

VIII. FAYLAR (FAULTS)

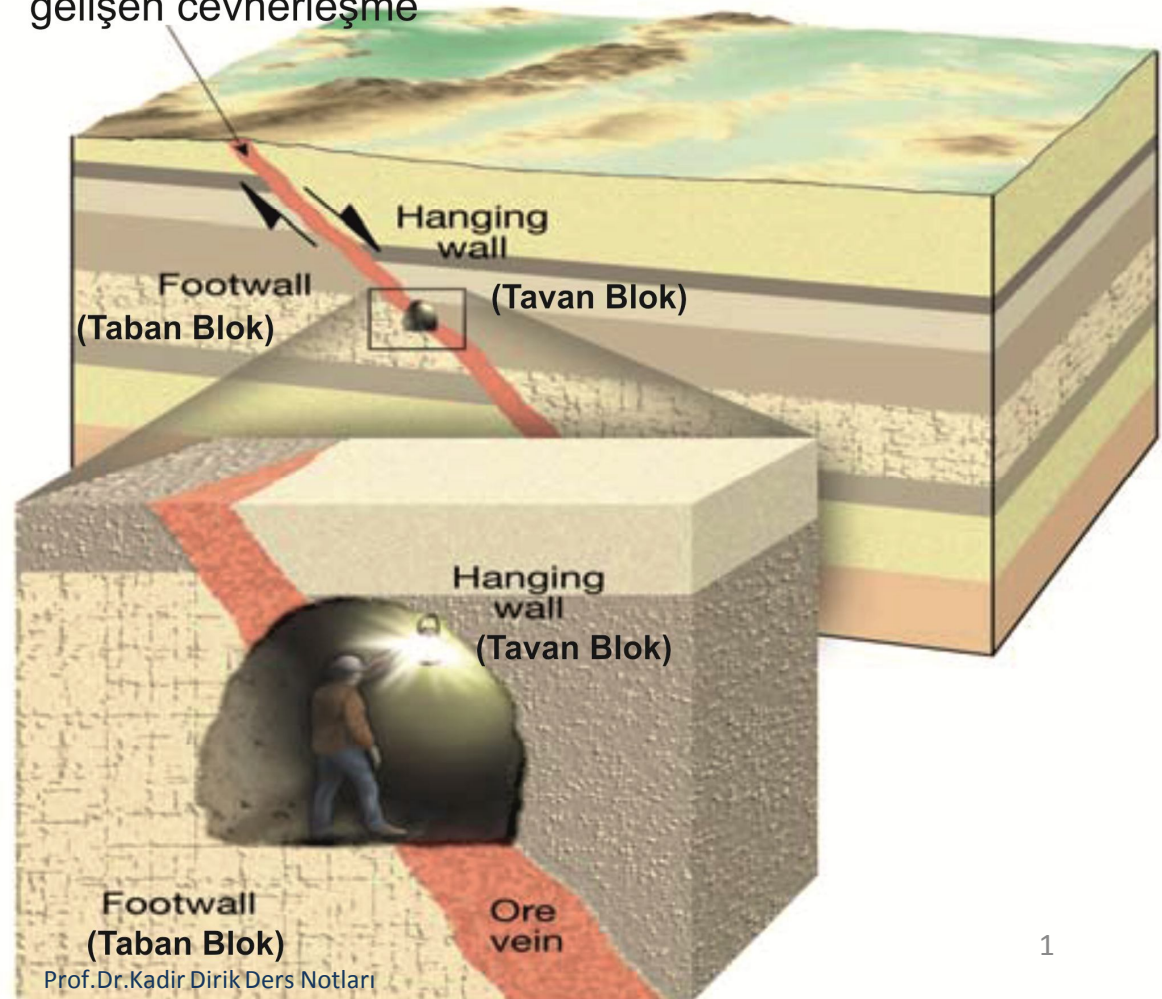
VIII.1. Tanım ve genel bilgiler

Kayaçların bir düzlem boyunca gözle görülecek miktarda kayma göstermesi olayına **faylanma** (faulting), bu olay sonucu meydana gelen yapıya da **fay** (fault) adı verilir.

Faylarda kayma hareketinin olduğu düzleme **fay düzlemi** (fault plane) veya fay aynası denir.

Faylarda kırılma yüzeyinin (fay düzlemi) her iki tarafında yer alan kayaç topluluklarına **blok** adı verilir. Fay düzleminin iki yanındaki bu bloklar bu düzleme sürtünerek ve değişik doğrultularda kayarak birbirlerine nazaran yer değiştirirler. Fay düzleminin üst kısmında kalan bloğa **tavan bloğu** (hanging wall) altta kalan bloğa ise **taban bloğu** (foot wall) adı verilir.

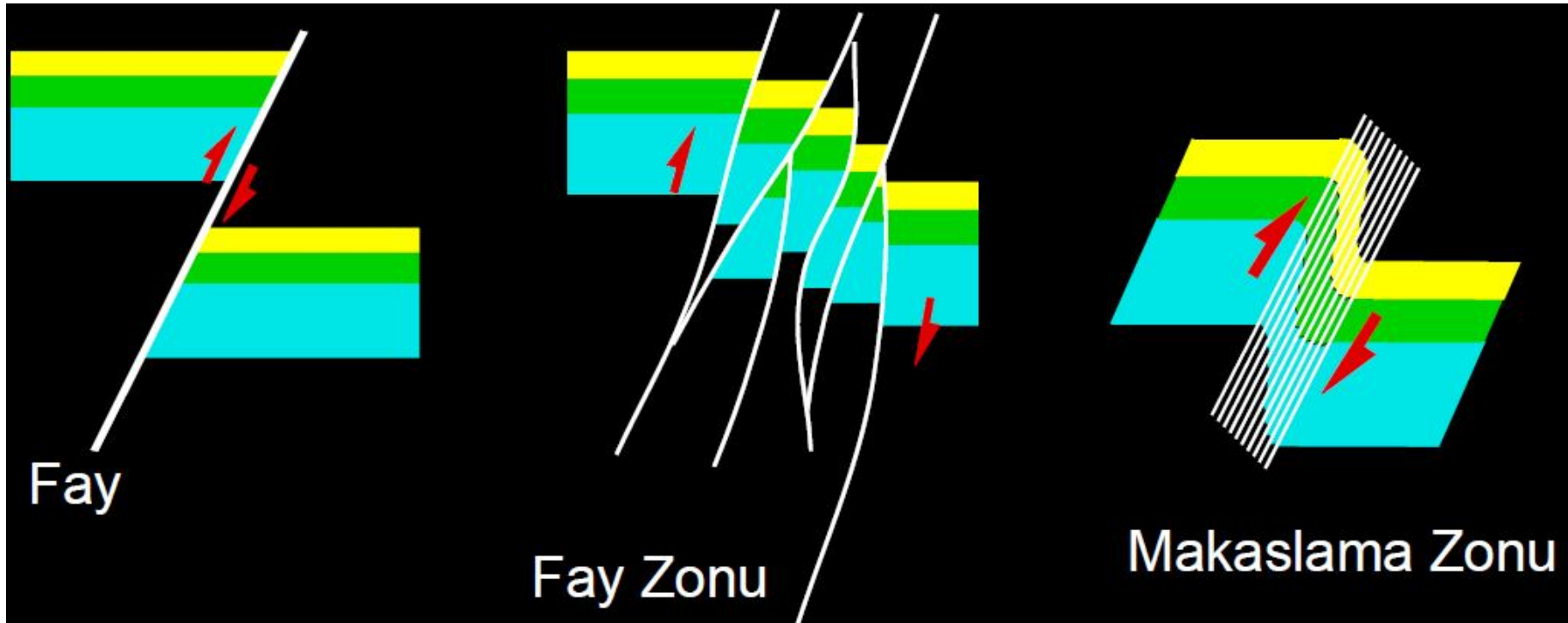
Fay izi boyunca gelişen cevherleşme

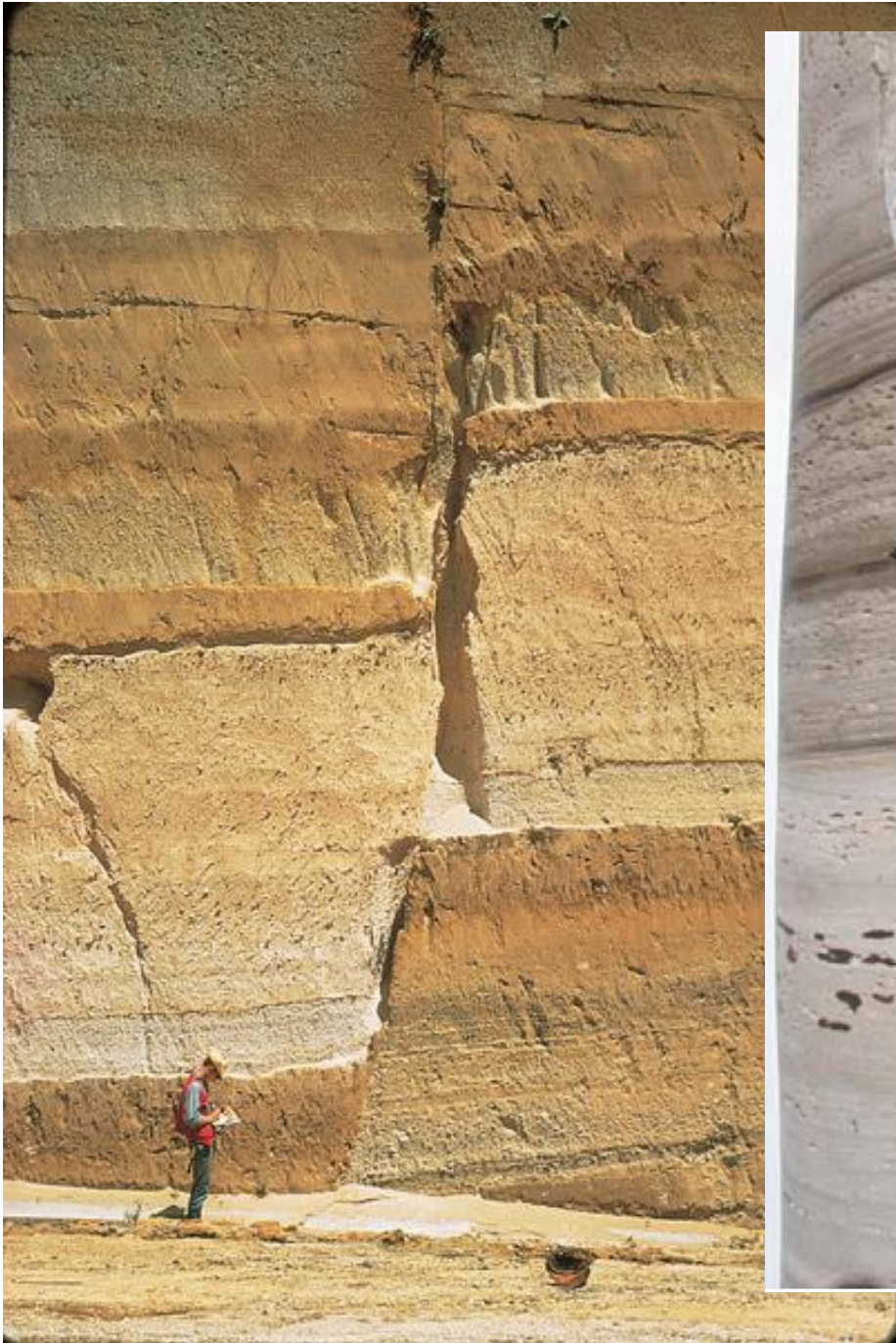


Faylar genelde çok belirgin düzlem veya yüzey boyunca gelişen hareketler ile temsil edilir.

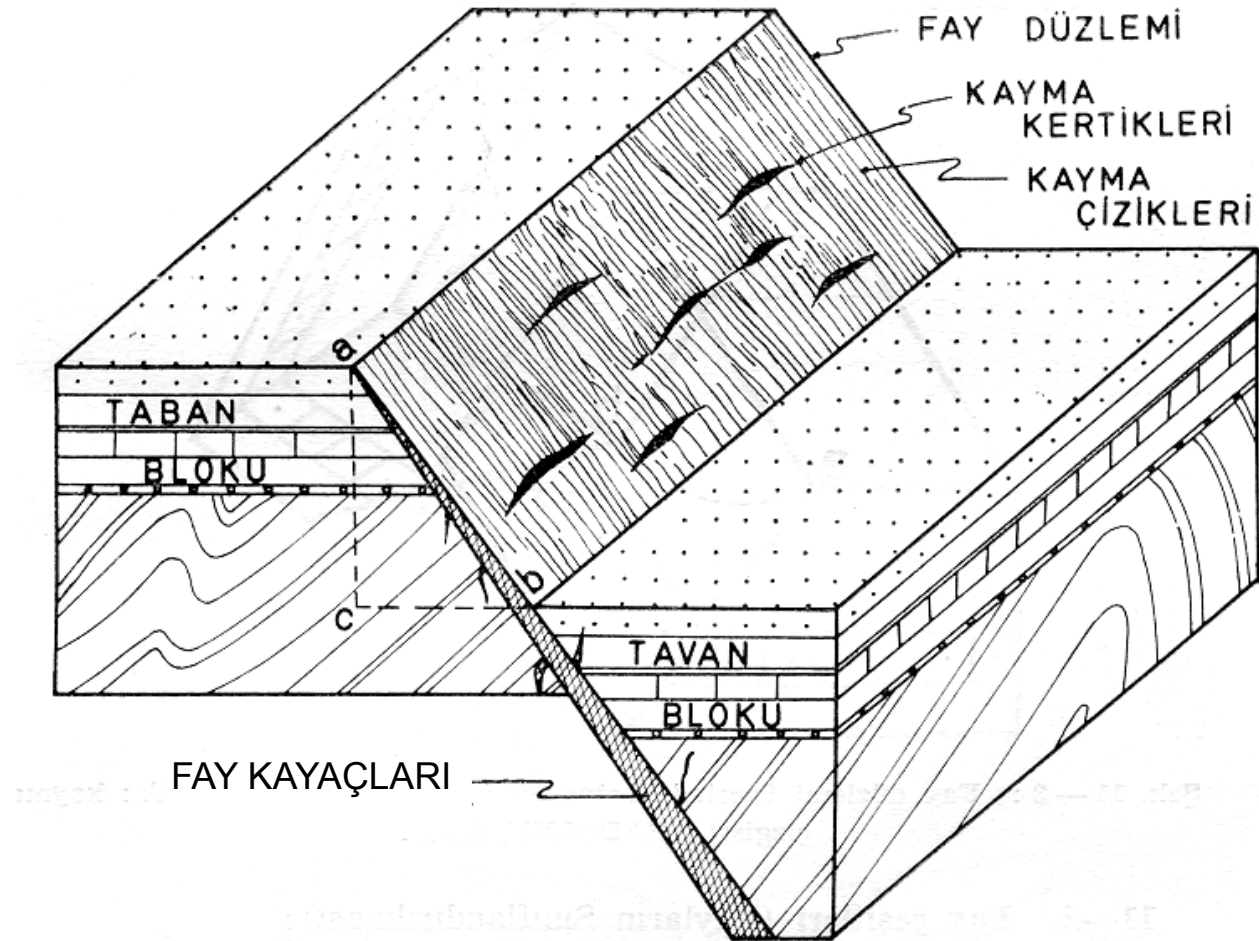
Deformasyonun yoğun olduğu kesimlerde bir fay yerine birbirine paralel, yarı paralel gelişen veya hatta birbirlerini kesen fay segmentlerinden oluşan **fay zonları/kuşakları** meydana gelir.

Mukavemeti zayıf olan kayalarda net bir kırık gelişmeden ötelenme, deformasyon gelişebilir ve böylece **makaslama zonları** gelişir.





Fay düzlemi üzerinde kayma ile ilişkili olarak bazı yapılar meydana gelir. Bunların en önemlileri **fay çizikleri** (slickensides / slickenlines / striations) ve **fay kertikleridir** (chatter mark). Faylarda kırılma ve blokların birbirleri üzerinde sürtünerek kaymaları, fay düzlemi veya fay zonundaki kayaların parçalanıp ufalanmasına yol açar.



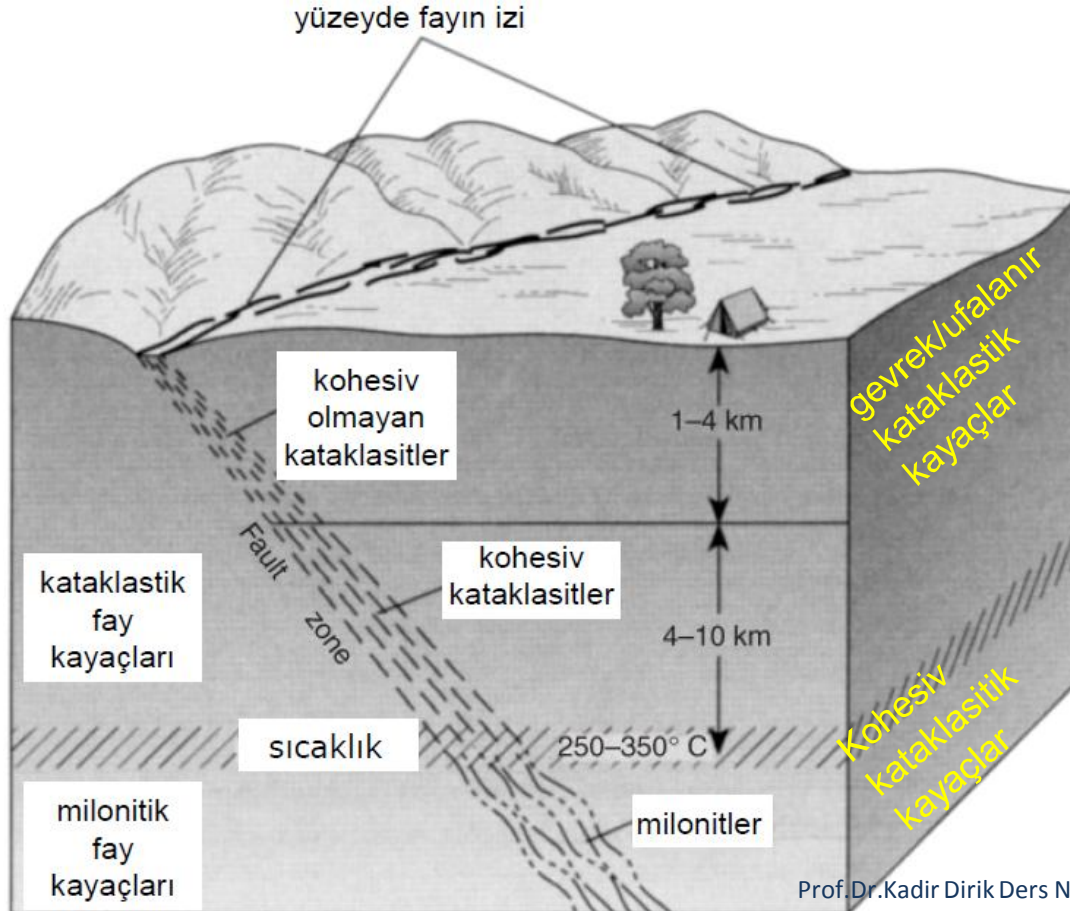
VIII.2. Fayların tanınma kriterleri

Fayların tanınması için kullanılan kriterler kabaca üç grup altında incelenir:

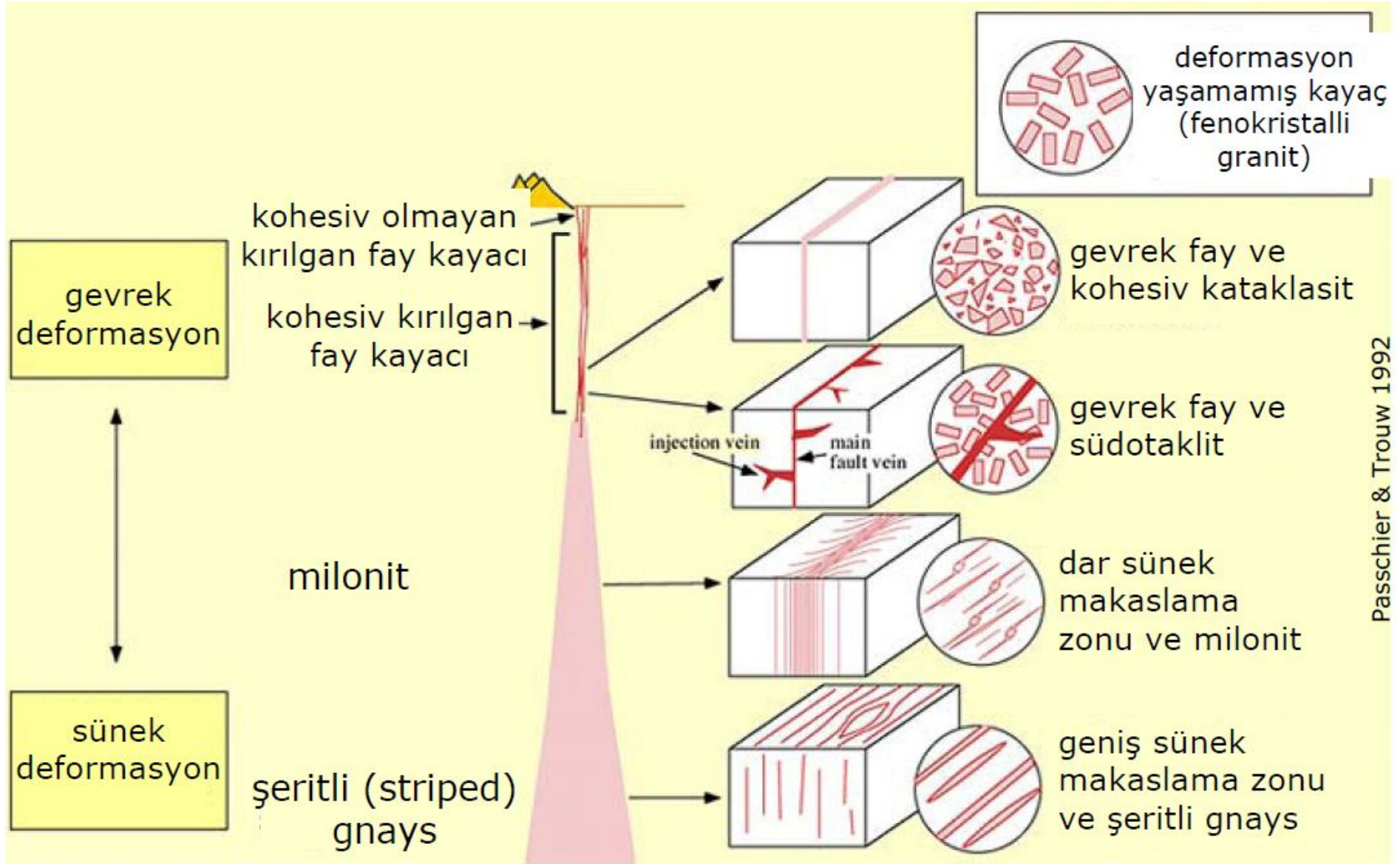
1. Fayların kendilerine has ve içsel özellikleri
2. Jeolojik ve stratigrafik birimler üzerindeki etkileri
3. Topoğrafya (fizyografik unsurlar) üzerindeki etkileri

1. Fayların kendilerine has ve içsel özellikleri

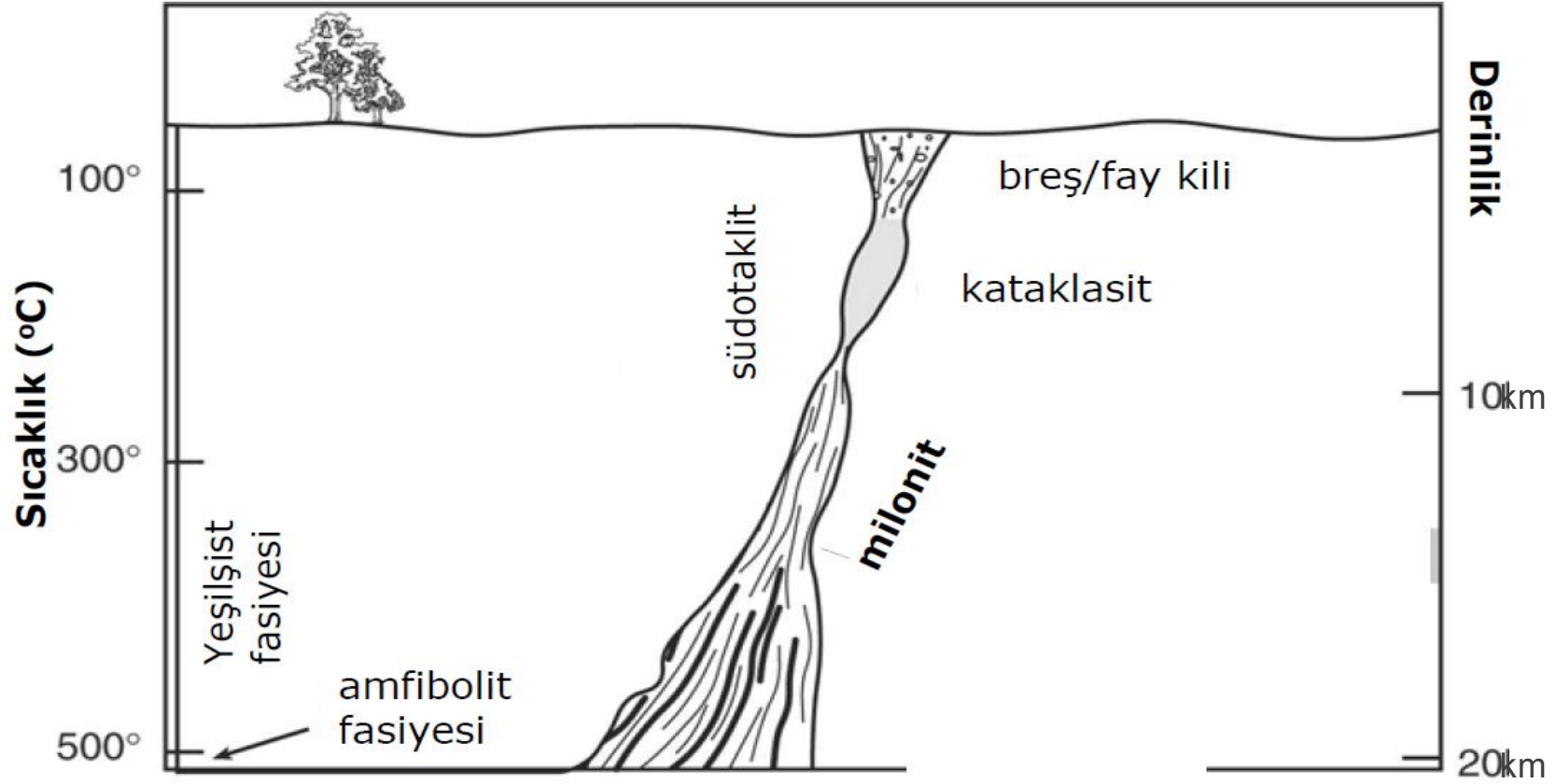
A. Fay Kayaçları: Kataklastik Kayaçlar, Breş Serisi ve Milonitler



Yerkabuğunun bir bölümünü gösteren şematik blok diyagram: yüzeydeki fay izi ve derinliğe bağlı olarak fay zonu içinde kaya kayacındaki değişiklikleri gösteriyor. Kohesiv olmayan kataklasitler ve südotaklitler yerin 1-4 km derinliğinde gelişirler. Eğer, kuru bir ortam söz konusu ise südotaklitlerin oluşumu 15 km derinliğe kadar mümkün. Milonitler 10-15 km derinlikte ve 250-350 °C sıcaklık koşullarında oluşmaya başlar.



Derinlik ve dolayısıyla metamorfizma derecesi arttıkça Makaslama zonu genişliyor





A.



B.

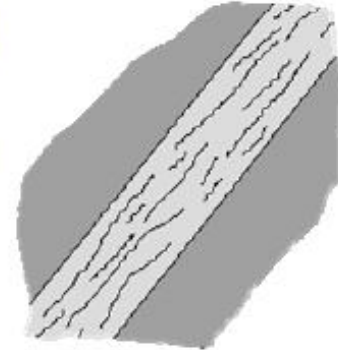
Twiss & Moores 1992

Kataklastik kayaçlar: **(A)** iri kireçtaşı parçalarından oluşan **megabreş**;
(B) **Kataklasit**

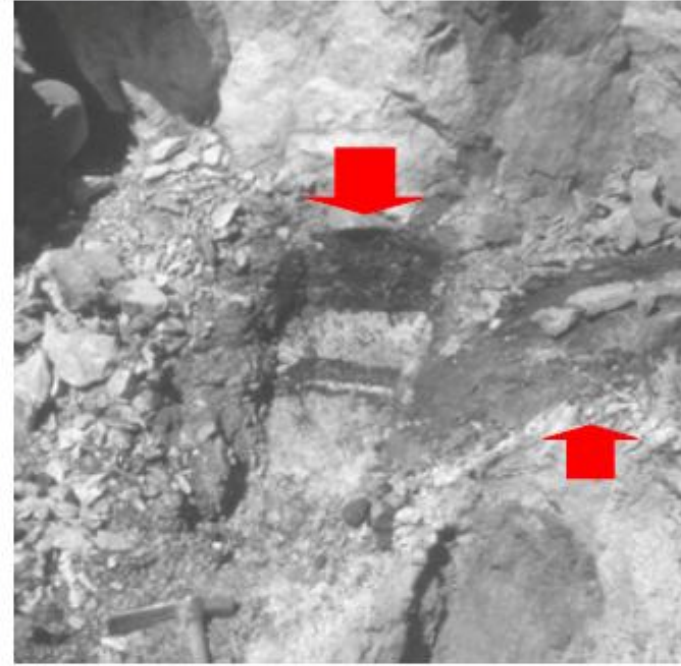
çimentolanmış fay breşi



breş



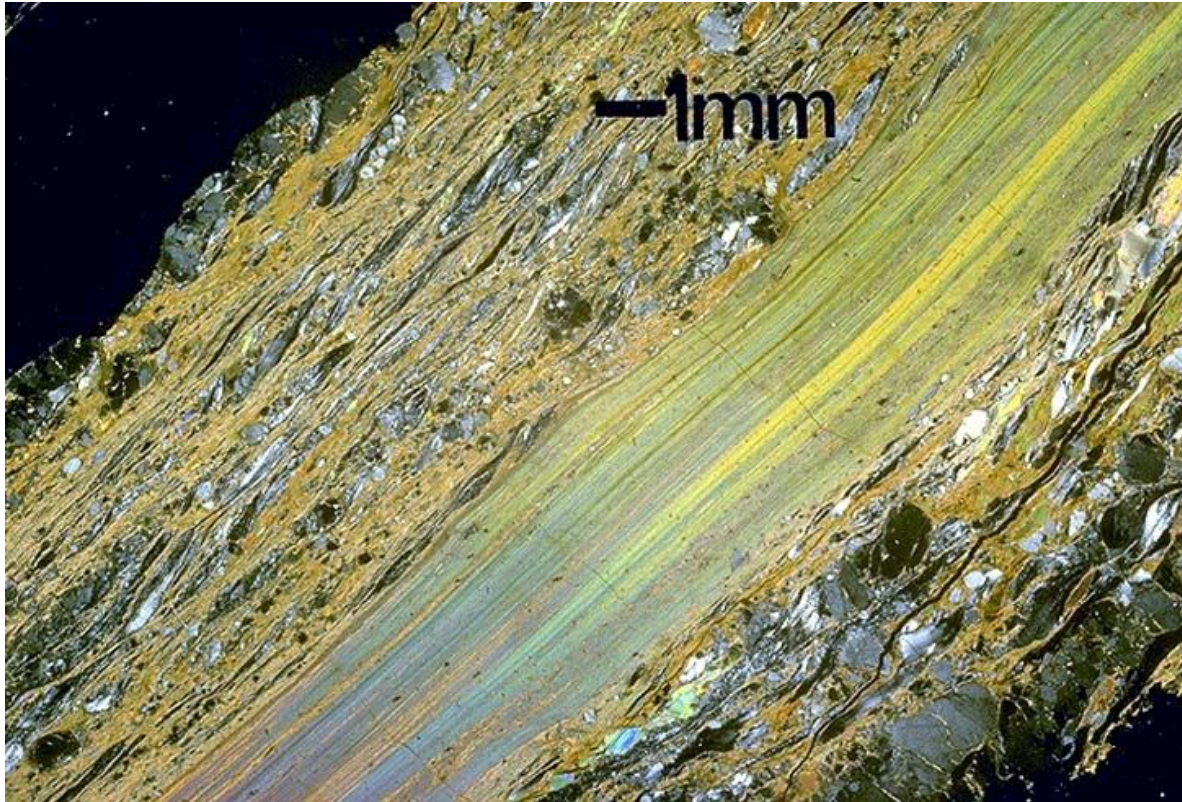
fay kili



fay kili

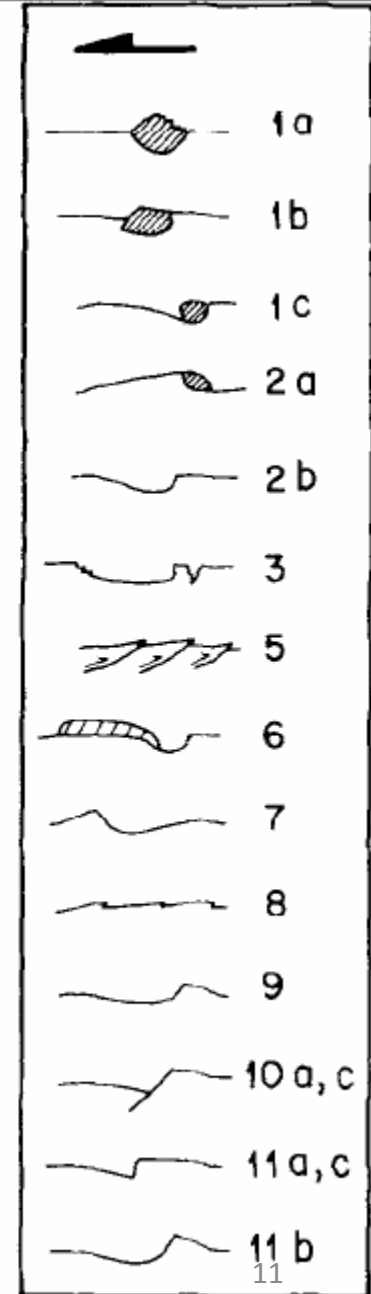
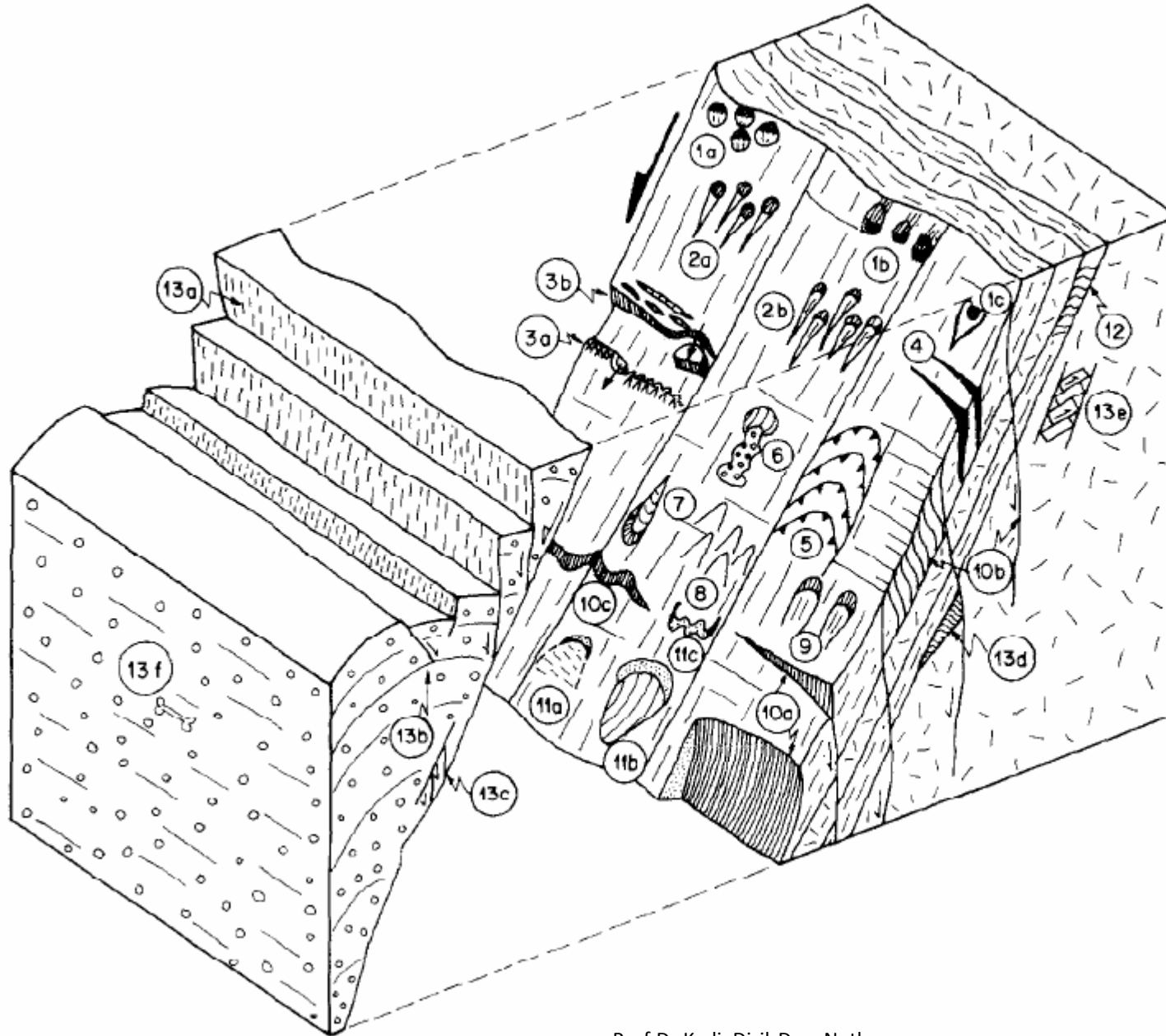


Kataklasit



Milonitin içinde gelişmiş ultramilonit: Kuvars-feldispat ve biyotiten oluşan iri taneli bir kayaç.

B. Fay Düzlemi Üzerindeki Yapılar



B. Fay Düzlemi Üzerindeki Yapılar

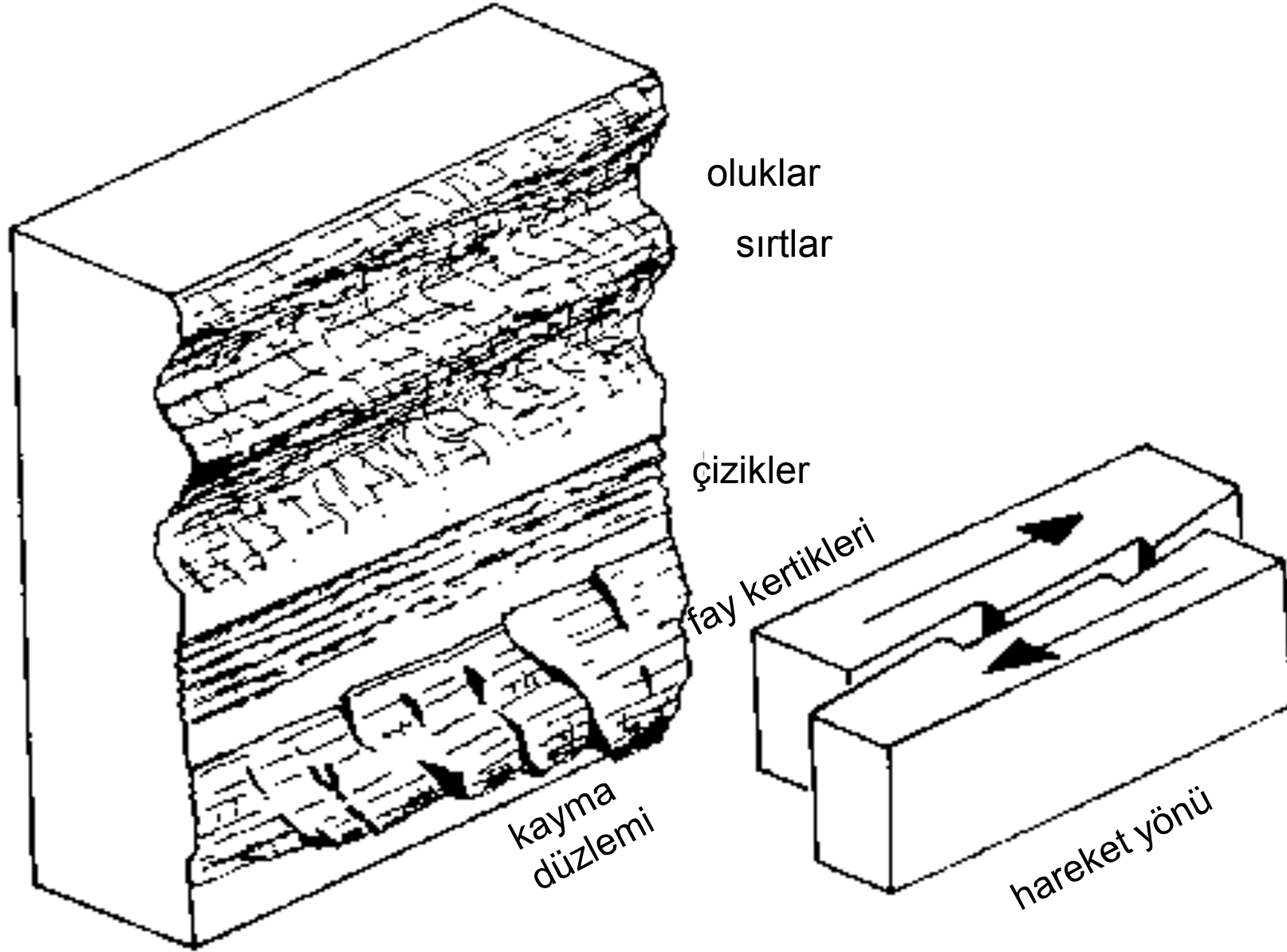
Faylar bir çok fiziksel özellik içerirler; bu özelliklerin hepsini tek bir mostrada bulmak bir şanstır! Fay yüzeyi boyunca gelişen yapıların tespit edilmesi ve ayrıntılı incelenmesi fayların genel özelliklerinin ortaya konmasında oldukça önemli veriler sunar. Arazide fay düzlemleri genelde düz ve parlatılmış yüzeyler (**fay aynası / slickensides**) olarak karşımıza çıkarlar. Parlaklık fay bloklarının hareketi sırasında fay yüzeyindeki kayaçların kırılıp-ufalanarak sürtünme nedeniyle kaygan-parlak zemin oluşturması meydana gelir.

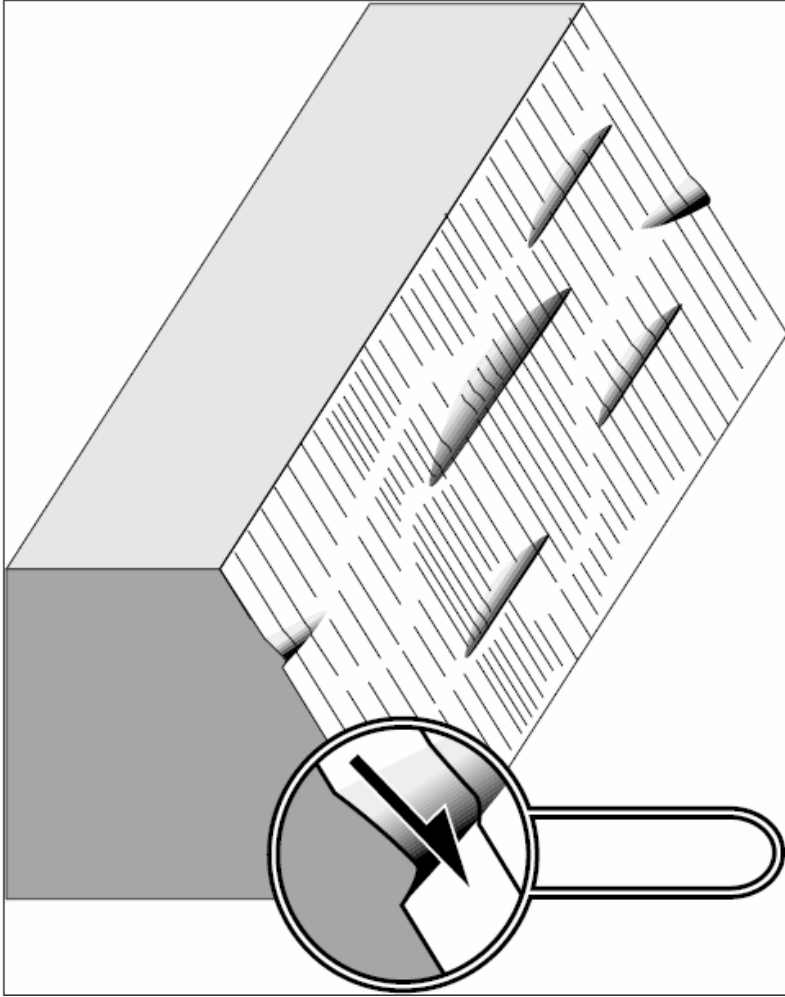
Fay düzleminin görülmesi fay varlığının kesin kanıtıdır. Parlak yüzeylerin görülmemesinin nedeni fay bloklarının kayaç yapısının parlaklık kazanmamasına elverişli olmaması veya oluşan parlak yüzeylerin daha sonra gelişen alterasyon sonucu bu özelliklerini kaybetmesidir.

Fay düzlemi üzerinde kayma ile ilişkili olarak bazı yapılar meydana gelir: (i) **fay çizikleri**; (ii) **fay tepecikleri** ve (iii) **fay kertikleridir** (chatter mark)

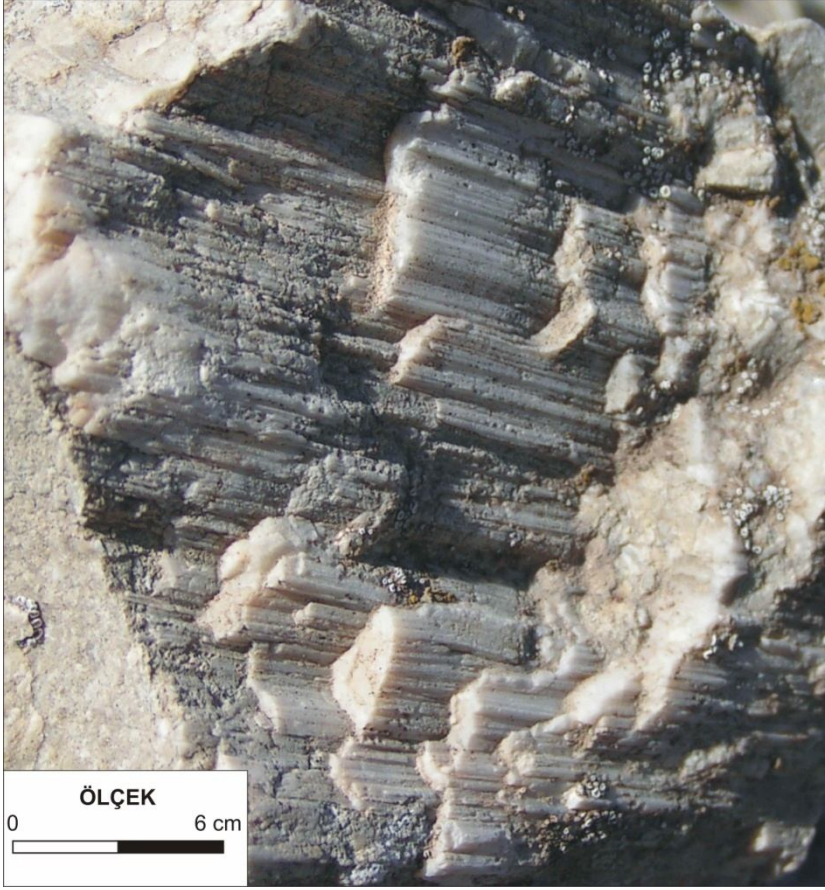
Fay Çizikleri

Fay çizikleri (slickenlines / striations) çok güçlü yönlenme gösteren linear yapılardır; fay boyunca gerçekleşen harekete paralel gelişirler ve fay bloklarının gerçek hareket yönünü gösterirler. Çoğunlukla fay blokları arasında kalmış sert tanelerin veya düzgün olmayan fay yüzeyinin diğer fay bloğunu oyması veya düzleme saplanması sonucu oluşan çizik veya derin oluklar (fay olukları) şeklinde gelişebilirler.





Fay Tepecikleri



Fay kertikleri (Chater marks)



Ridel kırıkları



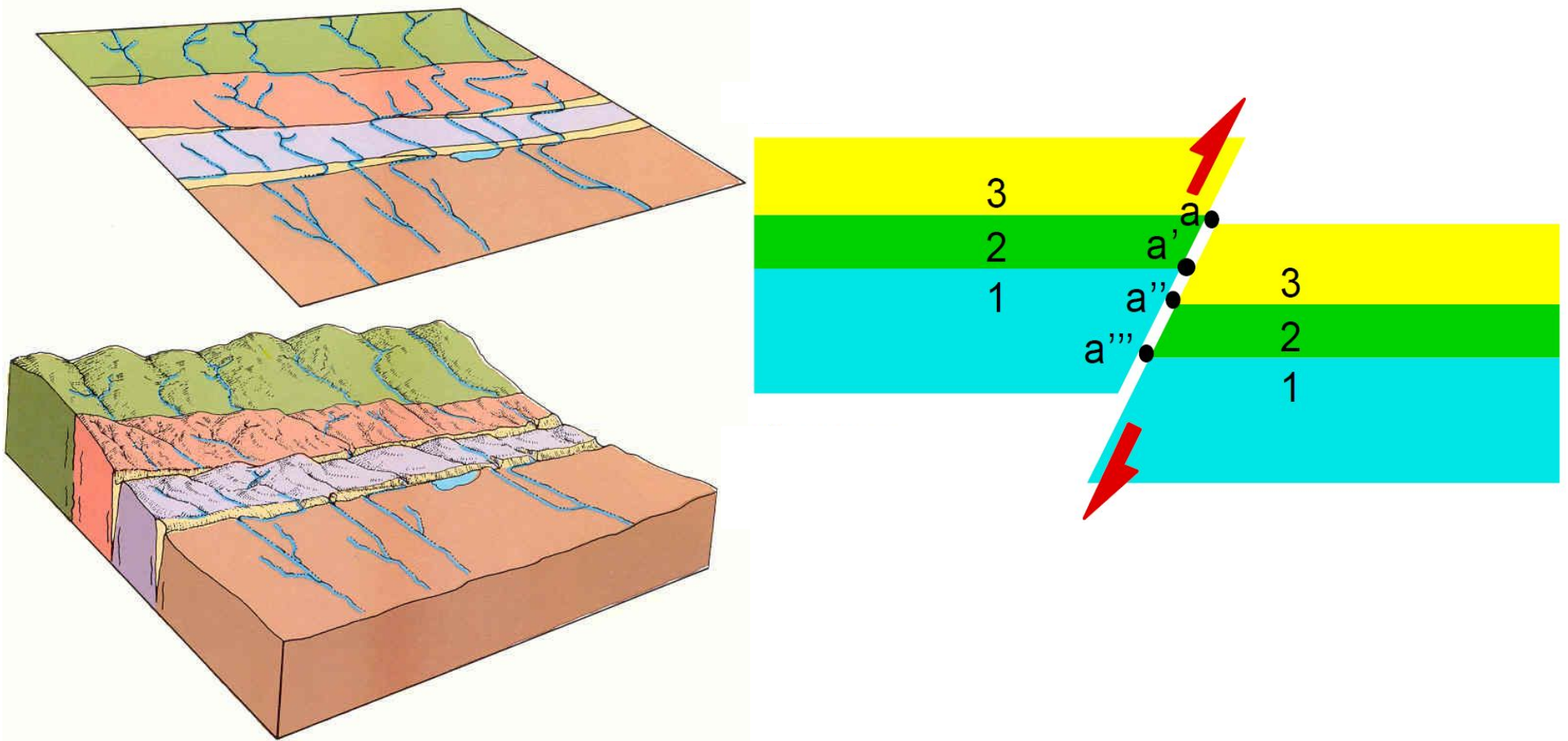




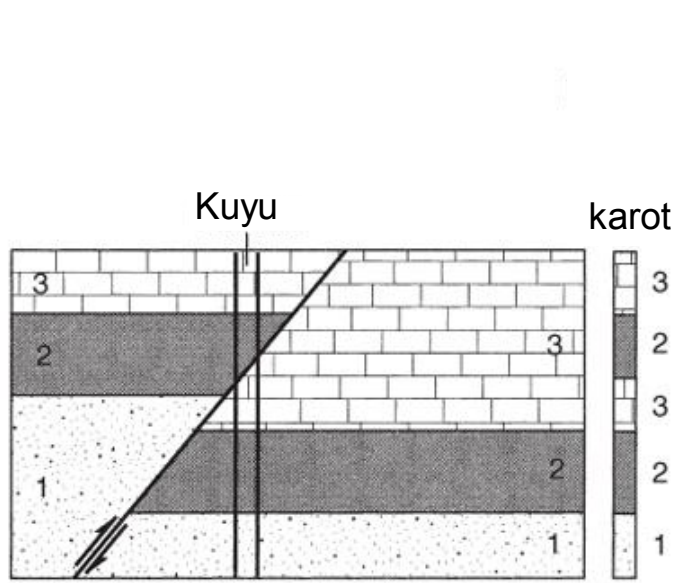
2. Jeolojik ve Stratigrafik Birimler Üzerindeki Etkileri

A – Yan Yana Gelme (*Juxtaposition*)

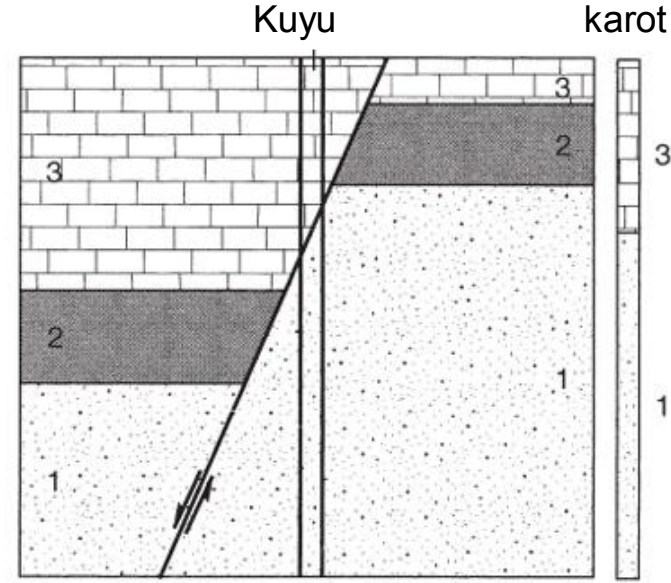
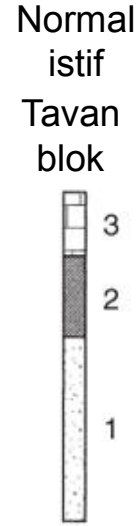
Fay düzlemleri boyunca gerçekleşen hareket genelde aynı istife, ortama veya dizine ait olmayan (yaşları, kökenleri, oluşum ortamları, kökenleri hep farklı) kaya topluluğunu yan yana getirir:



B – Eksik/Kayıp ve Bindirme/Tekrarlanma Alanları (Omission and Repetition of Strata)

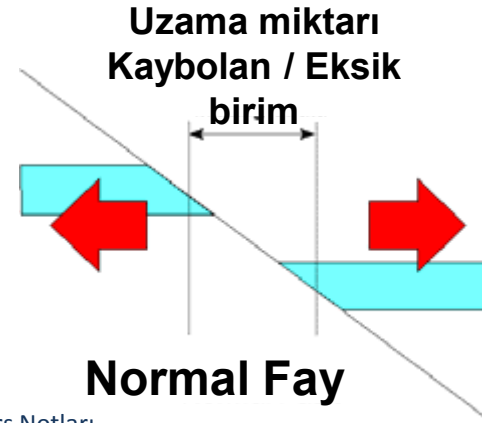
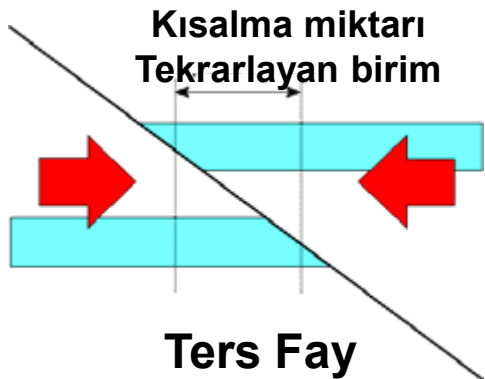


A.

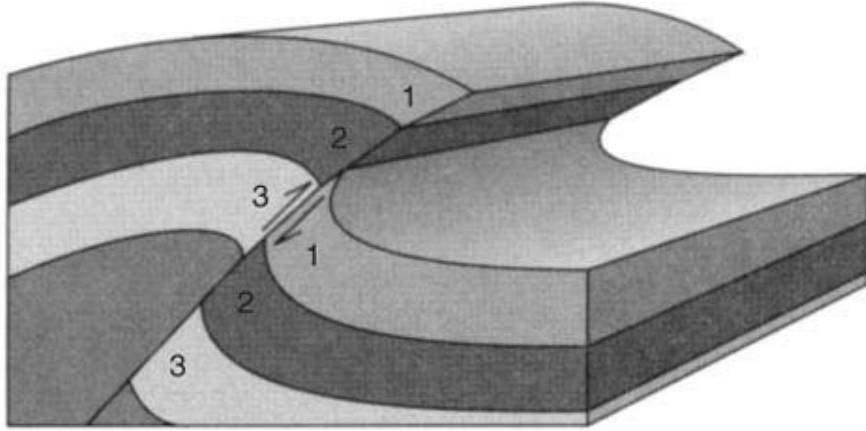


B.

Normal istif
Tavan
blok

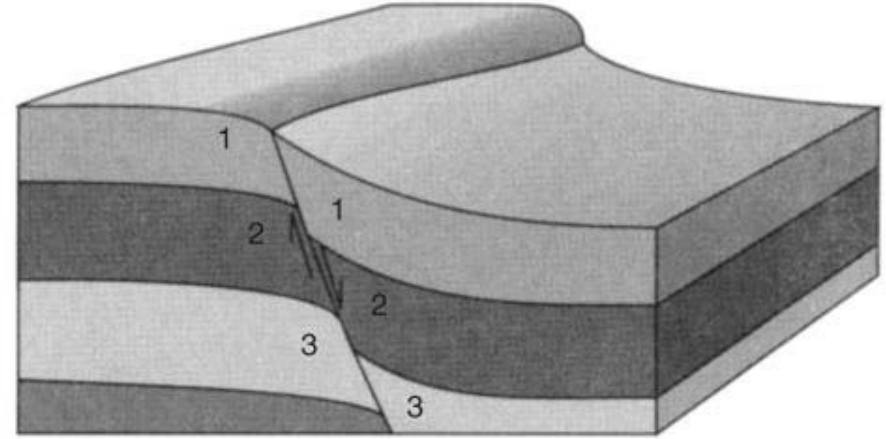


C – Sürüklenme (Drag) Kıvrımlar

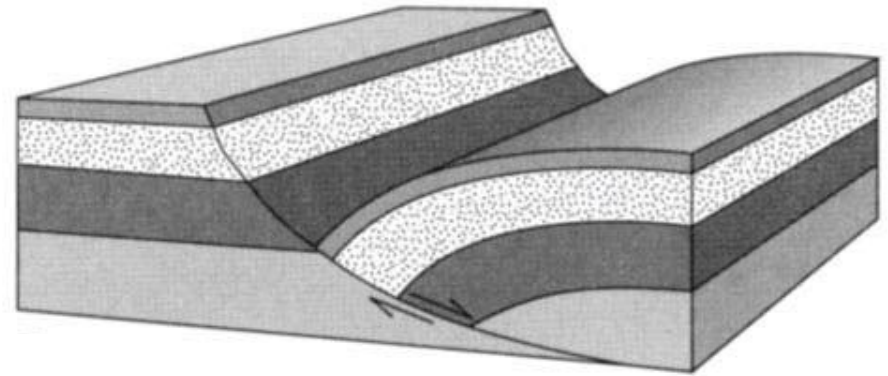


A.

Fay bloklarındaki tabakaların uç kısımlarında fay düzlemine yaklaştıkça kıvrımlanma görülür. Bu durum, faylanma ve fay düzleminin sürtünerek kayması nedeniyle buradaki tabaka uçlarının hareket yönüne doğru kıvrılmasıyla oluşur

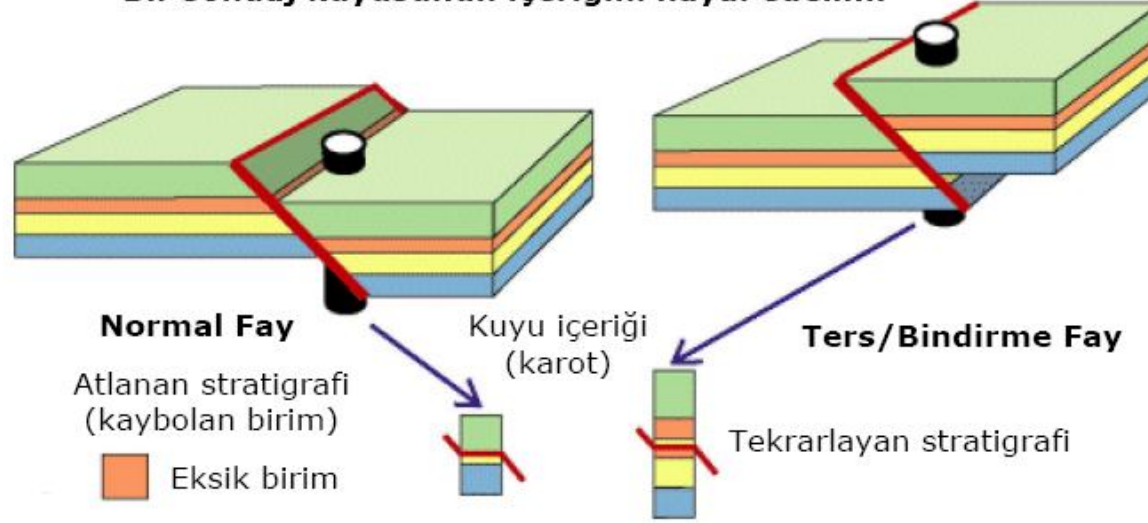


B.

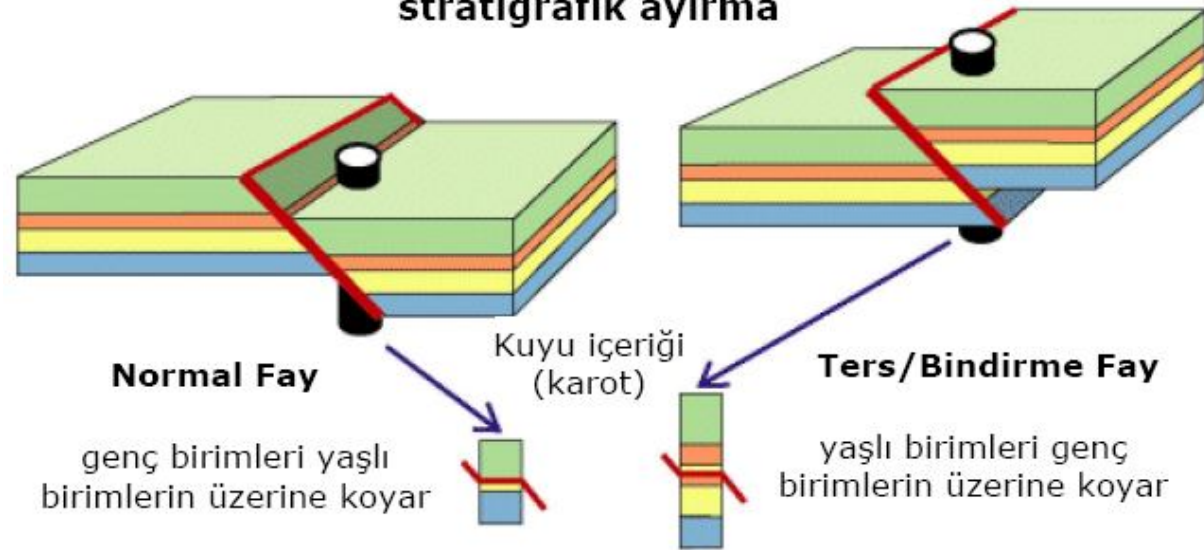


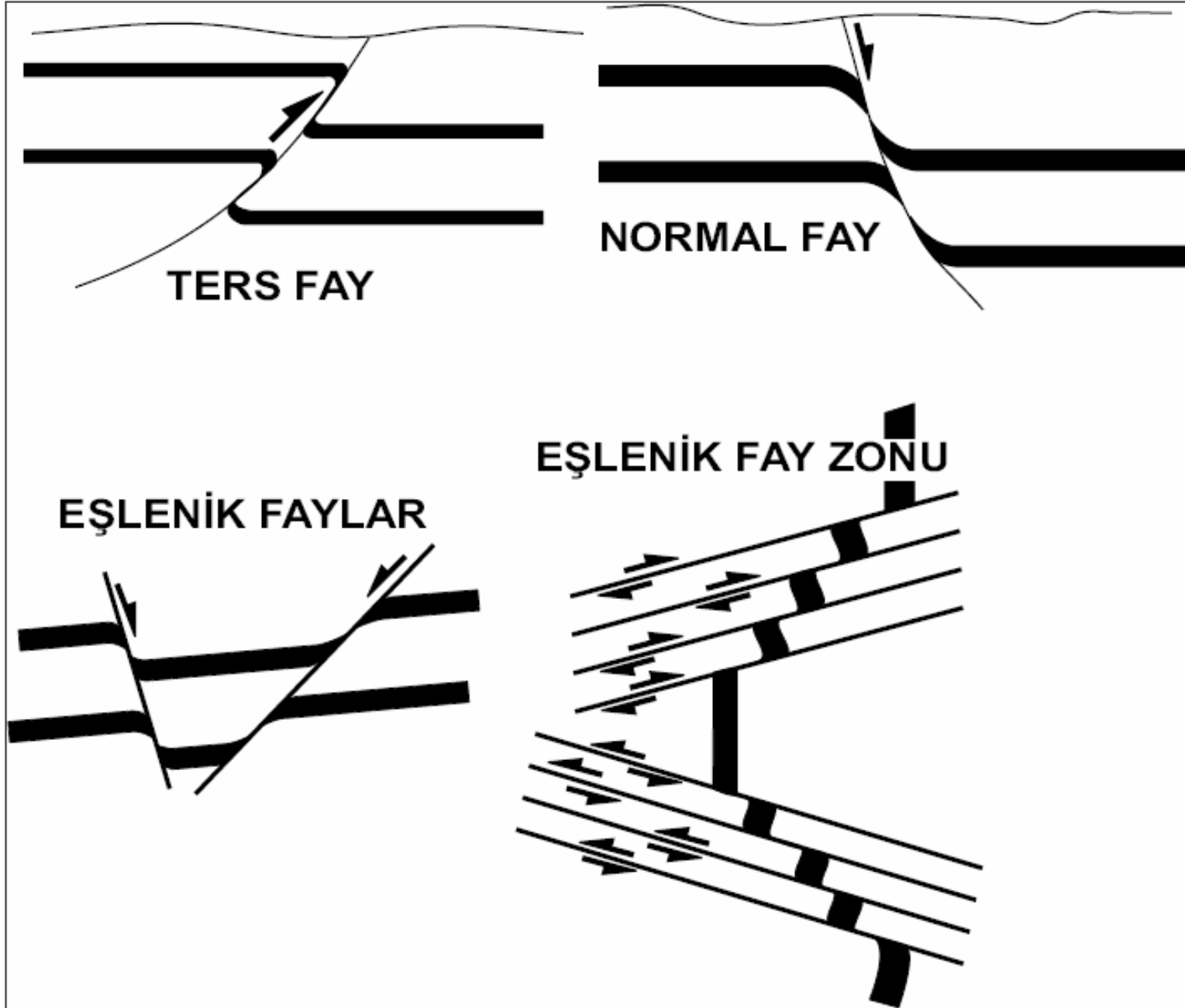
D – 'Rollover' Antiklinal (Ters Sürüme Kıvrımı)

Bir sondaj kuyusunun içeriğini hayal edelim!



stratigrafik ayırma





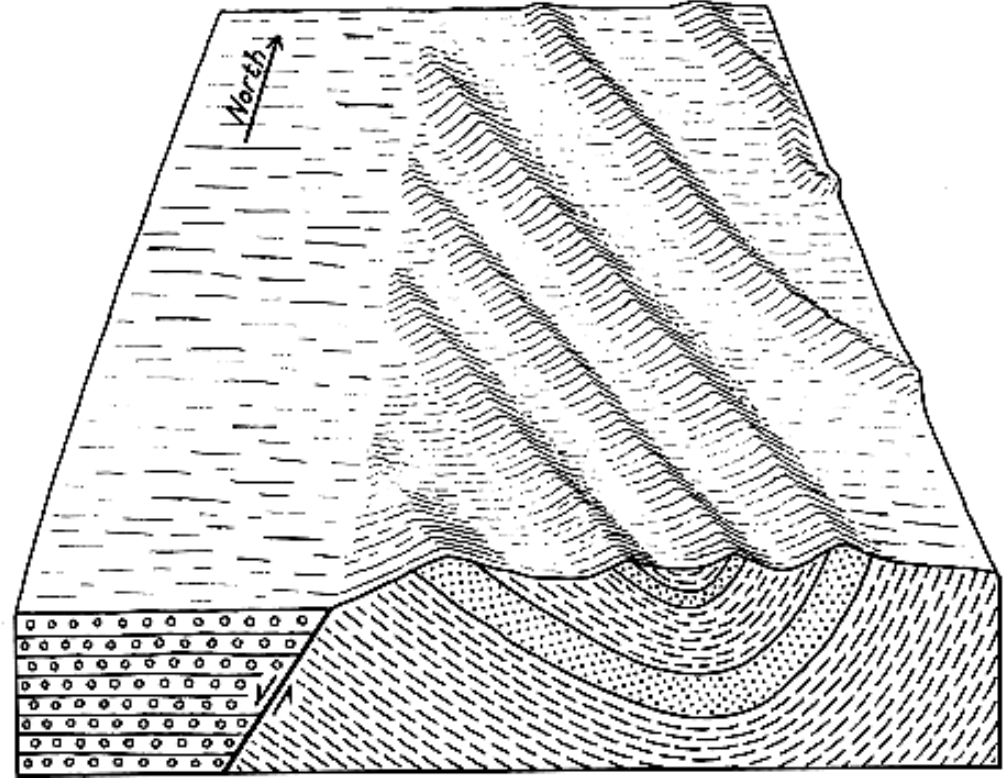




E - Yapıların devamsızlığı

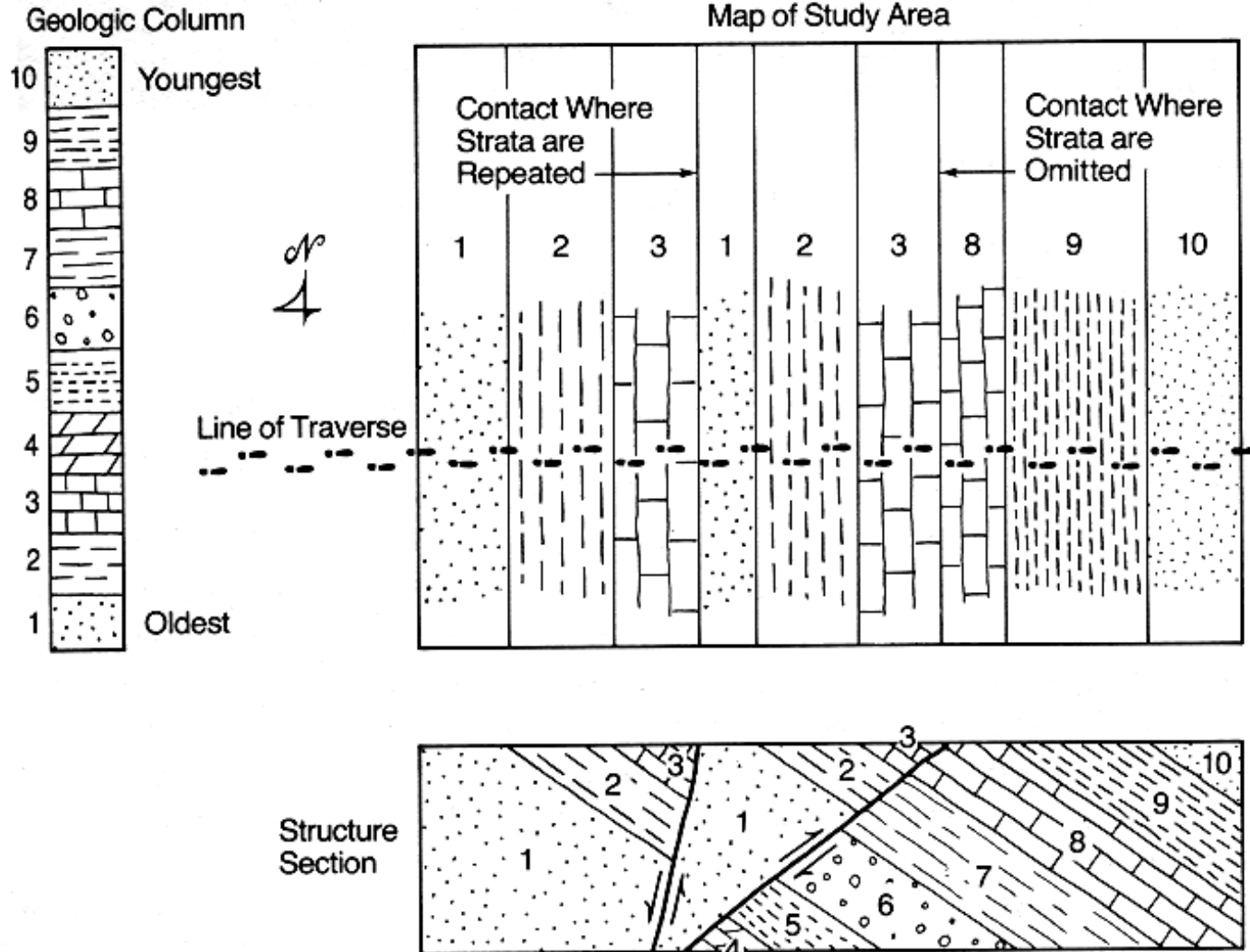
Kimi jeolojik yapıların belirli hatlar boyunca kesilmesi bir faya işaret edebilirler:

- i. bir diskordans (taban çakıltası, aşınma kanalları, fosil toprak seviyesi),
- ii. 'ammonitico rosso' gibi kılavuz bir seviye,
- iii. kömür veya kuvars damarı,
- iv. mineralleşme zonu
- v. jeolojik yapı: milonit zonu, kıvrım, eklem
- vi. sokulum (kontak metamorfik zon, anklav, dayk, sil, vs) olabilir



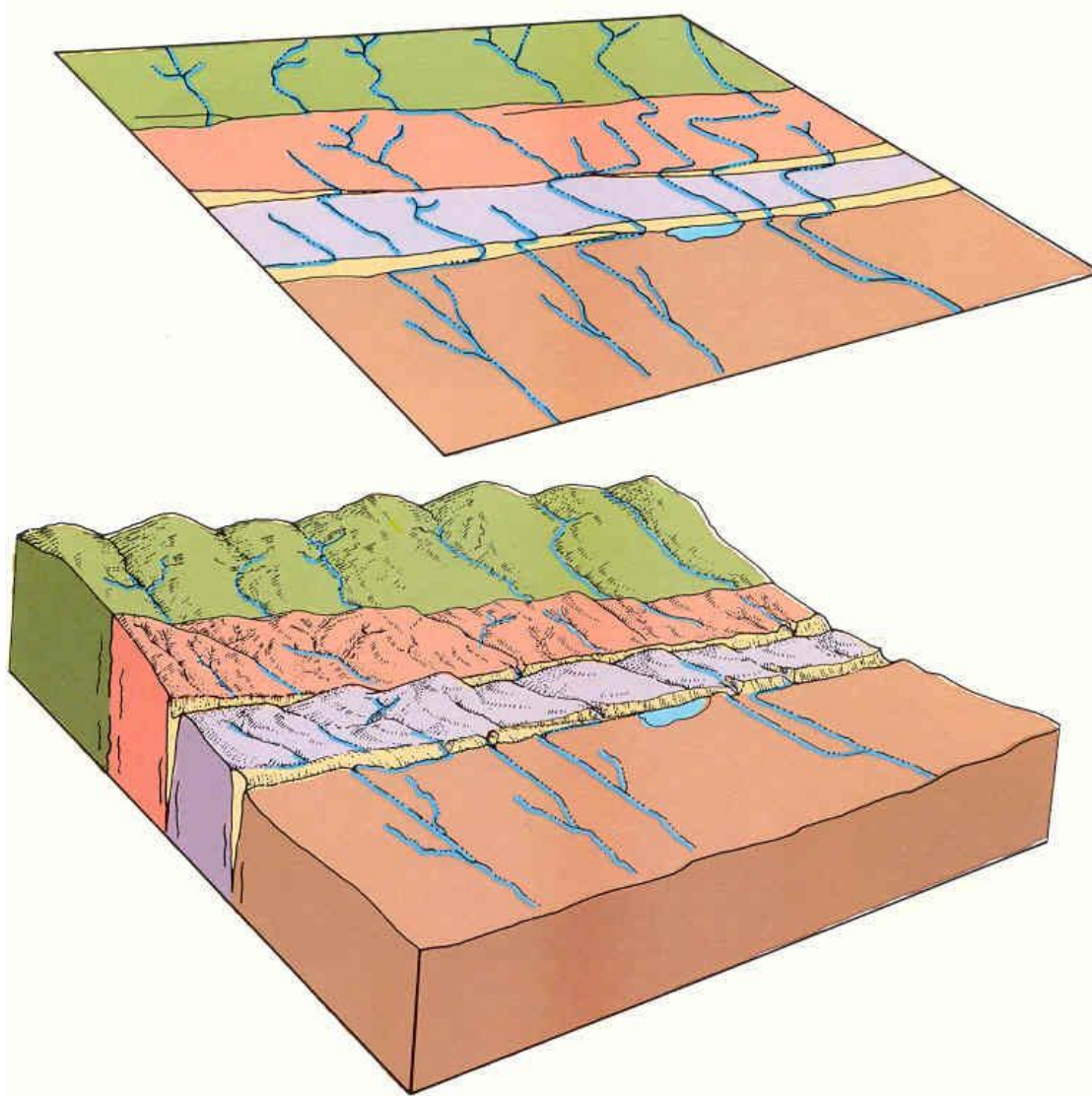
F - Tabaka/Birimlerin Tekrarlanması veya Kaybolması

Arazi çalışmaları sonucunda hazırlanan harita üzerinde sırasında olması gereken tabakaların yokluğu veya aynı tabakanın tekrarlanması genelde bir fayın varlığına işaret eder. Bir genelleme yapılacak olursa tabakaların tekrarlanması normal fayın, eksik olması ise ters fayın varlığını işaret eder.



G – Ani litoloji / Fasiyes Değişiklikleri

Çizgisellikler boyunca ani fasiyes değişiklikleri fayın önemli kriterlerindedir



H – Silisleşme ve Mineralleşme

Fay zonu boyunca kayaçların kırılıp, parçalanması ve breş oluşumu, buralarda yeraltı sularının veya çeşitli kimyasal solüsyonların hareketi için son derece elverişli bir ortam hazırlar. İçerisinde çeşitli maddeleri erimiş olarak bulunduran yeraltı suları bunların içerisinde dolaşırken, zamanla bu içerdiği kimyasal maddeleri kristal haline dönüşerek, breş zonundaki boşlukları doldurur. Böylece kırıklı, çatlaklı ve breşik fay zonları, zamanla çeşitli mineral yoğunlaşmalarına sahip olur. En çok rastlanan mineralizasyon, kuvars oluşumu ile meydana gelen silisleşmedir. Bu olay sadece kuvars oluşumu için değil, diğer minerallerin çökmesi için de geçerlidir. Bazı fay zonlarındaki mineralizasyonda ekonomik değere sahip önemli maden yatakları geliştiği de görülür. Bunlar çok defa fay zonlarındaki damar halinde maden yatakları olarak işletilir.



3. Topoğrafya (Fizyografik Unsurlar) Üzerindeki Etkileri

VIII. FAYLAR (FAULTS)

VIII.2. Fayların tanınma kriterleri

Fayların tanınması için kullanılan kriterler:

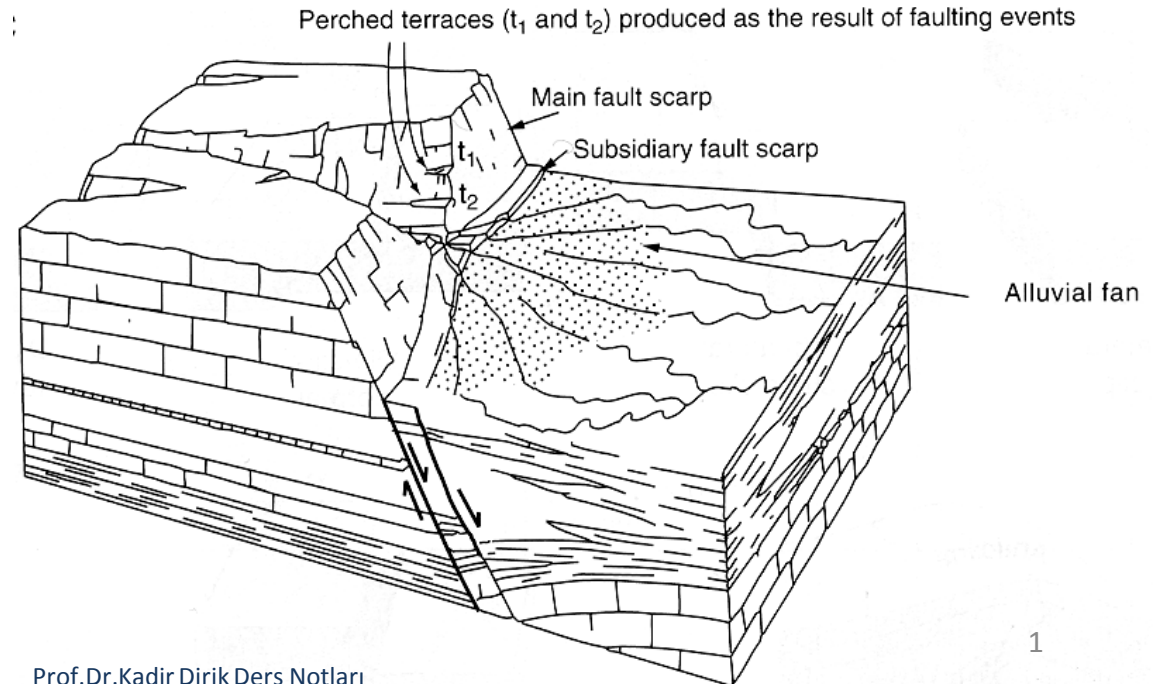
1. Fayların kendilerine has ve içsel özellikleri
2. Jeolojik ve stratigrafik birimler üzerindeki etkileri
3. Topoğrafya (fizyografik unsurlar) üzerindeki etkileri

3. Topoğrafya (Fizyografik Unsurlar) Üzerindeki Etkileri

Bir çok aktif ve aktif olmayan fayların topoğrafya, akarsu yatakları ve yeraltı suyu akması üzerinde önemli etkileri vardır

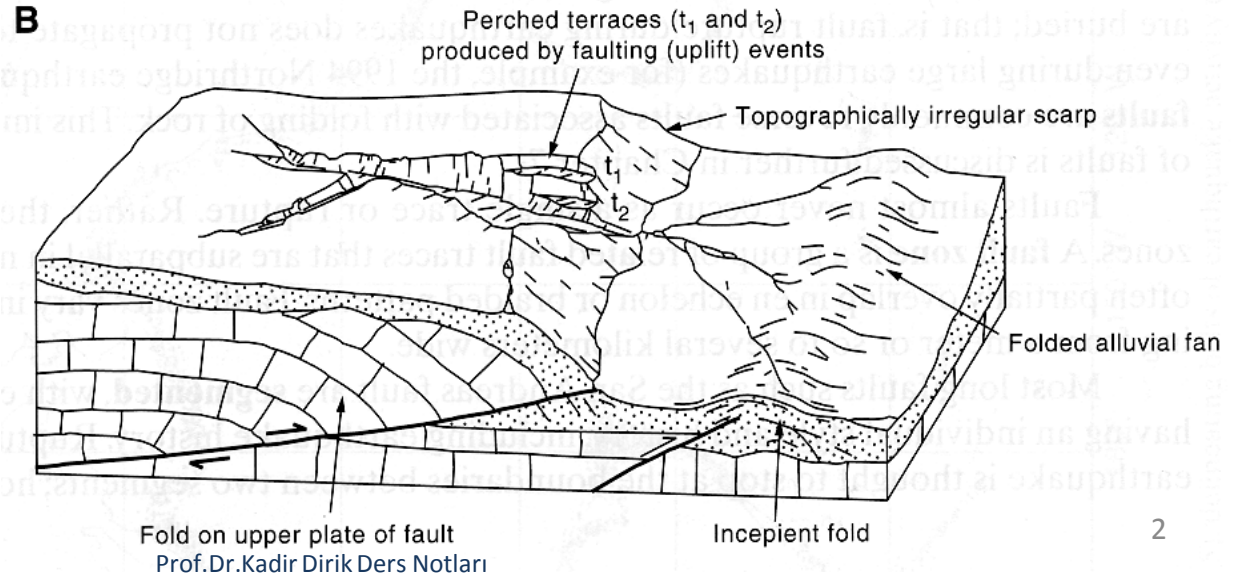
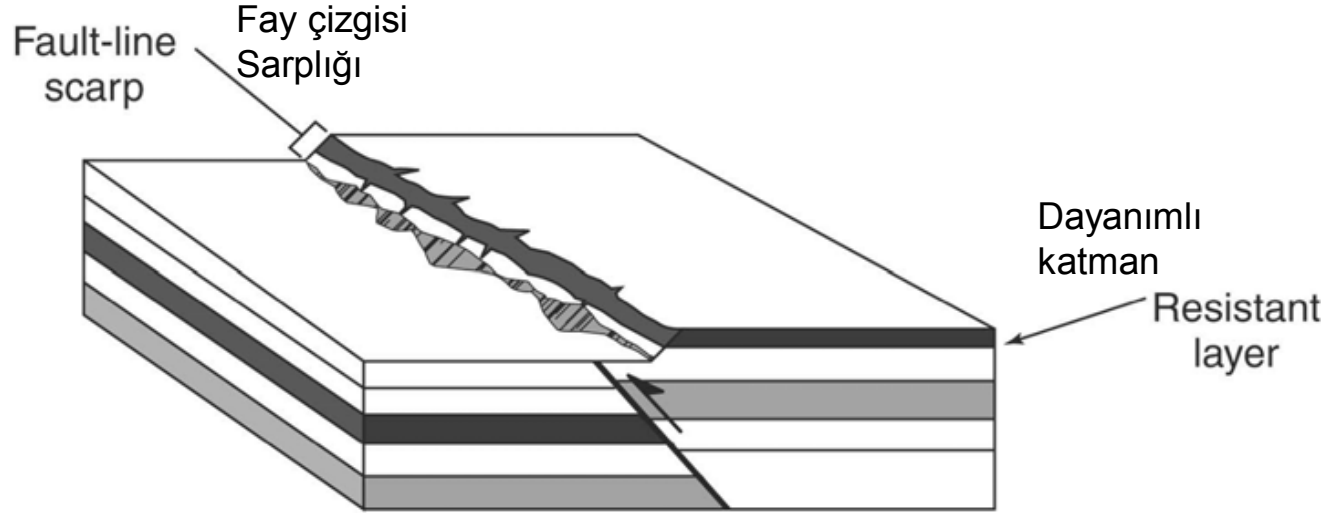
A – Fay Sarplıkları

Genelde topoğrafya eğimindeki an değişiklikle tanımlanan çizgisel yapılar: topoğrafya eğimindeki ani kırılma



B – Fay Çizgisi Sarplığı:

Aktif faylarla birlikte gelişen özel bir erozyon yapısı. Dayanıklı bir katmanın faylanması ve sonrası erozyon sonucu oluşmuş ‘fay çizgisi sarplığı’



Kırkağaç (Manisa) fayı fay sarplığı



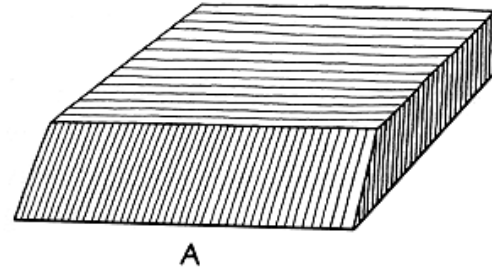
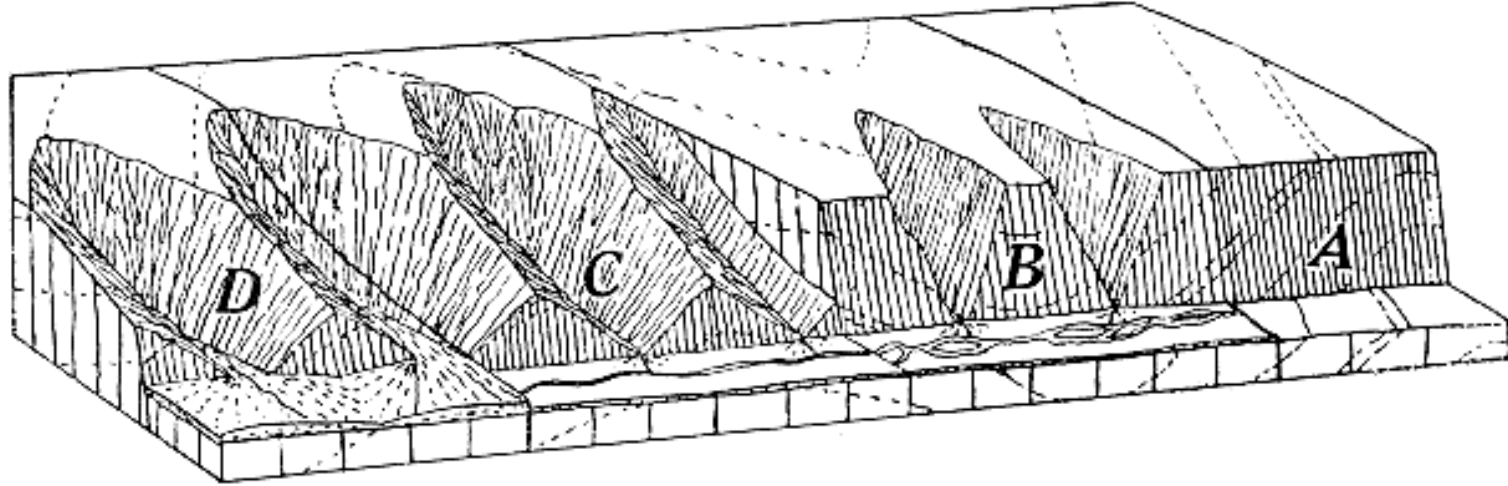




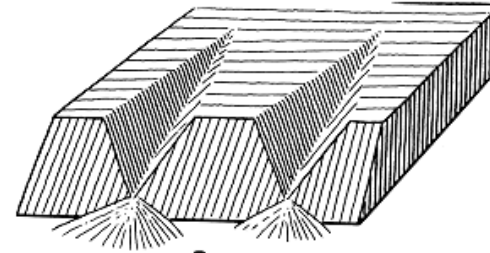


Copyright(C) 東京大学地震研究所

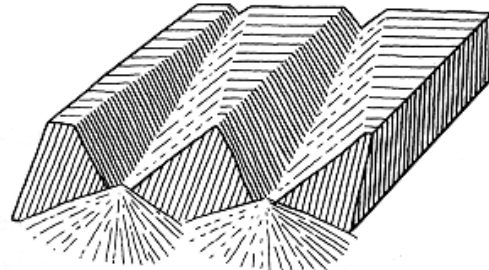
C - Fay zonunda görülen üçgen yüzeyler ve sıralı birikinti konileri
(triangular facets and alluvial fans)



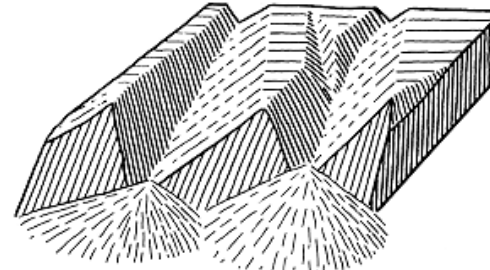
A



B



C



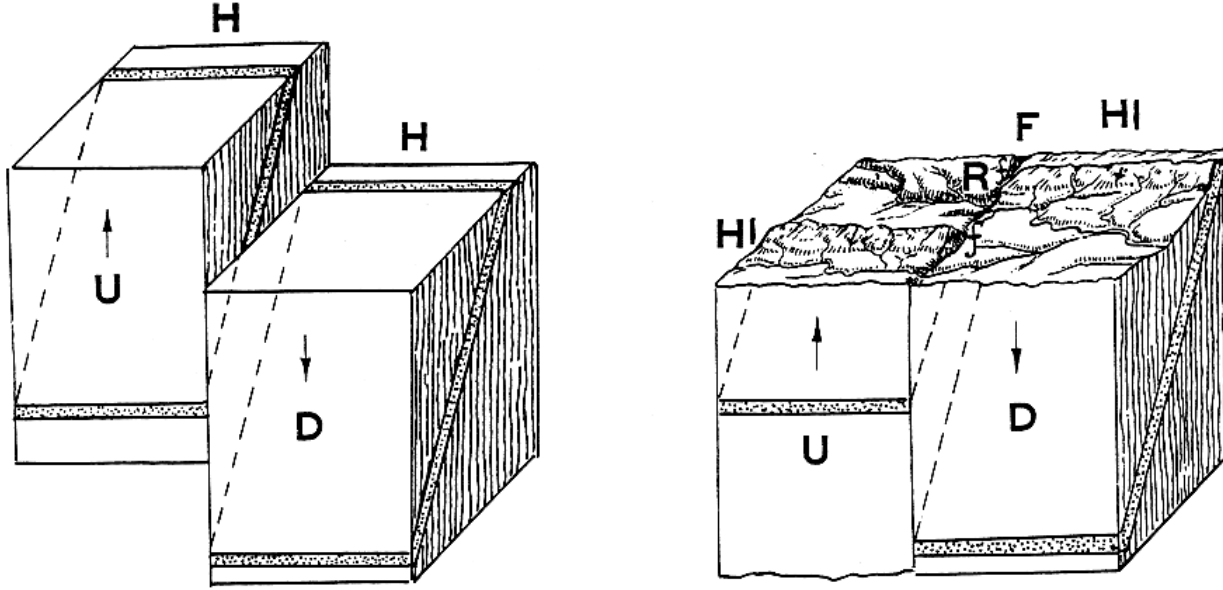
D



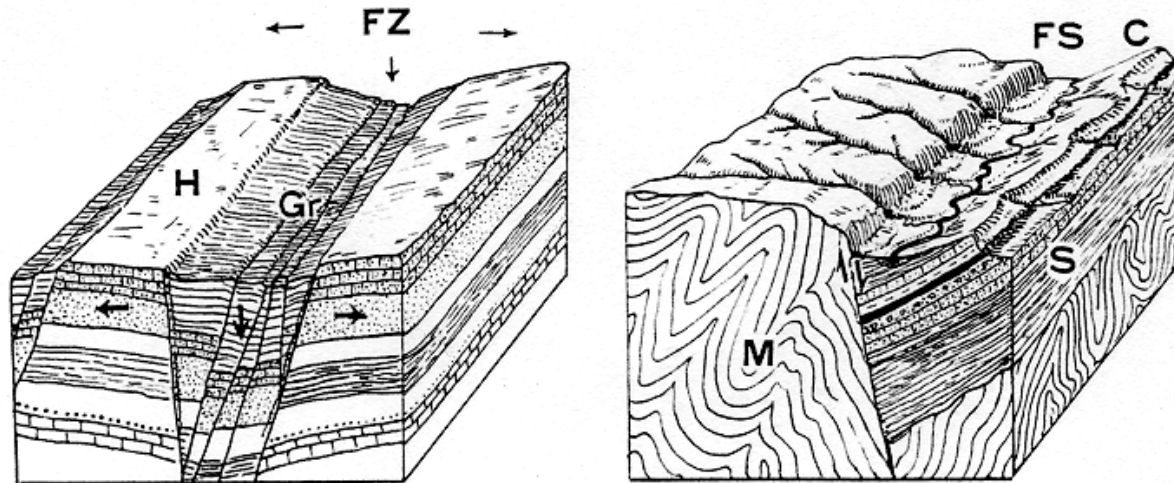


Garlock Fayı: büyük bir alüvyon yelpazesini ucundan kesip, yükseltiyor

D - Belirli morfolojik yapının bir çizgisellik boyunca kesilmesi



E - Çizgisel vadiler (linear valleys)



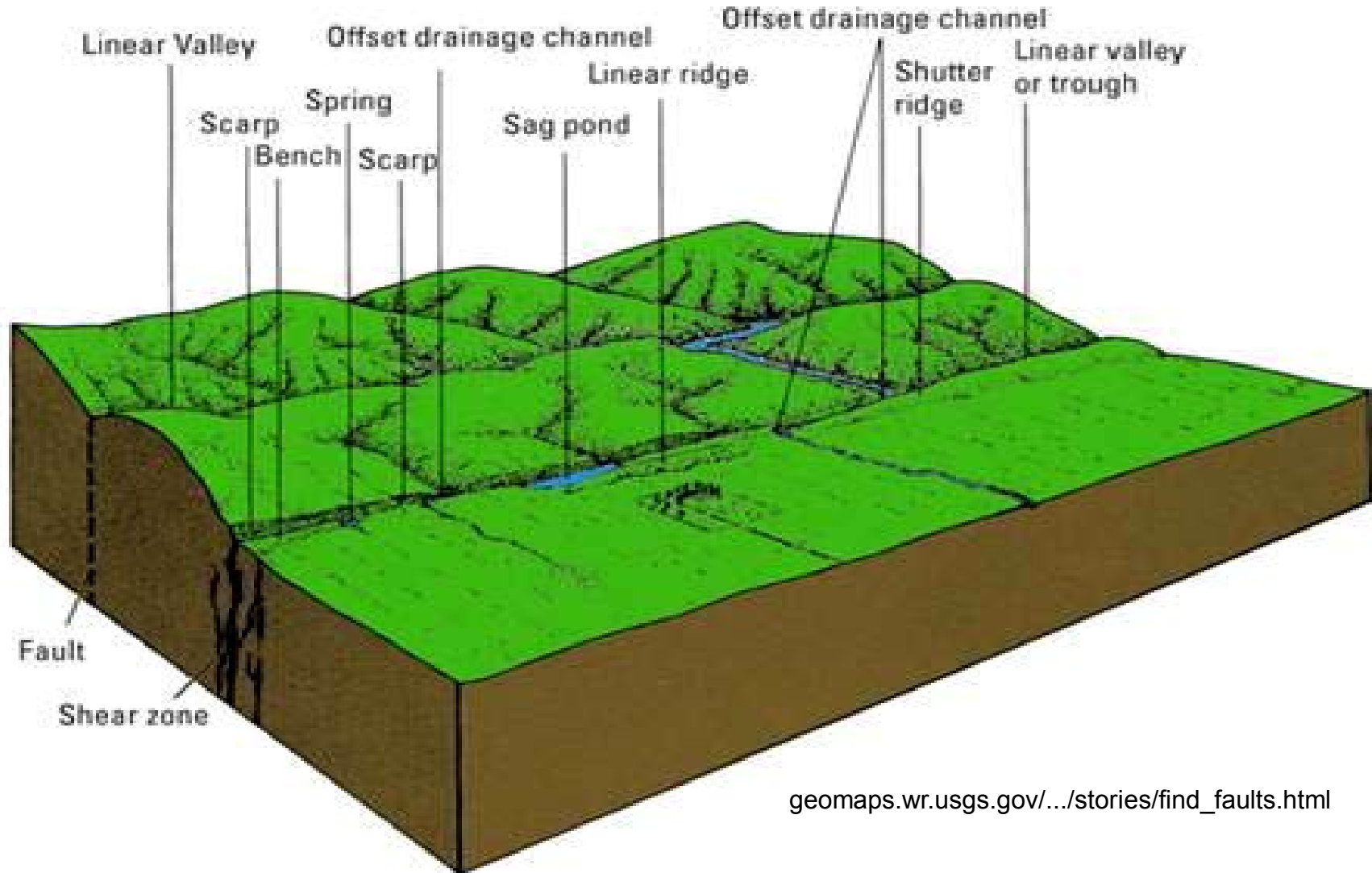
F - Sıcak, soğuk su kaynaklarının çizgisel sıralanışı

Fay zonlarındaki kayaçların kırılıp, parçalanması dolayısıyla bunlar arasında oluşan boşluklar, yeraltı sularının yeryüzüne çıkması için için son derece elverişli bir kanal vazifesi görür. Bu nedenle de çok sayıda su kaynaklarının birbiri ardına çizgisel sıralanım sunması, bu istikamet boyunca bir fay olasılığı akla getirmektedir. Diğer yandan belirli hatlar boyunca rastlanan traverten oluşumları da, vaktiyle bikarbonatca zengin yeraltı sularının fay hattı boyunca çıkış yaptığını ve buralarda traverten oluşumuna sebep olduğunu düşündürür.

G - Çizgisel bitki anomalisi

Fay zonları boyunca kayaçların kırılıp, parçalanması sonucu bu kesimler çevreye nazaran belirgin oranda topraklaşır. Topraklaşan bu kesimlerde ise doğal olarak bitkiler daha yoğun gelişir. Üstelik fay zonlarındaki bitki yoğunlaşmasına önemli katkı sağlar. Arazi çalışmalarında veya hava fotoğrafı değerlendirmelerinde çizgisel bitki anomalileri çoğu kez önemli bir fay kriteri sayılır.

H - Ötelenen dere-akarsu yatakları (Offset streams)
Vadilerin karşısına tepelerin gelmesi (shutter ridges)



geomaps.wr.usgs.gov/.../stories/find_faults.html



I. öküntü Gölleri (Sag Ponds)



<http://www.visitusa.com/california/images/carrizo-plain-national-monument/sag-pond-along-san-andreas-fault.jpg>



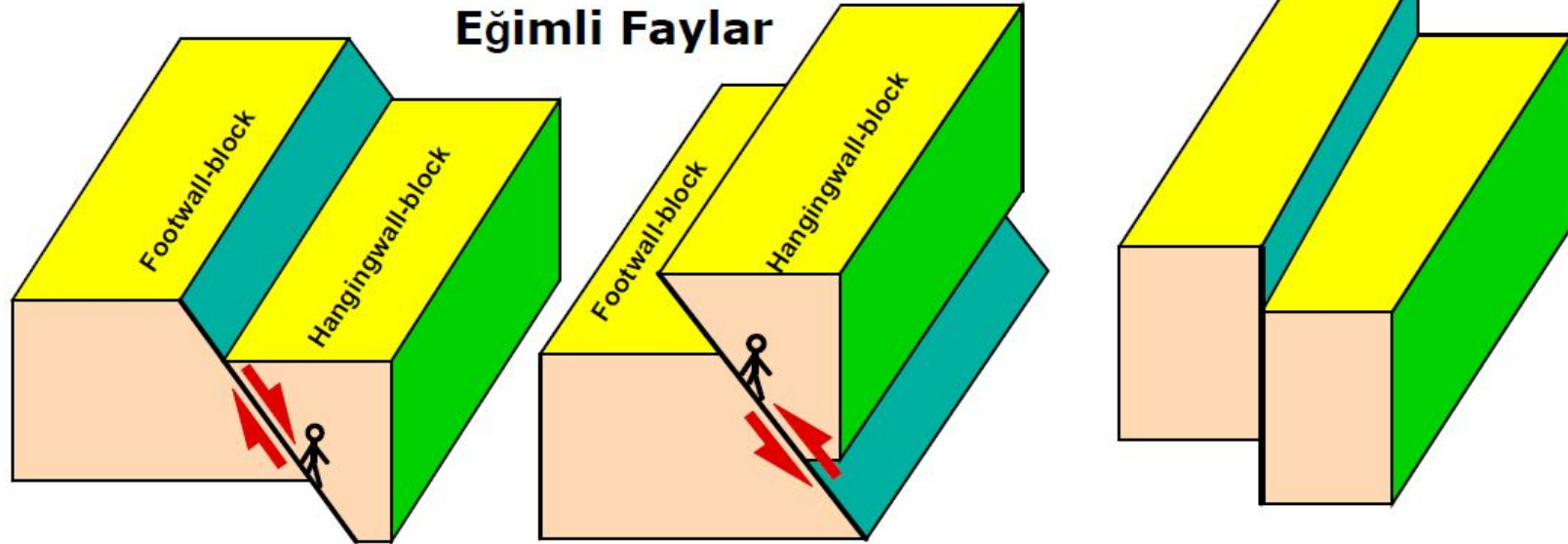
VIII.3. FAYLARIN SINIFLANDIRILMASI

Fayların sınıflandırılmasında farklı kriterler kullanılır:

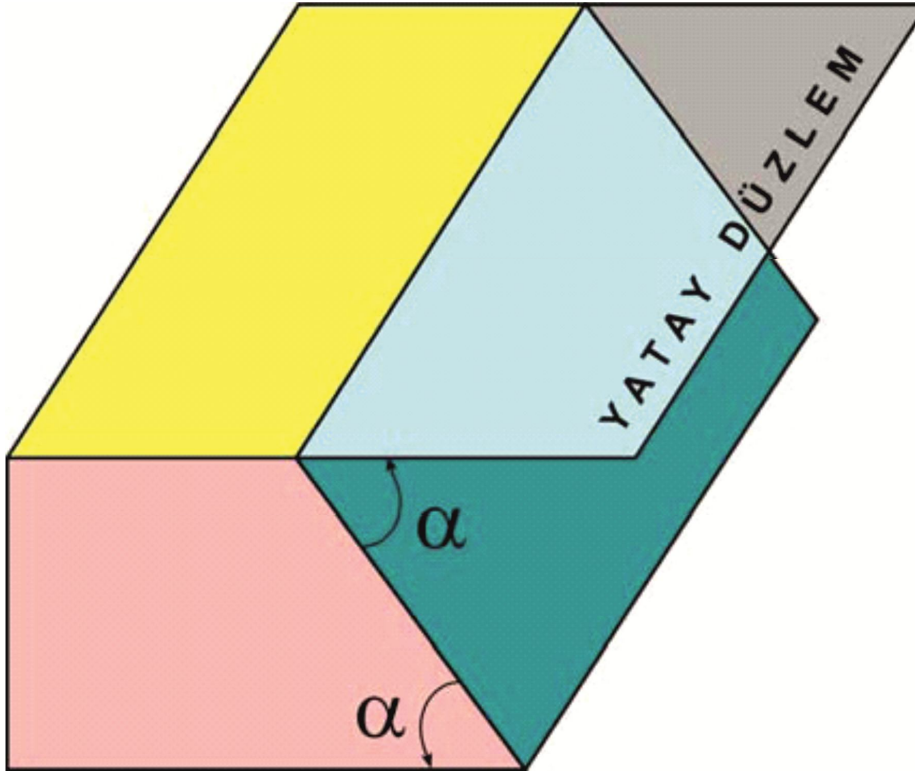
- (1) Fay düzlemi ve düzlemin eğimi;
- (2) Gerçek atım/kayma yönü;

(1) Fay düzlemi ve düzlemin eğimine göre;

A - Fay düzlemine göre



B - Fay Düzleminin Eğim miktarı:

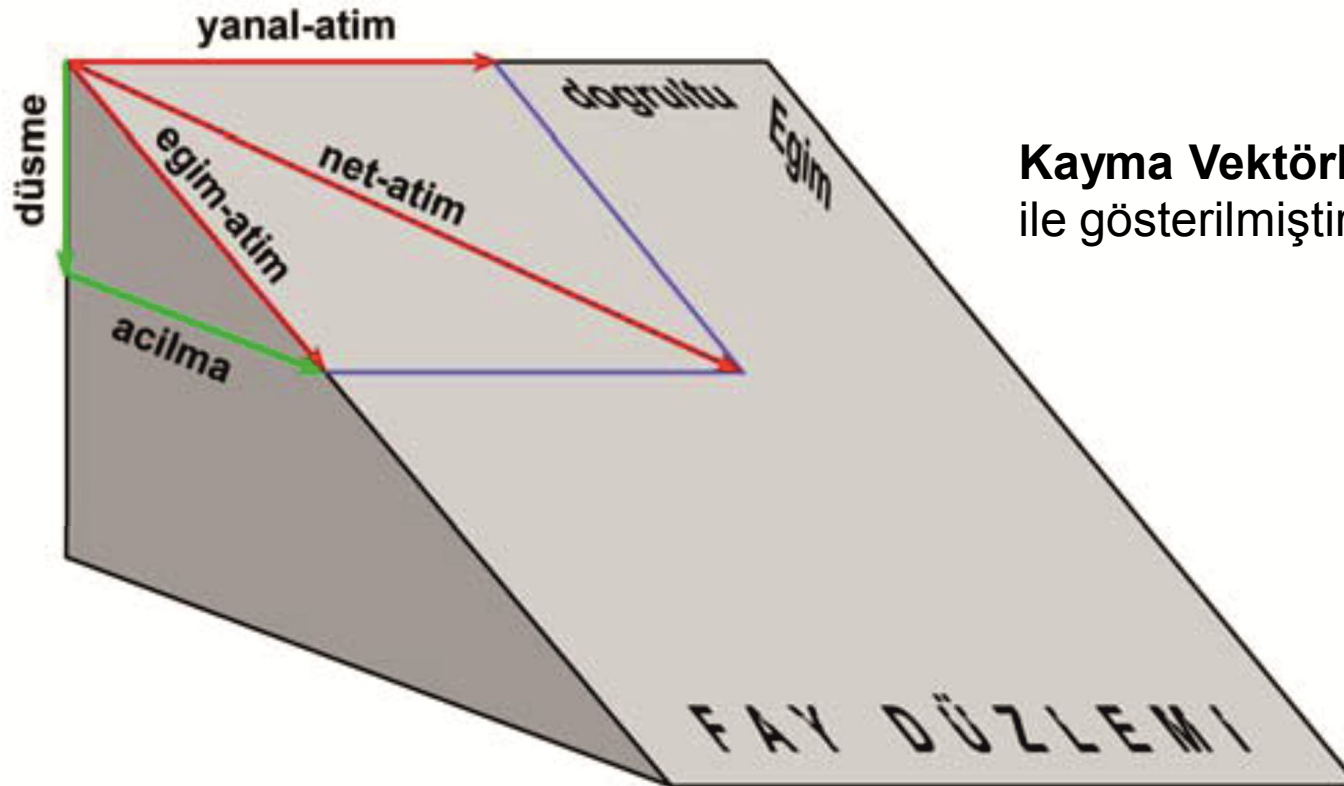


- (i) yüksek açılı faylar
 $\alpha > 60^\circ$
- (ii) orta açılı faylar
 $\alpha = 30^\circ - 60^\circ$
- (iii) düşük açılı faylar
 $\alpha < 30$

C - Fay Düzlemi Boyunca Gerçekleşen Hareket

Faylar, düzlemleri boyunca gelişen göreceli hareket/kaymaya göre başlıca üç farklı grup altında değerlendirilirler: fay bloklarının birbirlerine göre net hareketi ve hareket yönü

1. **Eğim-atımlı Faylar** ⇒ hareket fay düzleminin eğim yönüne paraleldir
2. **Doğrultu-atımlı Faylar** ⇒ yatay atıma sahip faylar; hareket fay düzleminin doğrultusuna paralel. Genelde düşey veya düşeye yakın yapılardır (75-90°)
3. **Verev-atımlı Faylar** ⇒ hareket fay düzlemine göre oblik gelişir: ne doğrultuya ne de eğime paralel hareket



Kayma Vektörleri ⇒ kırmızı çizgiler ile gösterilmiştir

Fay boyunca fay atımının değerlendirilmesi o fay boyunca ötelenmeye maruz kalmış katman veya kılavuz seviyenin ötelenmeden önceki konumuna getirilmesi ile yapılır.

5 farklı kavramın tanımlanması ve de iyi anlaşılması gerekir.

(1) **Gerçek atım (net atım):** bir fayın hareket vektörü boyunca ölçülen atımıdır;

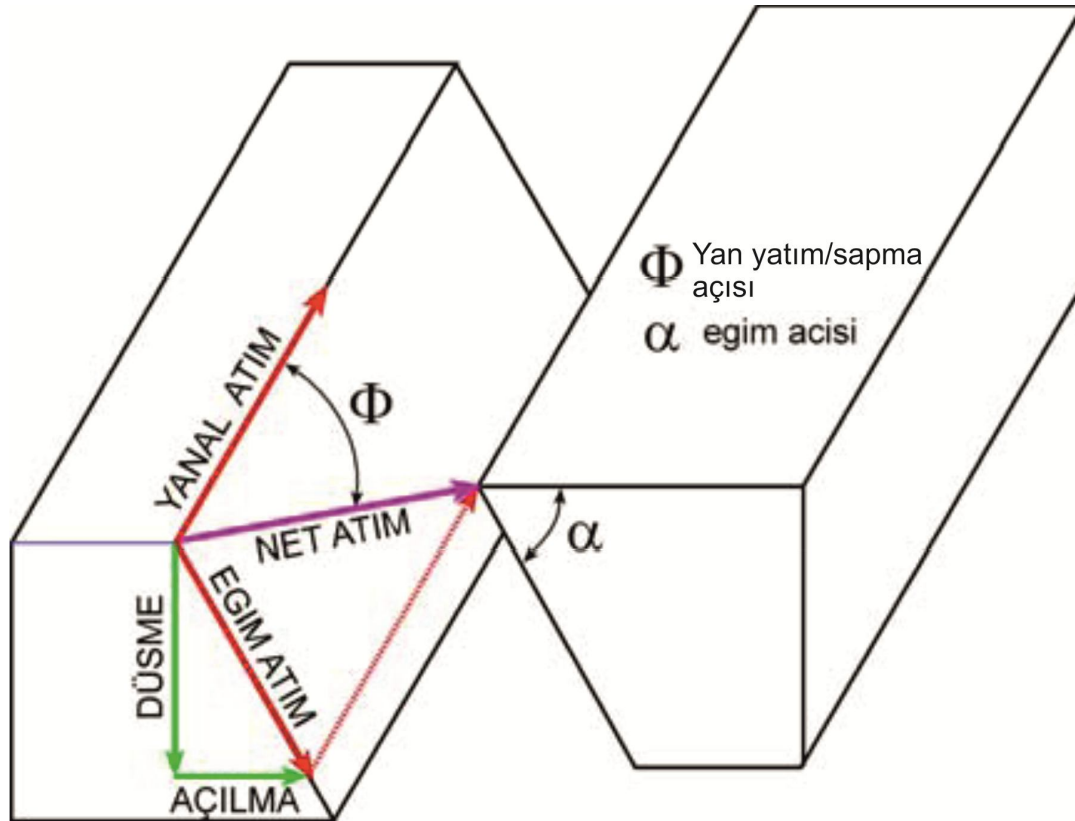
(2) **Yanal atım:** hareket vektörünün fayın doğrultusuna paralel bileşeni;

(3) **Eğim atım:** hareket vektörünün fayın eğimi yönündeki bileşeni;

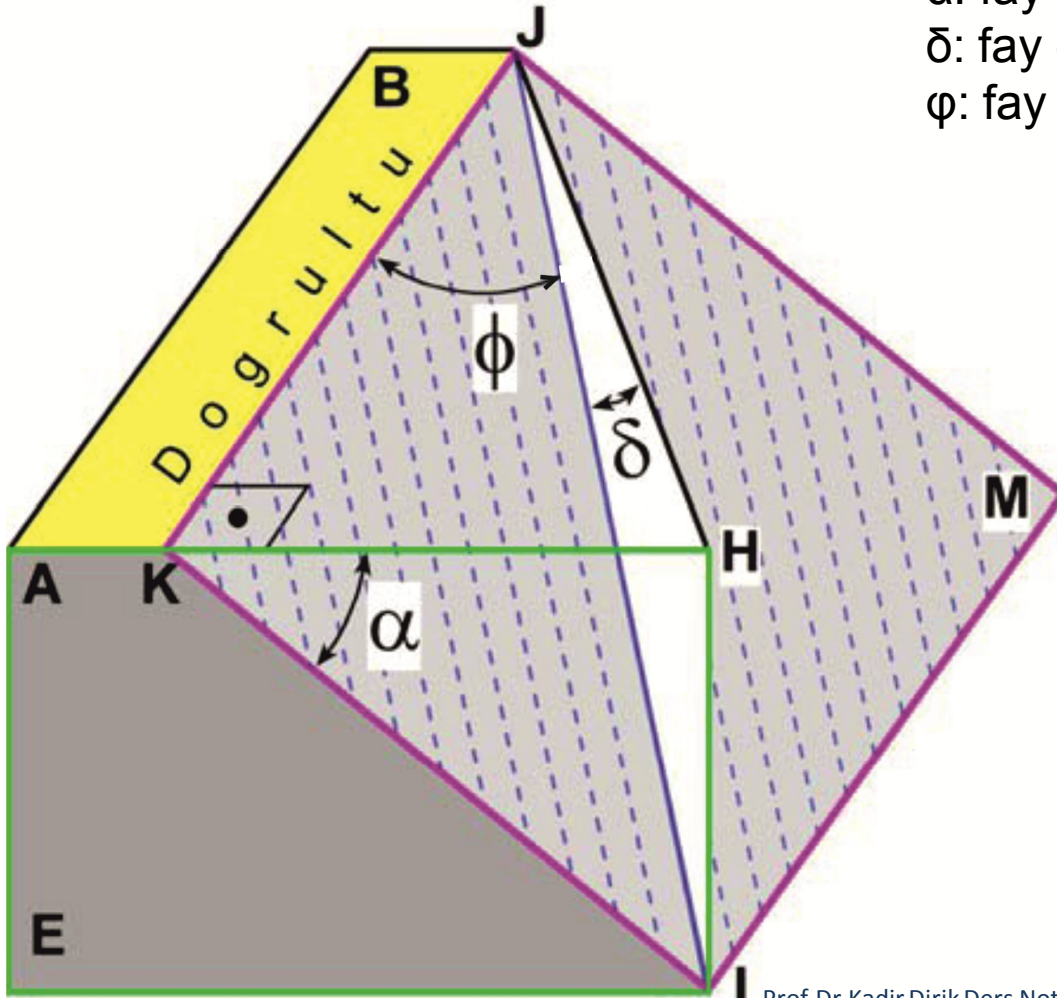
(4) **Düşme:** fay bloklarının düşey düzlemde (yer yüzüne göre) olan hareket miktarı.

Düşme aynı zamanda normal fayın yer kabuğunda oluşturduğu incelme veya ters faylarda ise kalınlaşma miktarına denk gelir;

(5) **Açılma:** fay bloklarının yatay düzlemde doğrultuya dik yöndeki hareketidir. Açılma aynı zamanda fayın yer kabuğunda tarattığı daralma (ters faylarda) veya uzamaya (normal faylarda) karşılık gelir.



- ABJK: yatay düzlem
AKIE, IHJ: düşey düzlem
KJMI: fay düzlemi
KJ: fay düzleminin doğrultusu
JI: fay çiziziği
 α : fay düzleminin eğimi
 δ : fay çiziziğinin dalımı
 ϕ : fay çiziziğinin yatımı /sapma (rake) açısı

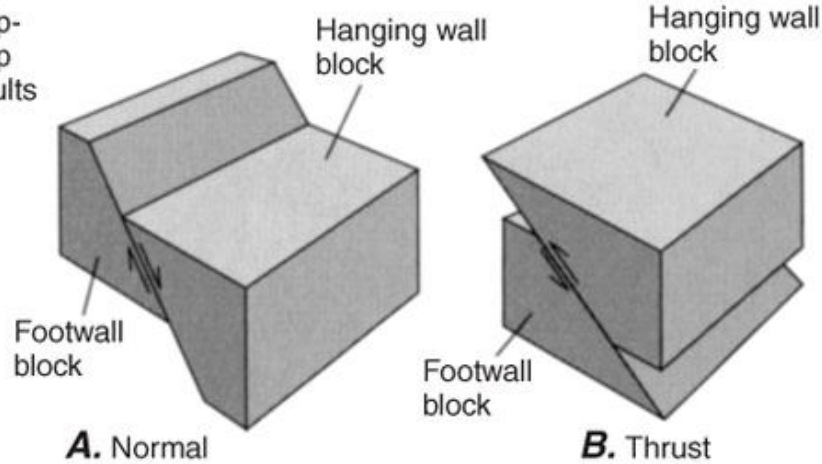


Kesikli çizgiler fay çiziziklerini temsil ediyor

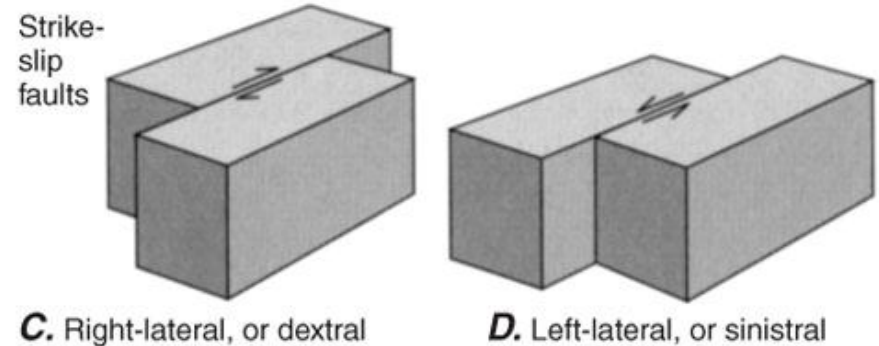
(2) Fay Düzlemi Boyunca Gerçekleşen Hareket

1. **Eğim Atımlı Faylar (dip-slip faults):** Normal F., Ters F. ve Bindirme F.; taban bloğun fay düzlemine ya da yerçekimi yönüne göre hareketi
2. **Düşey Faylar (vertical faults)**
3. **Doğrultu-atımlı Faylar (strike-slip faults) :** sağ-yanal & sol-yanal
4. **Verev-atımlı Faylar (oblique faults)**
5. **Pivotal / Rotasyonel / Burulma Faylar:** kayma miktarı fay düzleminin doğrultusu boyunca hızlı değişiklikler gösterir

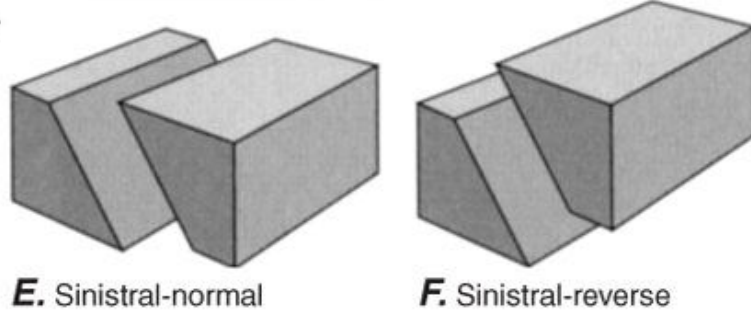
Dip-slip faults



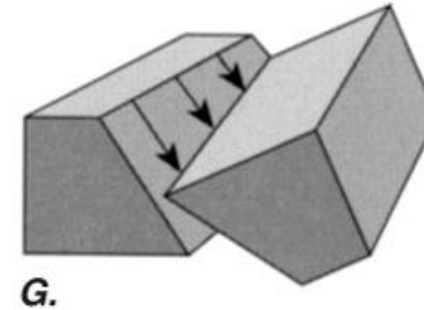
Strike-slip faults



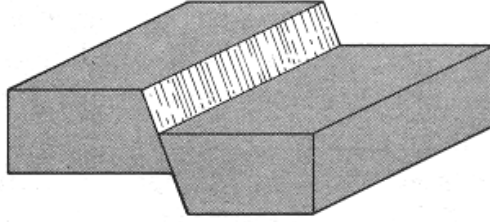
Oblique-slip faults



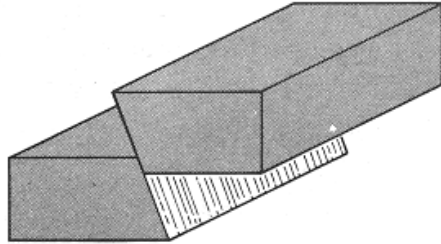
Rotational fault



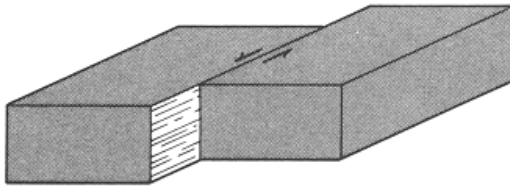
Eğim atımlı faylar



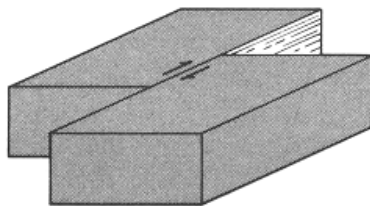
Normal-Slip Fault



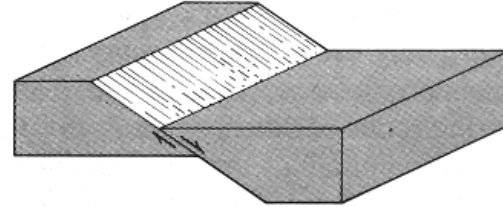
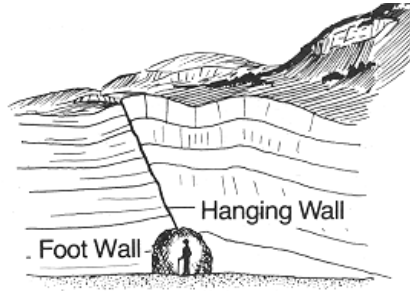
Reverse-Slip Fault



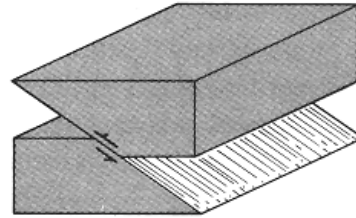
Left-Handed Strike-Slip Fault



Right-Handed Strike-Slip Fault



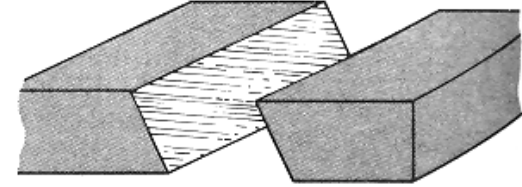
Low-Angle Normal Slip Fault



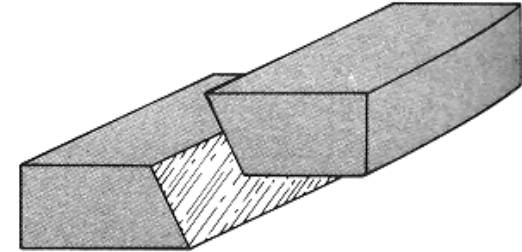
Thrust-Slip Fault

Doğrultu atımlı faylar

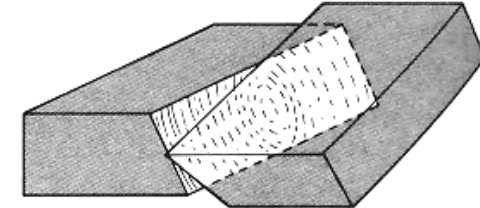
Verev ve rotasyonal faylar



Normal Left-Slip Fault



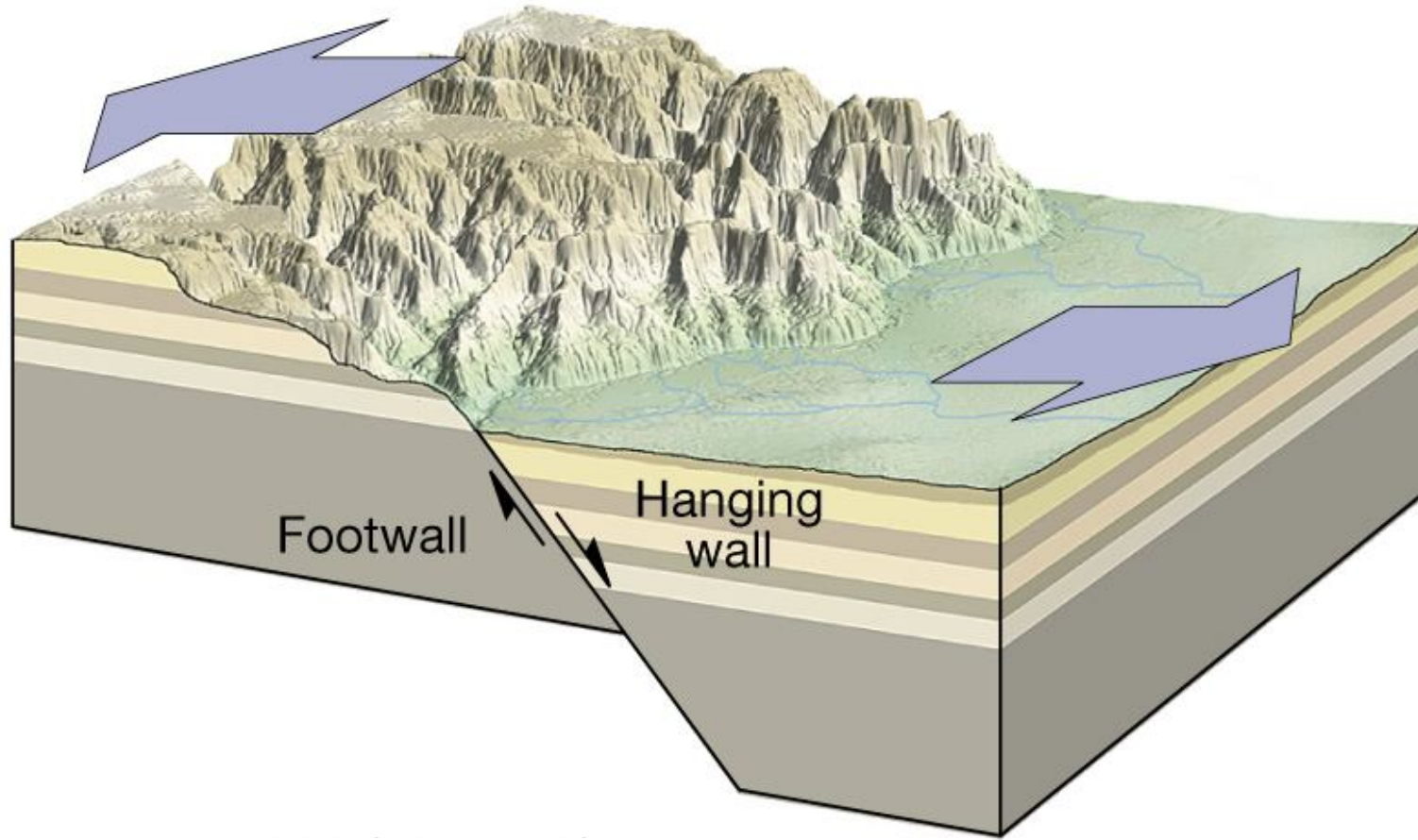
Left-Handed Reverse-Slip Fault



D. Rotational Fault

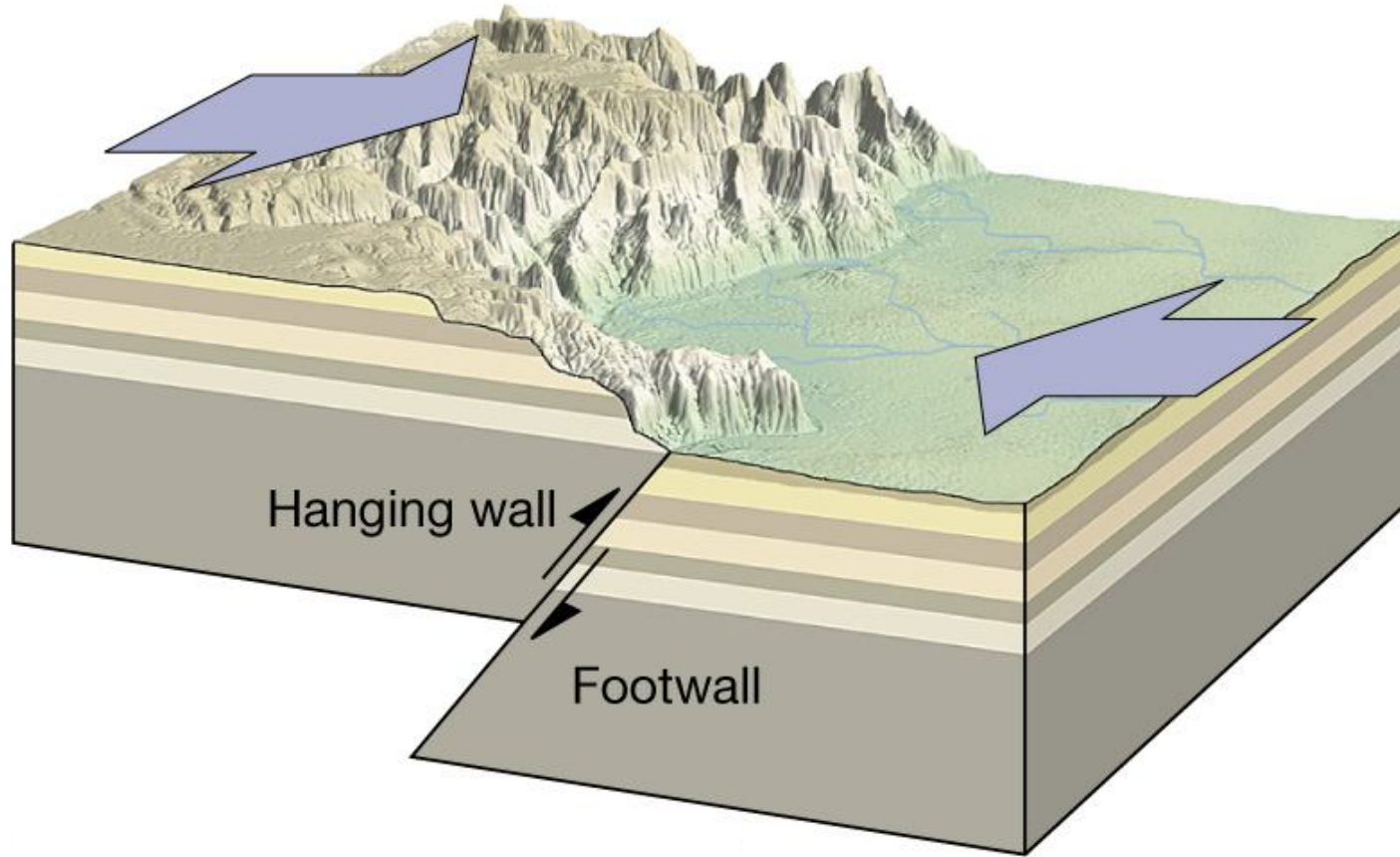
Normal Fay

Tavan blok eğim aşağı hareket ederken göreceli olarak taban blok eğim yukarı hareket eder. Eğimleri 45° den büyük, 90° den küçüktür; genelde 60° dir. Düşük açılı normal faylar 30° veya daha düşük eğimlidirler. Hareket vektörü fayın doğrultusuna dik, eğim yönüne paraleldir. Sapma açısı (rake/pitch): 90° .

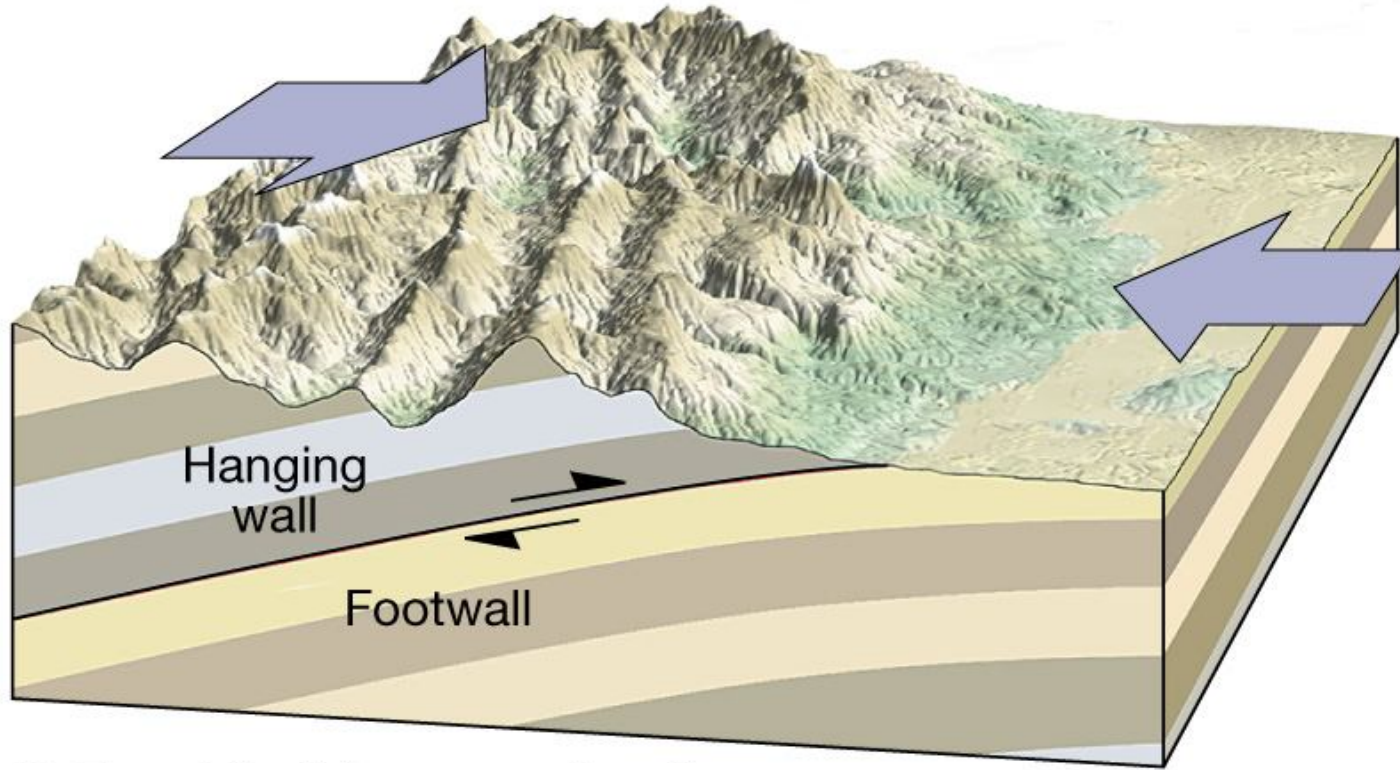


Ters Fay

Tavan blok eğim yukarı hareket ederken göreceli olarak taban blok eğim aşağı hareket eder. 45° den büyüktür. Düşük açılı ters fayların eğimi genelde 30° civarındadır ve **Bindirme Fayı** adı verilir. Hareket vektörü fayın doğrultusuna dik, eğim yönüne paraleldir: Sapma Açısı (rake/pitch): 90° .

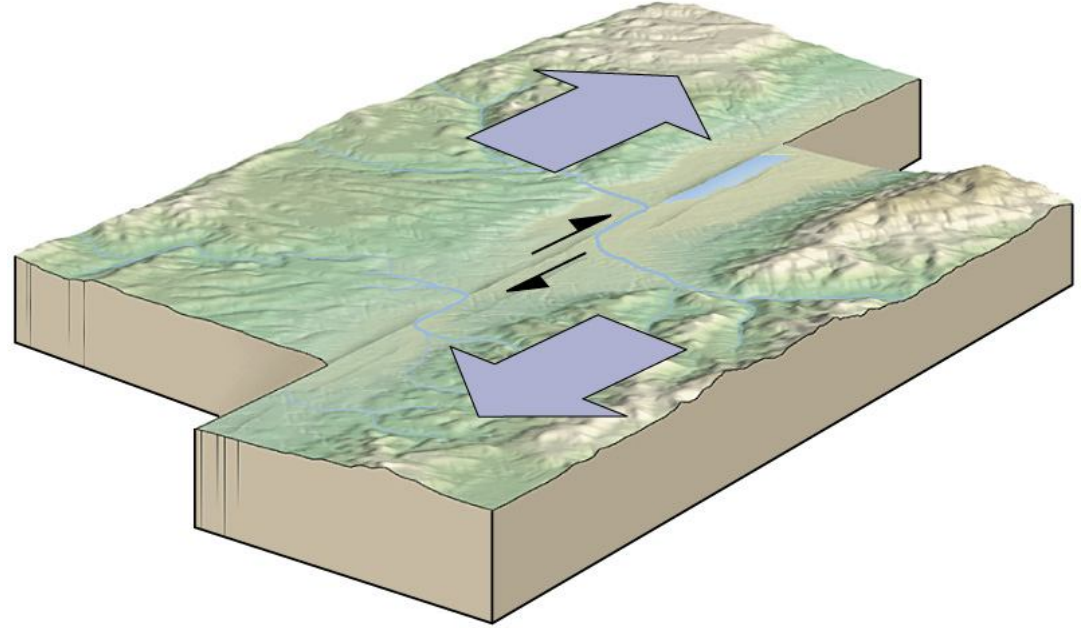


Bindirme Fayı



Doğrultu-atımlı Fay

Hareket vektörü fayın doğrultusuna paralel, eğim yönüne diktir; Sapma Açısı: 00°



Verev-atımlı Fay (Sol Yanal – Ters)

Hareket yanal ve eğim atım birleşimidir: fay düzlemi boyunca hem eğim atım hemde doğrultu atım vardır. Hareket vektörü fayın doğrultusuna verevdir; sapma açısı 90° küçük 00° den büyüktür. Dolayısıyla, hem eğim hem de yana-atımlı fayların adlandırma kriterleri kullanılır ve baskın hareket fay için sıfat olarak değerlendirilir: *sağ-yanal bileşenli normal fay; ters bileşenli sol-yanal fay gibi.*

Kayma vektörünün yatımı açısı [sapma açısı (rake/pitch)]

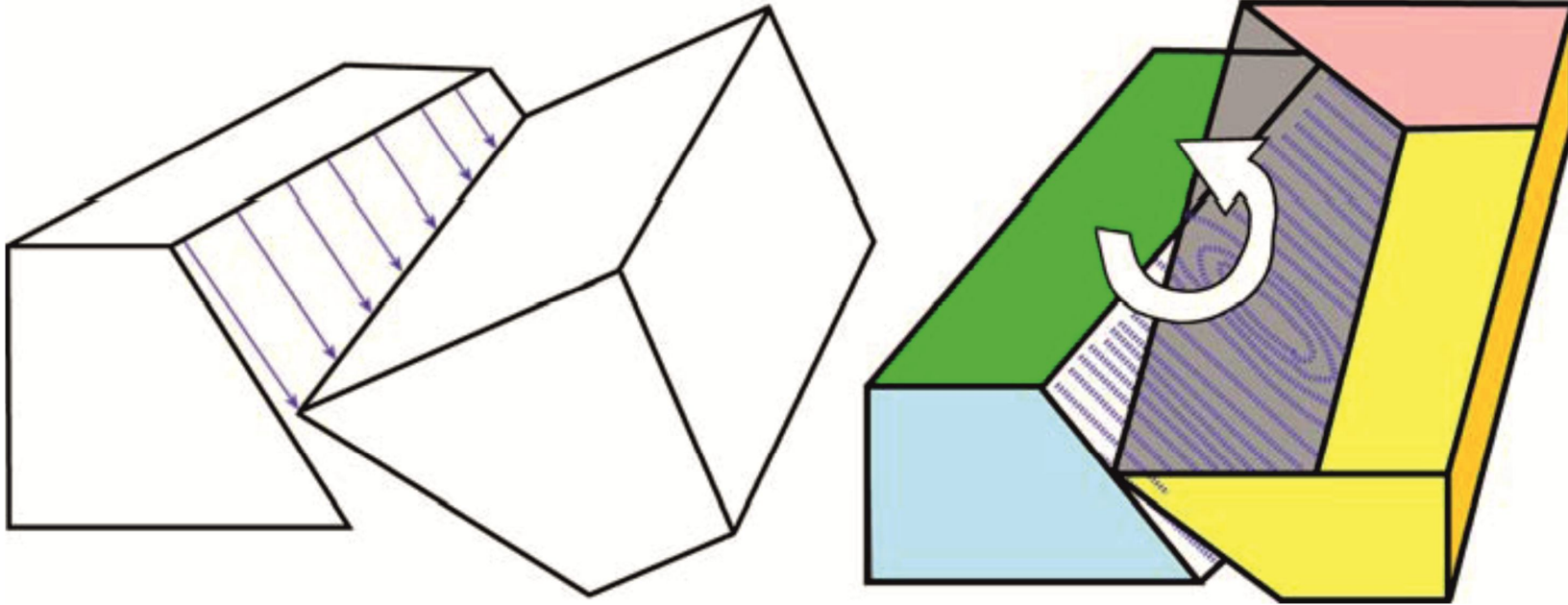
$>45^\circ$ ise eğim atım baskın

$< 45^\circ$ ise yanal atım baskın

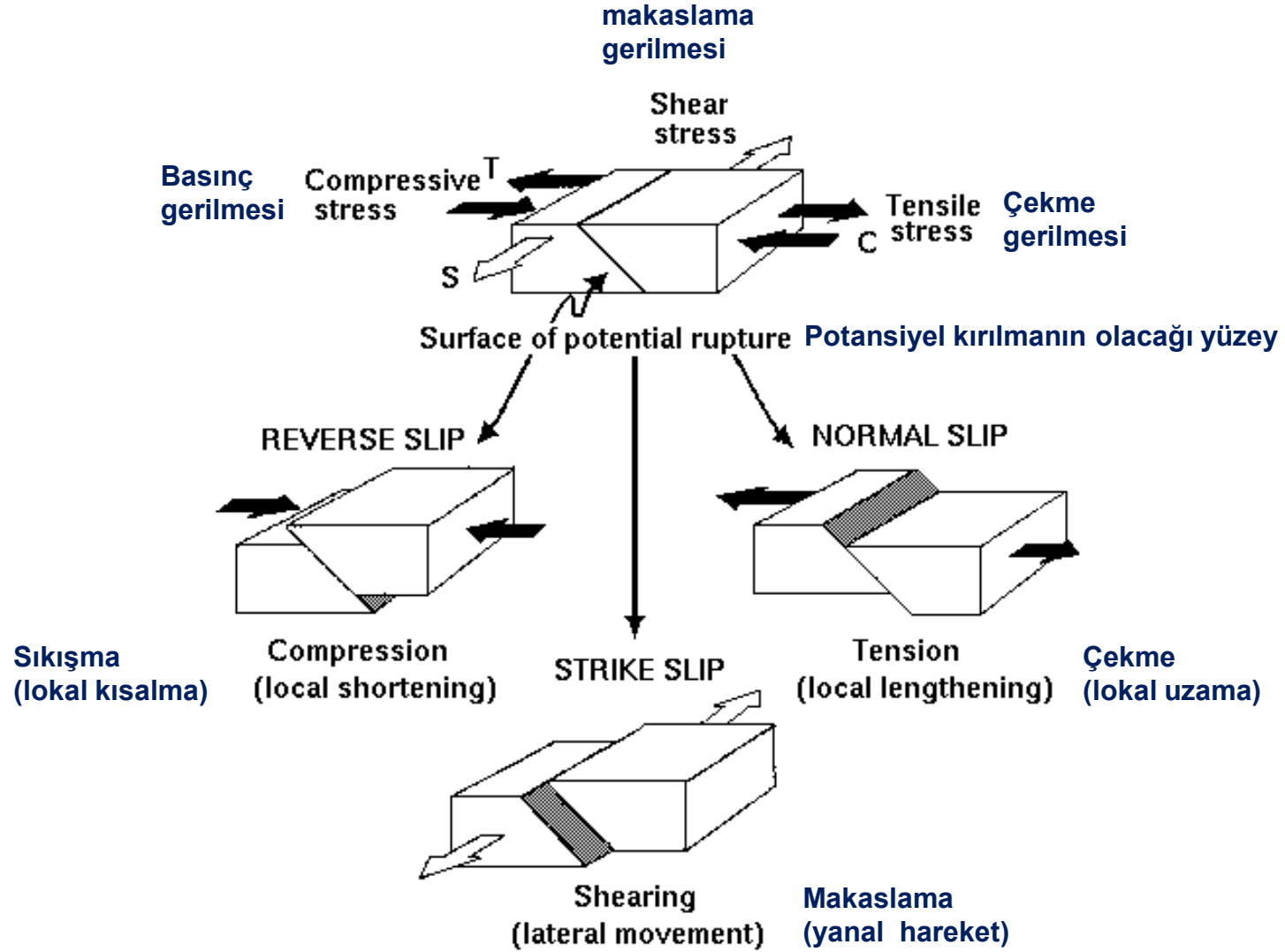
Rotasyonal (Pivotal/Burulma) Fay

Fay bloklarının birbirlerine göre hareketi yatay bir eksende dönerek gerçekleştiği için:

- (i) fay boyunca gerçekleşen hareket miktarı doğrultu boyunca değişir;
- (ii) fayın bir ucundaki hareket normal bileşenli iken diğer ucunda ise ters karakterli olabilir; **Makas Fayları olarak da** adlandırılırlar!



Faylanma ve Asal Gerilme Eksenleri

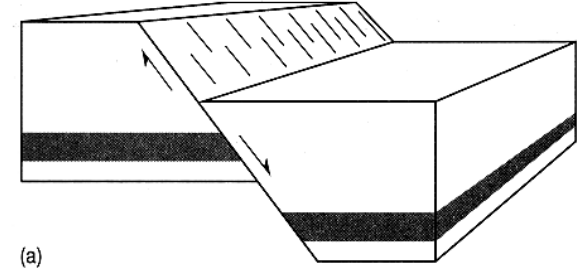
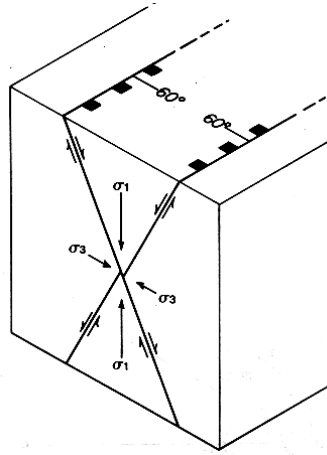


<http://earthsci.org/processes/struct/fault/fault3.gif>

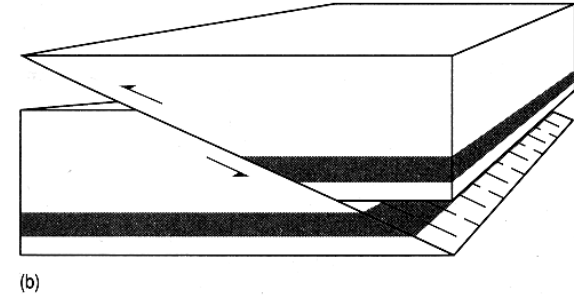
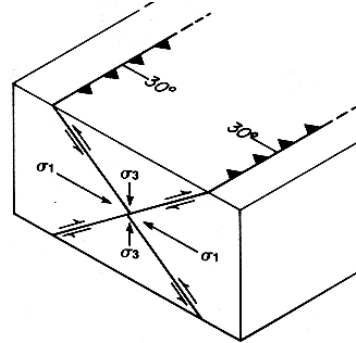
ANDERSON sınıflaması

Gerilme yönlerine bağlı olarak gelişen kayma yüzeylerinin konumuna göre sınıflama

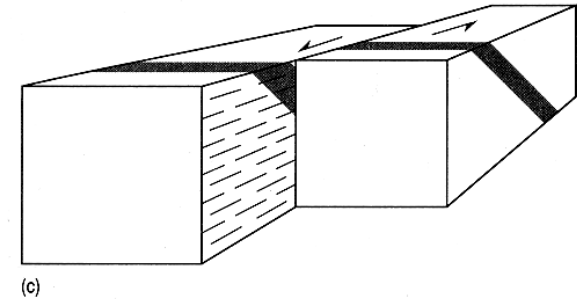
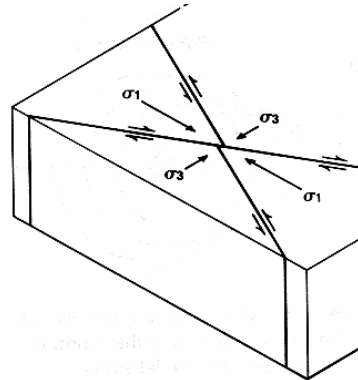
Normal Faylar



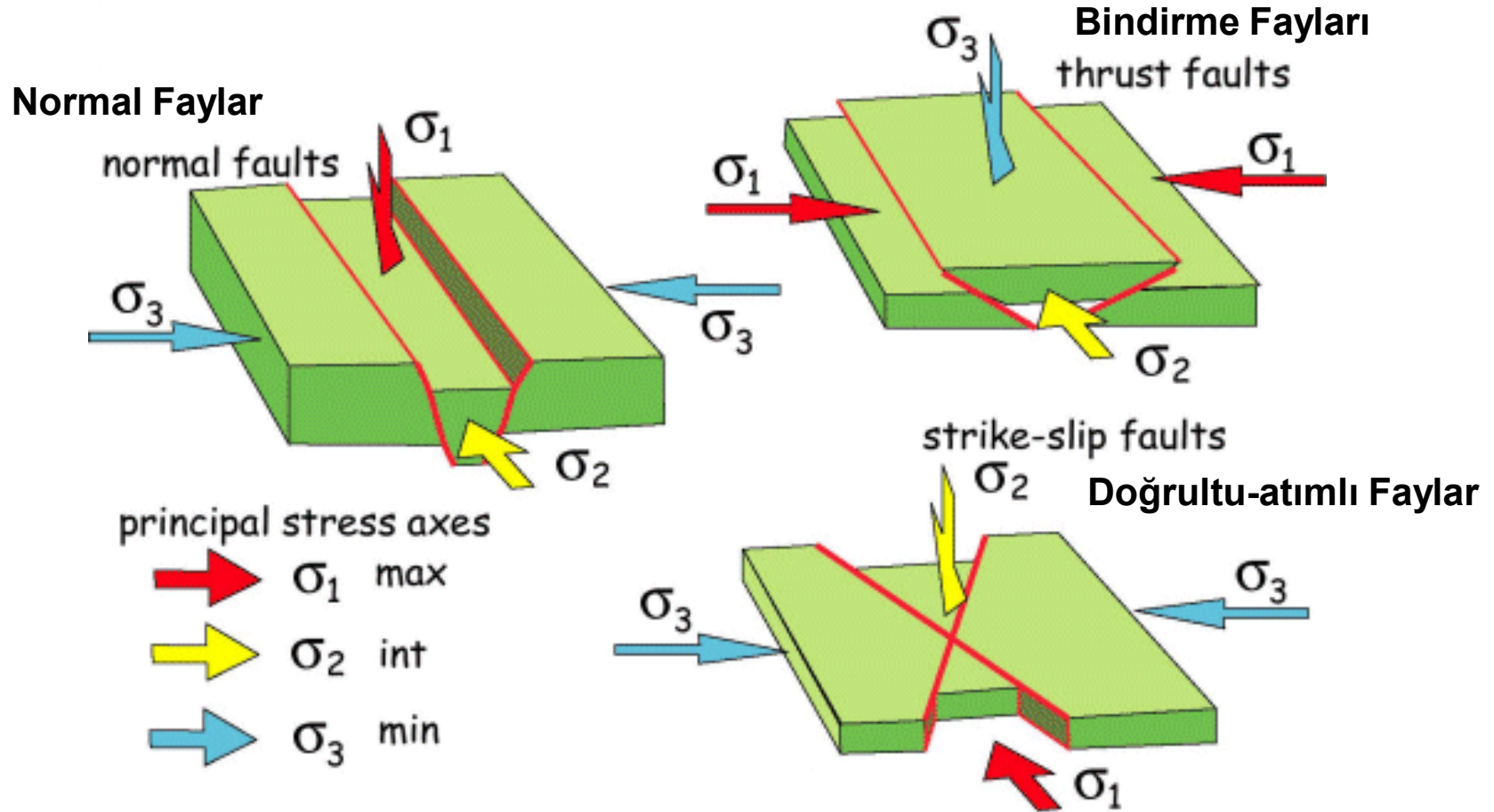
Bindirme Fayları



Doğrultu-atımlı Faylar



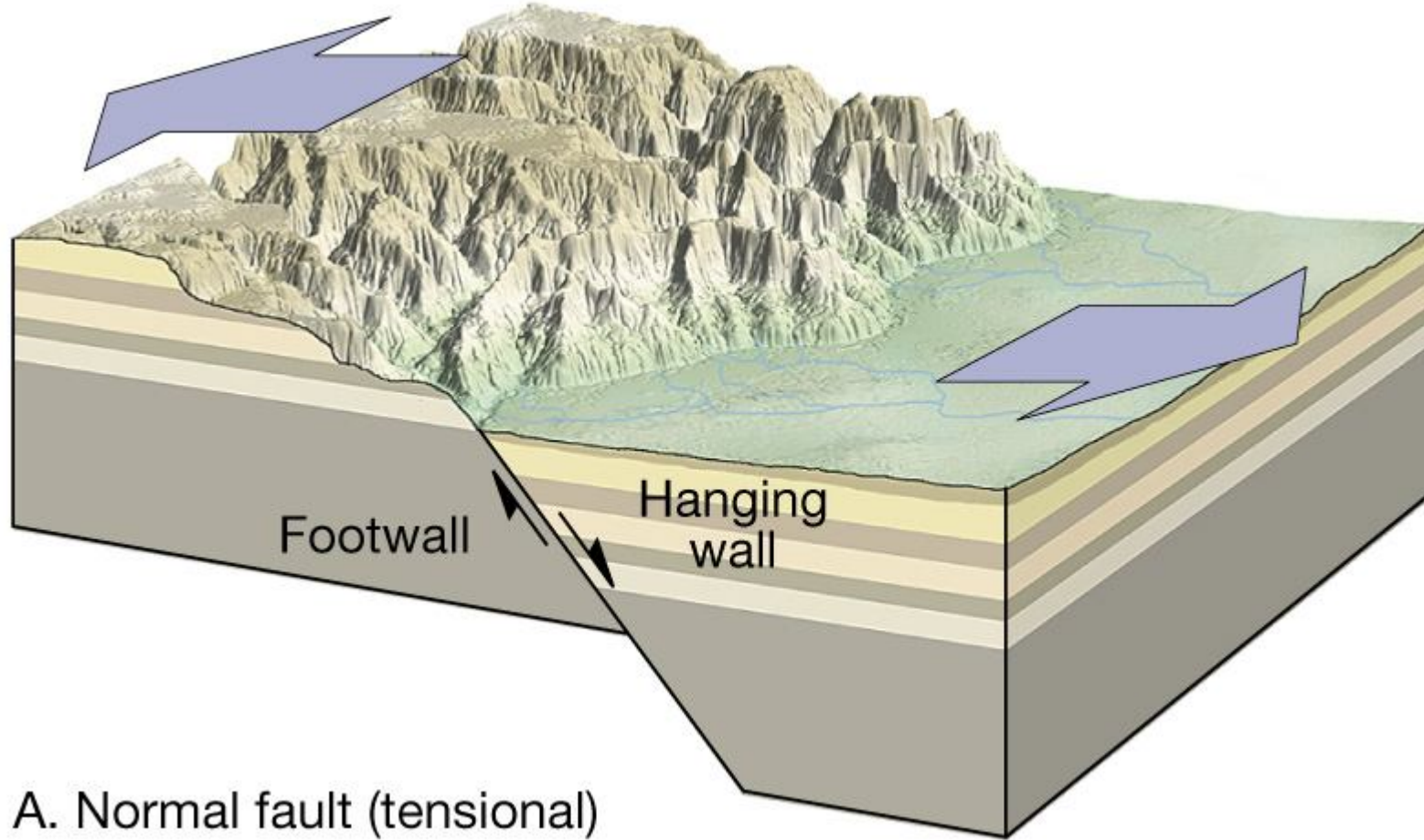
Fay ve Asal Gerilme Eksenleri



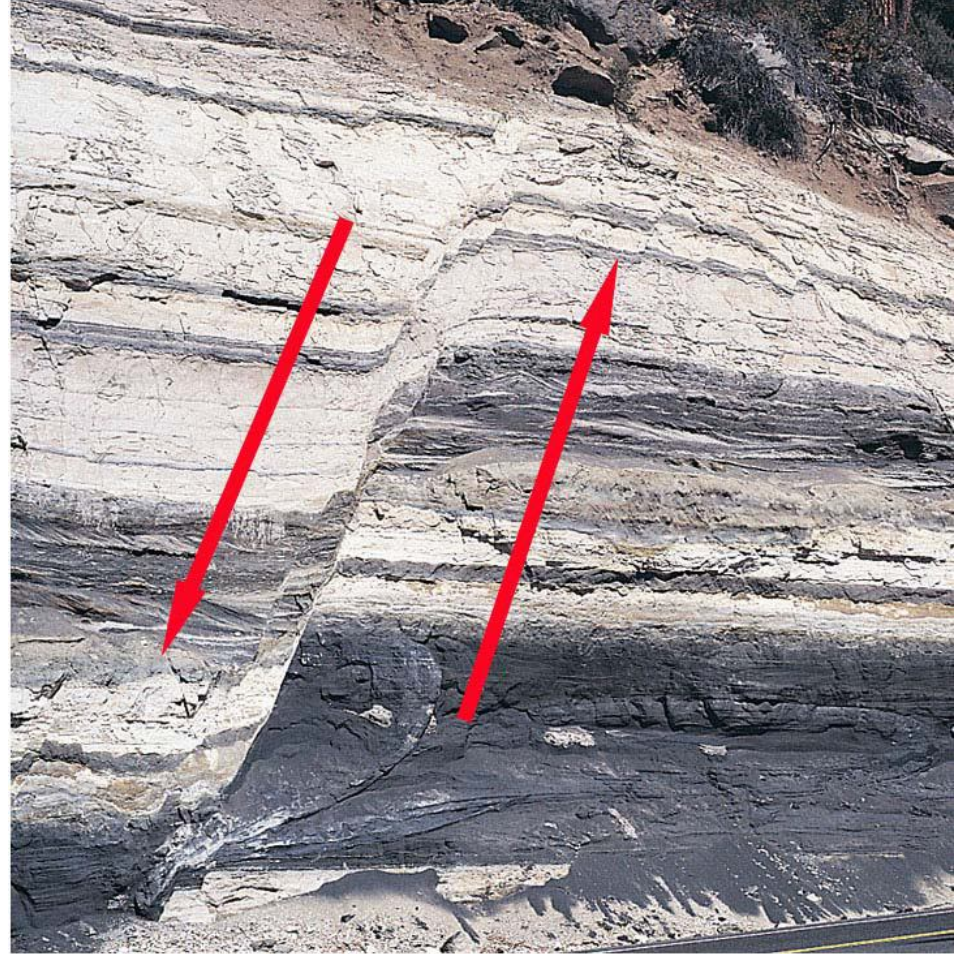
<http://www.see.leeds.ac.uk/structure/faults/stress/stress.gif>

Normal Faylar

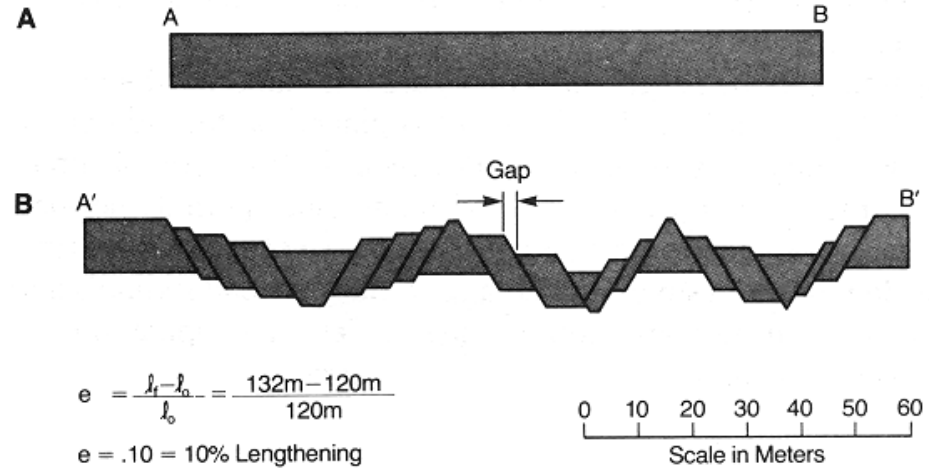
Genişlemeli tektonik rejimlerde (extensional tectonic regime) oluşan önemli yapılar olup bu rejimlerin genel bir göstergesi sayılırlar.



A. Normal fault (tensional)

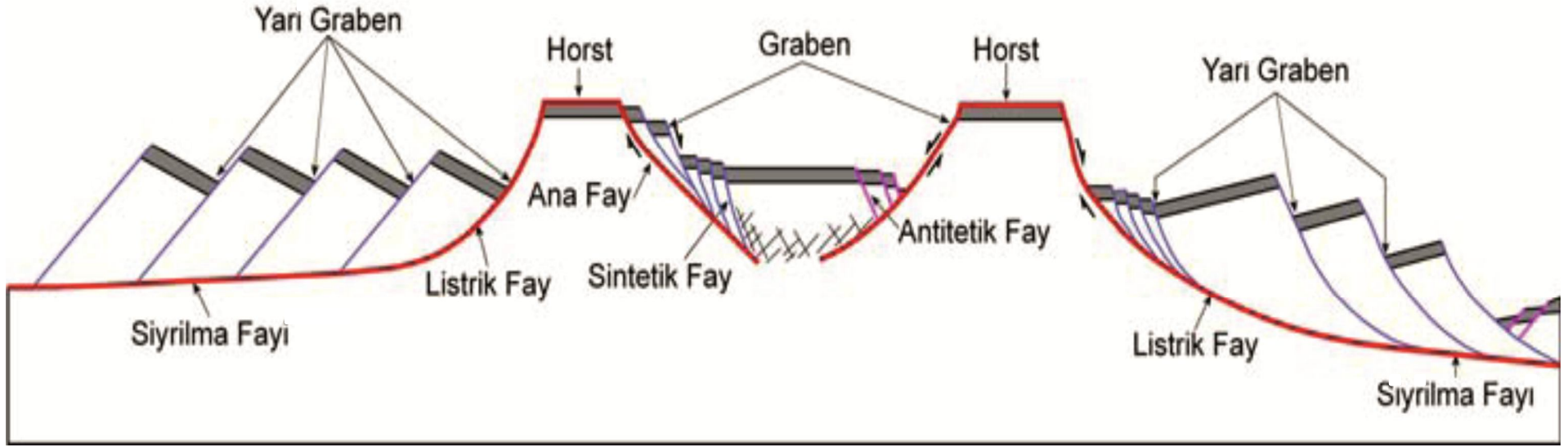


Bir tabakanın normal faylanma ile esnemesi (stretching).



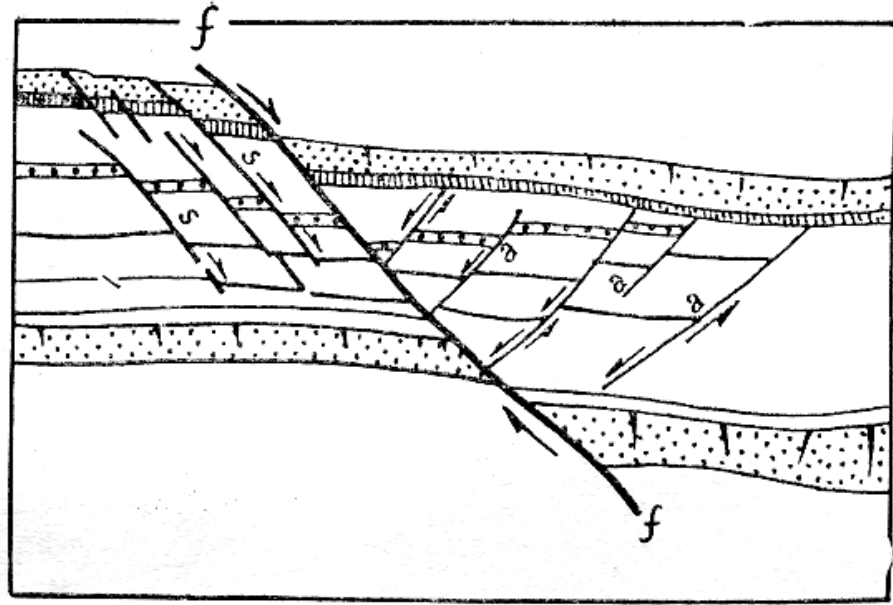
- Tavan bloğun taban bloğuna göre aşağı hareket ettiği eğim atımlı fay;
- Genelde genç birimler yaşlı kayaların üzerine gelir;
- Fayı da kesen düşey kesitte stratigrafinin bir bölümü kaybolur;
- NFların büyük bir bölümü yüksek açılı (60°) yapılardır, fakat düşük açılı ($<30^\circ$) hatta yataya yakın NF'lar da vardır;
- Tavan bloğun aşağı hareketi sonucu, NF'lar kıta kabuğunda uzama veya genişlemeye neden olurlar
- NFlar tek bir kırık düzlemi veya birbirine paralel ve paralel olmayan çok sayıda kırıkla tanımlanan fay zonları da oluştururlar;
- İkincil fayların büyük bir bölümü Ana (*Master*) faydan ayrılan (*branch or splay*) kollarıdır: sentetik veya antitetik
- Harita görüntüsünde, faylar örgülü (*anastomosing*) desen, kesitler de ise gül (*flower*) veya palmye ağacı (*palm-tree*) deseni sunarlar;
- NFlar genelde kenarları sentetik faylarla sınırlanan tipik basamak (*step*) veya üst üste gelme (*overlapping*) deseni oluştururlar.

Normal Fay ile Birlikte Gelişen Yapılar

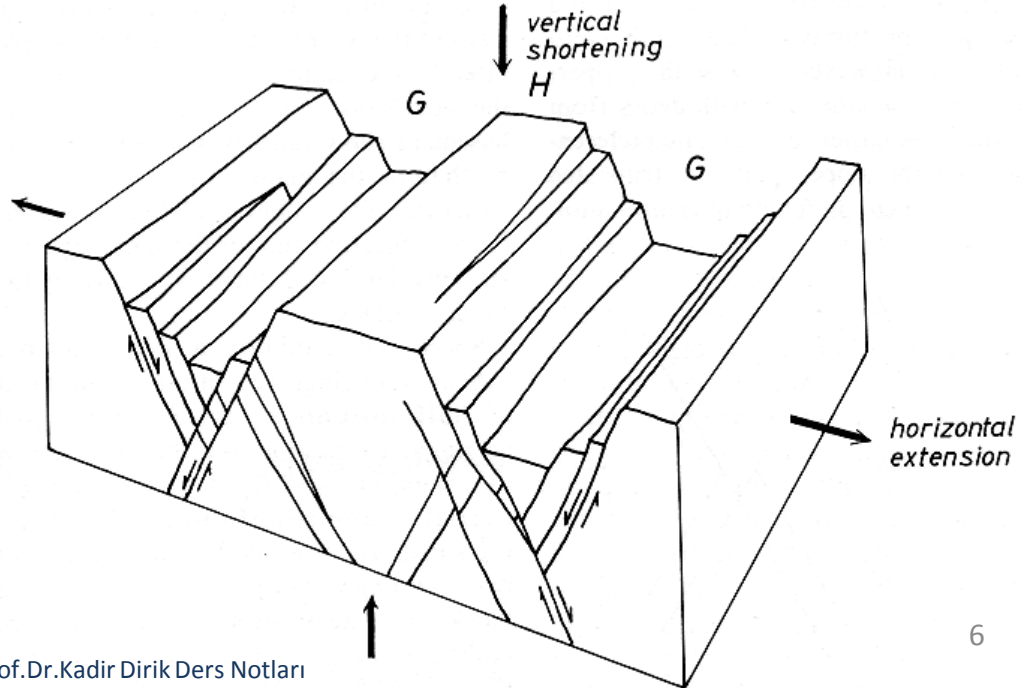


Ana fay ve birlikte gelişen ikincil yapılar; düşük açılı normal faylar ve tavan bloklarında gelişen bindirimli fay blokları (Twiss & Moores 1992)

Normal faylarda gelişen
sintetik (s) ve antitetik (a)
faylar



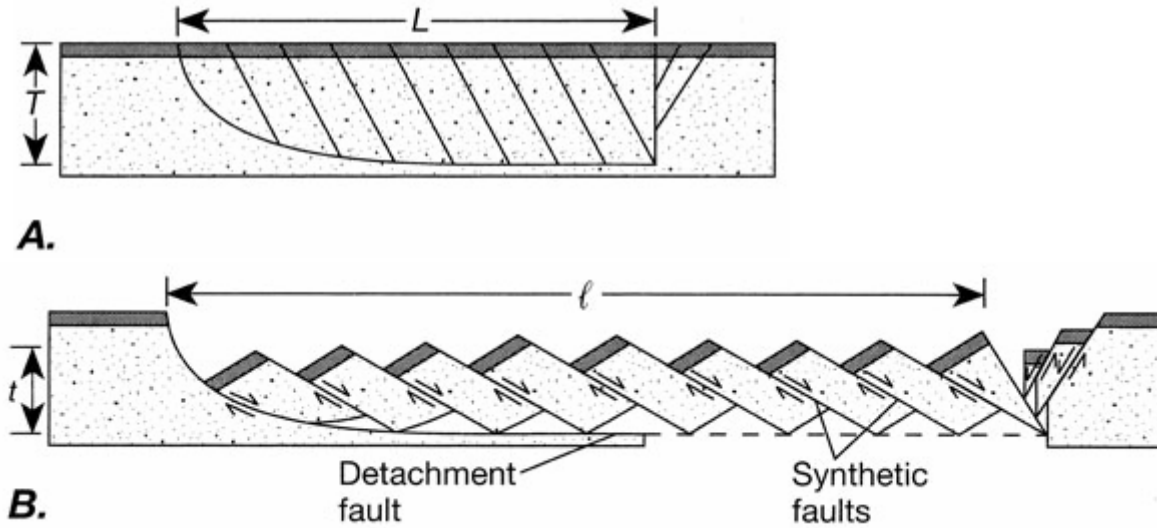
H: horst, G: graben





http://www.geology.wisc.edu/courses/g112/Images/salv_faults.jpg

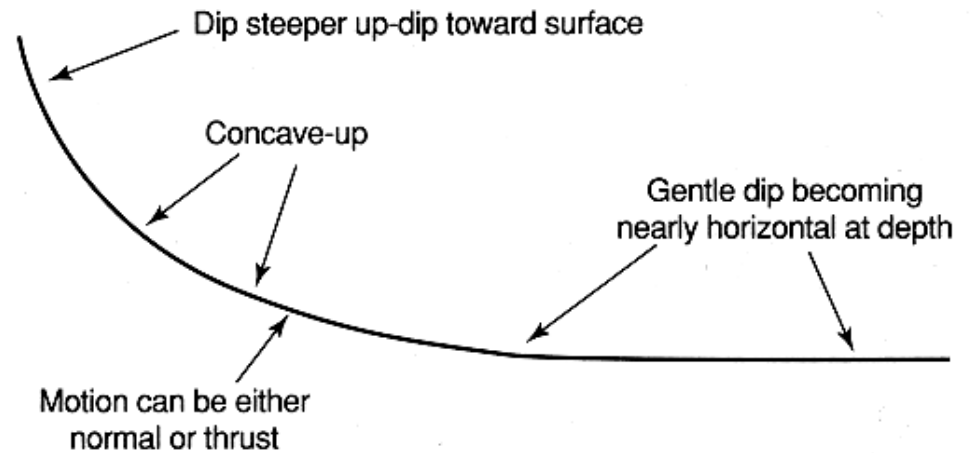
Tavan bloğun aşağı doğru hareket etmesi sonucu Normal Faylar kıta kabuğunda uzamaya ve genişlemeye neden olurlar.

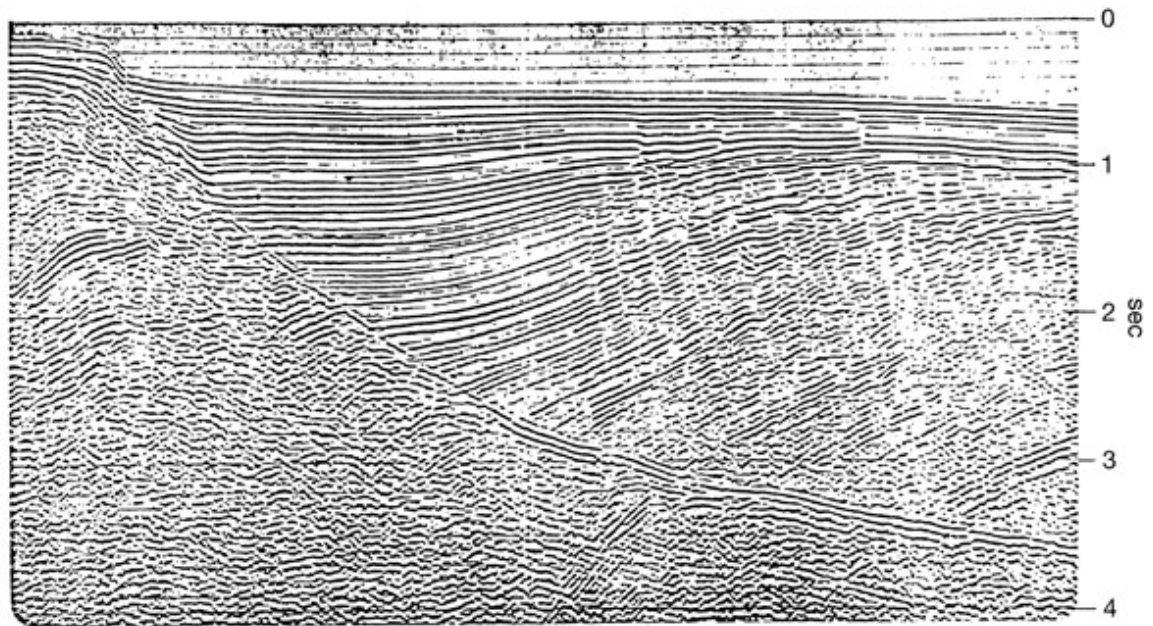


Listrik (kavisli) faylar

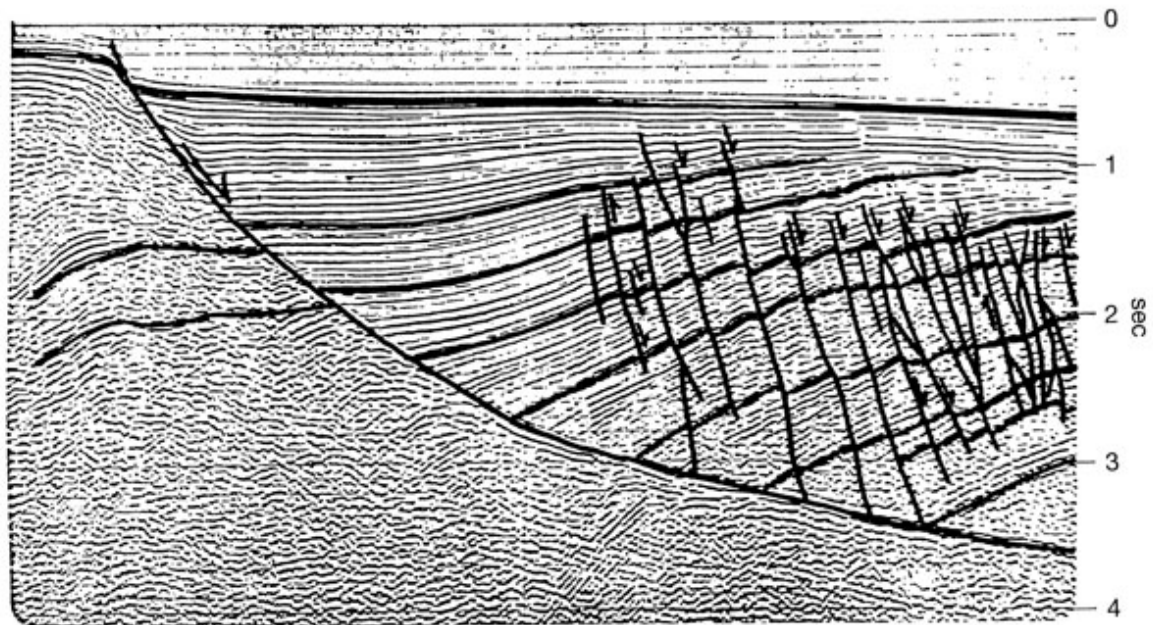
Fay düzlemi yüzeye yakın kesimlerde oldukça dik, derinlere doğru düşük eğimli veya yataya yakın konumdaki faylara **listrik fay** (kavisli fay) denir.

Listrik fayın genel bir kesiti



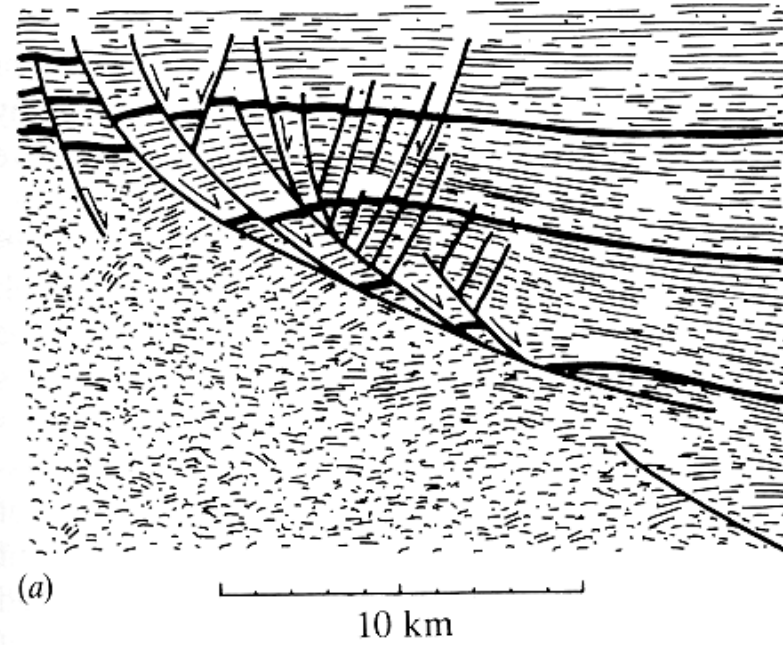


A.



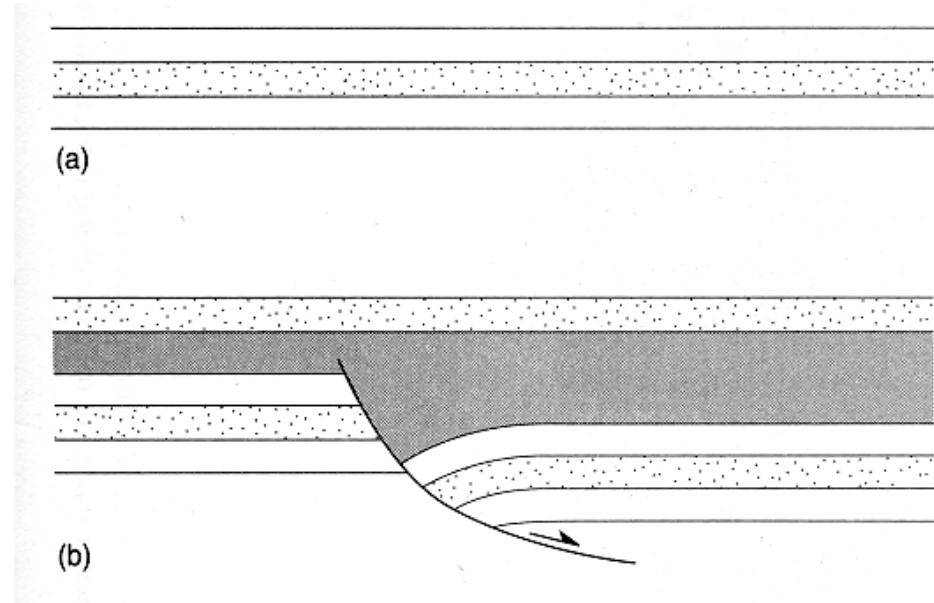
B.

Sismik kesitte görülen, listrik faylarla ilişkili büyüme fayı, roll over antiklinal, antitetik ve sintetik faylar.

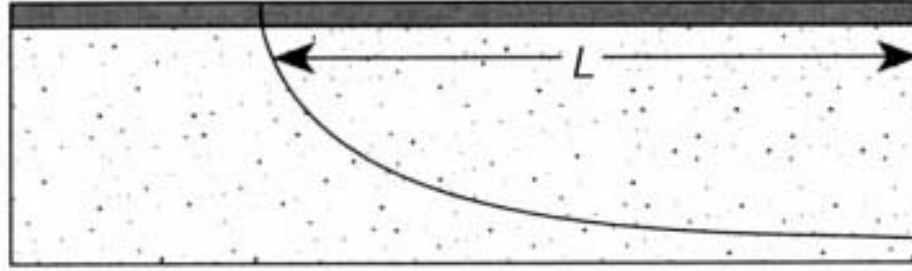


Büyüme fayı (growth fault) ve ters sürüme kıvrımı.

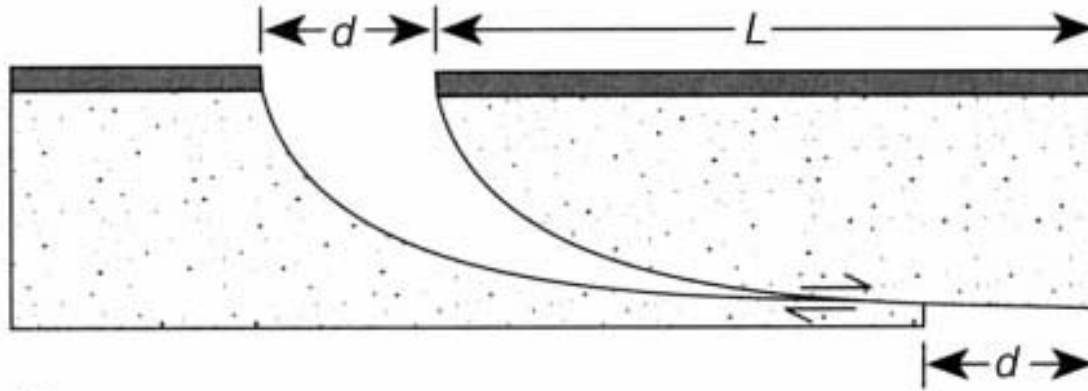
(a) tabakaların faylanmadan önceki durumu,
(b) tabakaların faylanmadan sonraki durumu



Kavisli (Listrik) bir normal fay üzerindeki yer değiştirmenin (deplasman) geometrisi: 'rollover' antiklinal oluşunu ve antitetik normal faylanma.



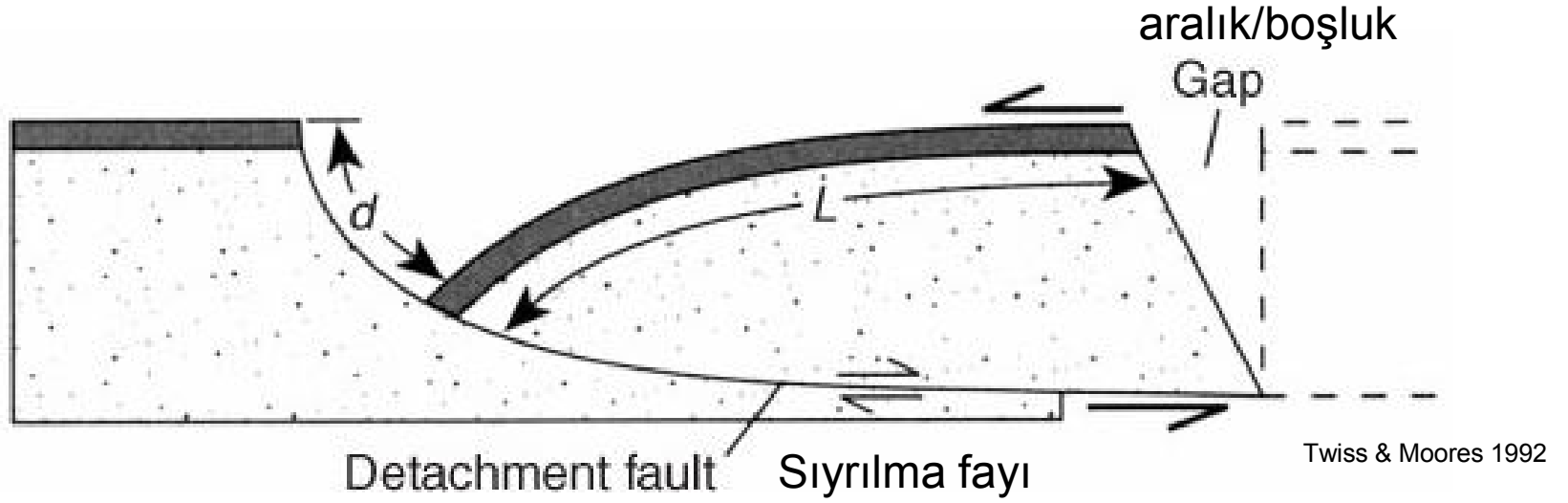
A. d : tavan ve taban blok arasında oluşan boşluk; yatay genişleme/açılma.



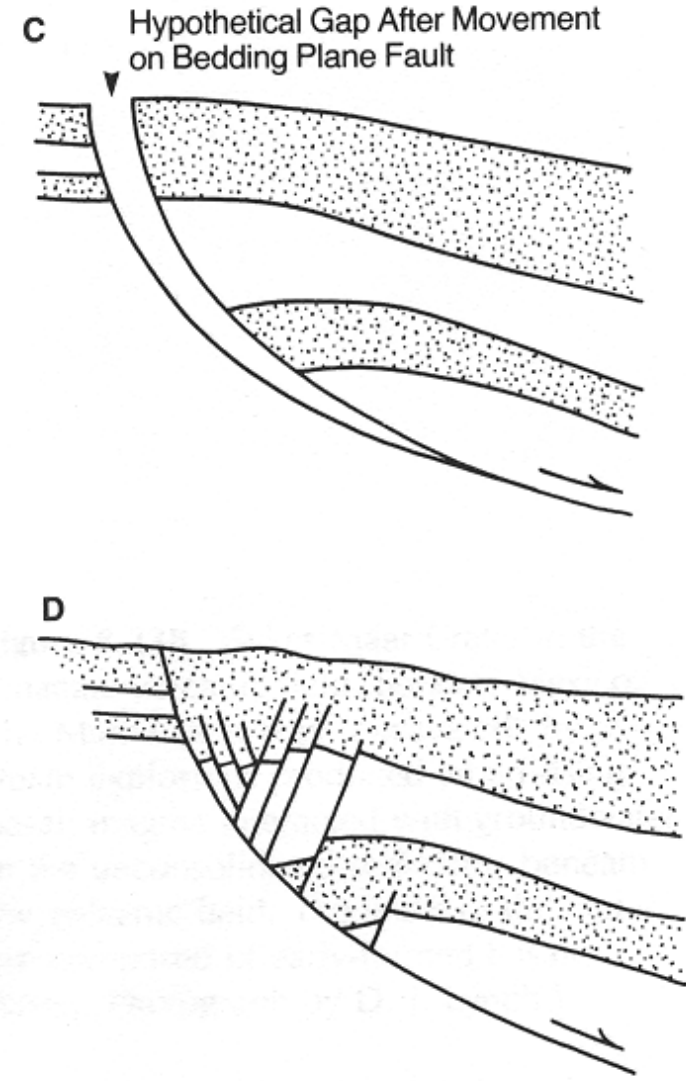
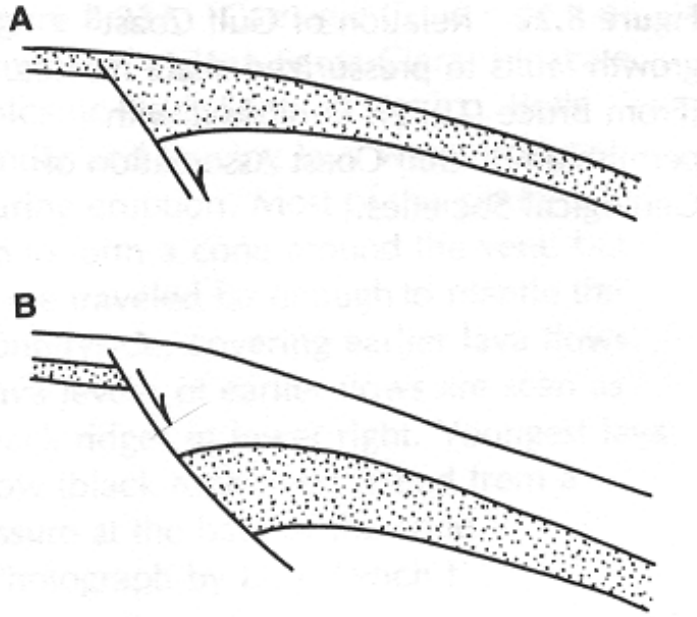
Twiss & Moores 1992

B.

- (A)** Yeni başlayan faylanma ve kıtasal bloklar: tavan bloğun L uzunluğu sabit kalır.
- (B)** tavan bloğun kavisli fayın planar kesiminde d mesafesi kadar rijid yer değiştirmesi/kayması, bloğun diğer ucunda jeolojik olarak anlamsız bir aralık/boşluk (*gap*) oluşturur.



(C) tavan bloğuna yayılmış deformasyon tavan bloğun fay düzlemi ile temasını kaybetmemesine imkan verir; deformasyon tavan blokdaki katmanların 'rollover' antikline dönüşmesi ile neticelenir.

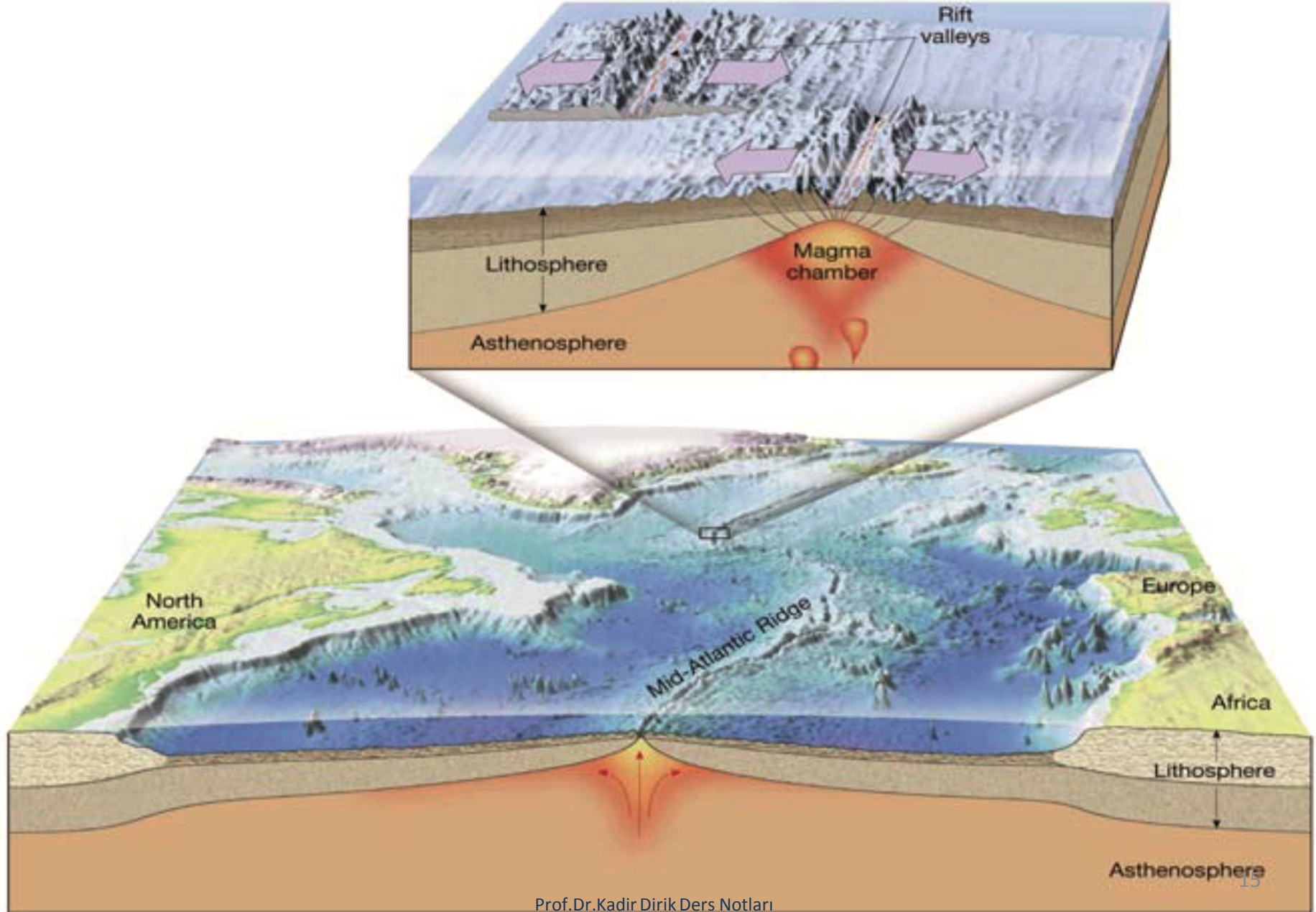


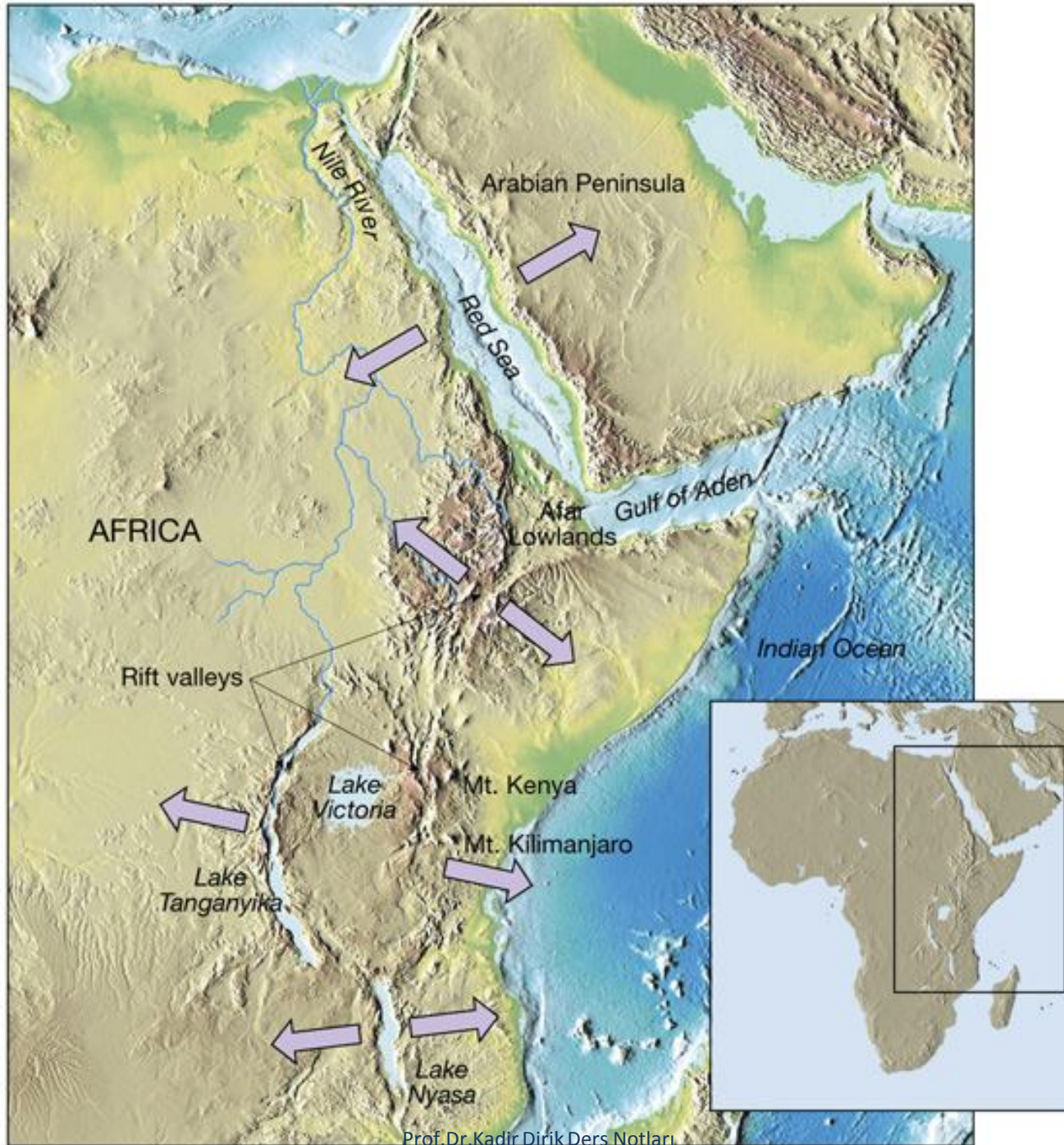
Büyüme faylarının ve ters sürüme kıvrımlarının (reverse drag folds) oluşum mekanizması

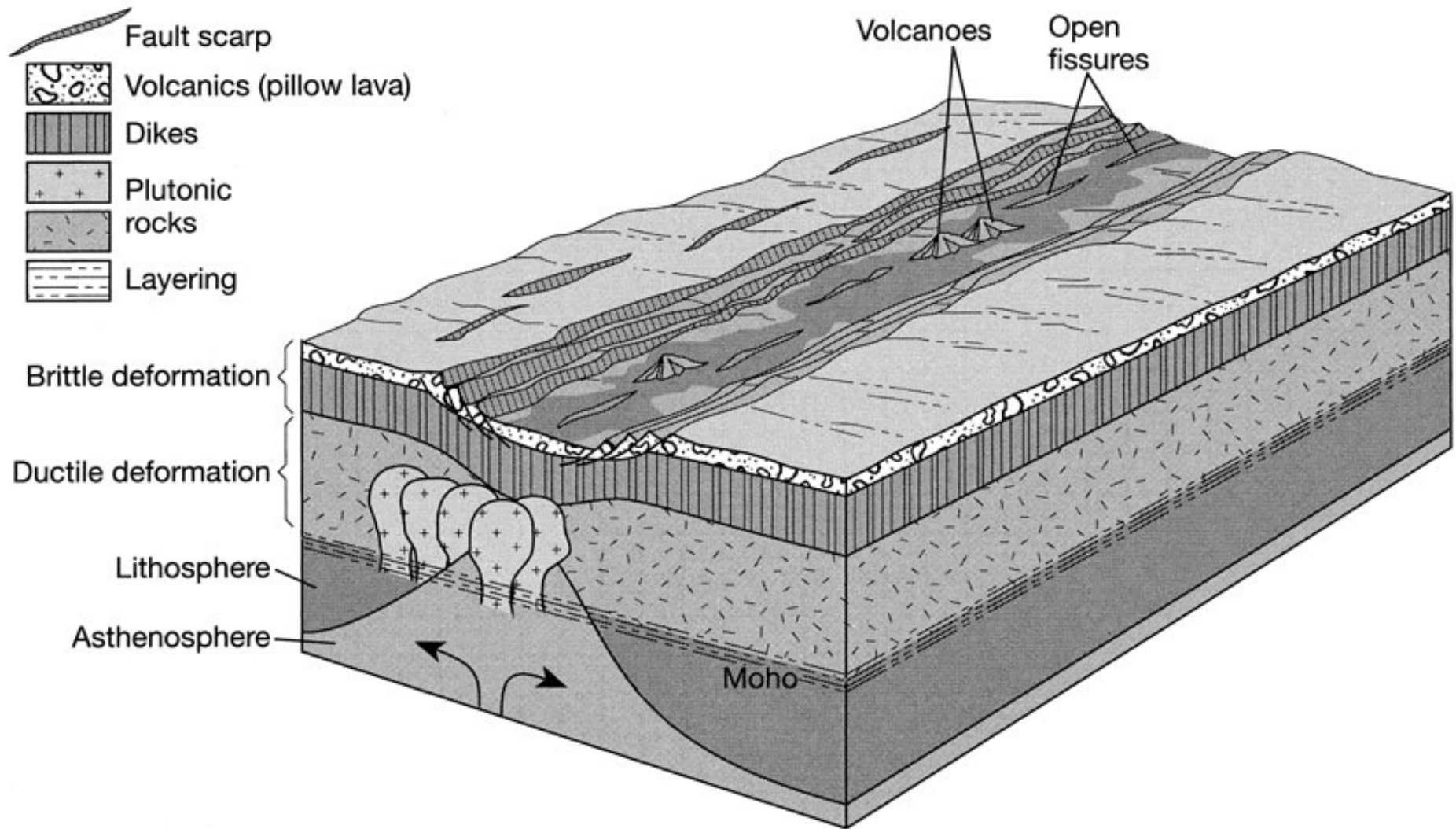
Normal Fayların Tektonik Ortamı

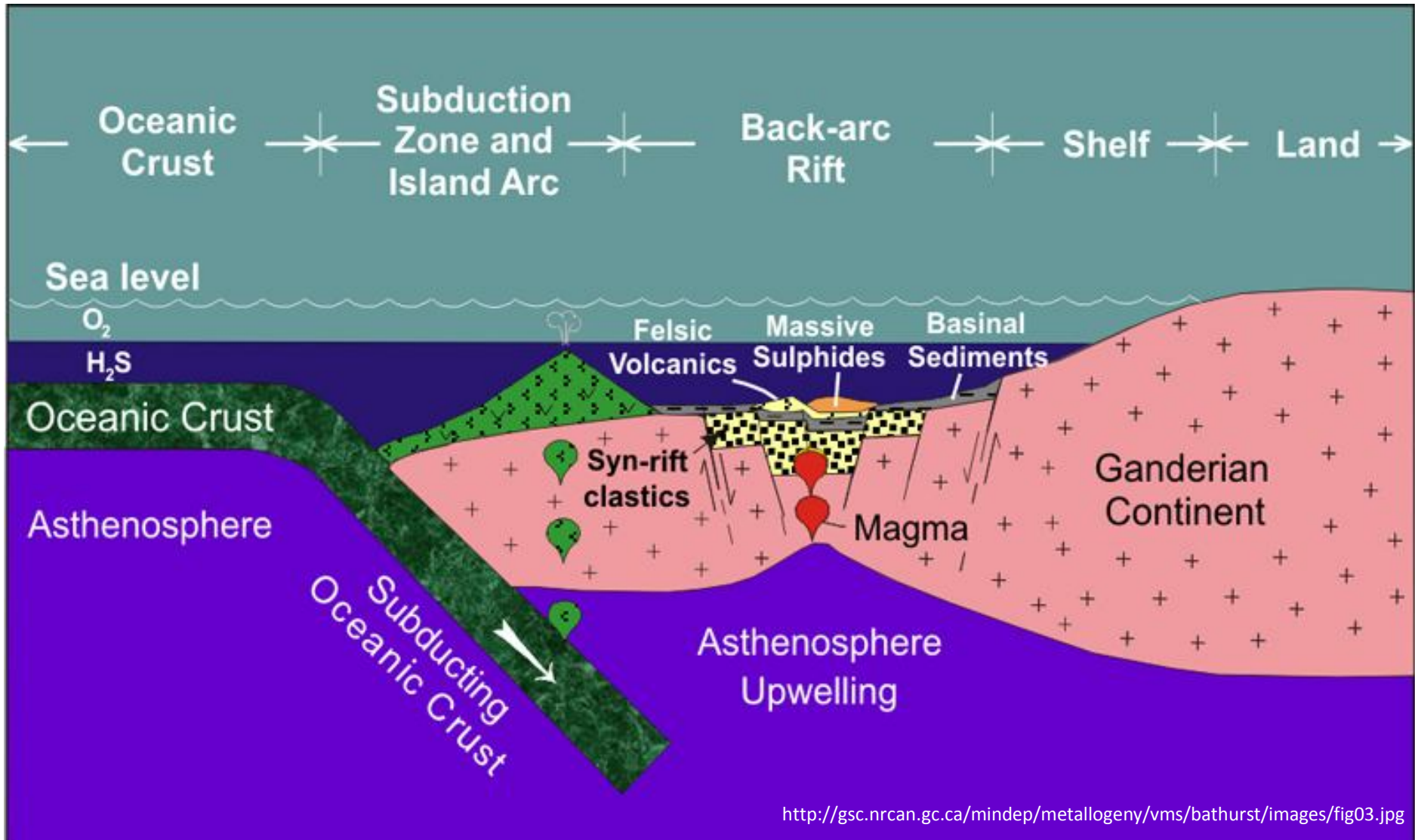
- Uzaklaşan levha sınırları & Okyanus ortası sırtlar
- Riftler
- Diyapir ve domların tepe kısımları
- Büyük ölçekli antiklinallerin tepe kısımları
- Hendeklerin dış duvarları
- Graviteye bağlı olarak gelişen kütle kaymalarının ürettiği büyüme faylarının yüksek açılı üst kesimleri
- Yay-ardı havzalar
- Doğrultu atımlı faylar boyunca gelişen transtansiyonel ortamlar:
 - Gevşeyen büklüm
 - gevşeyen sıçrama

Uzaklaşan Levha Sınırları & Okyanus Ortası Sırtlar

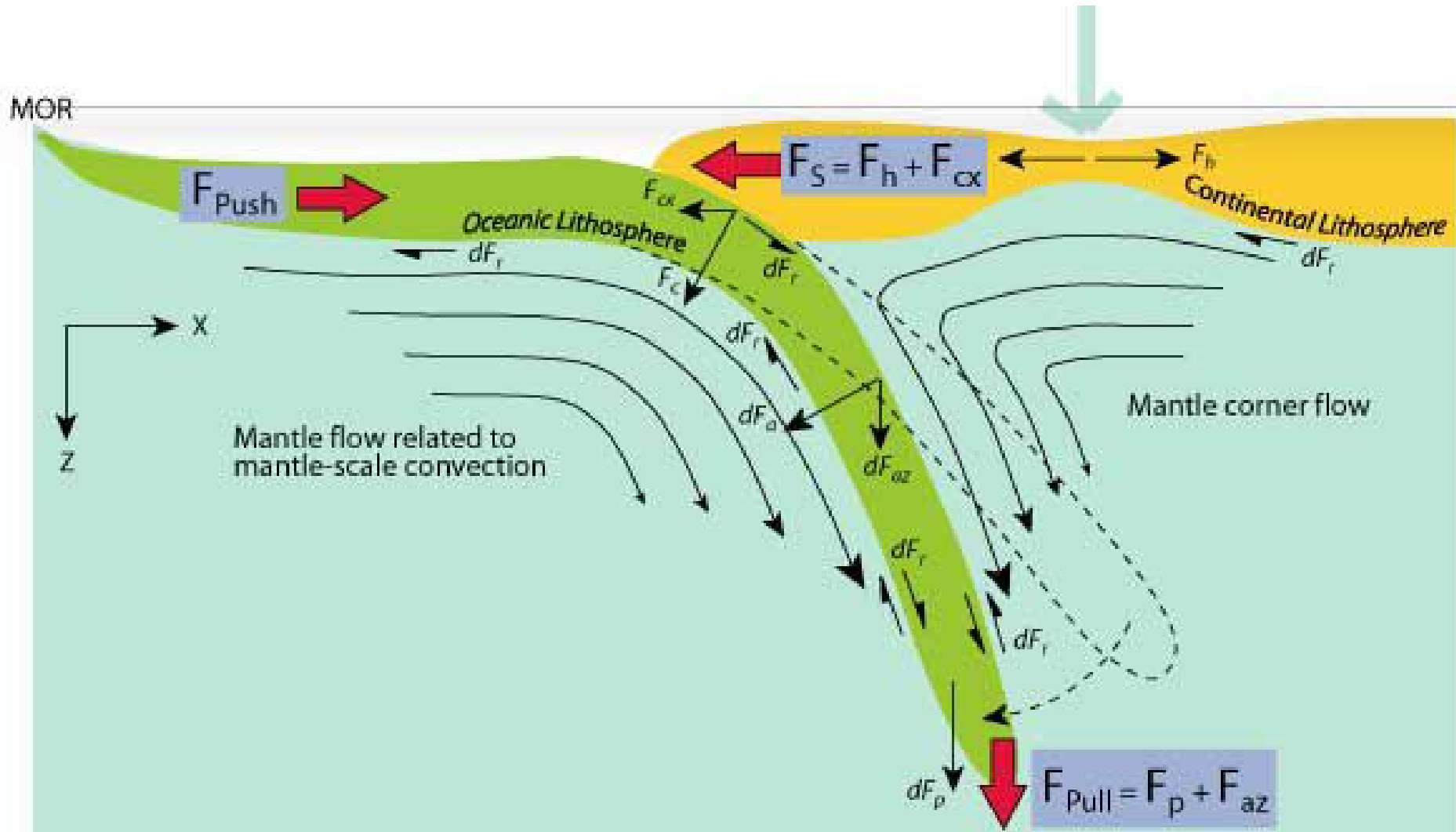






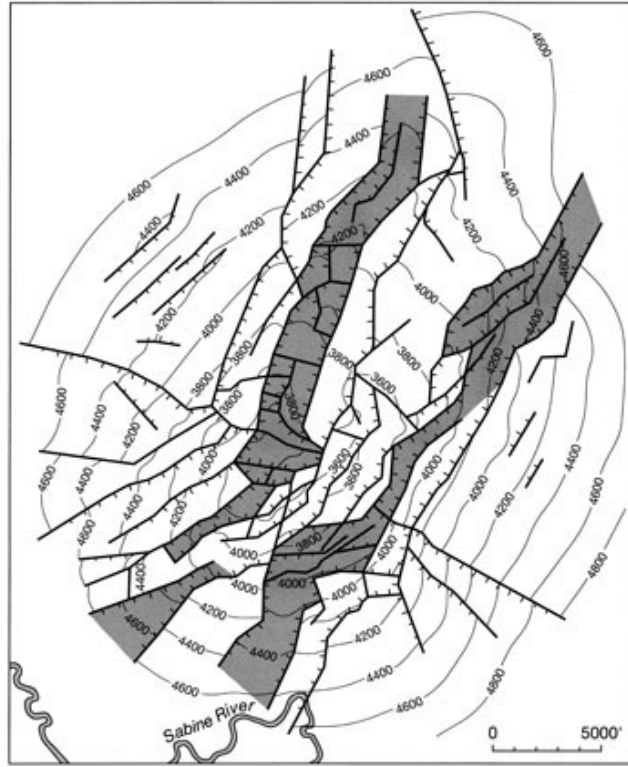


Yüksek Açılı Dalma Batma Zonlarını Yay-ardı Bölümleri

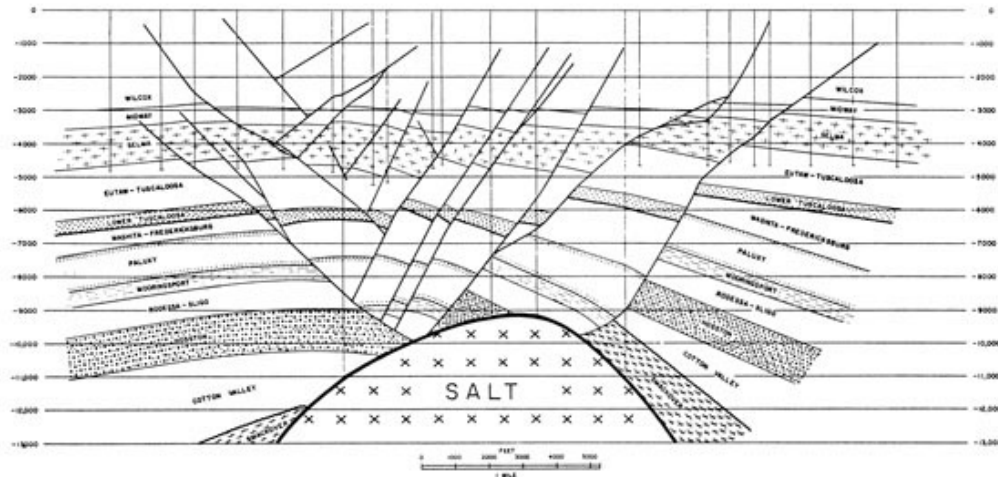


http://www.geology.um.maine.edu/geodynamics/analogwebsite/UndergradProjects2005/MKF_ERS416_2005/HTML/Introduction_html.html

Diyapir ve Domların Tepe Bölümleri

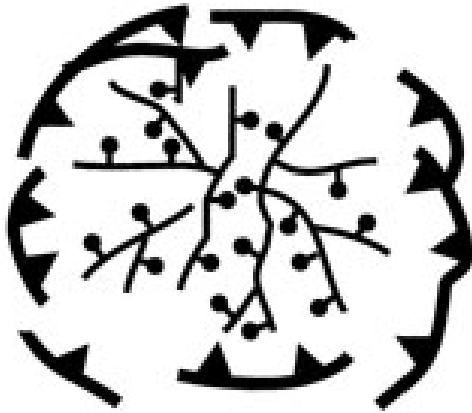


A.

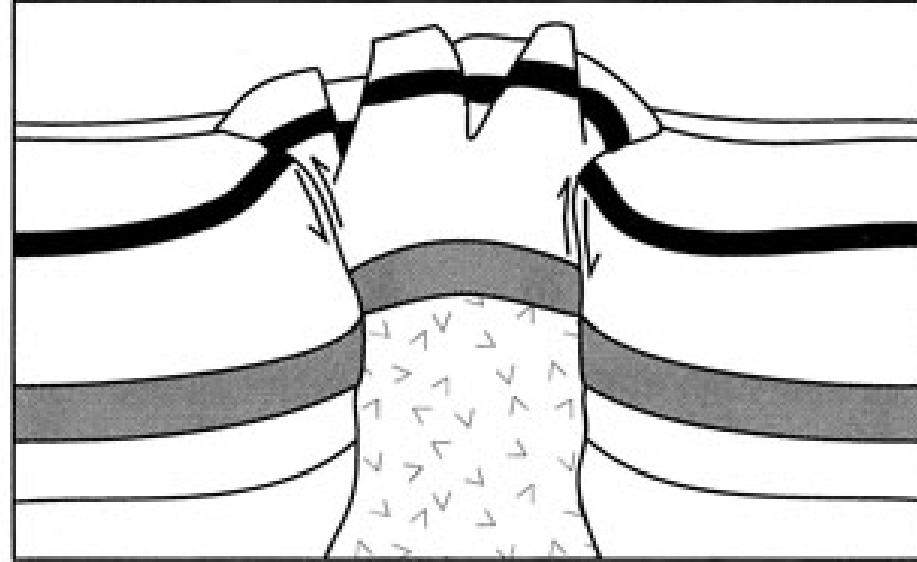


B.

Diapirlerin Tepe Kesimleri



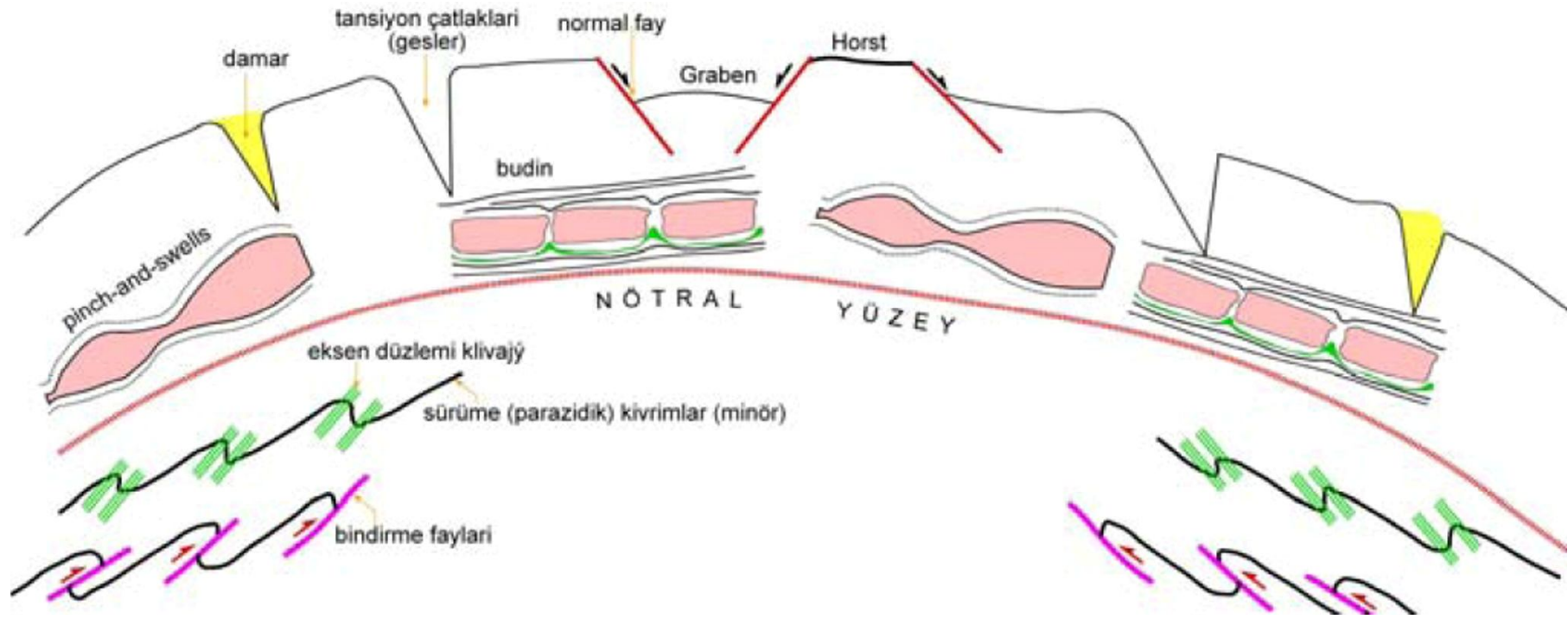
A.



B.

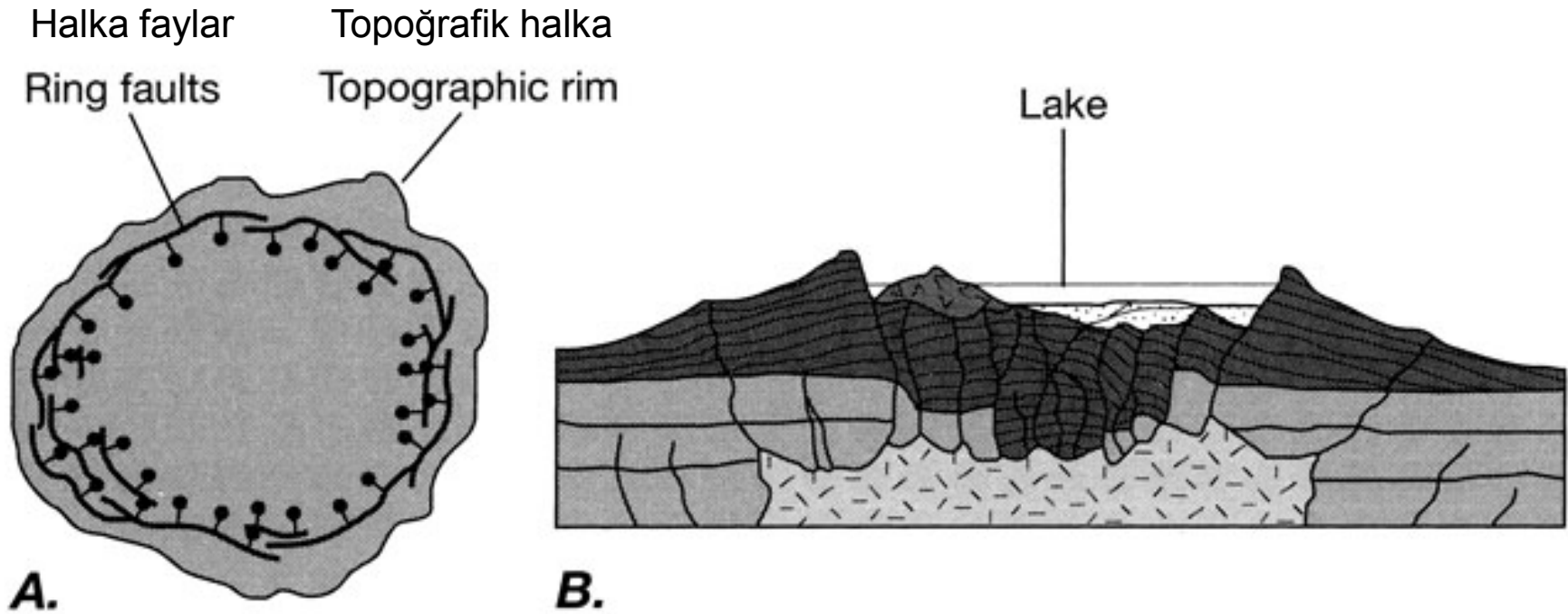
Diapir sokulması ile oluşmuş çevresel bindirme fayları. Merkezdeki normal fayları diapirin yükselmesi sırasında gelişen genişlemenin ürünleridir. **(A)** şematik harita; **(B)** şematik kesit

Büyük Ölçekli Kıvrımların Tepe (*hinge*) Kısımları



Çökme yapıları: eğer derinlerde boşluklar oluşur ise, yüzey kayaçları genelde çöker ve konsentrik fayları oluştururlar:

halka (ring) faylar (örnek; kaldera oluşumu: boşalan magma odacığına yüzey kayaçlarının göçmesi!



Kaldera oluşumu ile gelişmiş normal faylar: **(A)** kalderanın etrafındaki halka fayların şematik haritası; **(B)** Kalderanın şematik kesiti.

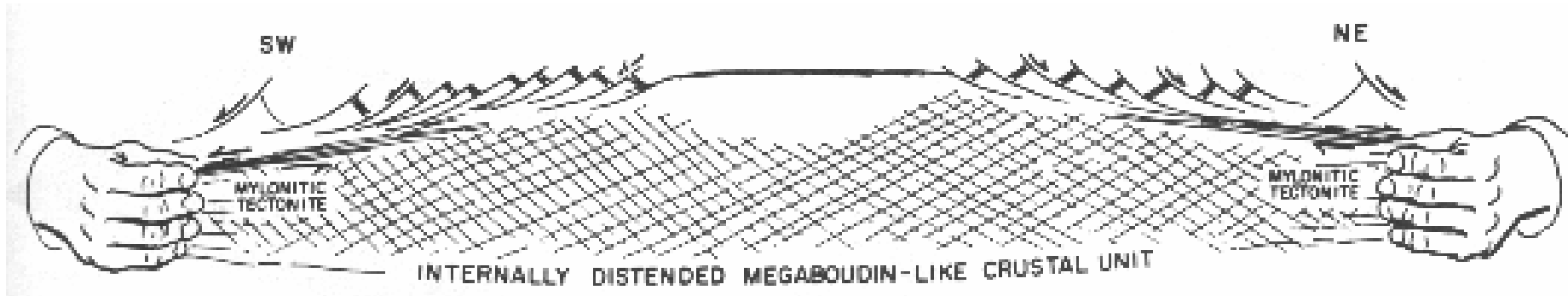
Meke Gölü (Karapınar, Konya)



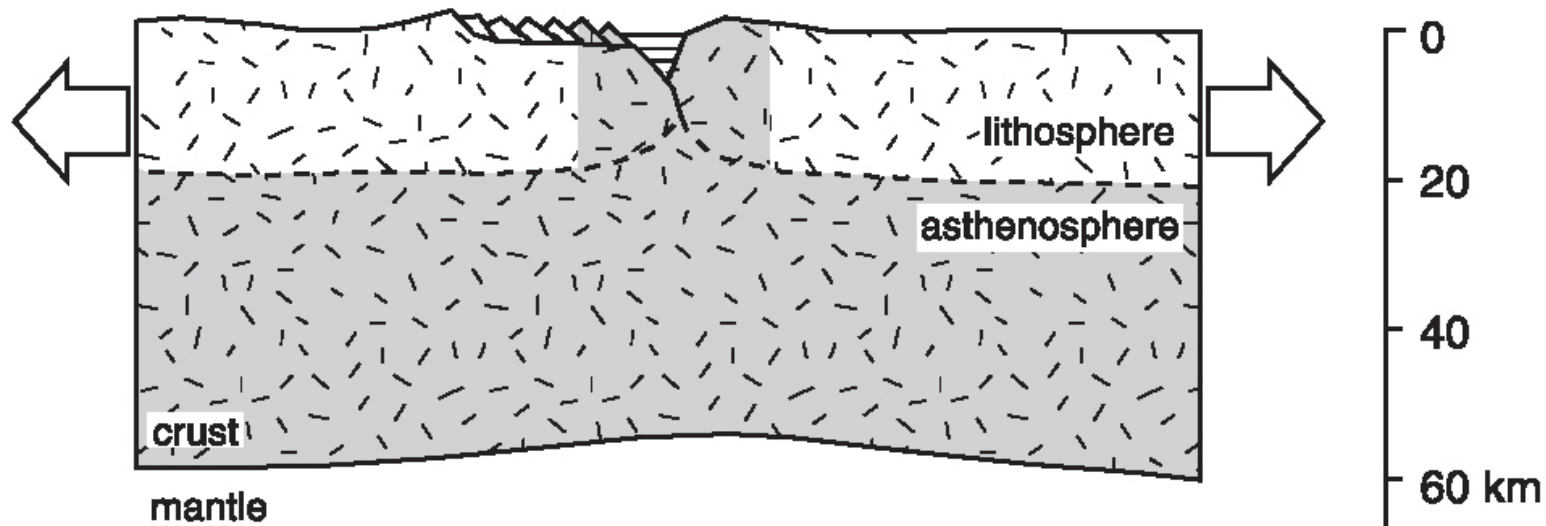
Nemrut Krater Gölü (Van)



ÇEKİRDEK KOMPLEKSLER (CORE COMPLEXES)



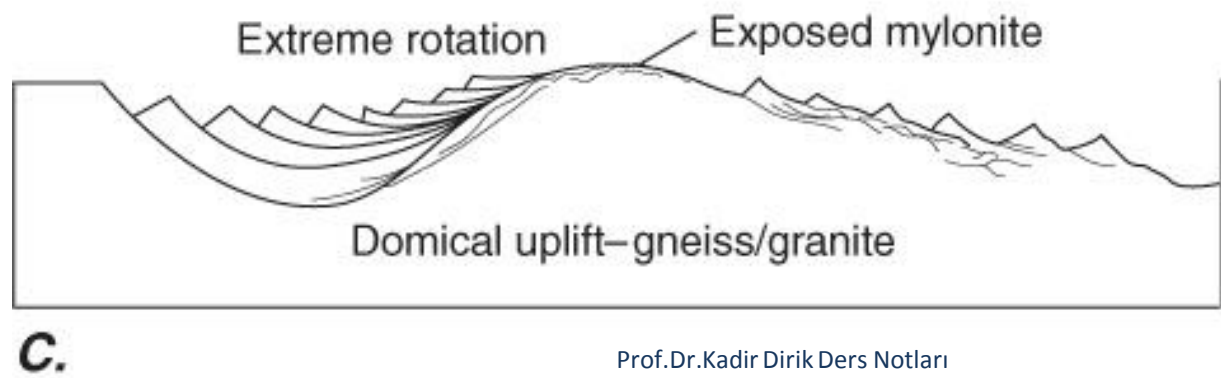
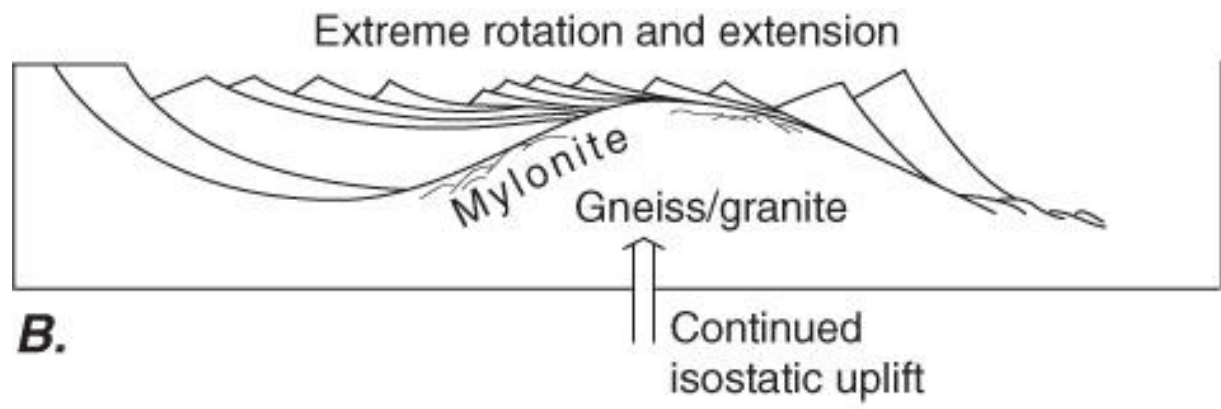
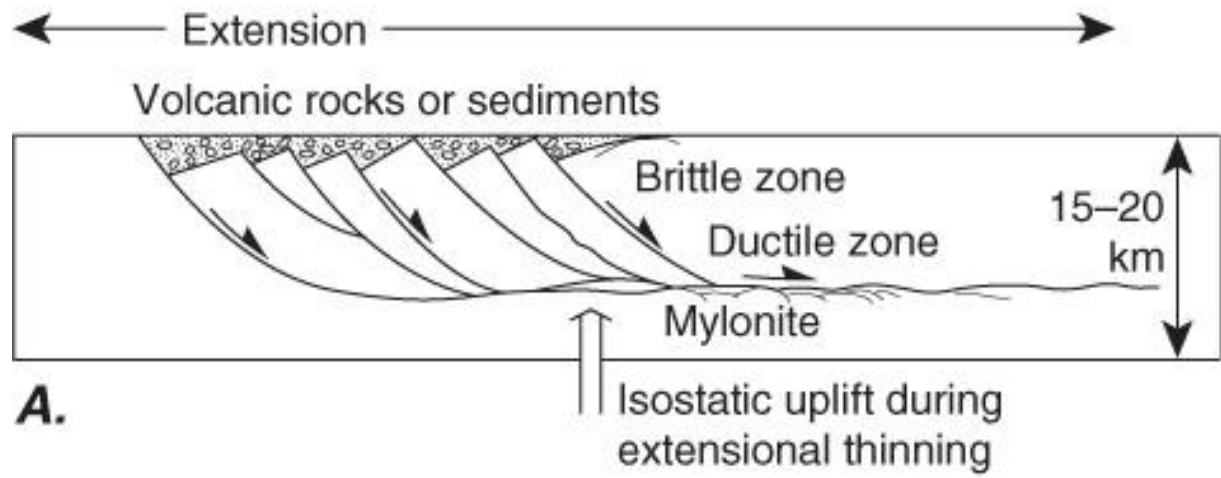
Davis and Reynolds, 1996



Straining region

40 KM

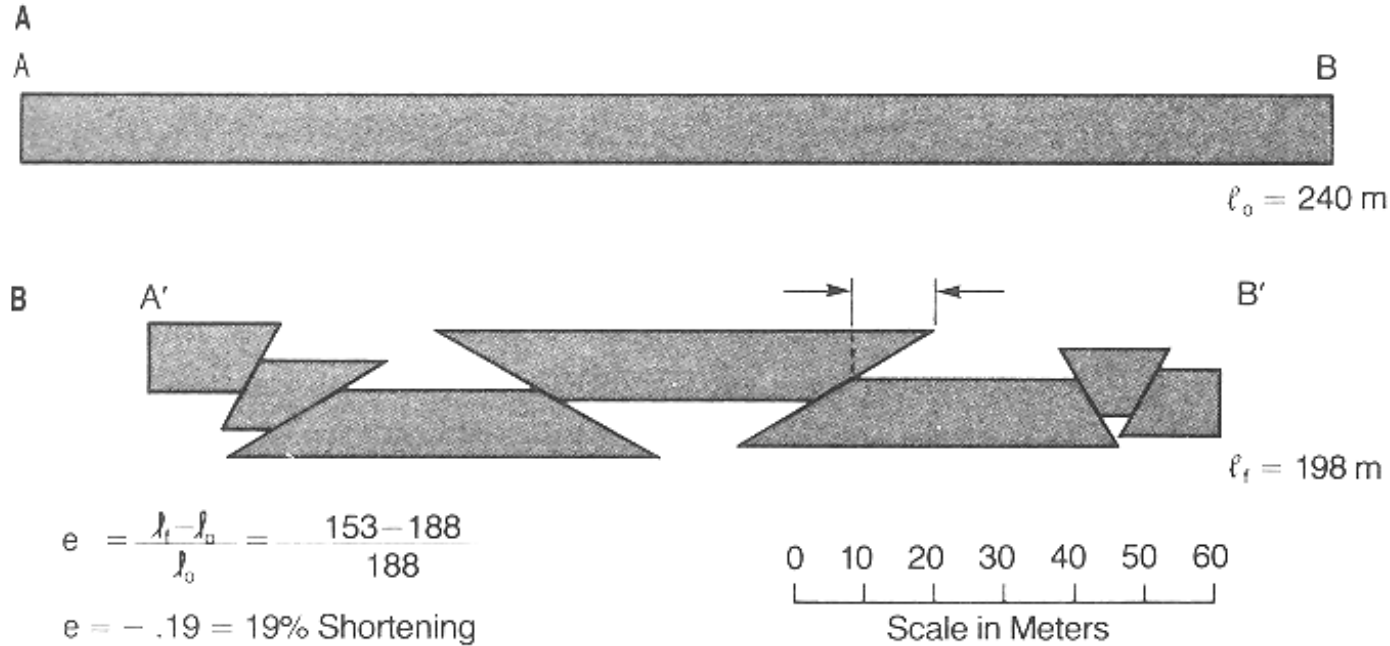




Ters ve Bindirme Fayları

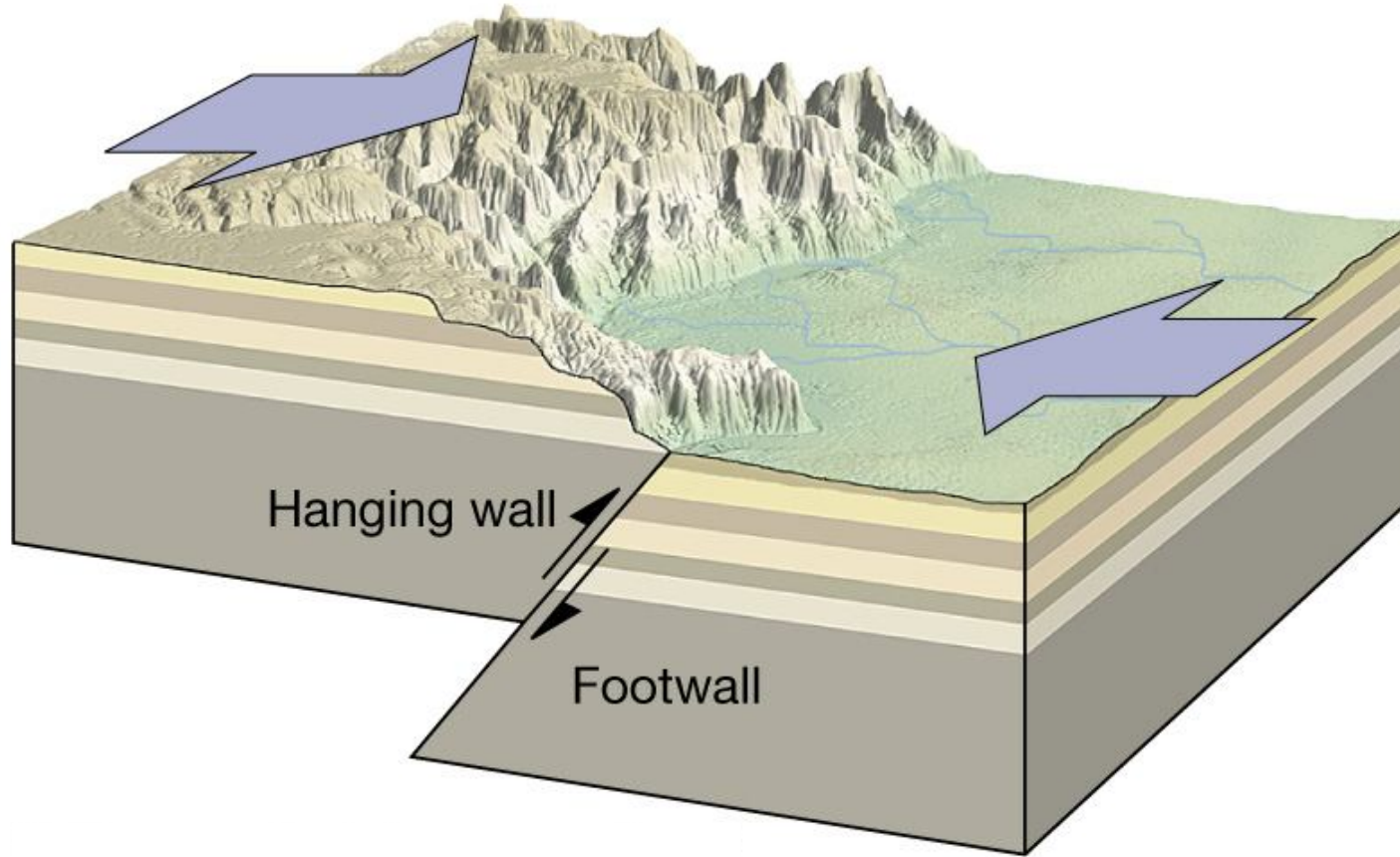
Ters ve bindirme fayları sıkışmalı tektonik rejimlerin (compressional / contractional tectonic regimes) denetimi ve etkisi altında gelişirler. Basınç kuvvetleri, kayaçların dayanımlılıklarını aştığında, o ana kadar kıvrılarak plastik özellikle cevap vermiş kayaçlar bu kez kırılarak ters ve bindirme fayları oluştururlar.

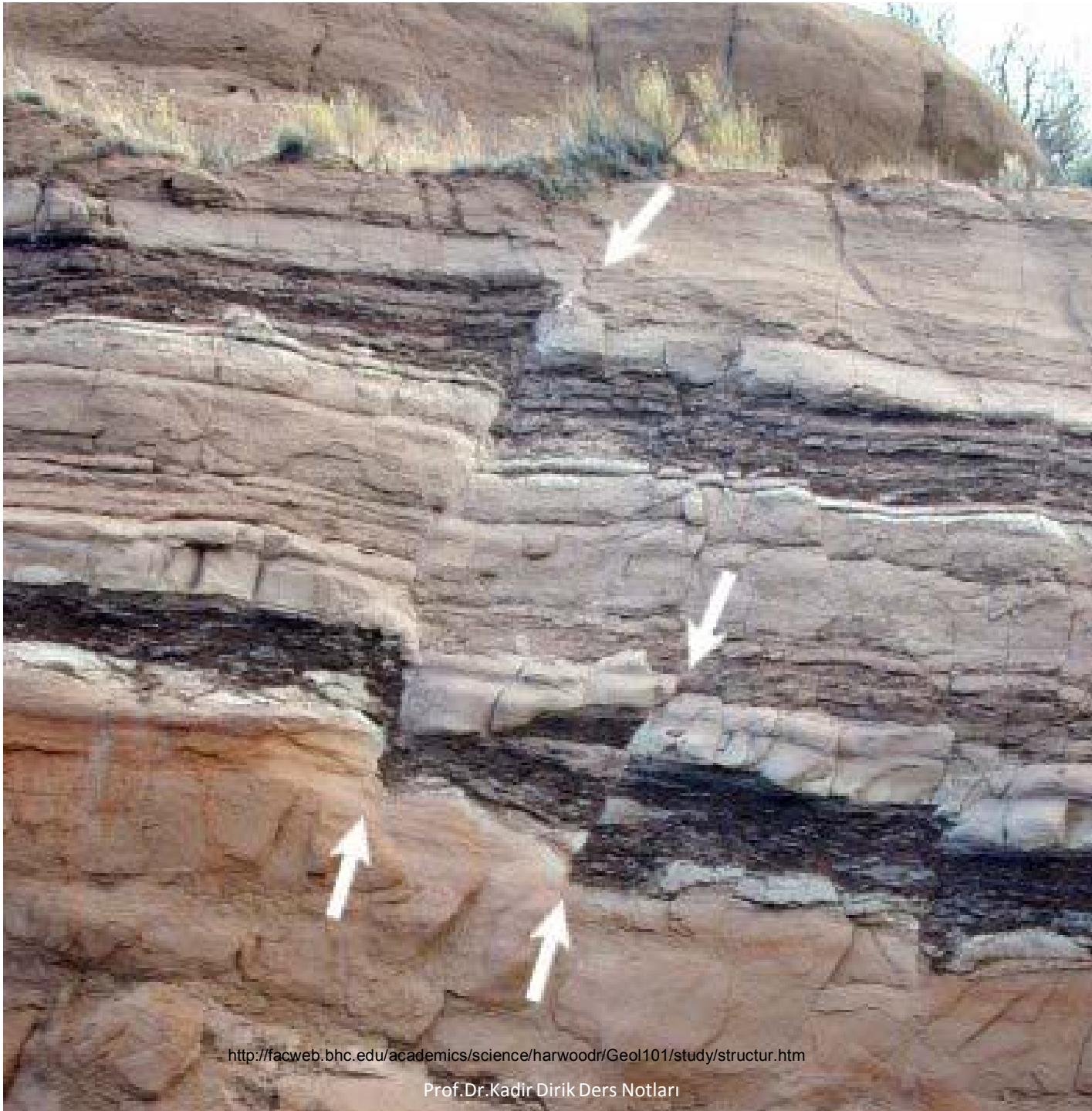
Ters faylar, fay düzleminin eğim açısına göre, değişik isimlerle ifade edilir. Eğim derecesi 45° den az olanlara **küçük açılı ters fay**, 45° den büyük olanlara **büyük açılı ters fay**, 10° - 35° arasında olanlara **bindirme** (thrust), eğim açısı çok düşük olanlara da (0° - 10°) **örtü fayı** veya **nap** (overthrust, nappe) denir



Bir tabakanın ters-bindirme fayının etkisi ile kısılması (shortening)

Tavan blok eğim yukarı hareket ederken göreceli olarak taban blok eğim aşağı hareket eder. 45° den büyüktür. Düşük açılı ters fayların eğimi genelde 30° civarındadır ve **Bindirme Fayı** adı verilir. Hareket vektörü fayın doğrultusuna dik, eğim yönüne paraleldir: Sapma Açısı (rake/pitch): 90° .



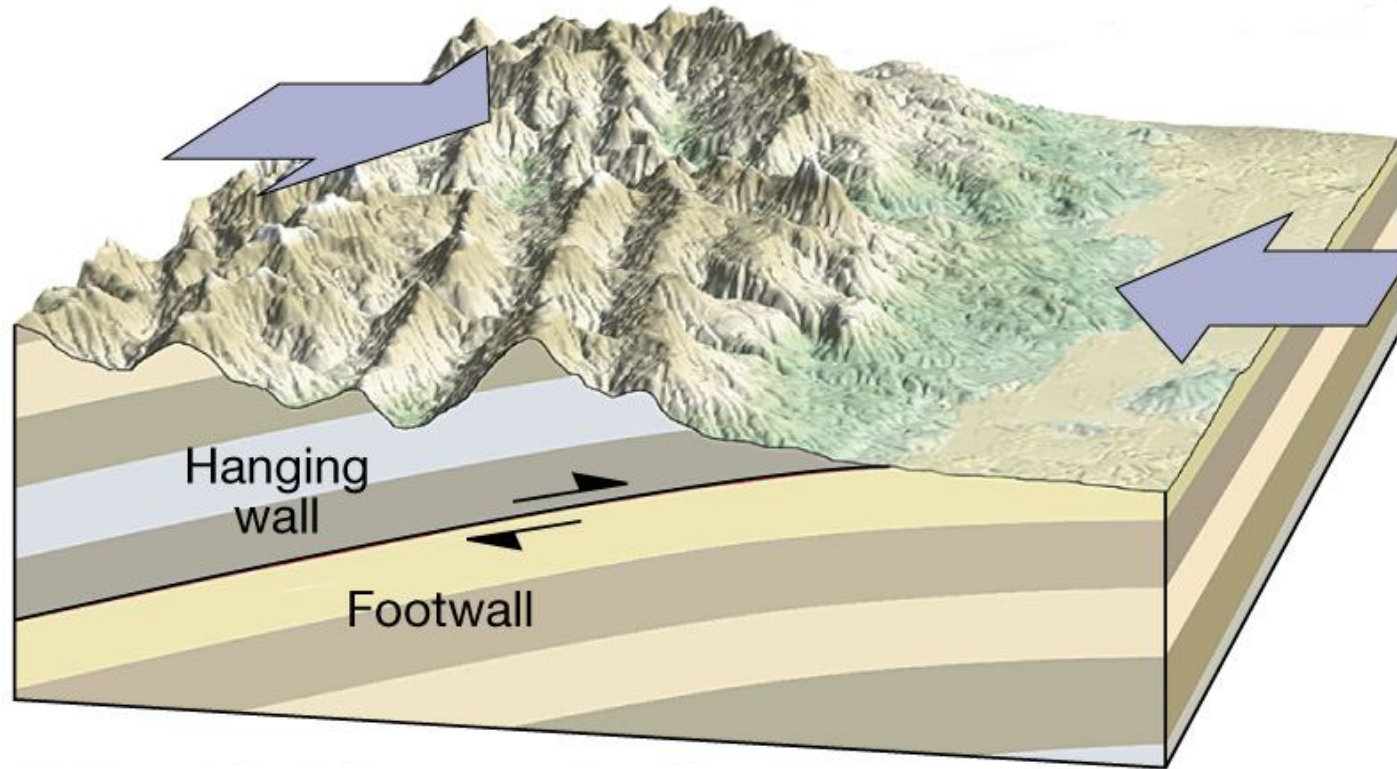


<http://facweb.bhc.edu/academics/science/harwoodr/Geol101/study/structur.htm>

Prof.Dr.Kadir Dirik Ders Notları

Düşük açılı ters fayların eğimi genelde 30° civarındadır ve **Bindirme Fayı** adı verilir.

- Genelde yaşlı birimler genç birimlerin üzerine gelir;
- Fayı da kesen düşey kesitte, stratigrafi tekrarlanır;
- Kıta kabuğunun kısılması ve kalınlaşması söz konusudur





TERMİNOLOJİ

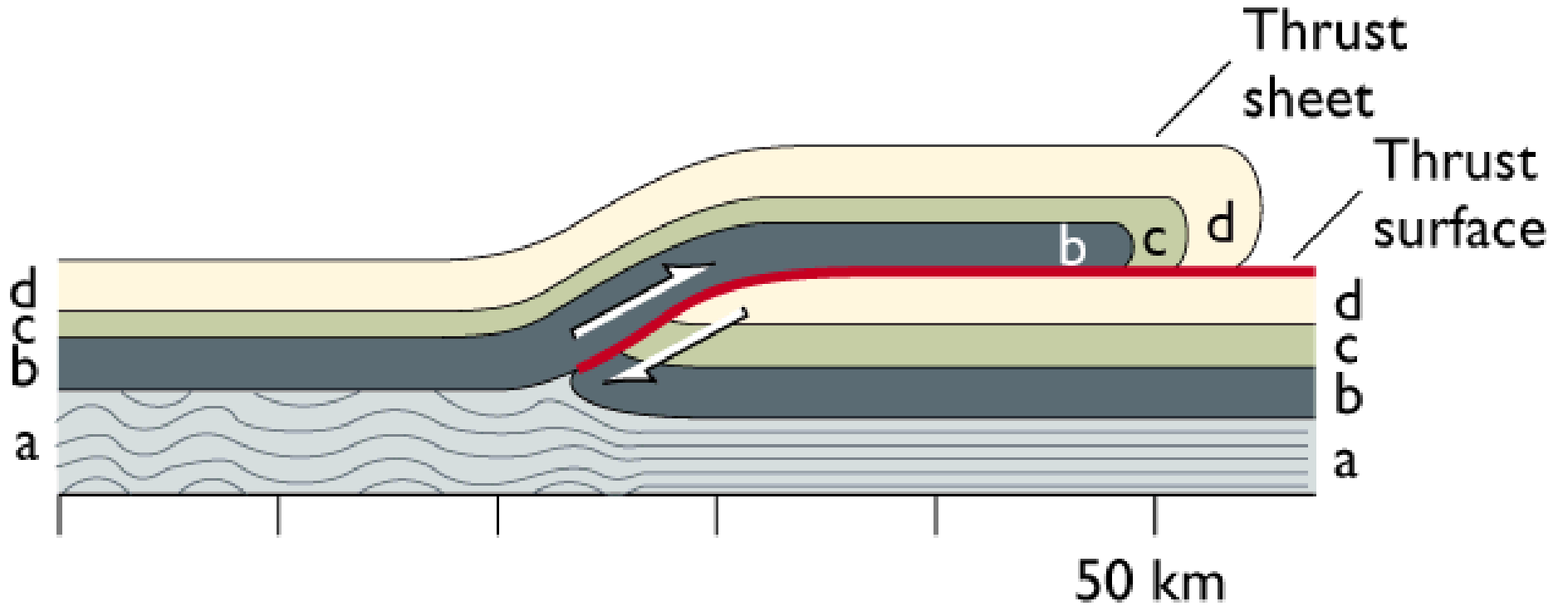
- **Ters Fay**, eğim miktarı $> 45^\circ$
- **Bindirme Fayı**, eğim miktarı $< 45^\circ$ [30°]
- **Üste-çıkan bindirme** (overthrust): tavan bloğun aktif olduğu ters ve bindirme fayları
- **Alta-giren bindirme** (Underthrust): taban bloğun aktif olduğu ters ve bindirme fayları (yakınlaşan levha sınırları)

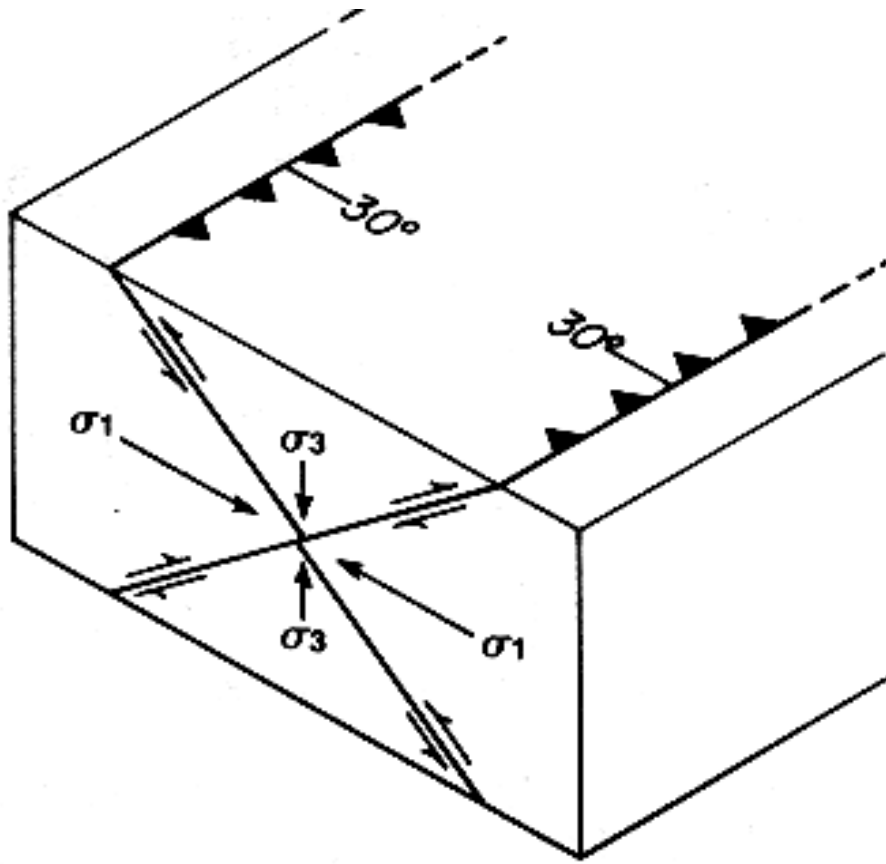
Her ölçekte gelişebilirler:

- en küçükleri boyunca gelişen atım miktarı milimetreden metreye kadar değişebilir
- dağ ölçeğindeki ana bindirme zonlarında atım miktarı onlarca-yüzlerce kilometreye çıkabilir
- yakınlaşan kıta sınırları gibi küresel ölçekli yapılarda atım miktarı binlerce kilometredir!

Bindirme fayları izole, tek bir yapı olarak gelişebilecekleri gibi birbirine paralel-yarıparalel çok sayıda fayı barından 'fay zonları' da olabilirler

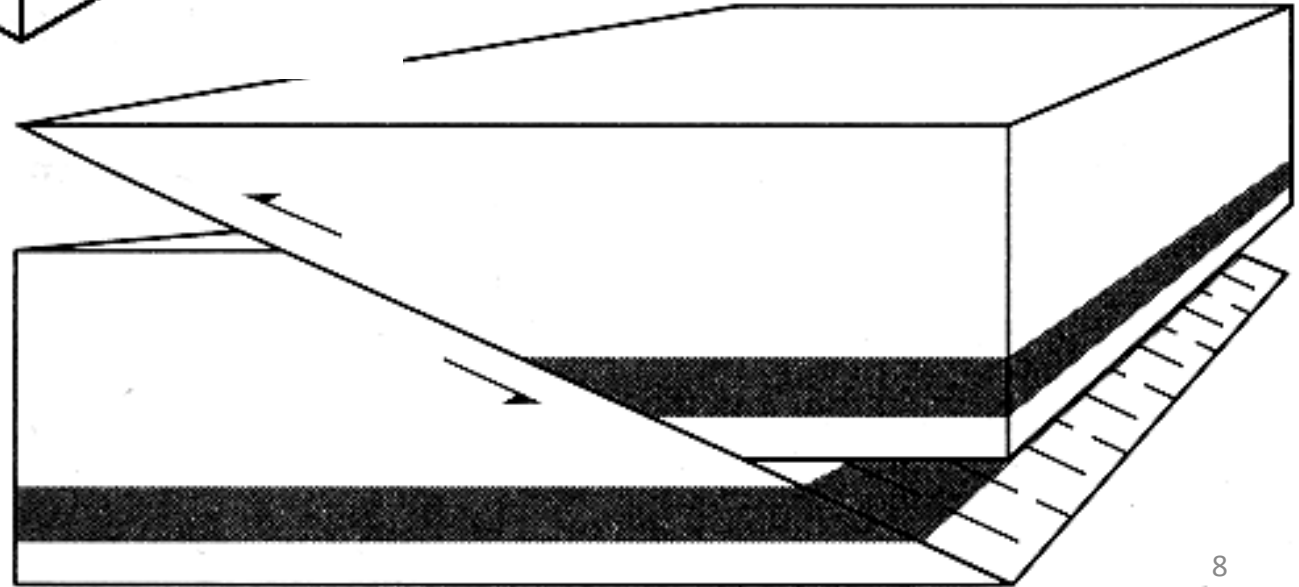
**Üste-çıkan bindirme (overthrust) ve
Alta-giren bindirme (Underthrust):**



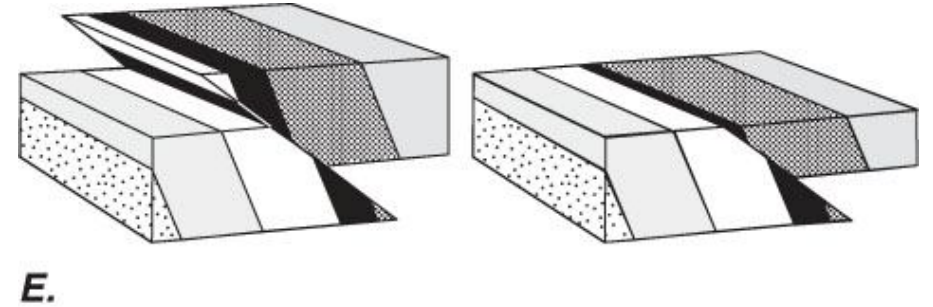
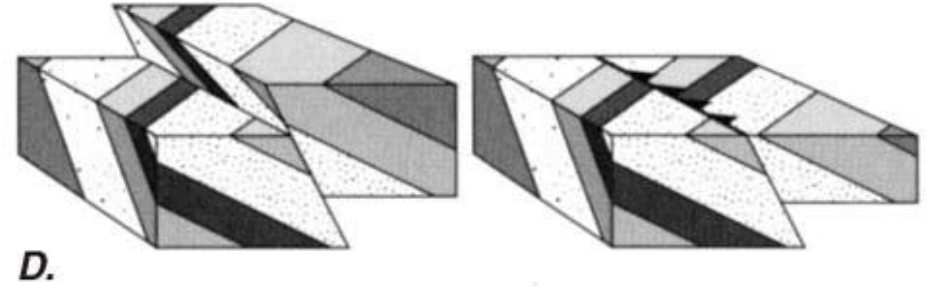
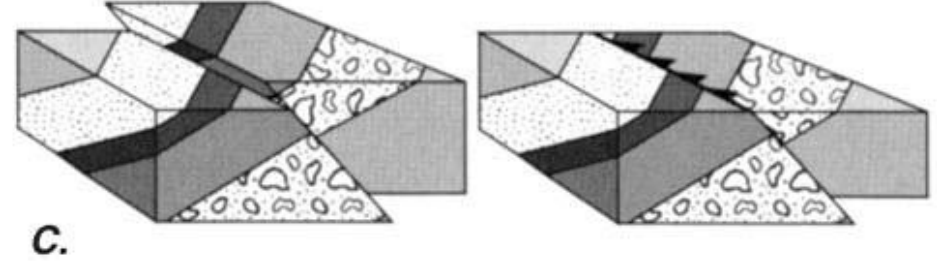
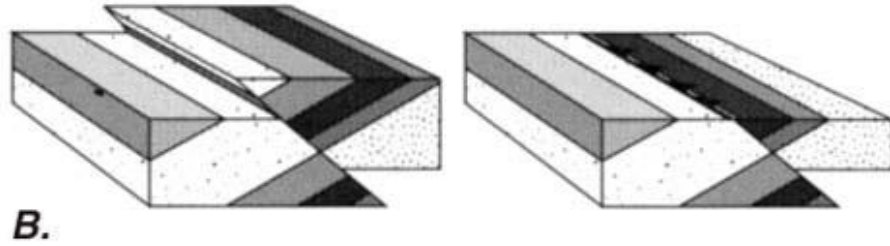
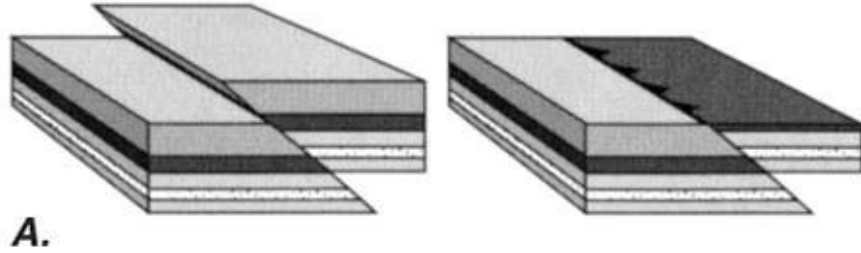


- σ_3 yeryüzüne göre düşey konumlu; eşlenik fayların arasındaki geniş açının açı-ortayıdır!
- σ_2 yeryüzüne göre yatay konumlu; eşlenik fayların arakesiti ve fay doğrultusuna paralel;
- σ_1 yeryüzüne göre yatay konumlu; eşlenik fayların arasındaki dar açının açı-ortayıdır; fay doğrultusuna dik!

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$

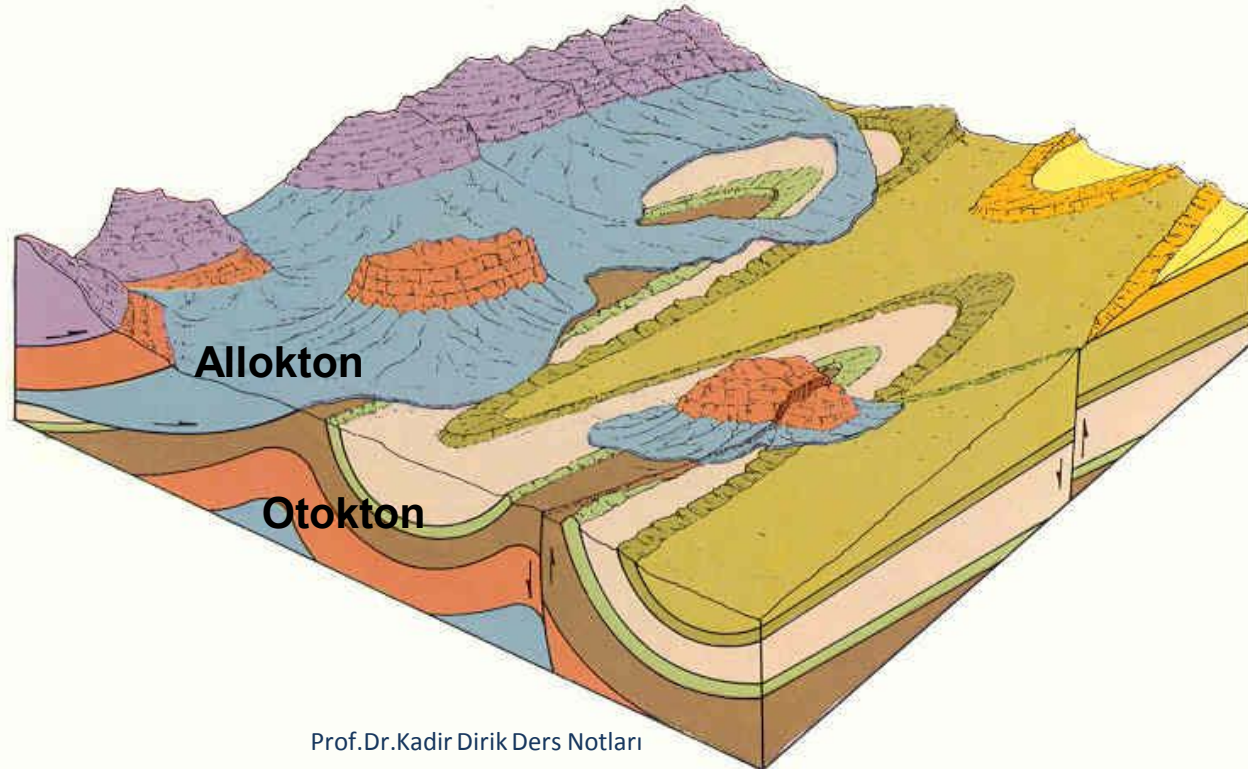
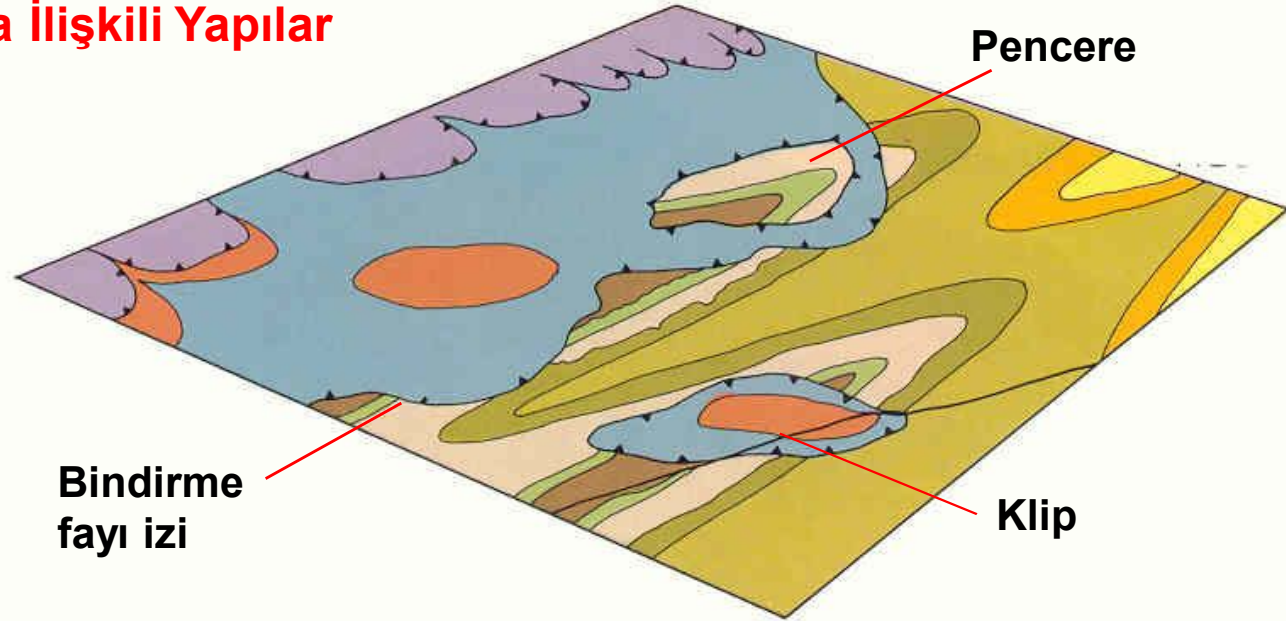


Farklı doğrultu ve eğime sahip katmanların ters/bindirme faylar tarafından kesilip, atılması sonucu gelişen görünürde ötelenmiş stratigrafi:



- A. yatay birimleri
- B. Faya paralel, fakat zıt yöne eğimli birimler
- C. Tabaka doğrultusu faya verev, katmanlar faya zıt yönde eğimli
- D. Tabaka doğrultusu faya verev, katmanlar fayla aynı yöne eğimli
- E. Faya paralel ve aynı yönde eğimli (fakat daha yüksek açı ile) eğimli birimler

Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar



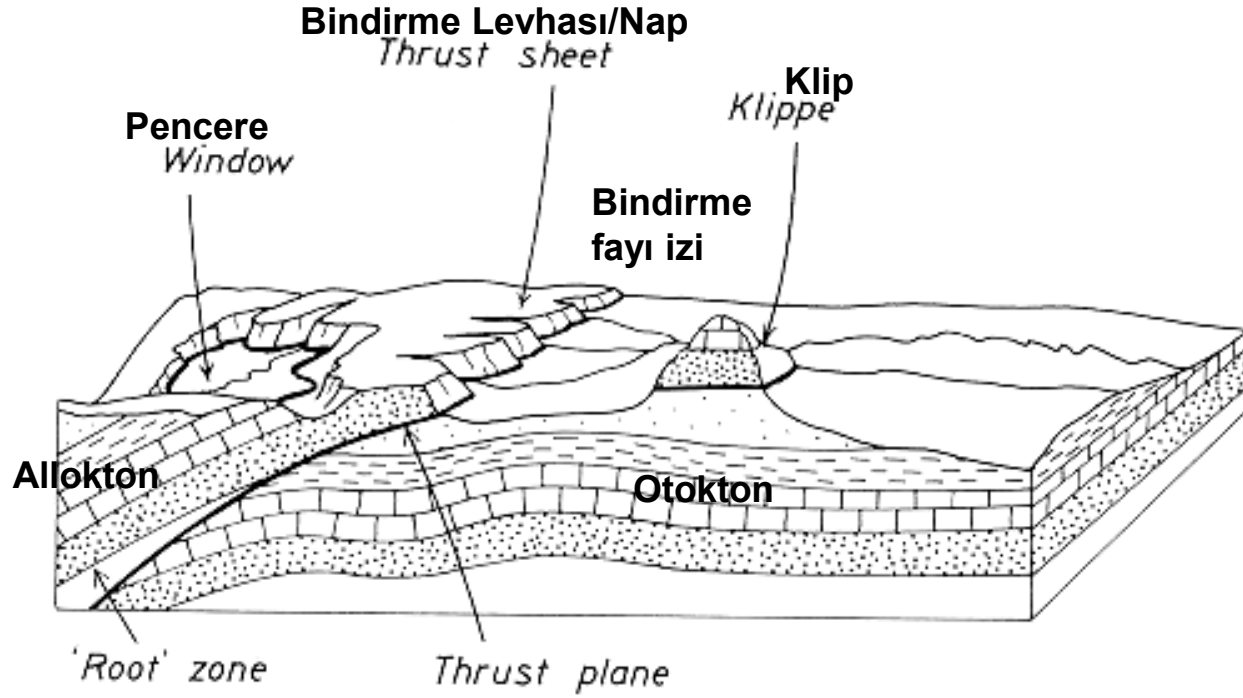
Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar

Allokton birim: uzun mesafeler boyunca taşınıp, jeolojik olarak orijinal konumunda olmayan bindirme levhasına **allokton**, bu levhayı oluşturan kaya topluluklarına ise **allokton birimler** adı verilir.

Otokton birim: orijinal konumunu koruyan veya bu konumuna çok yakın duran geniş yayılımı olan kaya topluluğu! Bindirme fayının taban bloğunda yer alan bu birime **otokton**, içindeki kayalara ise **otokton birimler** adı verilir.

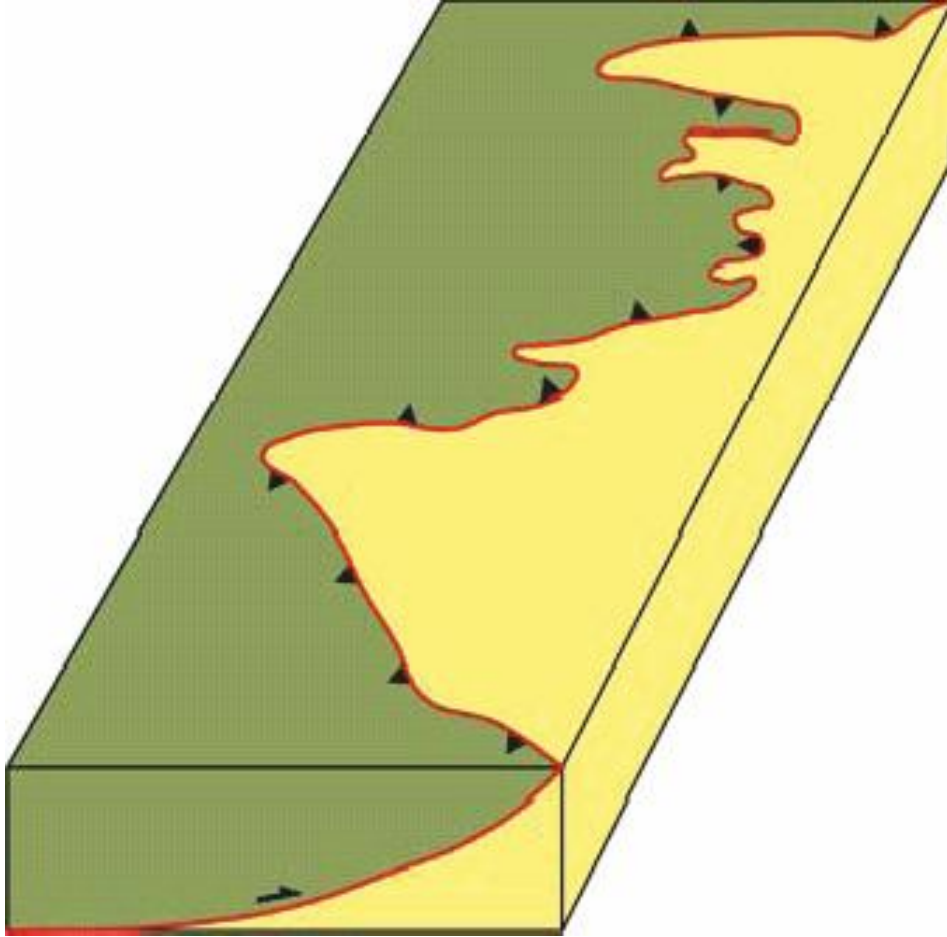


Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar



Klip: düşük açılı bindirme fayının üzerindeki 'bindirme levhası'nın erozyonu genelde taban bloğunun üzerinde allokton birimlerinin izole kalıntıları bırakır ki bunlar klip olarak adlandırılır. Klip, otokton birimler üzerinde duran allokton bindirme levhasının minimum kapsamını/dağılımını gösterir.

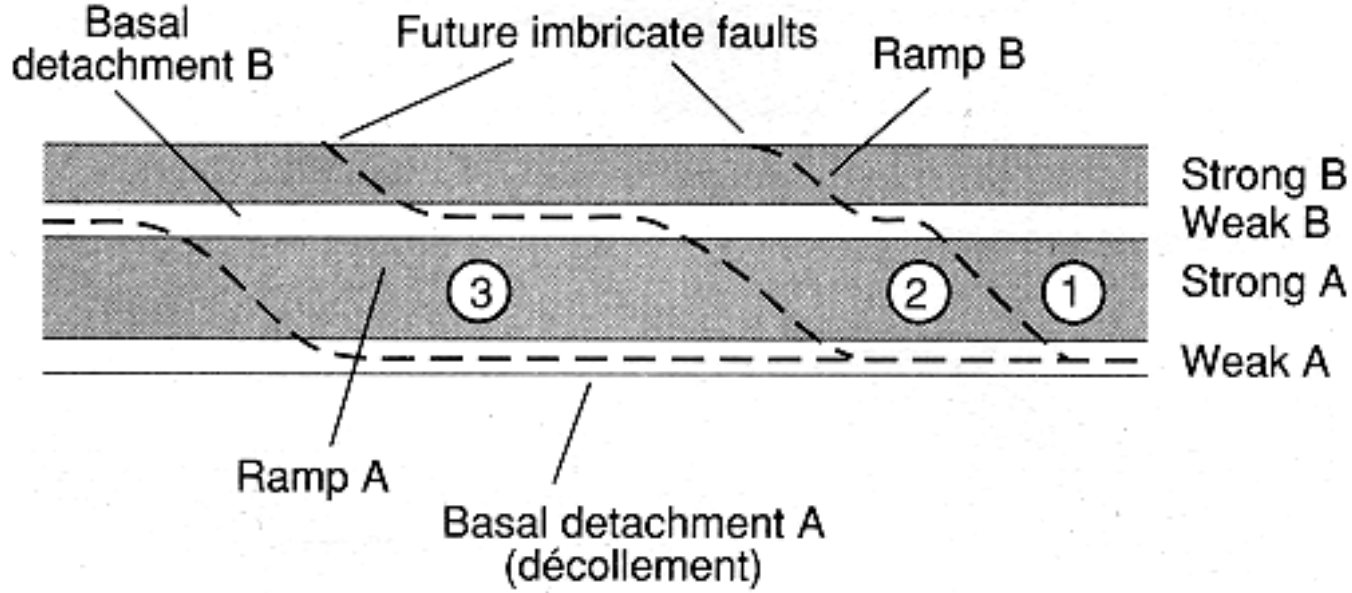
Pencere: diğer durumlarda ise, erozyon bindirme levhasında bir çukur kazar; **pencere** adı verilen bu alanda bindirme fayının taban bloğunda yeralan otokton birimler veya diğer başka bir bindirme levhasına ait kayalar yüzeyler. Pencere bindirme levhasının dolayısıyla da allokton birimlerin altındaki taban bloğa ait birimler üzerinde ne kadar yayılım yaptığını gösterir



Bindirme faylarının harita görüntüsü oldukça düzensizdir; bu olgu:

- (i) düşük açılı bir fayın topoğrafyanın düzensiz yapısı ile yapmış olduğu arakesit; veya
- (ii) fay düzleminin kıvrımlanması ile açıklanabilir.
- (iii) Kimi durumlarda ise fayın düzensiz yapısı fayın stratigrafiyi kestiği orijinal konumu da yansıtıyor olabilir.

Bu nedenle bindirme faylarının yeryüzündeki izi çoğunlukla kavisli doğru veya eğri olarak belirir.

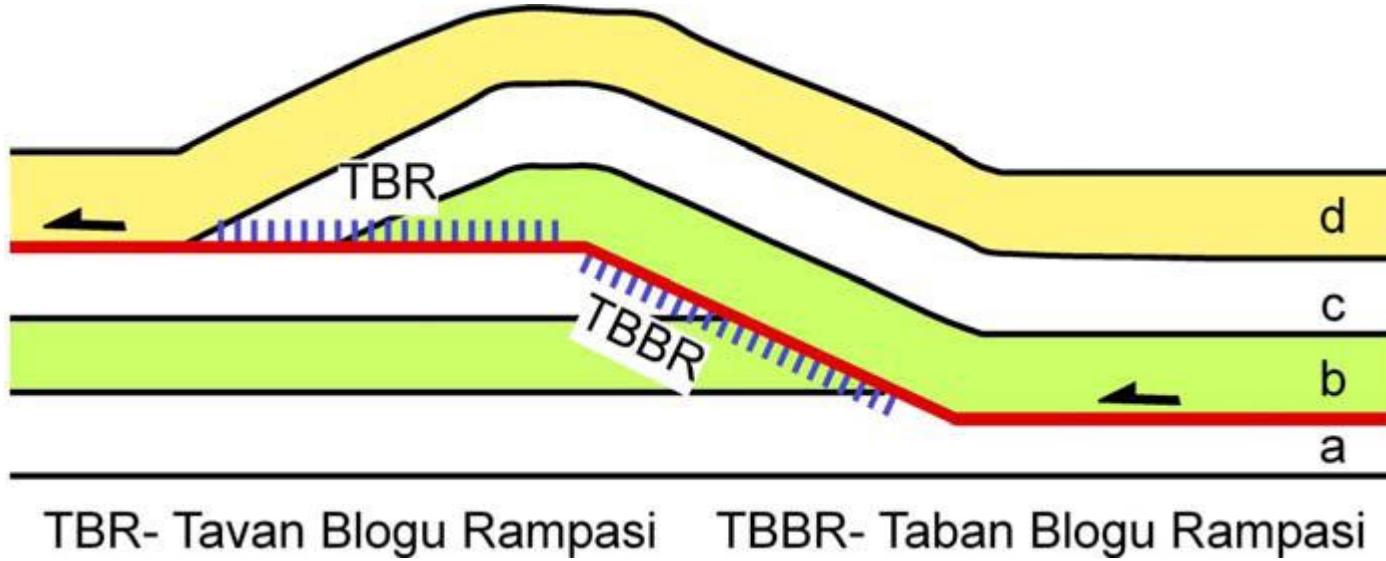


- Taban bloğun geometrisi katmanları arasındaki kayaç mukavemetinin bir fonksiyonudur. Güçlü kumtaşı ve kireçtaşı katmanları ile zayıf şeyl, kömür veya evaporit katmanları gibi
- Faylar zayıf katmanları genelde tabakalanmaya paralel sıyrılma/kayma düzlemleri' olarak kullanır ⇒ **fay düzlükleri (*fault flat*)**
- Faylar kuvvetli/dayanıklı katmanları basamak şeklinde yukarı doğru keserler ⇒ **fay rampaları (*fault ramps*)**

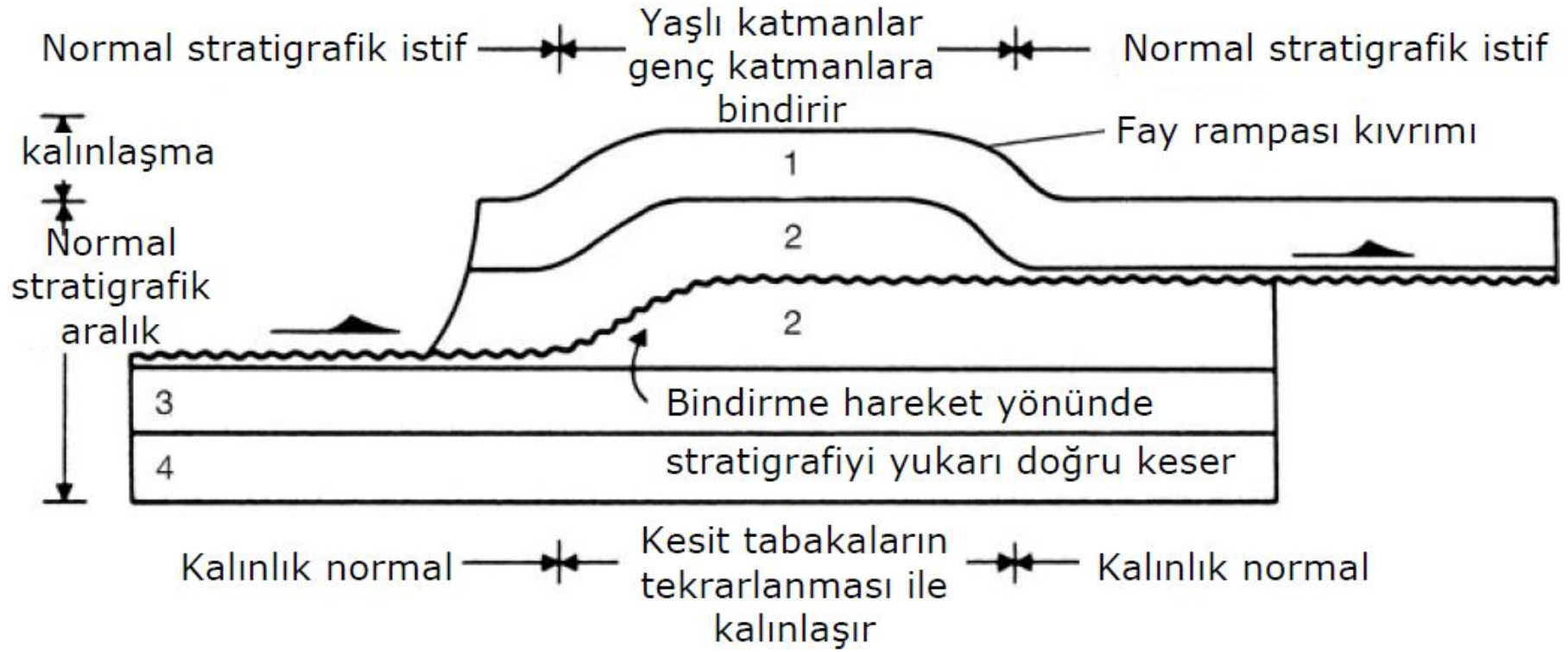
Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar

Fay Rampası (*ramp*): her hangi bir yapının tabakalar/katmanlar ile fayın bir açı yapacak şekilde bulunduğu bölümü

Fay Düzlüğü (*flat*): her hangi bir yapıda tabakalar/katmanlar ile fayın birbirlerine paralel olduğu bölümü



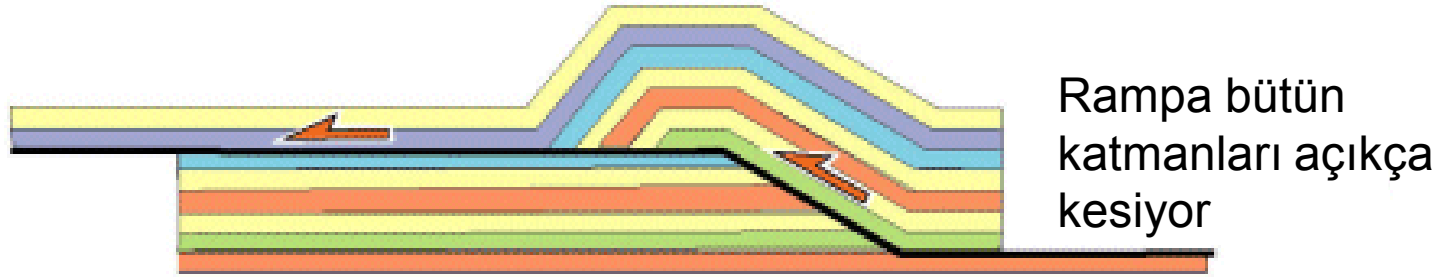
Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar



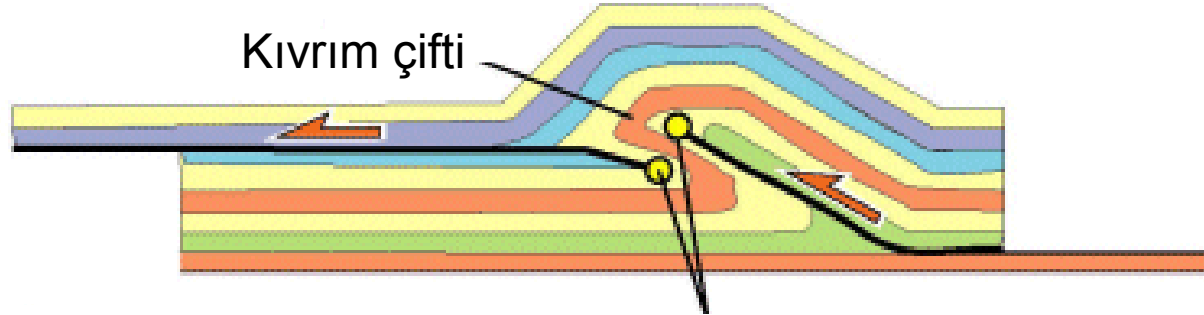
Twiss & Moores 1992

BİNDİRME FAYI SİSTEMLERİ

Birleşik/bağlanmış bindirme zonu



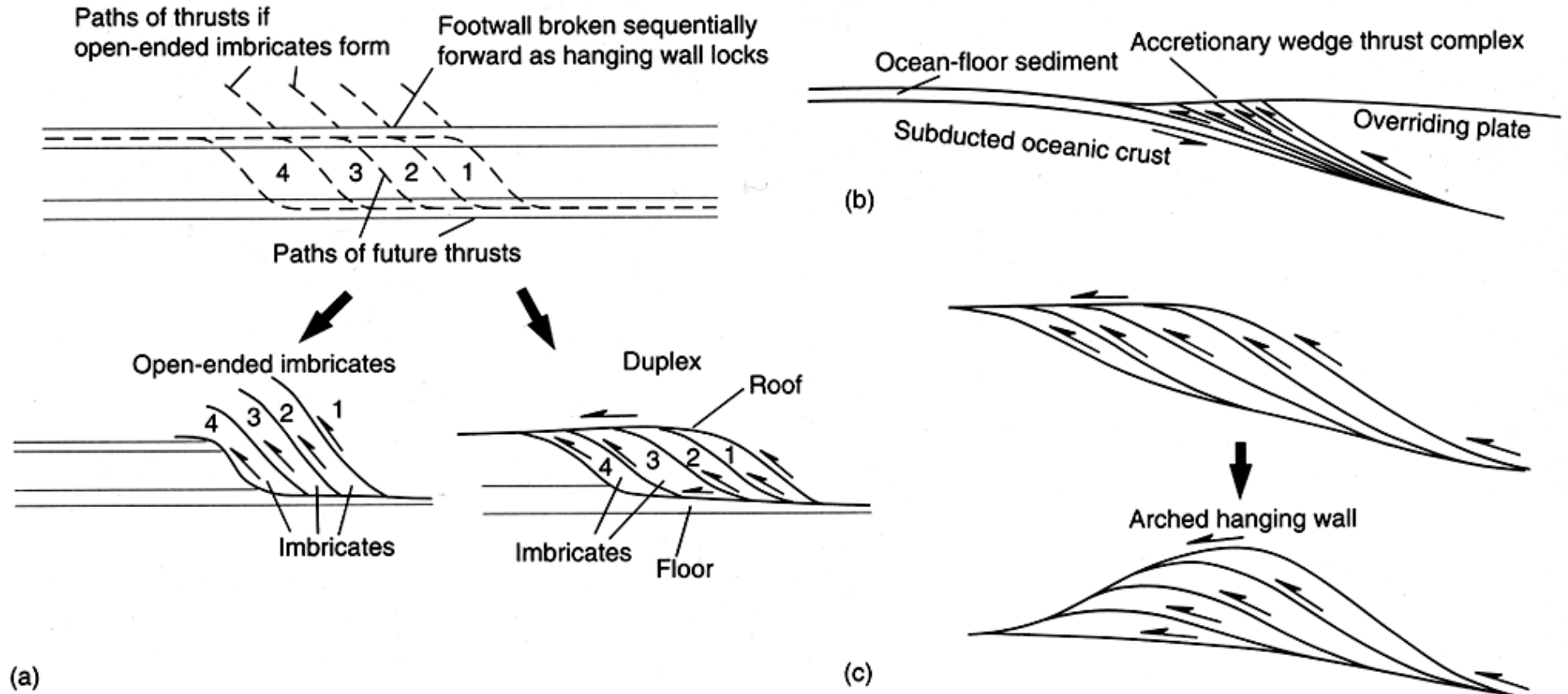
Atım bir kıvrım boyunca bir faydan diğerine transfer oluyor



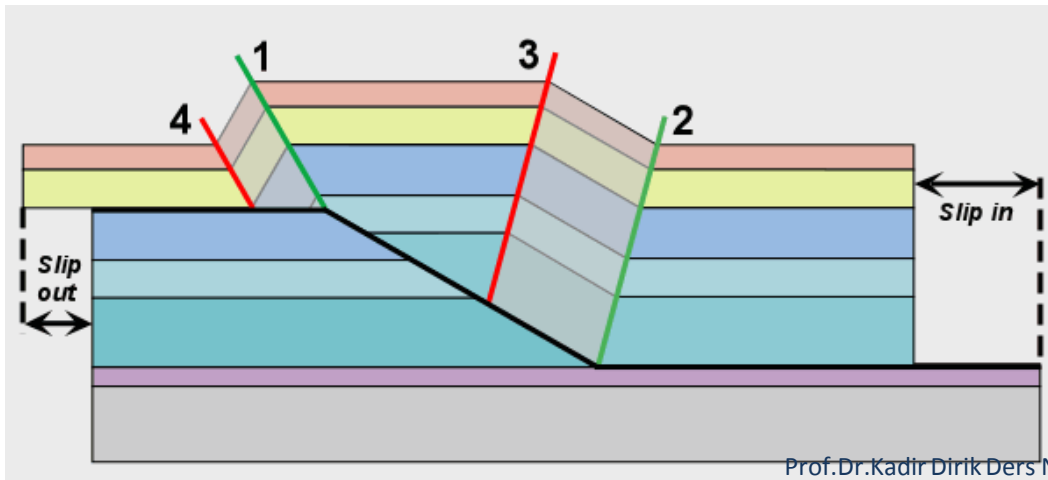
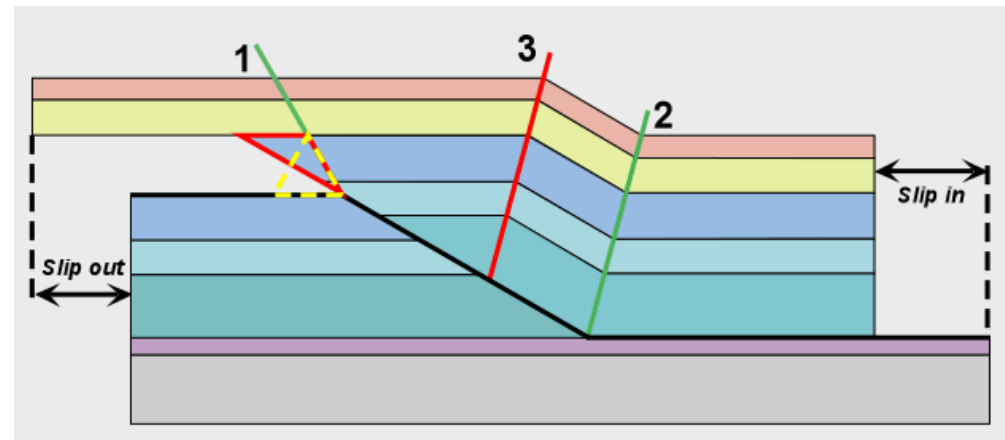
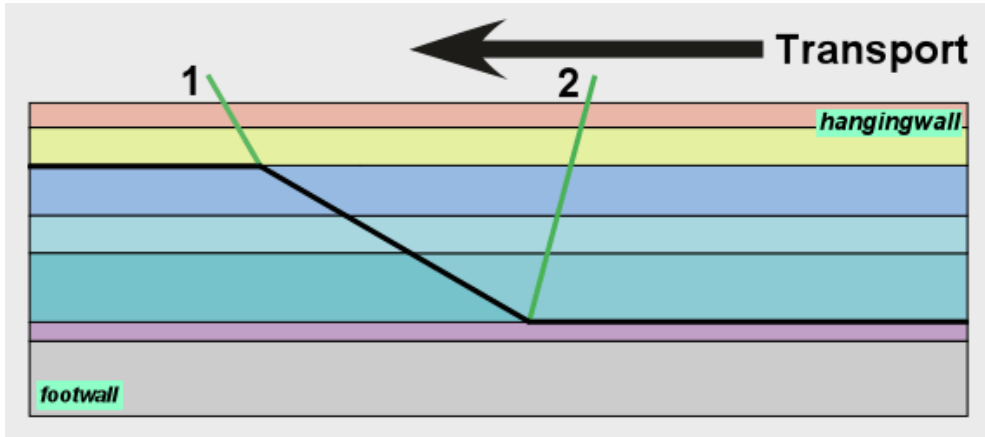
Yumuşak bağlanan bindirme zonu

Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar

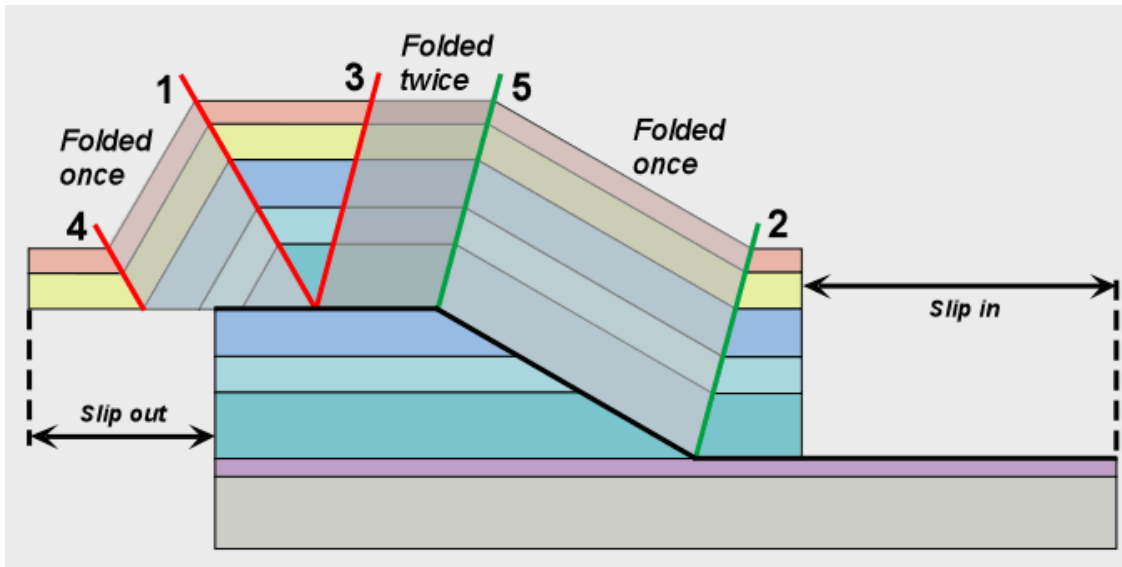
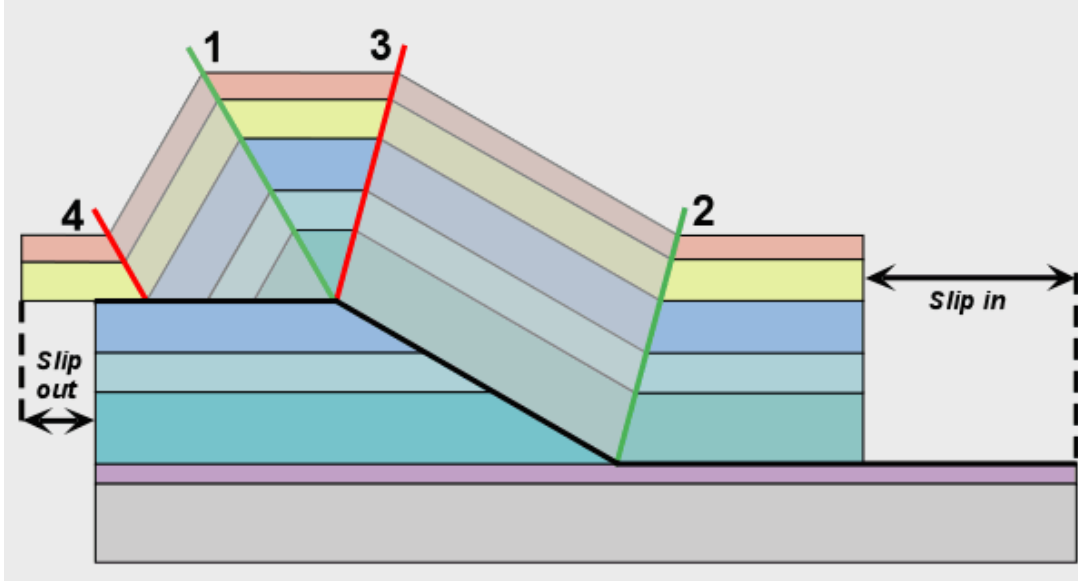
İmbrike ve dupleks yapılarının oluşumunu gösteren diyagramlar.

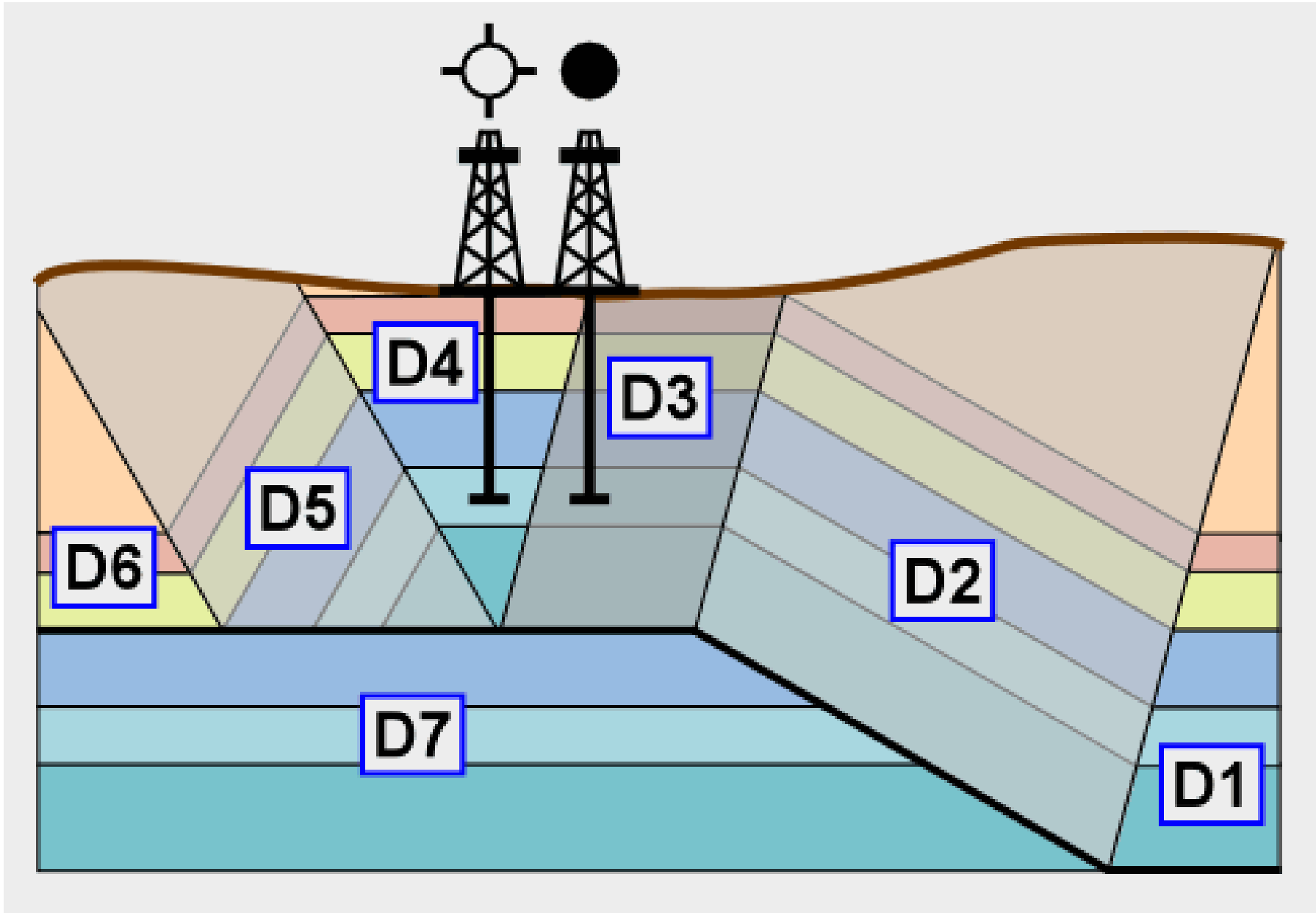


Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar



Bindirme Faylarıyla İlişkili Yapılar

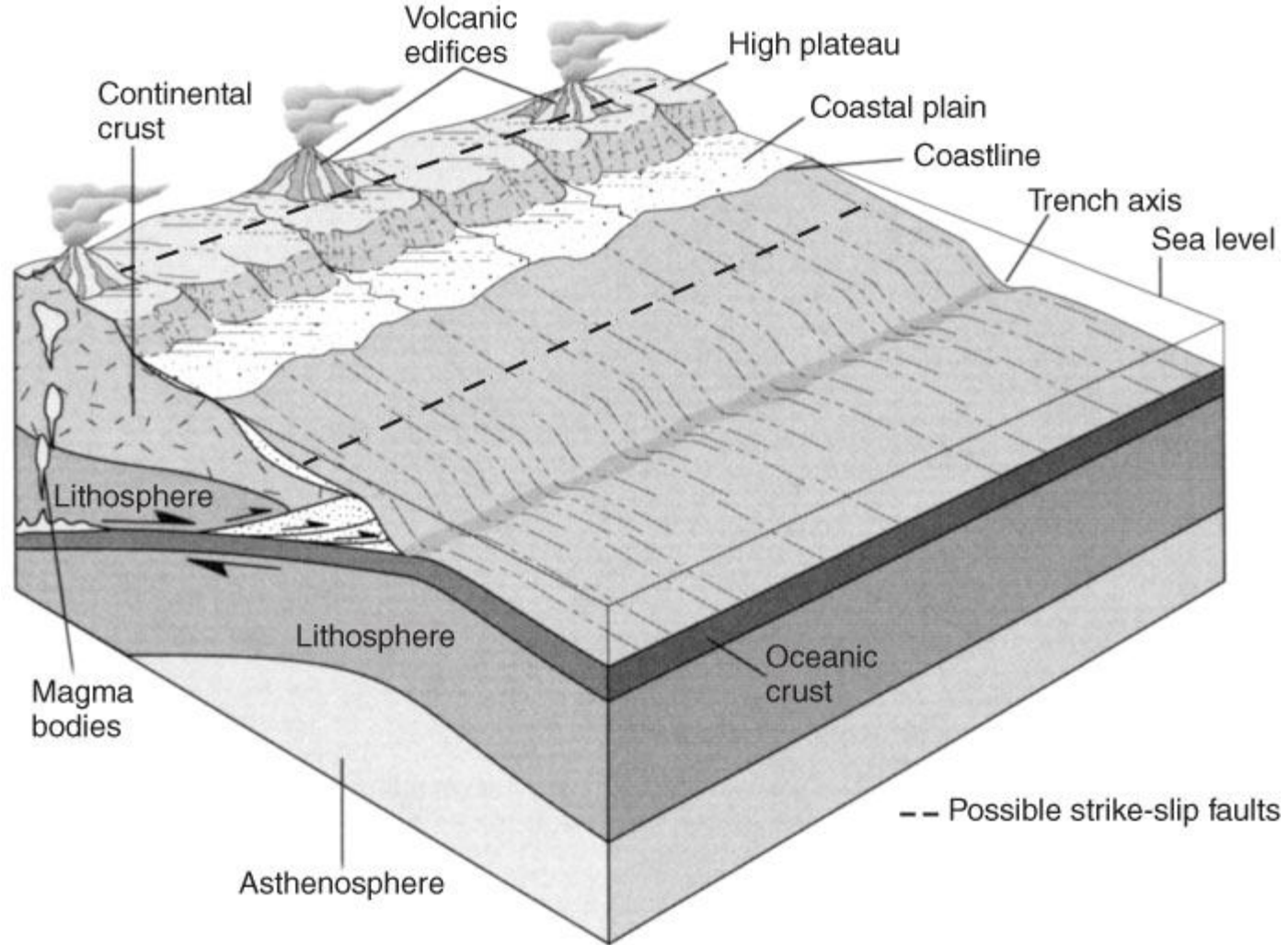




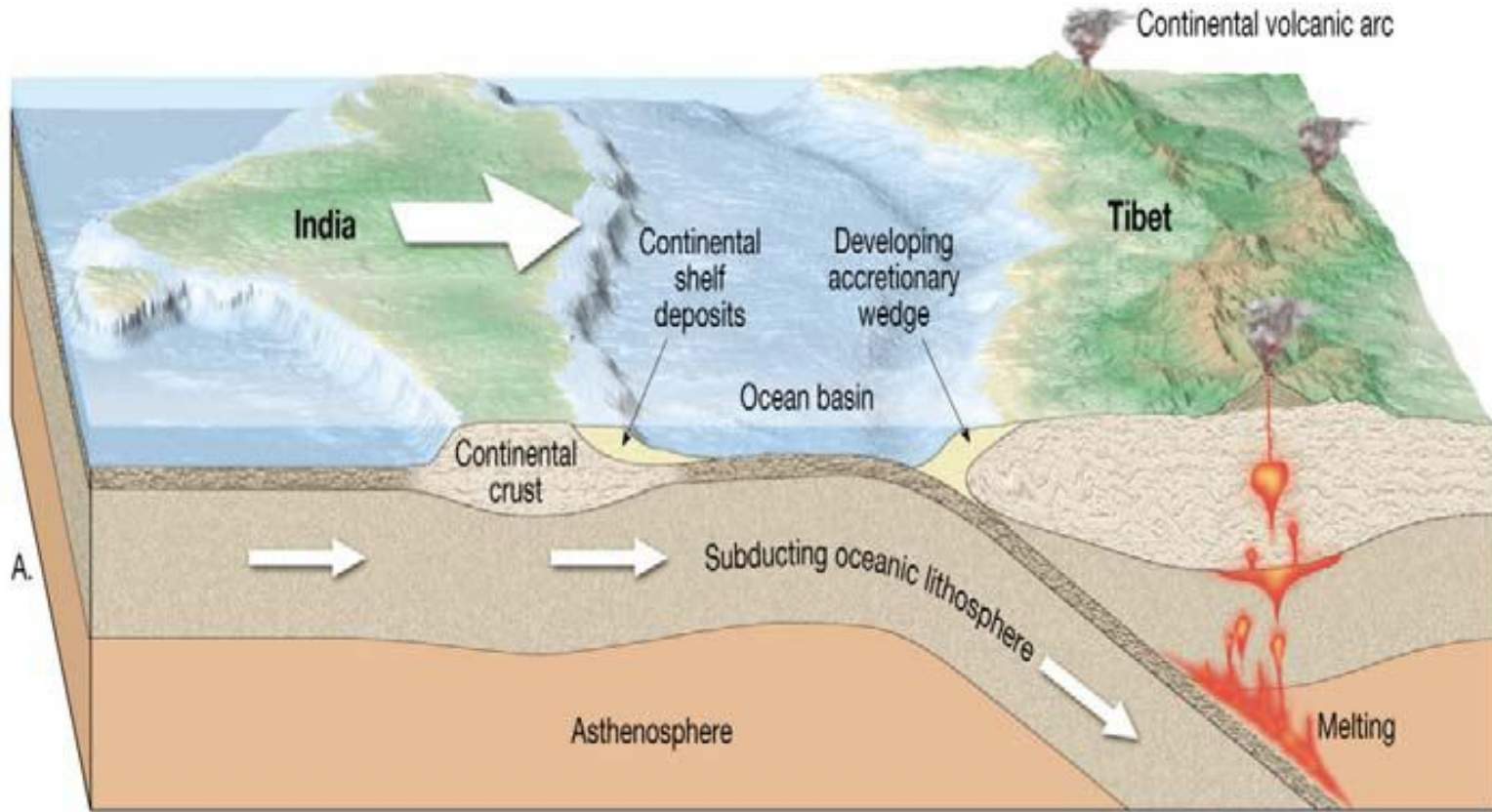
Bindirme Faylarının Tektonik Ortamları

- Andean-tipi yakınlaşan levhaların aktif kenarları (And Dağları, Laramide orojeni)
- Kenet kuşakları: Çarpışmalı orojenleri (Appalachlar, Alpler, Himalaya)
- Terslenmiş (*inverted*) rift havzaları (İspanya ve Fransa arasındaki Pireneler)
- Graviteye bağlı olarak gelişen kütle kaymalarının ürettiği büyüme faylarının düşük açılı alt kesimleri
- Büyük ölçekli kıvrımların kanatları
- Diyapirik yapıların kanatları
- Doğrultu atımlı faylar boyunca gelişen transpresyonel ortamlar:
 - * sıkışan büküm
 - * sıkışan sıçrama

Andean-tipi yakınlaşan levhaların aktif kenarları



Kenet kuşakları: Çarpışmalı orojenler

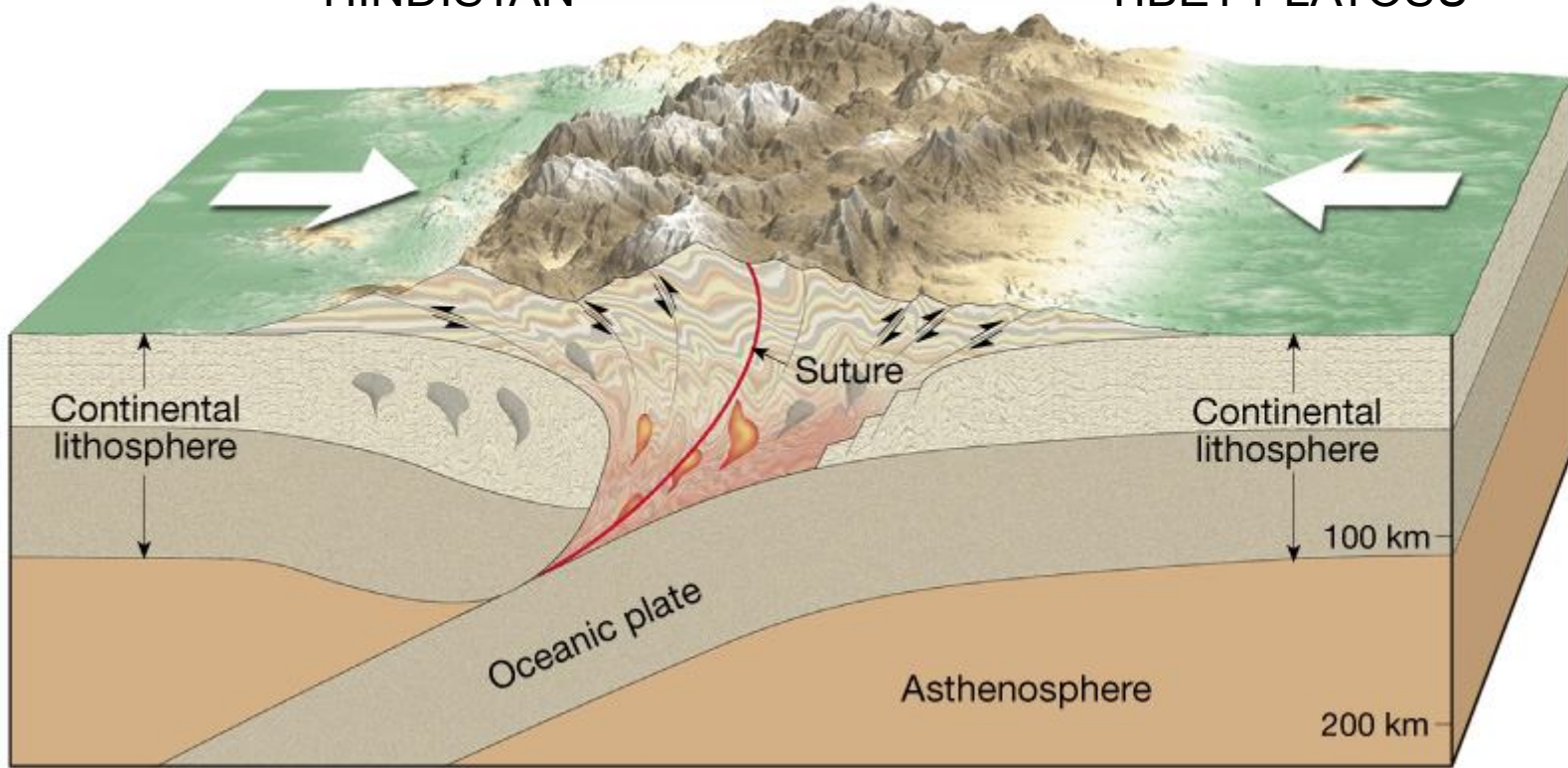


Kenet Kuşakları

HİMALAYALAR

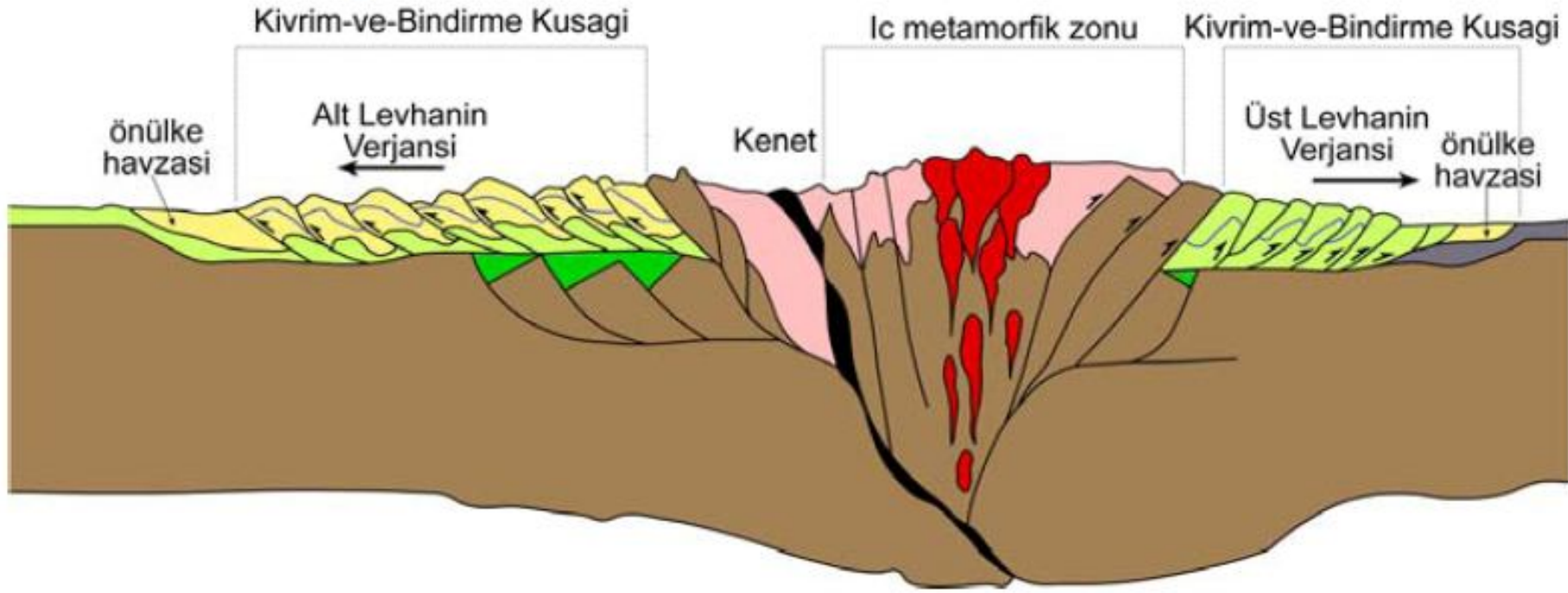
HİNDİSTAN

TİBET PLATOSU



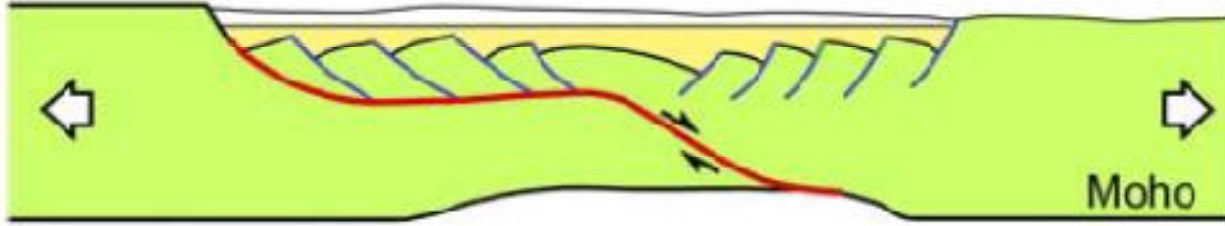


Kenet Kuşakları

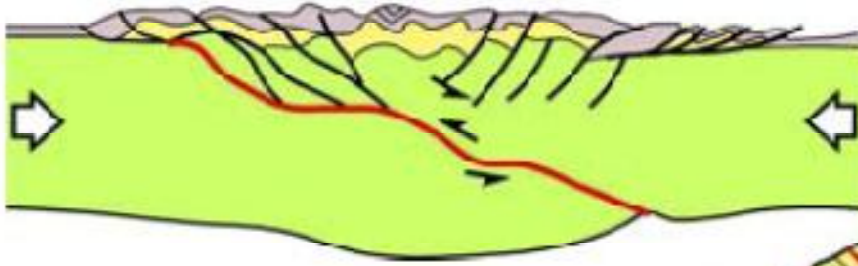


<http://ic.ucsc.edu/~casey/eart150/Lectures/4ThrustFlts/4thrustfaults.htm>

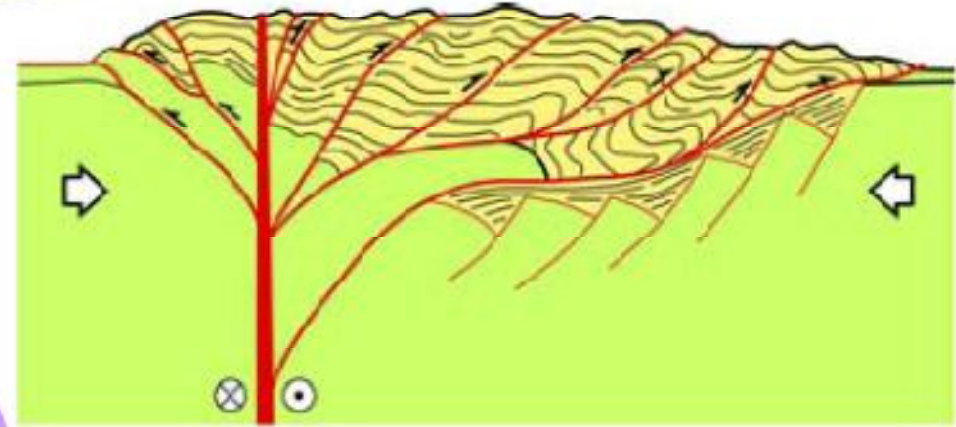
Rift Havzası



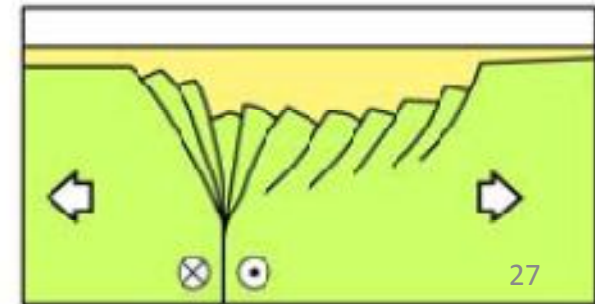
Evrik (*inverted*) Rift



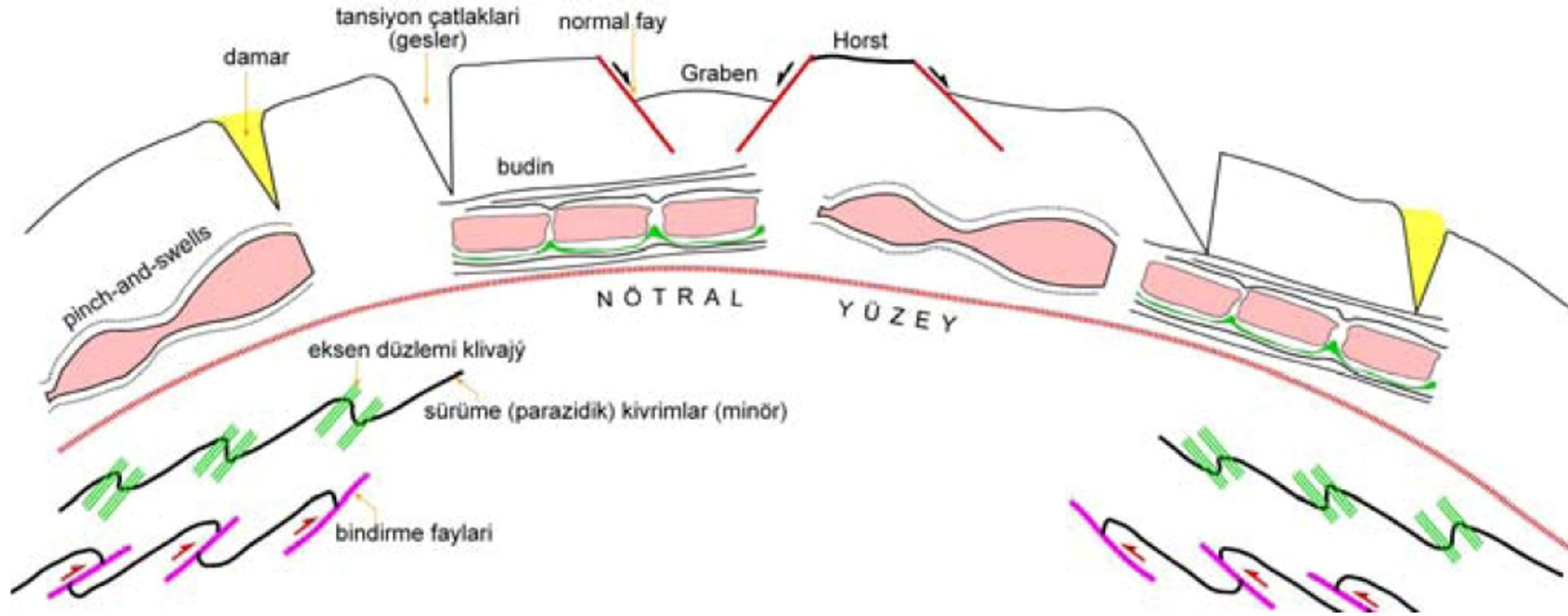
**Terslenmiş (*inverted*)
rift havzaları (İspanya
ve Fransa arasındaki
Pireneleri)**



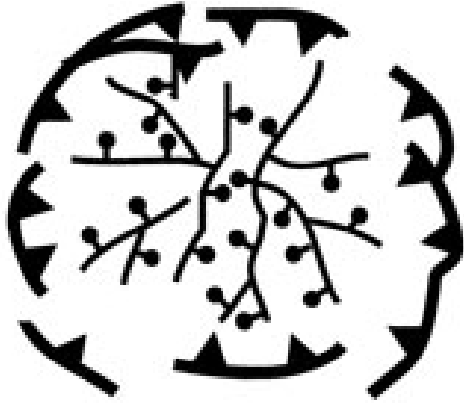
sıkışmalı büklüm



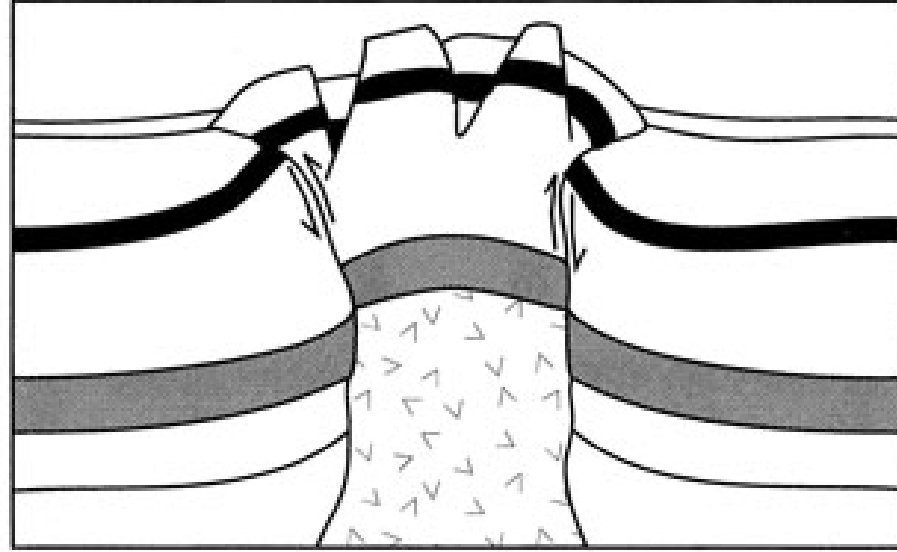
Büyük Ölçekli Kıvrımların İç Kısımları



Dipirlerin Kanatları



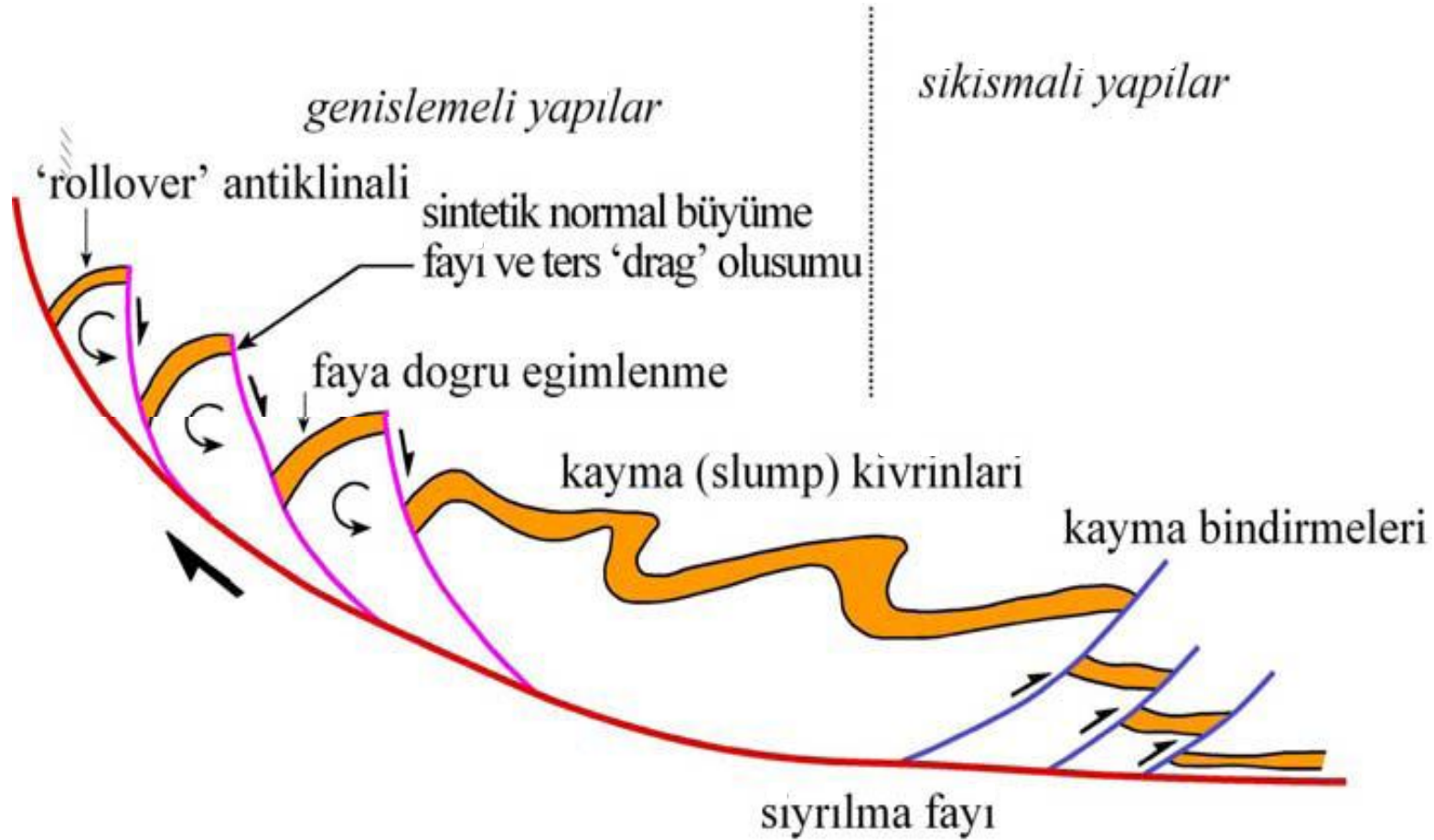
A.



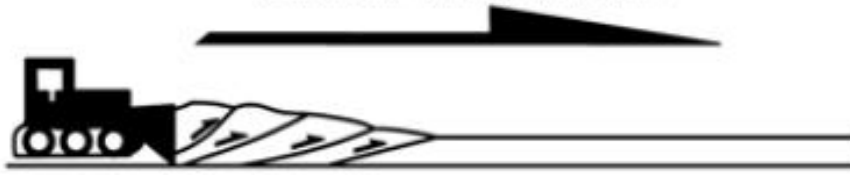
B.

Diyapir sokulması ile oluşmuş çevresel bindirme fayları. **(A)** şematik harita; **(B)** şematik kesit.

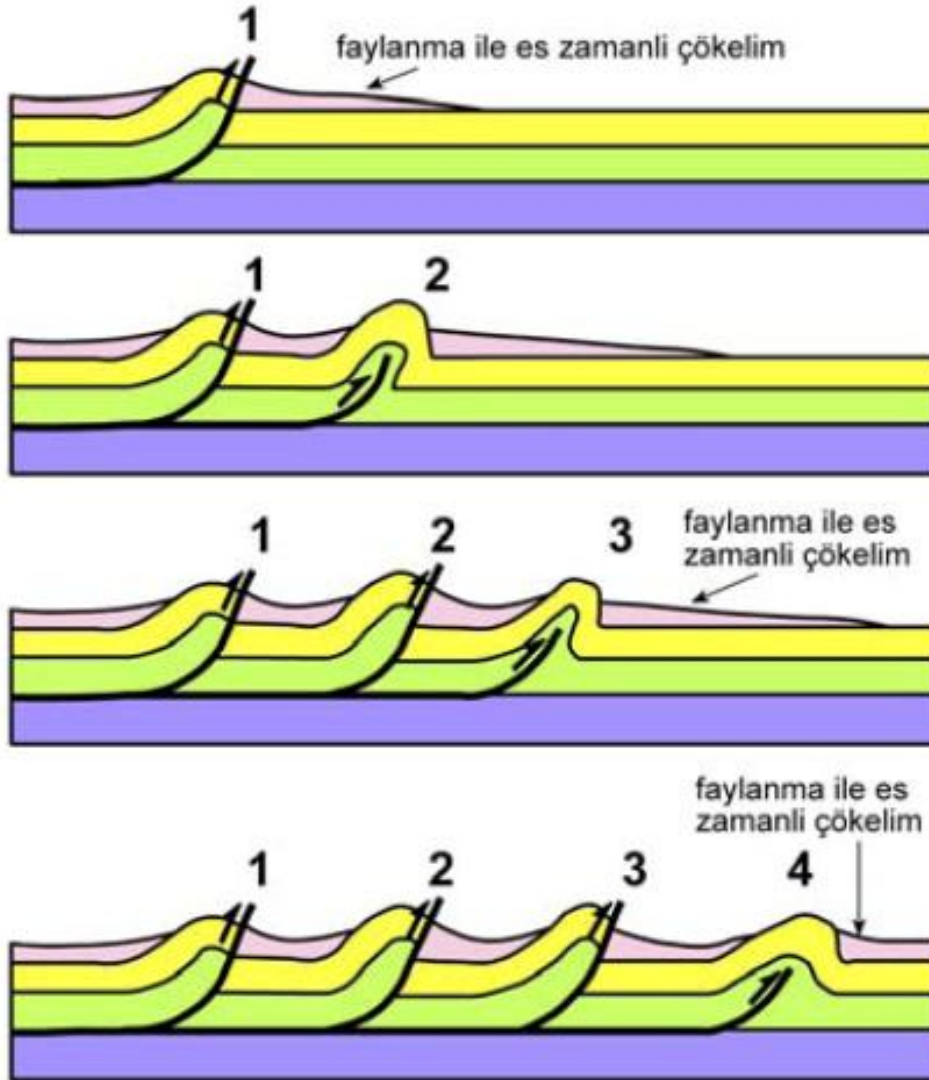
Yerçekimine Bağlı Kayan Pekişmemiş Sedimanlar ve Büyüme Fayları



Tektonik Tasınma Yönü



'PIGGY-BACK'



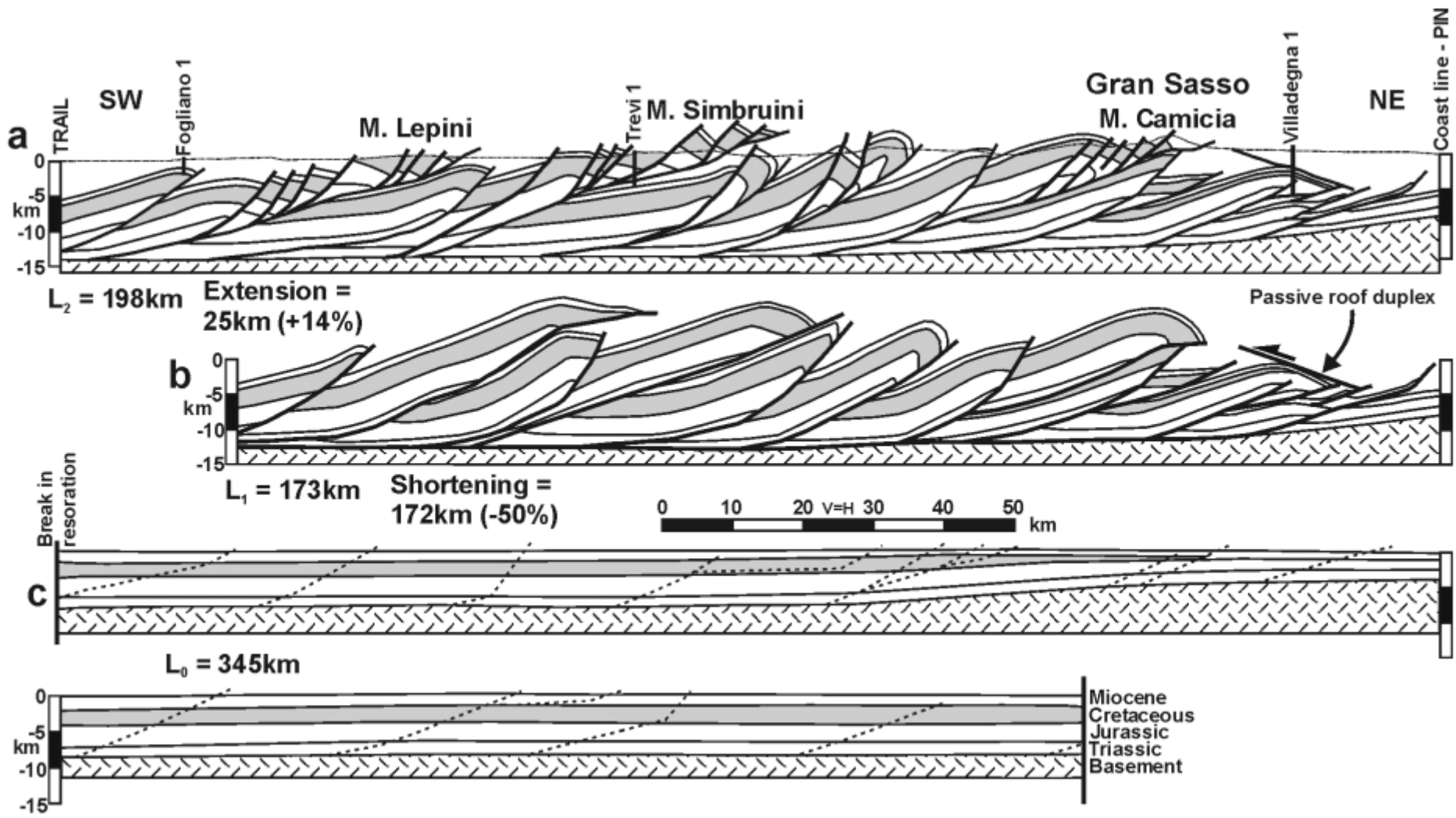
Bindirme Fay Stilleri

- **Temelin Dahil Olmadığı Stiller (Thin-skinned tectonics / basement-detached styles)**
- **Temelin Dahil Olduğu Stiller (Thick-skinned tectonics / basement-involved styles)**

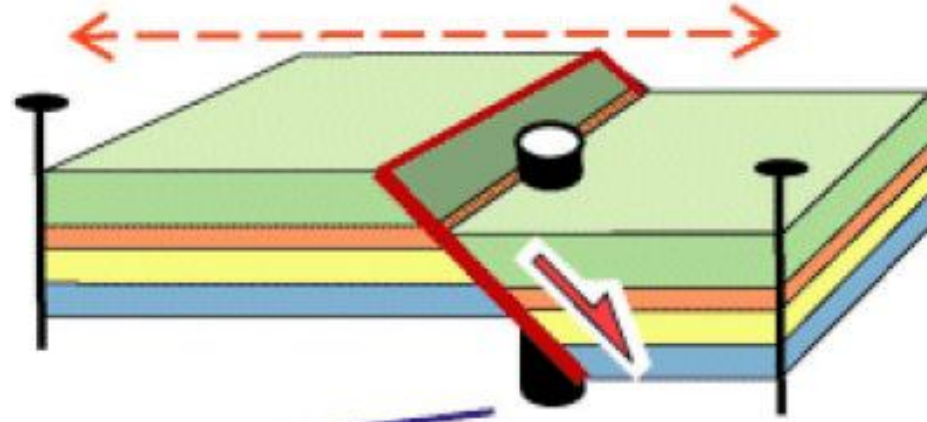
Thin-skinned

- Bindirme fay sistemlerinin ana / taban bindirmesi vardır;
- Bu faydan daha yüksek açılı ikincil faylar imbrike deseni oluşturarak taban yapısından ayrılır;
- Temel bindirme sisteminin ana veya taban bindirmesi (dekolman) temelin üzerinde kayar;
- Taban bindirmesi zayıf birimlerin olduğu yerde gelişir;
- Sedimanter örtü faylanmaya dahil olur ve örtü altında kalan temel birimler bindirme fayları tarafından kesilmezler;

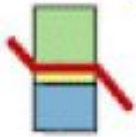
Thick-skinned: bindirme fayları temeli kesiyor!



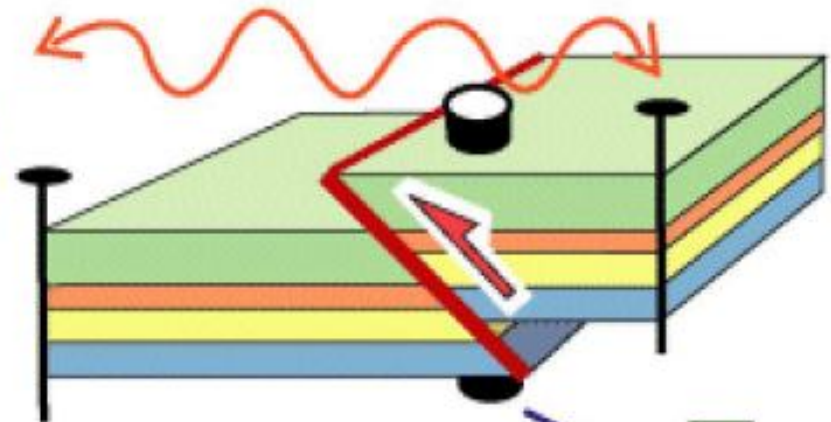
Normal Fay ve Bindirme Karşılaştırması



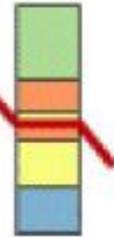
Normal Fay



- ❑ stratigrafide kayıp var;
- ❑ genç birimler yaşlı kayaların üzerine gelir;
- ❑ katmanlar uzar;
- ❑ σ_1 yeryüzüne dik; σ_3 (fay doğrultusuna dik) ve σ_2 yatay;
- ❑ genelde yüksek açılı (60°)



Bindirme Fayı



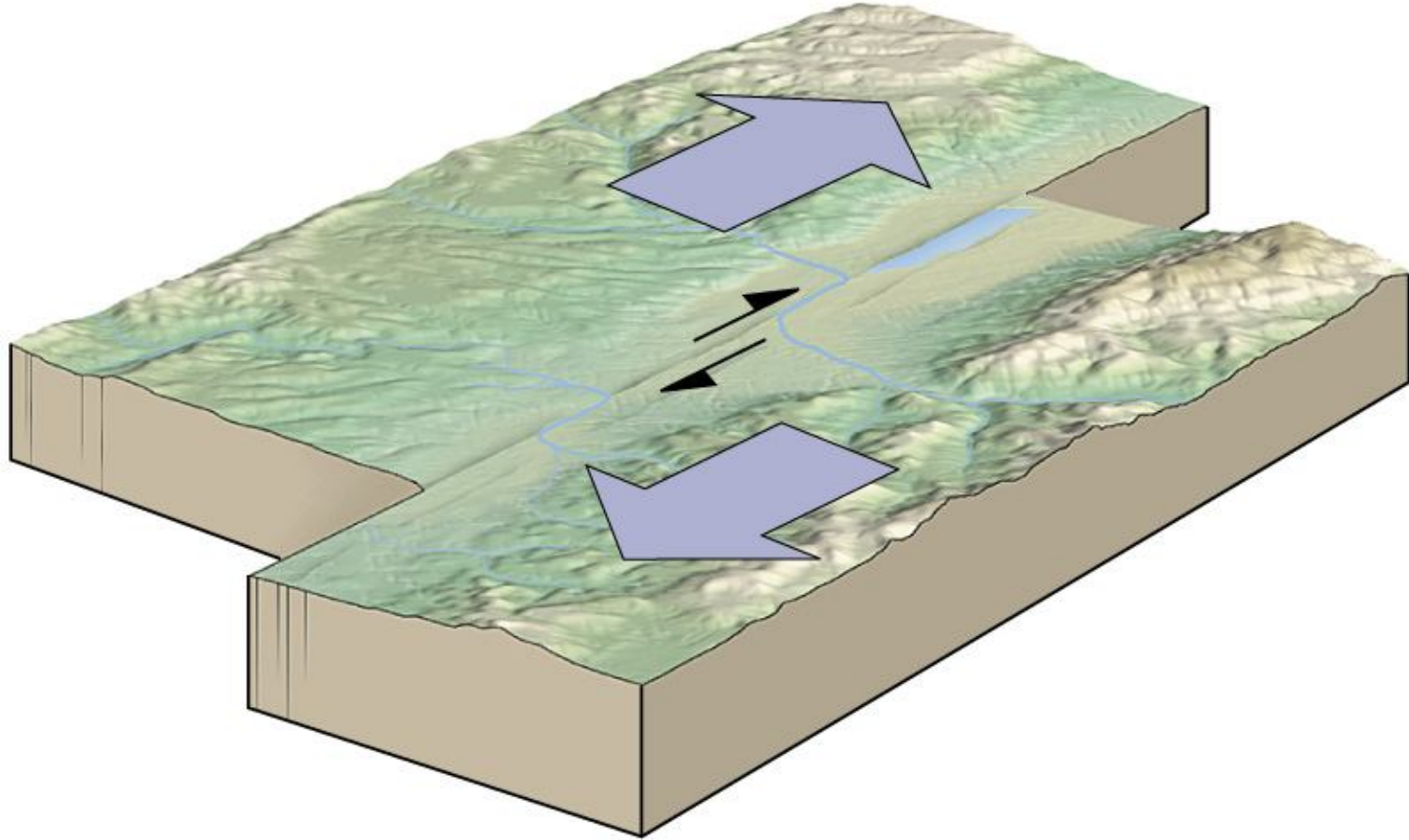
- ❑ Stratigrafide tekrarlar;
- ❑ yaşlı birimler genç kayaların üzerine gelir;
- ❑ katmanlar kısalır;
- ❑ σ_3 yeryüzüne dik; σ_1 (fay doğrultusuna dik) ve σ_2 yatay;
- ❑ genelde düşük açılı ($<30^\circ$)

Tabakalar yatay ve birimler normal stratigrafik düzende!

DOĞRULTU-ATIMLI FAYLAR

Hareket vektörü fayın doğrultusuna paralel, eğim yönüne dik olan faylardır.

Sapma Açısı: 00°









Doğrultu-atımlı faylar dik veya dike yakın yapılar olup egemen hareket fayın doğrultusuna paraleldir: Aynı karakterdeki faylar için buldukları ortam özelliklerine göre çok farklı terimler kullanılır. Her bir terimin özel bir anlamı vardır:

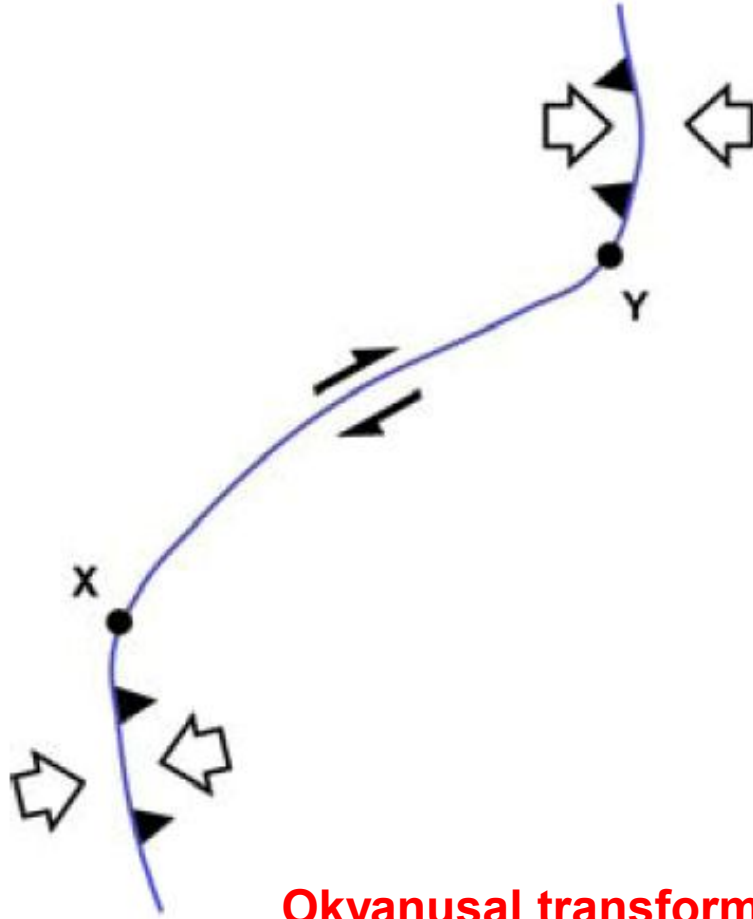
- 1. Transform fayı**
- 2. Yırtılma fayı**
- 3. Transfer fayı**
- 4. Doğrultu atımlı faylar**
- 5. Wrench (burulma) fayı**

1. Transform Faylar

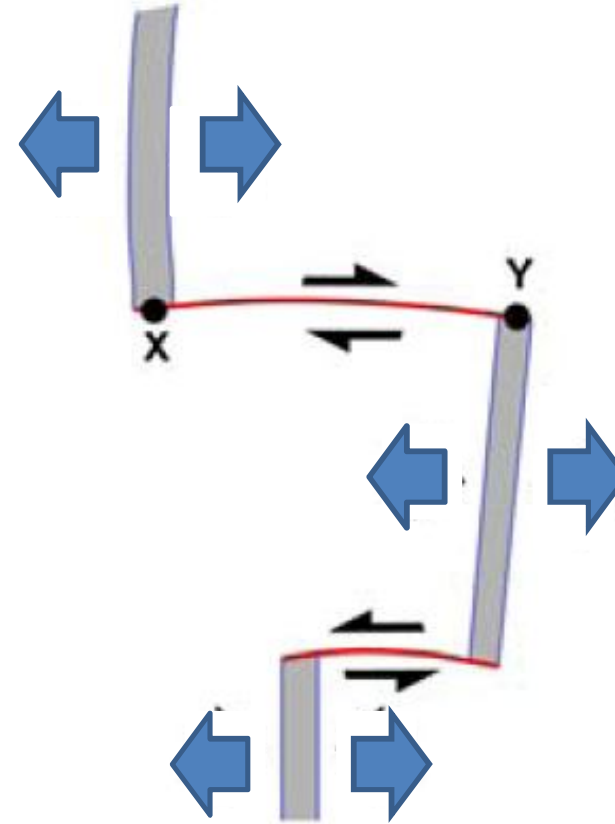
Levhaları sınırlayan ve fay boyunca iki levhanın birbirine göre hareket ettiği faylar; iki farklı şekilde gelişirler:

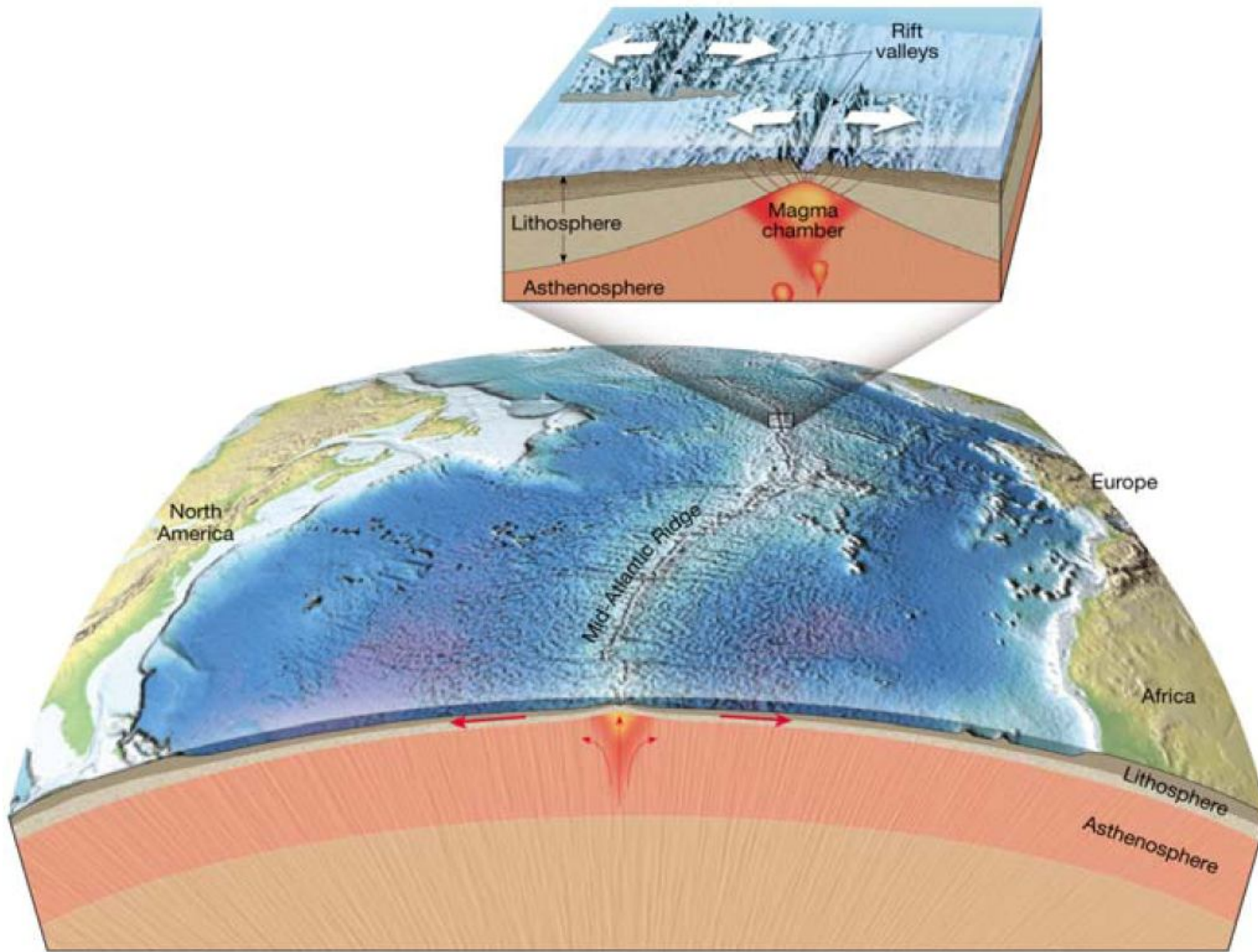
Okyanusal transform faylar

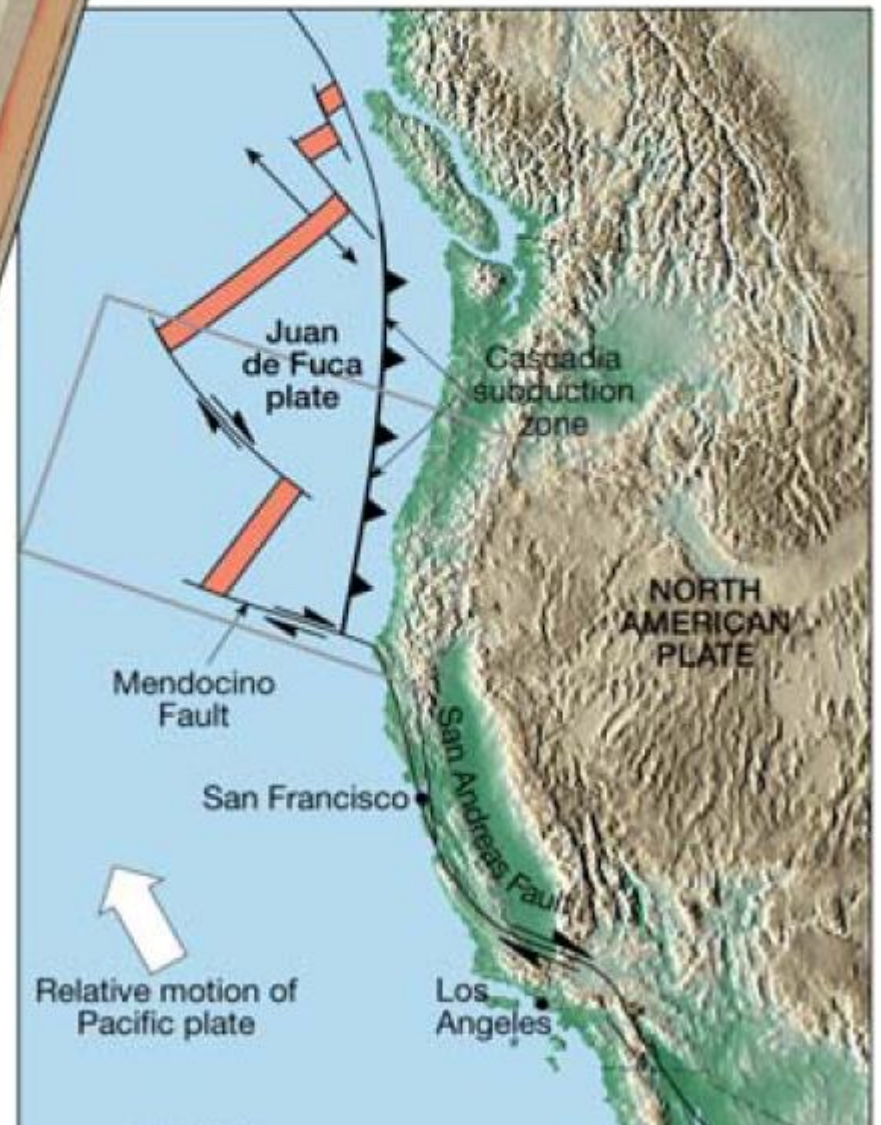
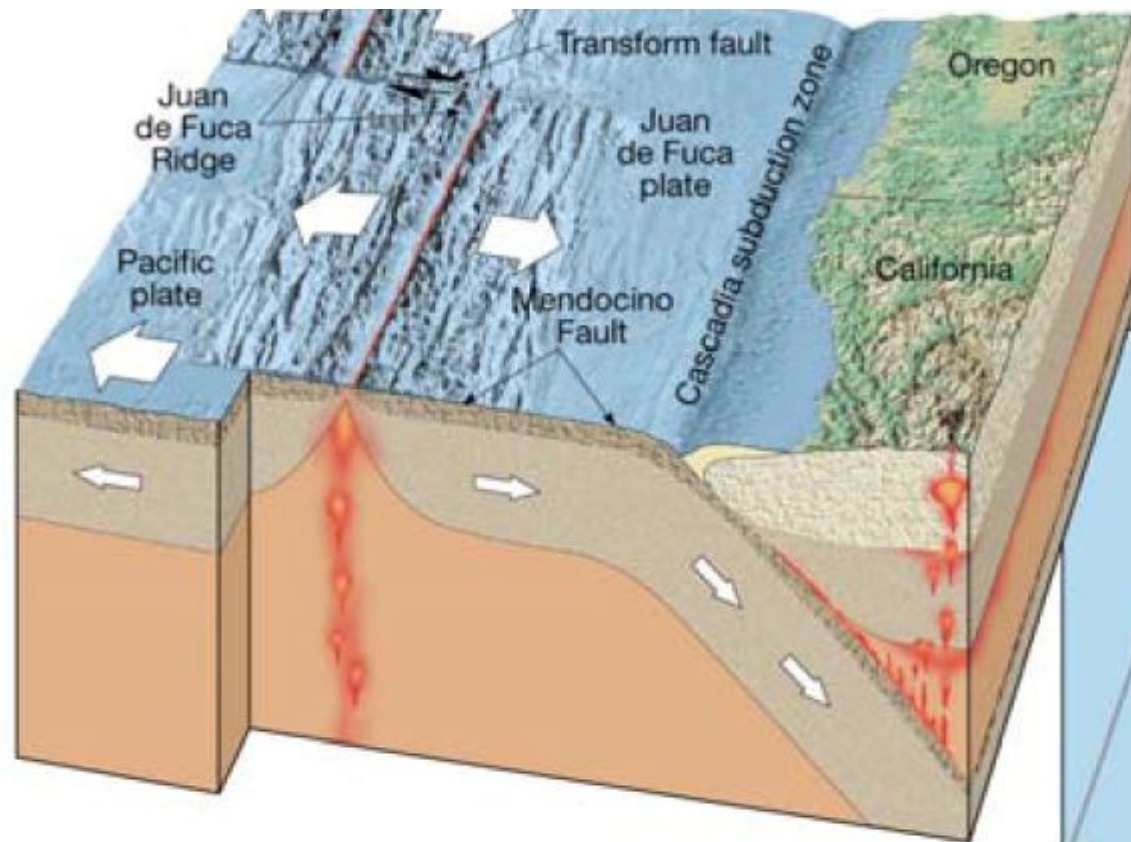
Kıtasal transform faylar



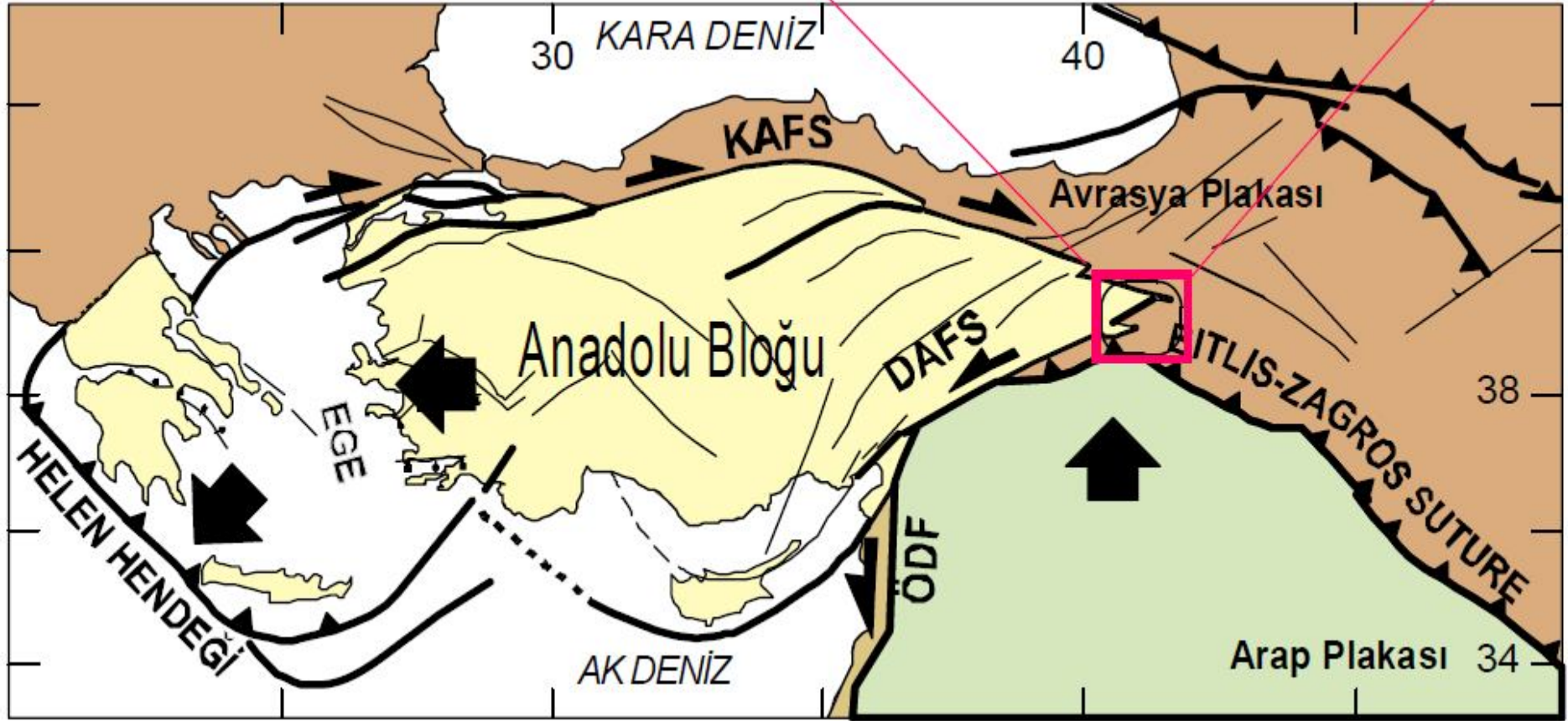
Okyanusal transform faylar







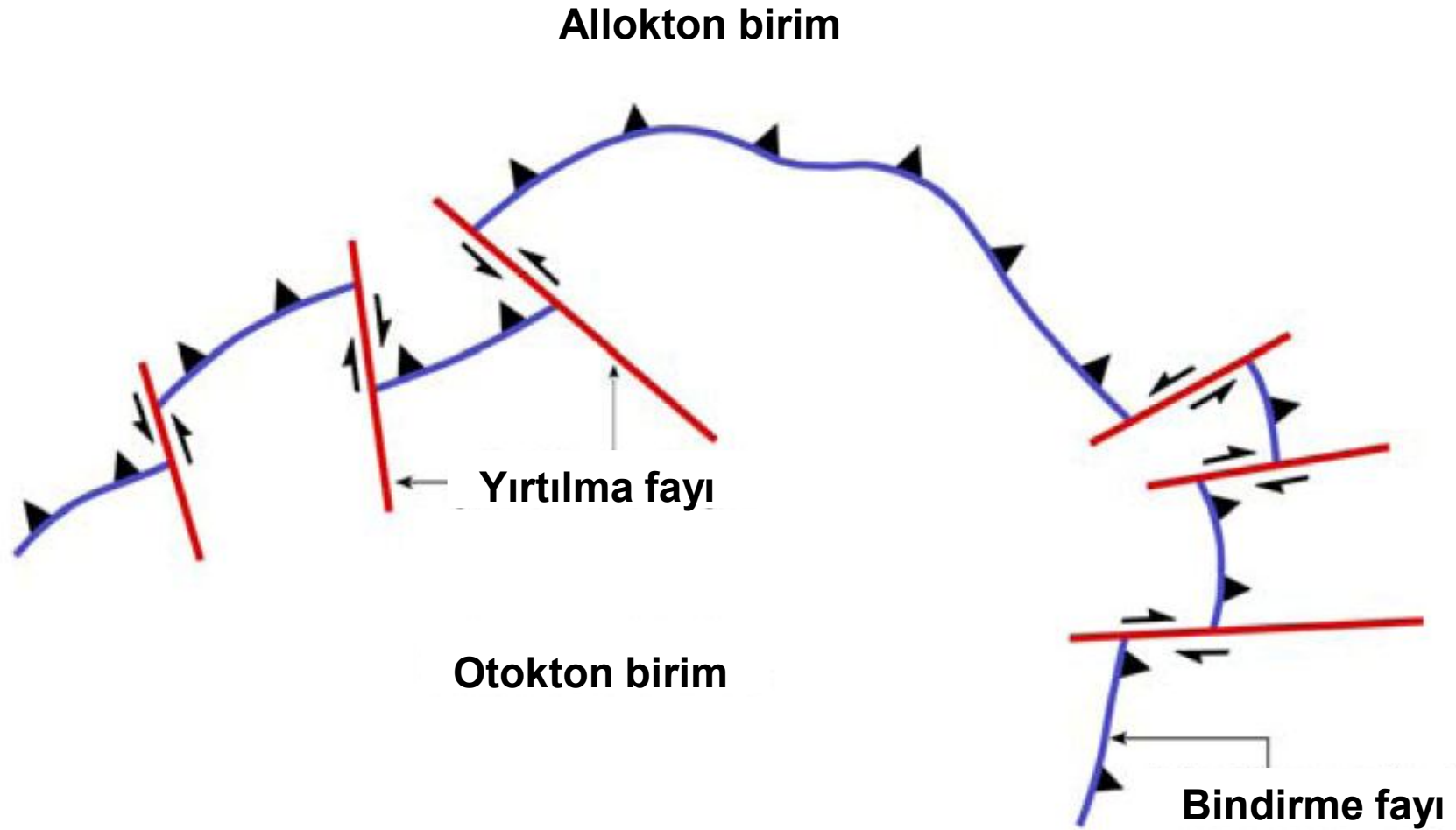
Kitasal transform faylar



ÖDF: Ölüdeniz Fay Zonu

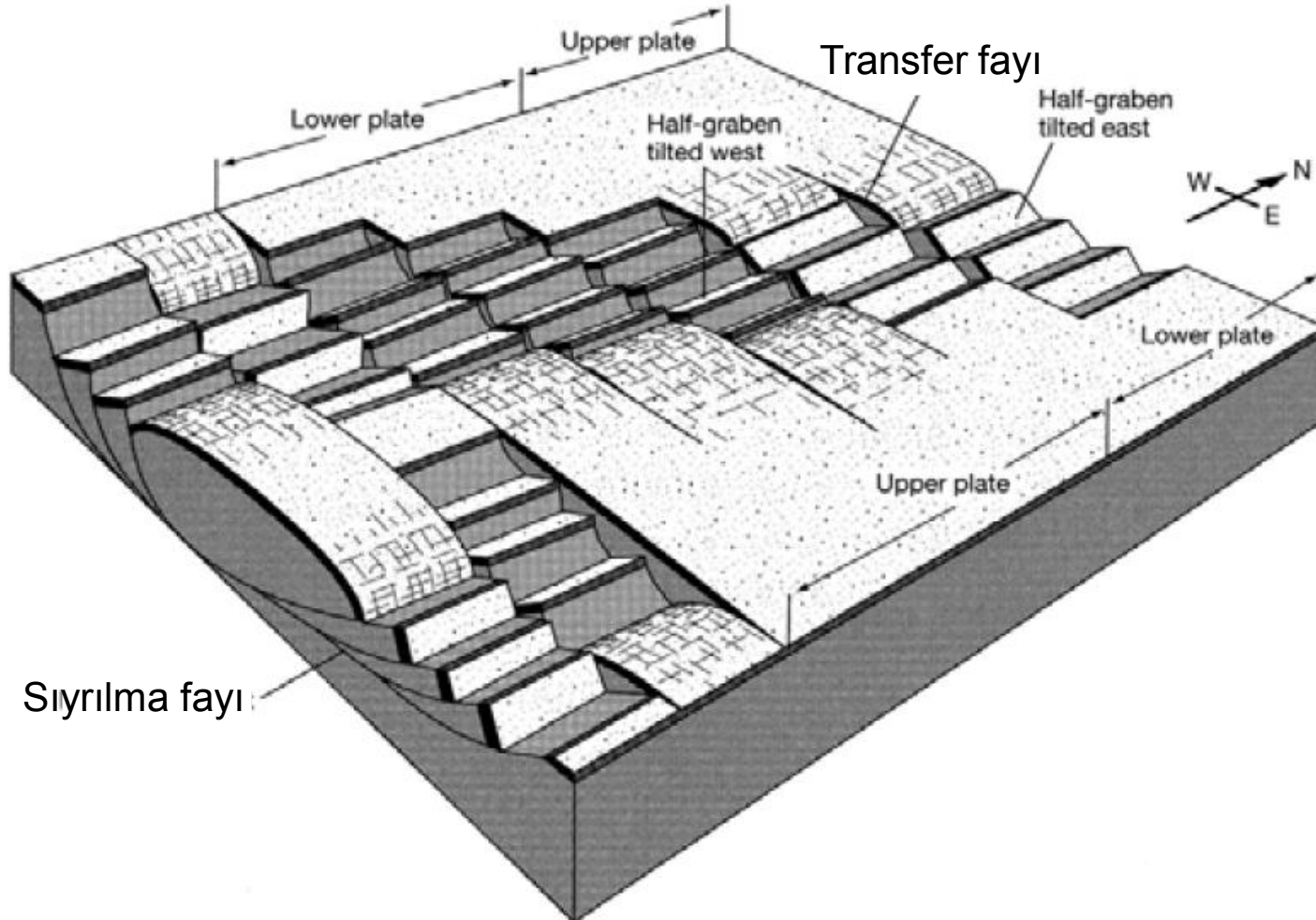
2. Yırtılma Fayı

Bindirme faylarını dik yönde kesen ve öteleyen, ve bindirme sırasında oluşan sığ doğrultu atımlı faylar (kenet kuşaklarında bulunur)



3. Transfer Fayı

İki normal fayı birleştiren ve normal hareketi bir faydan diğerine aktaran doğrultu atımlı fay. Yırılma ve transfer fayları hemen hemen aynı özelliklere sahip olup, sırası ile bindirme ve normal fay sistemlerinde gelişen sığ doğrultu atımlı faylardır.



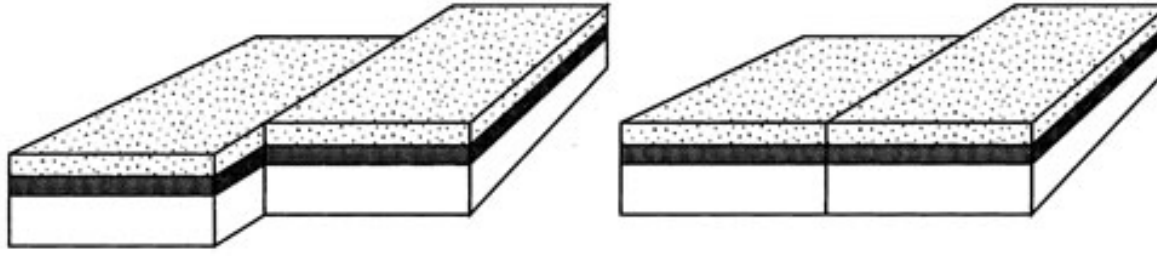
4. Doğrultu atımlı faylar

- Yüksek eğimli veya dike yakın yapılar olup, fay boyunca hareket yataydır;
- Tek bir fay olabilecekleri gibi genişliği 40 km, uzunluğu ise binlerce km ile ifade edilen kıtasal ölçekli makaslama zonları da oluşturabilirler;
- Zon içindeki her bir yapının büyüklüğü mm ile binlerce km olarak değişir;
- Örgülü (*anastomosing*) desen karakteristik;
- Aslında mega makaslama kuşakları olarak gelişirler.

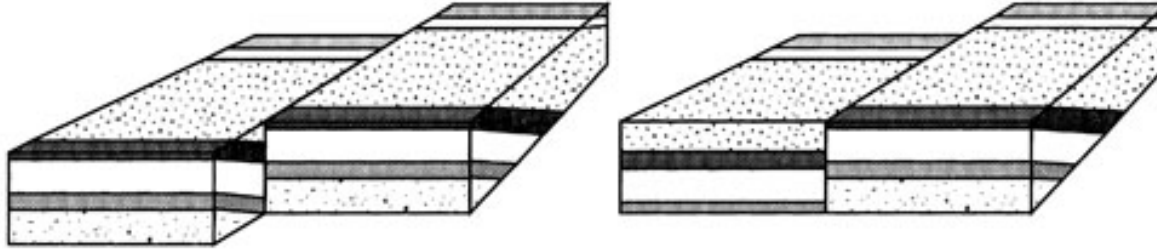
Fay seti: birbirine paralel ya da yarı paralel birden fazla fay

Sistem: birden fazla fay seti

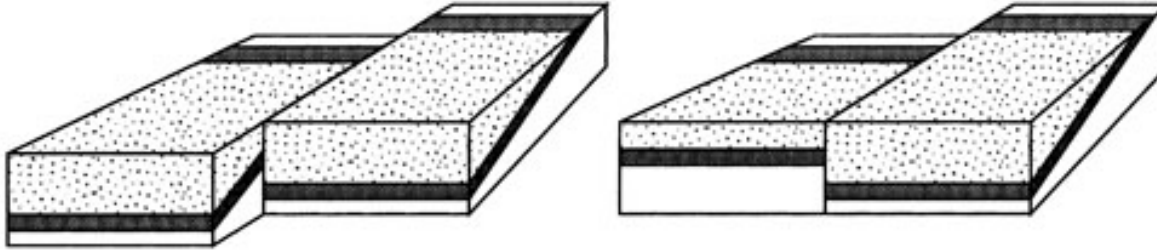
- 20 km derinliğe kadar uzanabilirler; kimi durumlarda
- eğer kabuk ince ise kabuk-manto sınırına da indikleri olur.
- Dolayısıyla depremler sık odaklıdır!



A.



B.



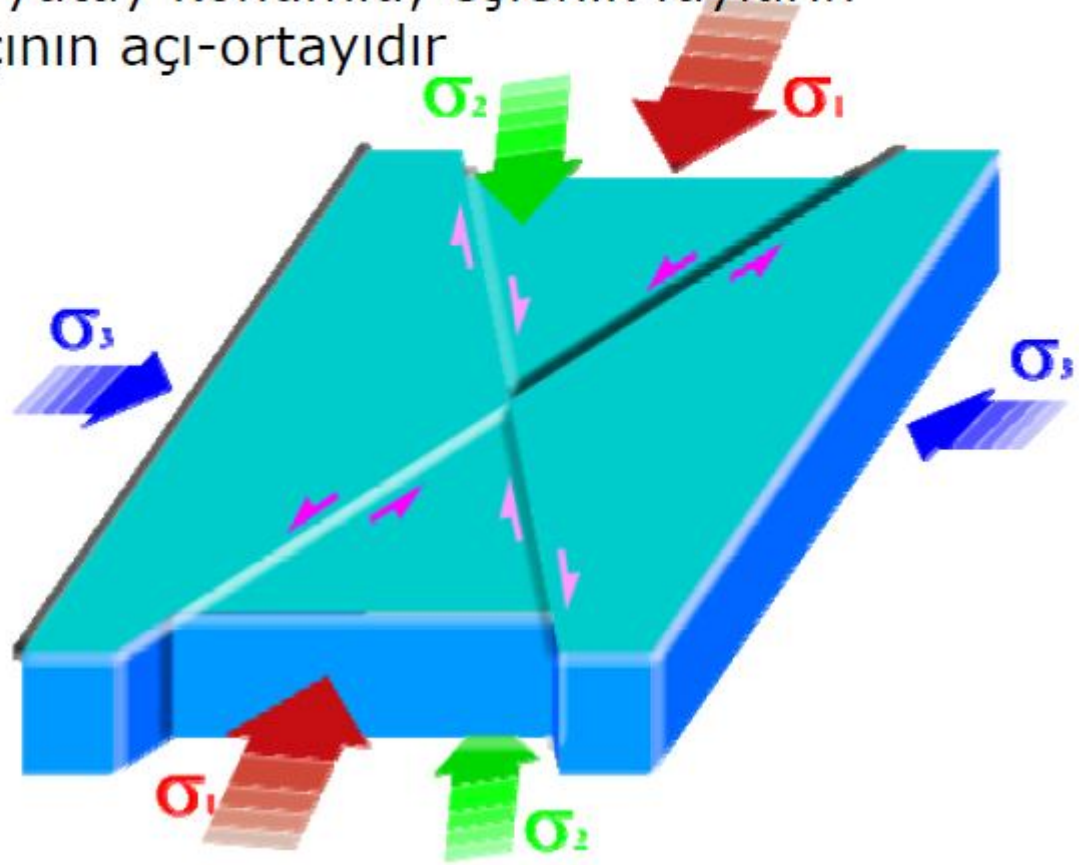
C.

Farklı doğrultu ve eğime sahip katmanların doğrultu atımlı faylar tarafından kesilip, atılması sonucu gelişen görünürde ötelenmiş stratigrafi: soldaki blok diyagram, fay boyunca gelişen hareketi; sağdaki blok diyagram ise takip eden dönemdeki aşınma-erozyon sonucu gelişen geometri.

(A) Yatay birimler; **(B, C)** fayın doğrultusuna dik birimler!

- σ_2 yeryüzüne göre düşey konumlu; eşlenik faylarının kesişim noktasıdır
- σ_1 yeryüzüne göre yatay konumlu; eşlenik fayların arasındaki dar açının açı-ortayıdır;
- σ_3 yeryüzüne göre yatay konumlu; eşlenik fayların arasındaki geniş açının açı-ortayıdır

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$



DOĞRULTU ATIMLI FAYLARI TANIMA KRİTERLERİ

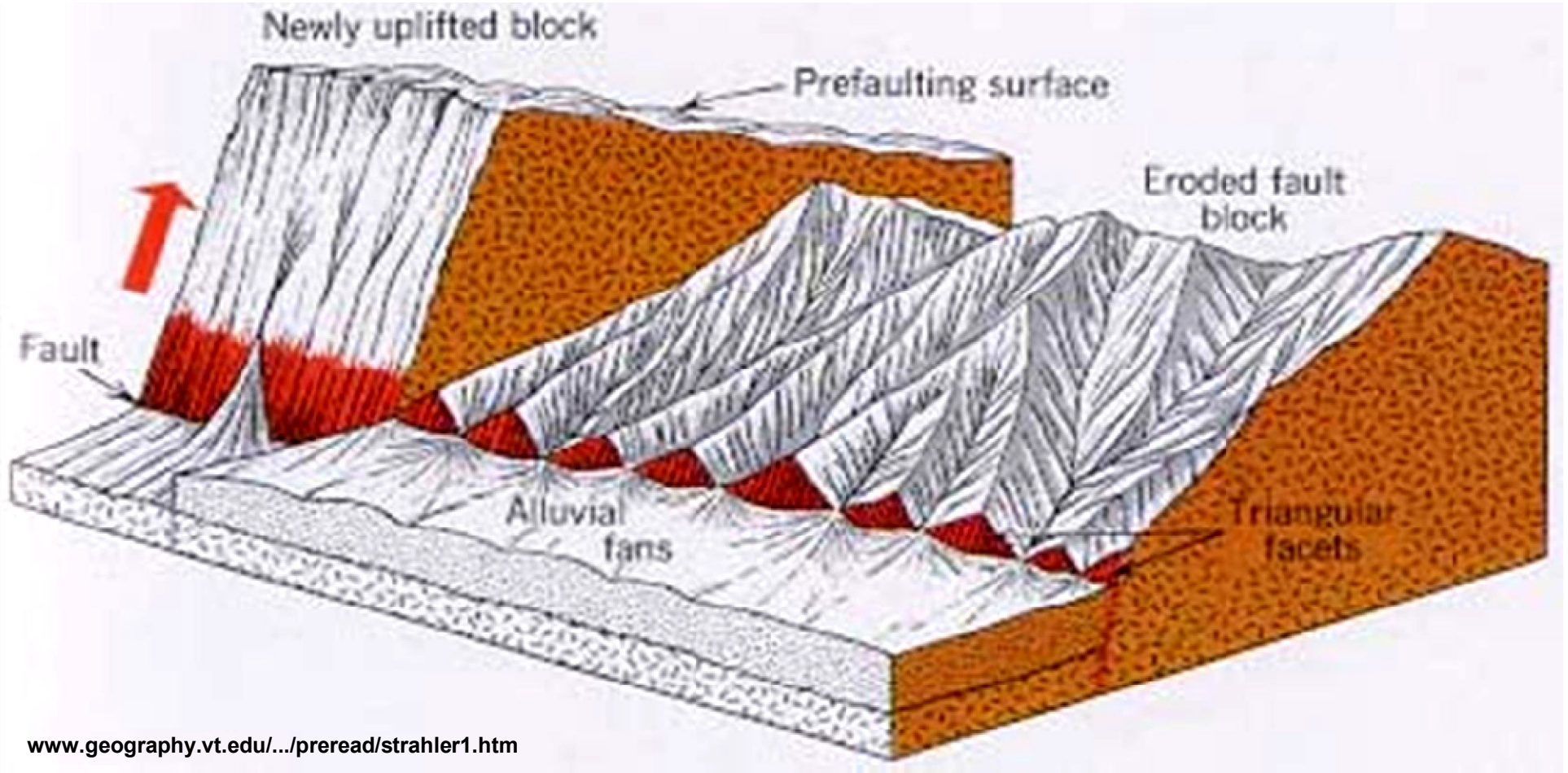
- doğrultuya paralel fay çizikleri
- çizgisel fay izi
- uzun, çizgisel akaçlama (drenaj) sistemi (fay vadisi)
- farklı yaş, köken ve ortamlara ait kaya topluluklarının bir araya gelmesi
- basamak şekilli topoğrafya
- ötelenmiş dereler
- çöküntü gölcükleri (sag ponds)
- basınç sırtları
- traverten oluşumları
- genç S- veya eşkenar dörtgen- (rhomb) şekilli havzalar
- uzun ezik zonlar
- heyelanlar
- bataklık alanlar

aşağıdaki yapıların çizgisel sıralanışı

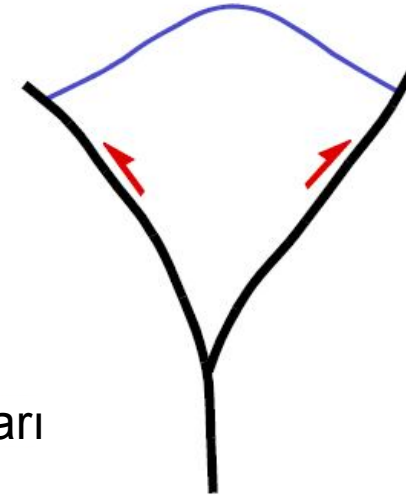
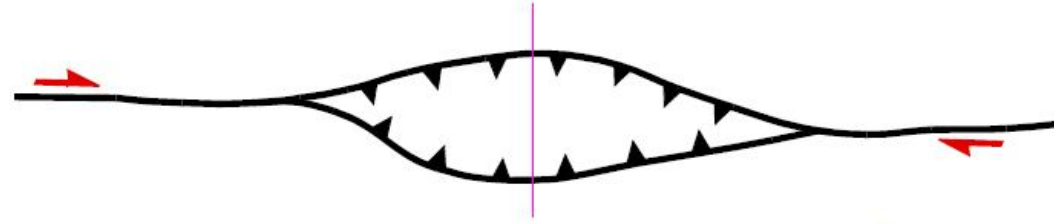
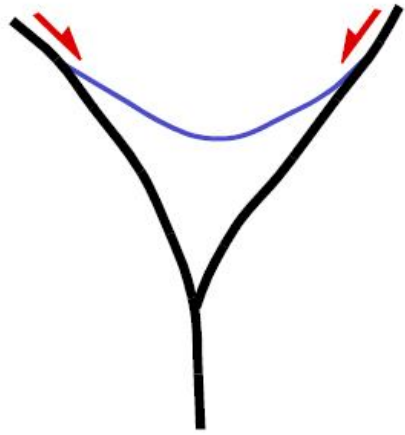
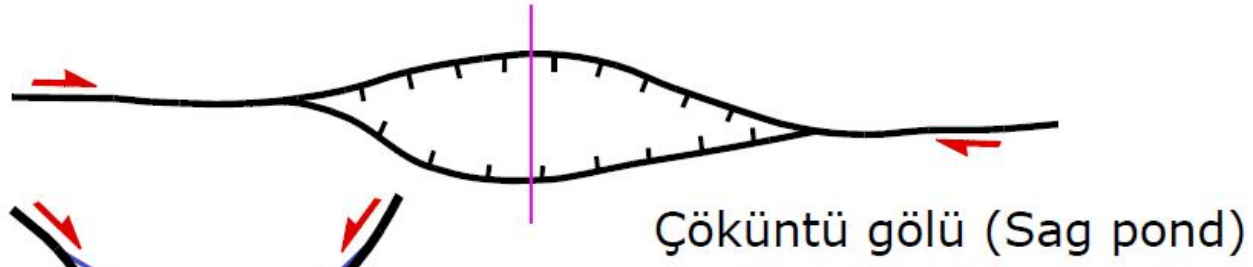
- alüvyon yelpazeleri
- sıcak su kaynakları
- soğuk su kaynakları
- yoğun bitki gelişimi (bitki anomalisi)







Ütü Sırtı (üçgen) Yüzeyler & Alüvyon Yelpazelerinin Çizgisel Sıralanışı



Uzamış tepeler / Basınç sırtları

Çöküntü Gölü

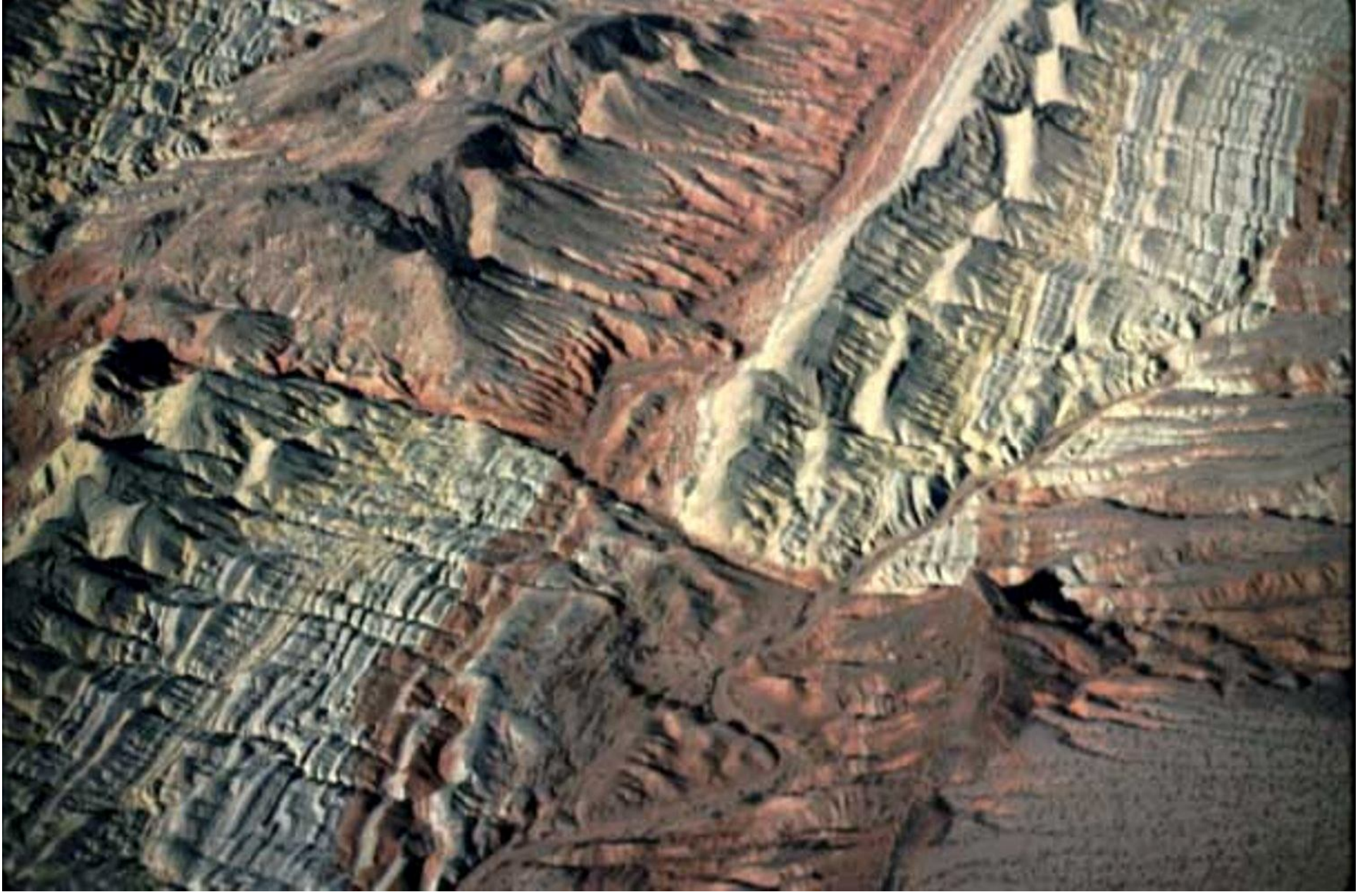
http://sepwww.stanford.edu/oldsep/joe/fault_images/FT02.3.gif



Sol-yanal ötelenen dere yatağı

http://strike-slip.geol.ucsb.edu/FAU_TS/Garlock/GARpages/GAR01.html







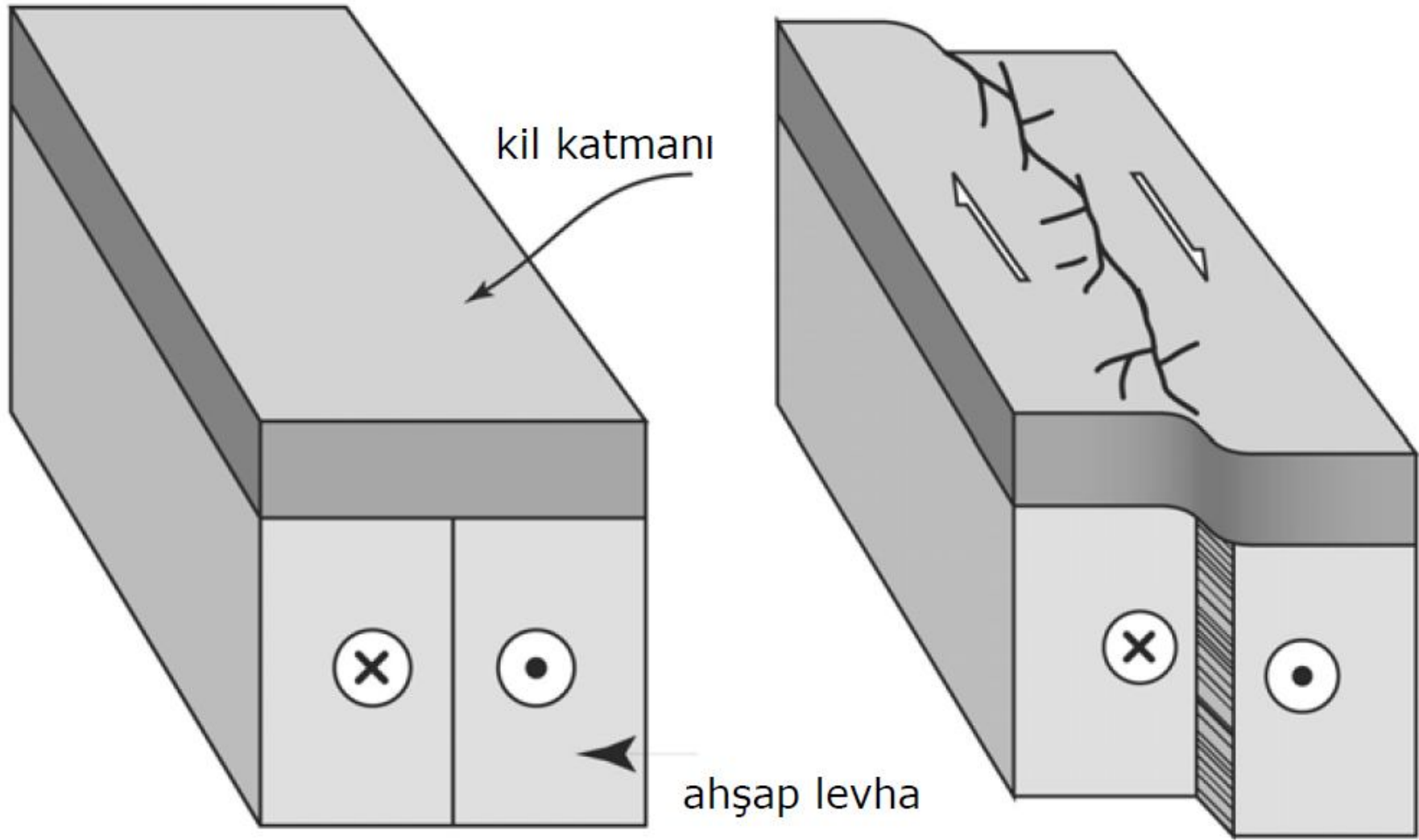
<http://strike-slip.geol.ucsb.edu/FAULTS/Garlock/GARpages/GAR01.html>

İyi Gelişmiş Doğrultu Atımlı Bir Fay Sistemi

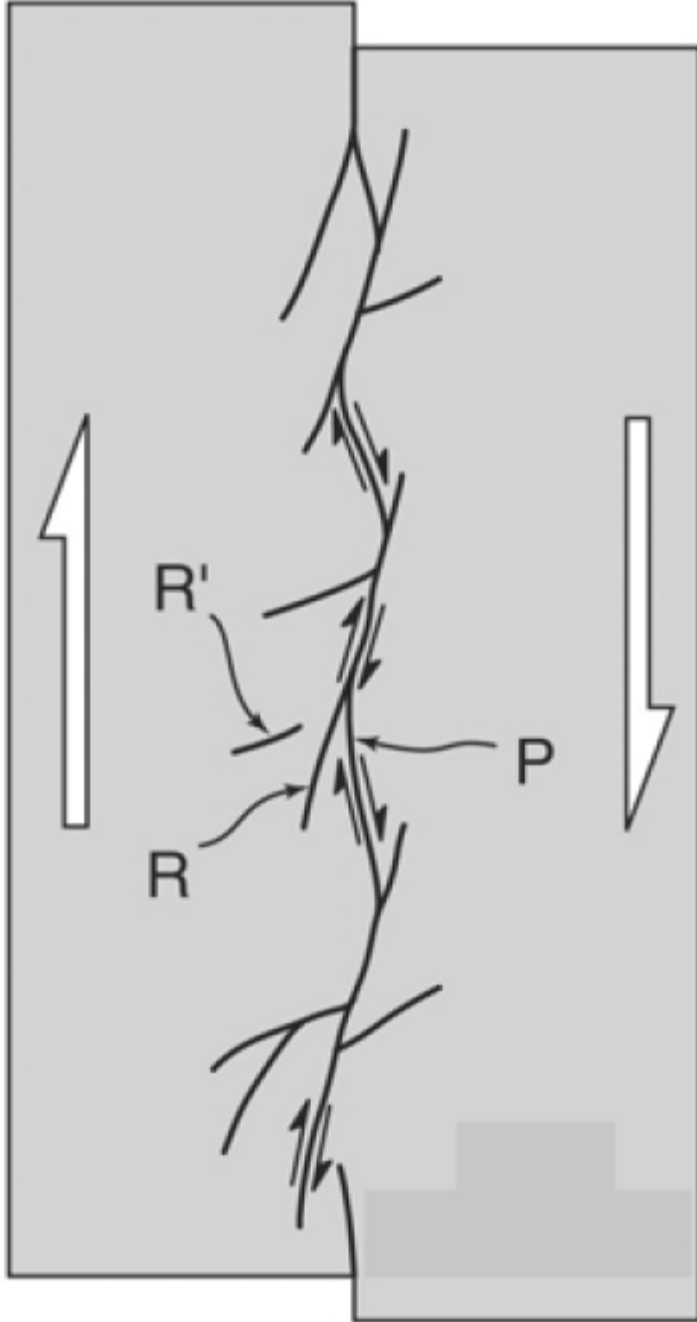
Doğrultu atımlı fayların ilk tanımlamaları deneysel bir çalışma ile REIDEL (1929) yapmıştır. Bu çalışma sonra WILCOX ve diğ^{er}leri (1973) tarafından revize edilmiştir.

Deney düzeneği 'bir kil katmanı (*clay cake*)' ile onun altında yeralan bir çift ahşap ve metal levhadan oluşur. Alttaki levhalar aksi yönlerde hareket ettirilir ve deney başlar: İlk aşamalarda referans halkalar elipse dönüşür; hareket devam ettikçe faylanma başlar; sonuçta '**doğrultu-atımlı fay sisteminin**' değişik bileşenleri gelişir.

Deneyde, kil düzeyinin altında kalan iki panel arasındaki sınır gelecekteki '**ana doğrultu atımlı fayı (Y-Shear)**' nı oluşturur.

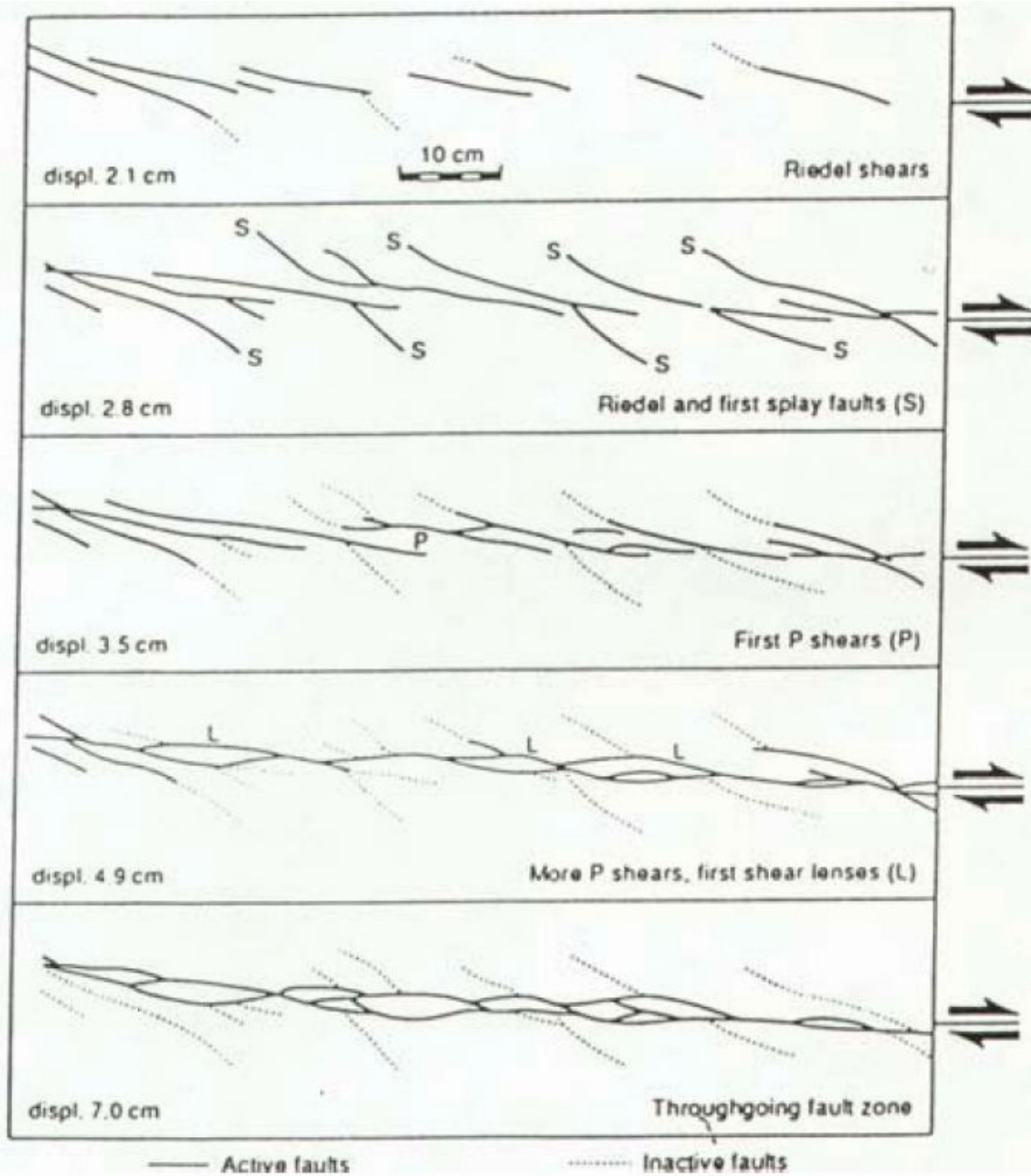


Doğrultu atımlı fay oluşumun fiziksel modeli



Deney aşamaları

1. Deformasyon sırasında ilkin referans halkalar deforme olur ve elipse dönüşür;
2. Sonra ana makaslama meydana gelir, elips şekilli halkalar kesilip-ötelenir;
3. Takip eden dönemde eşlenik sintetik ve antitetik faylar [Sintetik Rediel (R) ve Antitetik Rediel (R')] ve aşmalı açılma çatlakları [en échelon geçler] oluşur;
4. Son olarak da aşmalı [en échelon] kıvrımlar sıkışma yönüne dik olarak gelişir;
5. Deformasyonun ilerleyen aşamalarında bu kıvrımlar dönerek ana fay sistemine paralel konum kazanırlar;



Doğrultu-atımlı faylar boyunca eş zamanlı yatay genişleme ve kısalma gelişir. İyi gelişmiş bir sistemde beklenen yapısal elemanlar:

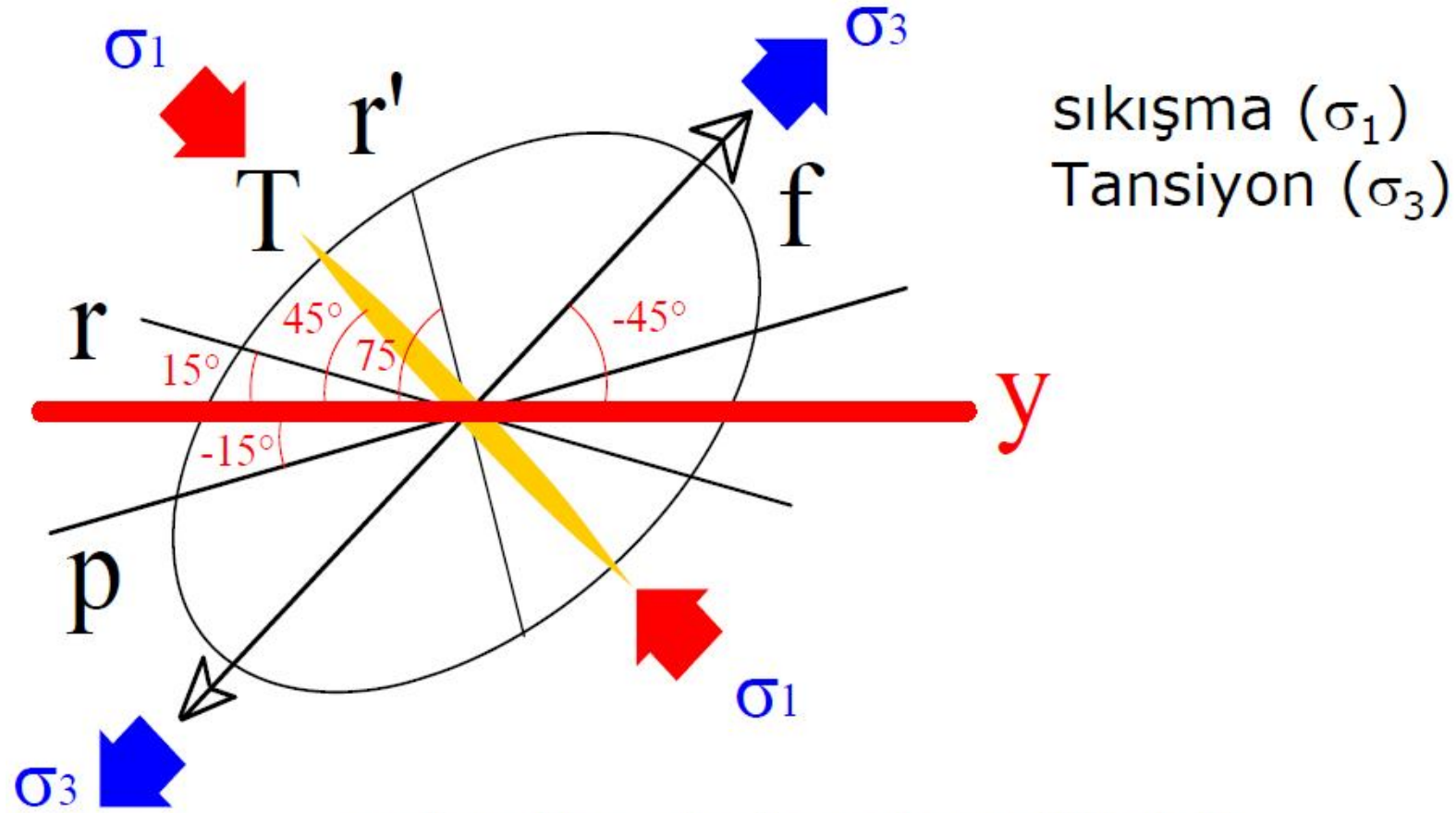
- Ana makaslama (asıl deplasman zonu veya Y-shear)
- Sintetik fay (R-Shear)
- Antitetik fay (R'-shear)
- ikincil sintetik fay (P-shear)

Genişleme Yapılar

- aşmalı tansiyon çatlakları (*en échelon gashes*)
- normal faylar
- dayklar
- havzalar

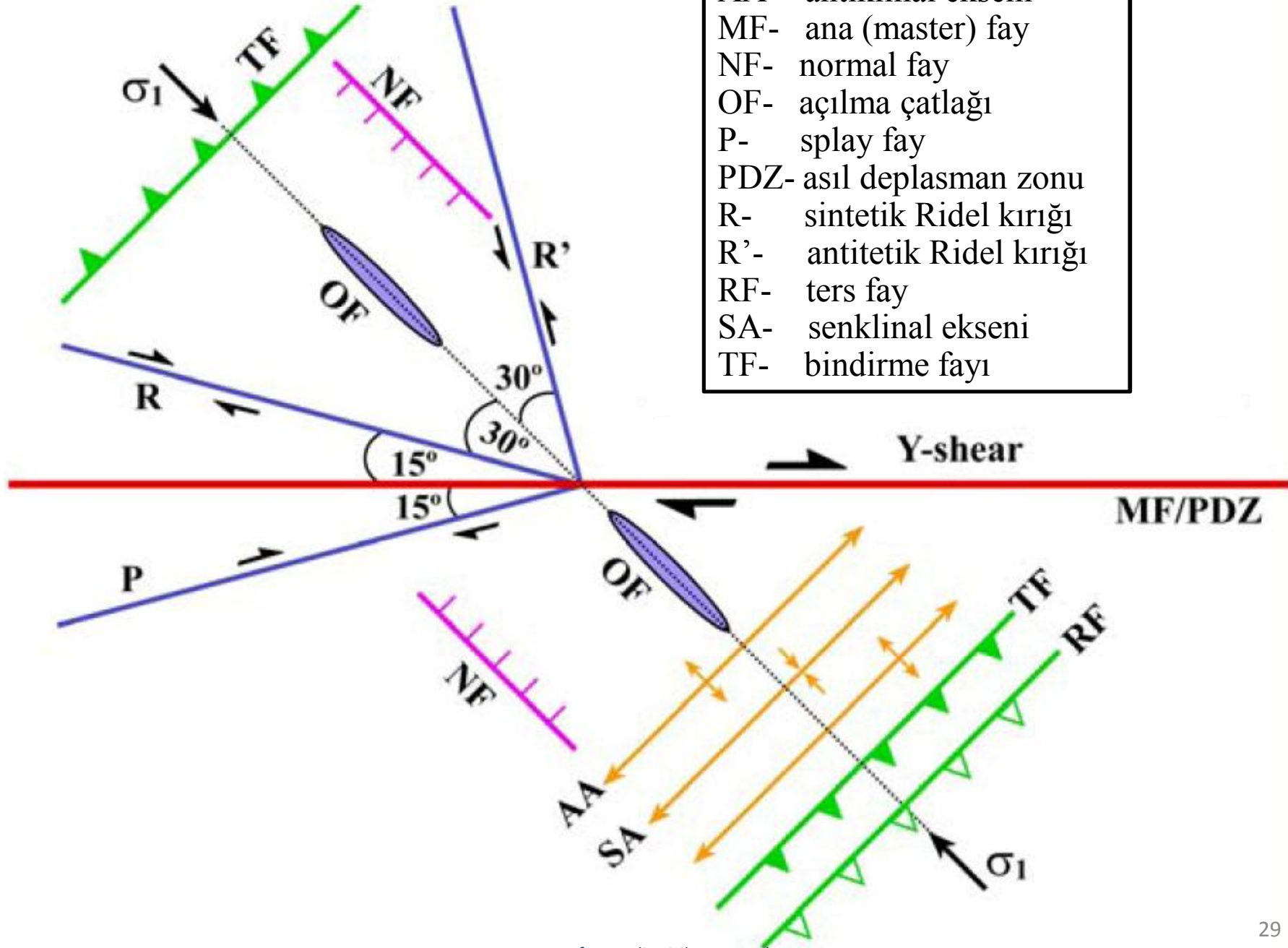
Sıkışma Yapıları

- aşmalı sıkı, çift yöne dalımlı kıvrımlar (*en échelon folds*)
- bindirme fayları
- basınç sırtları ve kabarma yapıları (*upbulges*)

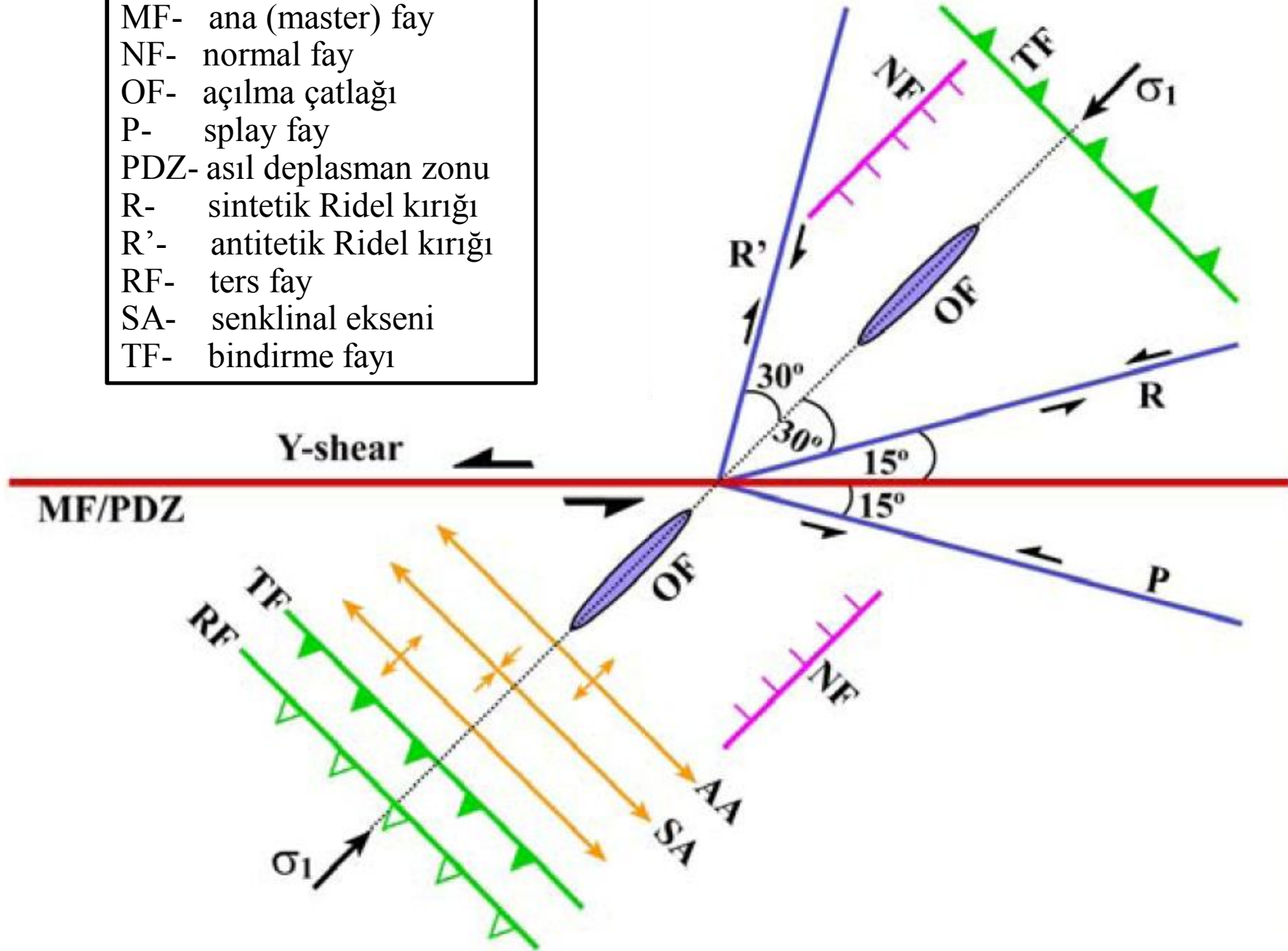


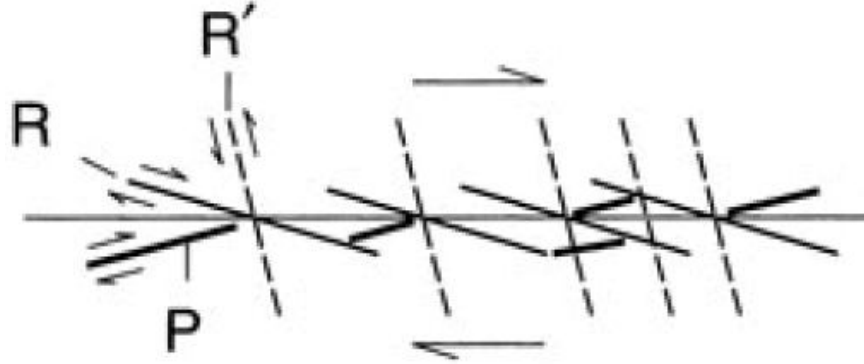
- r: sintetik makaslama kırığı (Riedel)
- r': antitetik makaslama kırığı (anti-Riedel)
- p: ikincil sintetik (splay) fay
- y: Ana fay (principal displacement zone – PDZ)
- f: kıvrım ve bindirmeler
- T: açılma çatlakları ve normal faylar

- AA- antiklinal ekseni
- MF- ana (master) fay
- NF- normal fay
- OF- açılma çatlağı
- P- splay fay
- PDZ- asıl deplasman zonu
- R- sintetik Ridel kırığı
- R'- antitetik Ridel kırığı
- RF- ters fay
- SA- senklinal ekseni
- TF- bindirme fayı

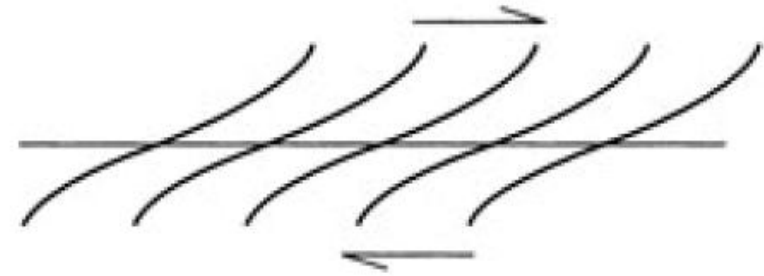


- AA- antiklinal ekseni
- MF- ana (master) fay
- NF- normal fay
- OF- açılma çatlığı
- P- splay fay
- PDZ- asıl deplasman zonu
- R- sentetik Ridel kırığı
- R'- antitetik Ridel kırığı
- RF- ters fay
- SA- senklinal ekseni
- TF- bindirme fayı

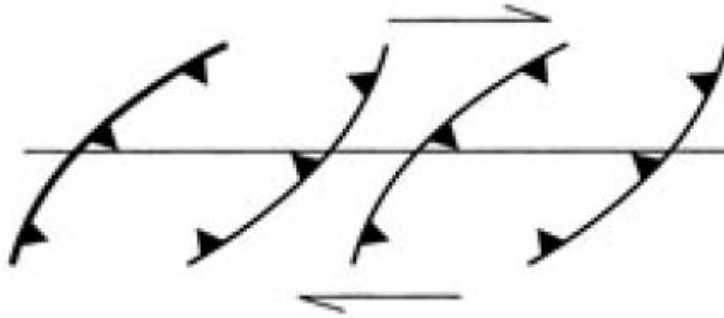




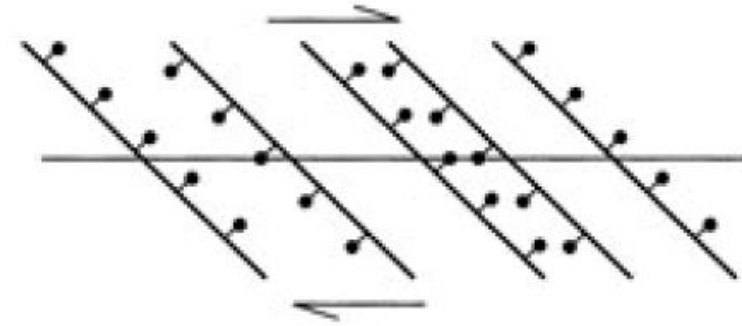
**İkincil R, R' ve P
makaslama kırıkları**



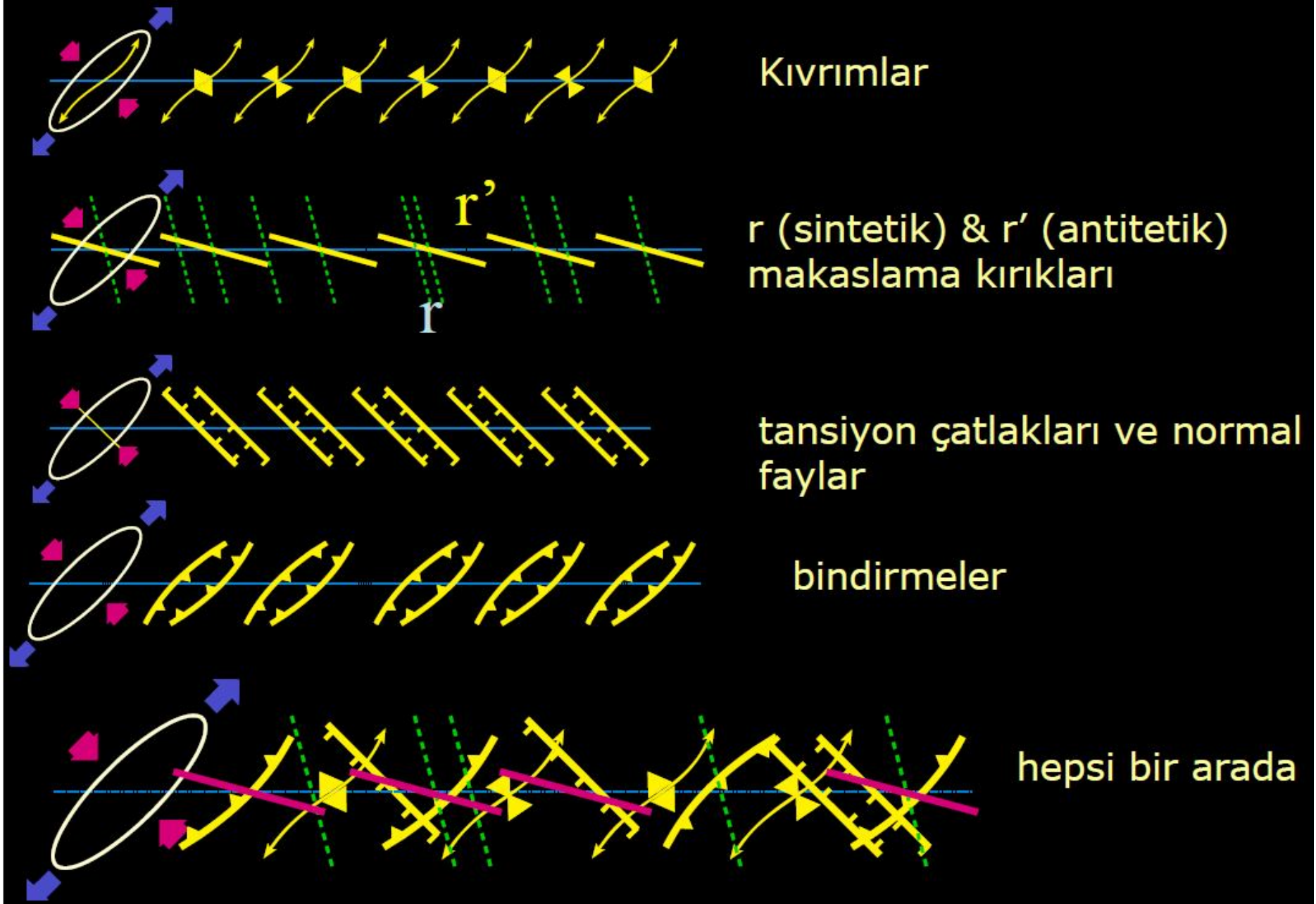
Kıvrımlar



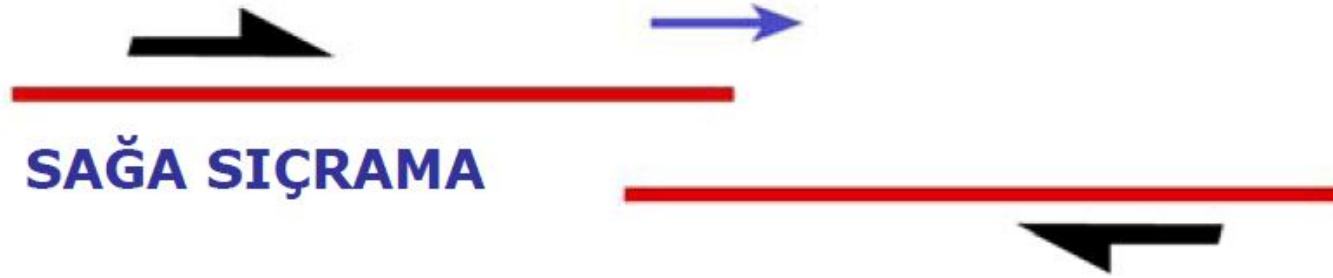
Bindirme fayları



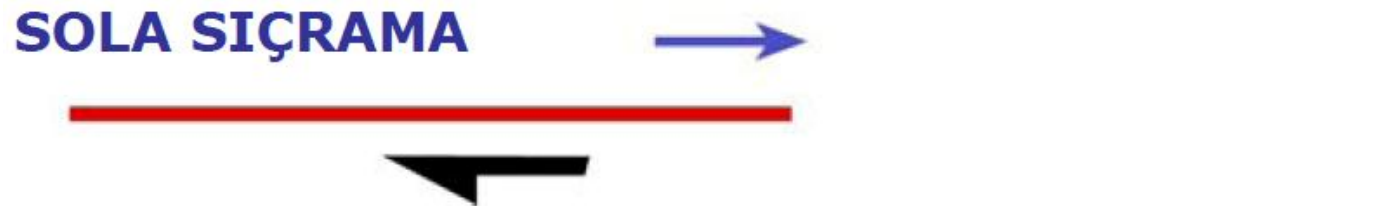
Normal faylar



Fay Desenleri: Fay Sıçramaları

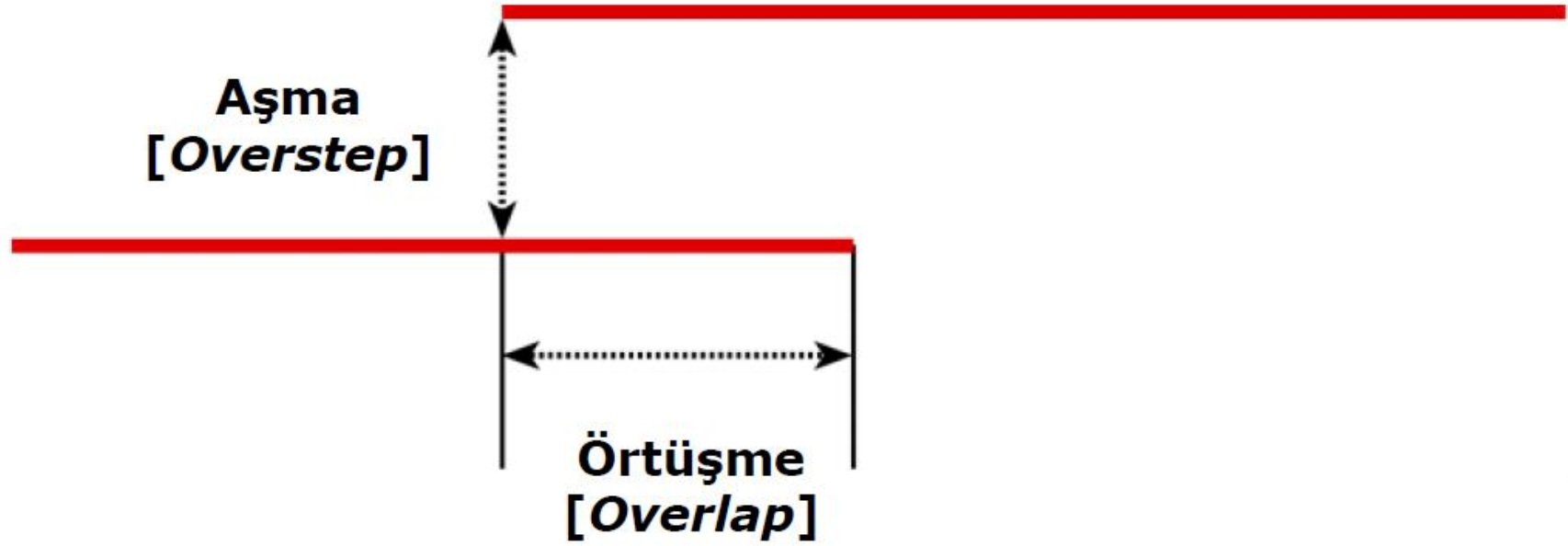


Sıçramalar bir fayın bittiği ancak diğer aşmalı (échelon fault) fayın başladığı alanlar olarak tanımlanır



Fay sıçramaları geometrik olarak SAĞA veya SOLA diye tanımlanır.
Kural: fay boyunca ilerlerken sıçramanın hangi yöne olduğuna bakılır.

Aşma ve Örtüşme



Bükülmeler

SAĞA BÜKÜLME



Büklüm: devamlı olan bir fay izinin kavisli bölümü;
Eğer çift kavis var ise fayın daha düzgün devam eden iki kesimini birleştirir.



SOLA BÜKÜLME

Fay bükülmeleri geometrik olarak SAĞA veya SOLA diye tanımlanır.
Kural: fay boyunca ilerlerken bükülmenin hangi yöne olduğuna bakılır.

Fay Desenleri



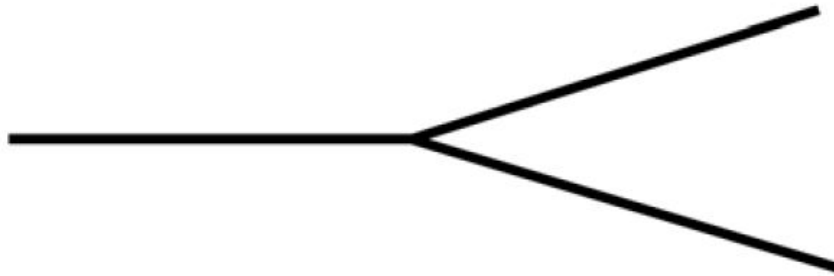
En echelon
(paralel, aşmalı ve
ana zona verev)



Relay
(birbirine ve ana zona
paralel)

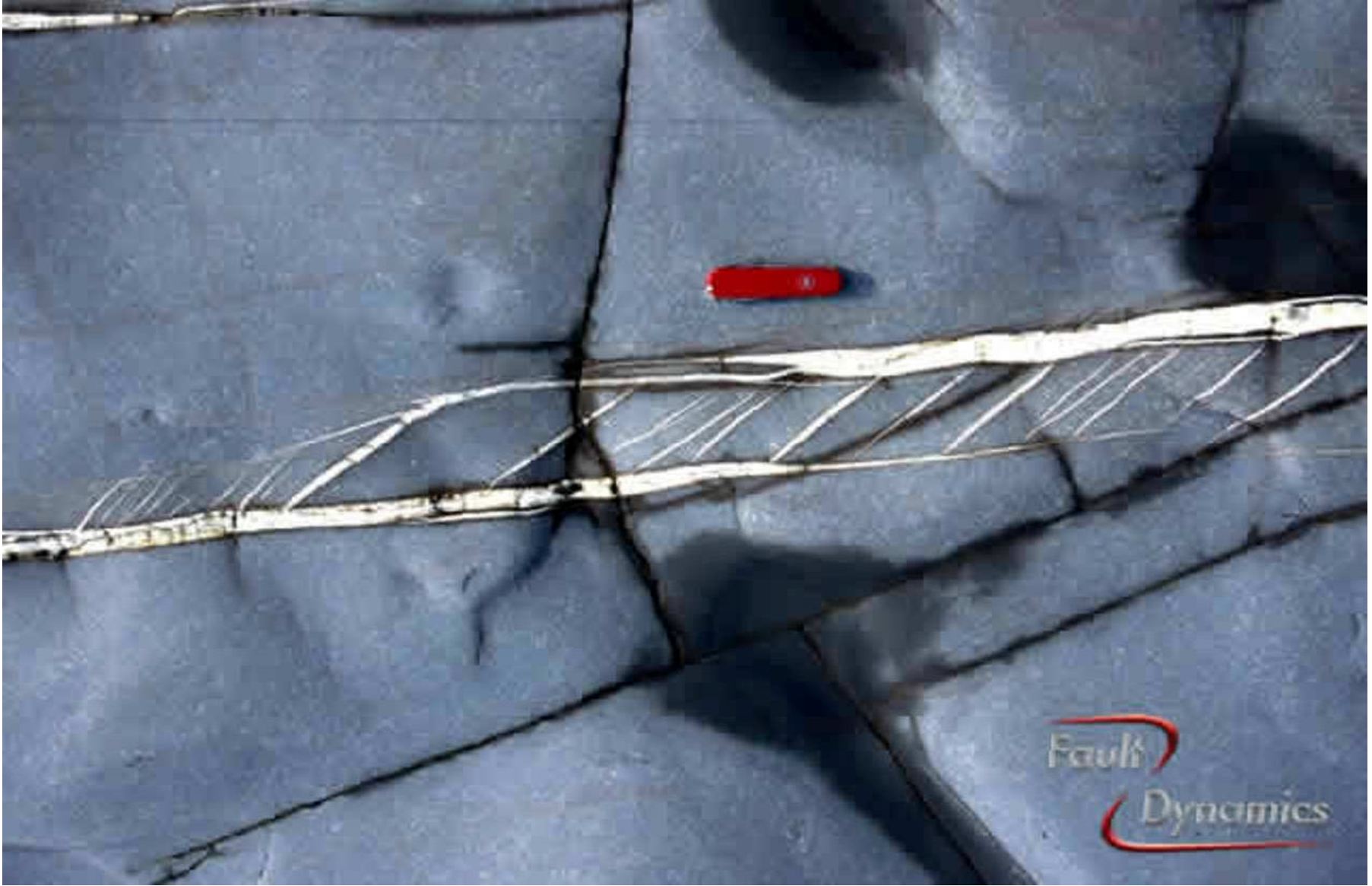


Dallanma / Splay
At kuyruğu yapısı

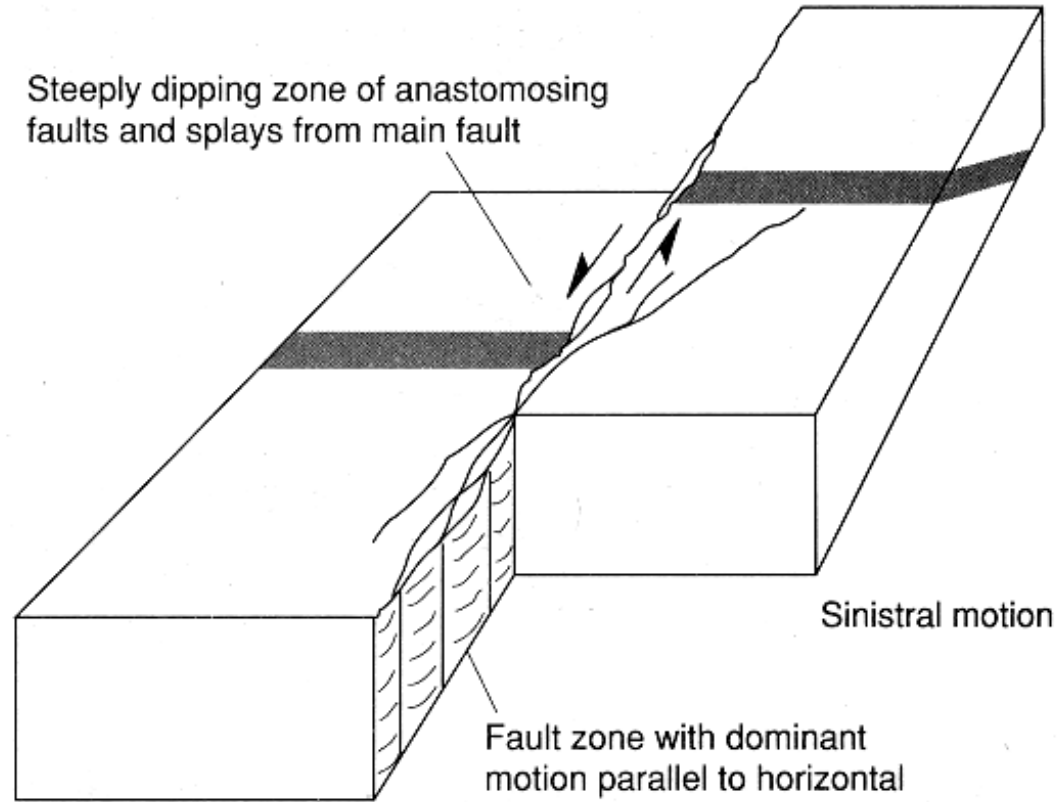


Kamalanma

En echelon (paralel, aşmalı ve ana zona verev)

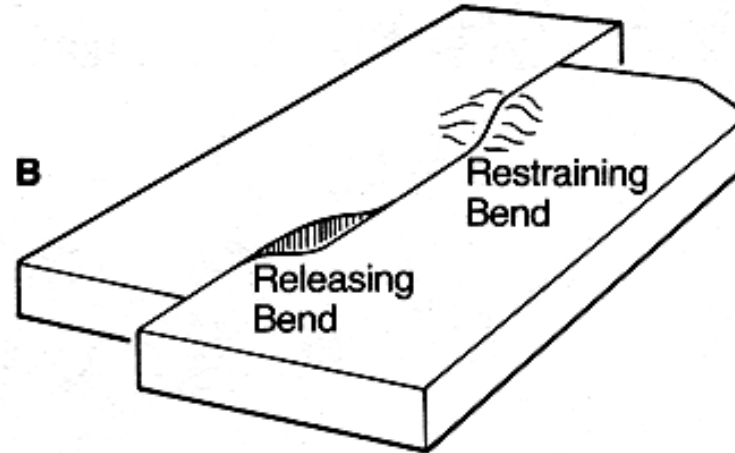
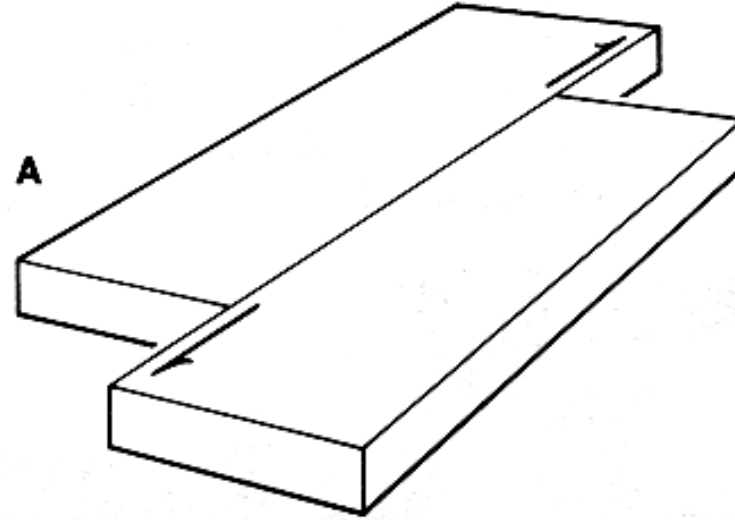


Doğrultu atımlı fay sistemlerinin geometrisi



Fay izinin (fault trace) gidişine göre doğrultu atımlı faylar

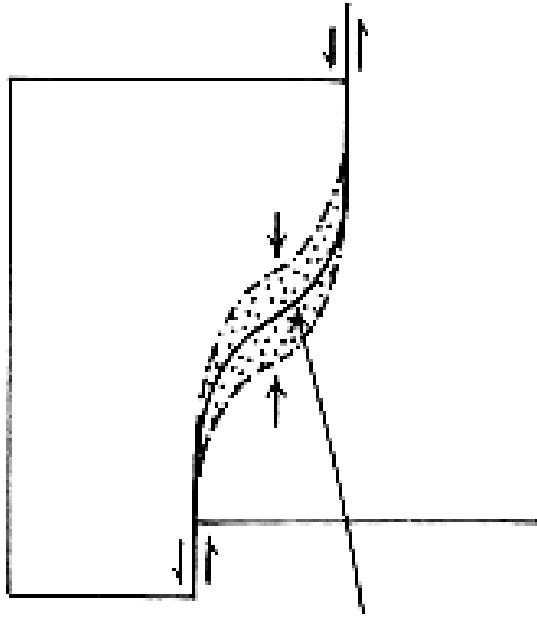
1. düz doğrultu atımlı faylar
 2. bükümlü doğrultu atımlı faylar ve
 3. sıçramalı doğrultu atımlı faylar
- olmak üzere üçe ayrılır.



A. Düz doğrultu atımlı fay **B.** Bükümlü doğrultu atımlı fay. Releasing bend: Gevşeyen büküm; Restraining bend: sıkıştıran büküm

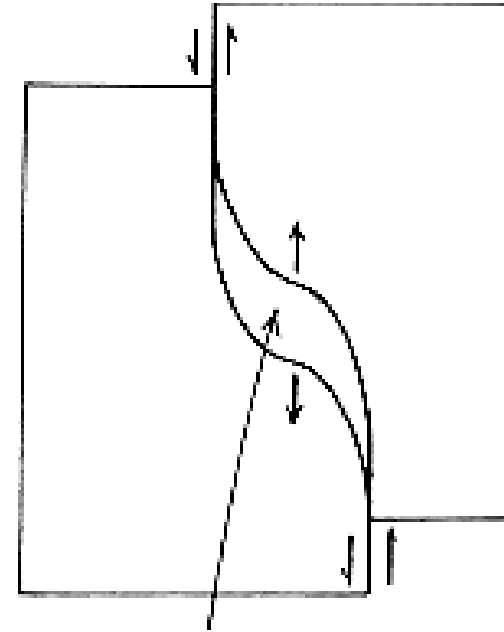
Düz doğrultu atımlı faylar arazi ya da harita üzerinde çizgisel gidişli, son derece düzgün ve doğrusal hatlar şeklinde görülür. Bu faylar, makaslama hareketi oluşturmalarına rağmen, fay zonları boyunca önemli deformasyon olaylarına (çökme, yükselme, kıvrımlanma, ters ve normal faylanma gibi) neden olmazlar.

Fay çizgisi boyunca görülen bükümlerde fayın sol veya sağ yönlü oluşuna ve bükümün sola veya sağa doğru oluşuna göre fay blokları ya birbirini sıkıştırır, ya da blokları birbirinden ayıracak şekilde serbestleştirir.



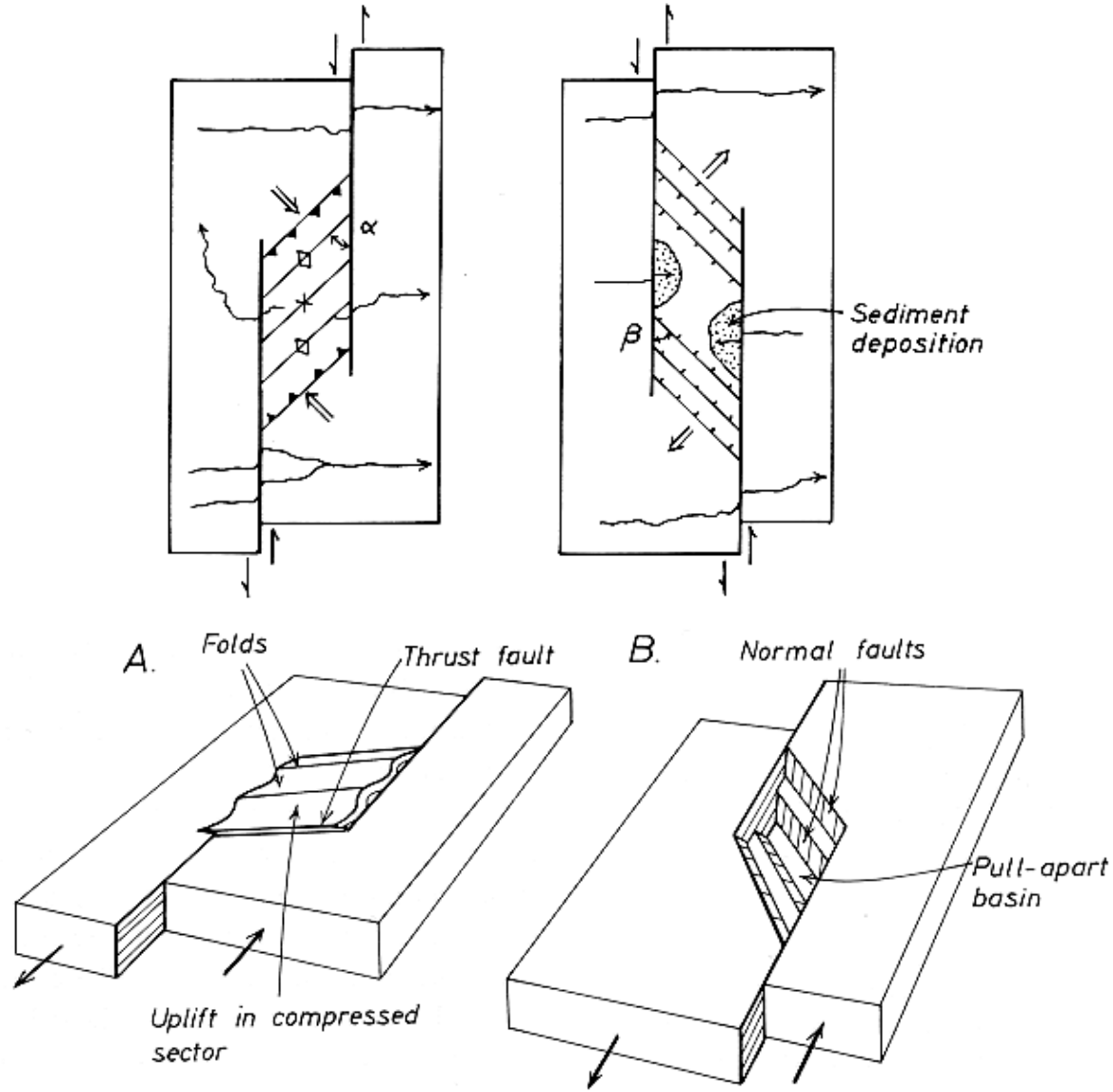
Transpression zone

Sağa bükümlü, sol yönlü doğrultu atımlı fay
(Transpression zone: sıkışma zonu)



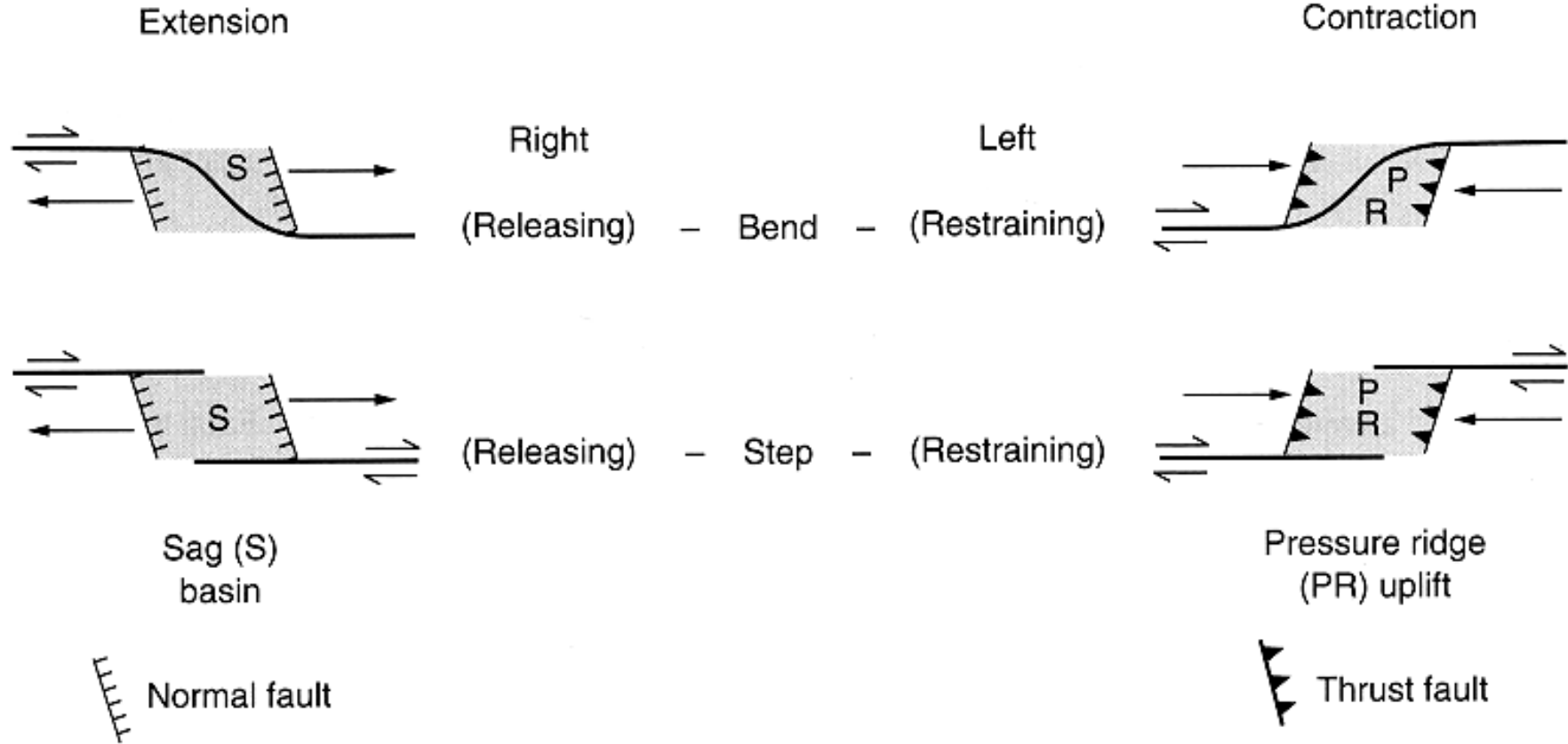
Transtension zone

Sola bükümlü, sol yönlü doğrultu atımlı fay
(Transtension zone: serbestlenme zonu)



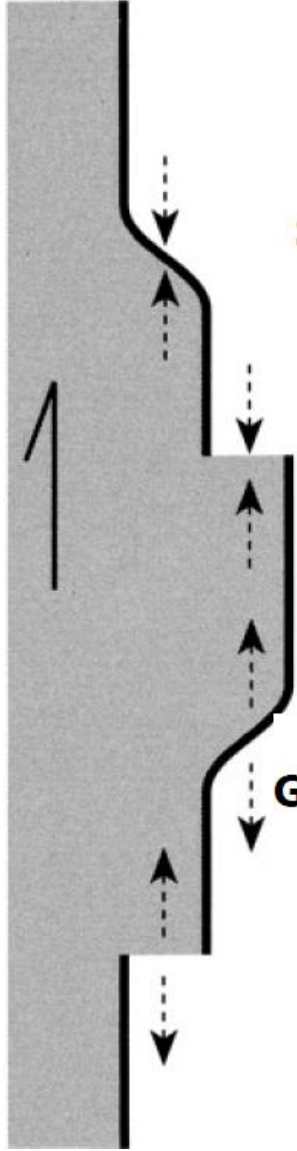
Sağa sıçramalı, sol yönlü doğrultu atımlı fay

Sola sıçramalı sol yönlü doğrultu atımlı fay



Değişik yönlü doğrultu atımlarda büklüm (bend) veya sıçramanın (step) durumuna göre genişleme (extension) veya sıkışmanın (contraction) meydana gelmesi, sıkışan (restraining) ve serbestleşen (releasing) alanların oluşması ve bunlara bağlı olarak basınç sırtı (pressure ridge), çöküntü (sag) gibi yapıların gelişmesi (Keller & Pinter 1998)

Sağ yanal



Sıkışan

Sola
bükülme

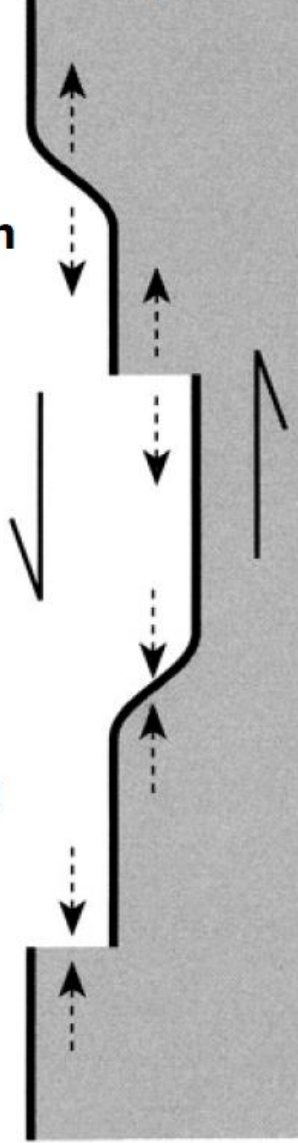
Sola
sıçrama

Gevşeyen

Sağa
bükülme

Sağa
sıçrama

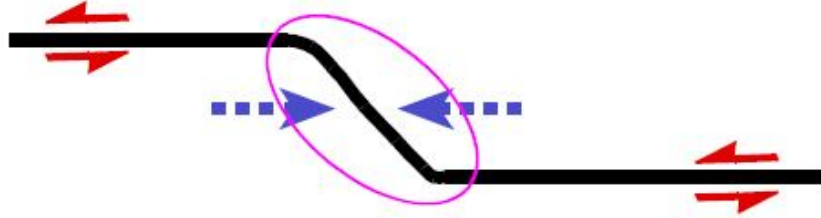
Sol yanal



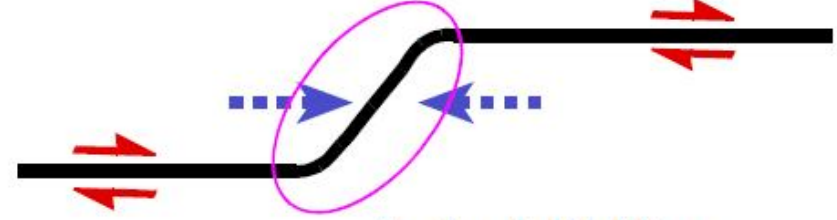
Gevşeyen

Sıkışan

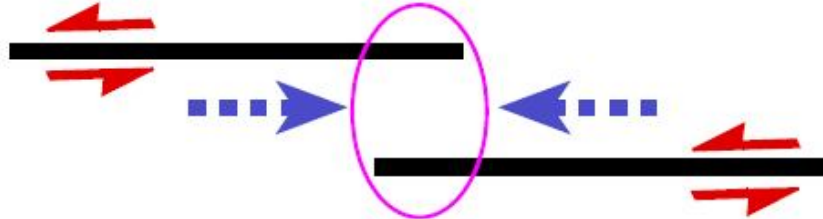
(1) Sıkışan bölüm: faylanmaya bağlı olarak kayaçları yukarı doğru itilir!



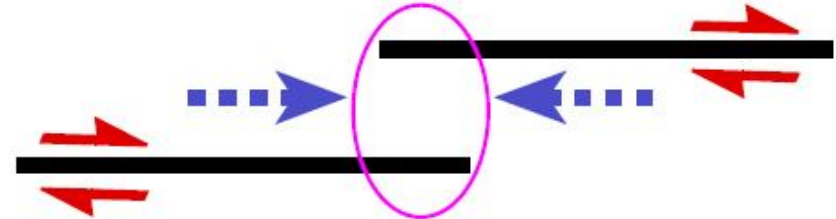
Sağa büküm



Sola büküm



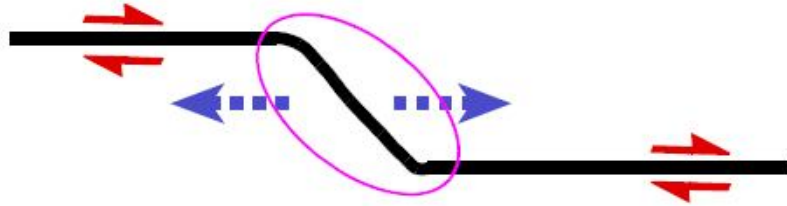
Sağa sıçrama



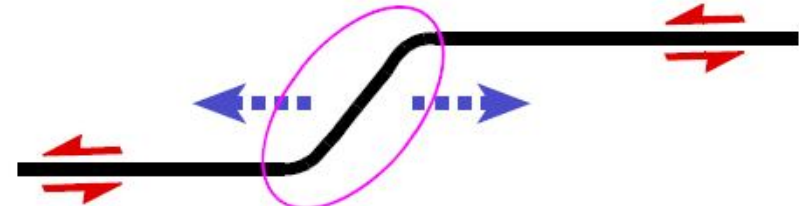
Sola Sıçrama

- sıkışmalı tektonik ortam
- reverse ve/veya bindirme fayları
- kıvrımlanma
- yükselme
- kabarma (*upbulge*)
- kabuğun kalınlaşması

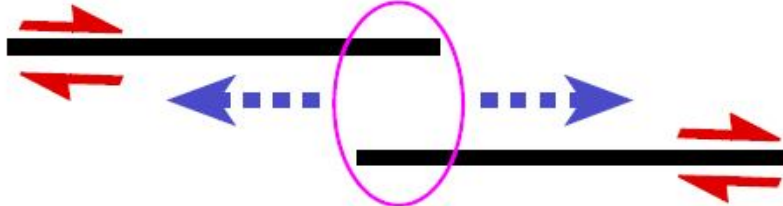
(2) Gevşeyen bölüm: kayaçlar egemen makaslama kuvvetleri tarafından çekilip-ayrılır



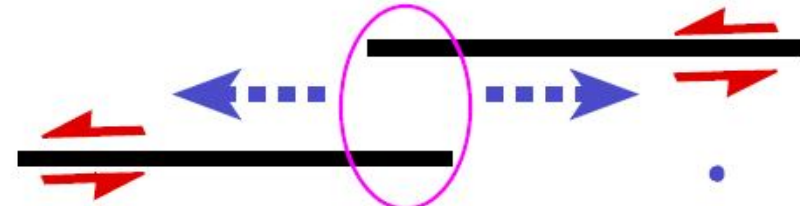
Sağa büküm



Sola büküm

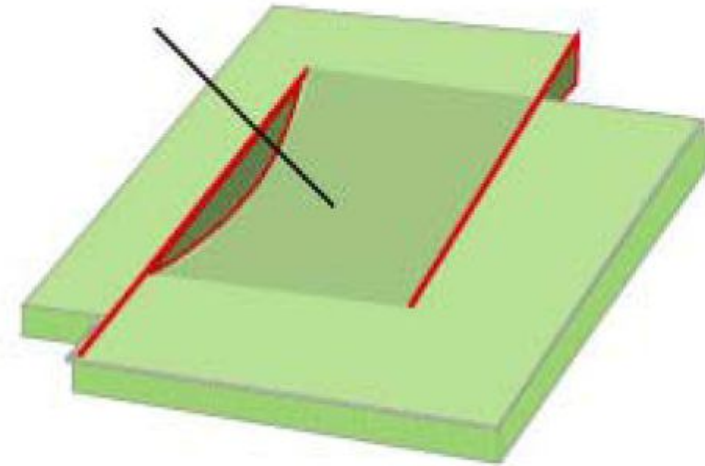
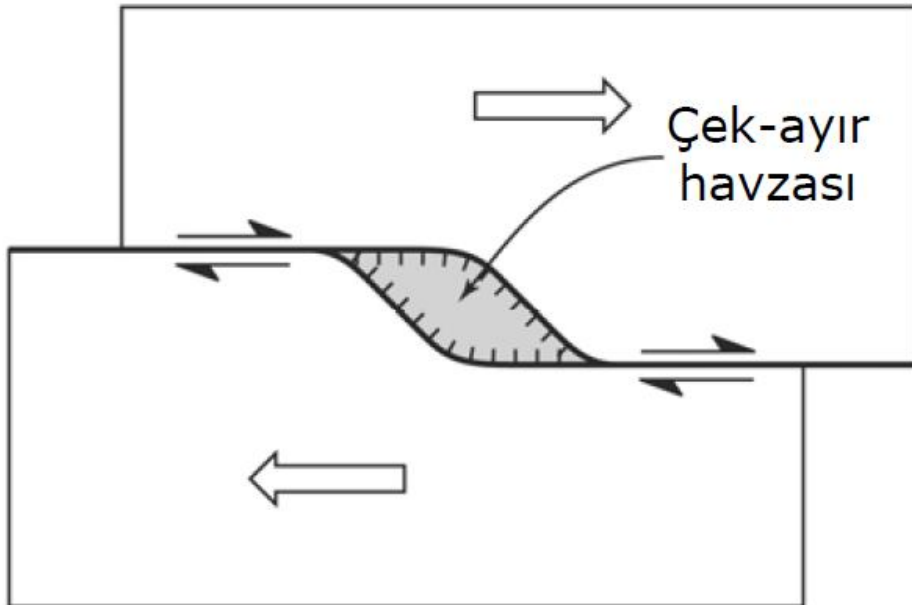
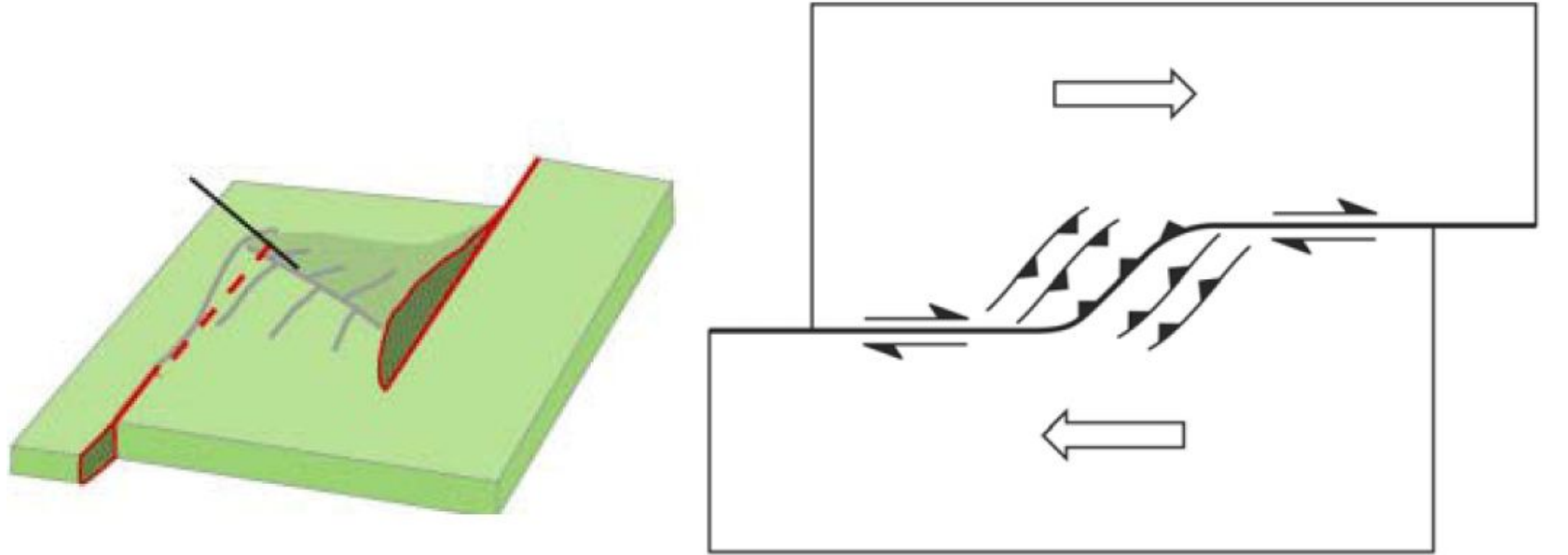


Sağa sıçrama



Sola Sıçrama

- genişlemeli tektonik ortam
- normal faylanma
- Çökme
- Volkanizma
- havza oluşumu (çek-ayır havzalar)
- kabuk incelir

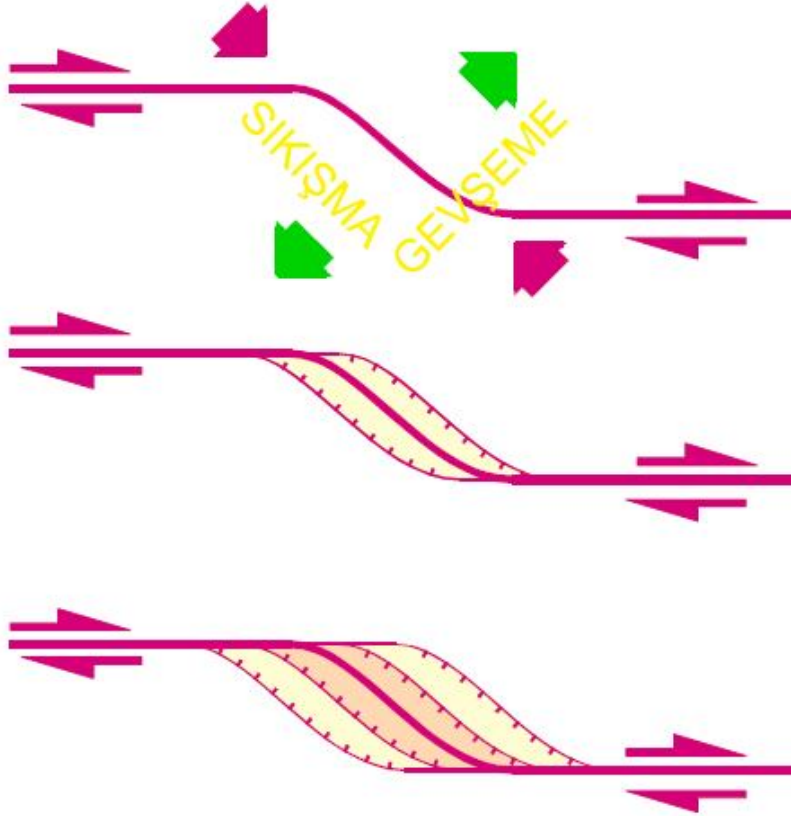


<http://www.see.leeds.ac.uk/structure/faults>

BÜKÜLMEMEYE BAĞLI GELİŞEN YAPILAR

GEVŞEYEN BÜKLÜM

SAĞ YANAL NORMAL BİLEŞENLİ

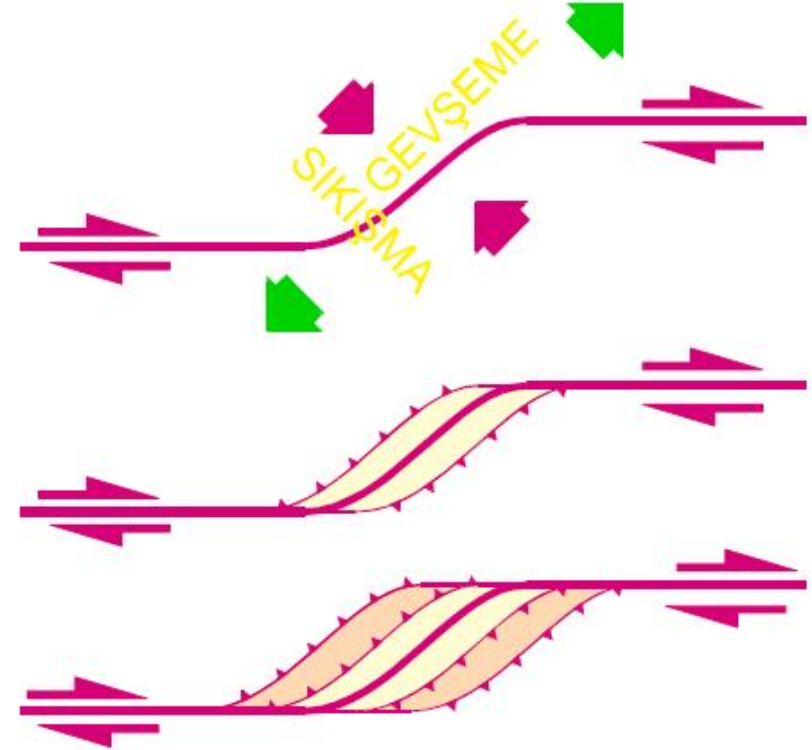


ÇEK AYIR/TRANSTANSİYON

(Çökme)

SIKIŞAN BÜKLÜM

SAĞ YANAL TERS BİLEŞENLİ

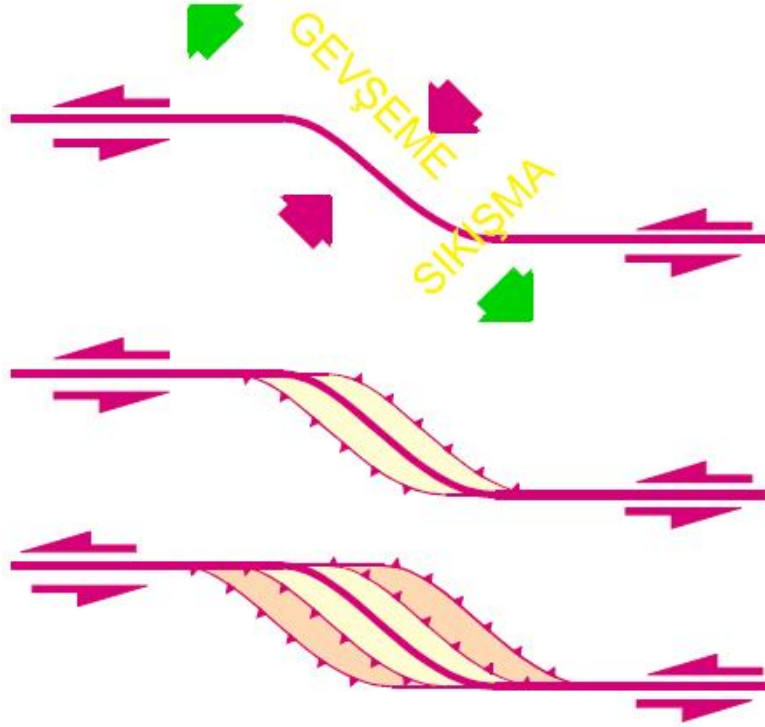


YÜKSELME/TRANSPRESYON

(Push-up)

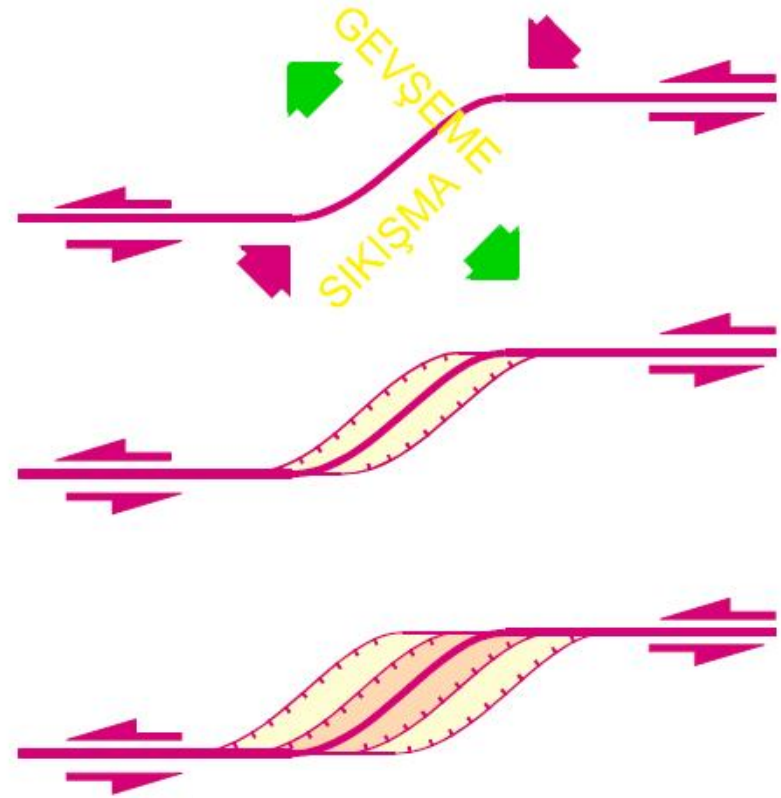
BÜKÜLMEMEYE BAĞLI GELİŞEN YAPILAR

SIKIŞAN BÜKLÜM
SOL YANAL TERS BİLEŞENLİ



YÜKSELME/TRANSPRESYON
(Push-up)

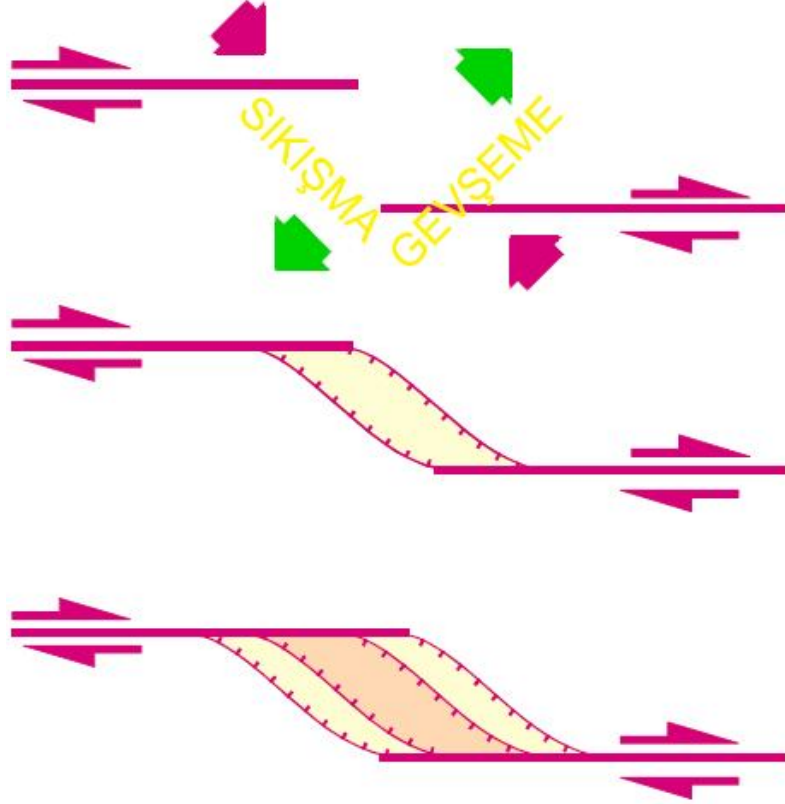
GEVŞEYEN BÜKLÜM
SOL YANAL NORMAL BİLEŞENLİ



ÇEK AYIR/TRANSTANSİYON
(Çökme)

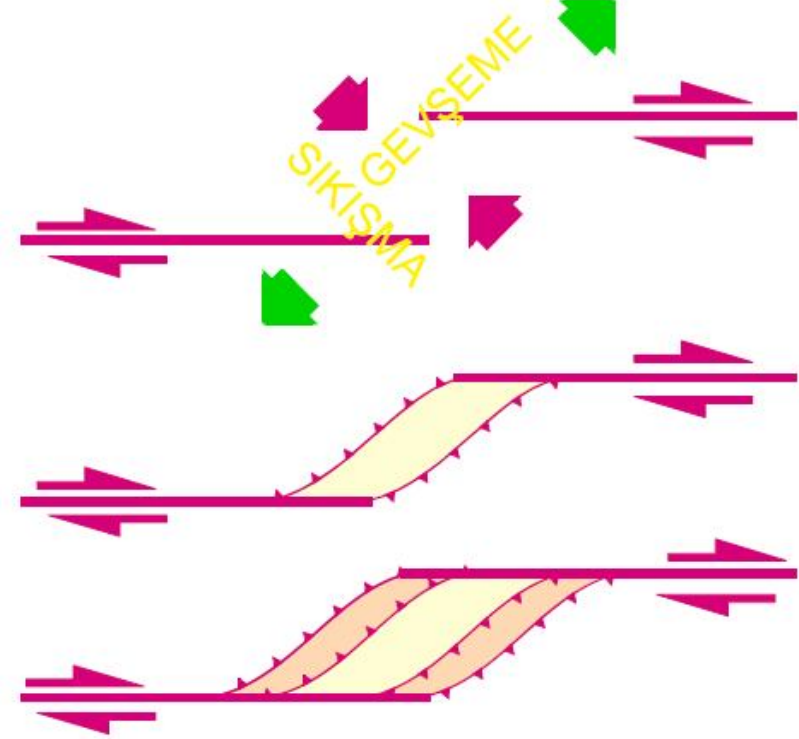
SIÇRAMAYA BAĞLI GELİŞEN YAPILAR

GEVŞEYEN SIÇRAMA
SAĞ YANAL NORMAL BİLEŞENLİ



ÇEK AYIR/TRANSTANSİYON
(Çökme)

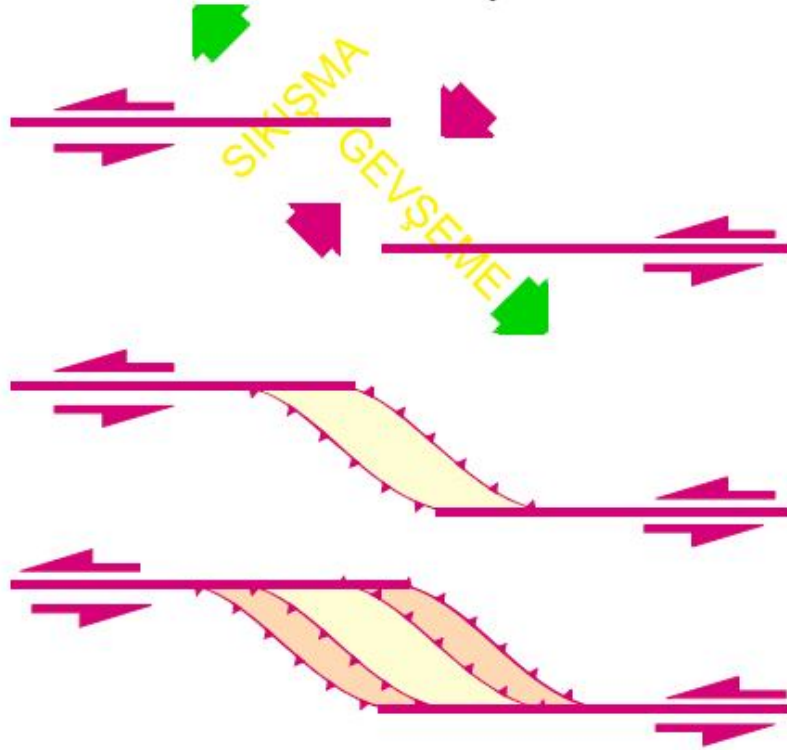
SIKIŞAN SIÇRAMA
SAĞ YANAL TERS BİLEŞENLİ



YÜKSELME/TRANSPRESYON
(Push-up)

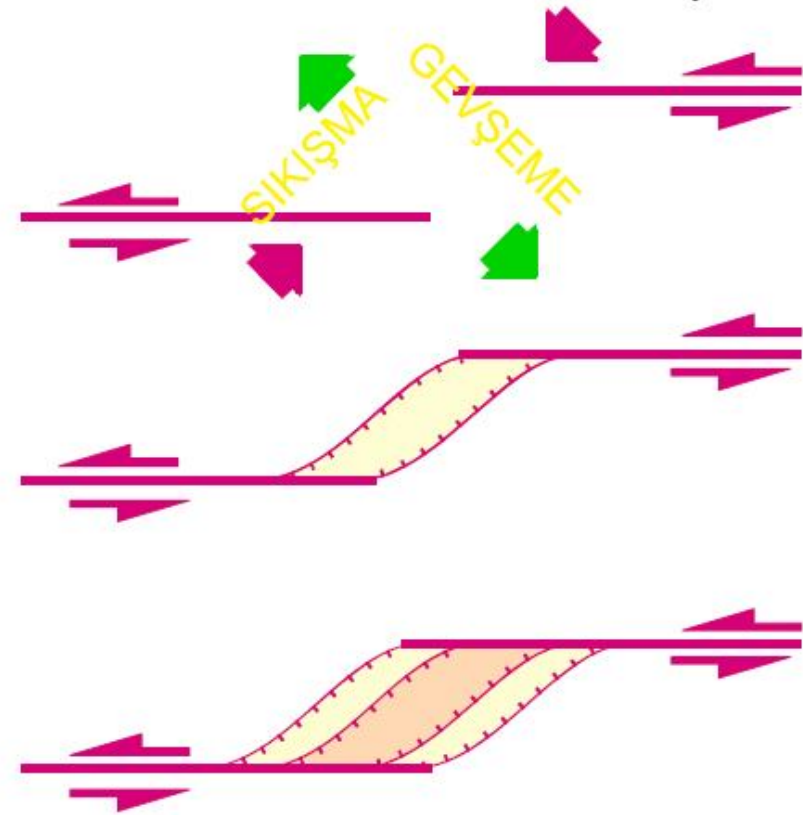
SIÇRAMAYA BAĞLI GELİŞEN YAPILAR

SIKIŞAN SIÇRAMA
SOL YANAL TERS BİLEŞENLİ



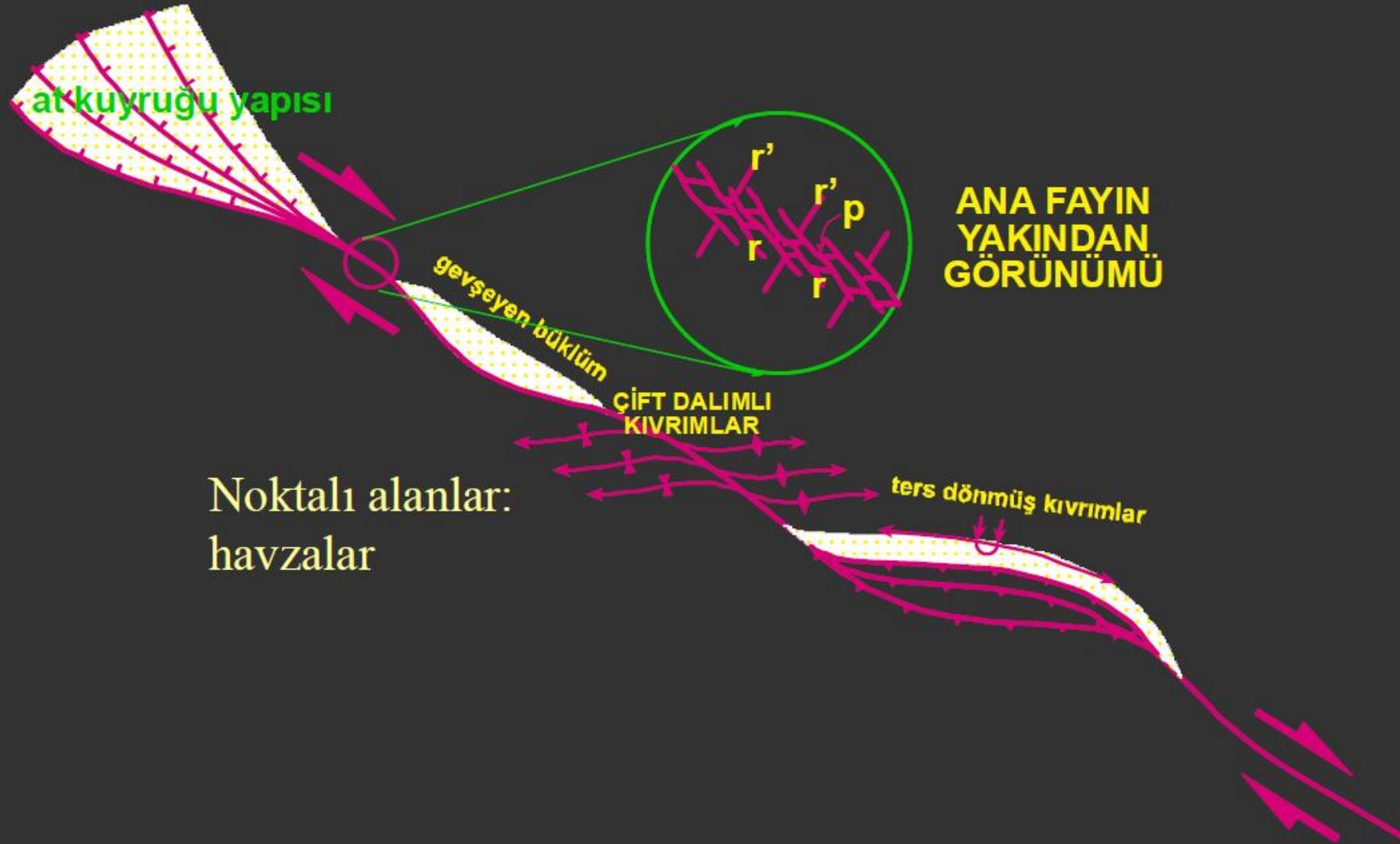
YÜKSELME/TRANSPRESYON
(Push-up)

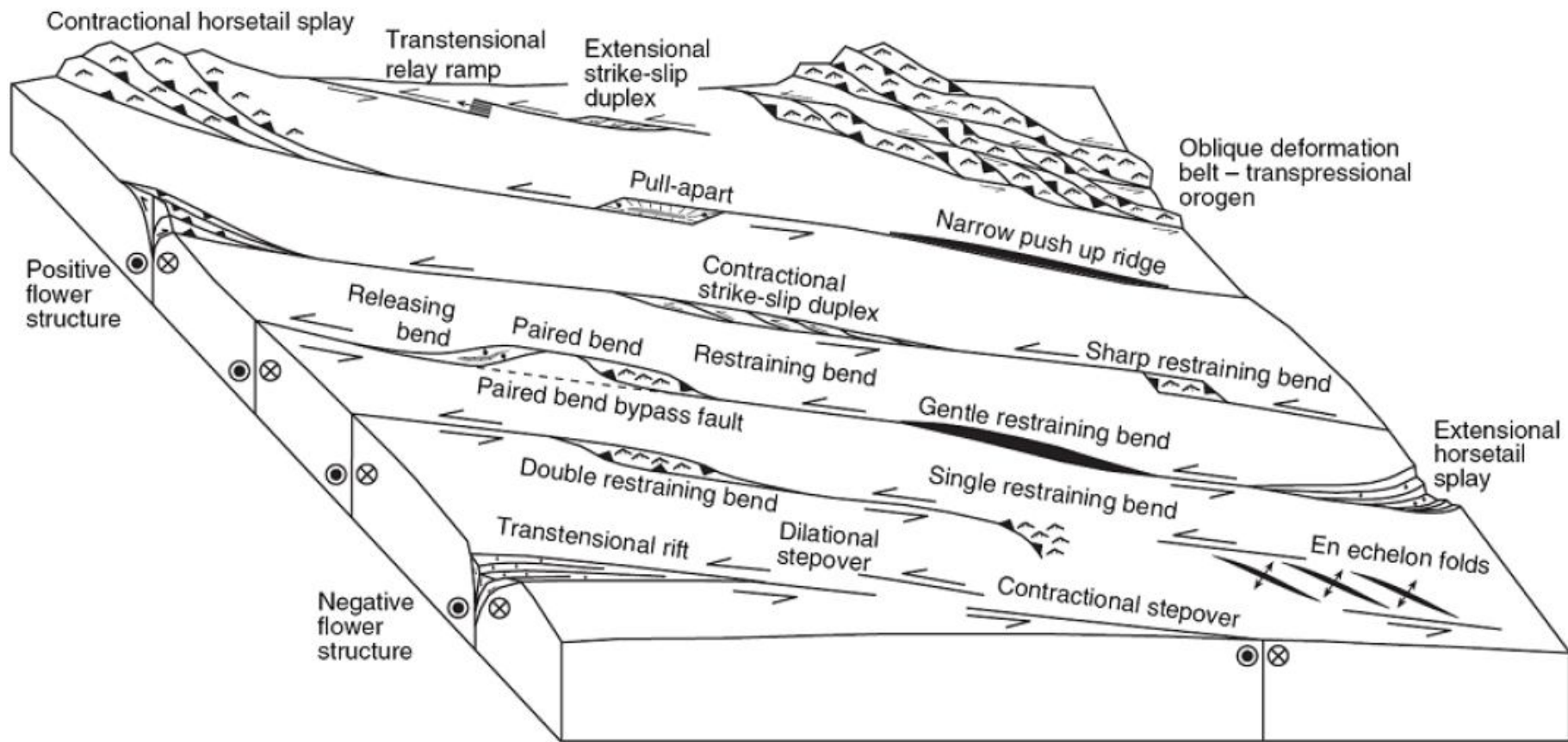
GEVŞEYEN SIÇRAMA
SOL YANAL NORMAL BİLEŞENLİ

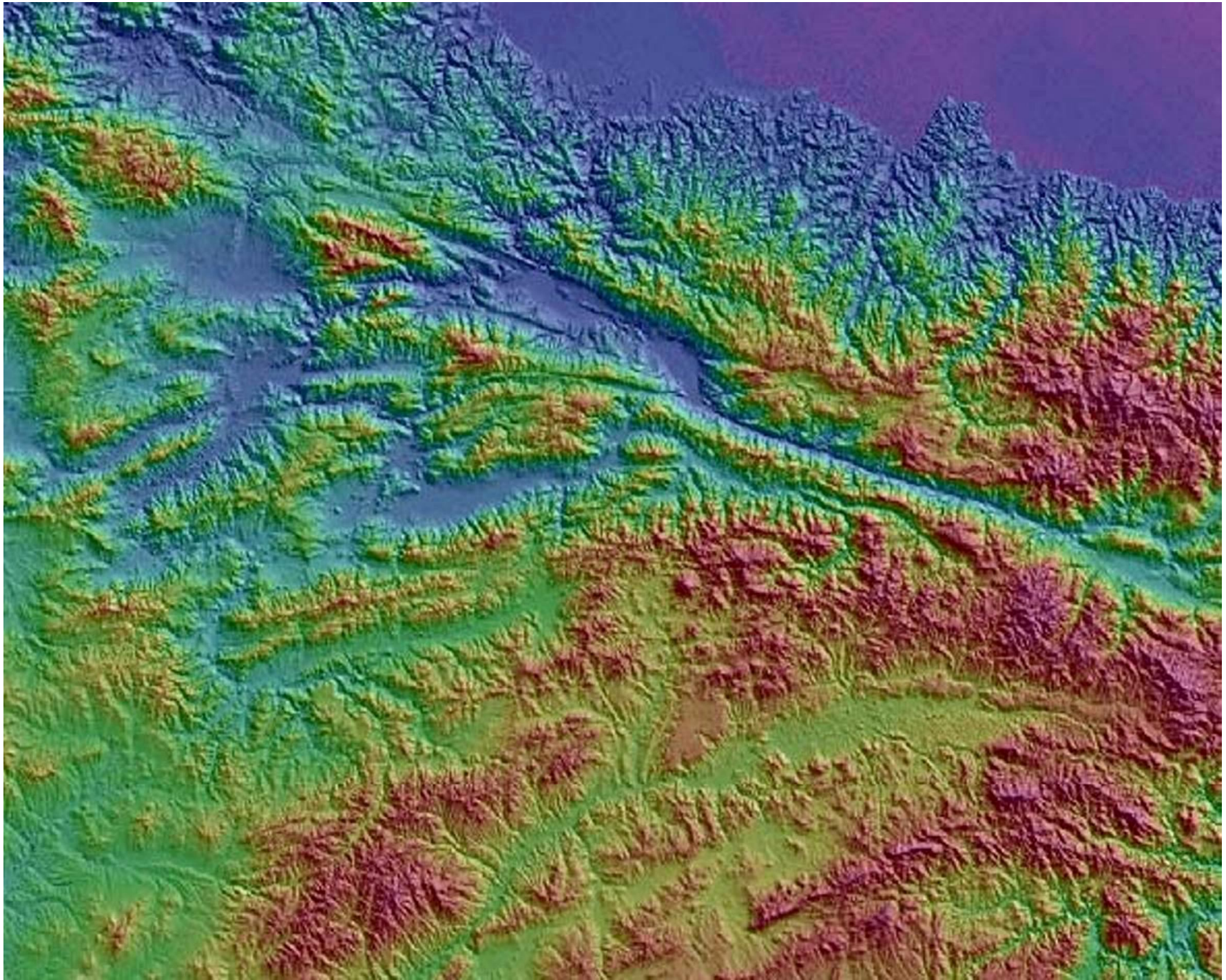


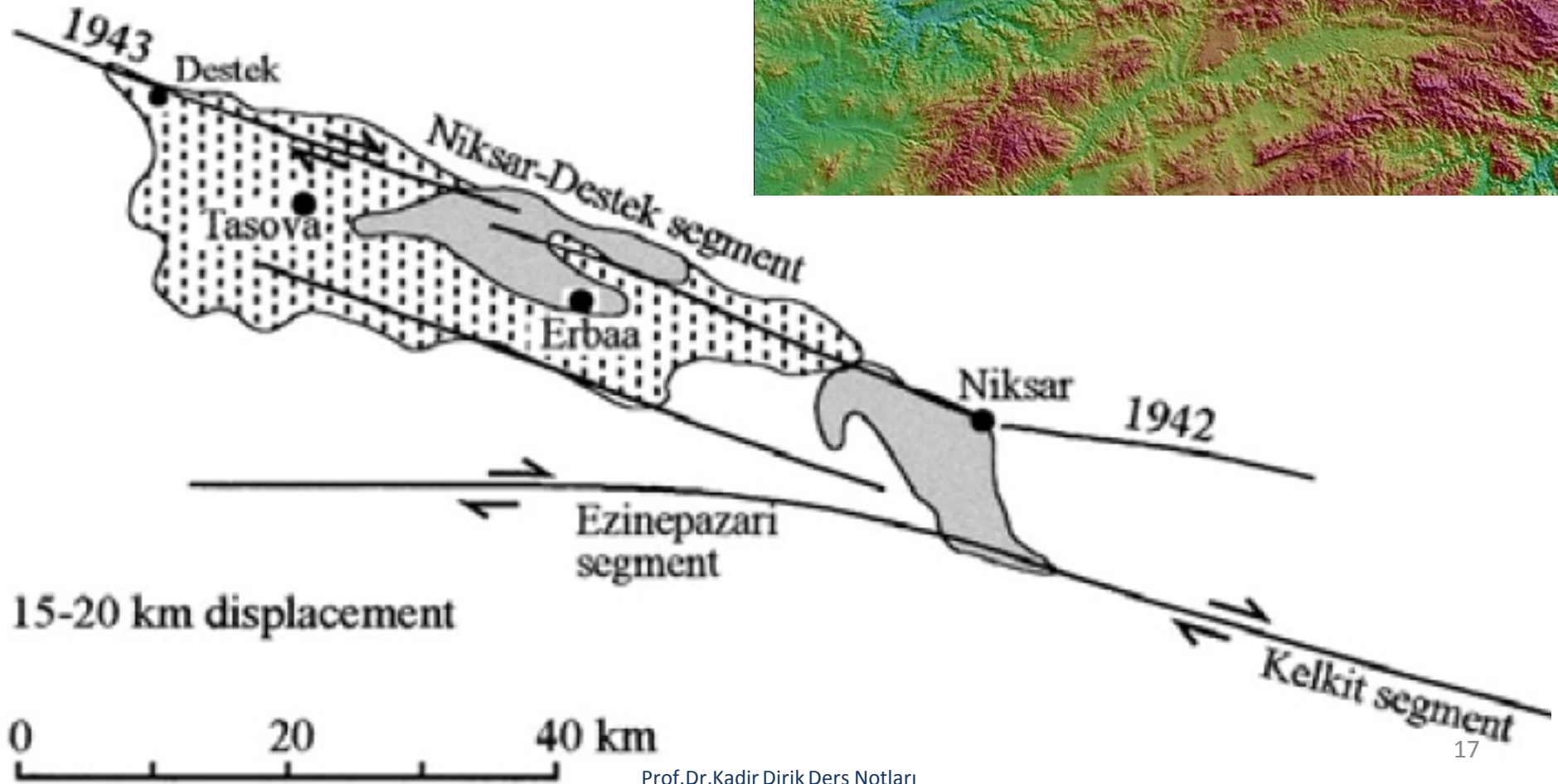
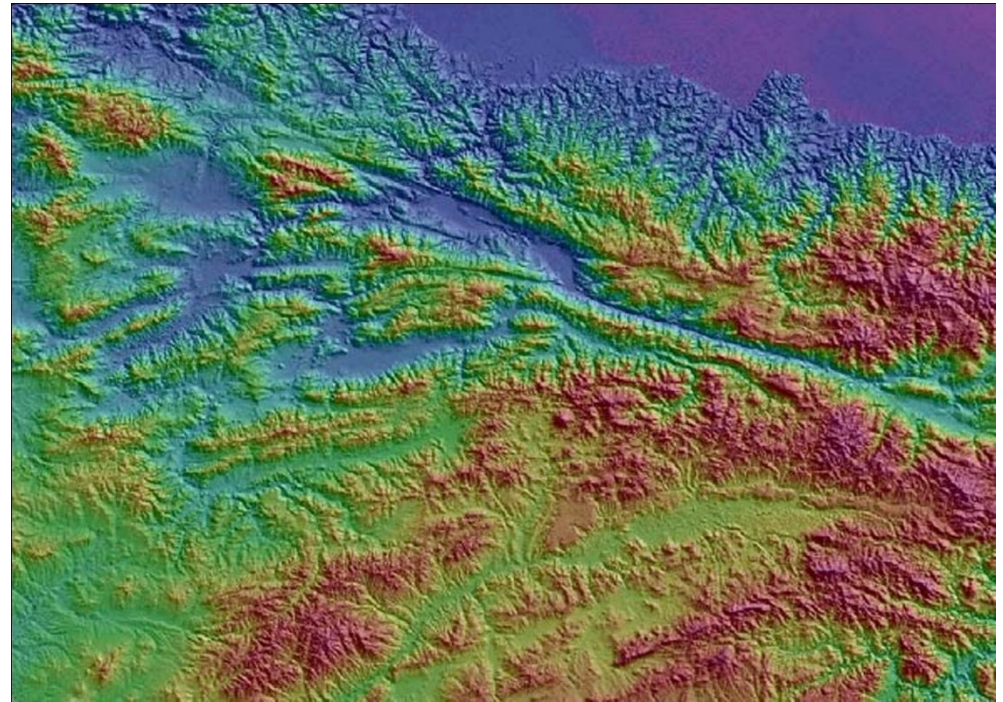
ÇEK AYIR/TRANSTANSİYON
(Çökme)

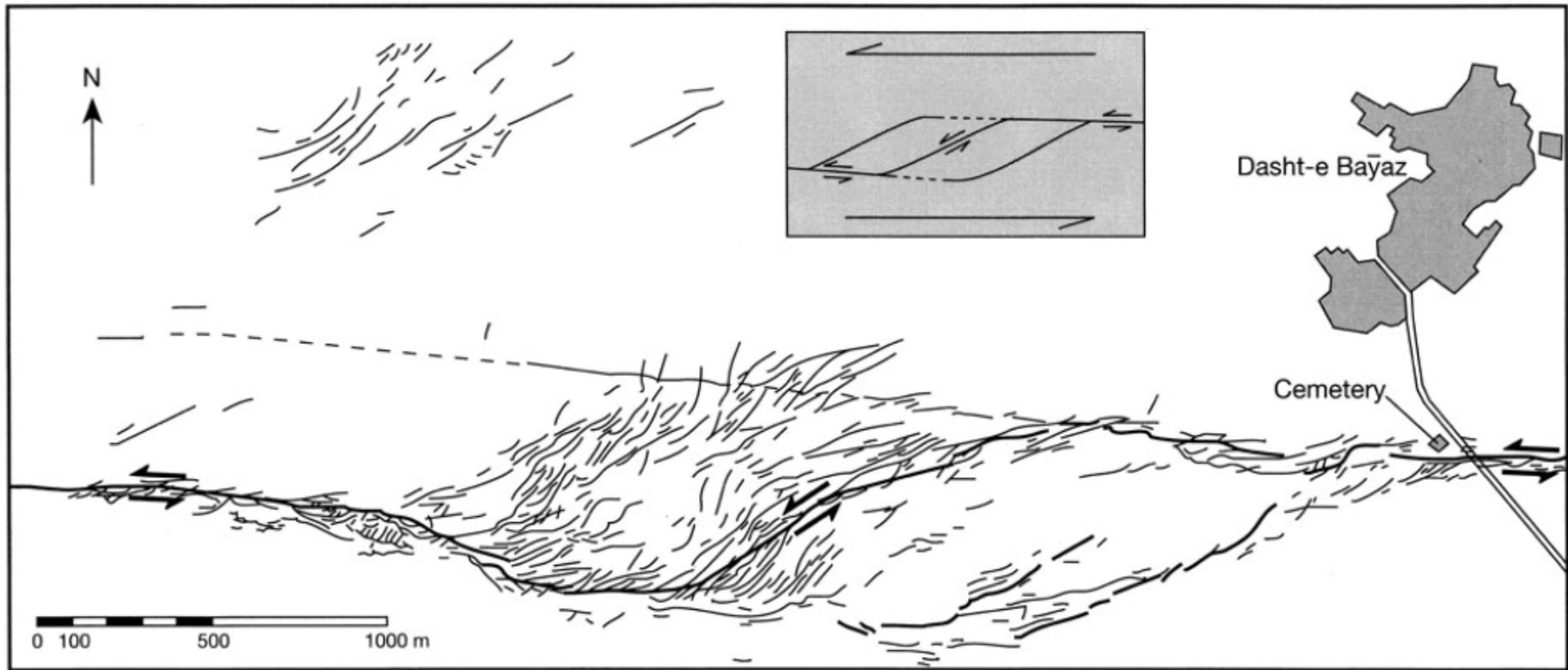
İDEAL DOĞRULTU FAY DESENİ

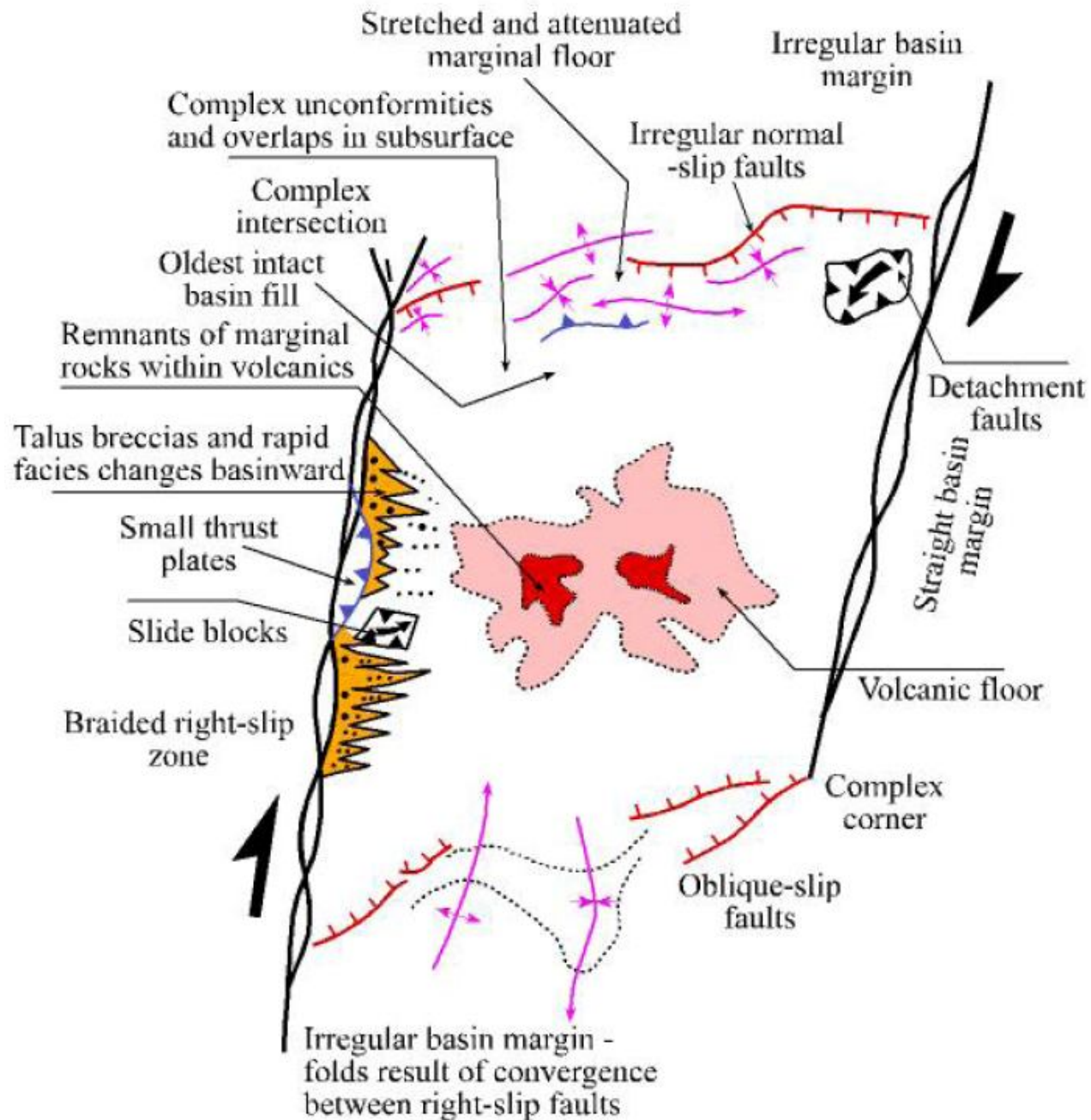


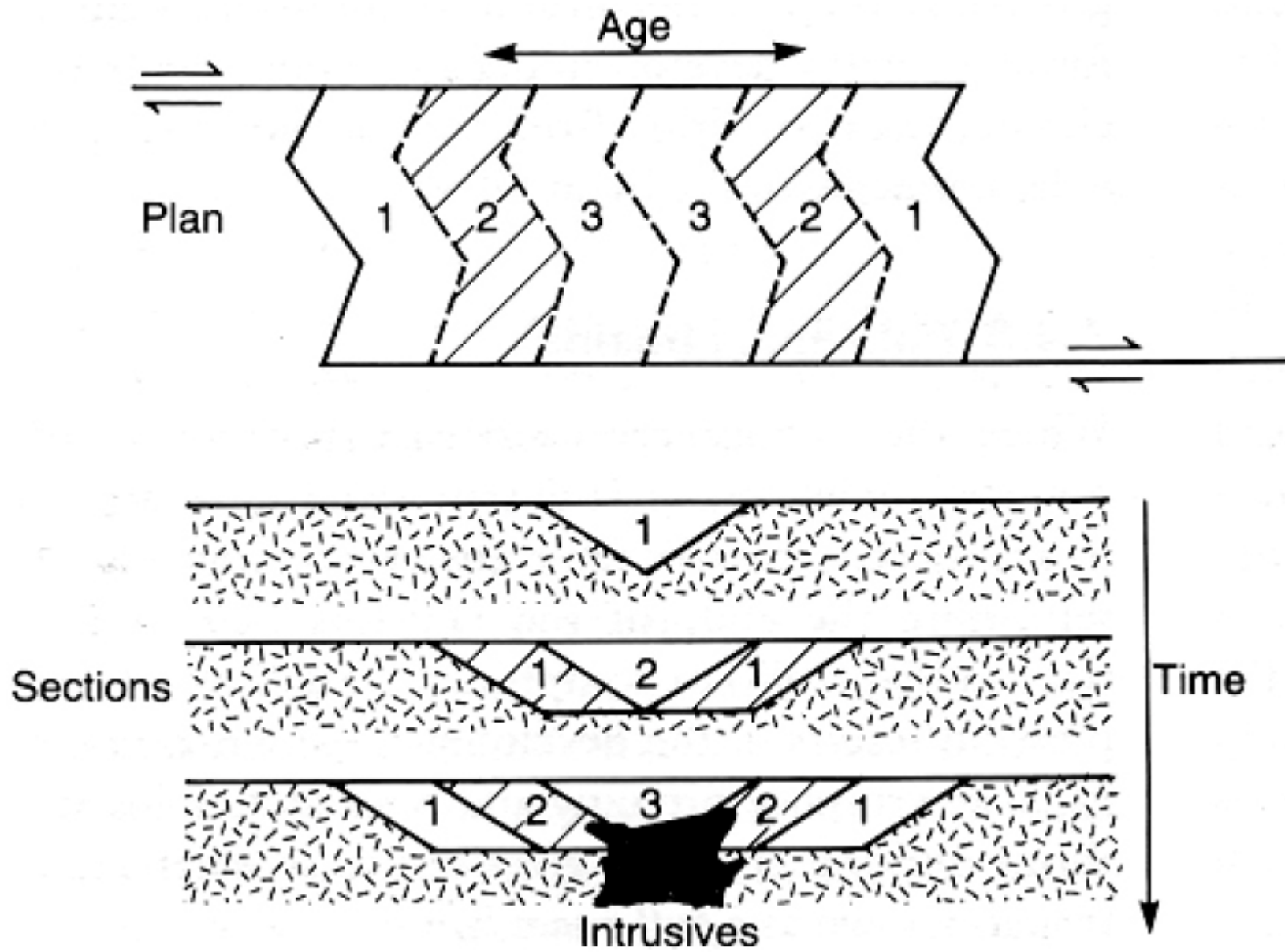


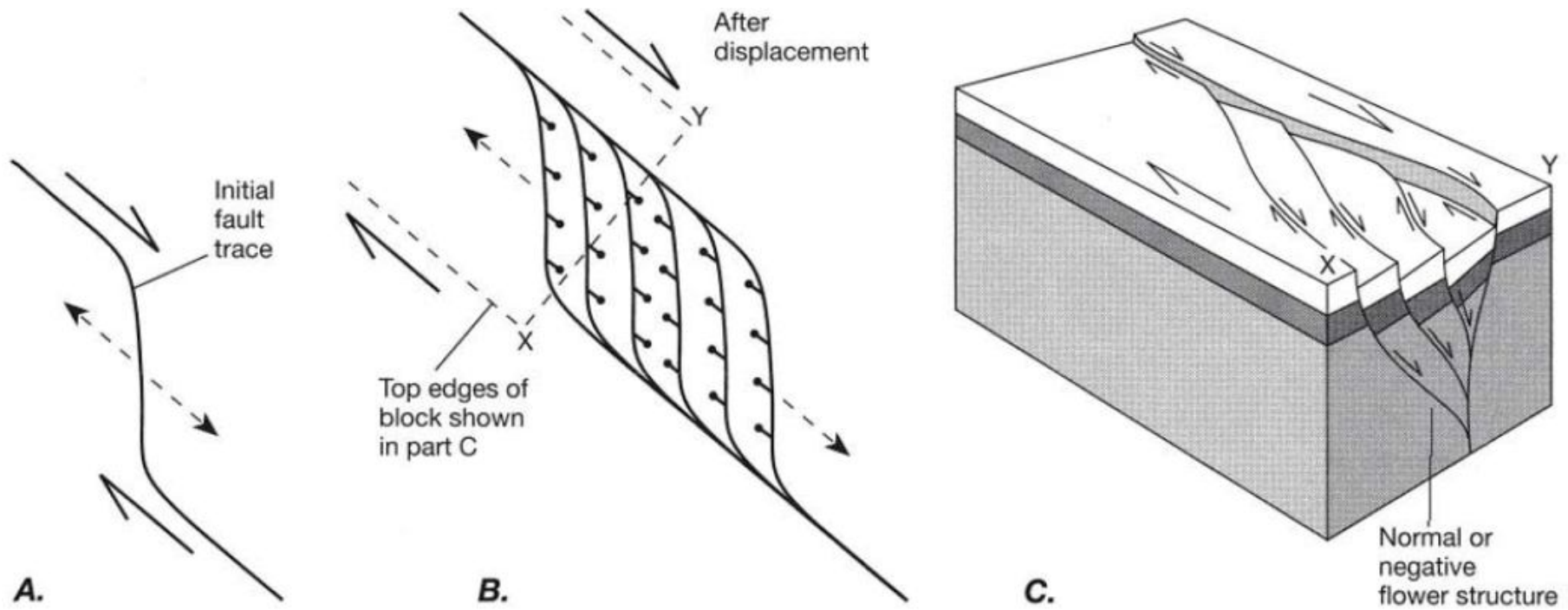








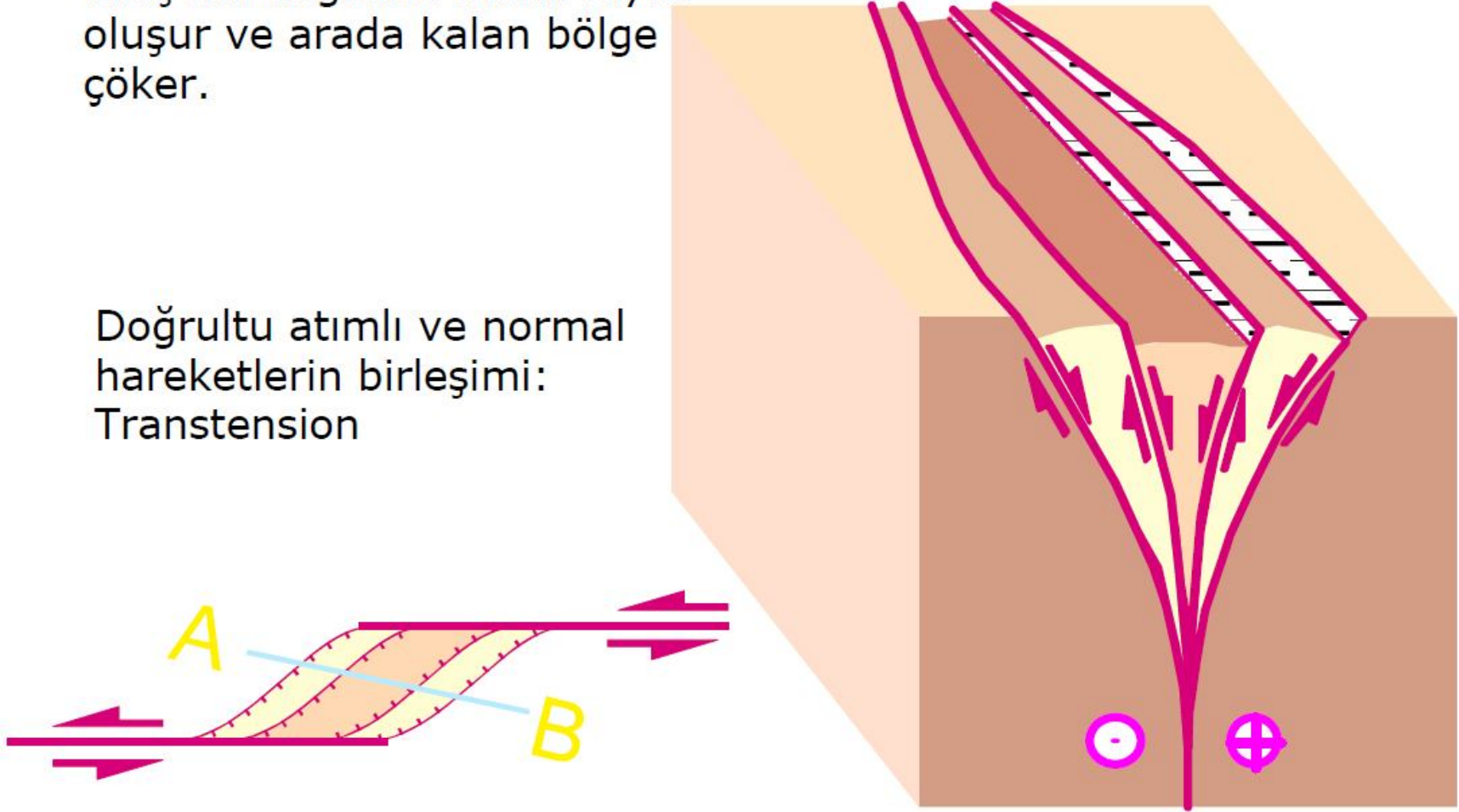


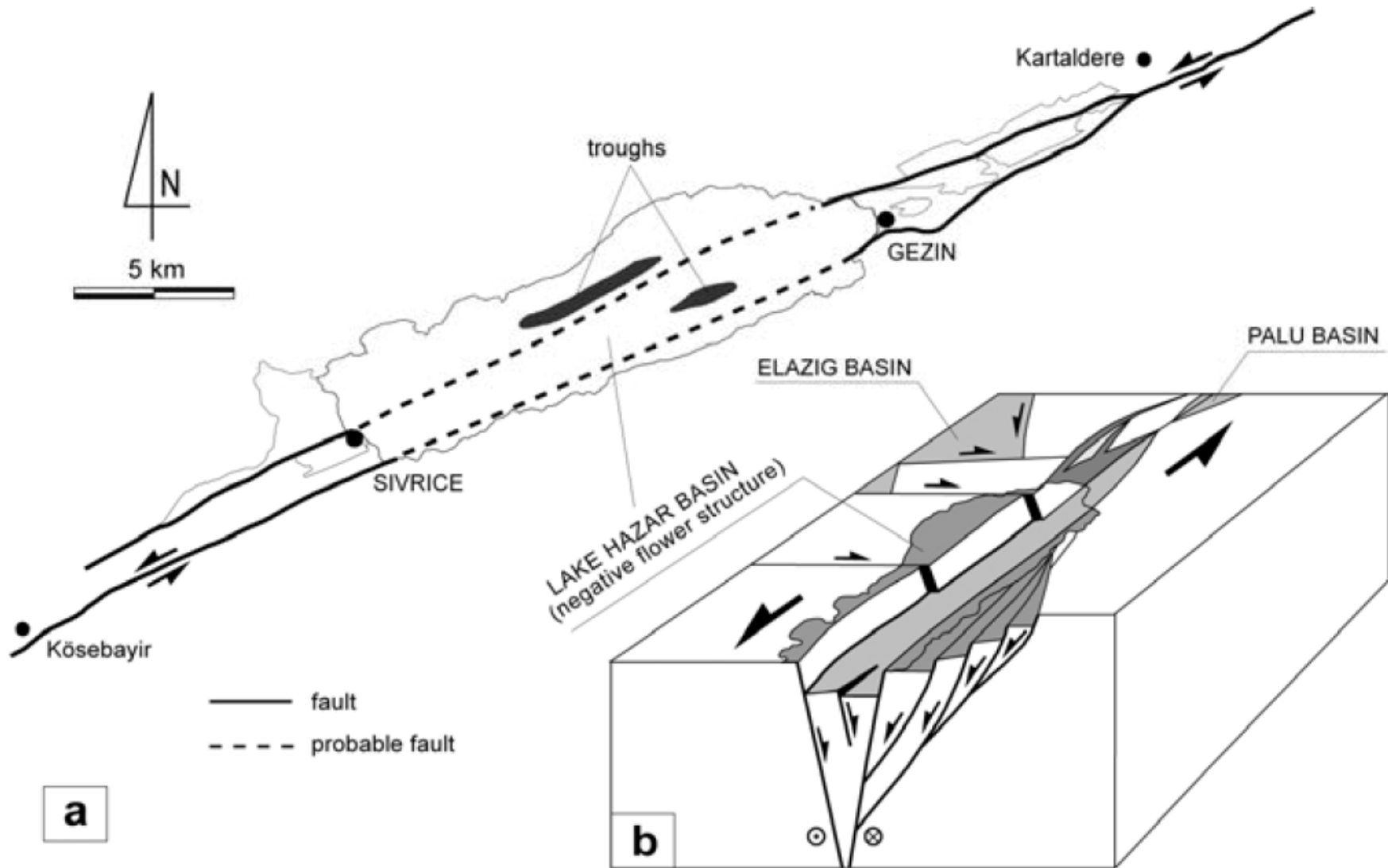


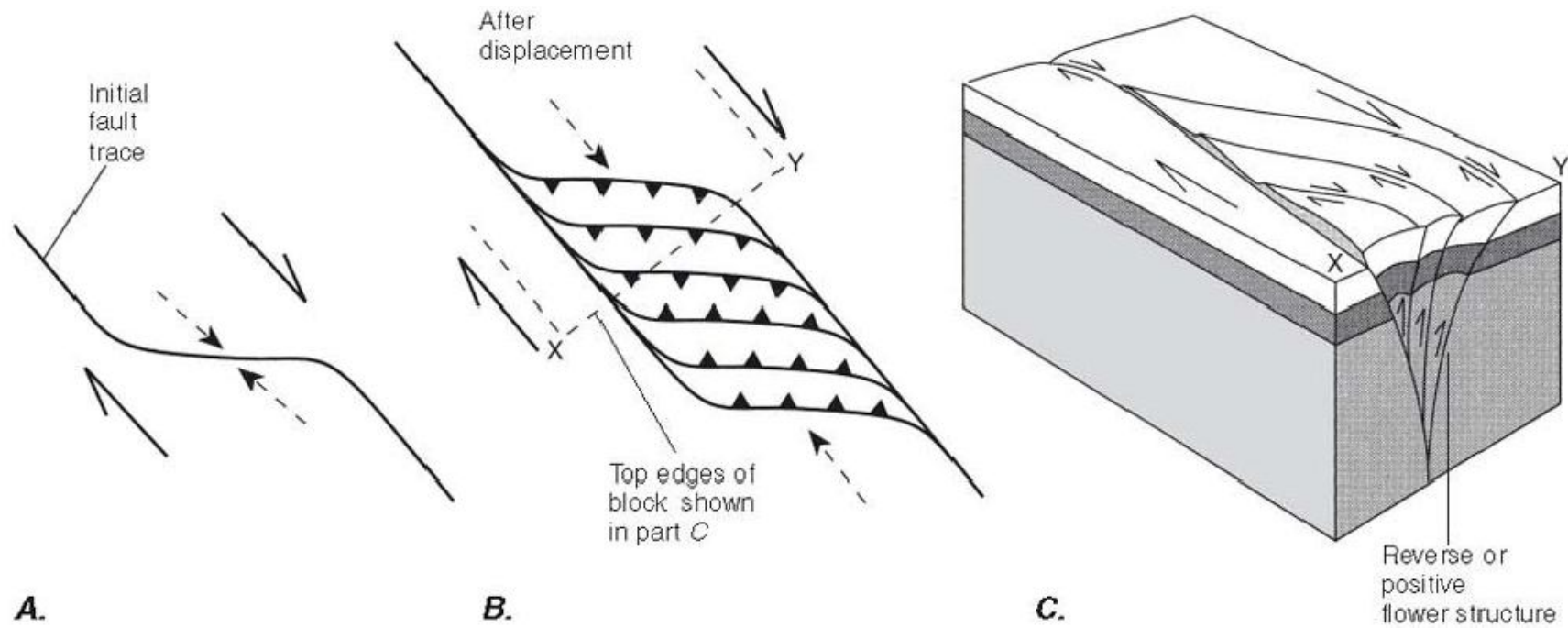
Twiss & Moores 1992

Fay düzleminin bükülmesi veya sıçraması sonucu gevşeyen bölgede normal bileşenli doğrultu atımlı faylar oluşur ve arada kalan bölge çöker.

Doğrultu atımlı ve normal hareketlerin birleşimi:
Transtension



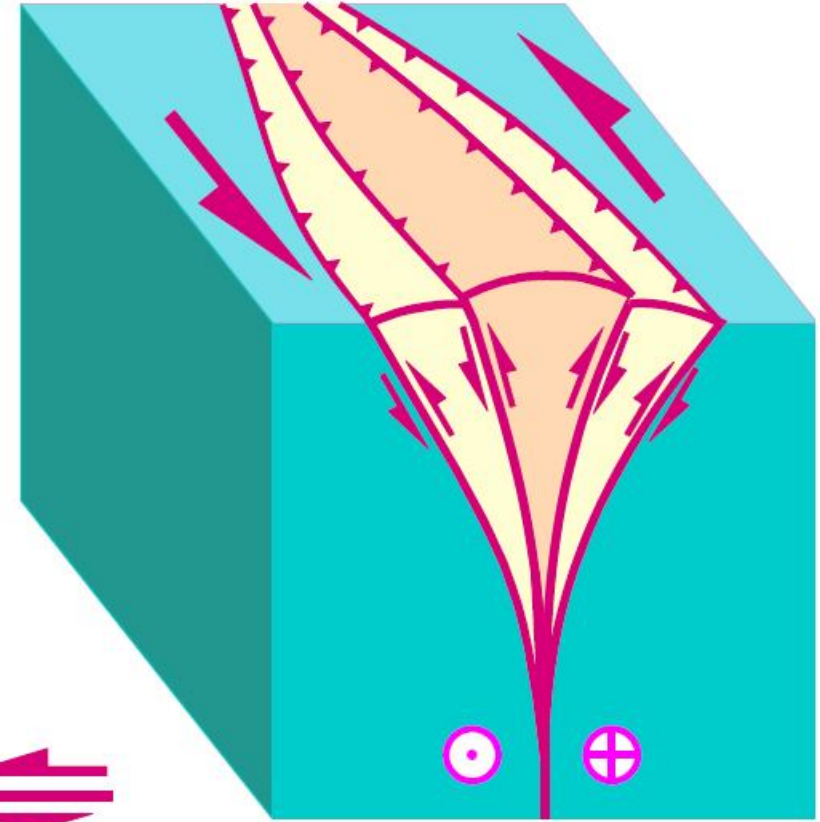
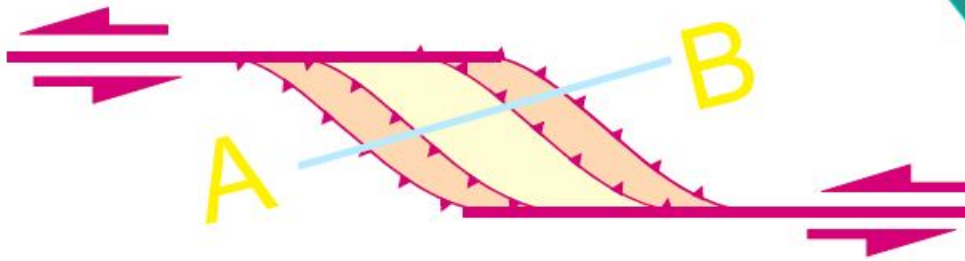


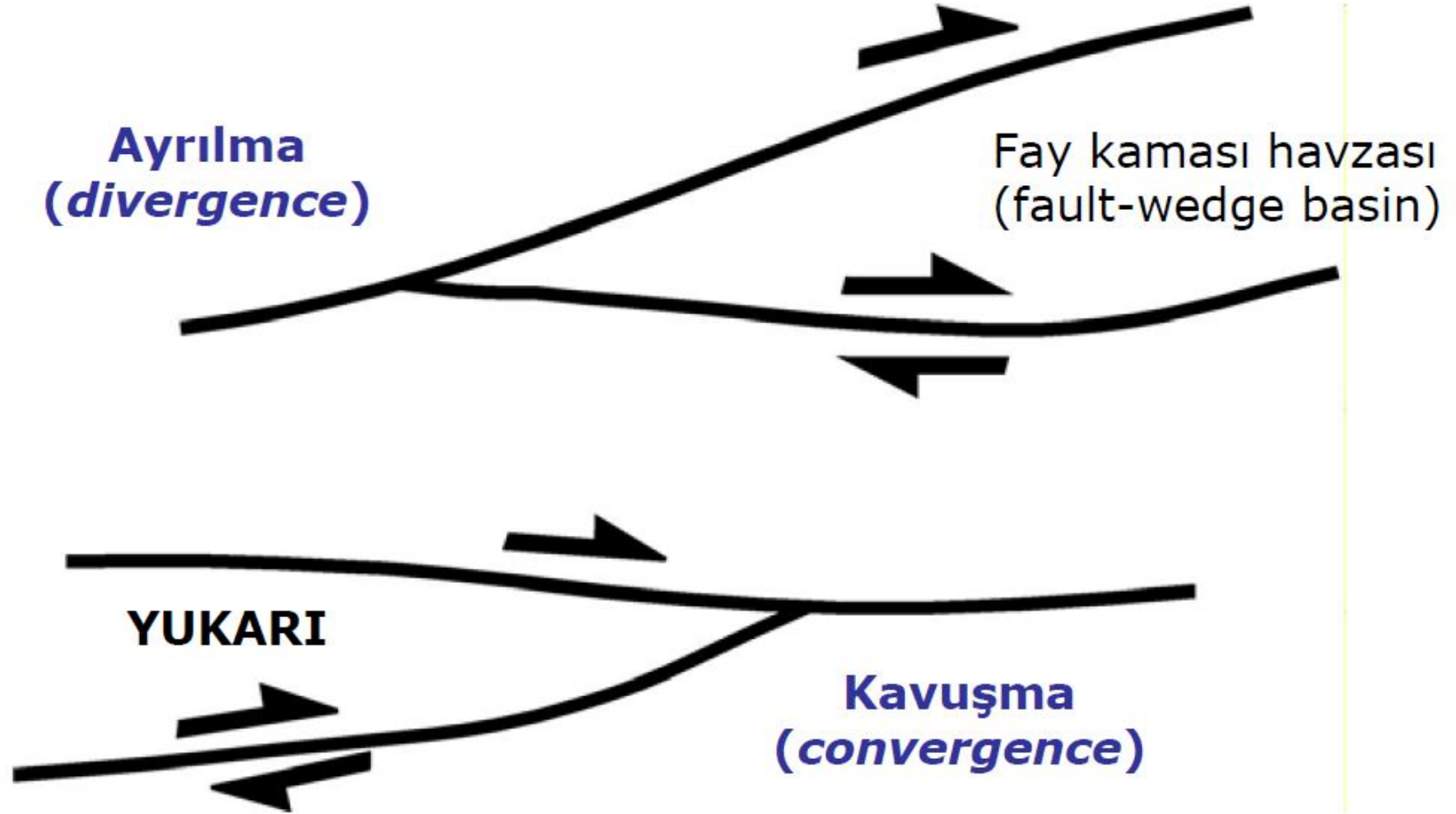


Twiss & Moores 1992

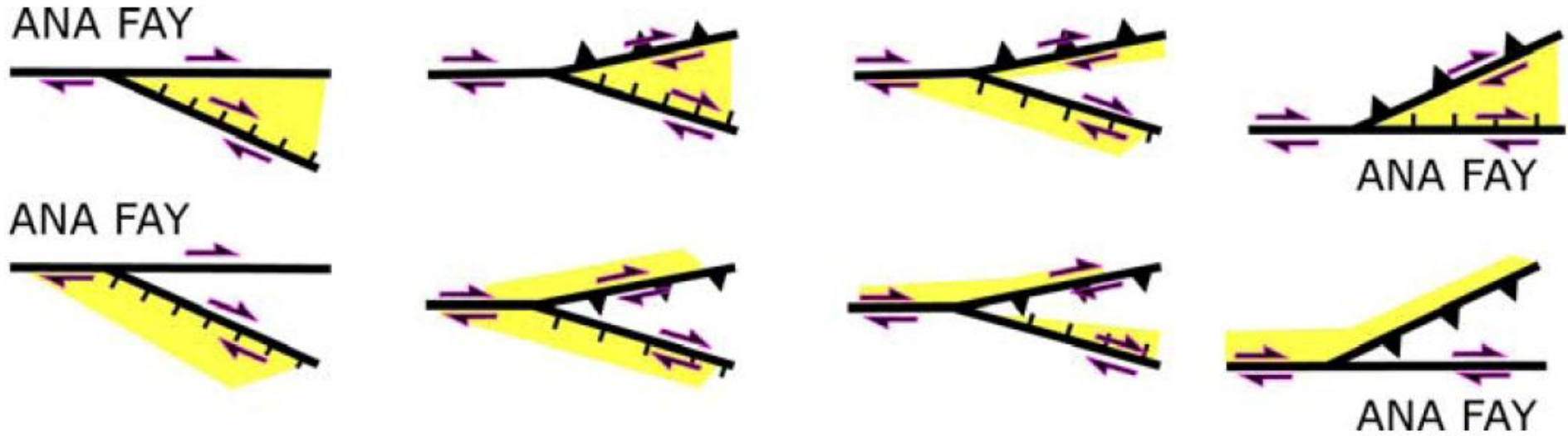
Fay düzleminin bükülmesi veya sıçraması sonucu sıkışan bölgede ters bileşenli doğrultu atımlı faylar oluşur ve arada kalan bölge yükseli.

Doğrultu atımlı ve ters fay hareketlerinin birleşimi: transpression



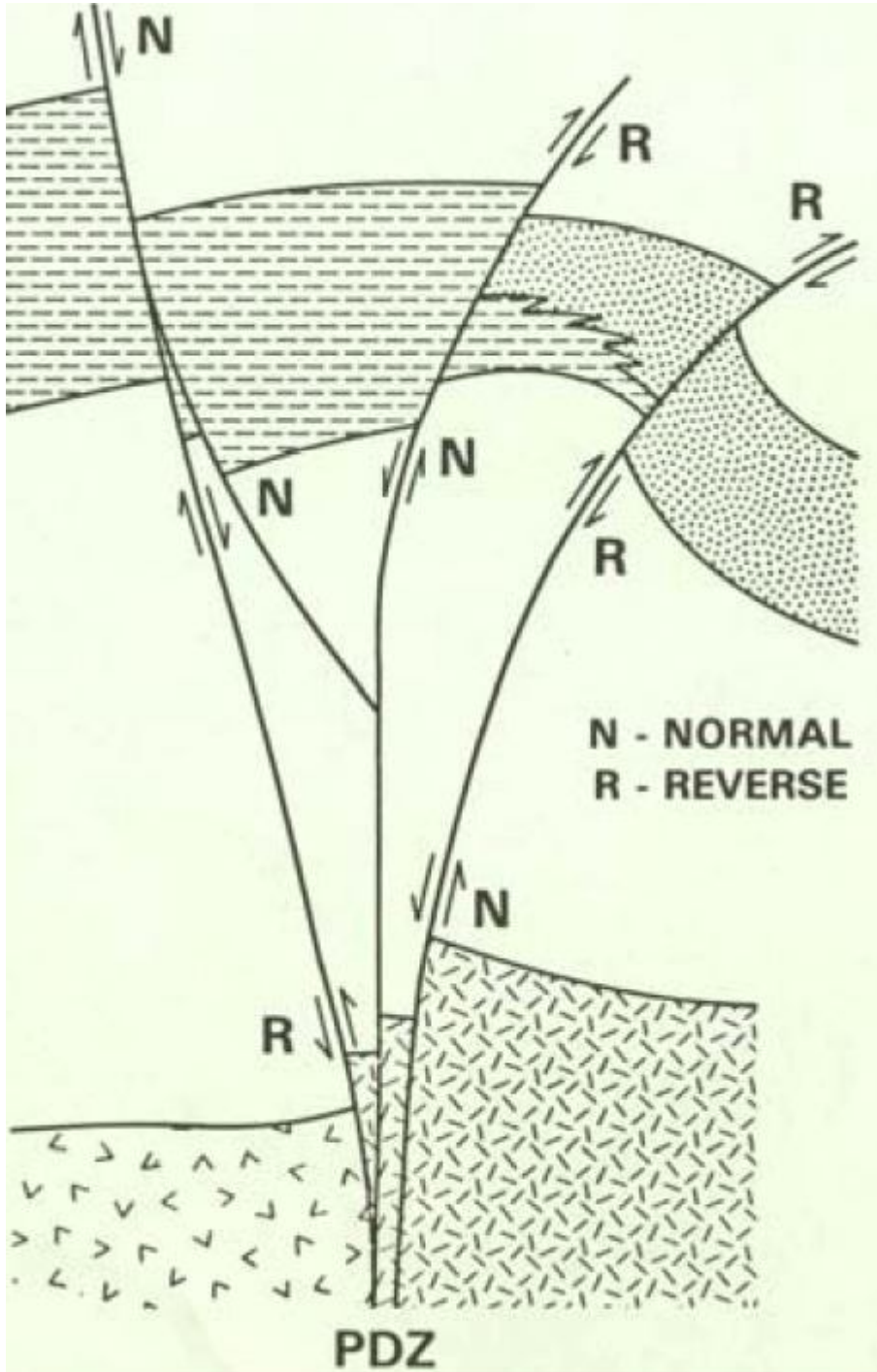


FAY KAMASI (FAULT WEDGE) HAVZALARI



Fay kamasi havzaları doğrultu atımlı fayların ayrıldığı alanlarda oluşurlar: ayrılan fayın karakteri ana fay ile yaptığı açığa göre belirlenir: gevşeyen veya sıkışan. Dolayısıyla oluşacak havzanın konumu ayrılan fay tarafından belirlenir.

Sarı alanlar: havzalar



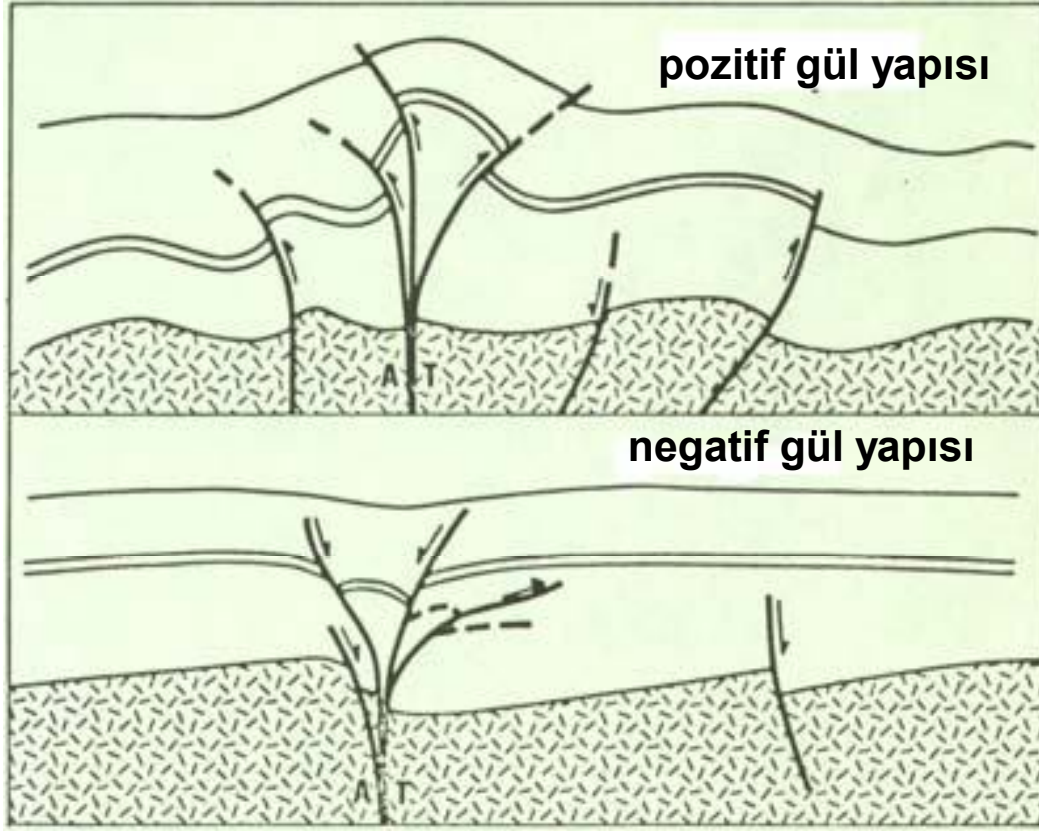
Burulma Fayları Tanıma Kriterleri

Bir Profil Üzerinde Separasyon

- Aynı profil üzerinde normal ve ters separasyonlar
- Aynı fay tarafından ötelenen farklı birimlerde değişik büyüklük ve yönde separasyon

Ardışık Profillerde

- Bir fay üzerinde uyumsuz eğim yönleri
- Bir fay üzerinde aynı düzey için farklı büyüklük ve yönde ötelenme
- Fayları ayrı ayrı bölümlerinin normal ve ters separasyon göstermesi



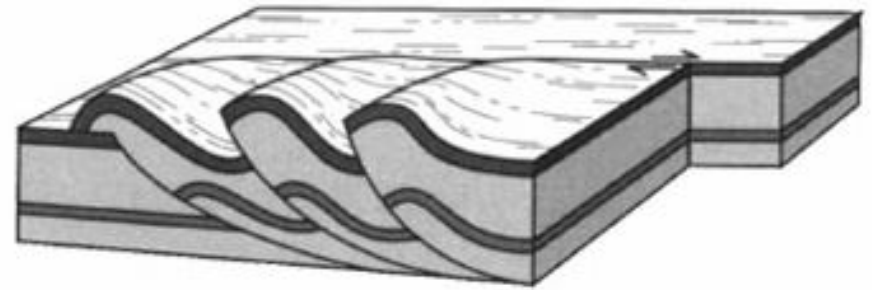
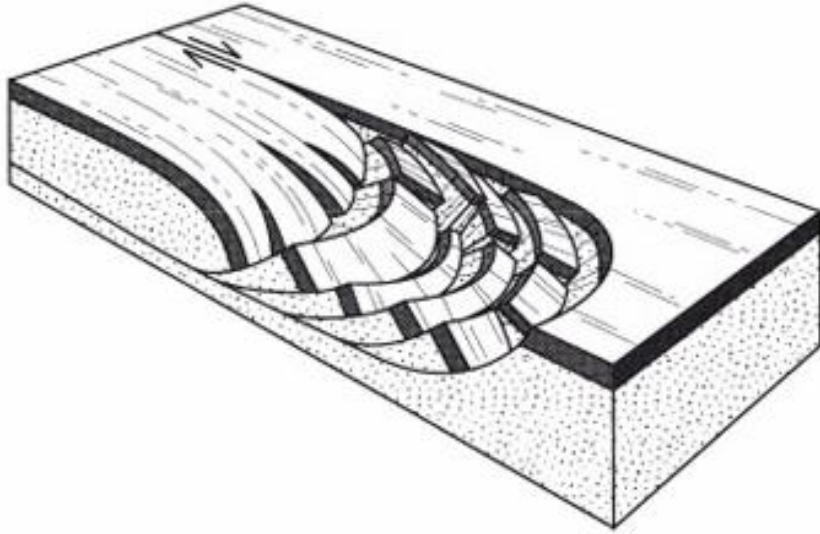
İlerleyen Deformasyon

- Fay temelde oluşur ve yukarı doğru ilerler: sığ kesimlerde saçaklanması buradaki örtü kayaların reolojisi ile ilişkili
- En echelon kıvrımlar ve faylar örtü birimlerinde gelişir
- Deformasyonun erken evrelerinde oluşan yapılar ilerleyen aşamalarda rotasyona uğrar

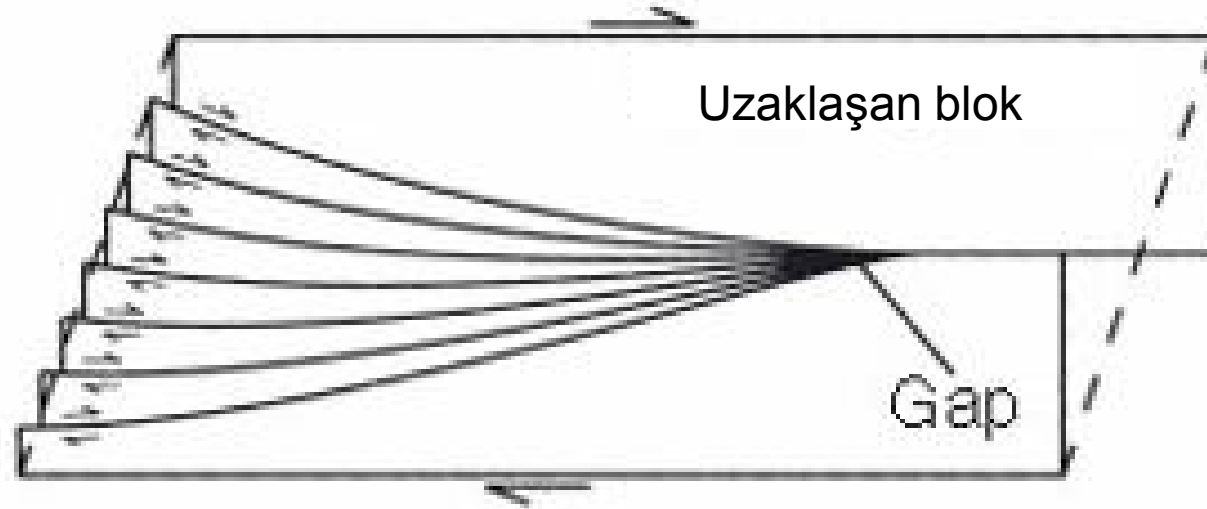
- Ana fay zaman içinde yüzeye doğru ilerler ve ilk aşamalarda örtü birimlerini etkileyen yapıları keser ve öterler
- Deformasyon zonu zamanla yüzeye doğru genişler

DOĞRULTU-ATIMLI FAYLARIN SONLANMASI

Doğrultu atımlı faylar ya bir genişlemeli ya da bir sıkışmalı (kısalmalı) deformasyon zonlarında sonlanır:



- Kimi durumlarda fay 'splay' faylar şeklinde dallanıp-saçaklanarak 'at kuyruğu yapısı' oluşturur; faylar çoğunlukla uzaklaşan bloğun içine doğru kavislenirler.
- Herbir fay boyunca gerçekleşen atım çok küçüktür; fakat atımların toplamı anay fay boyunca gerçekleşen ötelenmeye eşittir.
- Splay faylar dolayısıyla deformasyonu daha geniş alanlara yayar;
- At kuyruğu geometrisi düşük açılı listrik normal veya bindirme fayları boyunca gelişen imbrike fan yapıları ile karşılaştırılabilir.



Transform faylar büyük levha sınırlarında sonlanırlar: Fay boyunca gelişen göreceli kayma ya okyanus ortası sırtlarında oluşan kabuk ya da kabuğun dalma-batma zonundaki tahribatı ile dengelenir.

