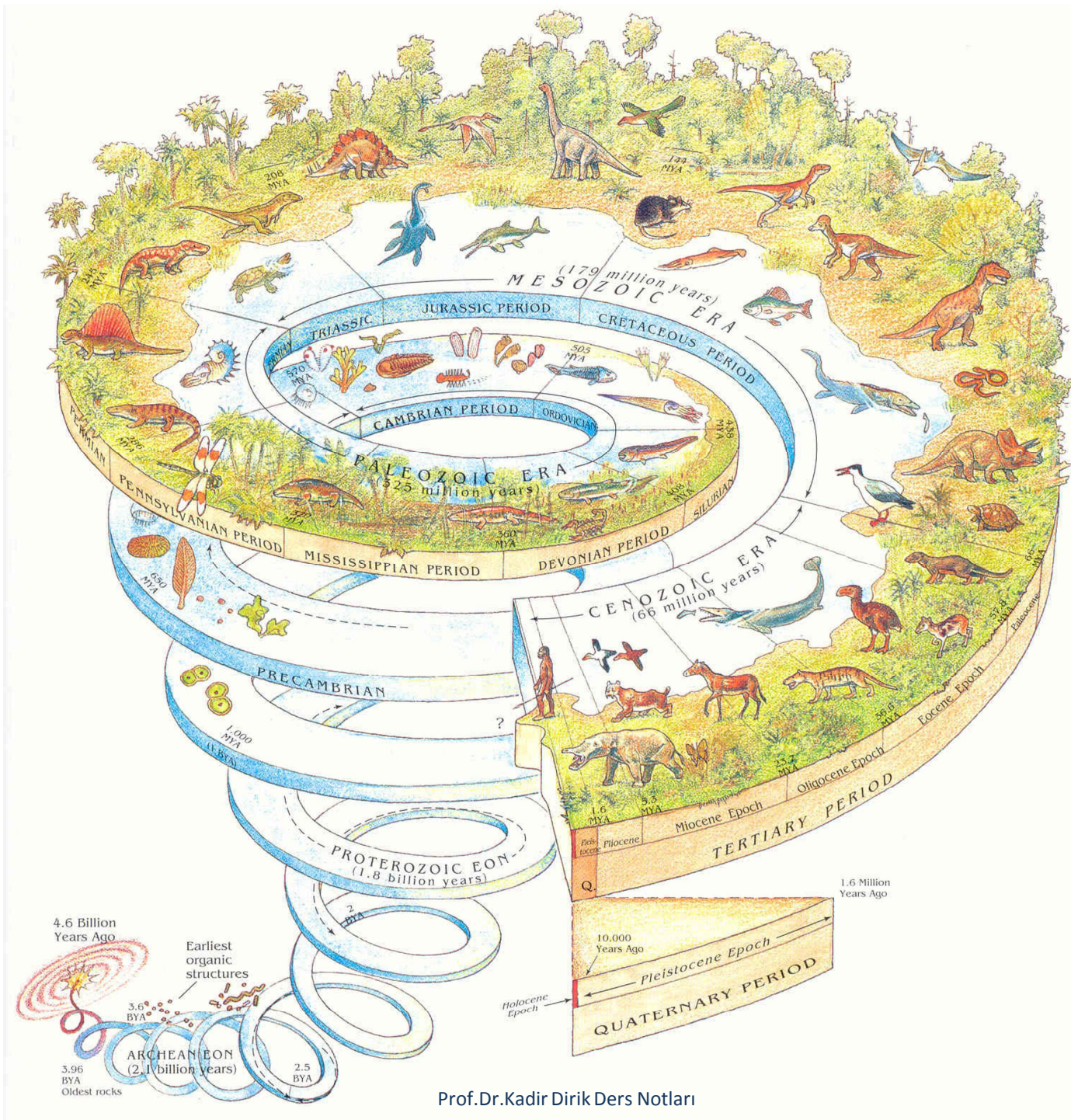


BÖLÜM 8 **JEOLojİK ZAMAN**

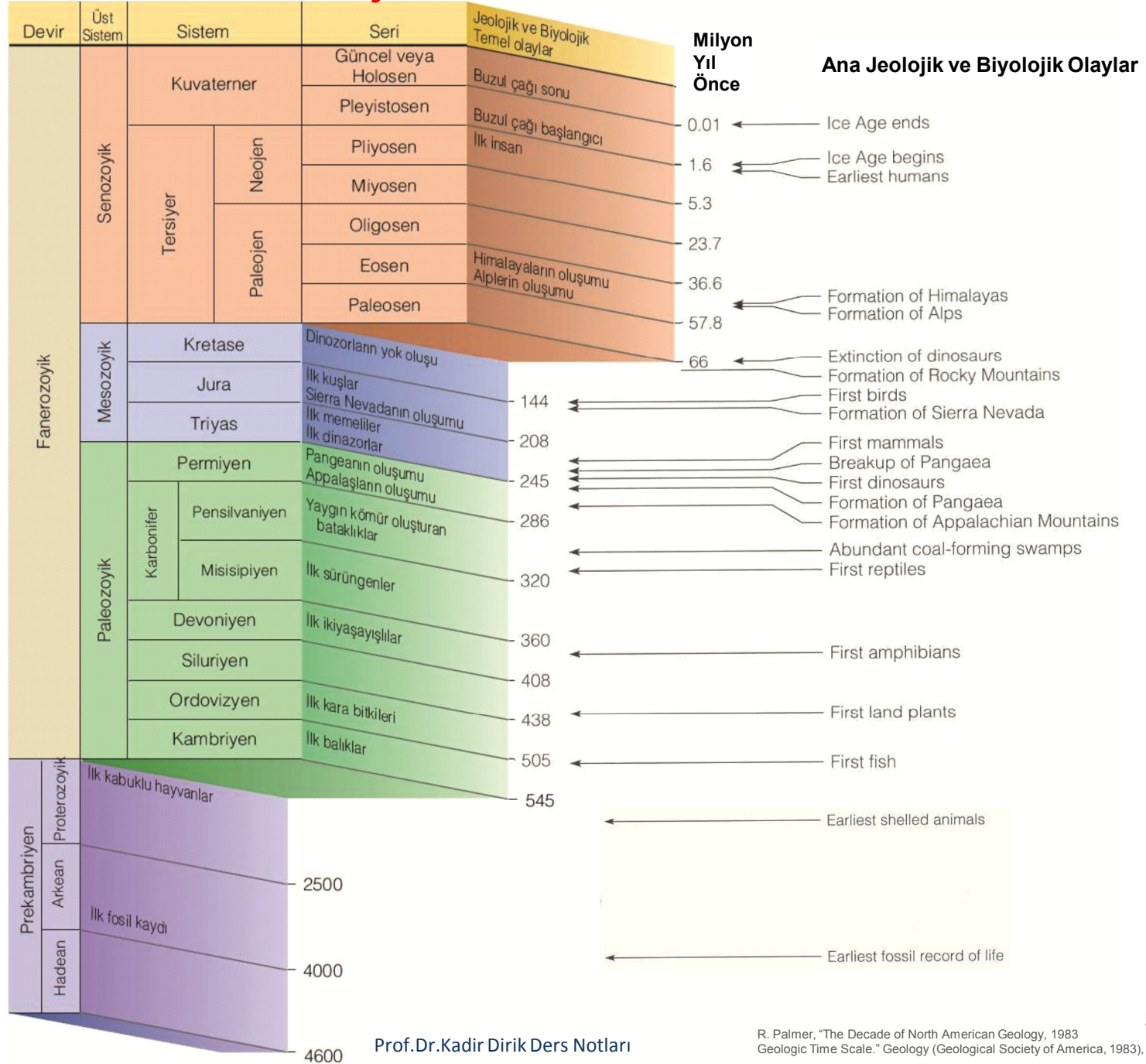








Jeolojik Zaman Tablosu



Jeolojide Yaşlandırma

Jeolojide yaşlandırma iki metod kullanılarak yapılmakta olup bunlar: (1) göreceli yaşlandırma (relative dating), ve (2) mutlak yaşlandırma (absolute dating) dır.

Göreceli Yaşlandırma

Jeoloji prensiplerinin kullanılarak göreceli yaşlandırmanın yapılması.

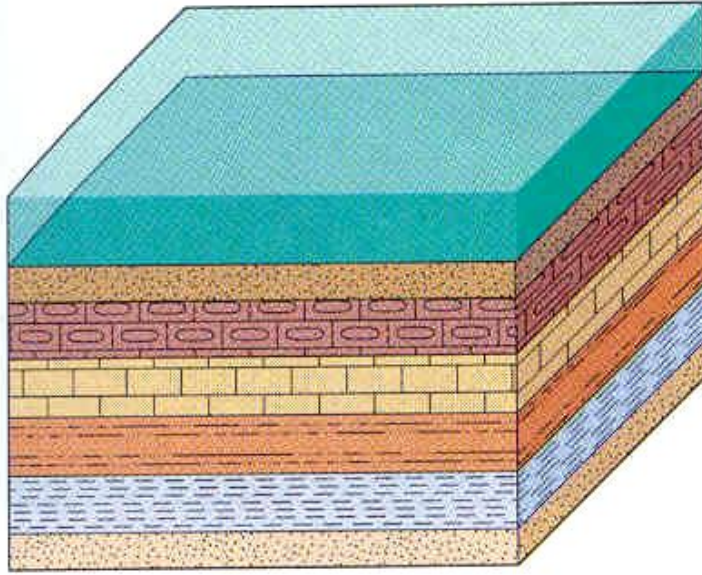
Jeolojinin önemli prensipleri:

- (1)Orijinal yataylık prensibi (principle of original horizontality),
- (2)Üst üste bulunma prensibi/süperpozisyon prensibi (principle of superposition),
- (3)Birbirini kesme ilişkisi prensibi (principle of cross-cutting relationship),
- (4)Kapanım/İnklüzyon prensibi (principle of inclusion),
- (5)Yanal devamlılık prensibi (principle of lateral continuity),
- (6)Fosil dizileri (principle of fossil succession).

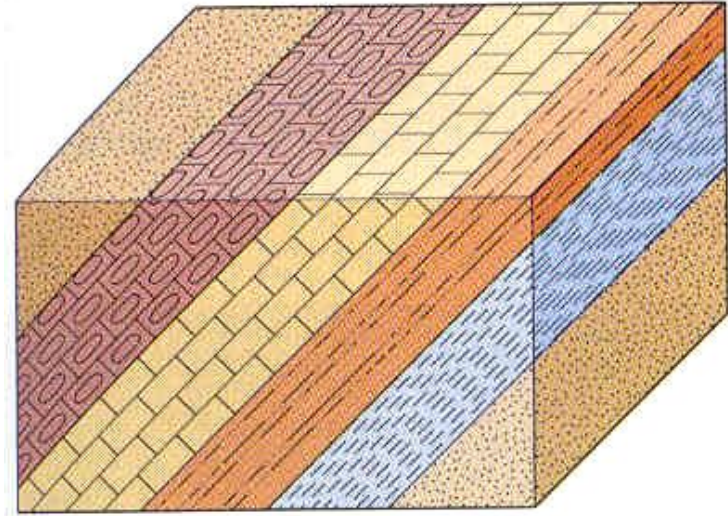
Göreceli Yaşlandırmanın Temel İlkeleri

Jeolojinin bir bilim olarak gelişmesinde 17. yüzyıl, Danimarkalı anatomi bilgini Nicolas Steno'nun (1638-1686) geniş ölçüde yayılan yazılarından ötürü önemli bir dönemdir. Steno taşkın sırasında ırmakların taşkın düzlükleri boyunca yayıldığını ve taşkın düzlüğünde yerleşik organizmaları gömen çökel tabakalarının biriktiğini gözlemiştir. Ardışık taşkınlar önceki çökellerin üzerine gelen ya da depolanan yeni çökel tabakalarını oluşturur. Bu çökel tabakaları taşlaşarak çökel kayaç haline gelir. Bu yüzden bozulmamış bir çökel kayaç tabakası diziliminde en yaşlı tabaka altta ve en genç tabaka üsttedir. Bu **üst üste bulunma ilkesi** katmanların ve içerdikleri fosillerin göreceli yaşlarının belirlenmesi için temeldir

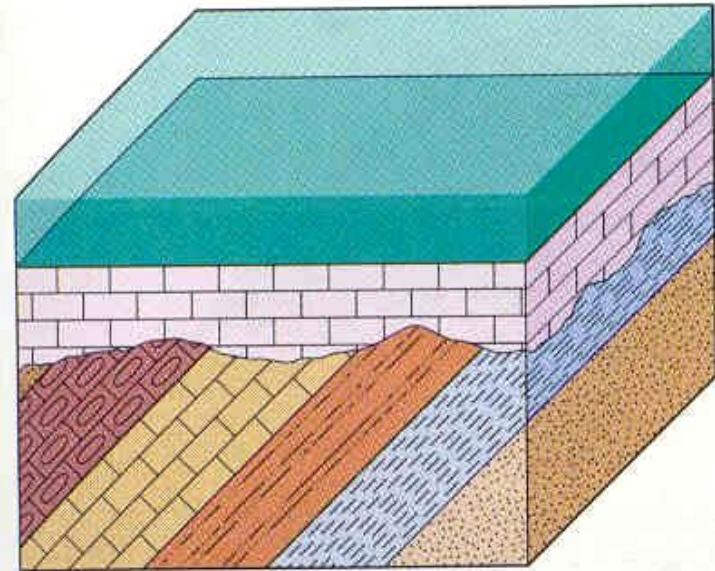
Steno aynı zamanda çökel tanelerinin yerçekimi etkisi altında suda çökeldiğinden ötürü sedimanın başlangıçta **orijinal yataylılık** ilkesini gösterir şekilde temelde yatay tabakalar olarak depolandığını gözlemiştir. Bu yüzden yataydan eğimlenen çökel kayaç tabaka istifini depolanma ve katılma sonrasında eğimlenmiş olmalıdır.



(a)



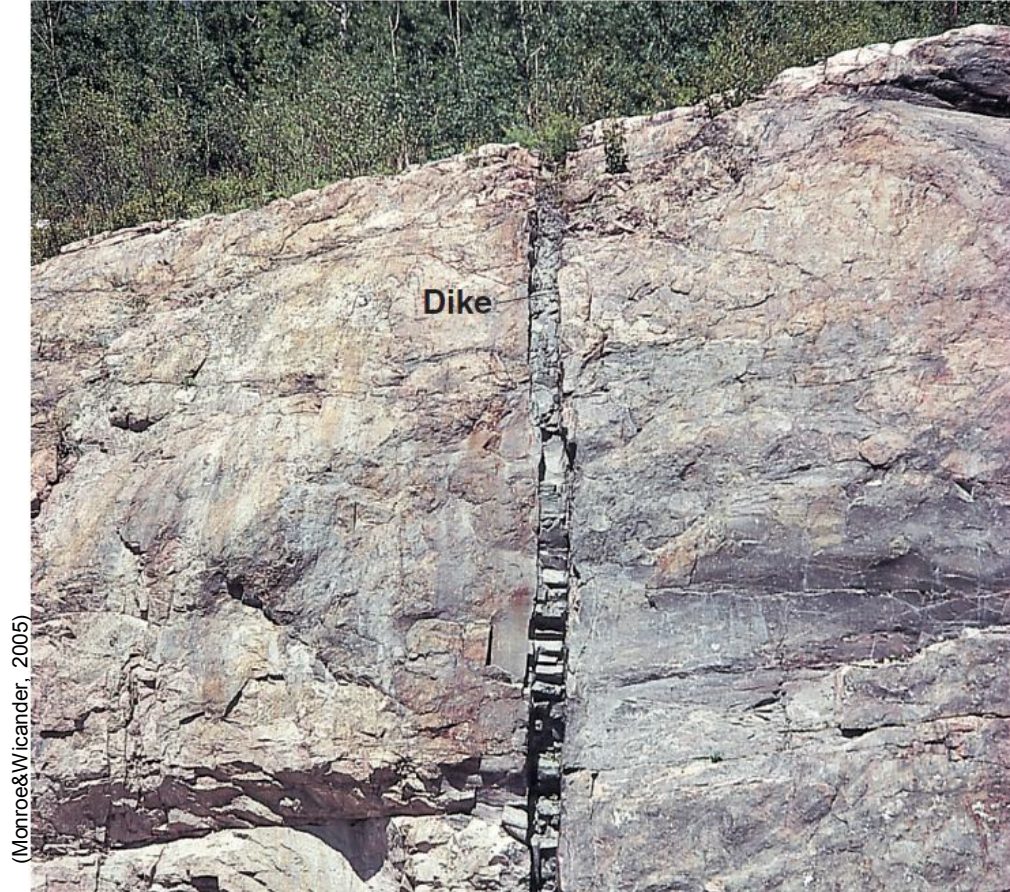
(b)



(c)

Sedimanter birimlerin, depolandıkları ortamdaki ilksel konumları yataydır (a) (orijinal yataylık). Bu istifte üstteki tabaka daima alttaki tabakadan gençtir (süperpozisyon prensibi). Daha sonraki tektonik olaylar nedeniyle istif eğim kazanır (b). Bu nedenle yatay istifler, eğim kazanmış istiflerden daha gençtir (c).

Kesişme ilişkisi James Hutton tarafından ortaya konmuştur. İskoçya'daki kayaç yüzleklerinde yaptığı ayrıntılı çalışmalara ve gözlemlerine dayanarak magmatik bir sokulumun veya fayın, sokulum yaptığı veya kestiği kayalardan daha genç olmak zorunda olduğunu tanımlamıştır.

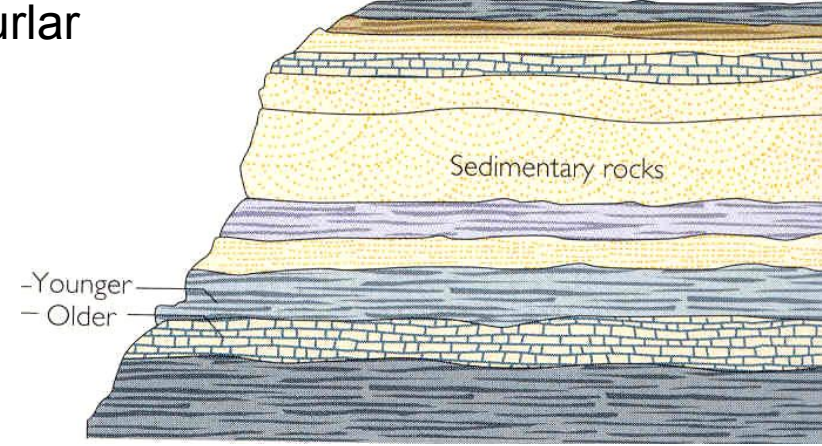
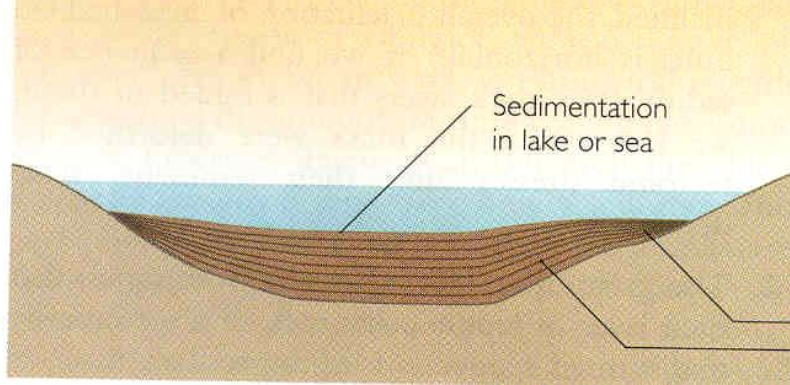


Kesme ilişkisi ilkesi. (a) Koyu renkli bir dayk Kanada, Ontario, Superior Gölü'nün kuzey kıyısı boyunca daha yaşlı açık renkli granite sokulum yapmaktadır.



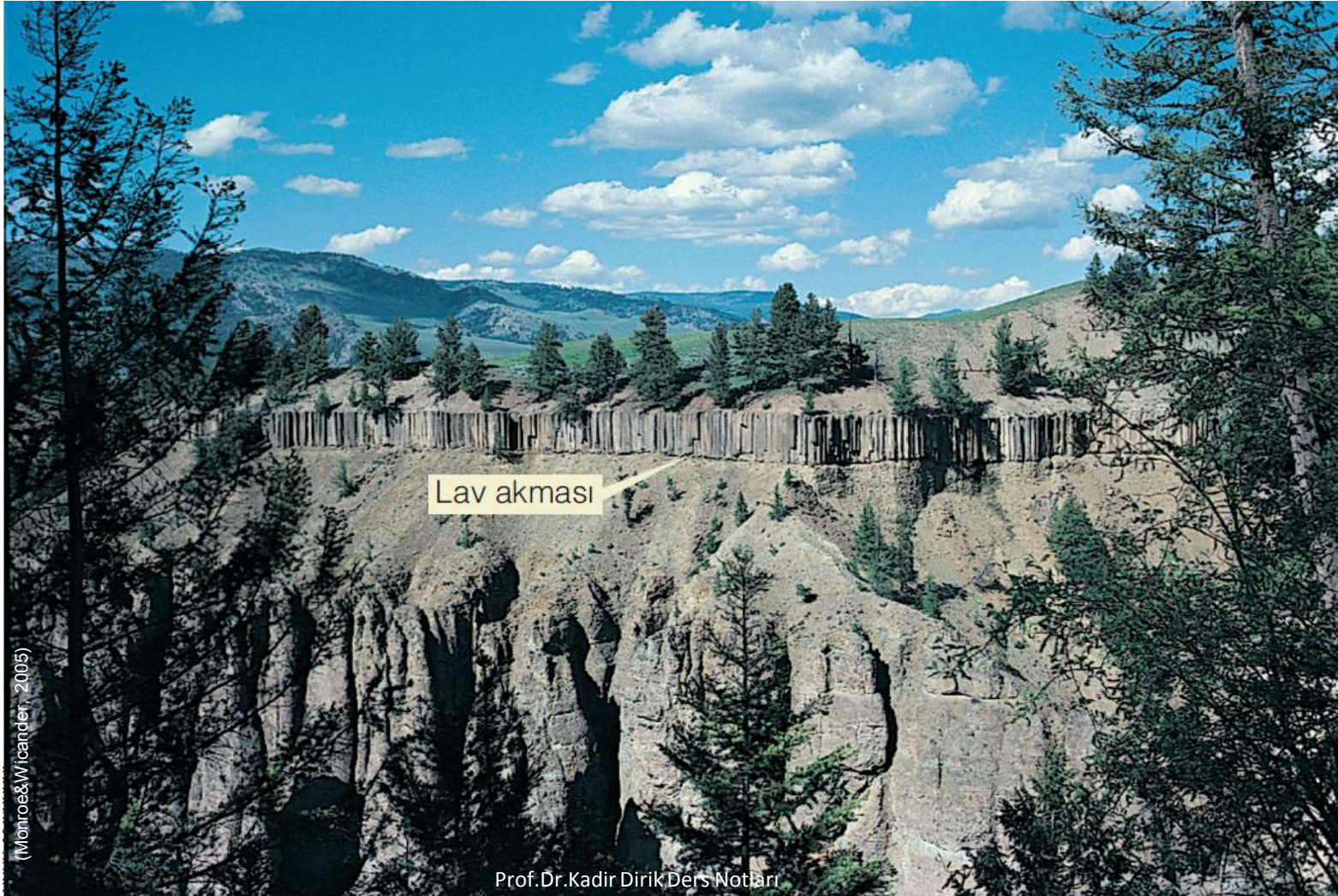
Kesme ilişkisi ilkesi. Kaliforniya, Castaic, Templin Otoyolu boyunca eğimli tabakaları yer değiştiren küçük bir fay (oklar hareket yönünü gösteriyor).

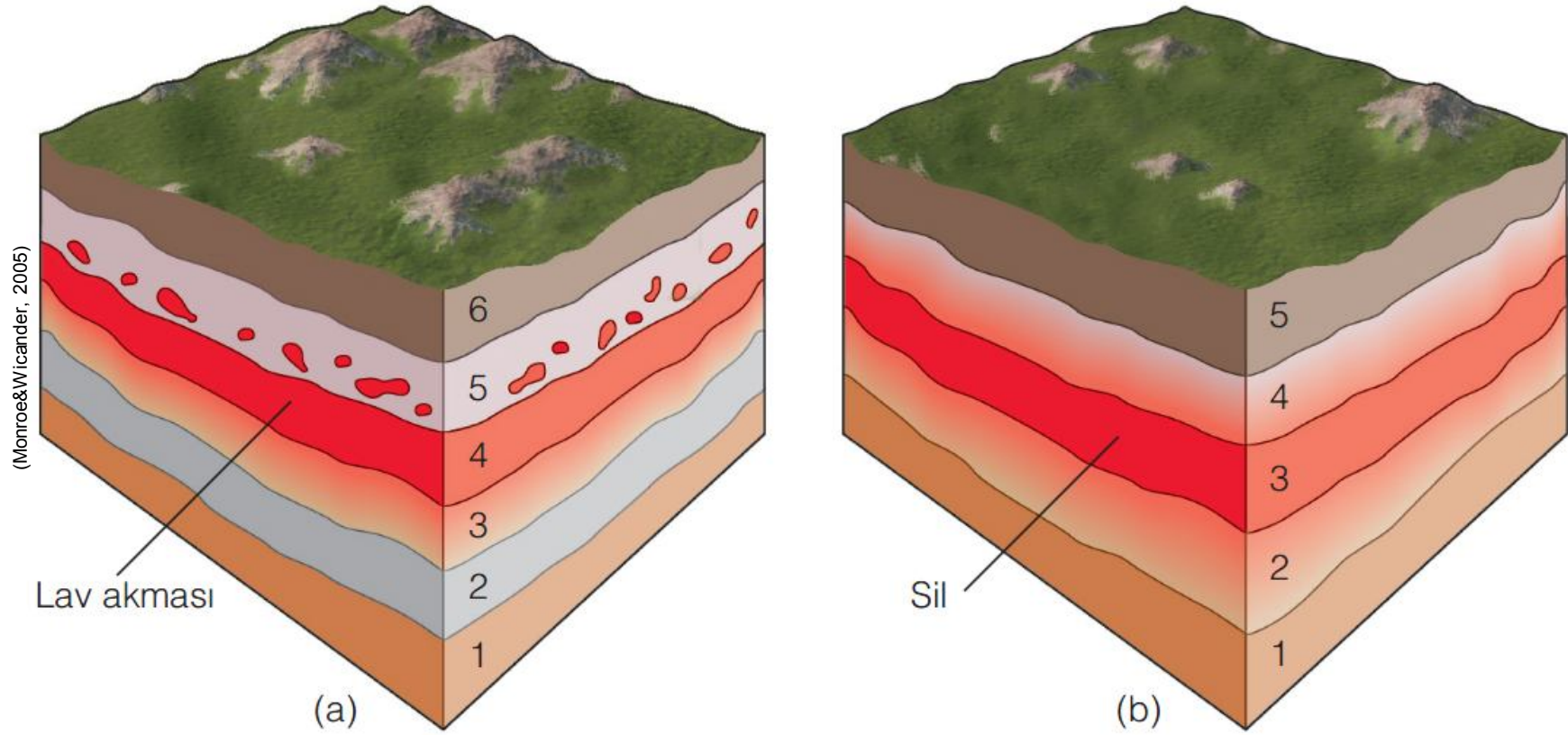
Steno'nun üçüncü ilkesi olan **yanal devamlılık ilkesi**, çökellerin depolanma havzasının kenarında incelenene, sıkışana ya da sönümlenene kadar tüm yönlerde yanal olarak yayıldığını belirtir. Sedimanter birimler depolandıkları ortama bağlı olarak uzun mesafelerde devamlılıklarını korurlar





sokulum yapan bir magmatik yapının sokulum yaptığı kayaçtan daha genç olduğunu gösterdiği halde, çökel ve magmatik kayaçların ilişkisi göreceli yaşlandırmada sorunlara yol açar. Gömülü lav akması ve siller gibi sokulum yapan magmatik kütleler kayaç tabakaları istifinde çok benzer görünür. Bununla birlikte gömülü bir lav akması üstündeki kayaçlardan yaşlı olduğu (üst üste bulunma ilkesi) halde, bir sil altındaki tüm tabakalardan ve hemen üstündeki tabakadan daha gençtir.

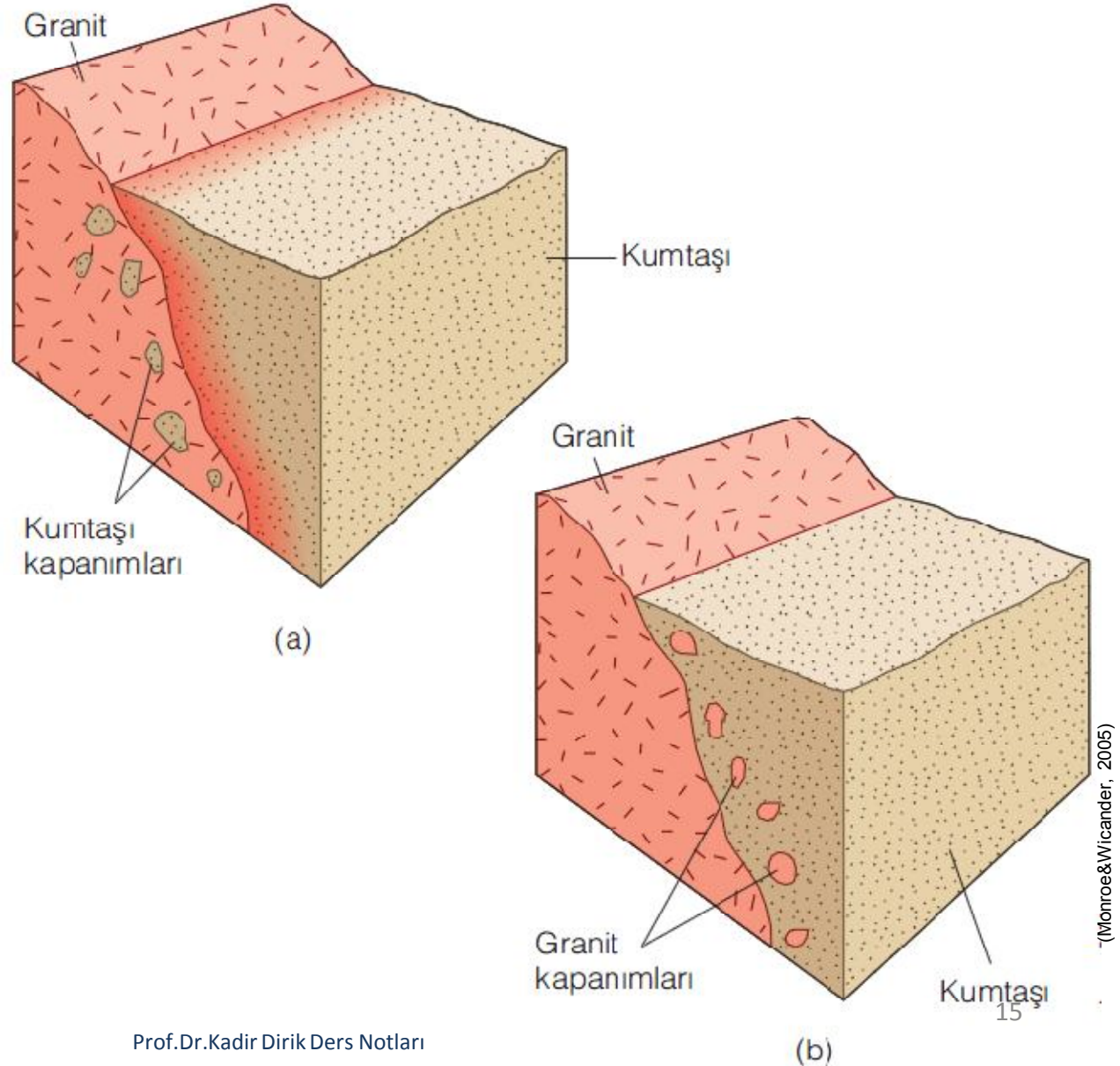




Lav akmalarının, sillerin ve ilişkili olduğu çökel kayaçların göreceli yaşlarını belirlemek güç olabilir. (a) Gömülü lav akması (4) altındaki tabakayı pişirmiş ve 5 no. lu tabaka lav akması kapanımları içerir. Lav akması, 3 no.lu tabakadan genç ve 5 ve 6 no.lu tabakalardan yaşlıdır. (b) Silin (3) üstünde ve altındaki kaya birimleri (2 ve 4) silin daha genç olduğunu gösterecek tarzda pişmiştir, ama 5 no.lu tabakaya göre göreceli yaşı belirlenemez.

Görelî yaşları belirlemenin bir diğêr yolu **kapanımlar ilkesini** kullanmaktır. Bu ilke bir başka tabaka içinde kendisinden daha yaşlı bir kayacın parçalarını veya kapanımlarını içerdiğini kabul eder.

Yandaki diyagramlarda gösterilen batolit, kumtaşı kapanımları içermekte ve kumtaşı birimi pişme etkileri göstermektedir. Buna göre kumtaşının batolitten yaşlı olduğunu sonucunu çıkarmaktayız. Bununla birlikte kumtaşı, batolitin kapanımların ana kayacı olduğu ve bu yüzden kumtaşından daha yaşlı olduğunu gösteren granit kayaç parçaları içermektedir.





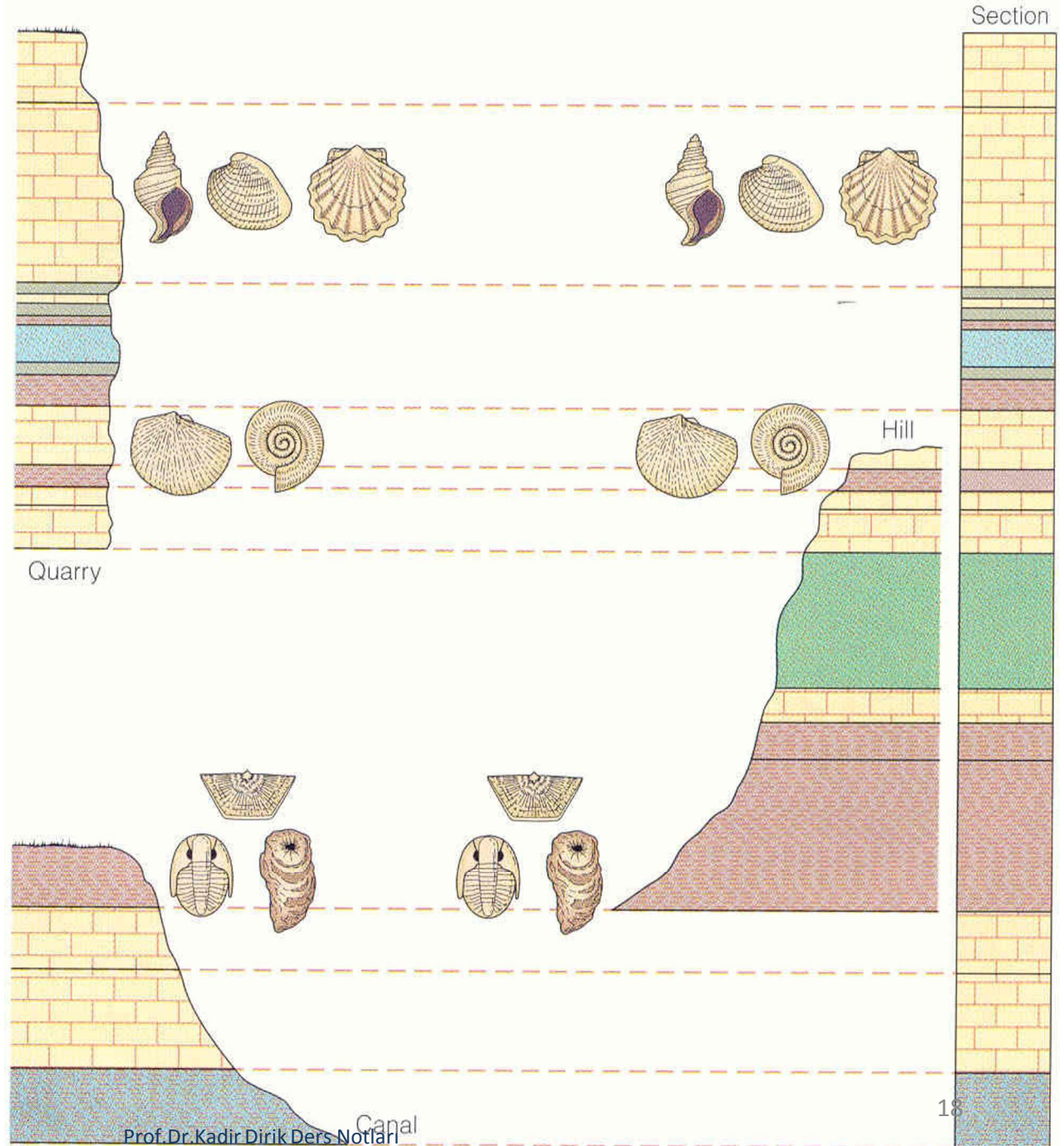
Granitin (beyaz) içindeki bazalt kapanımları (siyah) gösteren bir mostra. Bu nedenle, bazalt kapanımları granitten daha yaşlıdır

Bu ilkeye göre fosil toplulukları zaman boyunca düzenli ve öngörülebilir bir sırada bir başkasını izler. Bu ilkenin geçerliliği ve başarıyla kullanımı üç noktaya bağlıdır:

(1) Yaşam zaman içinde değişim göstermiştir,

(2) fosil toplulukları bir diğerinden tanınabilir ölçüde farklı olmalıdır ve

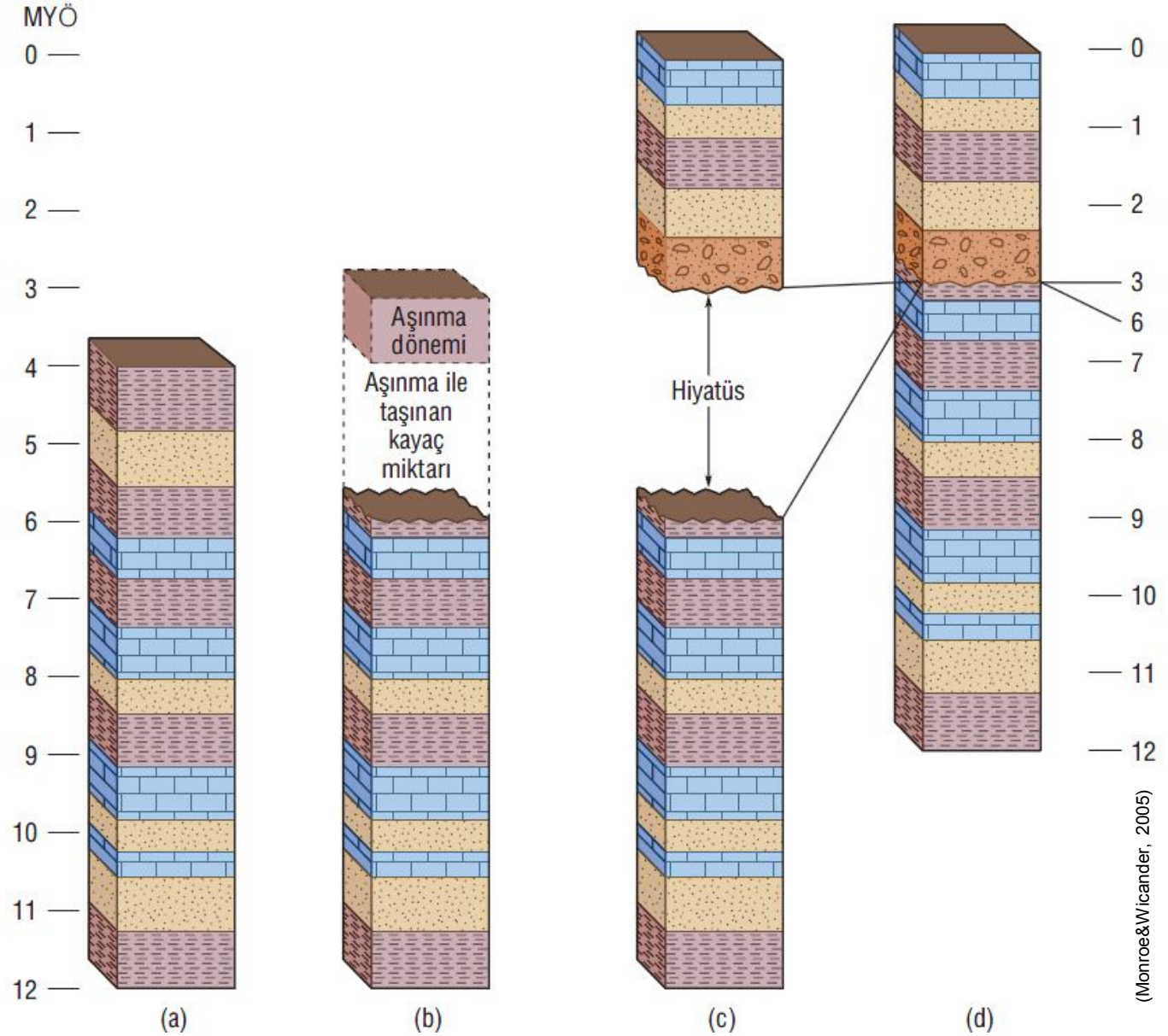
(3) fosil topluluklarının göreceli yaşları belirlenebilir. Daha genç tabakalara karşı yaşlı tabakaların fosil topluluklarında yapılan gözlemler yaşam formlarının değişmiş olduğunu açıkça gösterir. Bu geçerli olduğundan fosil toplulukları birbirinden tanınabilir ölçüde farklıdır. Ayrıca fosil topluluklarının göreceli yaşlarını belirlemek amacıyla üst üste bulunma ilkesi kullanılabilir.

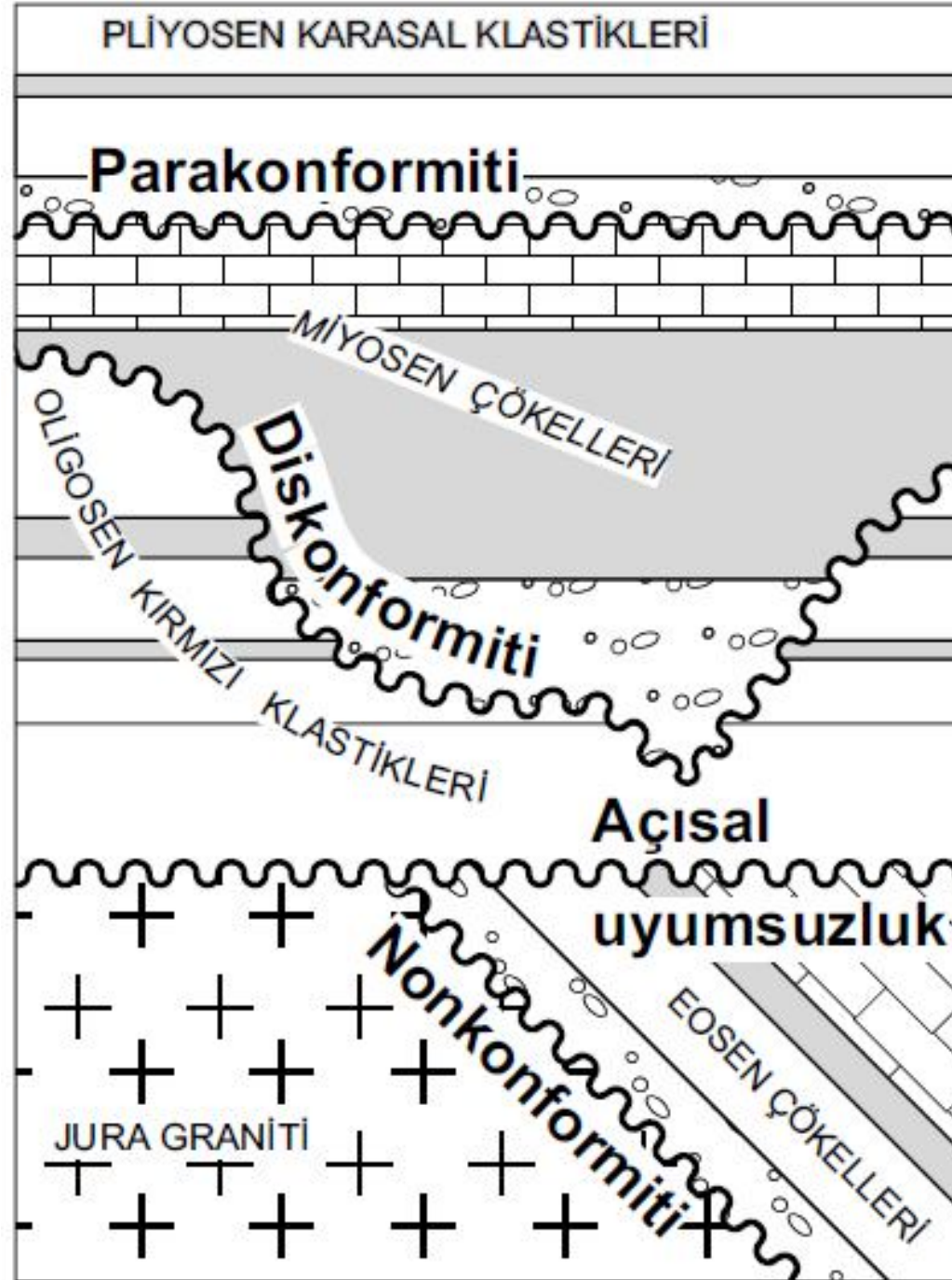


Uyumsuzluklar

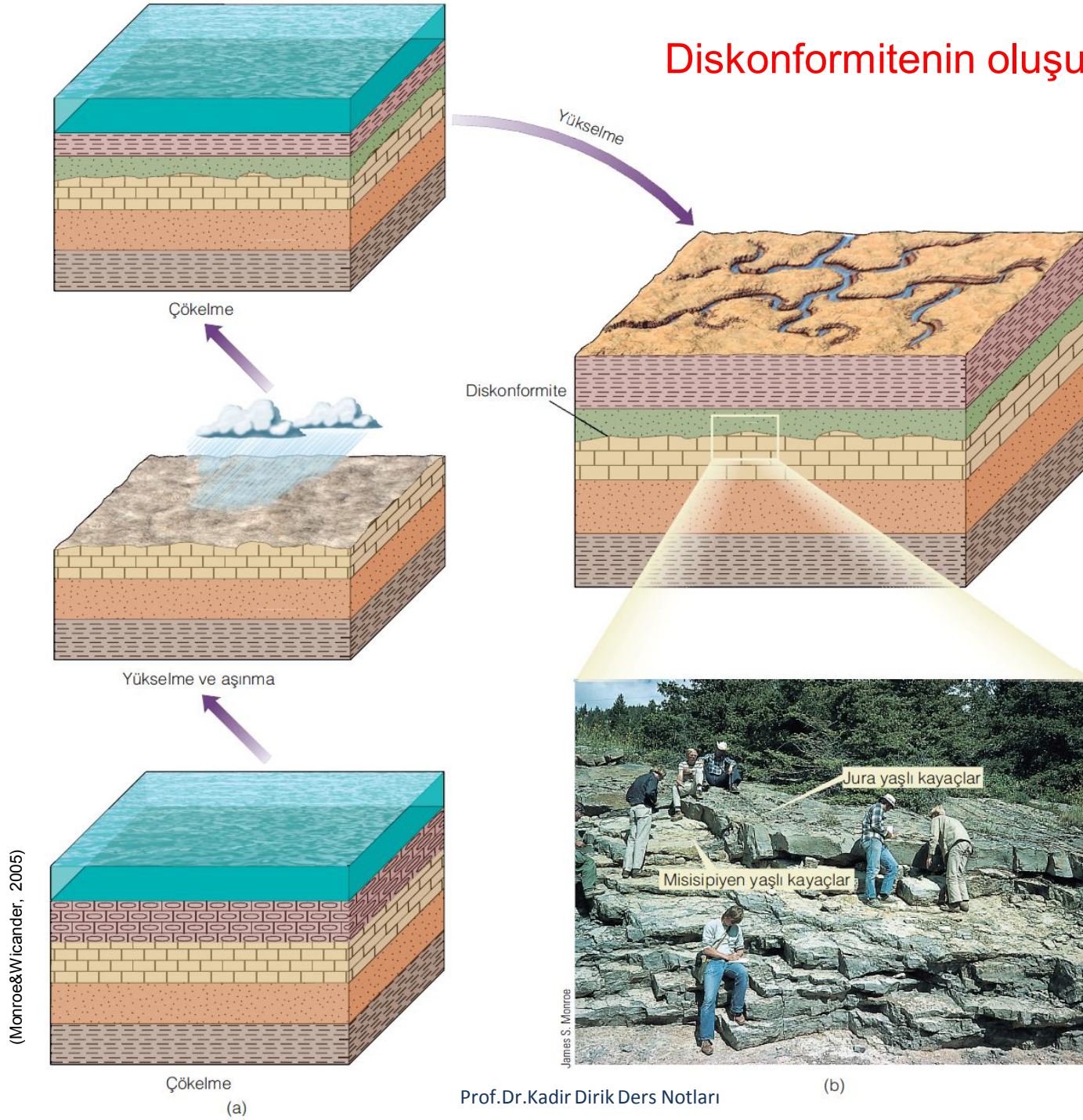
Şimdiye kadar uyumlu katmanlar arasındaki düşey ilişkiler, bir başka deyişle depolanmanın az ya da çok devamlılığa sahip olduğu kayaç istişeri üzerinde durduk. Katmanlar arasındaki tabakalanma düzlemi, jeolojik zaman bağlamında düşünüldüğünde önemsiz olan dakikalar, saatler, yıllar ya da onlarca yıllık dönemlerde depolanmadaki bir kesikliğı gösterebilir. Bununla beraber kimi tabaka istişerinde çökelimin olmadığı, aşınma ya da her ikisinin birden olduğu zamanları (ya da zaman boşluğu) gösteren **uyumsuzluk** olarak bilinen yüzeyler bulunabilir. Bu uyumsuzluklar belki milyonlarca ya da on milyonlarca yıllık uzun jeolojik zaman dönemlerini kaplar. Bu nedenle eksik sayfaları olan bir kitabın tam olmadığı gibi belirli bir yerdeki jeolojik kayıtlar da tam olmayabilir ve tabakalarla gösterilmeyen herhangi bir jeolojik zaman aralığına **hiyatüs** denir.

Uyumsuzluğun ve hiyatüsün gelişimini gösteren basitleştirilmiş çizim. (a) Çökeltme 12 MY önce başlamış ve aşağı yukarı kesintisiz olarak 4 milyon yıla kadar sürmüştür. (b) 1 milyon yıllık bir aşınma dönemi olmuş ve o zaman sırasında 2 milyon yıllık jeolojik zaman gösteren tabakalar aşınmıştır (c) Daha yaşlı tabakalar ile 3 MY önce başlayan yeni bir çökeltme dönemi sırasında oluşan tabakalar arasında 3 milyon yıllık bir hiyatüs olur. (d) Güncel stratigrafik kayıt. Uyumsuzluk, katmanları ayıran yüzey olup jeolojik zaman geçmişimizde ana bir kesikliği gösterir.

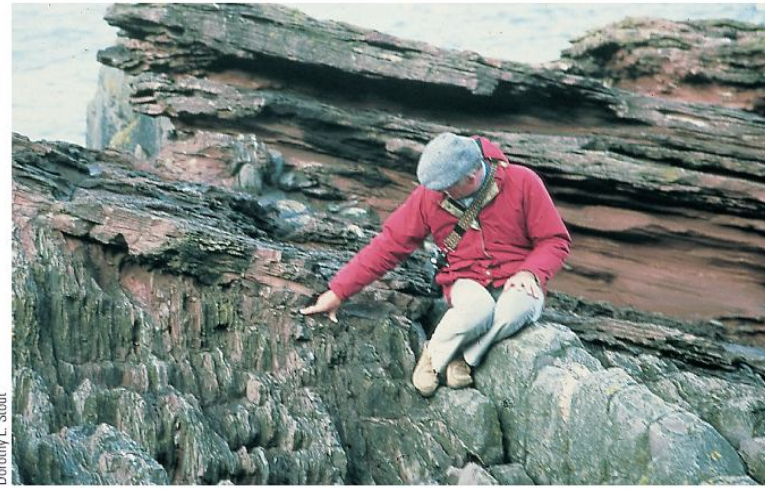
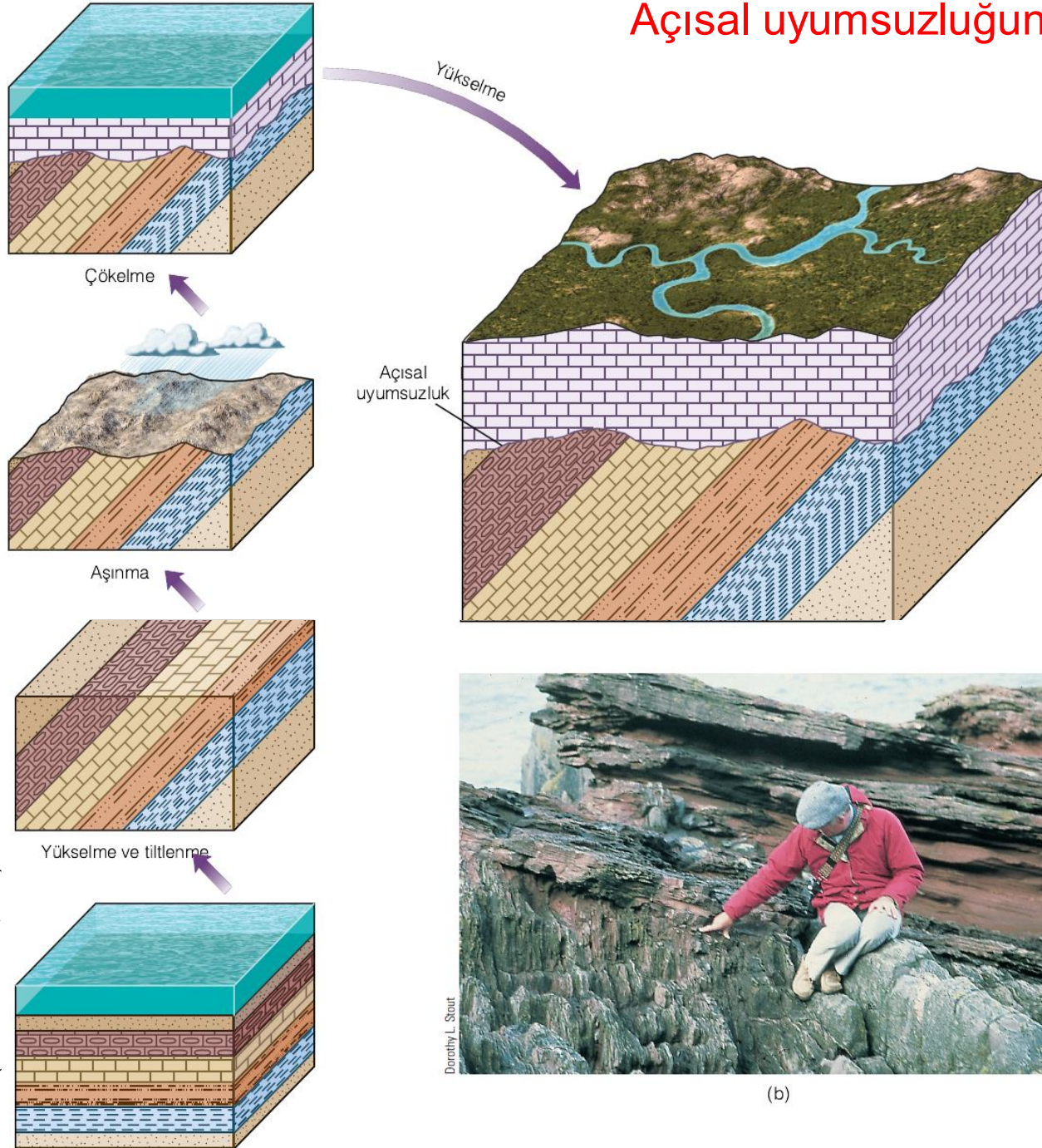




Diskonformitenin oluşumu.



Açısal uyumsuzluğun oluşumu

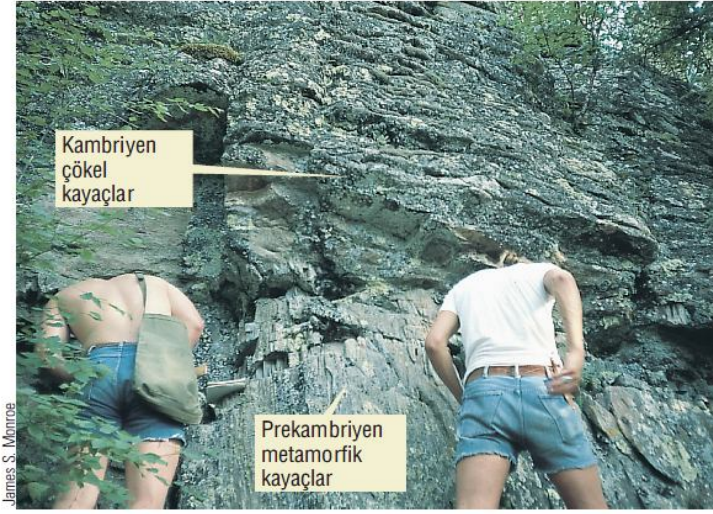
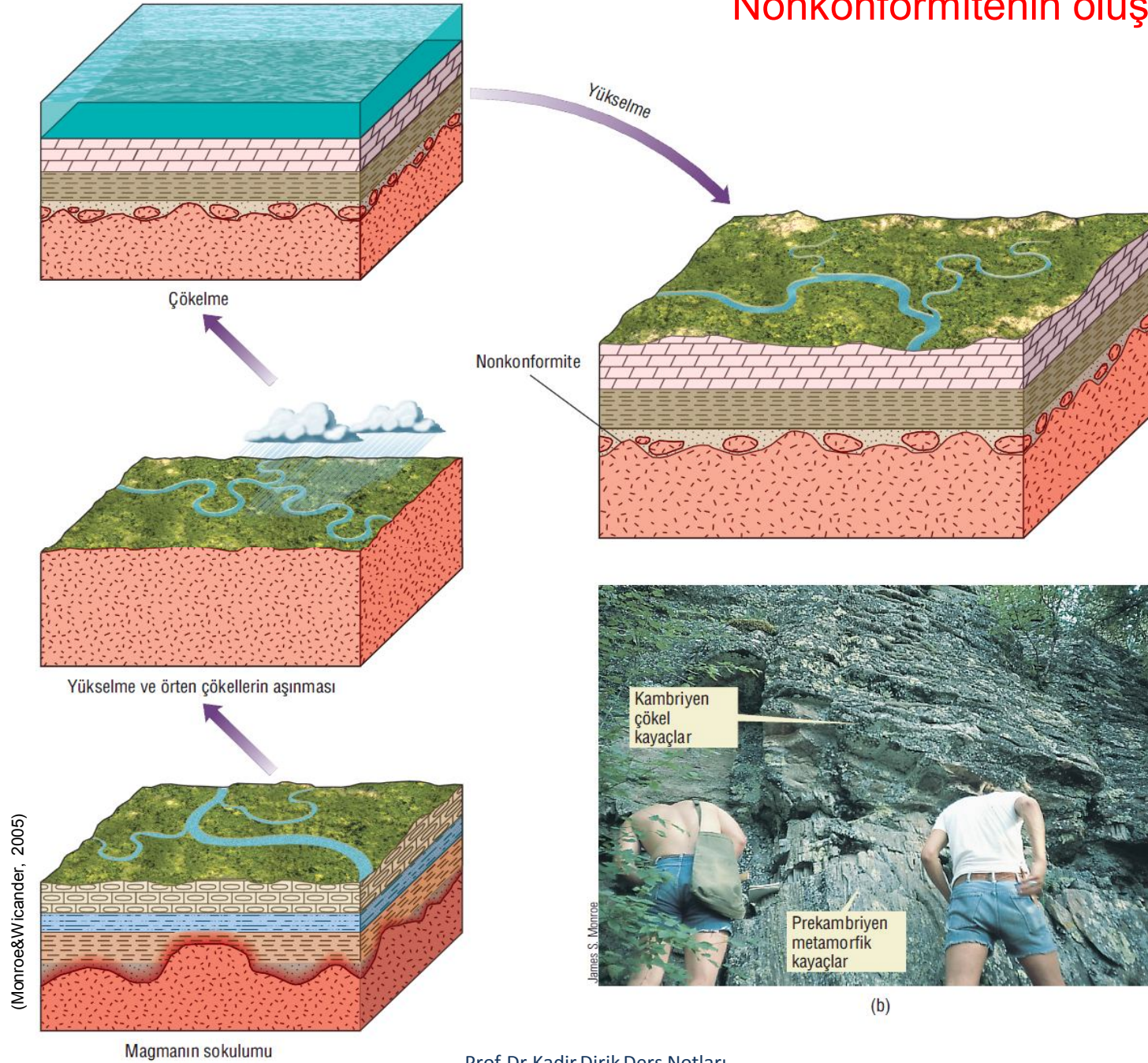


Dorothy L. Stout

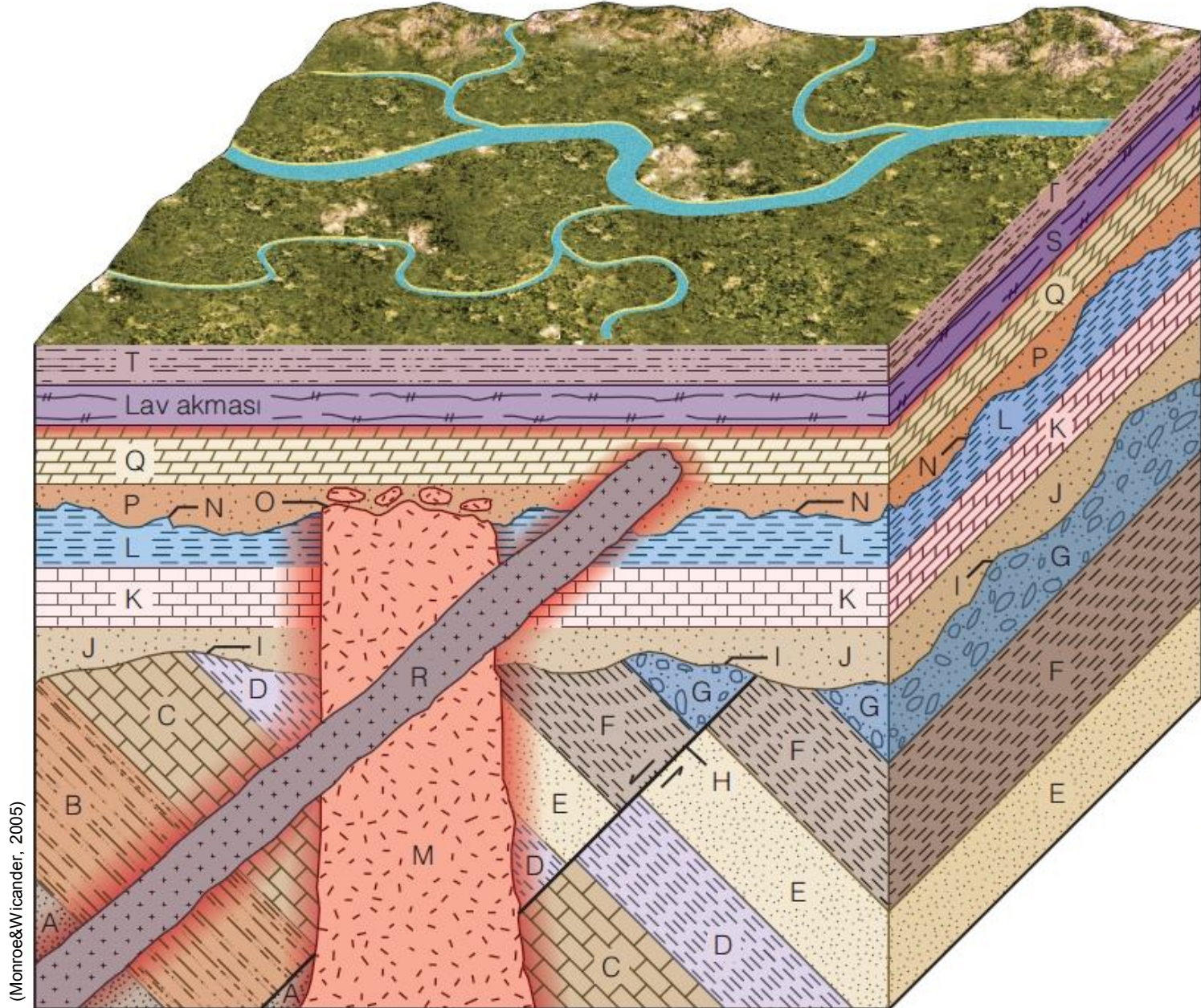
(b)

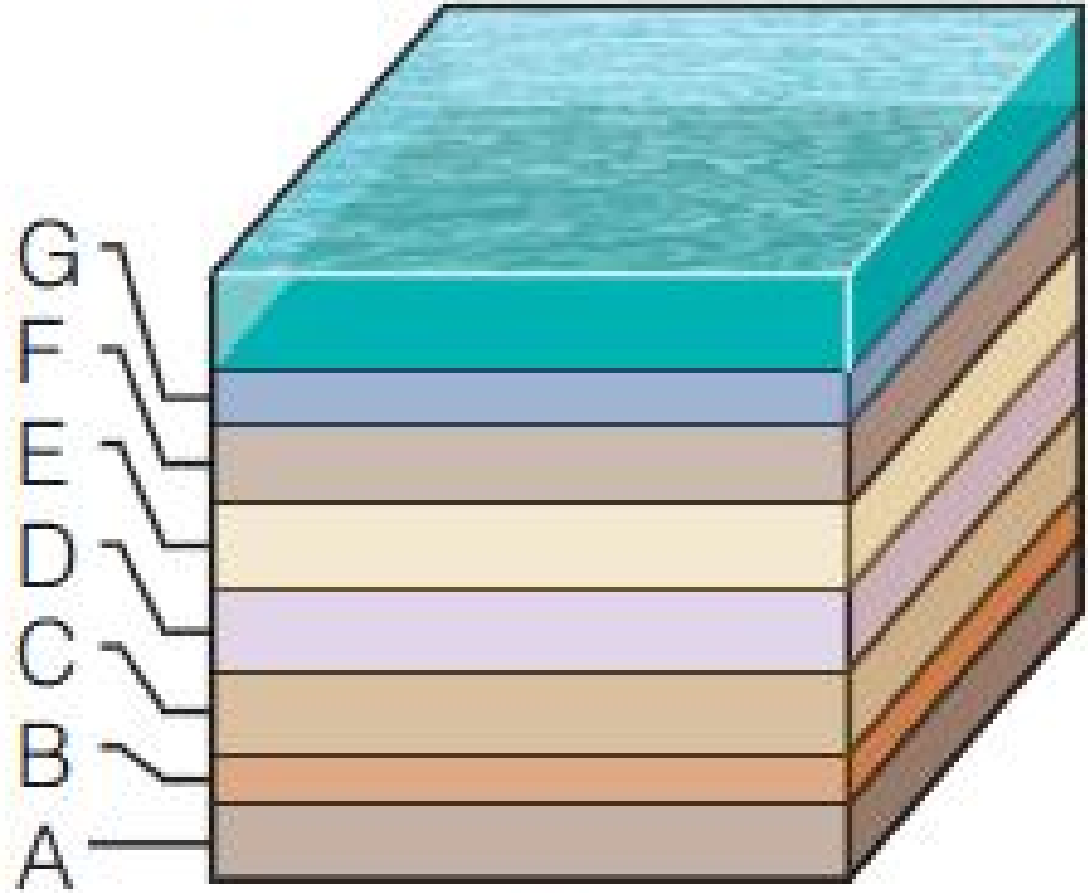
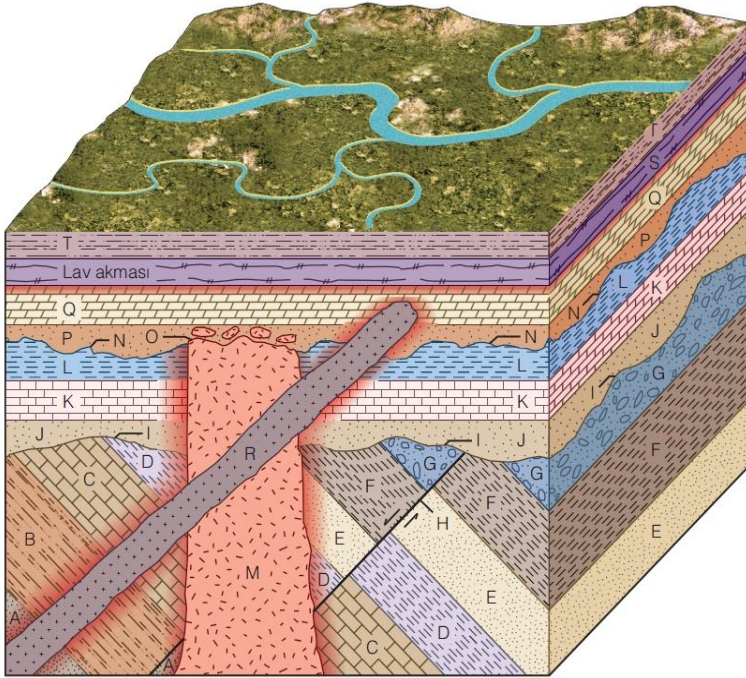
(Monroe&Wicander, 2005)

Nonkonformitenin oluşumu.

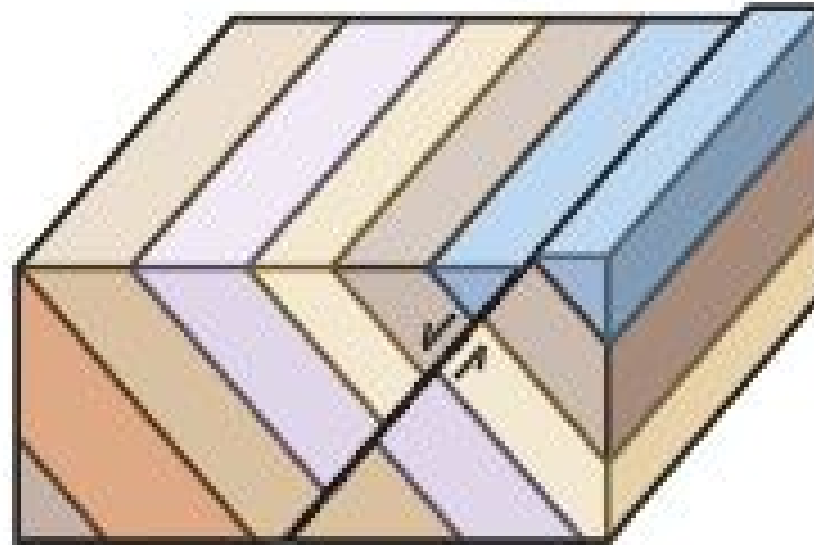
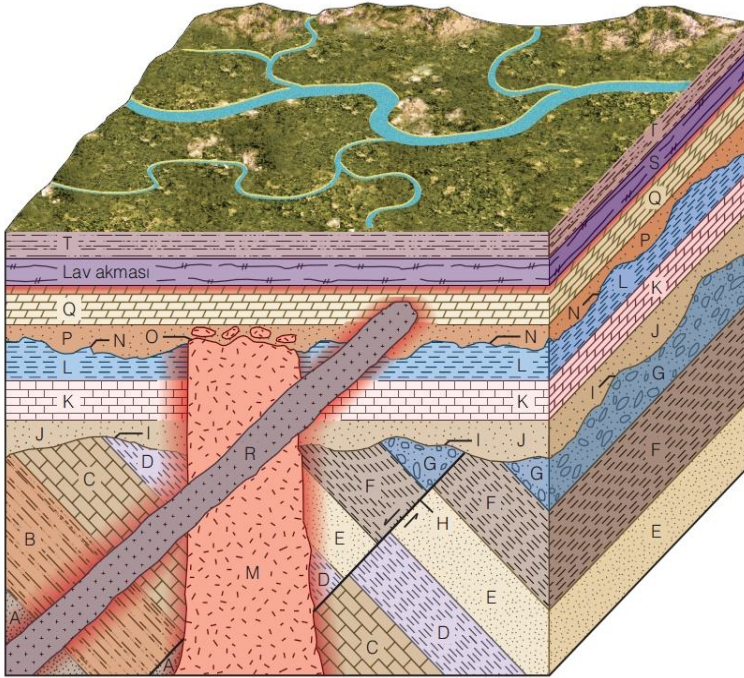


Jeolojik gemişini ortaya ıkarmak amacıyla değişik göreceli yaşlandırma ilkelerinin uygulandığı varsayımsal bir alanın blok diyagramı.

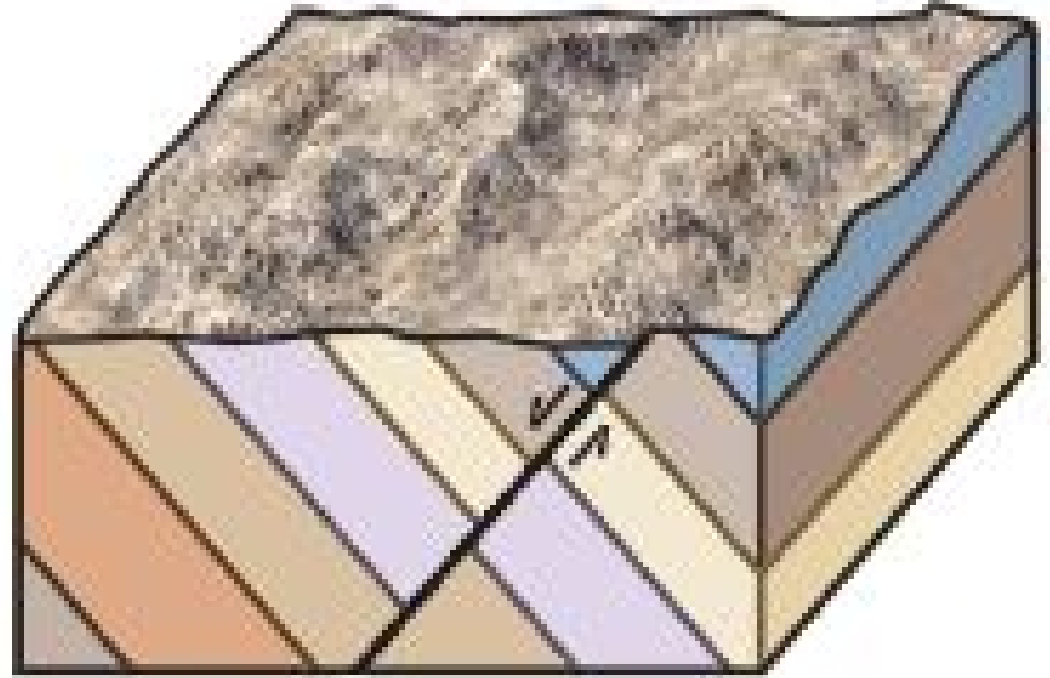
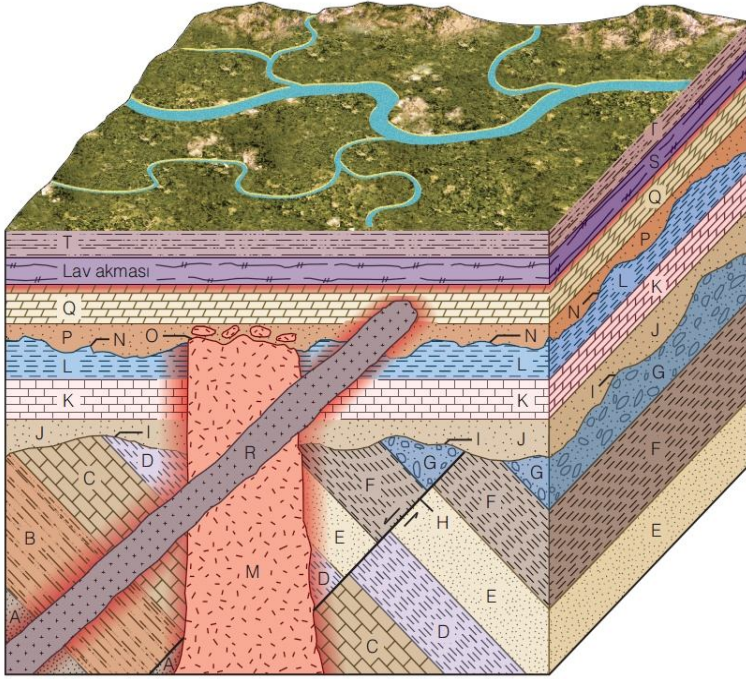




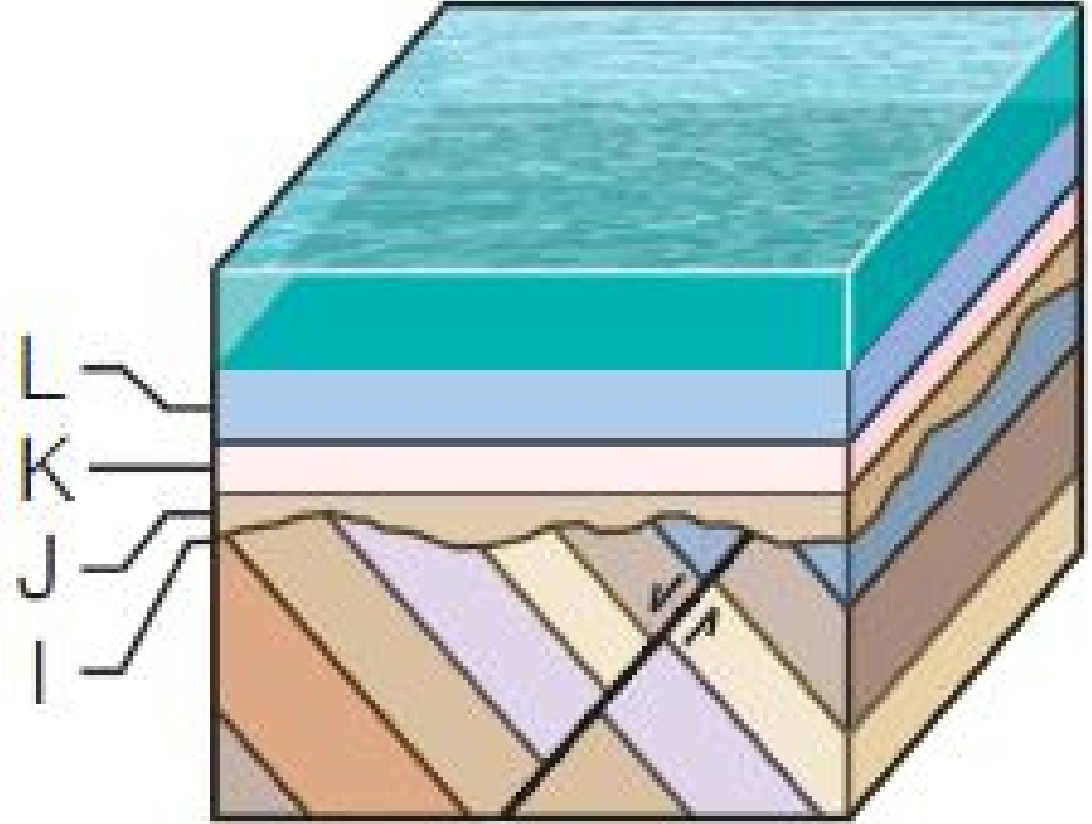
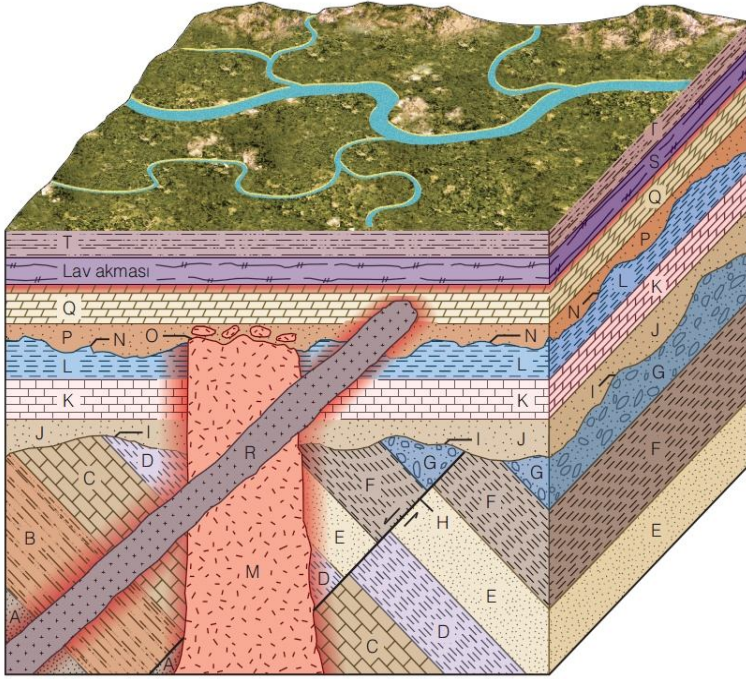
(a) Çökeltme



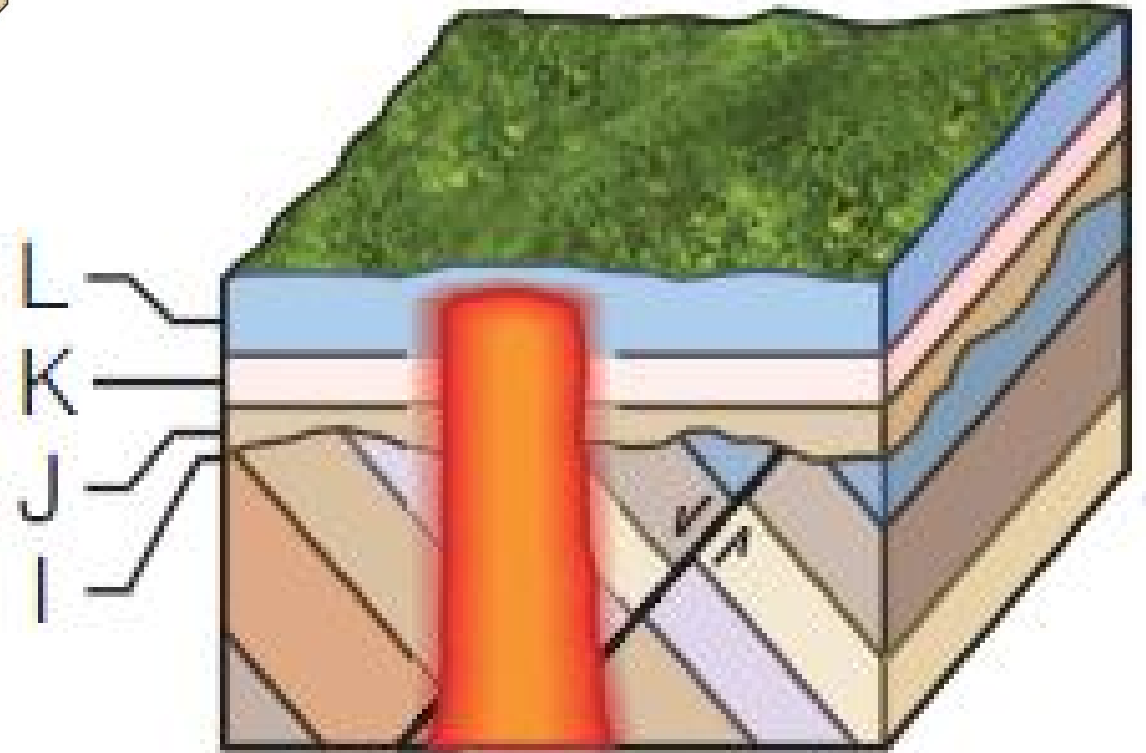
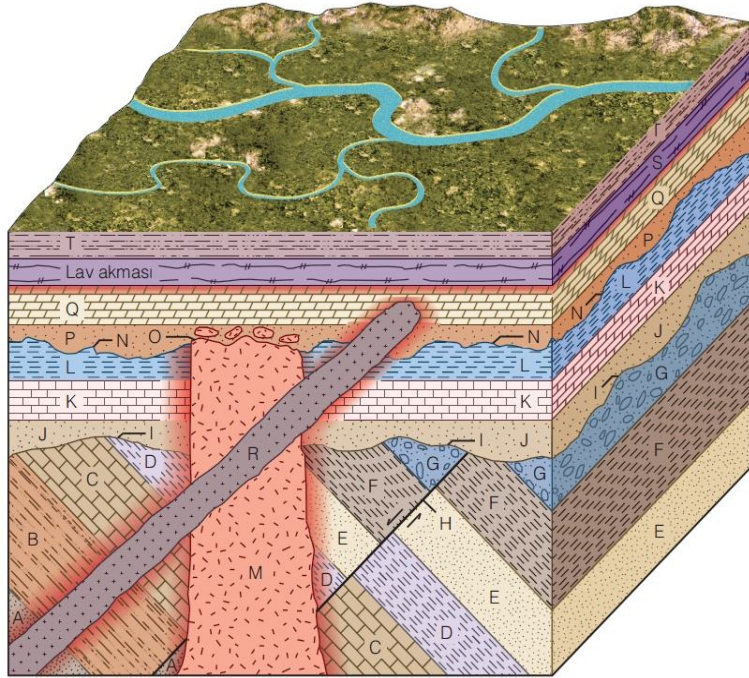
(b) Yükselme, tıtilenme ve faylanma



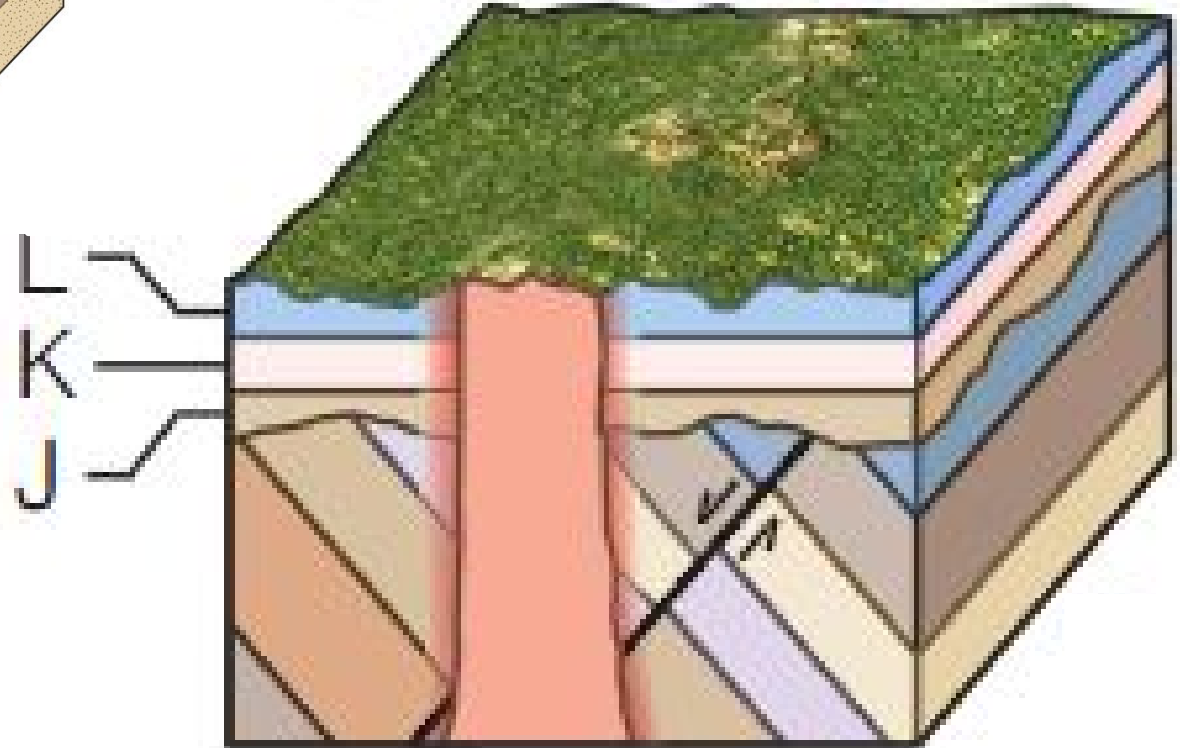
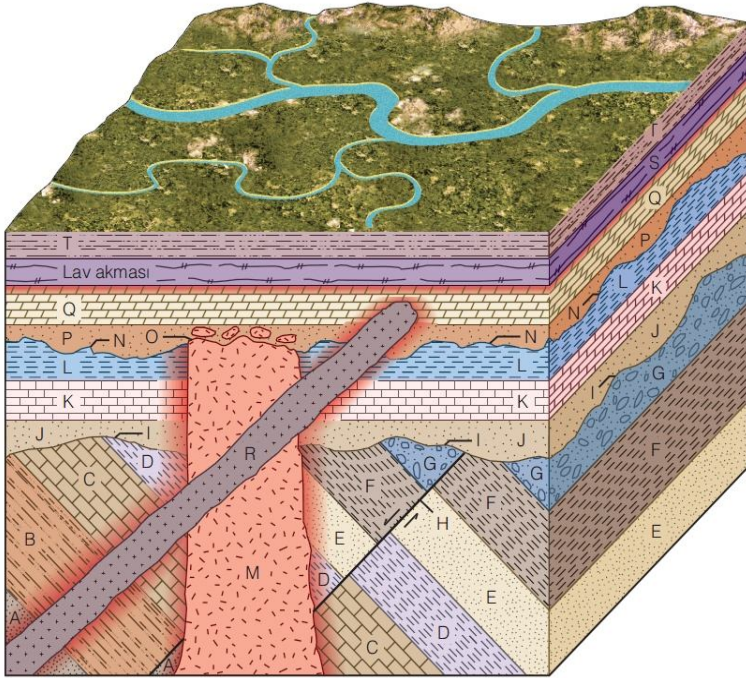
(c) Aşınma



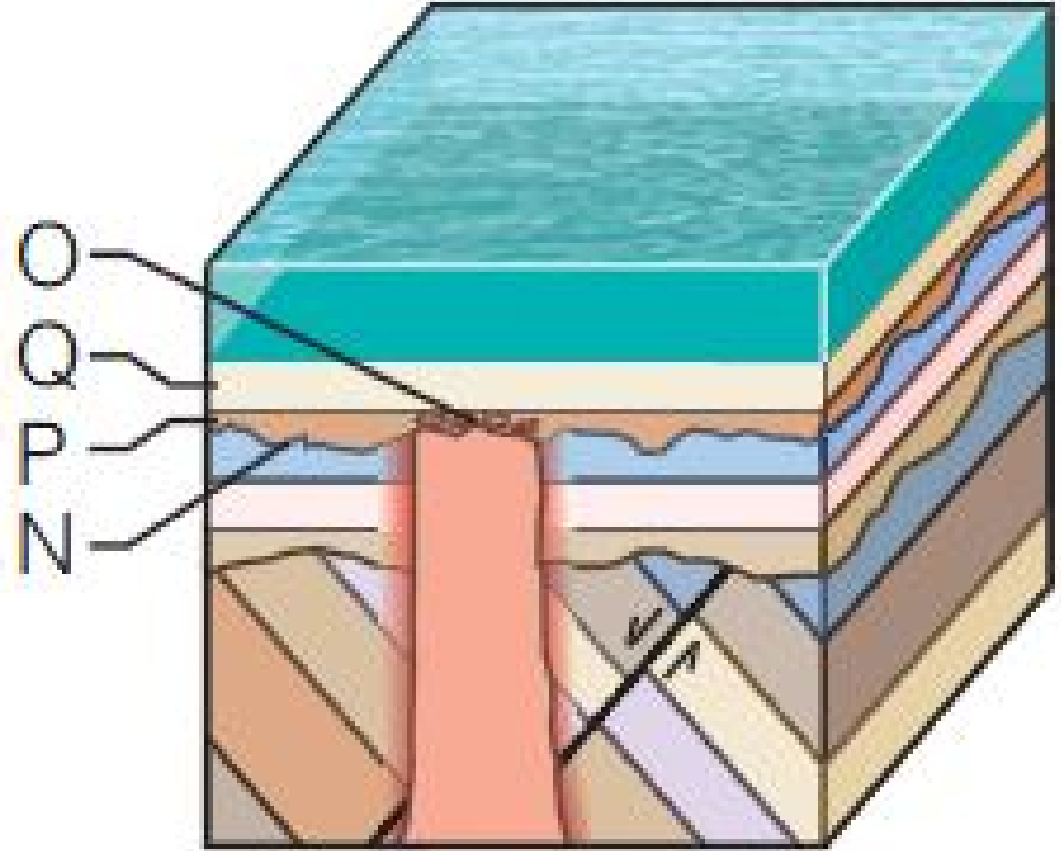
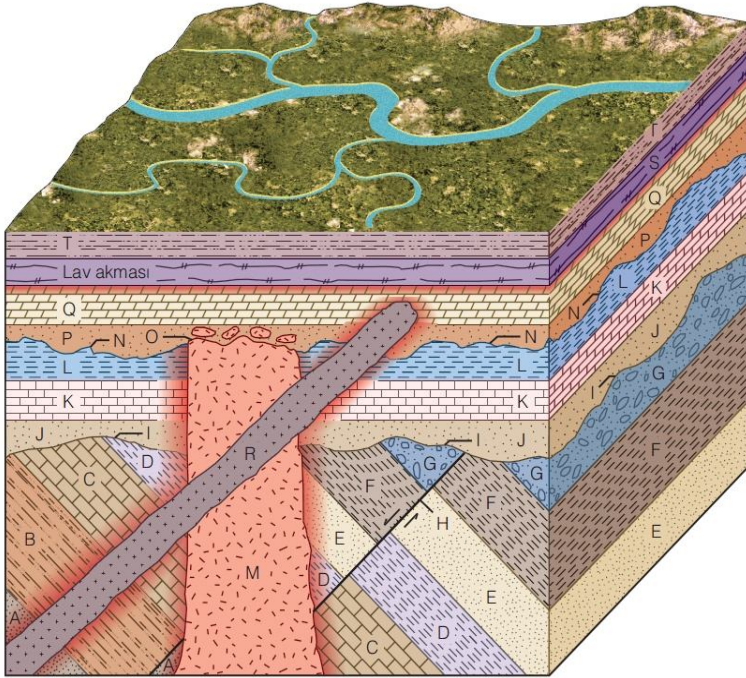
(d) Çökeltme



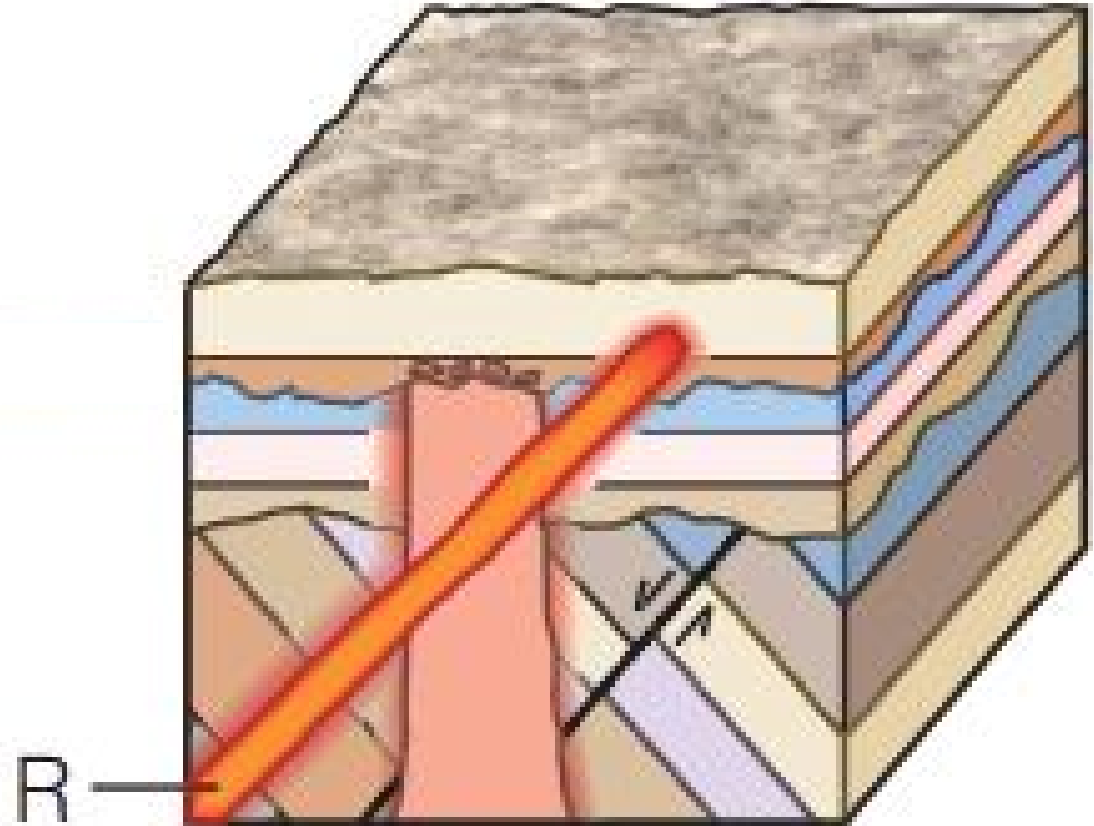
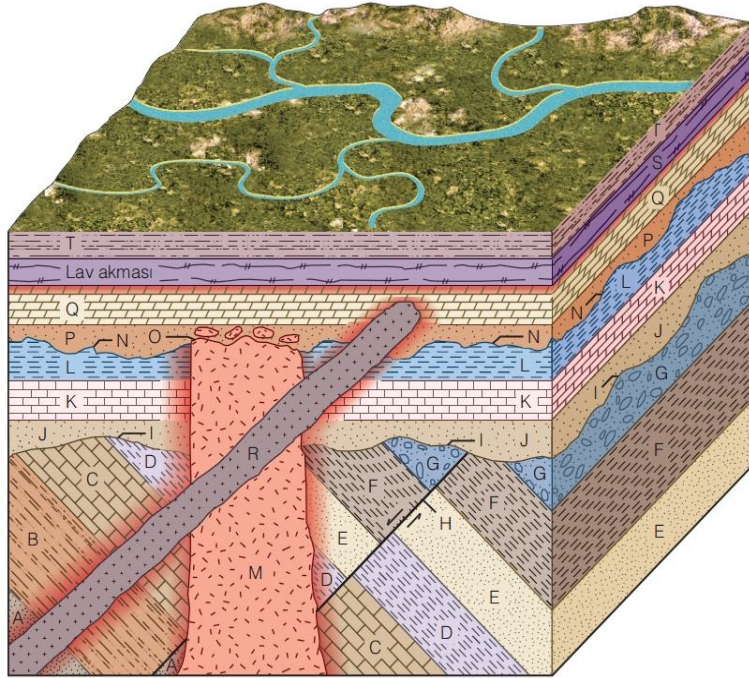
(e) Sokulum



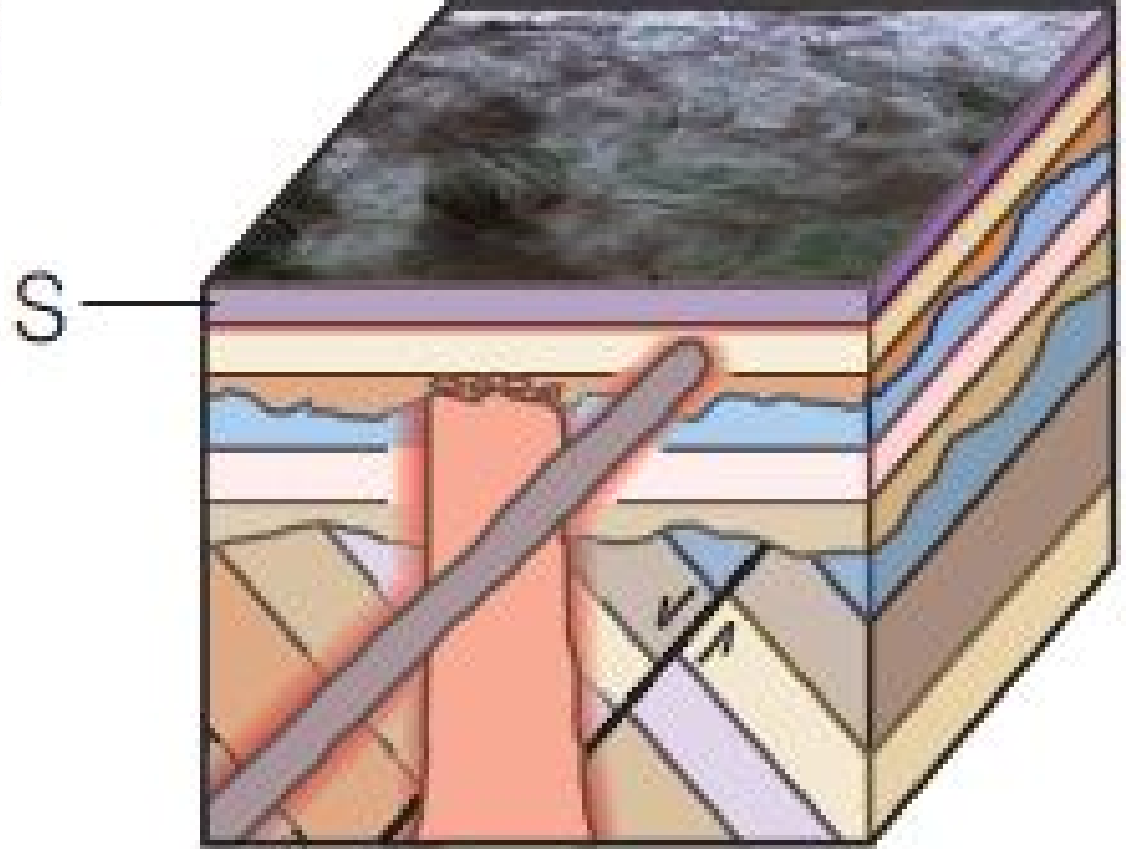
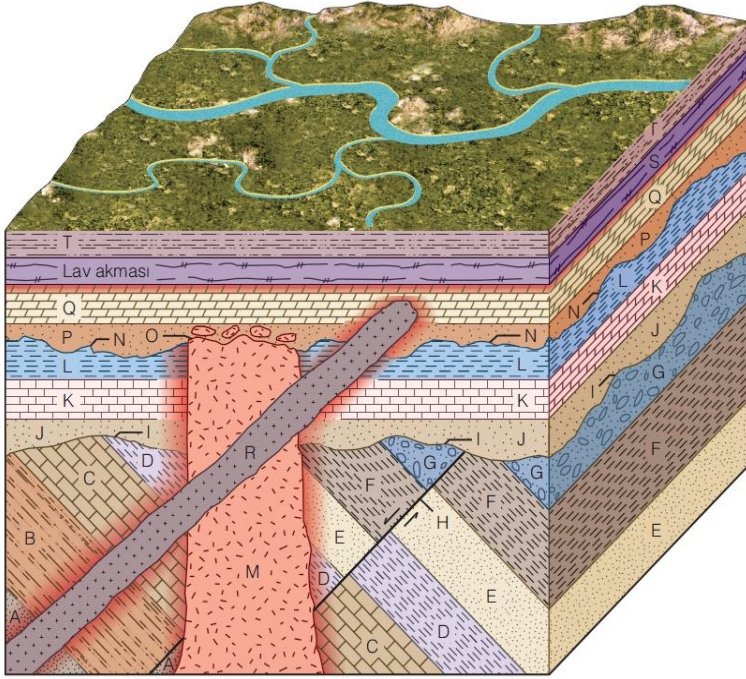
(f) Yükselme ve aşınma



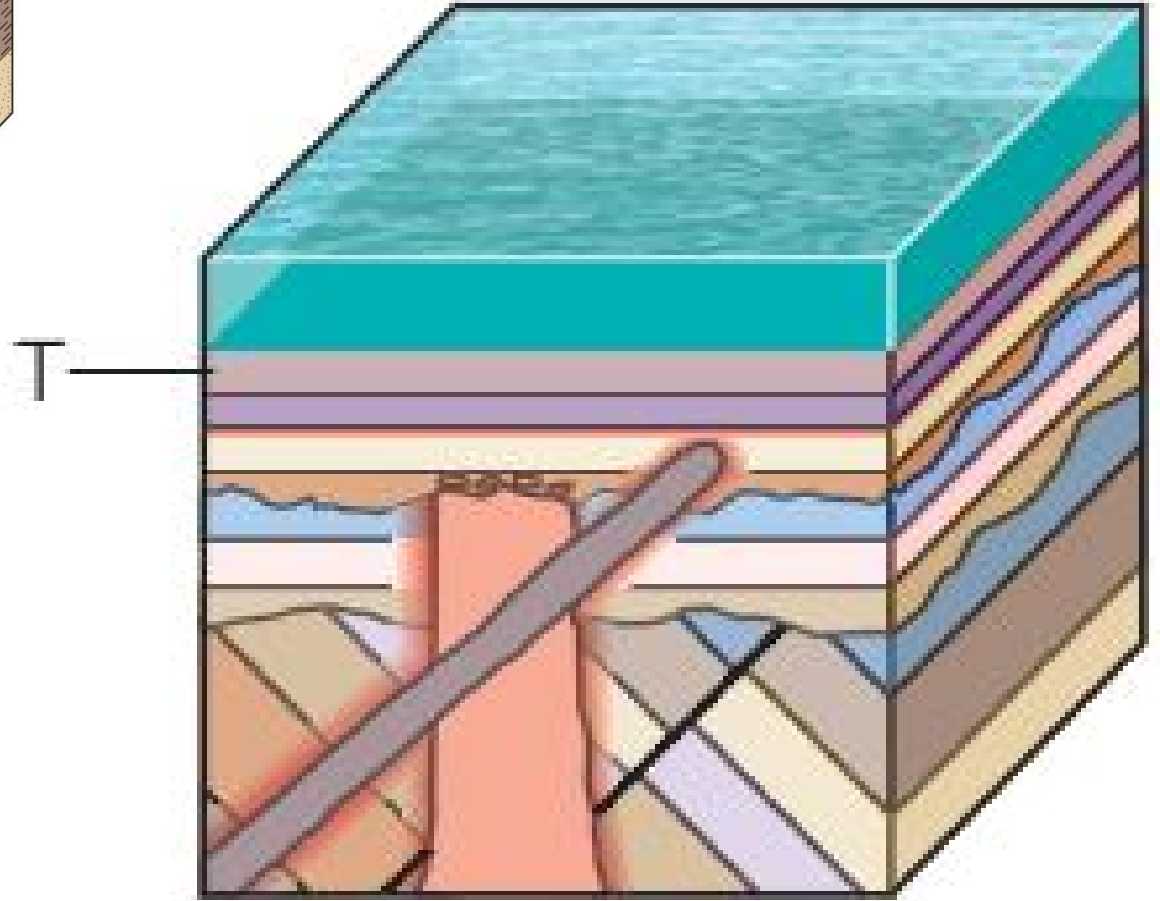
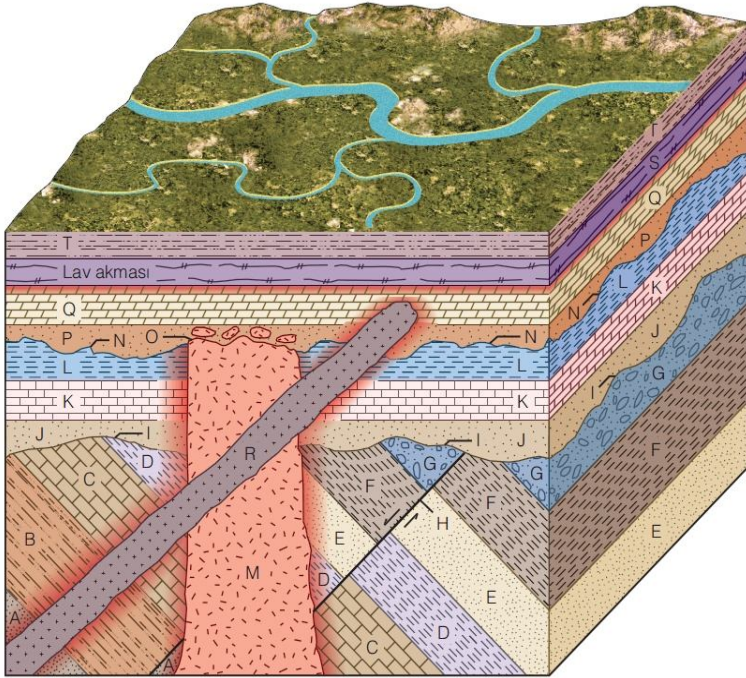
(g) Çökeltme



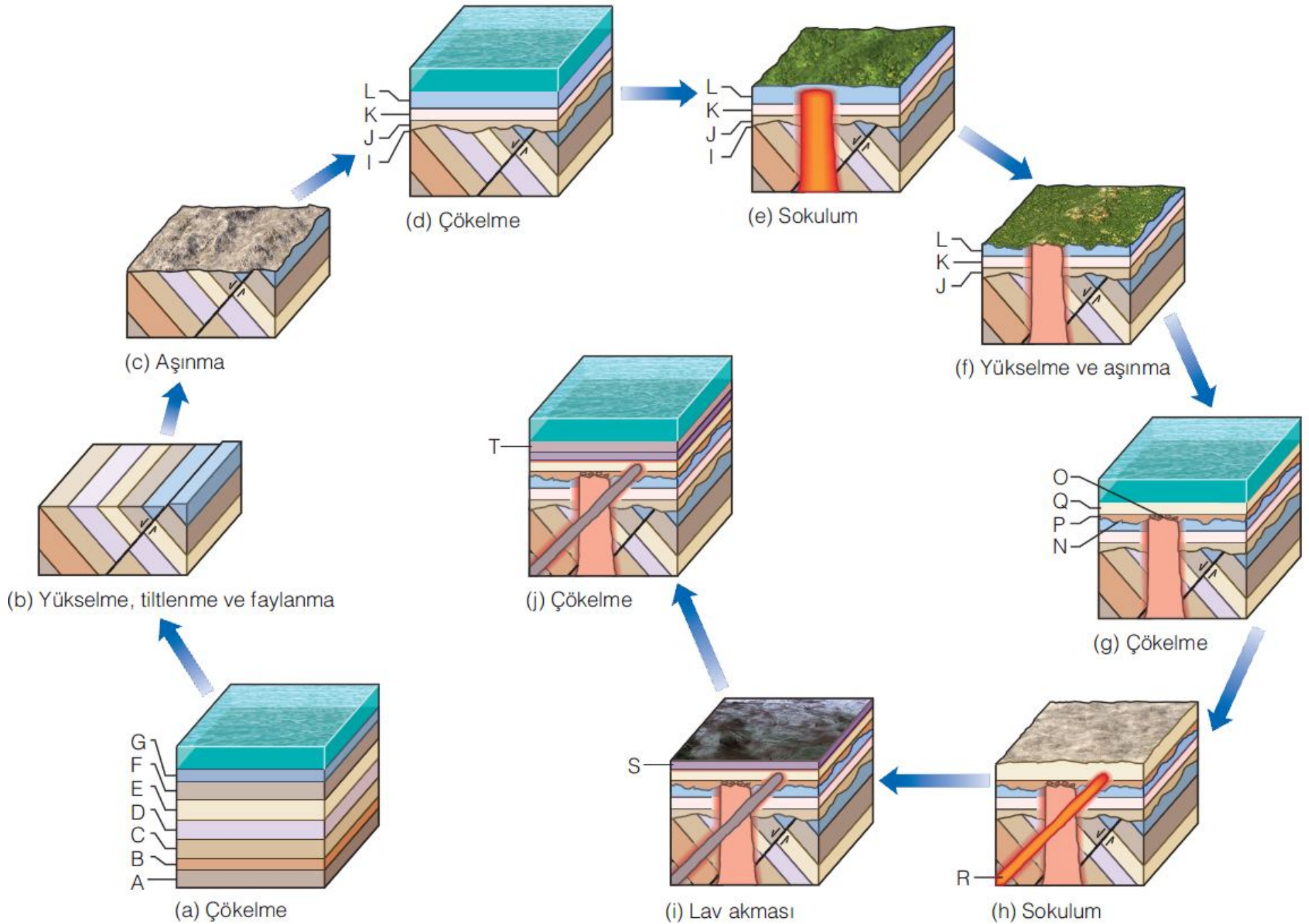
(h) Sokulum



(i) Lav akması



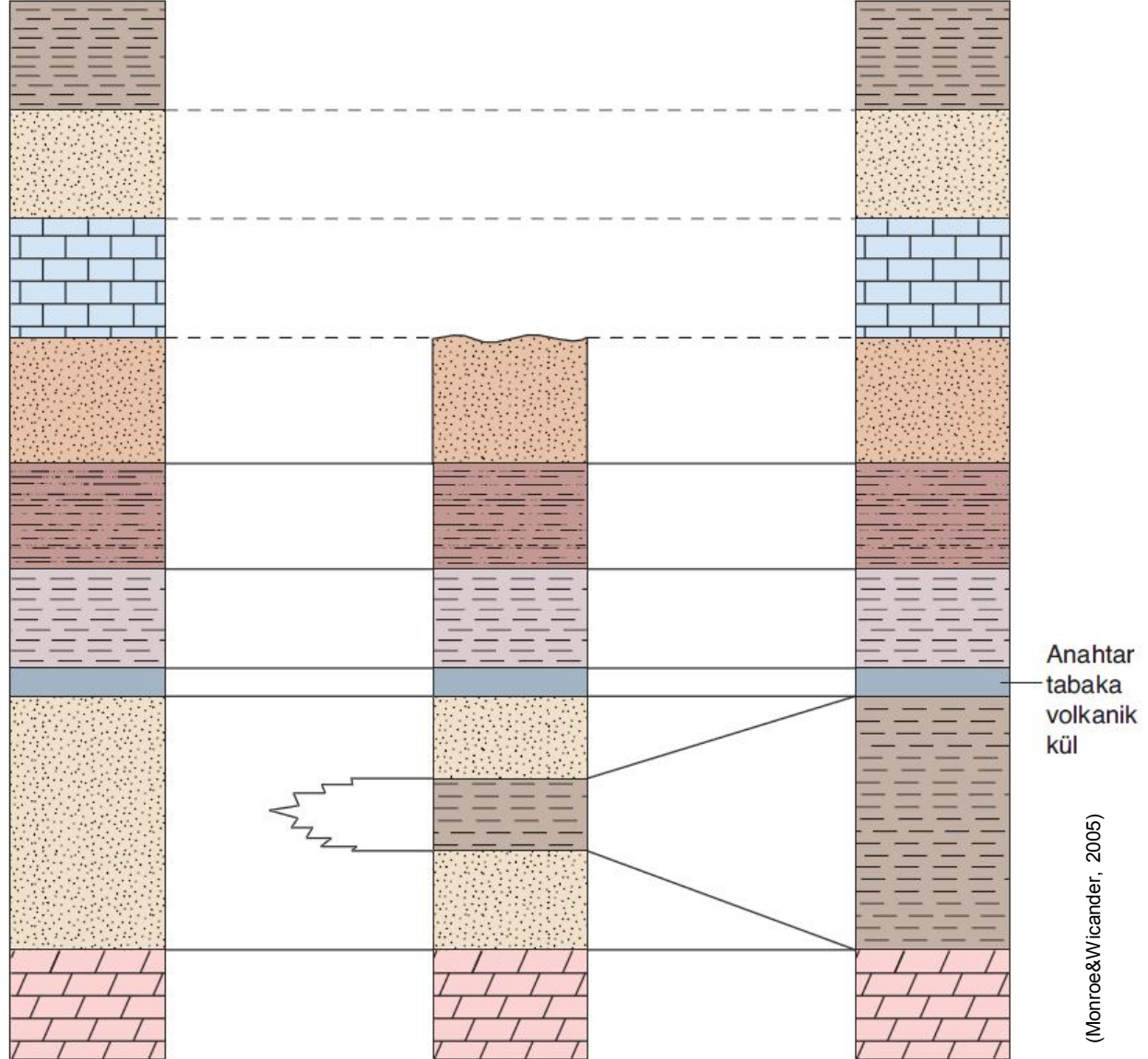
(j) Çökeltme



KAYAÇ BİRİMLERİNİN DENEŞTİRİLMESİ/KORELASYONU

Yer'in geçmişini açığa çıkarmak için kayaç birimlerinin farklı alanlardaki zaman eşleniklerinin gösterilmesi zorunludur. Bu süreç **deneşirme** olarak bilinir.

Yüzeylemeleri yeterli olduğunda, ara sıra boşluklar olsa bile birimler sadece yanal yönde (yanal devamlılık ilkesi) izlenir. Birimleri deneşirmede kullanılan diğer ölçütler kayaç türü benzerliği, istifteki konumu ve anahtar tabakalardır. **Anahtar tabakalar**, aynı birimin farklı alanlarda tanımlanmasına izin verecek ölçüde ayırt edici olan kömür yatakları veya volkanik kül katmanları gibi birimlerdir.



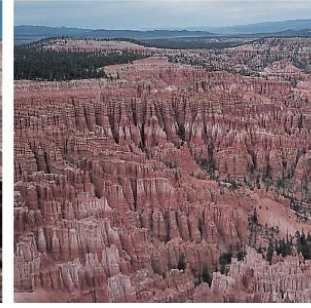
(Monroe&Wicander, 2005)



Grand Canyon
Ulusal Parkı
Arizona

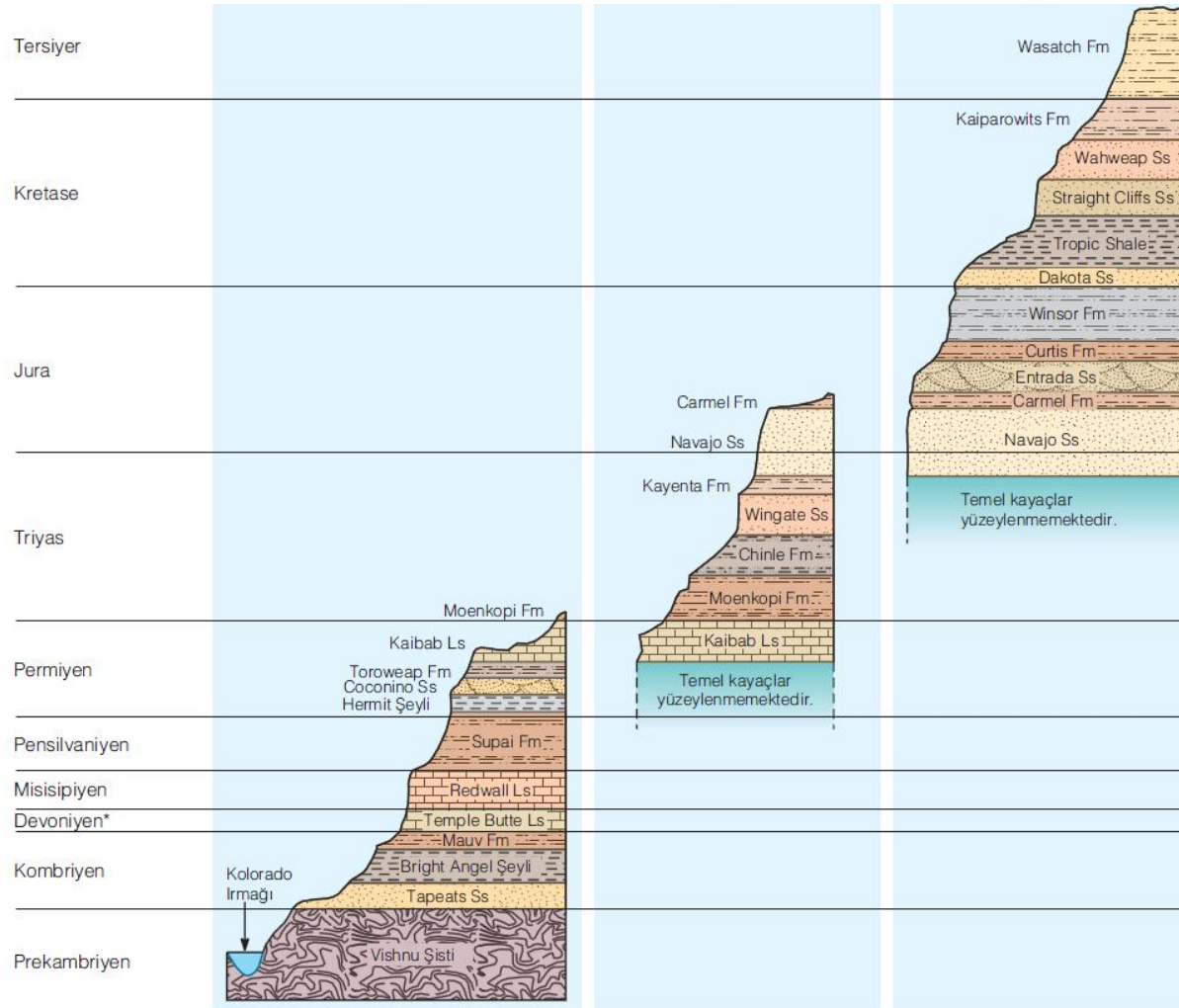


Zion
Ulusal Parkı
Utah






Bryce kanyon
Ulusal Parkı
Utah

(Monroe & Wicander, 2005)



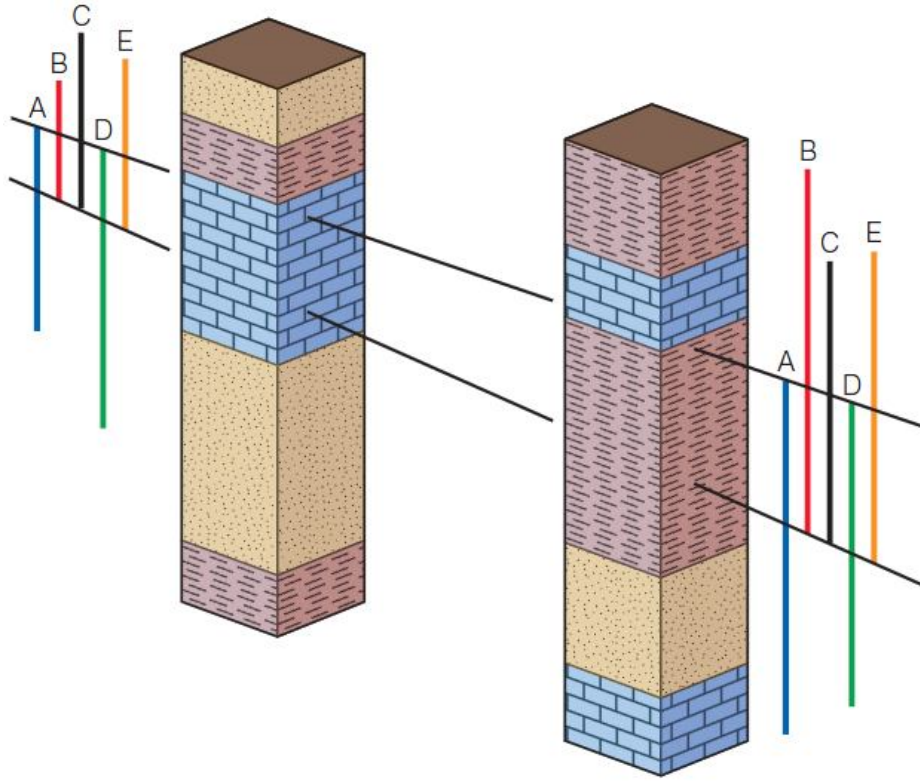
Fm = Formasyon Ss = Kumtaşı Ls = Kireçtaşı

*Ordovizyon ve Siluriyen yaşlı formasyonlar Grand Canyonı'nda bulunmamaktadır.

Senozoyik	Kuvaterner		
	Tersiyer		
Mesozoyik	Kretase		Lingula
	Jura		
	Triyas		
Paleozoyik	Permiyen		
	Pensilvaniyen		
	Misisipiyen		
	Devoniyen		Atrypa
	Siluriyen		
	Ordovizyen		
	Kambriyen		Paradoxides

(Monroe&Wicander, 2005)

Fosiller jeolojik geçmiş boyunca belirli bir zaman aralığında yaşamış organizmaların kalıntıları olduğundan göreceli zaman göstergeleri olarak yararlıdır. Kolaylıkla tanılabilen, coğrafik olarak yaygın ve çok kısa bir jeolojik zaman aralığında yaşamış olan fosiller özellikle yararlıdır. Bu tür fosillere **kılavuz fosiller** veya **indeks fosiller** denir. Bu ölçütleri karşılayan *trilobit Paradoxides* ve lamba kavkılı *Atrypa* bu yüzden iyi kılavuz fosillerdir. Aksine lamba kavkılı *Lingula* ise kolayca tanındığı ve yaygın olduğu halde, Ordovisiyen' den Günümüze kadar süren geniş jeolojik aralıkta görülmesi onu deneştirmede az kullanılır hale getirir.



Menzil erişim kuşaklarını kullanarak iki kesitin deneştirilmesi. Bu menzil erişim kuşağı, burada A'dan E'ye kadar simgelenen fosil aralıklarının üst üste binmesiyle elde edilmiştir.

Çok sayıda fosil oldukça uzun jeolojik aralıklar gösterdiğinden, jeologlar fosil içeren çökel kayaçların yaşlarını belirlemek amacıyla **menzil erişim kuşakları** oluşturur. Menzil erişim kuşakları farklı jeolojik dönemlerdeki iki ya da daha çok fosilin üst üste gelen (çakışan) aralıklarını işaretleyerek elde edilir. Fosillerin ilk ve son bulunuşu, menzil kuşaklarının sınırlarını belirlemede kullanılır. Menzil erişim kuşaklarının deneştirilmesi olasılıkla zaman eşleniğini saptamanın en geçerli yöntemidir.

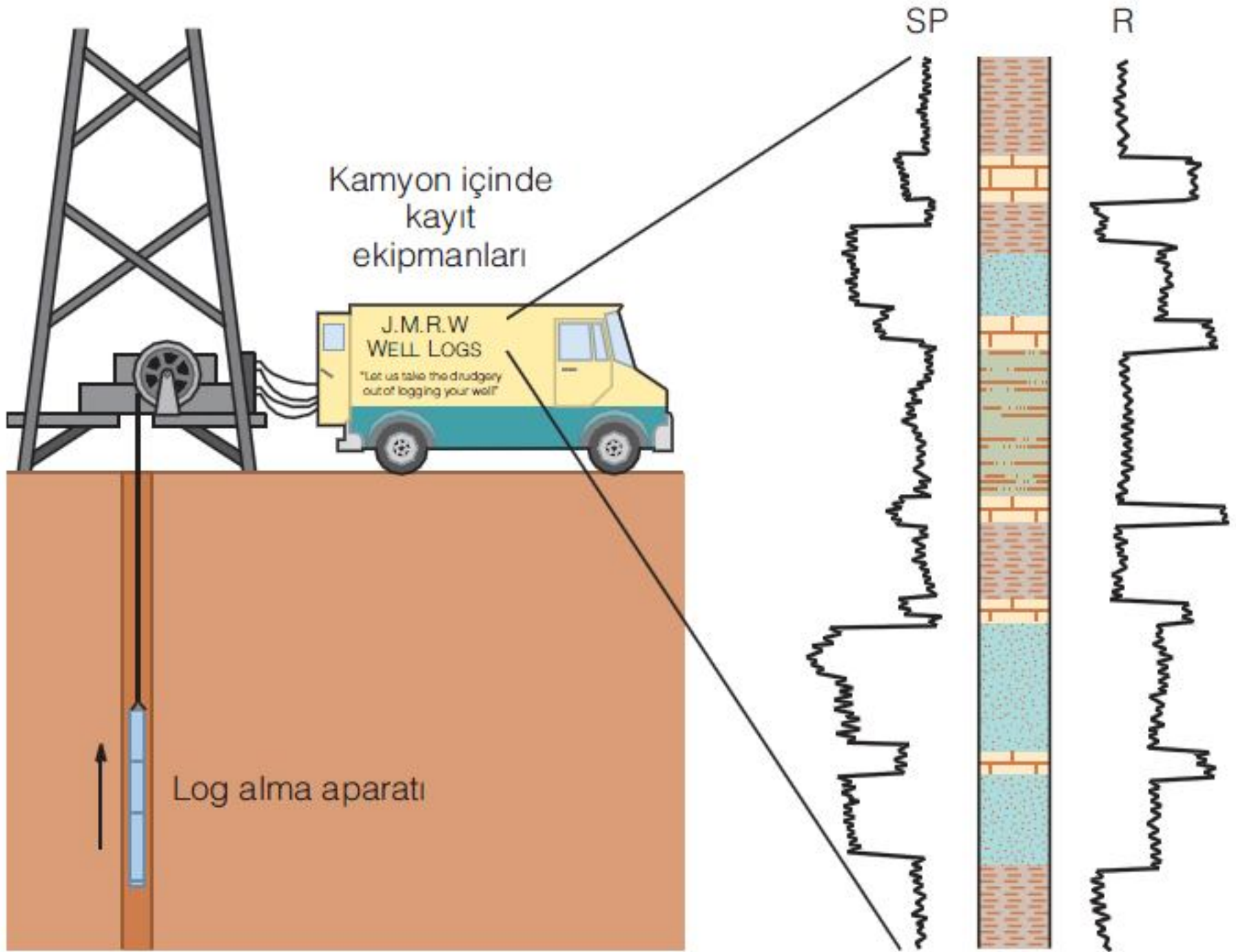
Yeraltı deneřtirmesi/Korelasyonu

Jeologlar yüzey jeolojisiyle birlikte Yeryüzünün altındaki jeolojik özellikler üzerine ek bilgiler sağladığı için yeraltı jeolojisiyle de ilgilenirler. Bir alanın yeraltı jeolojisi üzerine veriler elde etmek ve bunları yorumlamak için de çeşitli teknikler ve yöntemler kullanılır.

Petrol veya doğal gaz amaçlı açılan sondajda, sondaj çukurundan yaygın biçimde **kuyu kesikleri** adlı **karotlar** veya **kayaç kırıntıları** elde edilir. Bu örnekler mikroskopta incelenir ve kayaç türü, gözeneklilik (gözenek alanı miktarı), geçirimsizlik (sıvıları iletme yeteneği) ve petrol lekelerinin varlığı gibi önemli bilgiler verirler. Örnekler ayrıca kayaçların jeolojik yaşlarının ve çökme ortamlarının belirlenmesine yardımcı olan mikrofosiller yönünden de incelenir.

Sondaj çukuruna jeofizik aletlerin indirilmesi elektriksel özdirenç ve radyoaktivite gibi kayaç özelliklerini kaydetmek, dolayısıyla geçilen kayaçların kaydının ya da **kuyu logunun** çıkarılmasını amaçlar. Karotlar, kuyu kesimleri ve kuyu loglarının tümü yeraltı deneştirmeleri yapmada çok yararlıdır.

Yeraltı kayaç birimleri, sismik profillerin incelenmesiyle de belirlenip izlenebilir. Patlamalardan ortaya çıkanlarda olduğu gibi enerji çarpıntıları, kayaçlar boyunca kayaç yoğunluğunun belirlediği bir hızda yol almakta ve bu enerjinin bir kısmı çeşitli düzeylerden (farklılık gösteren katmanlar arasındaki dokanaklar) kaydedildiği yüzeye geri yansımaktadır. **Sismik stratigrafi** özellikle sondaj kuyusu açmanın çok pahalı olduğu ve diğer yöntemlerin sınırlı olarak kullanıldığı kıta şelşeri gibi alanlardaki birimleri izlemede oldukça yararlıdır.



MUTLAK YAŞLANDIRMA VE YÖNTEMLERİ

Doğada bulunan 92 elementin izotoplarının çoğu duraylı olmasına karşın, bir kısmı radyoaktiftir ve süreçte enerji açığa çıkararak elementlerin daha duraylı olan diğer izotoplarına kendiliğinden bozunur. 1903'te Pierre ve Marie Curie'nin radyoaktif bozunmanın tali bir ürün olarak ısıyı açığa çıkardığını bulmasıyla jeologlar, sonunda Yer'in iç ısını ergimiş bir oluşumdan geriye kalan soğumaya güvenmeden açıklayan bir mekanizmaya kavuştu. Bunun ötesinde jeologlar, jeolojik olayları tam olarak yaşlandırmak ve Hutton, Lyell ve Darwin'in ortaya attığı uzun zaman dönemlerini doğrulamak için güçlü bir araç geliştirmiştir.

Atomlar, Elementler ve izotoplar

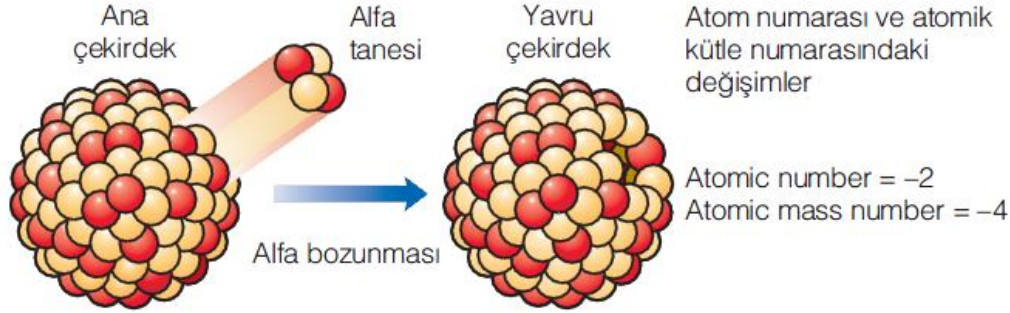
Tüm maddeler her biri **atom** adı verilen çok küçük parçacıklardan oluşan kimyasal elementlerden meydana gelir. Atom çekirdeği, **protonlar** (pozitif yüklü parçacıklar) ve **nötronlar** (nötr parçacıklar) ile çekirdeği çevreleyen **elektronlardan** (negatif yüklü parçacıklar) oluşur. Proton sayısı elementin **atom numarasını** tanımlayarak özellikleri ve niteliklerinin belirlenmesine yardım eder. Atomdaki toplam proton ve nötron sayısı **atomik kütle numarasıdır**. Aynı elementin tüm atomları çekirdeklerinde aynı sayıda nötrona sahip değildir. Aynı elementin bu değişken formlarına **izotop** denir. Birçok izotop duraylıdır, ama bazıları duraysızdır ve daha duraylı bir forma dönüşmek için hızlı bir şekilde bozunur. Jeologların kayaçların mutlak yaşlarını belirlemek için duraysız izotopların bozunma hızını ölçerler.

Radyoaktif Bozunma ve Yarı Ömürler

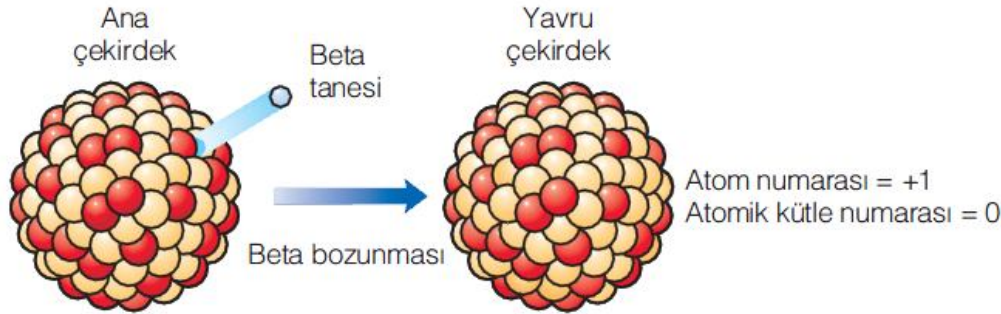
Radyoaktif bozunma duraysız bir atom çekirdeğinin kendiliğinden farklı bir elementin atom çekirdeğine dönüşme sürecidir. Tümü atom yapısında bir değişimle sonuçlanan üç tip radyoaktif bozunma bilinmektedir **Alfa bozunmasında** çekirdekteki iki proton ve iki nötronun saçılmasıyla atom numarası iki ve kütle numarası dört düşer. **Beta bozunmasında** hızla hareket eden elektron, çekirdekteki protonu nötronla değiştirerek nötrondan saçılır ve sonuçta atom numarasını bir artırırken atomik kütle numarası değişmez. **Elektron yakalama** bir protonun elektron kabuğundan bir elektron yakalayıp nötrona çevirdiğinde sonuçta atom numarasının bir düştüğü, ama atomik kütle numarasının değişmediği bir süreçtir.

Bazı elementler duraysız evreden duraylı evreye geçerken yalnızca bir bozunma adımına maruz kalır. Örneğin rubidyum 87 tek bir beta saçılımıyla stronsiyum 87'ye ve potasyum 40 da tek bir elektron yakalamayla argon 40'a bozunur. Diğer radyoaktif elementler ise birkaç bozunma adımının etkisi altında kalır. Uranyum 238, kurşun 207'ye 7 alfa ve 8 beta adımıyla bozunurken uranyum 238 kurşun 206'ya 8 alfa ve 6 beta adımıyla bozunur. Bozunma hızları üzerinde dururken, yarı ömür cinsinden onları nitelemek uygundur. Bir radyoaktif elementin **yarı-ömürü**, orijinal duraysız ana elementin atomlarının yarısının yeni, daha duraylı olan **yavru elementin** atomlarına bozunması için geçen süredir.

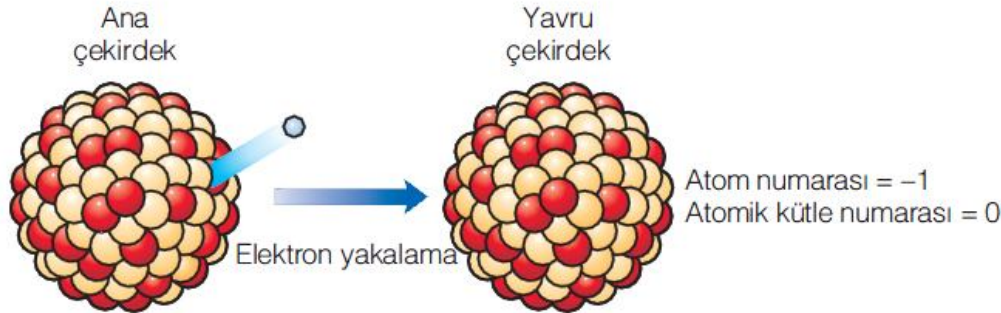
MUTLAK YAŞLANDIRMA VE YÖNTEMLERİ



(a)



(b)



(c)

● Proton ● Nötron ● Elektron

Üç radyoaktif bozunma tipi.

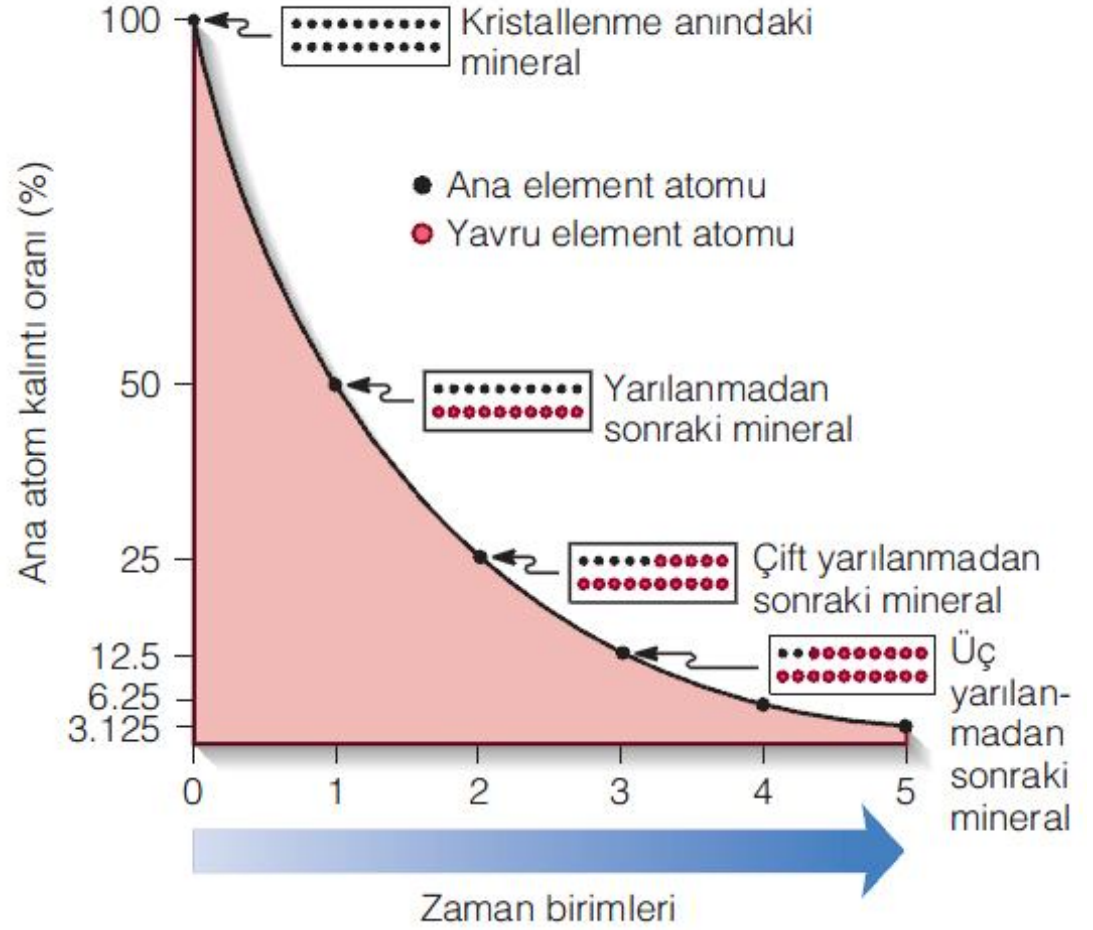
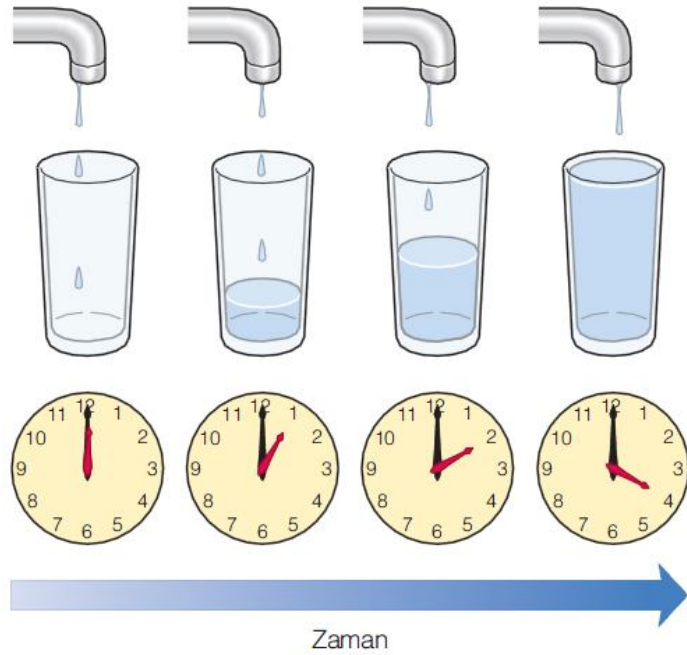
(a) Duraysız bir ana çekirdek iki proton ve iki nötron saçtığına olan **alfa bozunumu**.

(b) Çekirdekten bir elektron saçıldığında olan **beta bozunumu**.

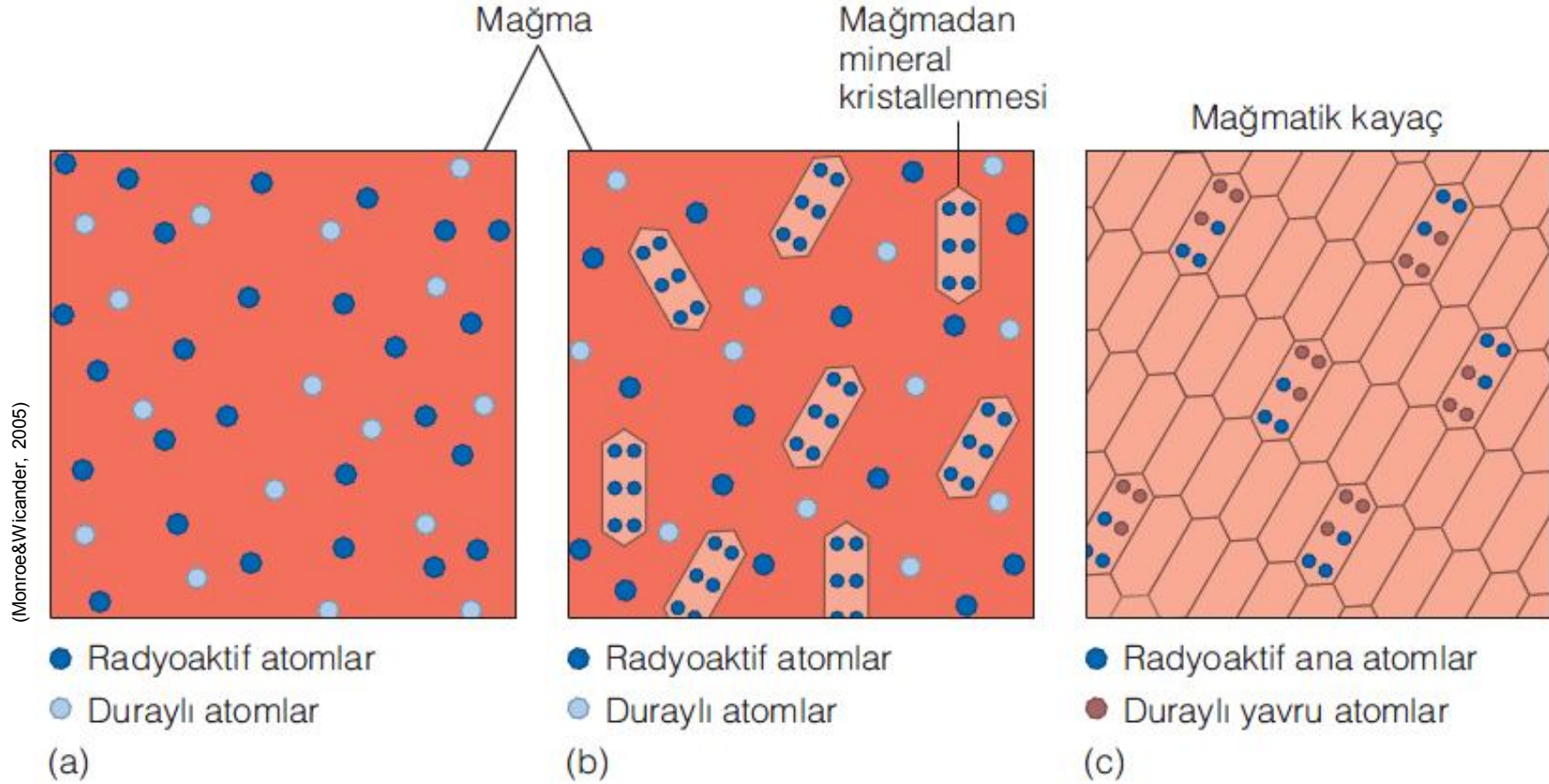
(c) Bir protonun bir elektronu yakalayıp nötrona dönüştürdüğü **elektron yakalama**.

Verilen bir radyoaktif elementin yarı ömrü her zaman sabit olup kesin olarak ölçülebilir. Değişik radyoaktif elementlerin yarı-ömürleri saniyenin milyarda birinden 49 milyar yıla kadar değişir.

Radyoaktif bozunma çizgisel bir hızdan ziyade geometrik bir hızda gerçekleşir. Bu yüzden, bozunma hızının grafiği düz bir çizgi yerine bir eğri ortaya çıkarır. Örneğin, 1,000,000 ana atoma sahip bir element bir yarı-ömür sonunda 500,000 ana atoma ve 500,000 yavru atoma sahip olacaktır. İki yarı-ömür sonrası 250,000 ana atoma (başlangıçtaki ana atomların dörtte biri, önceki ana atomların yarısı) ve 750,000 yavru atoma sahip olacaktır. Üç yarı-ömür sonrası 125,000 ana atoma (önceki ana atomların yarısı veya başlangıçtaki ana atomların sekizde biri) ve 875,000 yavru atoma sahip olacak ve böylece geride kalan ana atom sayısı o denli az olacaktır ki günümüzün hassas aletleriyle bile ölçülemez. Ana - yavru oranının ölçülmesi ve ana elementin yarı ömrünün bilinmesiyle (laboratuvarda belirleniyor), jeologlar radyoaktif element içeren bir örneğin yaşını hesaplayabilir. Ana - yavru oranı genellikle farklı kütlelerde olan atomların oranlarını belirleyen bir alet olan **kütle spektrometresiyle** belirlenir.



(a) Tekdüze, çizgisel ilişki bilinen birçok sürecin özelliğidir. Bu örnekte bardağa sabit bir hızda su ekleniyor. (b) Her bir zaman biriminin bir yarıömürü ve her bir yarıömrün ana elementin yavru elemente bozunması için gereken süreyi gösterdiği geometrik radyoaktif bozunma eğrisi.



(a) Magma hem radyoaktif, hem de duraylı atomlar içerir. (b) Magma soğudukça ve kristallenmeye başladıkça, bazı radyoaktif atomlar belirli minerallerin yapısına girer çünkü gerçek boyutlarında ve kristal yapısına uyuşabilir. Bu yüzden kristallenme anında mineral %100 radyoaktif ana atomlardan ve %0 duraylı yavru atomlardan oluşacaktır. (c) Bir yarıömür sonrasında radyoaktif ana atomların %50'si duraylı yavru atomlarına bozunmuş olacaktır.

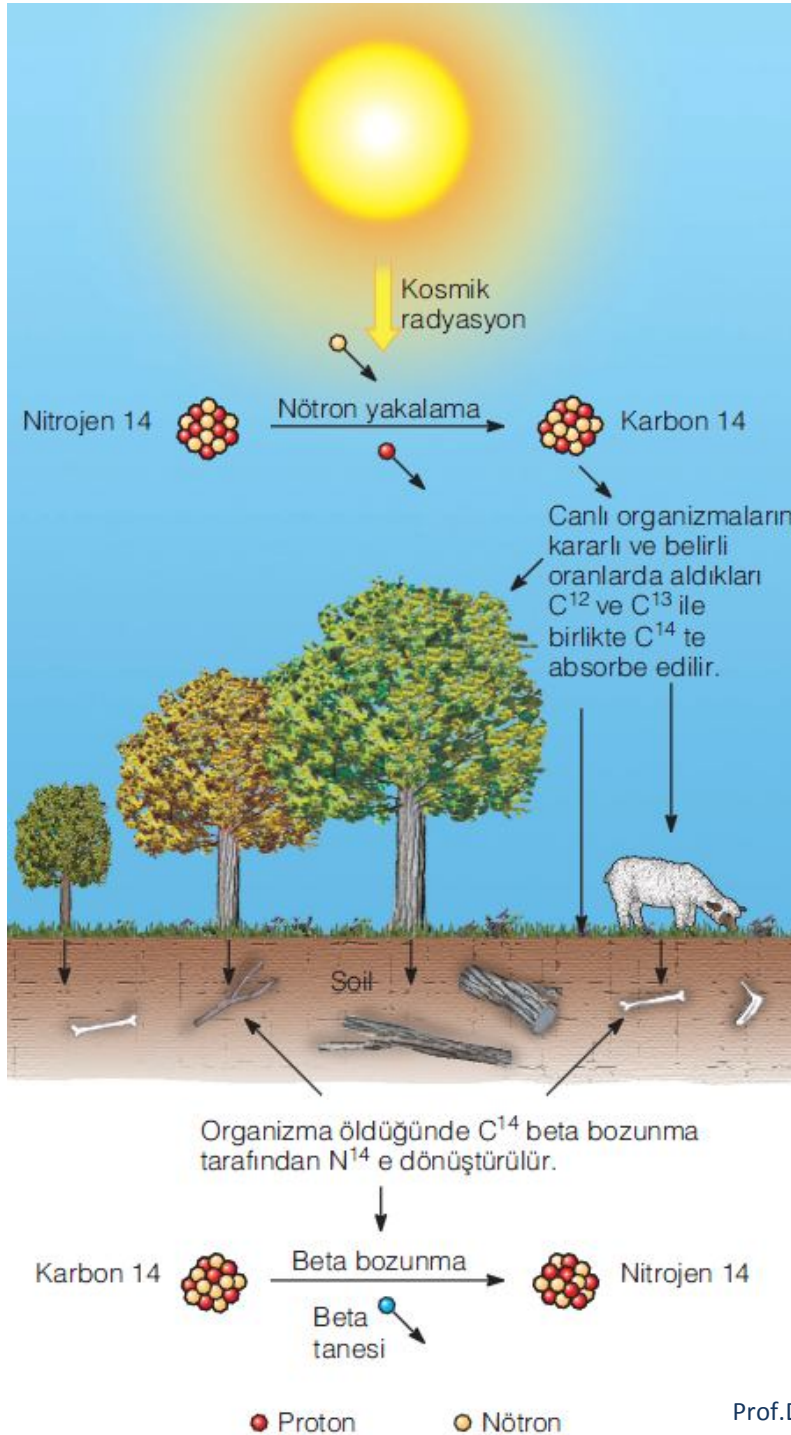
Ana	İZOTOPLAR Yavru	Ananın Yarı-Ömrü (yıl)	Etkili Yavru Aralığı (yıl)	Yaşlandırılan Mineraller ve Kayaçlar
Uranyum 238	Kurşun 206	4.5 milyar	10 milyon - 4.6 milyar	Zirkon Uraninit
Uranyum 235	Kurşun 207	704 milyon		
Toryum 232	Kurşun 208	14 milyar		
Rubidyum 87	Stronsiyum 87	48.8 milyar	10 milyon - 4.6 milyar	Muskovit Biyotit Potasyum feldispat Tün metamorfik veya magmatik kayaç
Potasyum 40	Argon 40	1.3 milyar	100,000 - 4.6 milyar	Glokonit Muskovit Biyotit Hornblend Tün volkanik kayaç

Fizyon İzi Yaşlandırması

Mineral içindeki uranyumun kendiliğinden bozunmasından kaynaklanan atomik parçacıkların yayılımı, mineralin kristal yapısına zarar verir. Tahribat, minerale yalnızca hidroşüorik asit tatbikinden sonra görülen mikroskobik çizgisellikler olarak görünür. Örneğin yaşı ise var olan fizyon izi sayısı ve örneğin içerdiği uranyum miktarıyla belirlenir: örnek yaşlandıkça, iz sayısı da artar. Jeologlar ve arkeologlar açısından fizyon izi yaşlandırması yalnızca birkaç yüz yıldan yüzlerce milyon yıl aralığında değişen örnekleri yaşlandırabildiğinden dolayı özel öneme sahiptir. Başka yaşlandırma tekniklerinin elverişli olmadığı bir dönem olan yaklaşık 40.000 ile 1.5 milyon yıl öncesi aralığında yer alan örnekleri yaşlandırmada çok yararlıdır. Fizyon izi yaşlandırmasındaki sorunlardan biri, kayaçlar daha sonra yüksek sıcaklıkların etkisinde kaldığında gerçekleşir. Bu olduğunda hasarlı kristal yapıları sertleştirme ile onarıldığında sonuçta izler kaybolur. Bu tür durumlarda hesaplanan yaş geçerli yaştan daha genç olacaktır.



Bu apatit kristalindeki her bir fizyon izi (yaklaşık 16 mikron uzunluğunda), bir uranyum atomunun radyoaktif bozunumunun ürünüdür. Fizyon izlerini görünür kılmak için apatit kristaline hidroşüorik asit tatbik edilir.

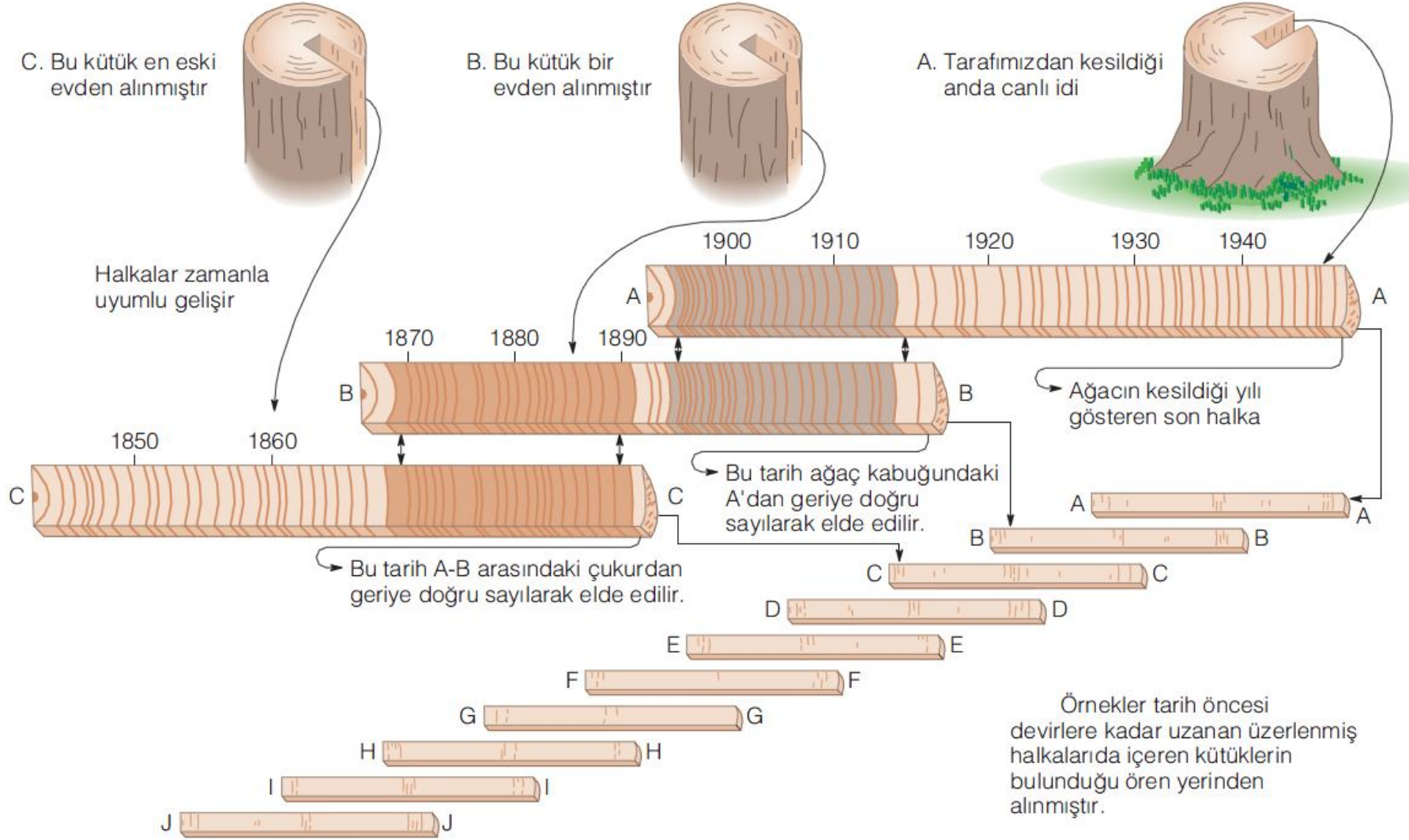


Radyokarbon Yaşlandırma Yöntemleri

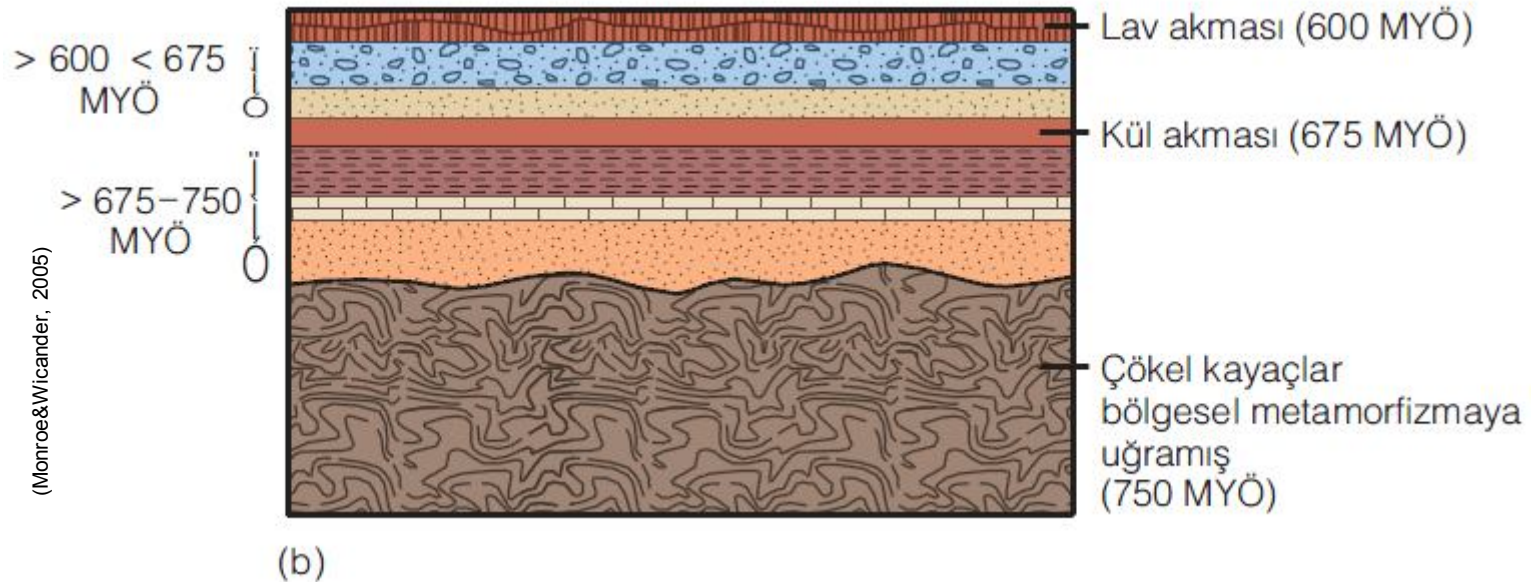
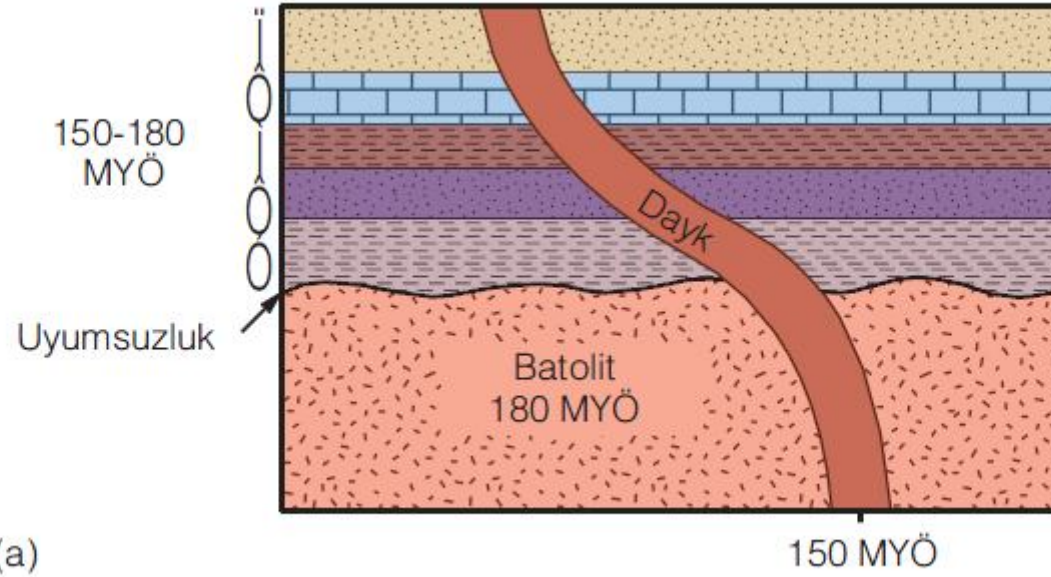
Karbon doğada önemli bir elementtir ve tüm yaşam biçimlerinde bulunan temel elementlerden biridir. Üç izotopu vardır; bunlardan ikisi olan karbon 12 ve karbon 13 duraylı iken, karbon 14 radyoaktiftir. Karbon 14, ± 30 yıllık 5730 yıl yarı ömürlüdür.

Karbon 14 yaşlandırma yöntemi, karbon 14'ün karbon 12'ye olan oranına dayanır ve genellikle bir zamanlar yaşayan malzemedeki yaş almakta kullanılır. Karbon 14'ün kısa yarı ömrü bu yaşlandırma yöntemini sadece yaklaşık 70.000 yıldan daha genç örnekler için uygulanır hale getirir. Sonuçta karbon 14 yaşlandırma yöntemi özellikle arkeolojide yararlıdır ve Pleyistosen'in son kesimindeki olayları açığa çıkarmada oldukça yardımcı olmuştur.

Ağaç-Halkası İle Yaşlandırma Yöntemi



Çapraz - yaşlandırma yönteminde farklı ağaçlardaki ağaç halkası dizilimleri zamanda geriye dönen bir halka genişlik kronolojisi oluşturmak için bir başkasıyla eşleştirilir. A. Bu kestiğimizde canlı bir ağaçtı (Son halkanın yaşı ağacı kestiğimiz yıl). B. Bu gövde bir evden gelmiştir (Bu yaş A'nın kabuğundan geri sayılarak elde edilir). C. Bu gövde eski bir evden gelmiştir (Bu yaş B boyunca A'nın kabuğundan geriye sayılarak elde edilir).



Çökel kayaçların mutlak yaşları, ilişkili olduğu magmatik kayaçların yaşlandırılmasıyla belirlenebilir. (a) ve (b)'de mutlak yaşların belirlenmiş olduğu kayaç kütleleriyle çökel kayaçlar paranteze alınmıştır.