaştırarak diğerlerini zenginleştirmesidir.

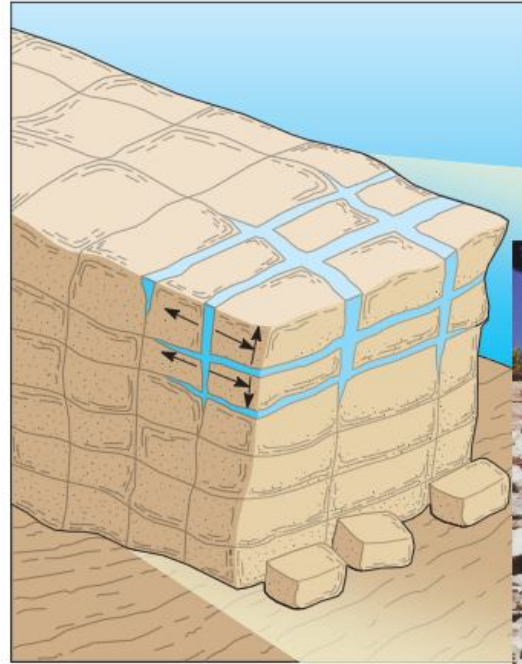
Ayrışma, yüzeysel ya da yüzeye yakın bir süreç olmakla beraber etki ettiği kayaçlar yapı ve bileşim açısından homojen olmadığından ***farklı ayrışma (differential erosion)*** ortaya çıkar. Yani aynı bölgede bile farklı hızlarda gerçekleşen ayrışma genelde düzensiz yüzeylerle sonlanır. Farklı ayrışma ve değişken hızlarda aşınma olan farklı aşınmanın etkileri ile peri bacaları, kemerler ve çukur yüzeyler gibi bazı sıradışı ve hatta garip yapılar ortaya çıkar



Fiziksel ayrışma

*Kayaçlardaki fiziksel ayrışma (ufalanma) suyun mekanik etkisi (don), ani sıcaklık değişimleri, basınç azalması/rahatlaması, kristal büyümeleri, canlıların etkileri 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.**

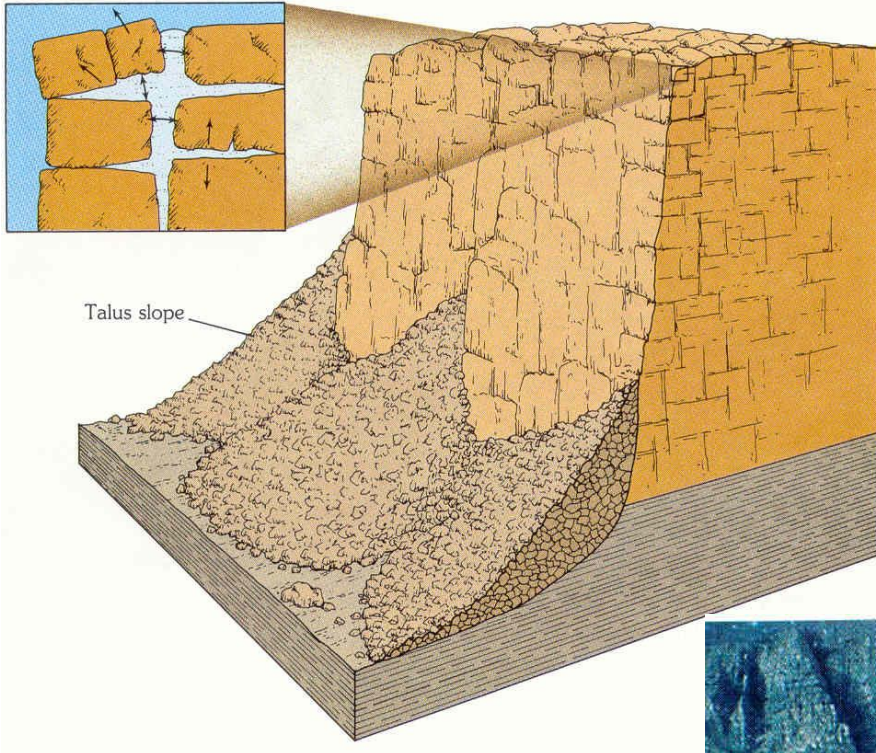
Isı farklılaşmasından kaynaklanan fiziksel ufalanma daha çok günlük ısı farklarının çok yüksek olduğu yörelerde gerçekleşir. **Ani sıcaklık artış ve düşüşleri** kayaç yüzeyindeki bölümlerde mineraller arasındaki bağlayıcılığı azaltarak ufalanmaya yol açar.



(a)



(b)

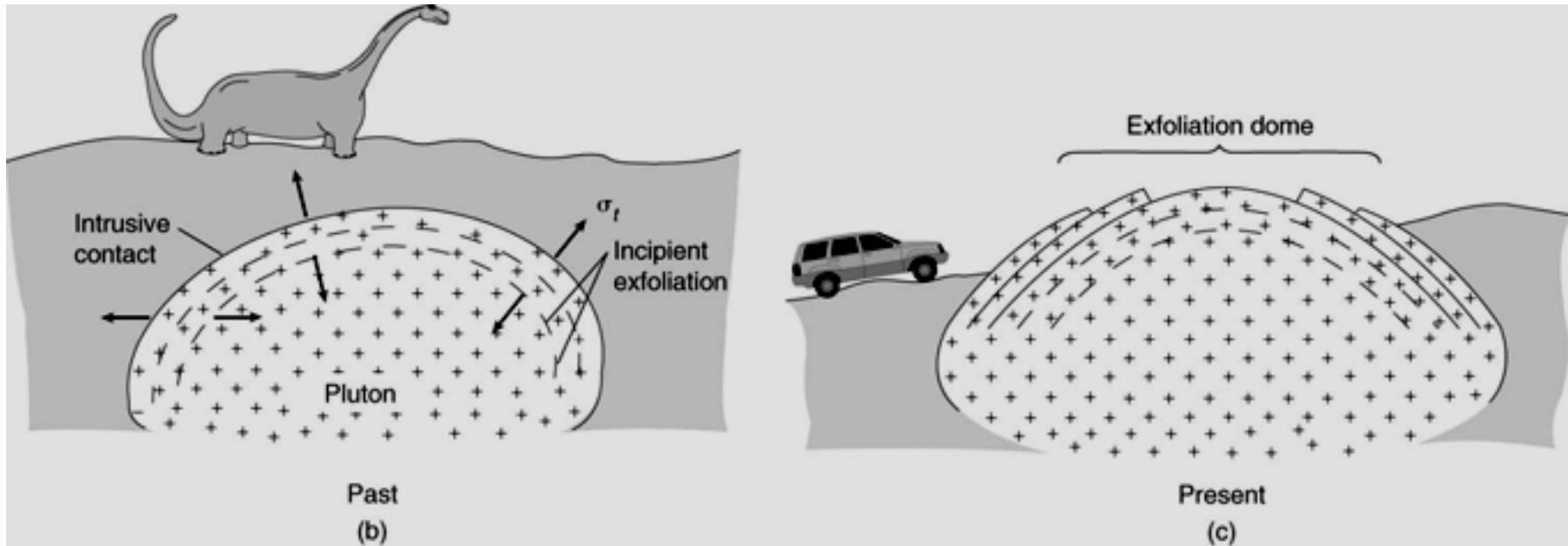


Don kamalanması kırıklara sızan suyun donduğunda genişlemesiyle gelişir. Donma ve erimenin yinelenmesiyle köşeli kayaç parçaları gevşeyerek kopar. Yamaç dibinde bu malzeme **moloz birikmesi/talus** olarak yer alır.

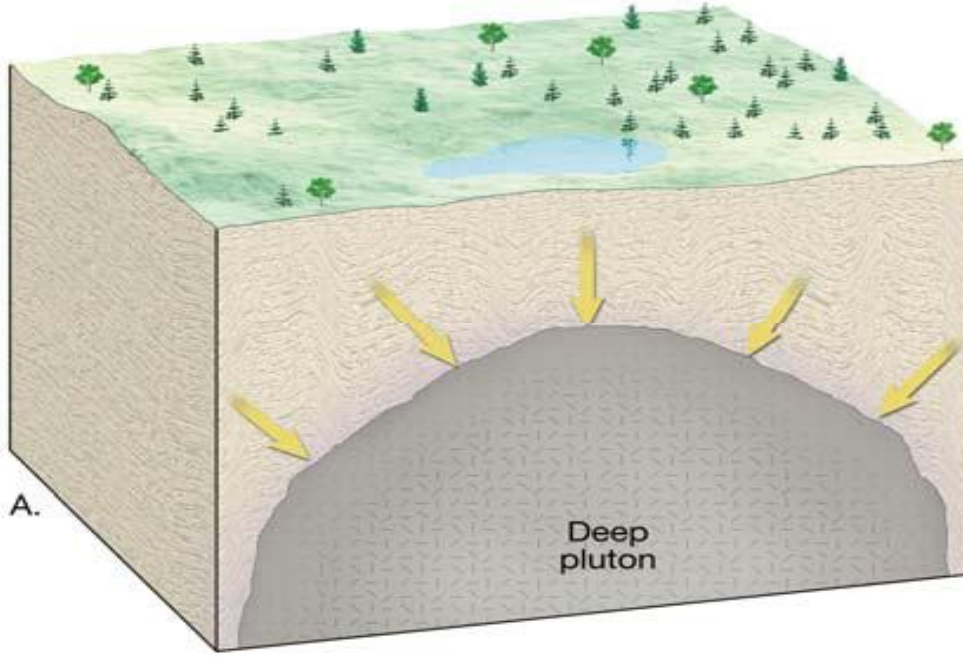


Basınç Rahatlaması

- (i) **gömülü sokulum kütleleri (batolitler):** yüksek basınçta durağandır
- (ii) **yükselme \Rightarrow erozyon \Rightarrow basınç serbest kalır / salınır** kayalardaki içsel enerji genleme ile salıverilir
- (iii) **tabaka eklemlerin oluşması:** topoğrafyaya paralel büyük kırıklar/çatlaklar (genelde yeryüzeyine bir kaç yüz metrelik bir mesafede!).
- (iv) **eksfoliasyon:** tabaka eklemlerle sınırlı kaya dilimleri kırılır, kopar ve kayar \Rightarrow eksfoliasyon domları

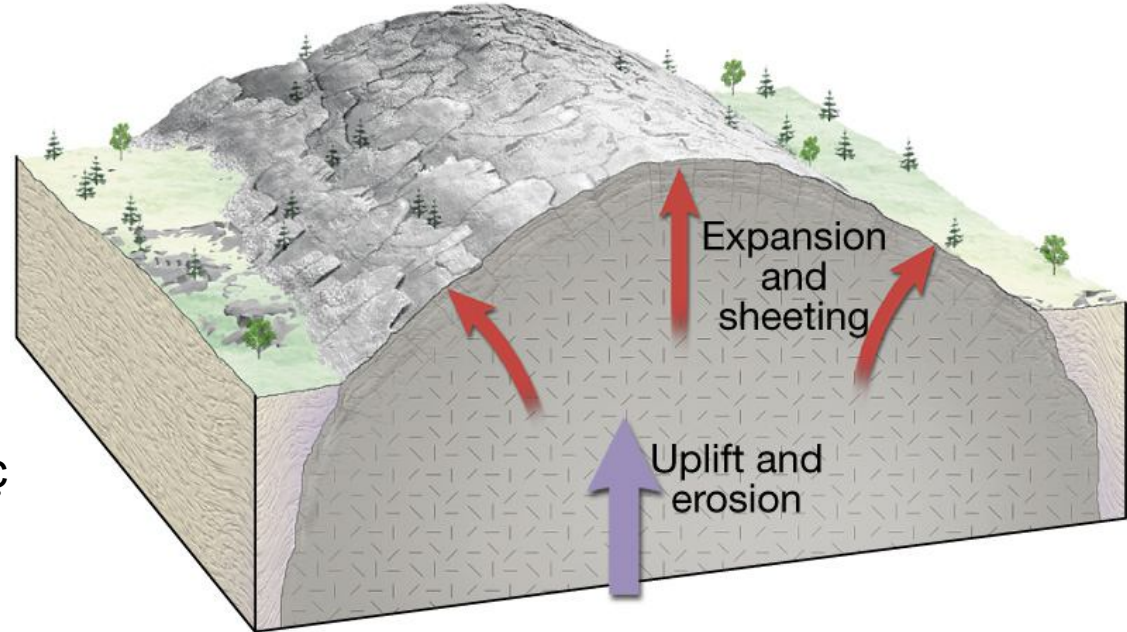


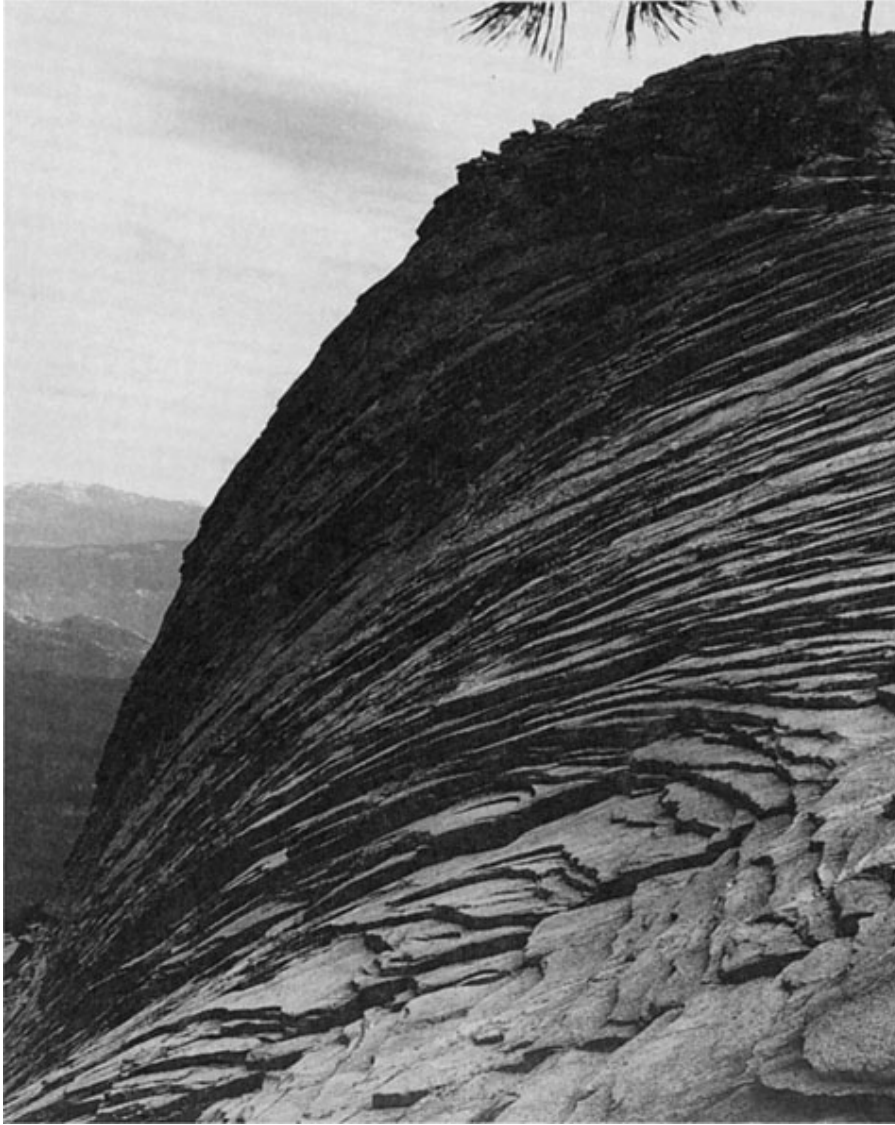
Basınç Rahatlaması



Batolit magmanın çok yüksek bir basınç altında (çoğunlukla üstündeki kaya topluluğunun ağırlığı) kristalleşmesi ile oluşur ve kayaç bu yüksek basınç koşullarında duraylıdır.

Batolit çok hızlı bir şekilde yükselir ve üzerindeki kayaç aşınır ⇒ basınç azalır! kayaç kütlesi içindeki enerjiyi salınır ⇒ kayaç dışa doğru genişler ve topografyaya (çoğunlukla kayaç yüzeyi) paralel büyük çatlaklar oluşur ⇒ **Tabaka Eklemleri**





Tabaka eklemlerle sınırlandırılan kayaç dilimleri **yapraklı dökülme** (eksfoliasyon) süreci ile ana kayadan kopar ⇒
kayaç bir soğanın katmanları gibi soyulur ve moloz halinde kütlenin dibinde birikir ⇒
yuvarlak kayaç domları oluşur
⇒ **Yapraklı Dökülme Domları**

Isıl Genleşme ve Büzülme

Isıl genleşme ve büzülme sırasında kayaçların hacmi ısınma ve soğumaya karşılık olarak değişime uğrar. Sıcaklığın bir günde 30°C ye kadar varan değişimler gösterdiği bir çölde kayaçlar ısındıkları zaman genişir ve soğurken büzülürler. Kayaçlar zayıf iletken oldukları için dış kesimleri iç kesimlerinden daha çok ısınır; kayaçların yüzeyleri sonuçta kırılmaya neden olan gerilmeleri üretebilecek biçimde içlerinden daha çok genişir. Ayrıca koyu renkli mineraller ısıyı açık renkli olanlardan daha hızla emer ve böylece kimi kayaçların mineral taneleri arasında bile farklı genleşmeler olur.

Bir **orman yangını** sırasında ısıyı iyi iletmediklerinden dolayı kayaçlar özellikle yüzeye yakın yerlerde çok hızlı bir biçimde ısınırlar. Isınmış yüzey katmanı iç kısımdan daha hızlı genişir ve kayaç yüzeyine paralel ince dilimler halinde kopar.

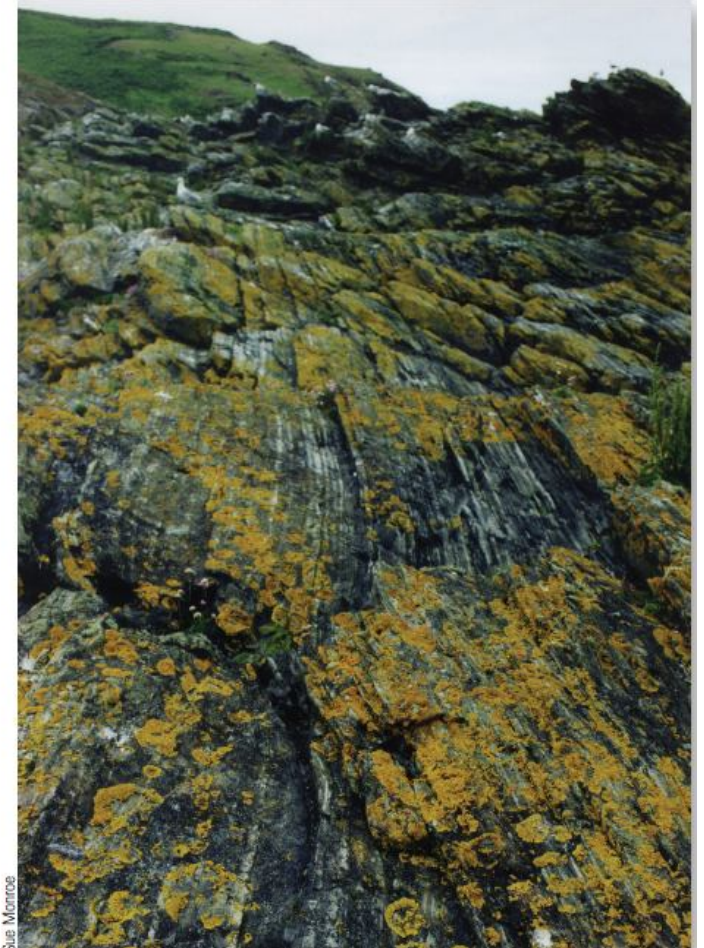
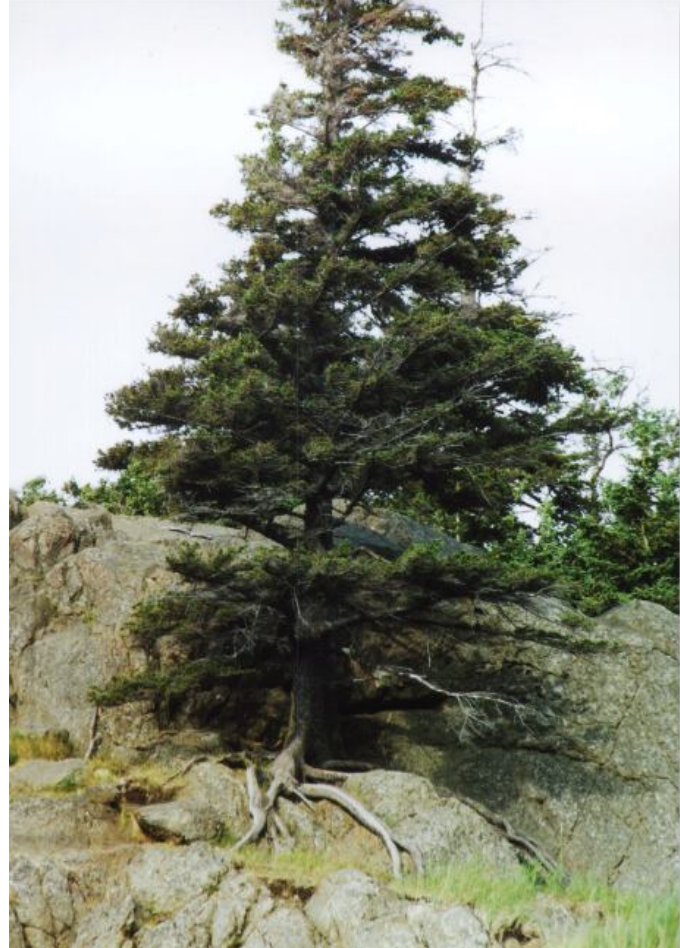
Kristallerinin Büyümesi

Tuz kristalleri kimi koşullarda kayaçların parçalanmasına neden olabilir. Büyüyen kristaller kumtaşları gibi gözenekli, taneli kayaçlardaki çatlak ve yarıkları genişletmeye ya da kayaçlardaki taneleri yerinden oynatmaya yetecek kuvveti uygulayabilirler. Granit gibi kristalli kayaçlarda bile tuz kristallerinin büyümesi, gevşek mineral tanelerini koparabilir. Tuz kristallerinin büyüme derecesi kayaçlarda don kamalanmasına benzer biçimde açıklıkları genişletecek kuvvetler oluşturur. Bazı kıyı bölgelerindeki kayaçları da etkilemesine karşın tuz kristali büyümeleri çoğunlukla sıcak, kurak bölgelerde etkili olur.

Canlıların Etkinlikleri

Hayvanlar, bitkiler ve bakterilerin tümü kayaçların mekanik ve kimyasal bozunmasına katılır. **Solucanlar, termitler, sürüngenler, kemirgenler ve birçok diğer canlı türü gibi kazıcı hayvanlar**, sürekli olarak toprağı ve çökel tanelerini eşeler ve malzeme-leri derinlerden alarak daha fazla ayrışmanın gerçekleştiğı yüzeye getirirler. Solucanların yediğı malzemelerin bile boyutları küçülürken hayvanların oyukları gazların ve suyun daha derinlere kolayca ulaşmasını sağlar.

Özellikle **büyük çalılıklar ve ağaçların kökleri**, kendilerini kayalar-daki çatlaklara kama gibi sokarak onları daha da genişletirler. Yaya kaldırımları ve temellerin altında ya da arasında büyüyen ağaç kökleri önemli hasarlar verir.



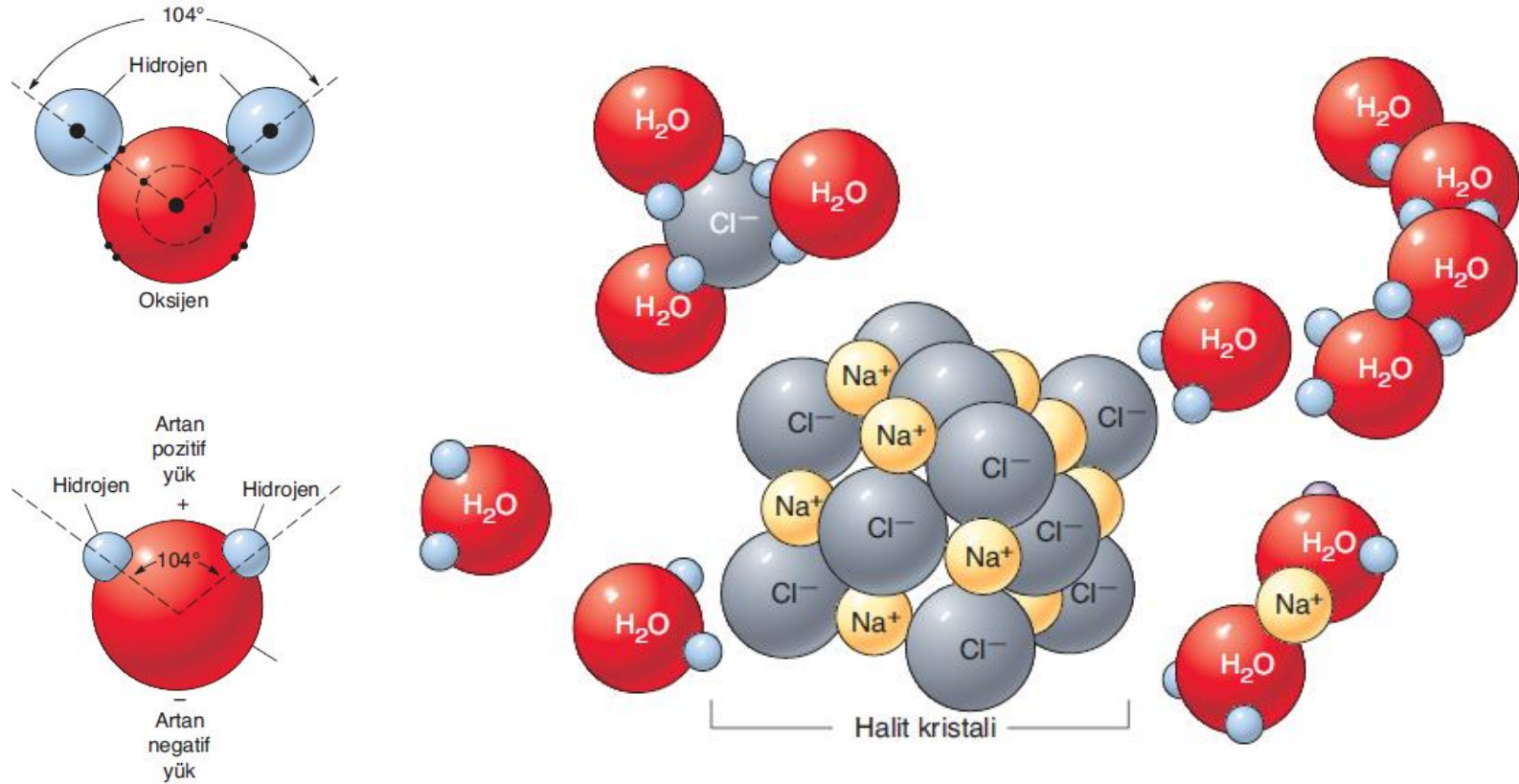
Kimyasal Ayrışma

Kimyasal ayrışma kayaçların ve minerallerin, ana malzemenin bozunması ile kimyasal açıdan değiştiği süreçleri kapsar. *Mekanik ayrışmanın tersine kimyasal ayrışma, ayrışan malzemelerin bileşimini değiştirir.*

Başta oksijen olmak üzere atmosferdeki gazlar, su ve asitler kimyasal ayrışmanın önemli etkenleridir. Canlıların etkinlikleri de ayrışmada önemli bir rol oynar. Yüzeylerinde liken (mantar ve alglerden oluşan karma canlılar) gelişen kayaçlar kimyasal ayrışmaya likensiz olanlardan daha fazla uğrar. Ek olarak, bitkiler toprak suyundaki iyonları alıp topraktaki minerallerin kimyasal duraylılığını düşürür ve bitki kökleri de organik asitler salarak ayrışmayı artırır. **Çözünme, yükseltgenme ve hidroliz** diğer kimyasal ayrışma süreçleridir.

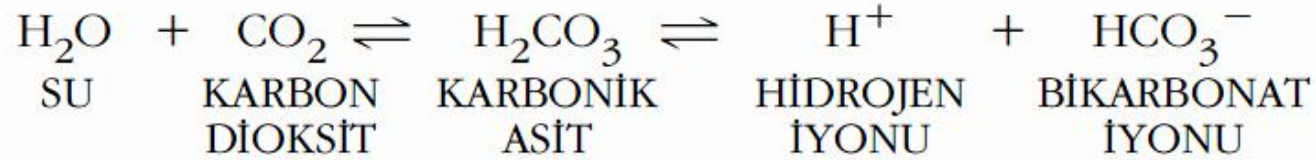
Çözünme (Solution)

Çözünme sırasında bir maddenin iyonları bir sıvı içinde birbirinden ayrılır ve katı madde erir. Aralarındaki açının yaklaşık 104° olarak düzenlendiği iki hidrojen atomu ile bir oksijen atomundan oluşan su molekülleri bakışimsız (asimetrik) bir biçime sahip olduğu için su önemli bir çözücüdür. Bu bakışimsızlık nedeniyle molekülün oksijen ucu hafifçe negatif elektrik yüklü, hidrojen ucu ise hafifçe pozitif yüklüdür. Halit minerali (NaCl) gibi çözünebilen bir madde su molekülüne değdiğinde pozitif yüklü sodyum iyonları, su molekülünün negatif ucuna çekilir ve negatif yüklü klorür iyonları da su molekülünün pozitif yüklü ucuna doğru çekilir. Böylece iyonlar kristal yapısından kurtulur ve katı çözünür.



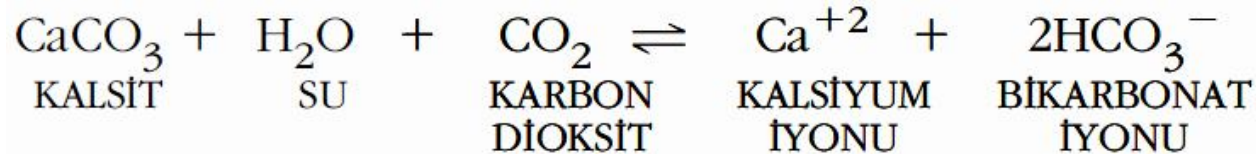
(a) Su molekülünün yapısı. Hidrojen atomlarının bakışimsız düzenlenişi, molekülün hidrojen ucunda hafif bir pozitif elektrik yükü ve oksijen ucunda hafif bir negatif elektrik yükü olmasına neden olur. (b) Halit minerali, sodyum klorürün (NaCl) suda erimesi. Sodyum atomlarının su molekülünün oksijen ucuna çekilirken klorür iyonlarının molekülün hidrojen ucuna çekildiğine dikkat edin.

Su moleküllerinin çekim kuvvetleri mineral taneleri arasındaki çekim kuvvetleri geçemeyeceğinden birçok mineral saf suda pek çözünmez. Kireçtaşı ve mermerin ana bileşeni olan kalsit (CaCO₃) minerali pratikte saf suda çözünmez ama çok az miktarda asit olduğunda çabucak çözünür. Suyu asitli hale getirmenin kolay bir yolu karbonik asit iyonlarını çözdürmekten geçer. Yani karbonik asit diğer maddelere bozuştığında iyonlar ayrılır.



Bu kimyasal denkleme göre su ve karbondioksit birleşerek, az bir miktarı bozularak hidrojen ve bikarbonat iyonları çıkaran *karbonik asit* oluşturur. Hidrojen iyonlarının derişimi bir çözeltinin asitliliğini belirler; ne kadar çok hidrojen iyonu varsa çözeltinin asitliliği o kadar kuvvetlidir. Birçok kaynaktan gelen karbondioksit suyla birleşir ve tepkimeye girerek asitli çözeltiler oluşturur.

Karbondioksitin kaynağı ne olursa olsun asitli bir çözeltide yer alan kalsit aşağıdaki tepkimeye göre hızla erir:





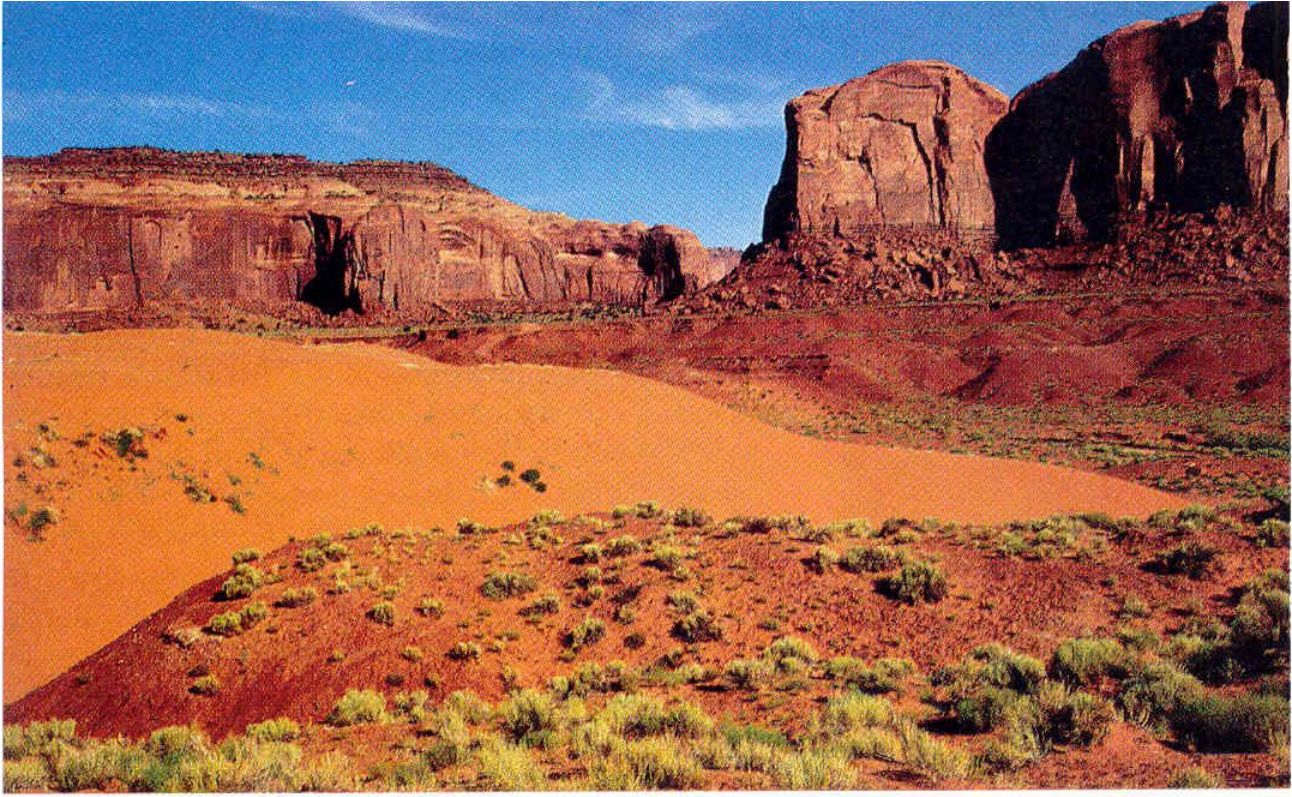
Yükseltgenme (Oksidasyon)

Yükseltgenmeden kimyasal ayrışmada oksijenle oksit (oksijenle birleşen bir ya da daha fazla metalik element) ya da ortamda su varsa hidroksit (OH ile birleşen metalik bir element ya da kök) oluşturan tepkimeler anlaşılır. Örneğin demir oksijenle birleştiğinde paslanır ve demir oksit olan hematiti oluşturur:



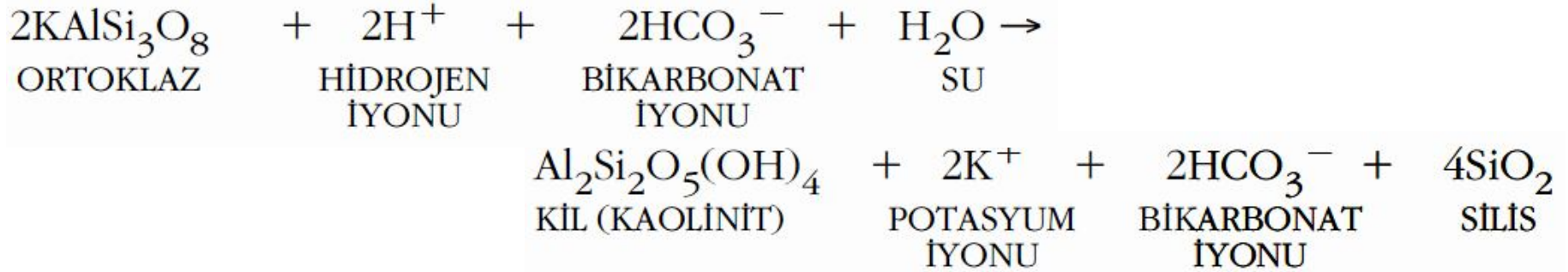
Yükseltgenme tepkimelerinin oluşması için atmosferde bol miktarda oksijen bulunmalıdır, yükseltgenme ortamda su olmazsa çoğunlukla yavaş işleyen bir süreçtir. Çoğu yükseltgenme olayı suda çözülmüş oksijenle gerçekleşir.

Yükseltgenme olivin, piroksenler, amfiboller ve biyotit gibi ferromagnezyum silikatların bozunmasında önemlidir. Bu minerallerdeki demir, oksijenle birleşerek kırmızımsı demir oksit hematit (Fe_2O_3) ya da sarımsı ya da kahverengi hidroksit limoniti [$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$] oluşturur. Birçok toprağın ve çökel kayacın sarı, kahverengi ve kırmızı renkleri çok az miktarda hematit ya da limonitin varlığından kaynaklanır. Kimi bölgelerde pirit minerali (FeS_2) gibi demir sülfidlerin yükseltgenmesi önemlidir. Pirit genellikle kömürlerle birlikte bulunur, bu yüzden maden pasalarında pirit yükseltgenerek sülfürik asit (H_2SO_4) ve demir oksit oluşturur. Kömür ocaklarındaki asitli topraklar ve sular bu yolla oluşur ve çevre açısından ciddi bir tehlike yaratır.



Hidroliz

Hidroliz, *suyun hidrojen (H⁺) ve hidroksil iyonları (OH⁻) ile mineral iyonları arasında olan kimyasal tepkimedir*. Hidrolizde hidrojen iyonları gerçekte minerallerdeki pozitif iyonların yerini alır böylece minerallerin kimyasal bileşimleri değişir ve çözülebilen bileşikler ile daha sonra yükseltgenen demir ayrılır. Plajiyoklaz feldispatlar ile (bileşimleri CaAl₂Si₂O₈ ile NaAlSi₃O₈ arasında değişir) ortoklaz (KAlSi₃O₈) gibi potasyum feldispatlar da birçok kayada yaygın bulunur. Bütün feldispatlar **çerçeve silikatlarıdır** ancak bozduklarında eriyik halde malzemeler ile **tabaka silikatlar** olan kaolinit gibi kil minerallerini ortaya çıkarırlar. Hidroliz yoluyla potasyum feldispatın kimyasal ayrışması aşağıdaki gibi gerçekleşir:



Bu tepkimede hidrojen iyonları ortoklazın yapısındaki iyonları ayırarak serbest kalan bazı iyonları, gelişen bir kil mineralinde bir araya getirirken diğerleri çözeltiye girer. Eşitliğin sağ yanındaki kil minarelerinin yapısına uygun olmayan silis çözeltisi çökel kayalarda taneleri birbirine bağlayan önemli bir çimento kaynağıdır. Plajiyoklaz feldispatlar da hidrolizle bozunur, ama tek farkları potasyum bileşiklerinden çok eriyebilen kalsiyum ve sodyum bileşiklerini çıkarmasıdır.

Silikat Minerallerinin Duraylılığı

	Ferromagnezyum Silikatlar	Ferromagnezyum Olmayan Silikatlar
Artan Duraylılık ↓	Olivin	Kalsiyum plajiyoklaz
	Piroksen	
	Amfibol	Sodyum plajiyoklaz
	Biyotit	Potasyum feldispat
		Muskovit
		Kuvars

Kimyasal Ayrışma Ne Kadar Hızla Gerçekleşir?

Kimyasal ayrışma süreçleri tanelerin yüzeylerinde etkili olduğundan kayaçlar ya da mineraller dıştan içeriye doğru bozunurlar. Gerçekte yüzeyinde ve yüzeyi yakınında ayrışmış bir malzeme kabuğu bulunan kayaçların iç kısımları tümüyle bozunmaz. Kimyasal ayrışmanın ilerleme hızı birkaç etmene bağlı olarak değişir. Bunlardan biri, akışkanların boyunca sızarak bu yüzeylerde daha şiddetli kimyasal ayrışmaya yol açtığı **çatlakların** olup olmamasıdır. Sonuçta benzer koşullar altında bulunan aynı kayaç ne kadar çok çatlaklı ise o denli hızla kimyasal ayrışmaya uğrar.

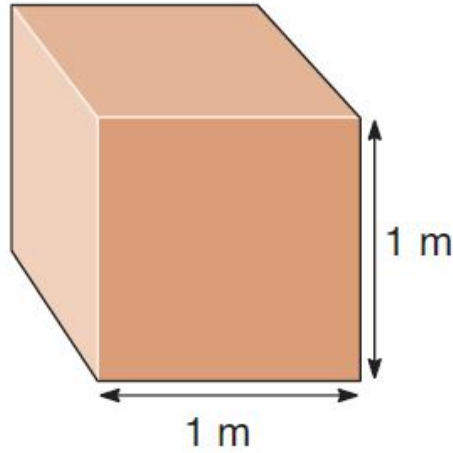
Elbette **tane büyüklüğü, iklim ve ana malzemeyi** kapsayan diğer etmenler de kimyasal ayrışmanın hızın denetler.



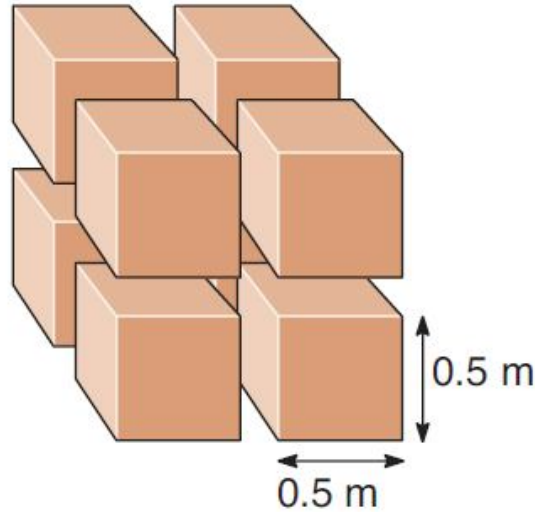
Tane Büyüklüğü Kimyasal Ayrışmanın Hızını Nasıl Etkiler?

Kimyasal ayrışma tane yüzeylerini etkilediği için yüzey alanı ne kadar büyürse ayrışma da o kadar etkili olur. Küçük tanelerin, hacimlerine oranla büyük tanelerden daha geniş yüzey alanı olduğunun anlaşılması önemlidir.

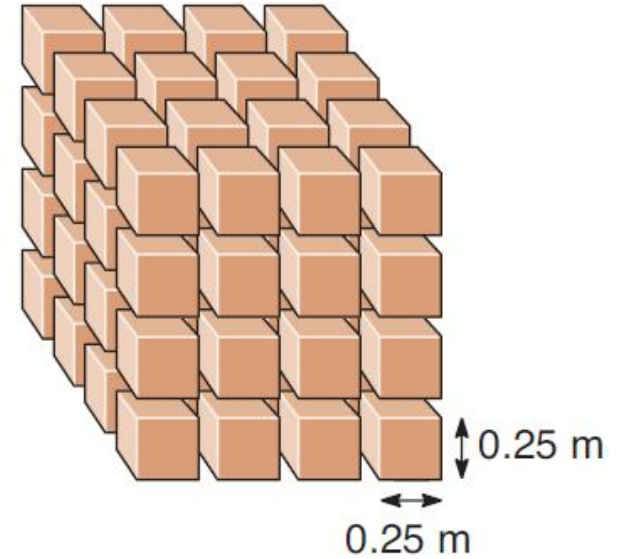
Yüzey alanı = 6 m^2



Yüzey alanı = 12 m^2



Yüzey alanı = 24 m^2



Tane büyüklüğü ve kimyasal ayrışma. Bir kayaç giderek küçülen parçalara ayrıldıkça yüzey alanı büyür ama hacmi aynı kalır.

(a) yüzey alanı 6 m^2 , (b) 12 m^2 , (c) 24 m^2 . Hacim ise aynı (1 m^3)

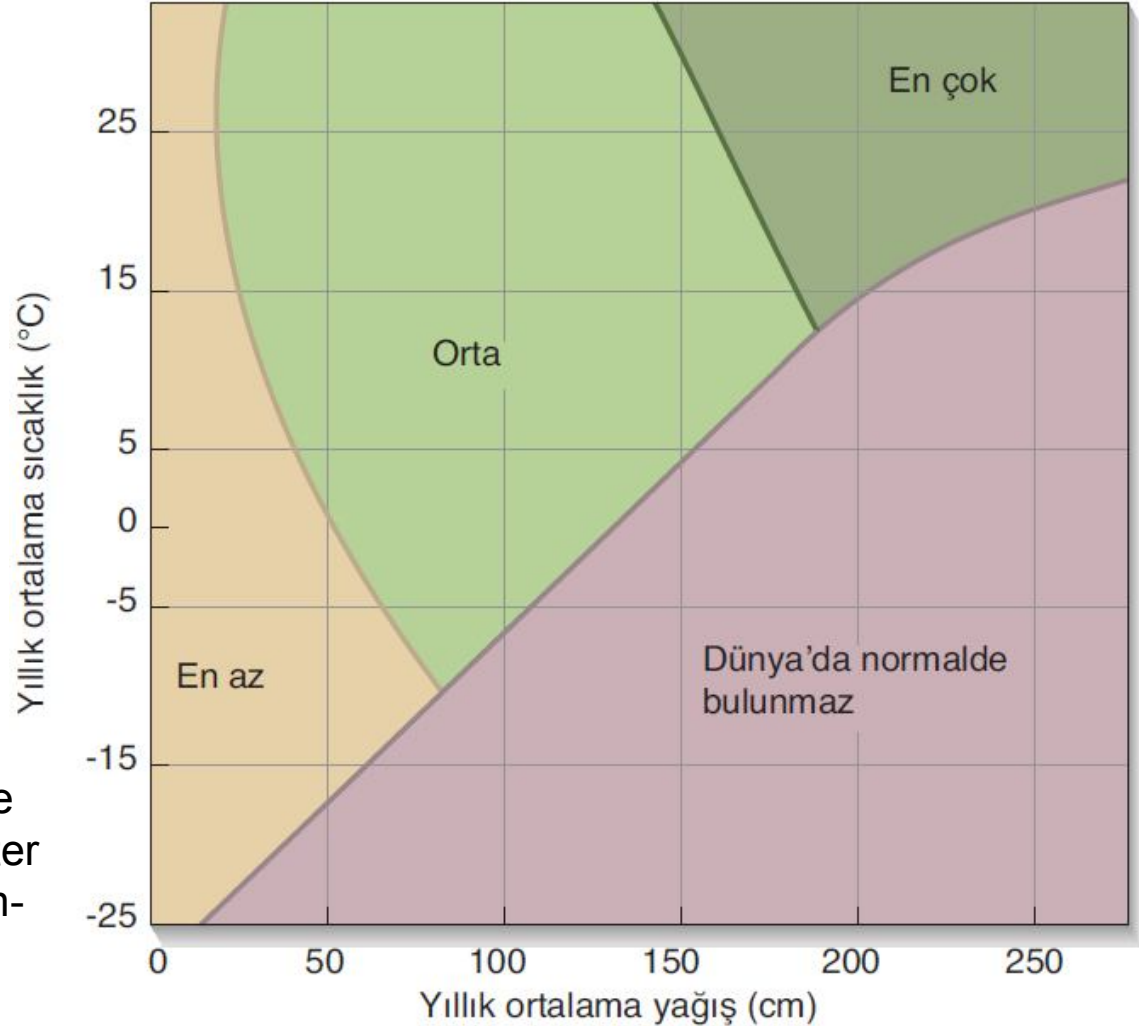
Küçük tanelerin hacimlerine oranla büyük tanelerden daha büyük bir yüzey alanı vardır.

İklim ve Kimyasal Ayırışma

Kimyasal süreçler, yüksek sıcaklıklarda ve ortamda akışkanların varlığıyla daha hızlı gerçekleşir, bu yüzden kimyasal ayırışma buna uygun olarak sıcaklığın yüksek, yağışın bol ve buharlaşma hızının düşük olması nedeniyle tropik bölgelerde, kurak ve soğık bölgelerdekinden çok daha etkilidir. Ayrıca tropik

bölgelerde bitki örtüsü ve vahşi yaşam çok daha yaygındır. Sonuç olarak ayırışmanın etkisi tropik bölgelerde onlarca metre derinliğe ulaşırken, kurak bölgelerde ve kutuplarda ancak birkaç cm ya da birkaç m derinliğe kadar uzanır. Kimyasal ayırışma, yer gereçlerinin sürekli olarak donmuş halde bulunduğu yerler dışında her yerde sürer.

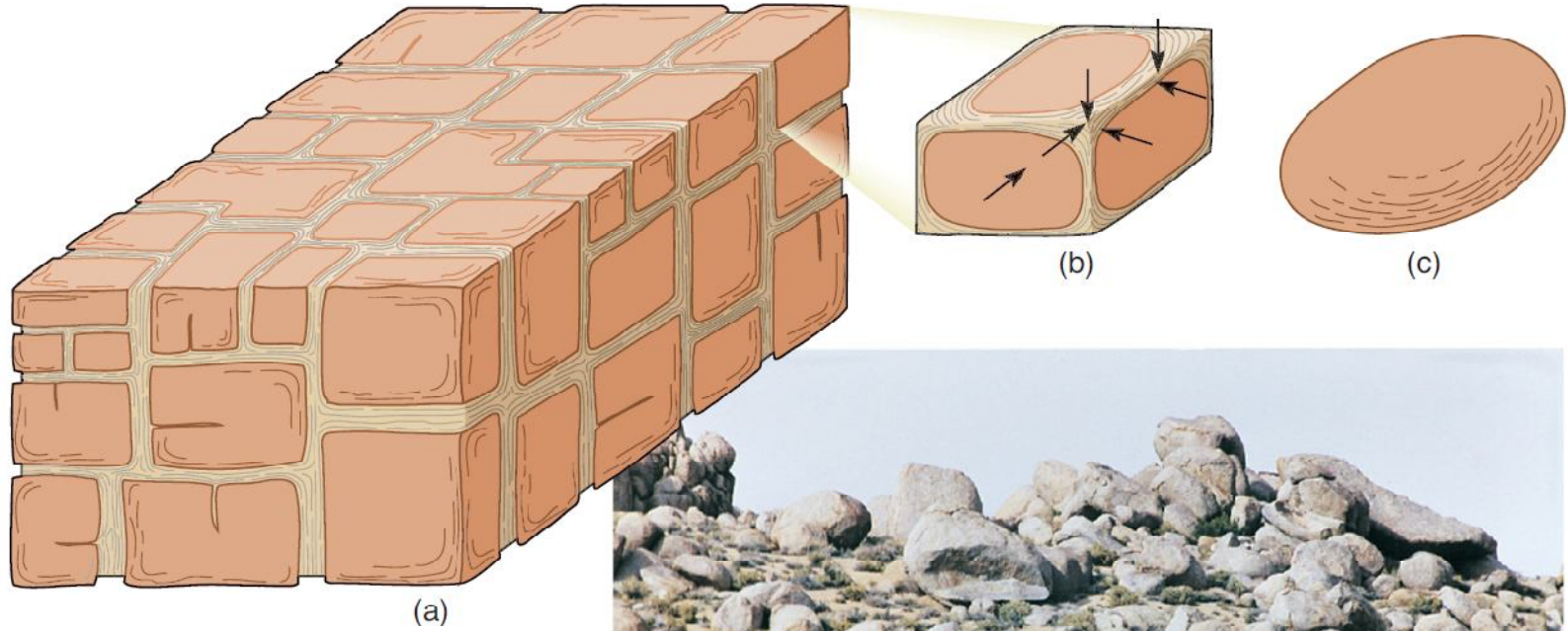
Kimyasal ayırışma sıcaklığın yüksek ve yağışın bol olduğu yerlerde en çok, ister sıcak isterse soğık olsun kurak ortamlarda en azdır.



Ana Malzemenin Önemi

Kimi kayaçlar kimyasal bozunmaya diğerlerinden daha dayanıklıdır ve kimyasal süreçlerle hızla bozunmazlar. Kuvarstan (SiO_2) oluşan metamorfik kuvarsit kayacı, diğer kayaçların çoğuna göre çok yavaş bozunan son derece duraylı bir maddedir. Bunun tersine bol miktarda kalsik plajiyoklaz ve piroksen mineralleri içeren bazalt, bu mineraller kimyasal açıdan duraysız olduğundan hızla ayrışırlar. Gerçekte **yaygın bulunan minerallerin duraylılığı Bowen tepkime serisindeki kristalleşme sırasının tam tersidir. Bu seride son oluşan mineraller duraylı iken, ilk oluşanlar kimyasal süreçlerle daha kolay bozunurlar.**

Kimyasal ayrışmanın bir göstergesi de **küresel ayrışmadır**. Küresel ayrışmada bir kayaç, başlangıçta prizmatik olan bir kayaç bile en duraylı biçim olarak varsayılan daha küresel bir biçim oluşturarak ayrışır. Bunun nedeni prizmatik kayaçlarda köşelerin üç yandan ayrışma süreçlerinin etkisinde kalması ve kenarların iki yandan ayrışma olaylarının etkisinde kalması ama düz yüzeylerin aşağı yukarı tekdüze biçimde ayrışmasıdır. Sonuç olarak köşeler ve kenarlar daha hızlı bozunur, malzemeler buralardan kopar ve daha küresel bir biçim gelişir. Akışkanlar eklem yüzeylerini izleyerek süzülür ve prizmatik blokların kenarlarında ve köşelerinde daha şiddetli ayrışmayla sonlanarak ortaya daha küreye yakın nesnelere çıkarılır. Küresel ayrışmaya en duyarlı kayaçlar, eklemli granitik kayaçlar olmakla birlikte tüm kayaç türlerinde örnekleri bulunabilir.



Küresel ayrışma. (a) Eklemlerle kuşatılan prizmatik bloklar kimyasal ayrışma süreçlerine uğrarken, (b) en hızlı köşeler ve kenarlar ayrışır. (c) Bir blok küreye çok yakın bir biçim alarak ayrıştığında yüzeyi eşit olarak ayrışmıştır ve biçiminde daha fazla bir değişiklik gerçekleşmez

Ayrışma ürünleri / TOPRAK

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



Yer'in kara yüzeyinin çoğunu kaplayan **regolit**, nasıl çökeldiğine bağlı olmadan ayrışmayla yerinde oluşmuş malzemeleri ve piroklastik katmanları da kapsayan bütün çökeller için kullanılan ortak bir terimdir. **Toprak** adı verdiğimiz **regolit**, **ayrışmış malzemeler, su, hava ve organik maddelerden oluşur ve bitki örtüsü gelişimini destekler**. Toprak alttaki ana malzeme ile üstteki yaşam arasındaki başlıca bağlantıdır. Yeryüzünde yaşayan canlıların hemen hepsi varlıklarını sürdürmek için toprağa bağlıdır. Bitkiler besinlerini ve sularını büyük oranda aldıkları toprakta gelişirken toprakta yaşayan canlılar beslenme için dolaylı ya da dolaysız olarak bitkilere bağımlıdır.

Bir kaya kütlesi ayrışır ve ayrışan kalıntı malzeme ana kayacın üzerinde birikirse bu şekilde yerinde oluşan toprağa **kalıntı toprak** denir. Tam tersine **taşınmış toprak**, ayrışmanın gerçekleştiği alandan aşınarak taşınan ve bir akarsuyun taşkın ovası gibi başka bir yerde çökelen ayrışmış gercin üzerinde gelişir.

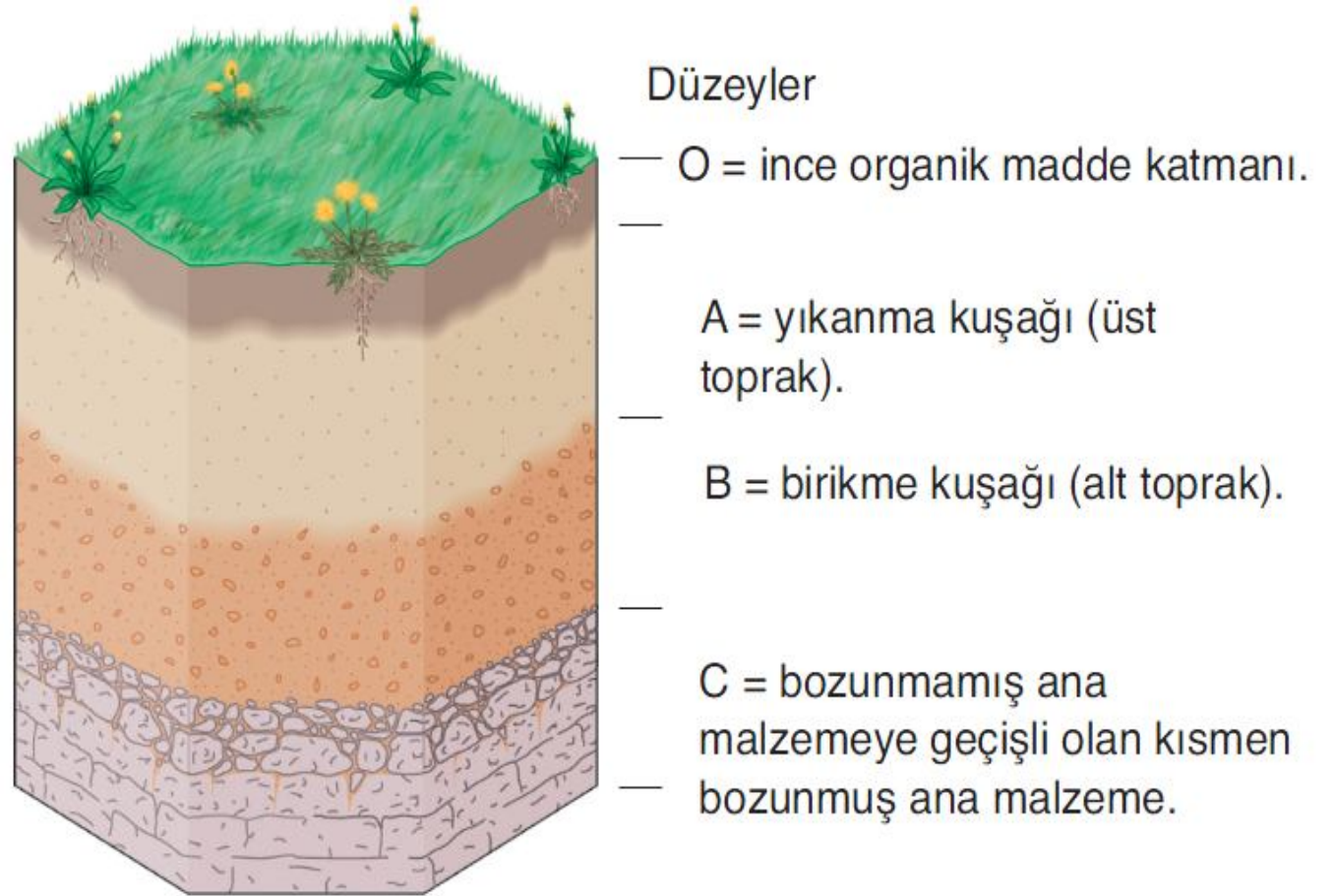
Toprak Kesiti

Genelleştirilmiş **toprak profili/kesitinde** (soil profile) üstten alta doğru O, A, B, C olarak adlandırılan üç zon görülür. düzeyler arasındaki sınırlar keskin olmaktan çok geçişlidir. Toprağı oluşturan süreçler yüzeyde başlayıp afluja doğru ilerlerken üstteki toprak katmanı, ana malzemeden ve alttaki katmanlardan daha çok bozunmuştur. **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 çöker.

Toprak profilindeki **C zonu** kısmen ayrılmış ana kayayı temsil eder.

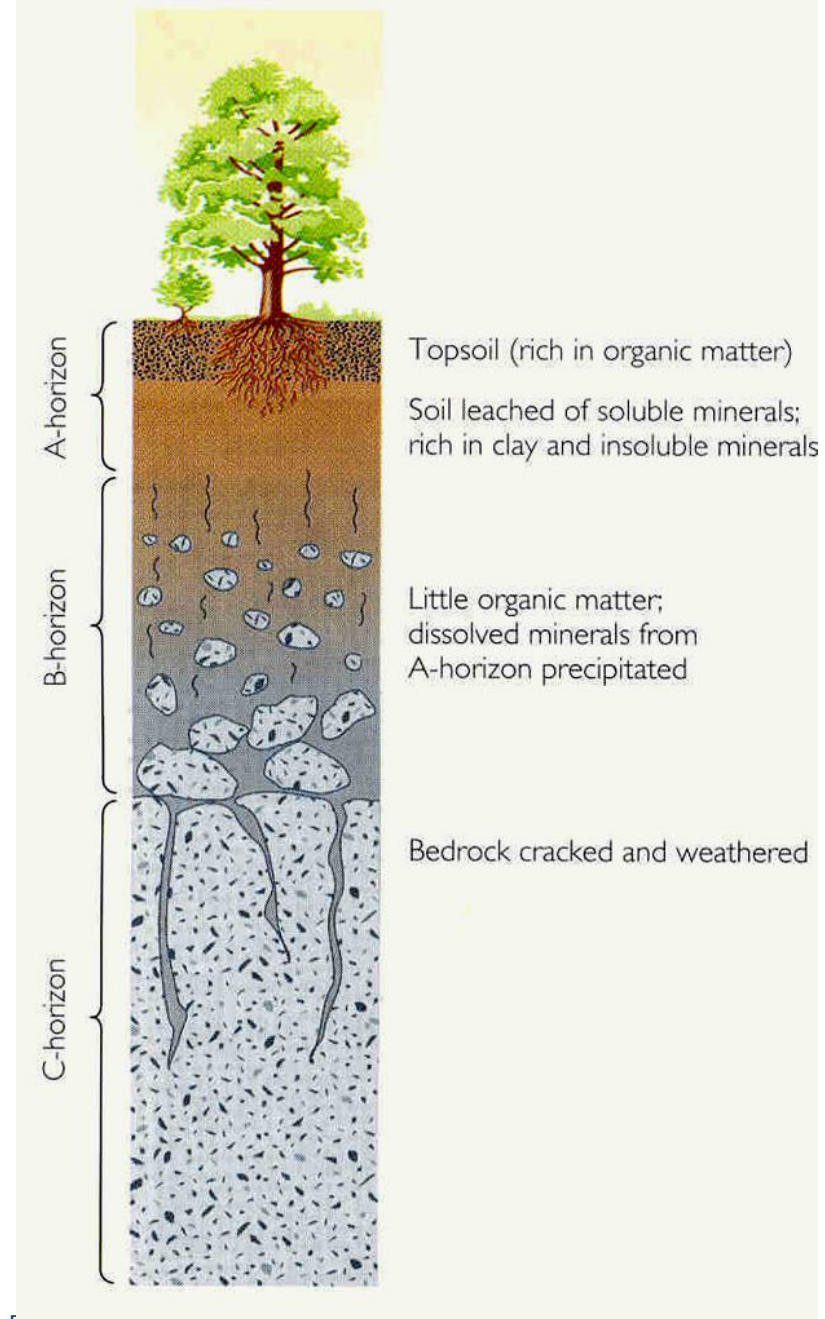


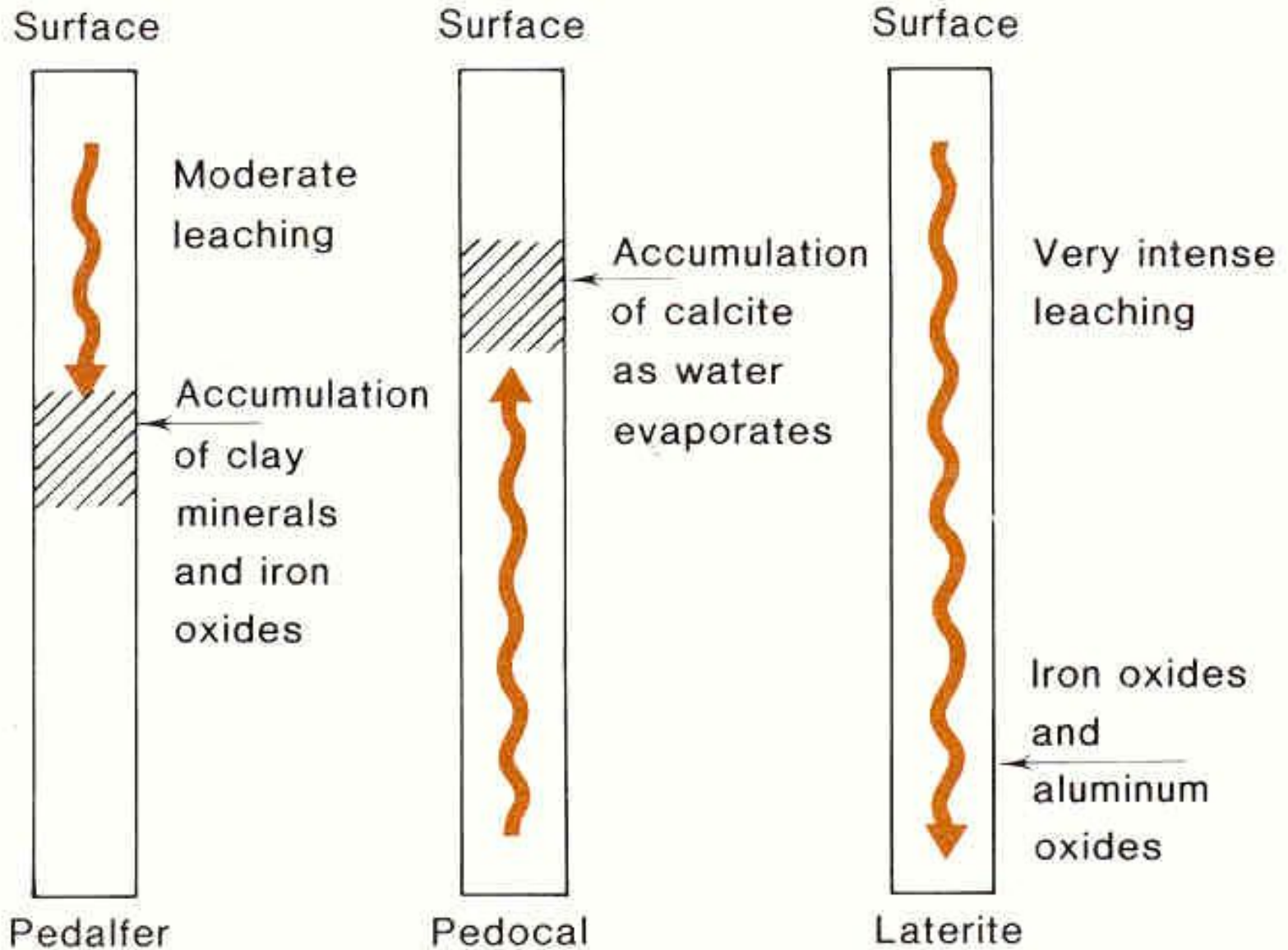
Jenetik açıdan topraklar zonal, intrazonal ve azonal olmak üzere üç gruba ayrılır. İklimle ilgili olarak oluşmuş ve yerküre üzerinde belirli kuşaklar boyunca dağılmış olan topraklara **zonal topraklar** denir (pedalfer, pedokal).

Zonal kuşak içerisinde yerel etkenler nedeniyle oluşmuş ve dağılımları sınırlı olan topraklara **intrazonal topraklar** olarak tanımlanır.

Genç karasal yığılımların (alüvyon) oluşturduğu, zonlanma gelişmemiş olan topraklar ise **azonal toprakları** oluşturur (alüvyon birikintileri, kumlar, morenler).

**Zemin profili
(soil profile)**



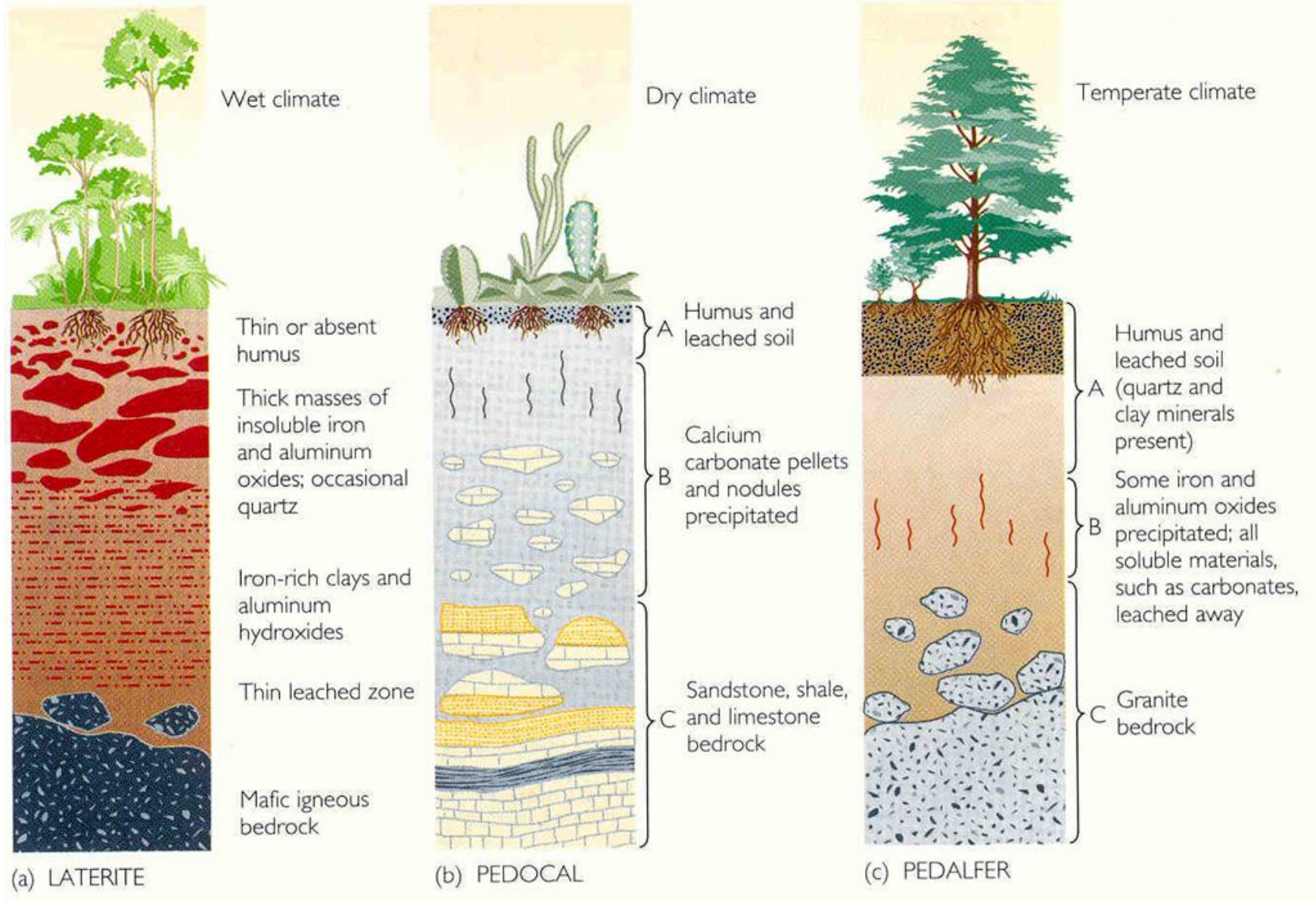


Nemli iklim bölgelerinde toprağın A zonunda kuvvetli yıkanma egemendir. Bitki örtüsünün yoğunluğu nedeniyle bu üst zon zengin organik kırıntı ve humus içerir. B zonu (birikim zonu) ise alüminyum ve demir bileşikleri bakımından zengindir. Bu nedenle nemli iklim bölgesindeki topraklar **pedalfer** olarak adlandırılır. Üst zondaki yıkanmanın niteliği nedeniyle soğuk-nemli ve sıcak-nemli iklim bölgesi pedalferleri farklılık sunar.

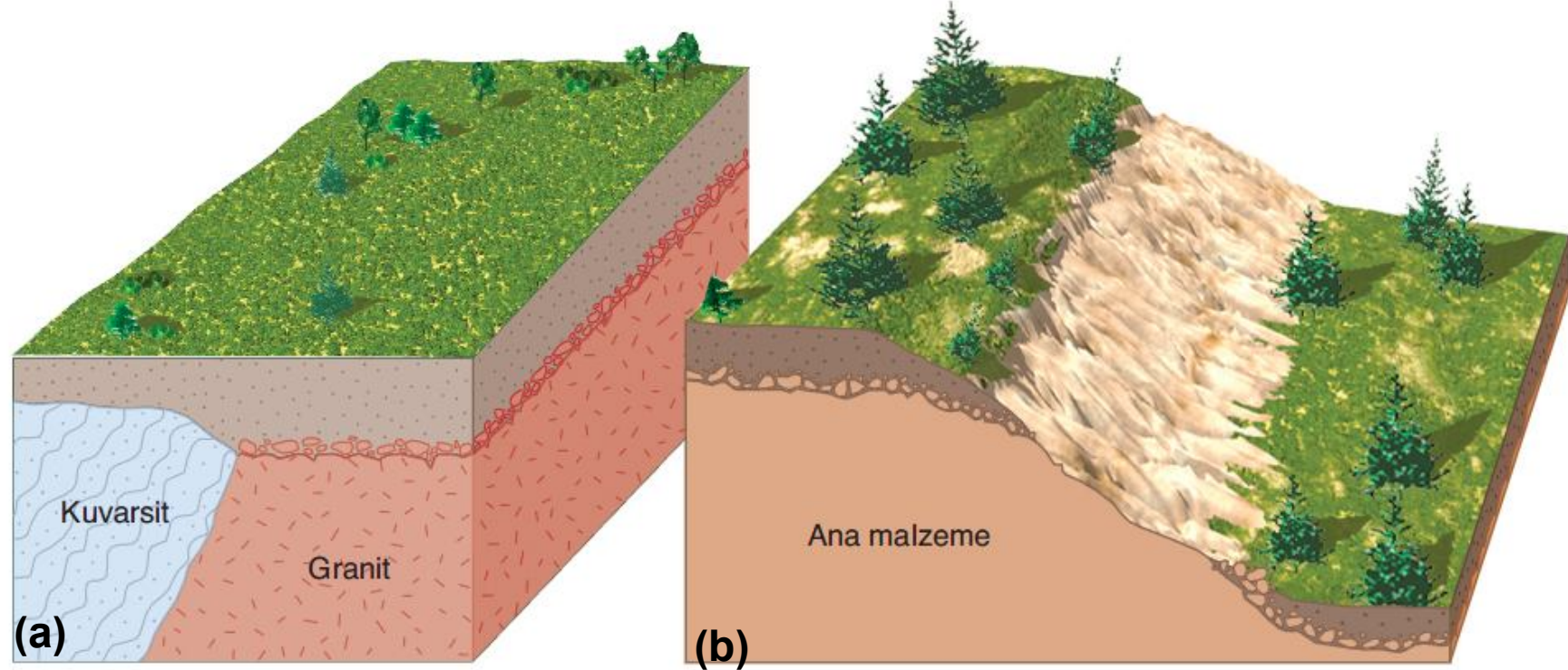
Kurak iklim koşulları altında gelişmiş toprakların üst zonunda yıkanma az veya minimumdur. Bu nedenle kurak iklim topraklarının tanıtıcı özelliği **kalsifikasyon** sunmalarıdır. Bu nedenle kurak iklim toprakları **pedokal** olarak adlandırılır. Bu topraklarda A zonu incedir. Kurak iklim şartlarından 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 yüzeyleyebilir. Kurak bölgelerde görülen kalker kabuk veya kalış aslında toprağın B zonunun (kalsifikasyon zonu) yüzeylemiş şeklidir.

Laterit, yoğun kimyasal ayrışmanın olduğu ve çözünebilen minerallerin bütünüyle yıkıldığı tropik bölgelerde oluşan bir topraktır. Bu kırmızı topraklar genellikle onlarca metre derinliğinde olabilir ve büyük oranda alüminyum hidroksitler, demir oksitler ve kil minerallerinden oluşur.

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.



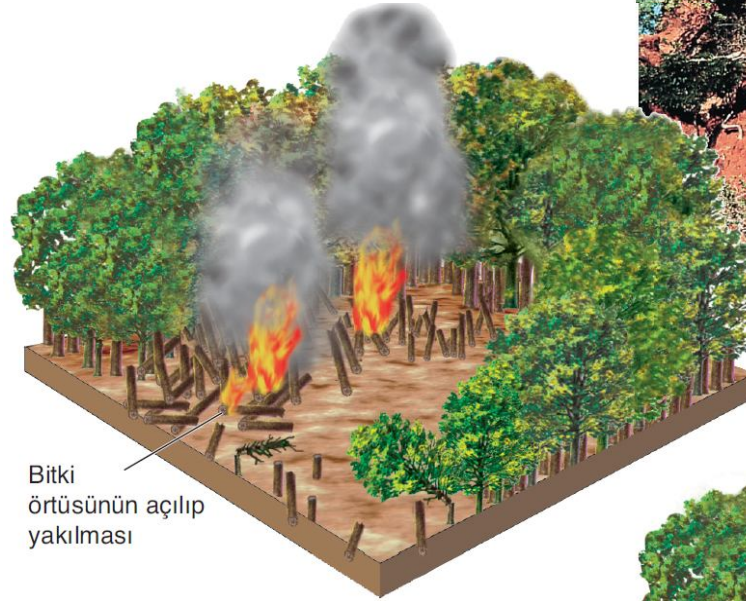
Ayrışmanın sonucu meydana gelen **toprak** oluşumu başlıca **iklim, kaya türü, organizma, topoğrafya** ve **zaman** faktörlerine bağlıdır. Oluşumda tüm bu etkenler az veya çok oranda katkı sağlar. Fakat iklim belirleyici rol oynar. Bu nedenle jeomorfoloji ve jeoloji araştırmalarında toprak oluşumu ve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



(a) Toprak gelişimine **ana malzemenin (kaya türü)** etkisi. Granit çok hızla bozunduğu halde kuvarsit kimyasal ayrışmaya dayanıklıdır. (b) Toprak oluşumuna **yamacın etkisi (topoğrafya)**. Yamaçların dik olduğu yerde aşınma, toprağın oluşma hızından daha hızlı olur.

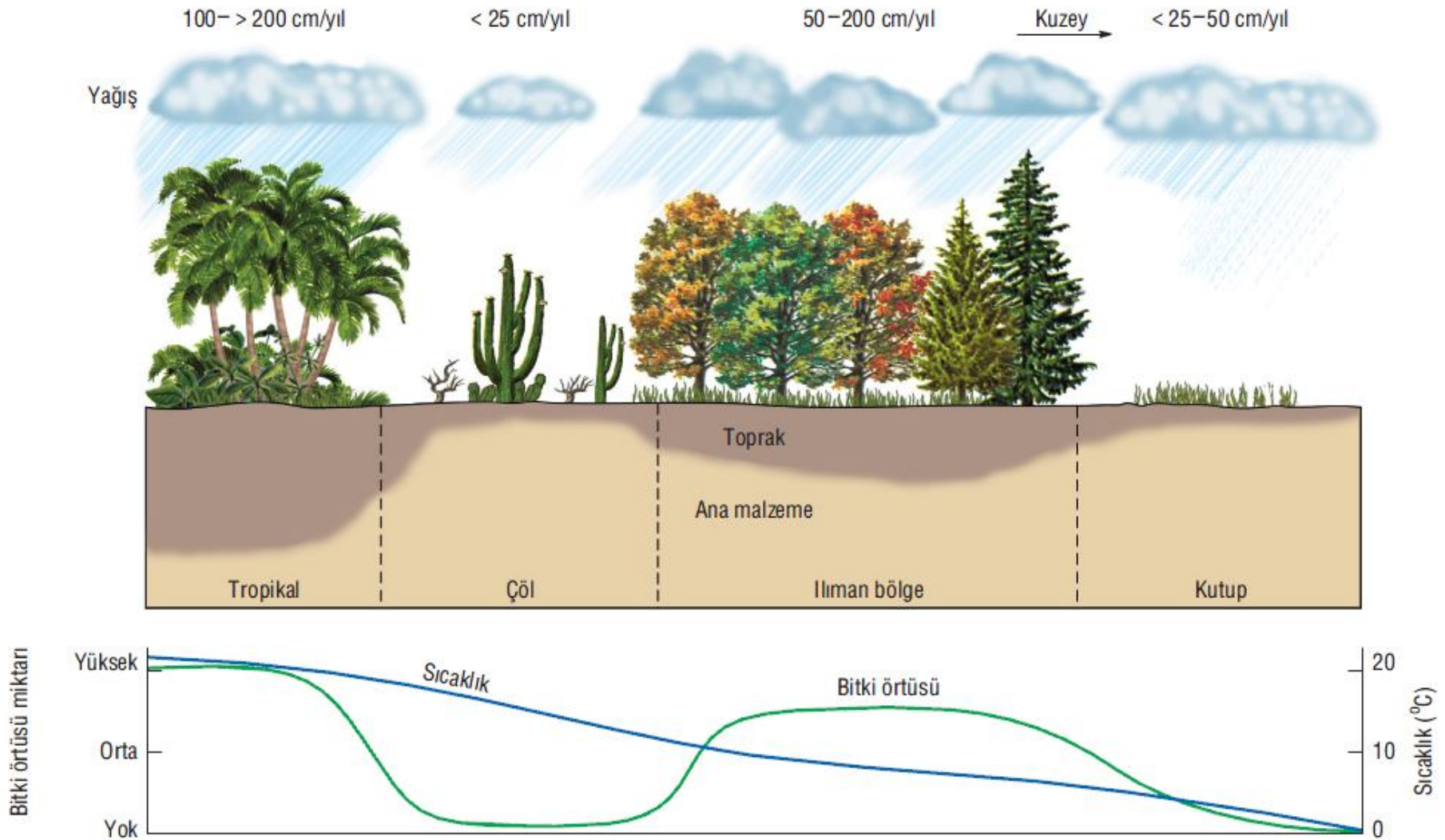
Madakaskar'da (tropik bölge) oluşmuş koyu ve kırmızı renkli toprak (laterit).

Bitki örtüsünün açılıp yakılmasıyla yapılan tarım. Bazı yağmur ormanı bölgelerinde yaşayan yerliler, ekerek 2 ile 5 yıl hasat edecekleri küçük bir alandaki bitki örtüsünü açıp yakarlar.



Daha sonra toprak giderek verimsizleşir ve çiftçiler başka yere giderek süreci yinelerler. Terkedilmiş bir arazinin yeniden ağaçlandırılarak toprak verimliliğinin eski haline getirilmesi 10 ile 30 yıl arasında değişir.



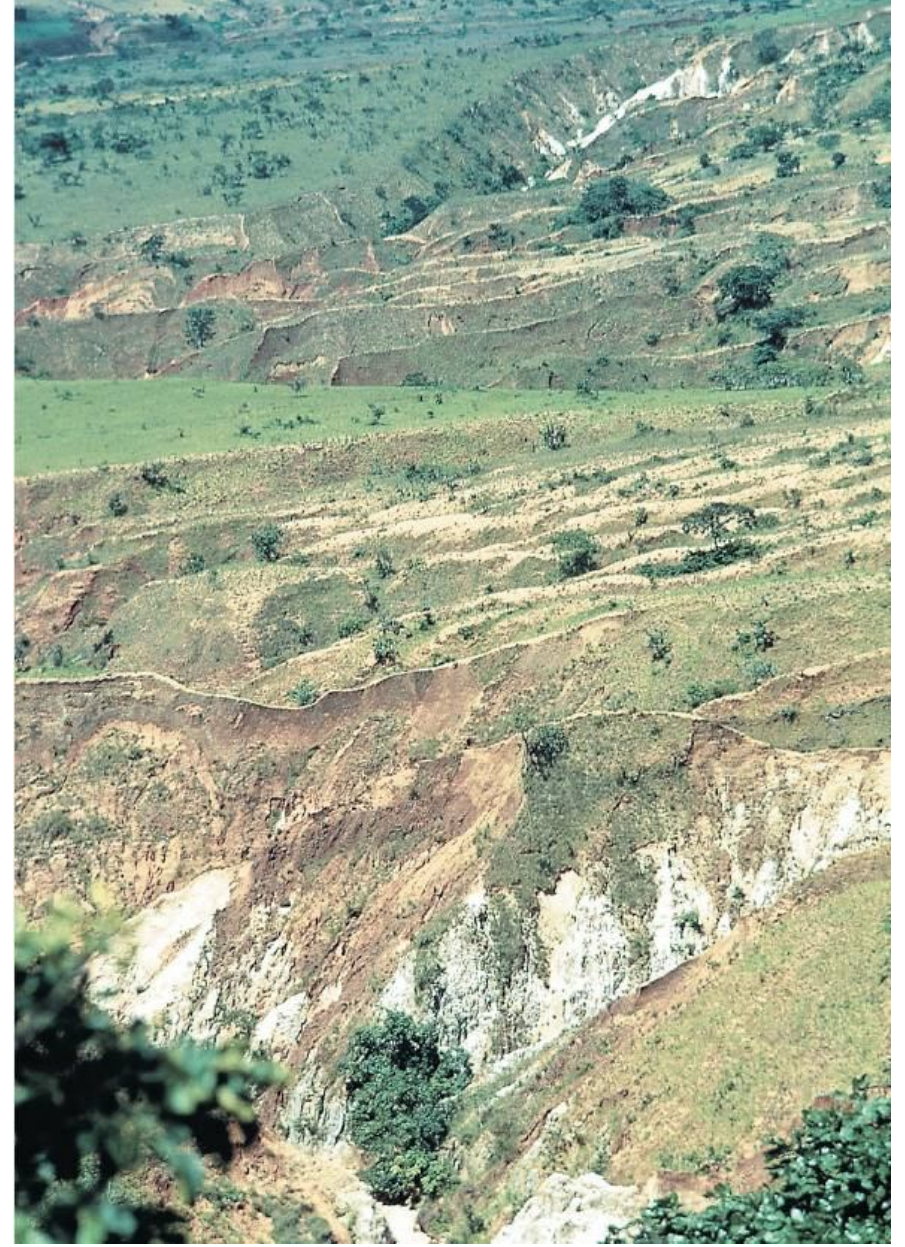


Ana malzemeyi zaman içinde ayrıştıran **iklim** ve **bitki örtüsü** arasındaki ilişkilerin bir işlevi olan toprak oluşumunu gösteren genelleştirilmiş çizim. Toprak oluşum süreçleri en etkili biçimde tropik bölgelerdeki gibi yağışın bol ve sıcaklığın yüksek olduğu yerlerde gerçekleşir.

Toprak Aşınması

Birçok toprak aşınmasının nedeni rüzgar ve akarsulardır. Aşınma elbette ki süregelen doğal bir süreçtir ancak çoğunlukla yavaş geliştiğinden toprağı oluşturan süreçlere katılır. Ne yazık ki bazı insan etkinlikleri ile önceden ortamda olmayan öşeler sisteme girerek sorunlar yaratır. Bu insan etkinliklerine örnek olarak doğal bitki örtüsünün sürülmesi ve hayvanların aşırı otlanması gibi tarım uygulamalarıyla ortadan kalkması, yakılacak odunlar için yapılan aşırı tüketim ve kereste üretimi için ağaçların ortadan kaldırılması verilebilir. Yüzeyde açığa çıkmış toprağın aşınması bitki örtüsüyle kaplı topraktan daha kolaydır.

Rüzgar özellikle açıktaki topraklar gibi kimi alanlarda etkili olurken akarsuların çok daha fazla aşındırma gücü vardır. Bazı topraklar, kanallarla sınırlı olmayan suyun geniş, hafif eğimli bir alanın üzerindeki ince toprak katmanlarını aşındırdığı **örtü aşınmasıyla** uzaklaştırılır. Akarsu aksine küçük, tekne benzeri kanallar oyduğunda **derecik aşınması** gelişir. Bu kanallar sabanla yarılarak uzaklaştırılacak denli sığ olursa **derecik** adını alır, yaklaşık 30 cm den daha derin olduğunda ise sürülemez ve **kanal** adını alır. Kanalların yaygın olduğu yerlerde tarlalar artık sürülemez ve terk edilirler.



(a) Derecik aşınması (üstte). (b) Büyük bir kanal (altta). (c) Bir zamanlar gür bir ormanla örtülü olan Madagaskar'da çıplak bir yüzey üzerinde hızlanan toprak aşınması (yanda).

AYRIŞMA VE DOĞAL KAYNAKLAR

Topraklar ekonomik açıdan da önemlidir. Tropik iklimlerde oluşan **laterit** buna bir örnektir. Ana malzeme alüminyum açısından zenginse B düzeyinde alüminyum cevheri **boksit** birikir. Kimyasal ayrışmada eriyebilen maddelerin seçilerek uzaklaştırılması ile oluşan boksit ve diğer değerli mineral birikimlerine **kalıntı derişimler** denir. Kalıntı derişimin en iyi bilinen örneği boksittir ama demir, manganez, kil, nikel, fosfat, kalay, elmas ve altın cevherleri de benzer biçimde oluşan öteki yataklardır. Ekonomik önem taşıyan çeşitli kil yataklarının çoğu çökel süreçlerle ya da granitik kayaların hidrotermal bozunmasıyla oluştuğu halde bir kısmı da kalıntı derişimlerdir. Türkiyedeki birçok kaolinit yatağı, kimyasal ayrışmanın mağmatik kayalardaki feldispatları bozunmaya uğratması sonucunda kalıntı derişimleri olarak oluşmuştur. Kaolinit kağıt yapımı ve seramikte kullanılan bir kil minerali türüdür. Kimyasal ayrışma aynı zamanda **gossanların** demir şapka ve altındaki cevher yataklarının oluşmasının da nedenidir. **Gossan** pirit (FeS_2) gibi sülfid minerallerinin yükseltgenmesi ve yıkanmasıyla oluşan çoğunlukla hidratlı demir oksitlerden oluşmuş sarı-kırmızı renkli bir yataktır. Piritin ve diğer sülfid minerallerinin erimesiyle diğer metalik mineralleri eriten sülfürik asit oluşur ve yeraltı suyu tablasında eriyiklerle aşağıya doğru inen bakır, kurşun ve çinko içeren mineraller oluşur. Su tablasının altındaki sülfid minerallerinin derişimi ise cevher kütlesini oluşturur. Gossanlar demir için işletilen ayrıca altında yatan çok daha önemli cevher yataklarının göstergesidir.