

YTÜ İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Mühendislik Jeolojisi

Levha Tektoniği Kuramı Genel Prensipleri



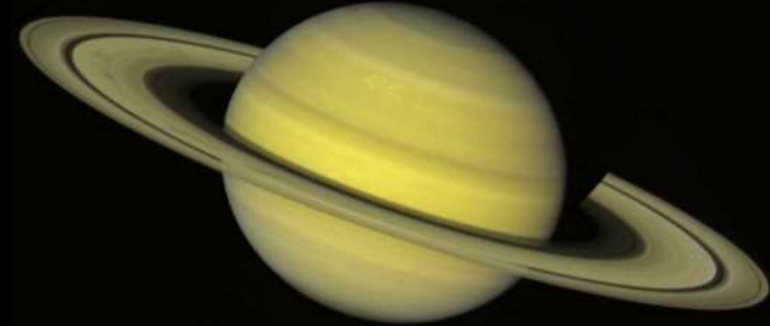
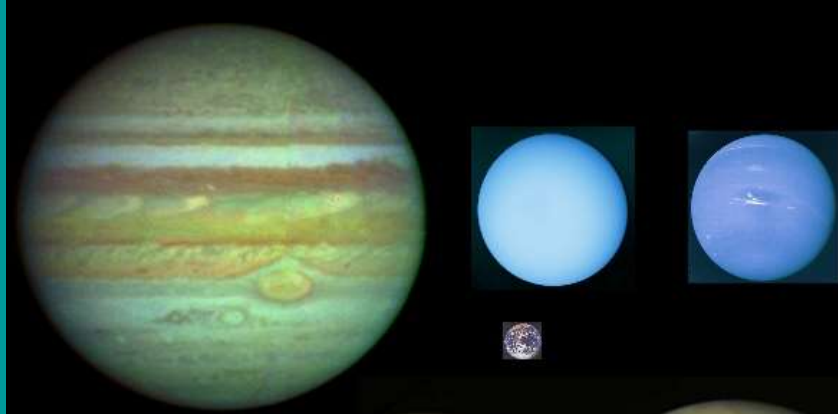
Konunun İpuçları

- **Dünyanın oluşumu**
- **Levha Tektoniği Kuramı nedir?**
- **Levha nedir?**
- **Kaç türlü levha vardır?**
- **Levhalar (kıtalar) nasıl hareket eder?**
- **Levhaları hareket ettiren kuvvetler**
- **Okyanuslar ve kıtalar nasıl oluşur?**
- **Magma ve depremler nerelerde olur?**

İki tip gezegen vardır

Dünya benzeri (terrestrial):

*küçük
kayalık,
demir den yapılı iç kısım*



Jüpiter'e benzer Jovian:

*büyük
H, He, buzullara kaplı dış
kısım*

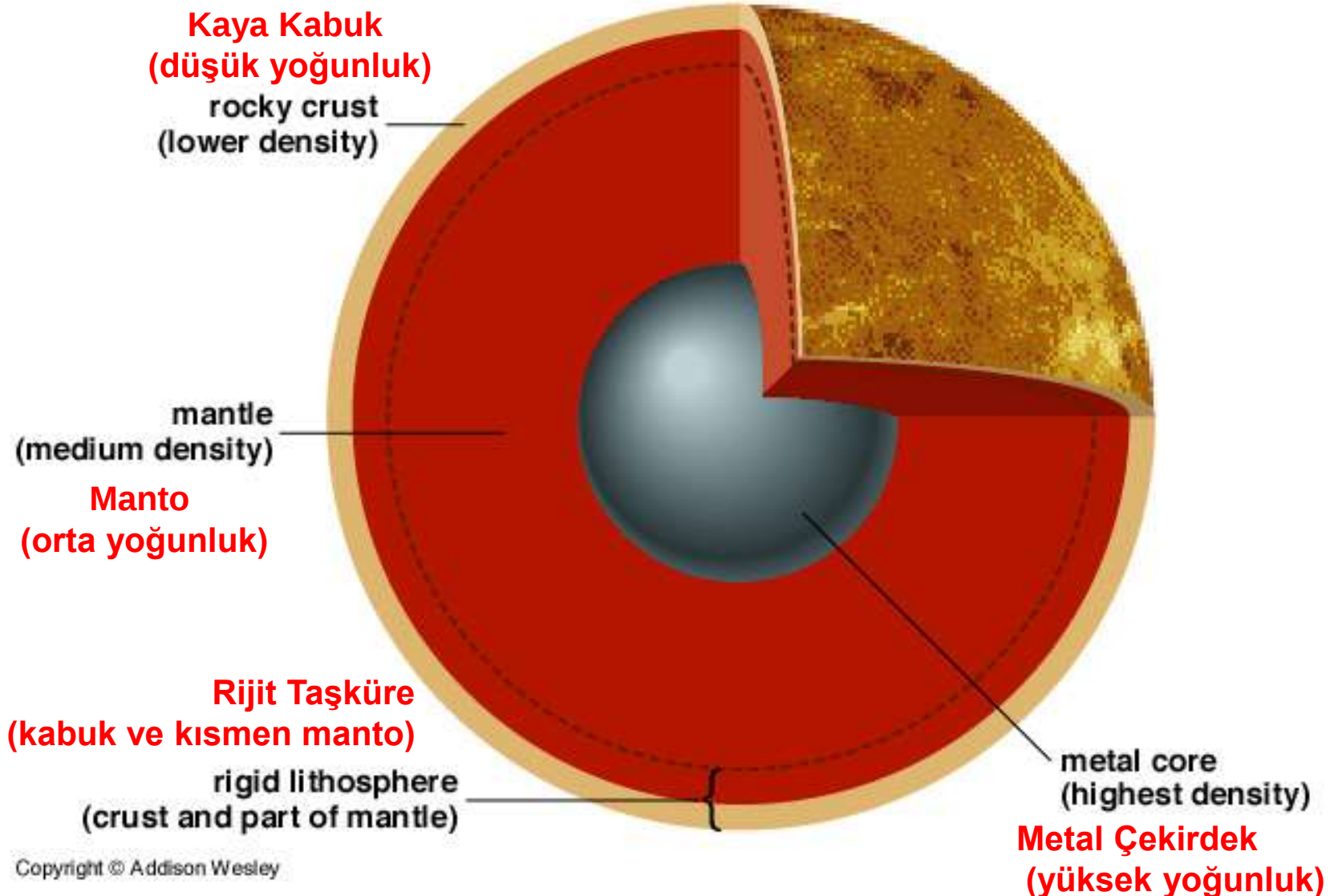
Gezegeler bombardıman ve farklılaşmayla oluşur

- Gezegeler bombardıman altında oluşurken ısınır ve ergimeye başlar
- Ergiyen demir ve diğer ağır elementler yerin merkezine doğru batar
- Çöken demir, potansiyel çekim etkisiyle enerjisini kinetik enerjiye dönüştürür ve ısı oluşmasına neden olur

Dünya benzeri gezegenlerin içi

- Oluştuktan sonra, ergiyen gezegenler **farklılaşarak** üç kısma ayrılır.
- **Çekirdek**- metallerden yapıldır
 - **manto**- yoğun kayalardan yapıldır
 - **kabuk**- daha az yoğun kayalardan yapıldır
- **Litosfer** – genellikle katı, kabuğun dış kısmı ile mantonun bir kısmı kolayca deforme olmaz .

Yer benzeri dünyaların içi



Gezegener göktaşı bombardımanı ve farklılaşmayla oluşur

- Gezegener bombardımanı altında oluşurken ısınır ve ergimeye başlar
- Ergiyen demir ve diğer ağır elementler yerin merkezine doğru batar
- Çöken demir, gravitasyonel potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürür ve ısı oluşur

Dünya'ya benzer gezegenlerin içi

- Oluştuktan sonra, ergiyen gezegenler **farklılaşarak** üç kısma ayrılır:
- **Çekirdek**- metallerden yapılıdır
- **Manto**- yoğun kayalardan yapılıdır
- **Kabuk**- daha az yoğun kayalardan yapılıdır
- **Litosfer** – genellikle katı kabuğun dış kısmı ile mantonun bir kısmı kolayca deforme olmaz.

Isınan Gezegenler

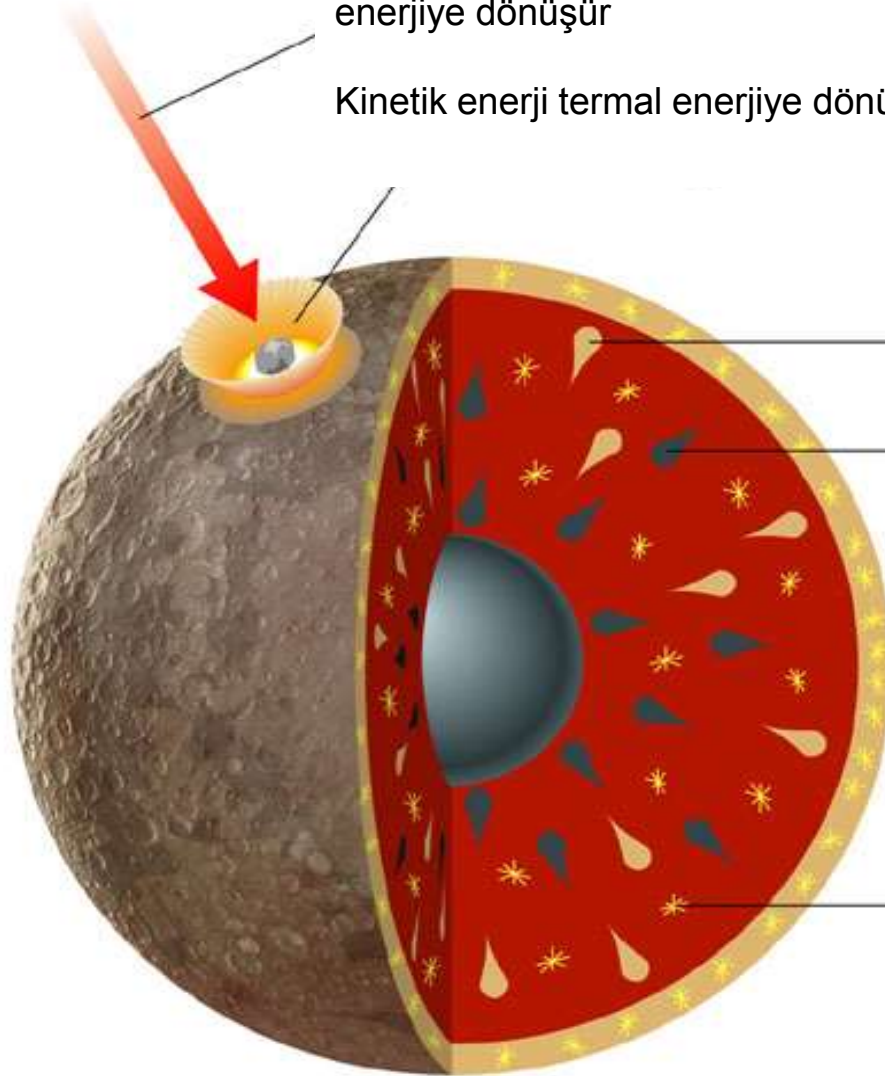
Gezegenlerin iç kısmı şu şekilde ısınır

- **yığışım**
(*accretion*)
 - **farklılaşma**
(*differentiation*)
 - **radyoaktivite**
- Başlangıçtaki tüm ısıyı sağlar
- Gezegenin ömrü boyunca ihtiyacı olan ısıyı sağlar

Yığılım

Gravitasyonel potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür

Kinetik enerji termal enerjiye dönüşür



Farklılaşma

Hafif maddeler yüzeye yükselir
Yoğun madde çekirdeğe doğru çöker

ve gravitasyonel potansiyel enerji termal enerjiye döner

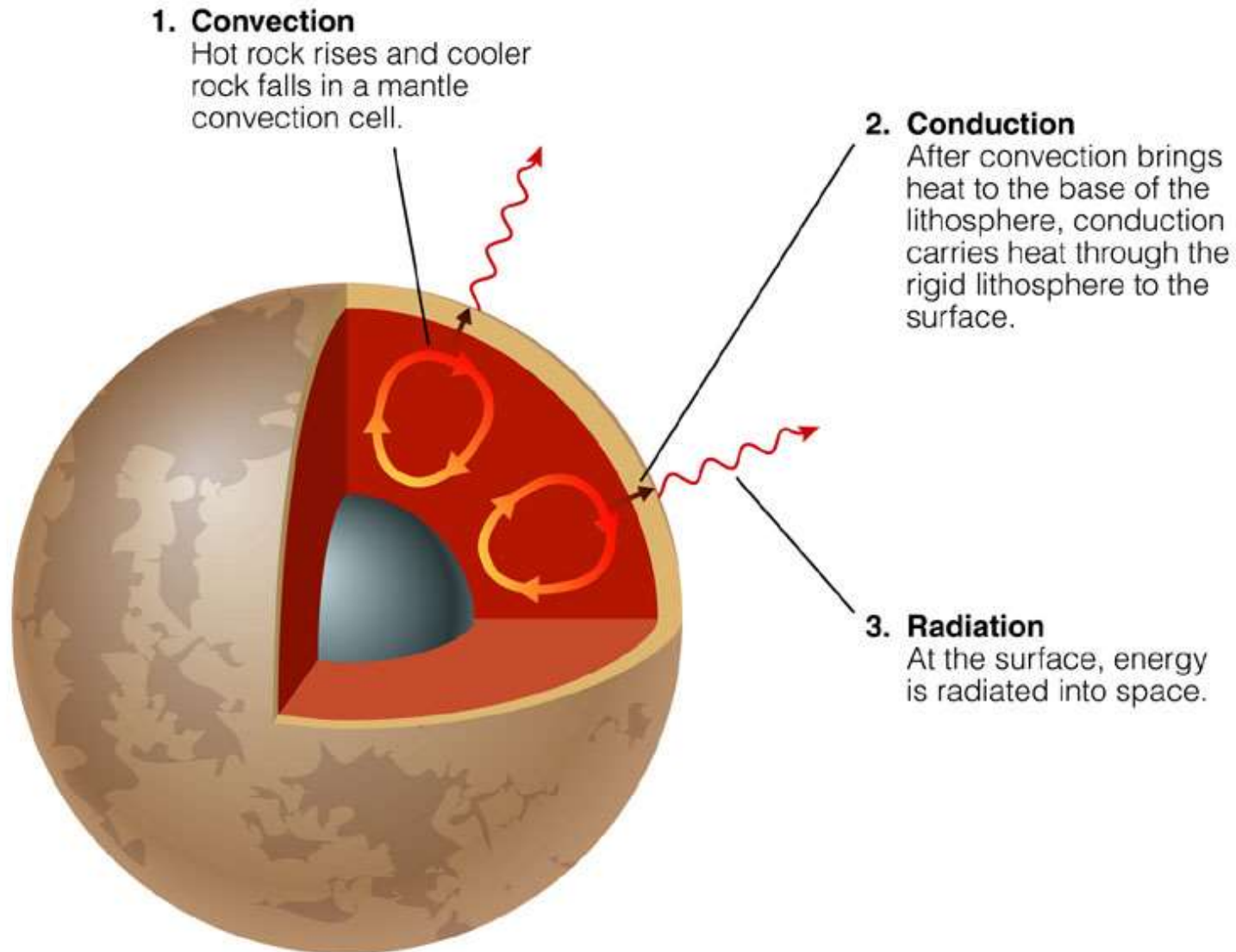
Radyoaktif parçalanma

Nükleiddeki kütle enerjisi termal enerjiye döner

Soğuyan Gezegenler

- Gezegenler yüzeyden uzaya yaydığı radyasyon sayesinde soğur
- Isı içeriden yüzeye doğru yayılır:
- **konveksiyon** – büyük ölçekli akıntıdır: sıcak materyal yükselir ve soğuyan materyal batar
- **kondüksiyon** - atomlar ve moleküller birbirine çarparak hareket ederler

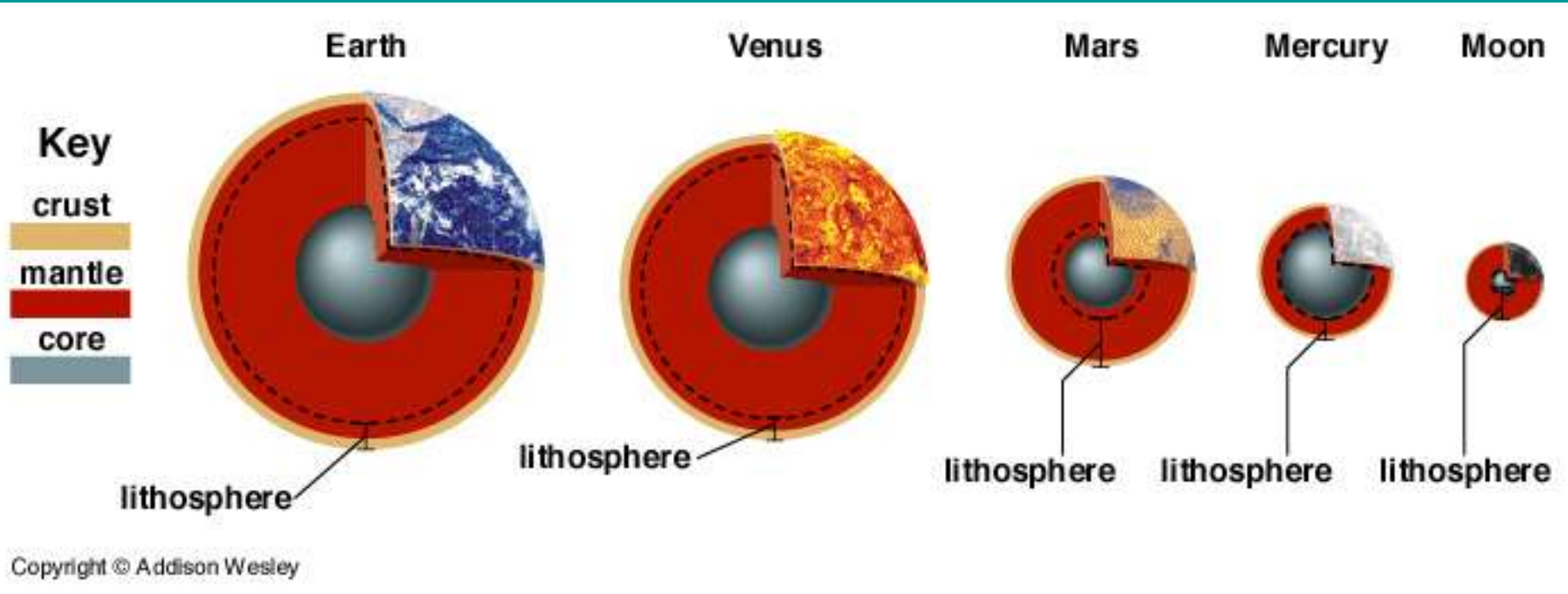
Soğuyan Dünya benzeri Gezegenler



Gezegeenin büyüklüğünün rolü

- Büyük gezegenler daha fazla ısıdır
 - Daha fazla demir merkeze akar
 - Daha fazla radyoaktif eleman parçalanır
- Büyük gezegenler daha hızlı soğur
 - Ekstra tabakalar ekstra yalıtım sağlar

Yere benzer Dünyaların İç yapısı

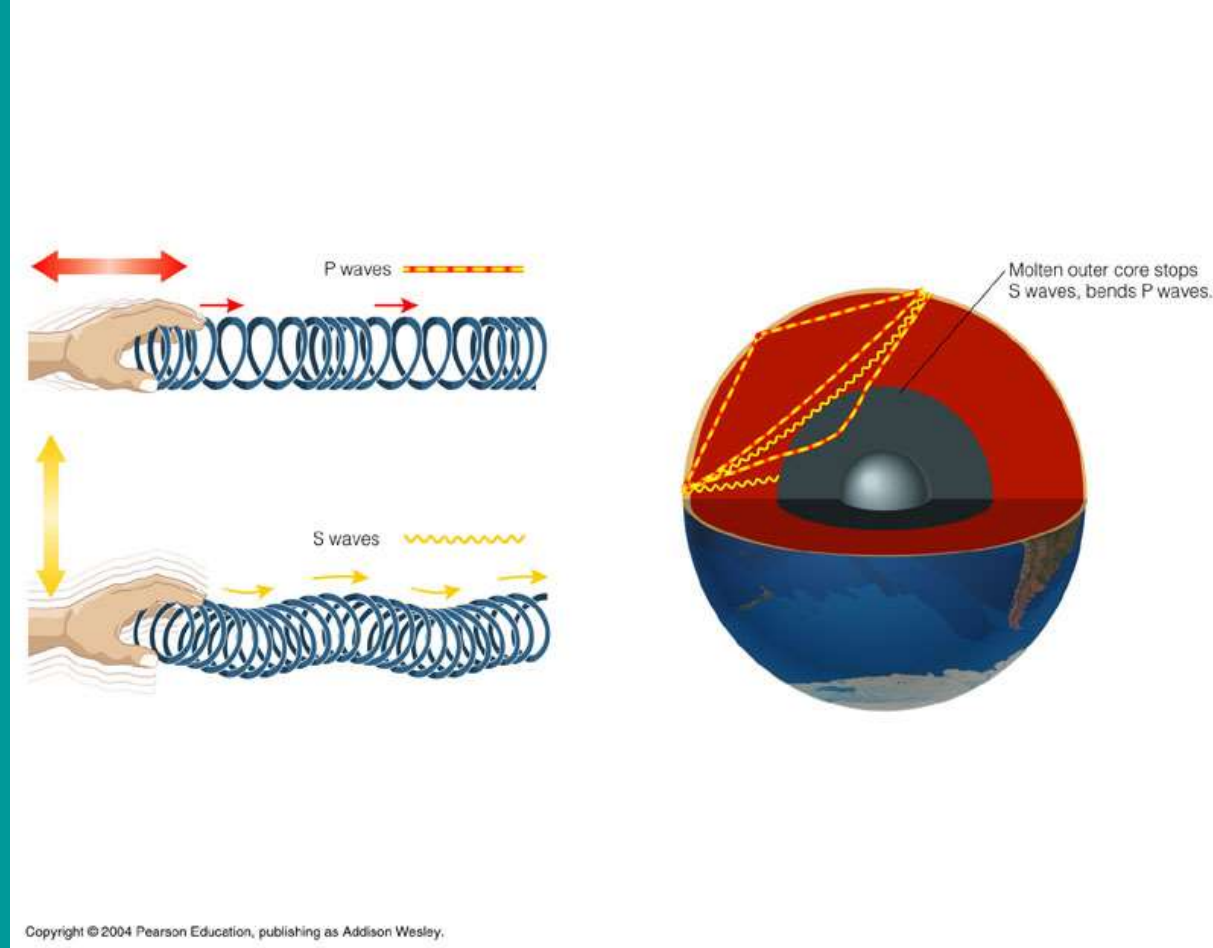


aktif jeoloji

inaktif jeoloji

Yerin İç kısmı hakkında nasıl bilgi alırız

- Depremler dalga yayar
- Dalgalar yerin içinde yayılır, dalgalar yoğun yerlerde daha hızlıdır
- İki Tip dalga vardır
 - Öne & Geriye
 - Yana doğru ilerleyen



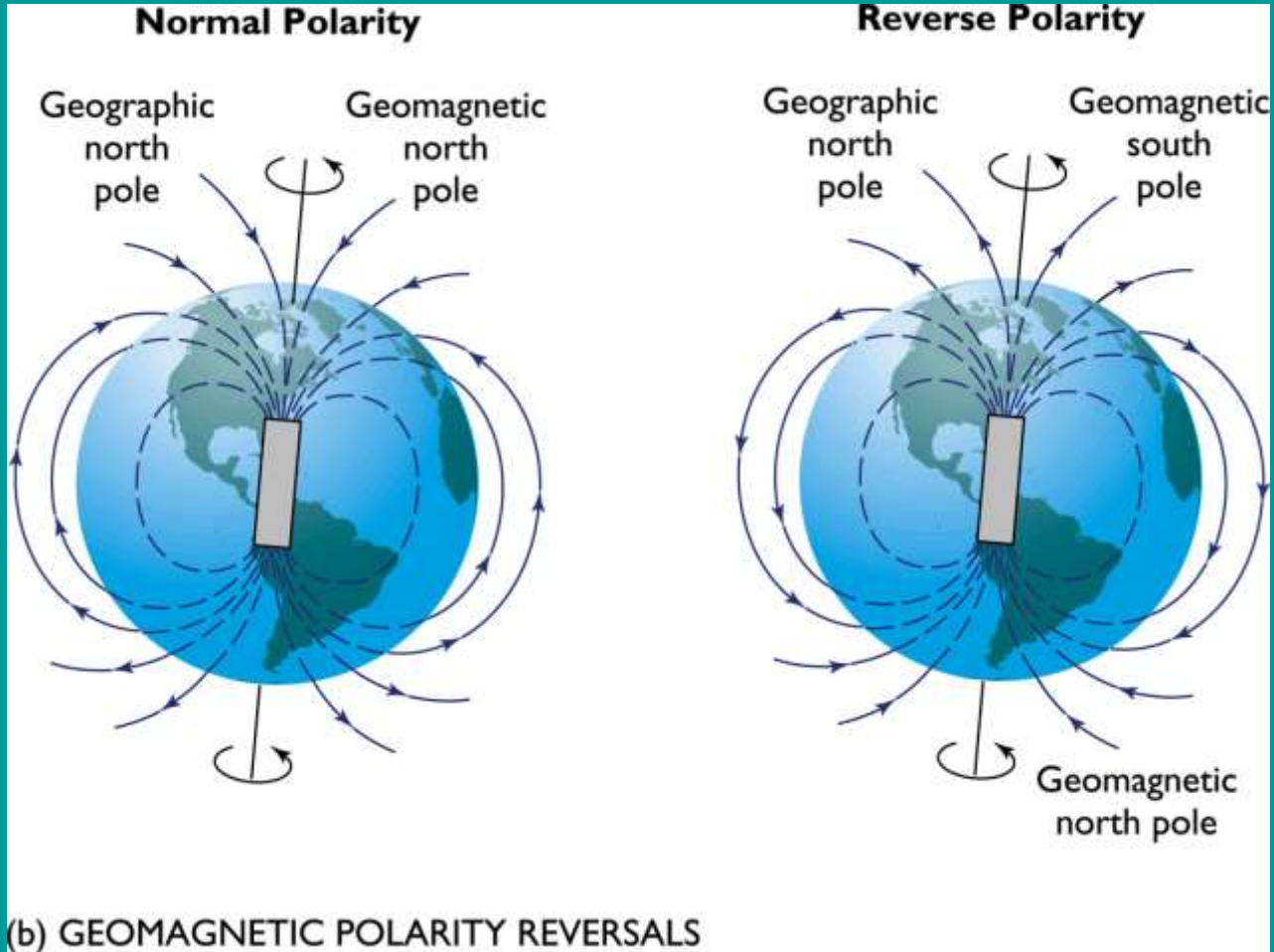
Gezegen Yüzeylerinin şekillenmesi

Yeryüzeyini şekillendiren büyük jeolojik işlemler

- **Göktaşı çarpmasıyla kraterler:** göktaşları çarparak yüzeyde izler bırakır
- **Volkanizma:** yerin içinden çıkan lav malzemesi
- **Tektonizma:** iç streslerle yerin kopması
- **Erozyon:** rüzgar, su, buzullarla yer üst örtüsü aşınır

Paleomanyetik alanın Keşfi

William Gilbert (1930'lar)



Dünya'nın magnetik alanı 3.5 milyar yıl oluştu.

Faydası:

Atmosferin dünyaya tutunmasına, Güneş rüzgârlarıyla uzaya uçmasını engeller

İlk Fikirler



Atlas Okyanusu'nun iki yakasının benzerliği üzerine

- 1858 Fransız coğrafyacı Antonio Snider-Pellegrini (1802-1885)

1666	Francois Placet: kıyıların benzerliği
1858	Antonio Snider: fosillerin benzerliği
1883 ve 1909	Edward Suess, Gondwana kıtasından ilk kez söz etti
1912-1922	Alfred Wegener: Pangae-kıtaların kaynması
1930'ler	William Gilbert: paleomanyetik alan ve okyanusal sırtlar
1960	Hess & Dietz: deniz tabanı yayılması

MAPS OF ANTONIO SNIDER (1858)



Levha Tektoniği ya da Kıtaların Sürüklenme Teorisi



ALFRED WEGENER

Alman meteorolojist, Astronom ve Jeofizikçi 1912 de ortaya koyduğu Kıtaların Kayması teorisi 1924 yılında İngilizce'ye çevrildikten sonra yaygınlaştı. Bu teoriye göre, büyük bir Kıta **Pangea**'yı tek okyanus **Pantalassa** çevreliyordu



225 milyon yıl önce

Levha Tektoniği (Kıtaların Sürüklenme Teorisi)



ALFRED WEGENER



200 milyon önce Pangea ikiye bölündü. Kuzeyde Avrasya ile Güneyde **Gondwana** olmak üzere. Arada açılan dar ve uzun okyanus ise **Tetis** Denizi

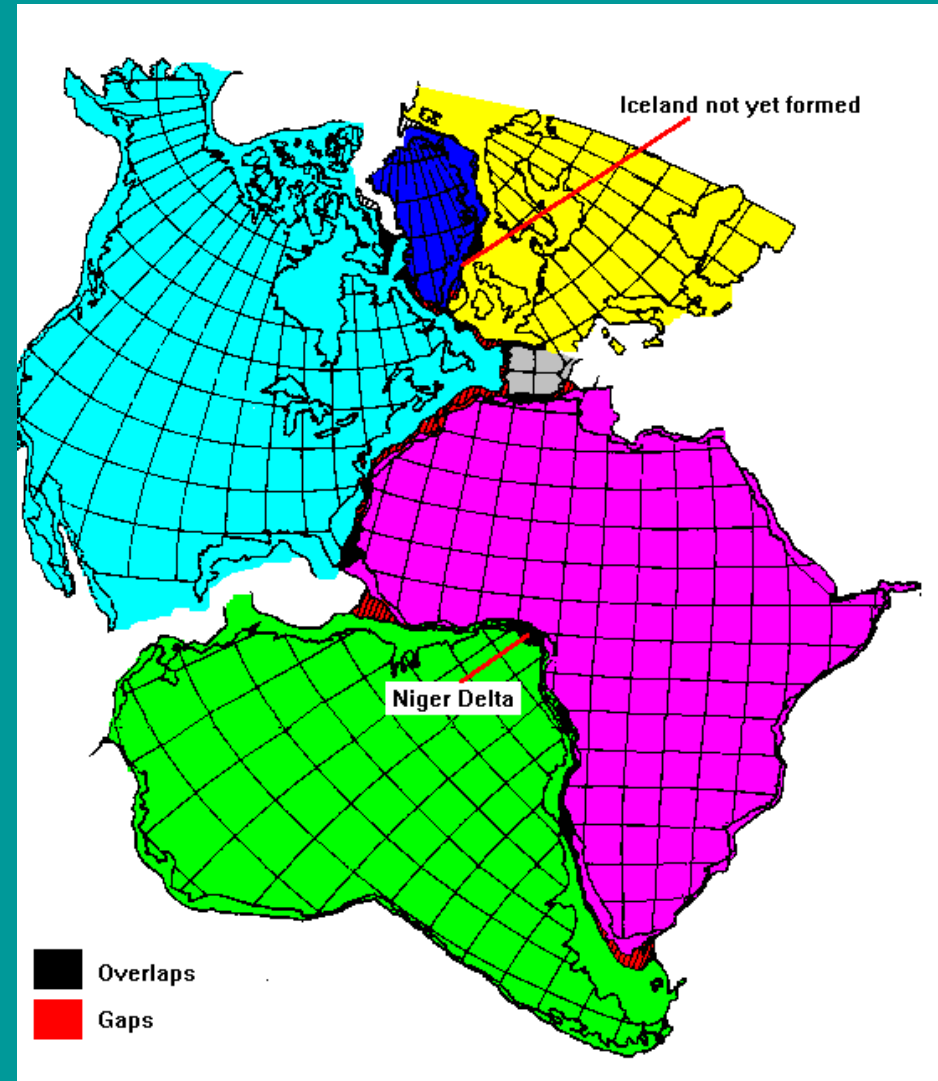
Alfred Wegener



Doktorasını 1905 yılında astronomi dalında yaptı. Meteoroloji ile ilgilendi. Grönland'da birkaç meteorolojik çalışmaya katıldı. Daha sonraki bütün hayatını kıtaların kayması fikri üzerinde yoğunlaştırdı. Yaşadığı dönemde fikirlerini inandırmakta zorluk çekti.

Wegener'in kanıtları

1. Kıtaların birbirine uygunluğu



2. flora ve faunanın dağılımı

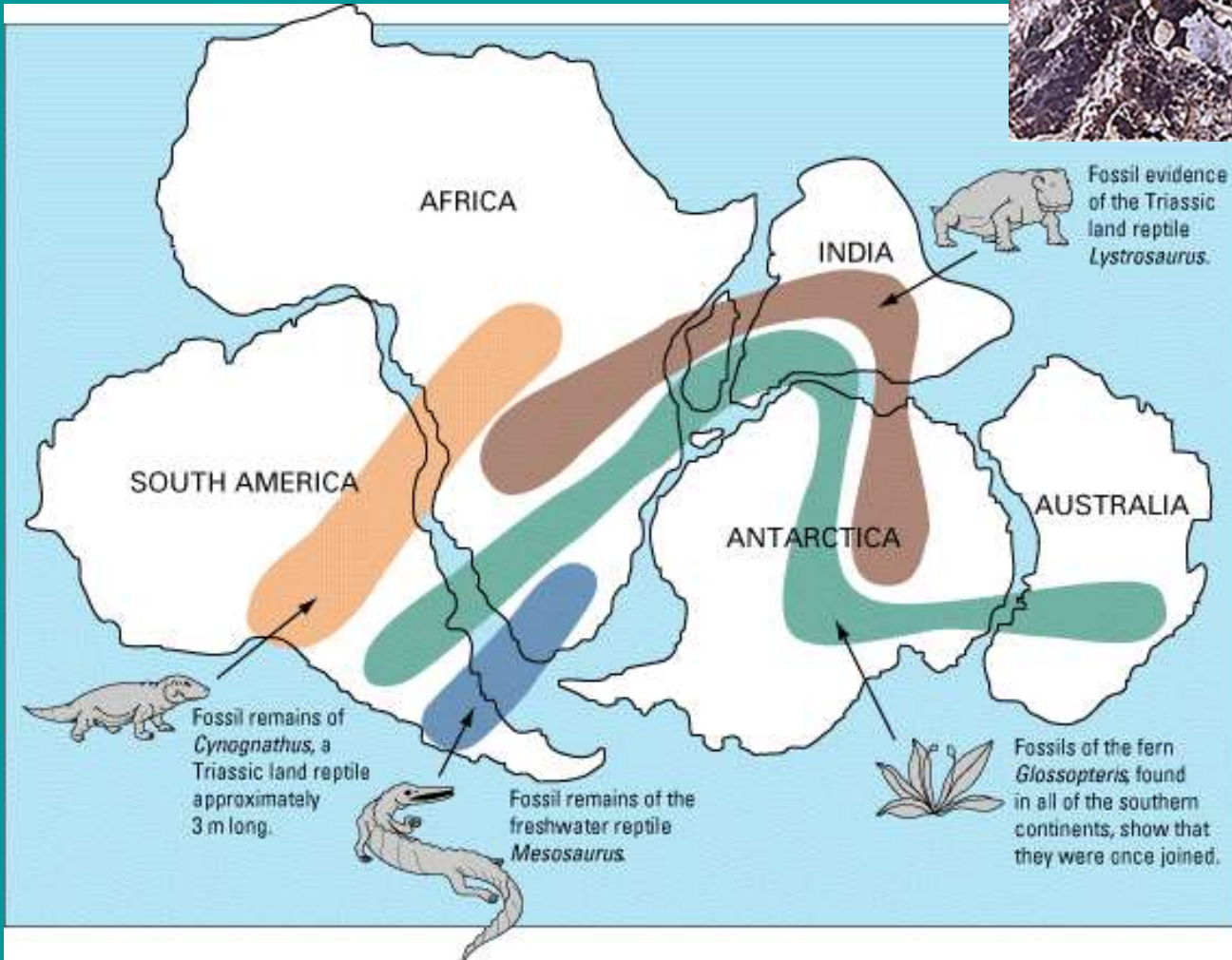


Fossil evidence of the Triassic land reptile *Lystrosaurus*.

Glossopteris ve Mesosaurus fosilleri



Fossils of the fern *Glossopteris* found in all of the southern continents, show that they were once joined.



AFRICA

INDIA

SOUTH AMERICA

ANTARCTICA

AUSTRALIA

Fossil remains of *Cynognathus*, a Triassic land reptile approximately 3 m long.

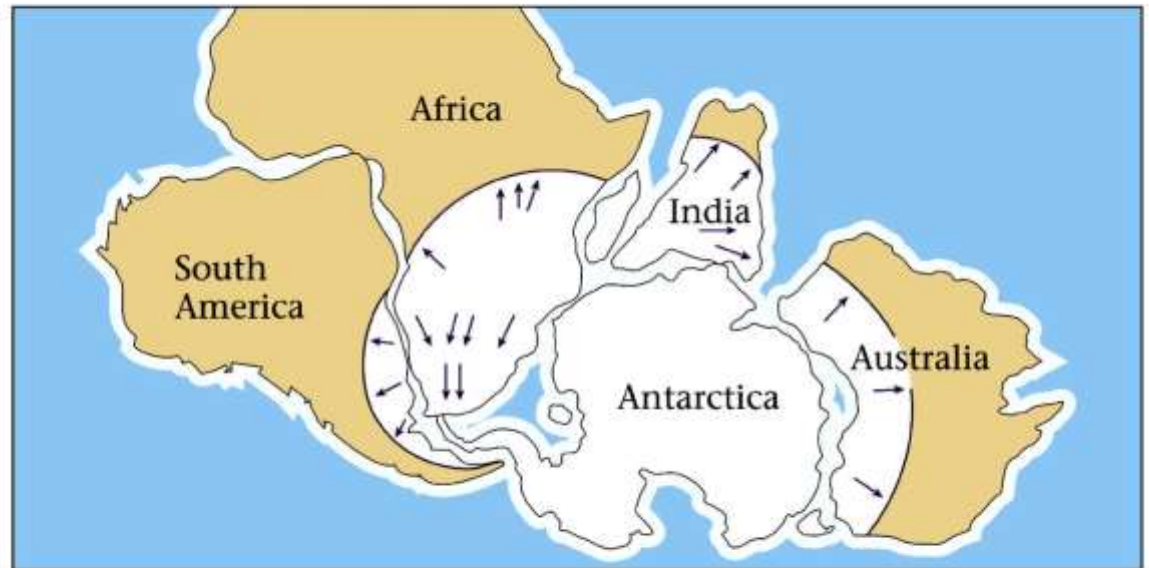
Fossil remains of the freshwater reptile *Mesosaurus*.

3. Paleoklimatik kanıt



(a)

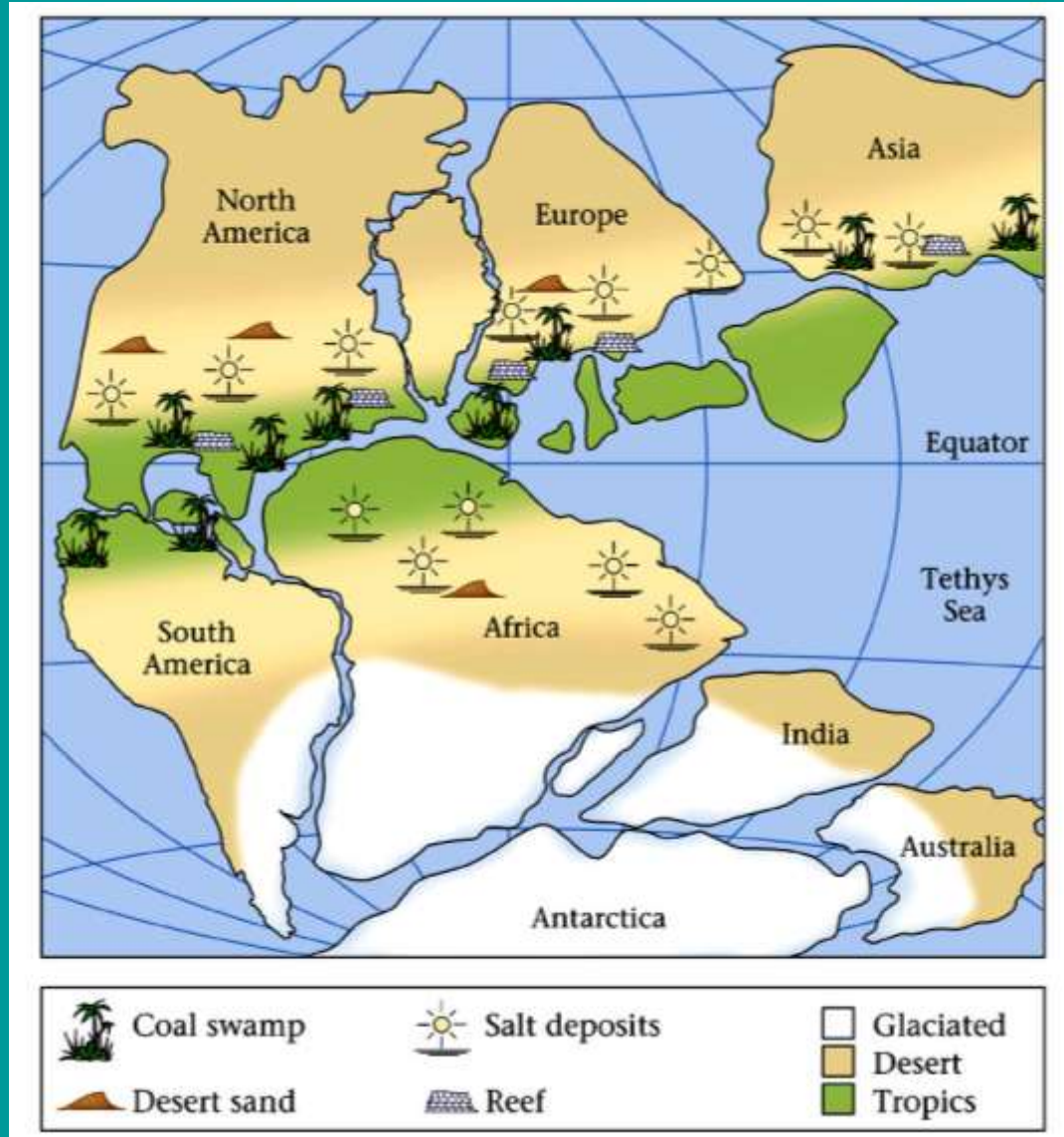
FIGURE 3.3



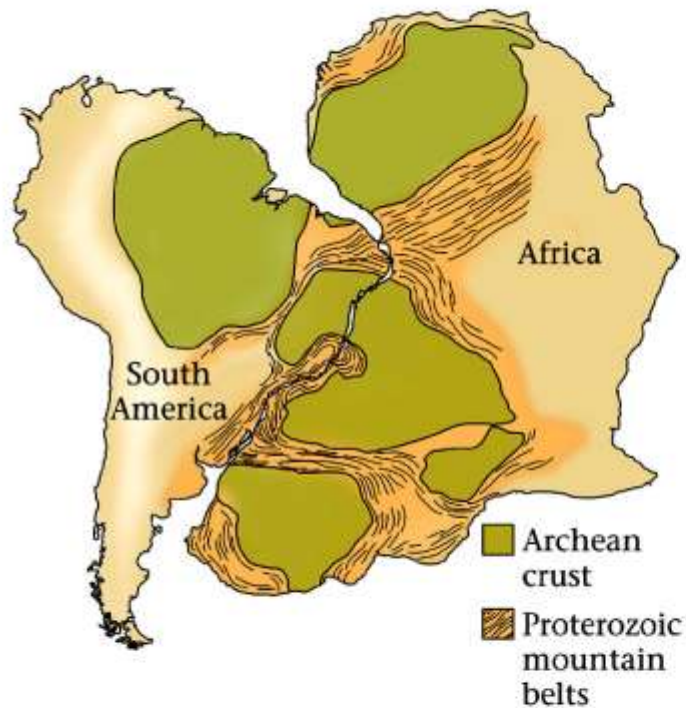
(b)

FIGURE 3.3

4. Kayaçların dağılımı



5. Dağ sıralarının dağılımı



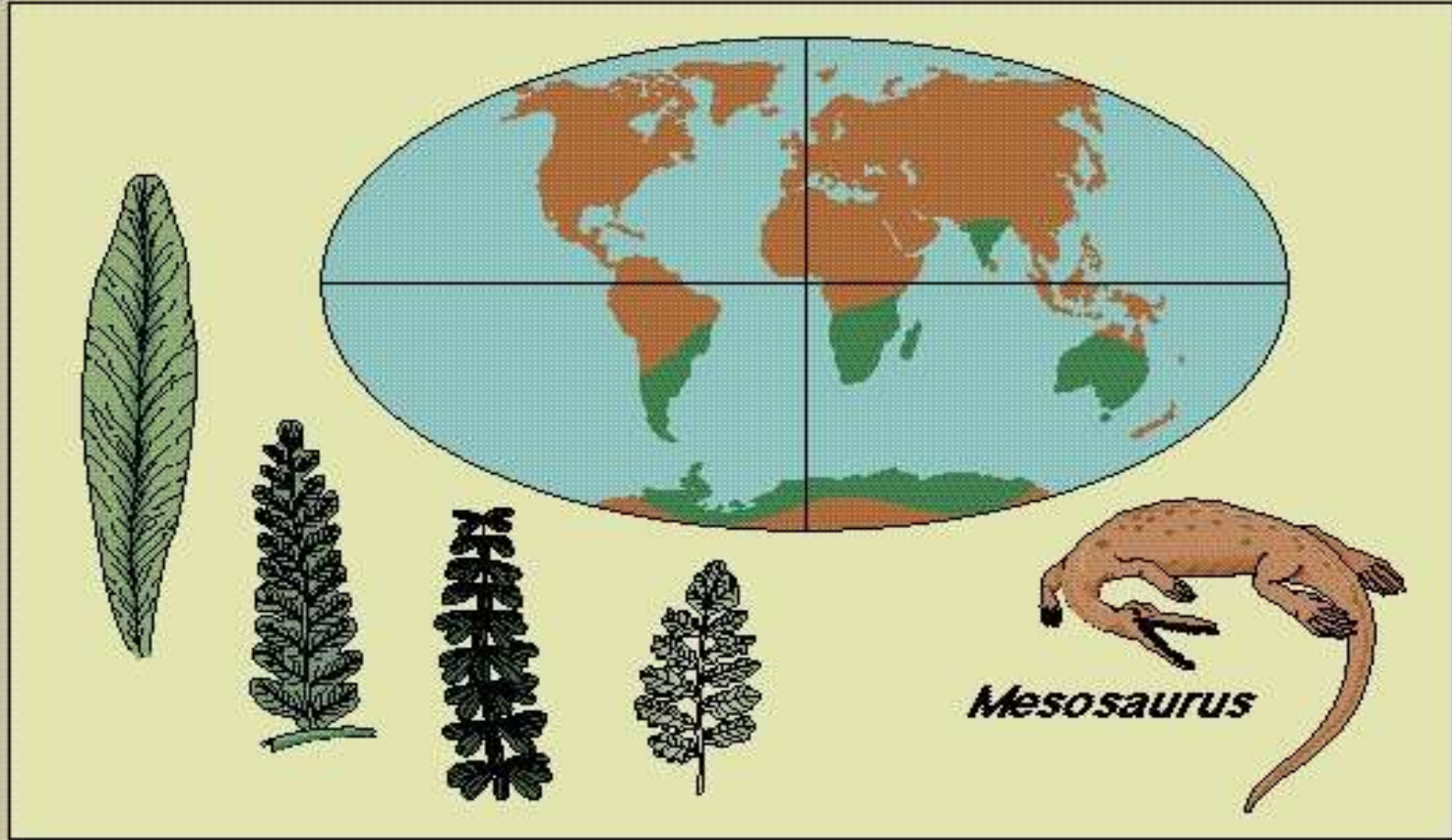
(a)

FIGURE 3.6



(b)

Distribution of the *Glossopteris* Flora



Ayrıca afrikalı A. Du TOIT (1937), Güney Amerika'da Brezilya ile Afrika kıyıları magmatik kayalarından elde ettiği radyometrik yaşlarının birbirine uygun olduğunu ortaya koydu. Ayrıca, Warren Carey, Avustralya'da yaptığı benzer araştırmalarla güney kıtalarının Mesozoyik başında yan yana olduğunu ortaya koymuştur

Levha Tektoniği Kuramının Gelişimi

- **Paleontoloji**
- **Radyometrik yaşlandırma**
- **Paleomagnetizma**
- **Okyanus tabanının yayılması**
- **Konveksiyon akımları**
- **Manyetik polarite ve terslenme**
- **Transform faylar**
- **Isı akısı**
- **Okyanusal çukurlar**

Teorinin kısa tarihçesi

Kaptan Harry Hammond Hess

(Princeton'da jeoloji profesörü)

Wegener'in hipotezine inandı

II. Dünya savaşı sırasında okyanuslarda ses dalgaları yayma yöntemi ile inceleme yaptı

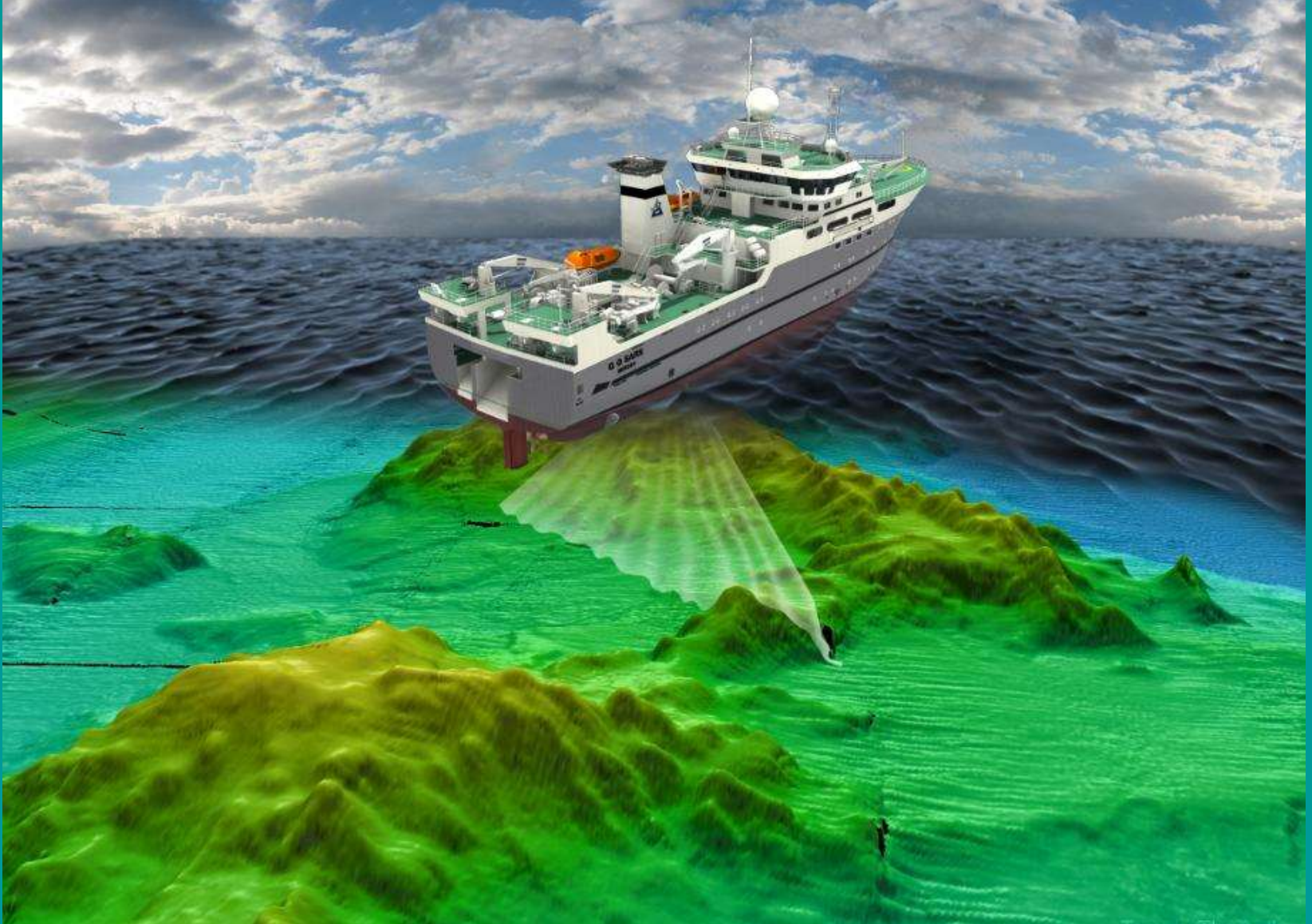
(3000 m yüksek ve 2000 m genişlikteki okyanus ortası sırtlarda inceleme yaptı)

Ada yayları (*Aleutian, Japonya*) ve kıtalardaki büyük dağ kuşakları (*Andlar*) ile ilişkili olarak 10 000 m.lik çukurlar buldu

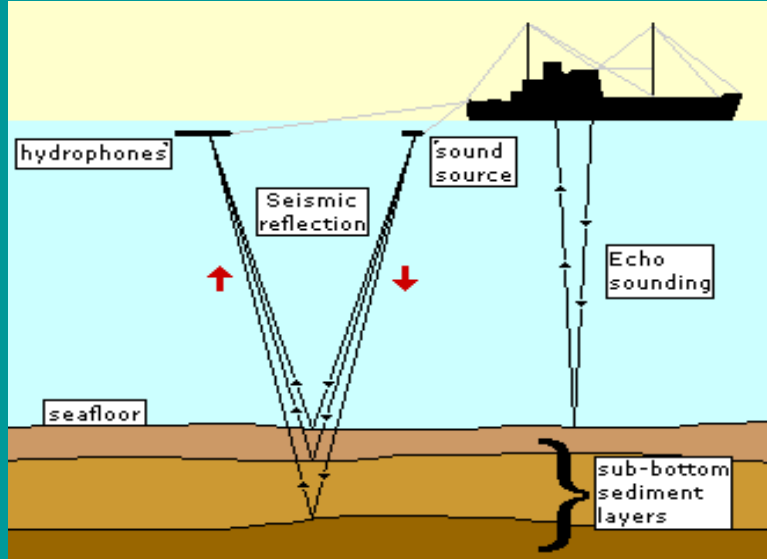
Hess 1960 larda deniz tabanlarının yayıldığı fikrini ortaya attı.



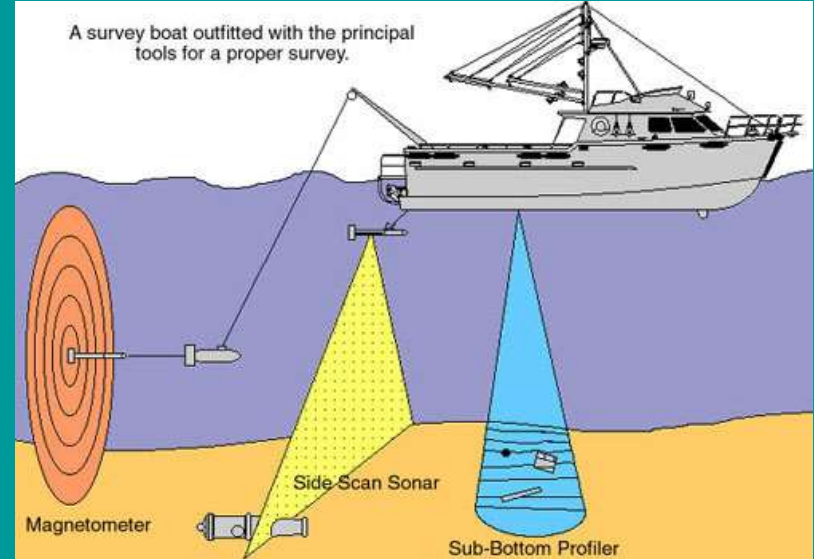
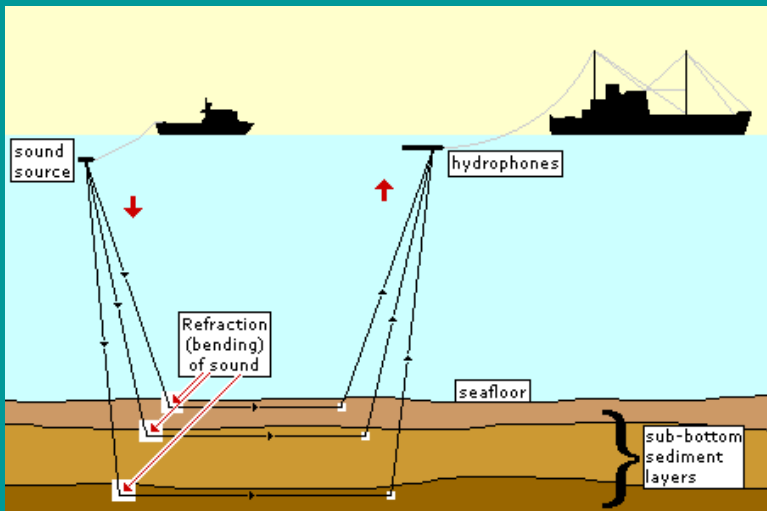
Okyanus tabanının araştırılması



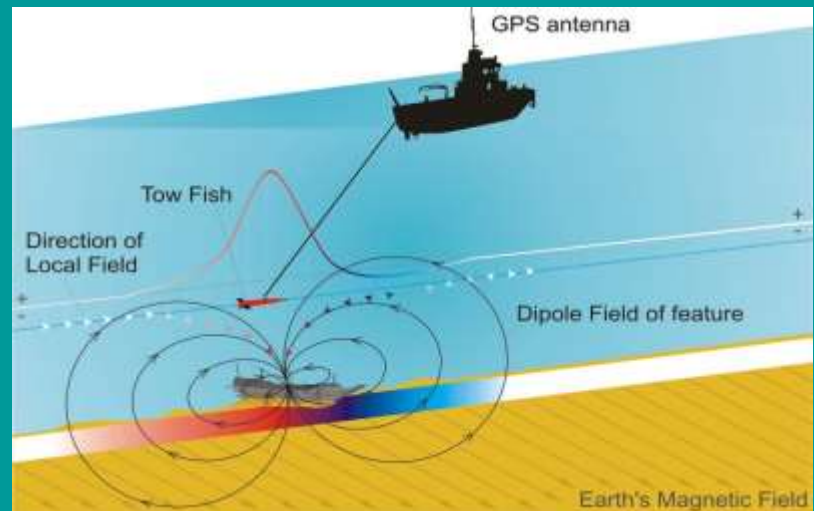
Okyanus tabanının araştırılması

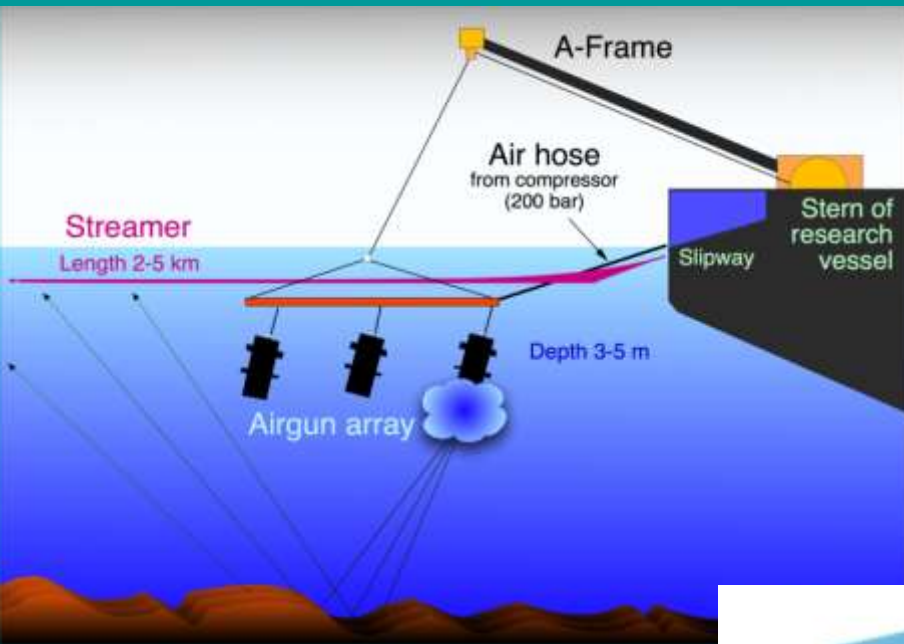


Sismik Yansım ve kırılma yöntemleri

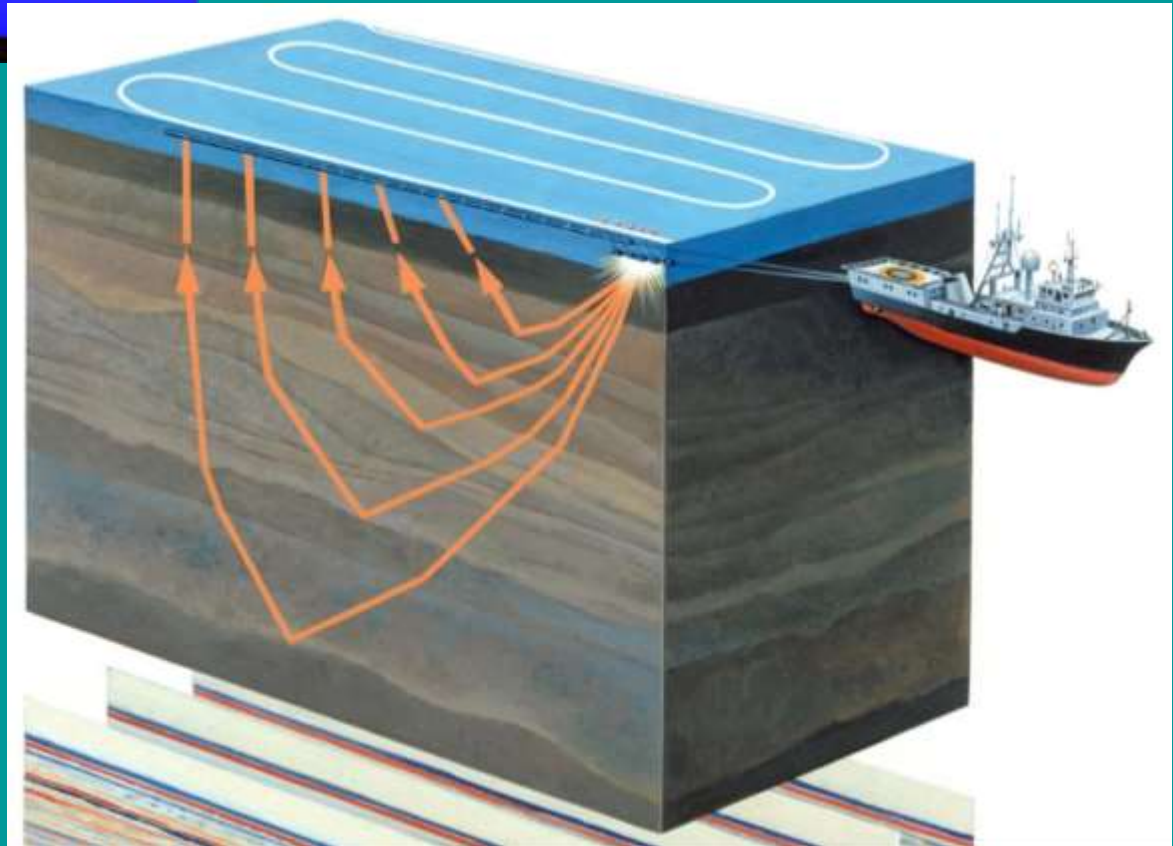


Yerin manyetik alan Ölçümü

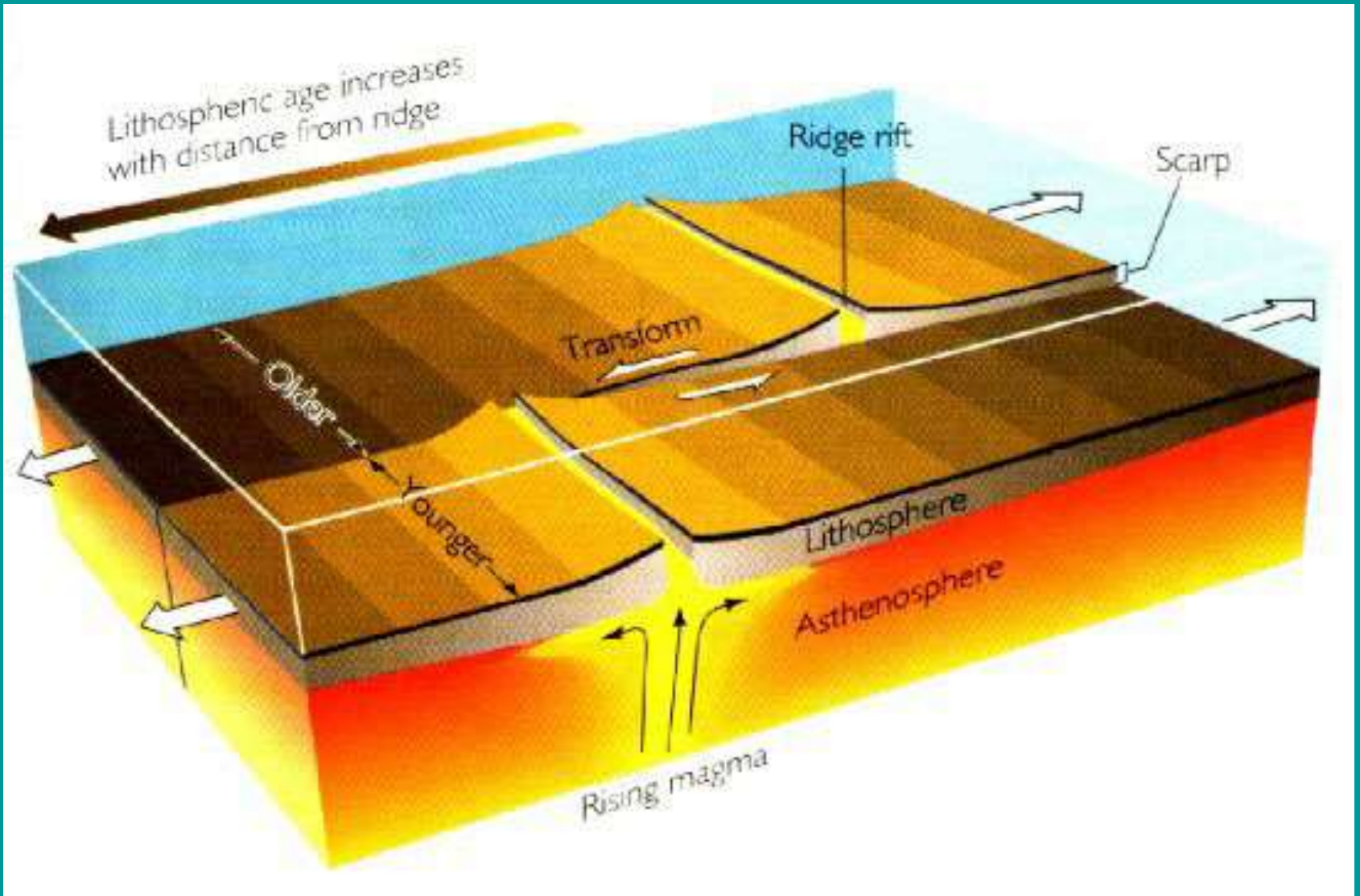




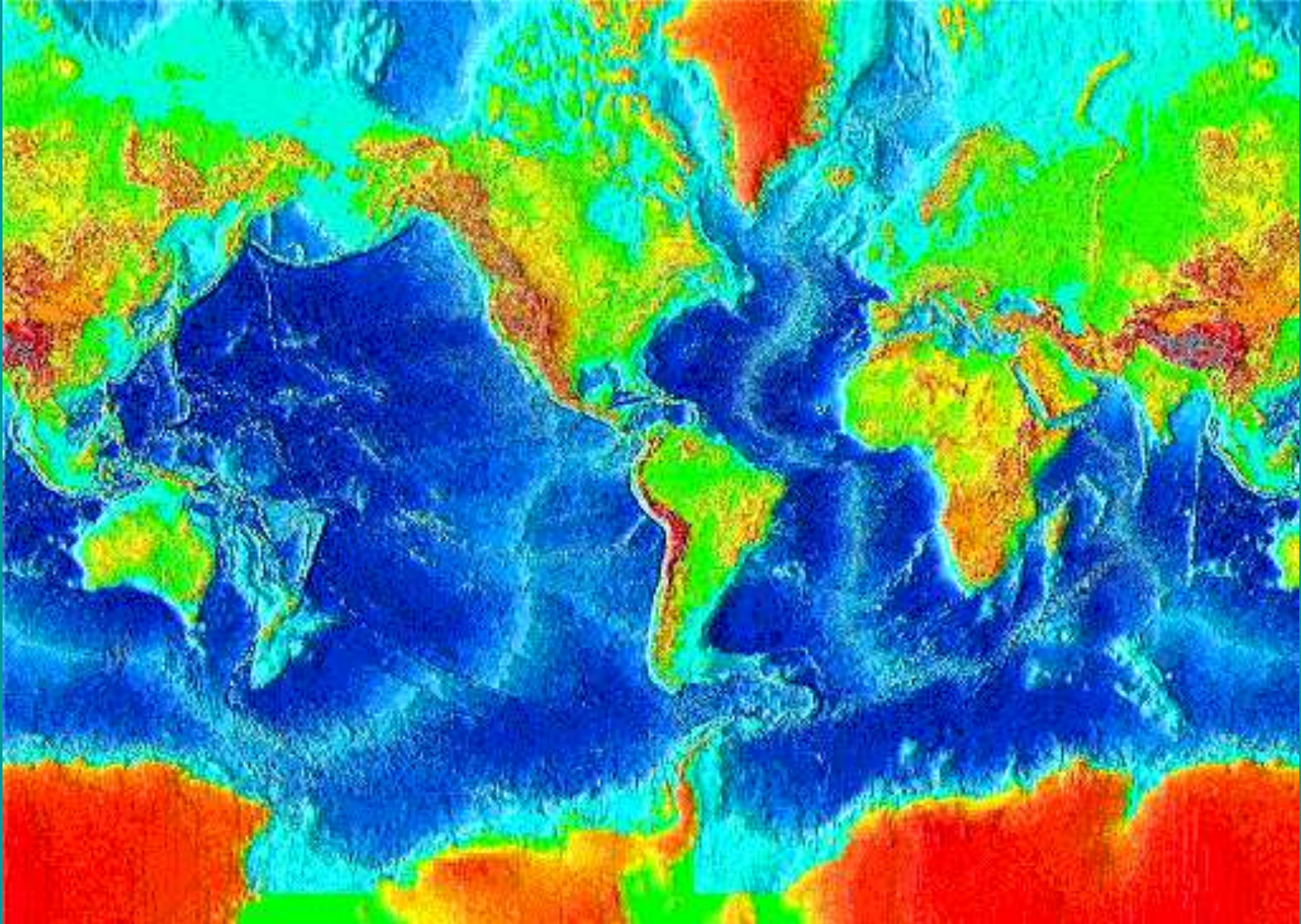
Suyun içinde atış yapılarak ses dalgaları oluşturulur. Yer yansıyan dalgaları gemideki cihazda kay edilir.



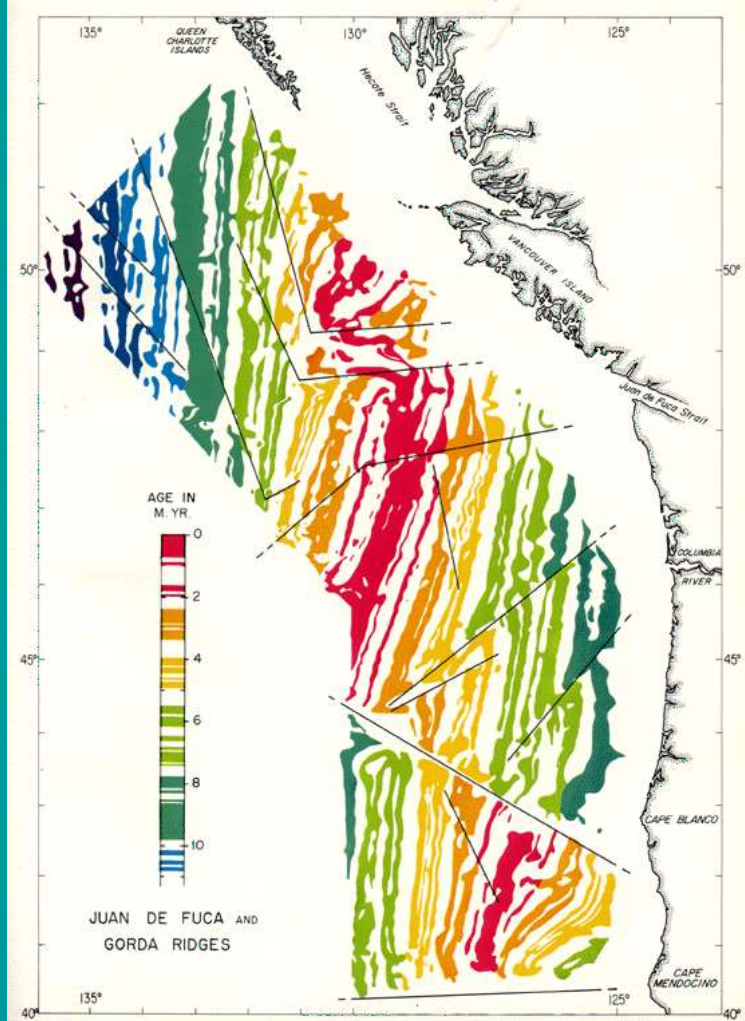
Hess ,1960 larda deniz tabanının yayılması fikrini ortaya attı.



Dünya Haritası



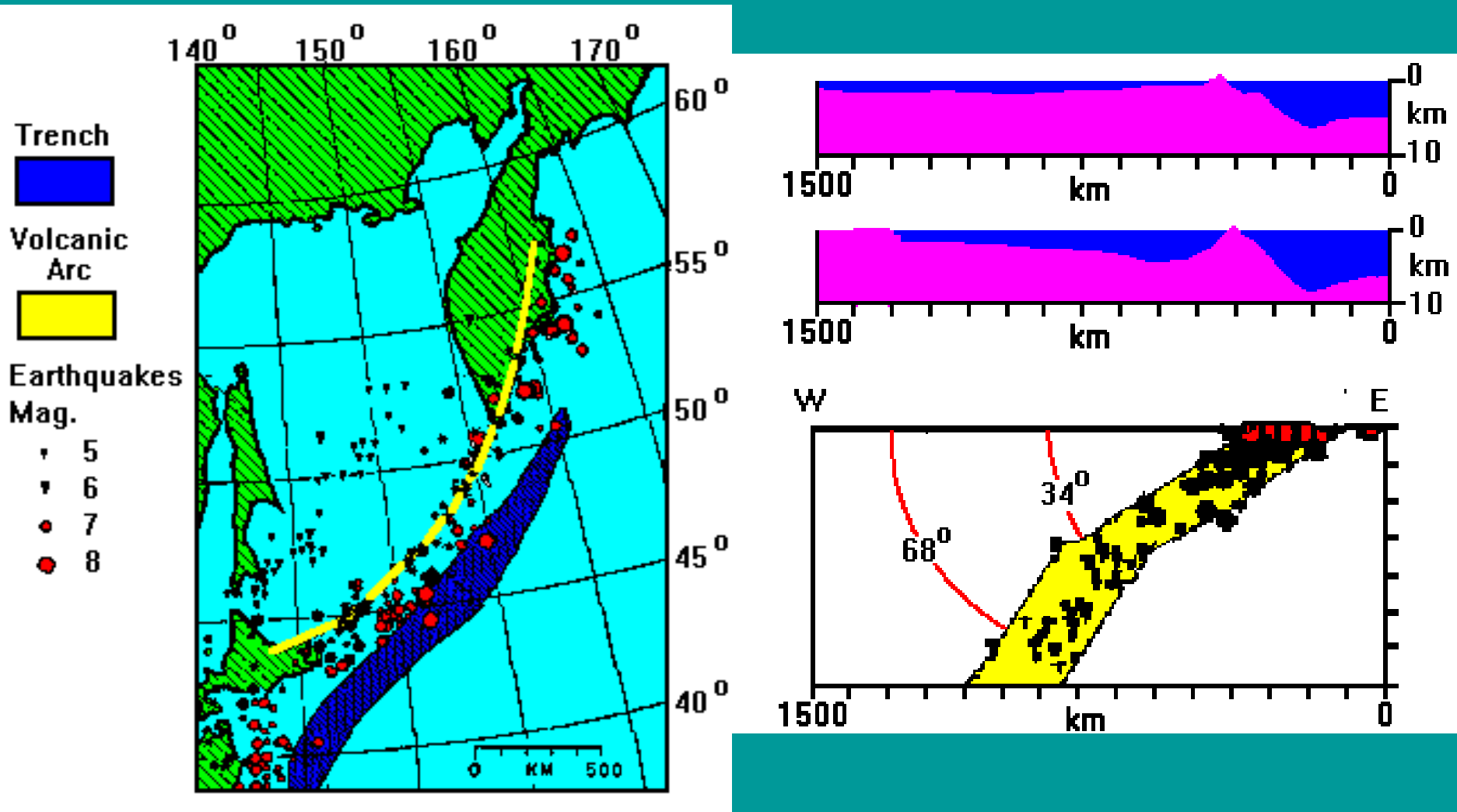
Teorinin kısa tarihçesi



- 1961 denizel magnetik anomalinin keşfi
- 1961 Dietz ve Hess Deniz tabanı yayılması fikrini önerdi
- 1963 Vine-Matthews (keza Morley) yukarıdaki iki görüşü birleştirdi.

Dalma-Batma (Benioff) Zonu

Hugo Benioff, 1954



Teorinin kısa tarihçesi

- 1965 J. T. Wilson **Transform fayları** tanımladı.
- 1967 Sykes bunu depremlerin odak çözümleriyle test etti. Sykes, Oliver ve Isacks **dalma-batma kuşakları**'ndaki ters faylanma mekanizmalarını ortaya koydular.
- 1967-1968 McKenzie, Parker ve Morgan **levha tektoniği** modelini kurdular.
- 1969 Barazangi ve Dorman (1961-1967) küresel ölçekli deprem yerlerini gösterdiler.
- 1970 ler başlarından beri yaygın olarak kabul görmektedir

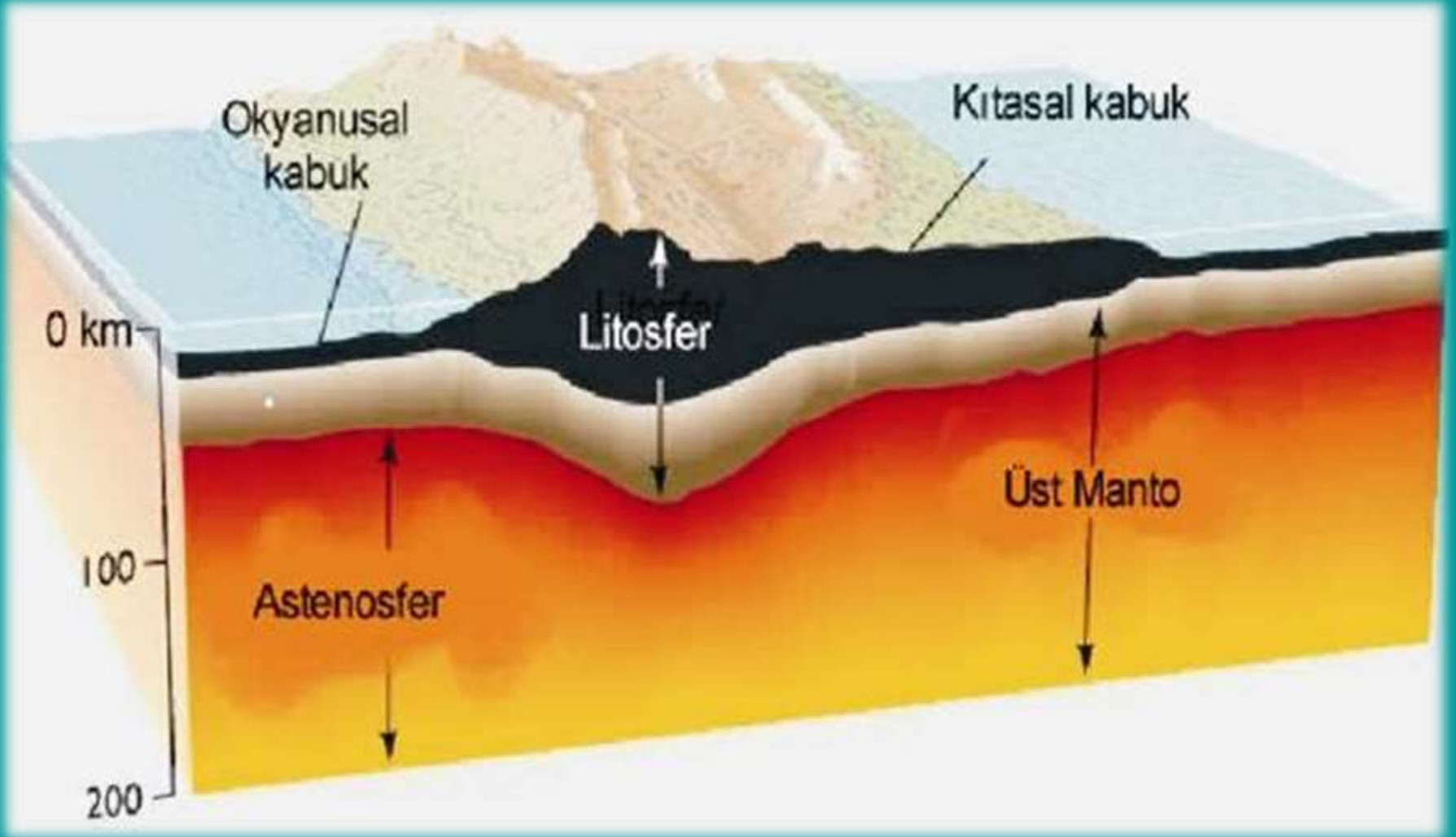
Paleomagnetizma

- 1950 lerde paleomagnetizma çalışmaları sayesinde kıtaların kaymakta olduğunu kanıtlayan yeni veriler ortaya atıldı
- Deniz tabanı yayılması ile ortaya çıkan magmatik kayalar soğurken içindeki magnetit mineralleri CURIE sıcaklığı altında *(bu sıcaklık Magnetit'te için 580°C , Hematit'te 680°C , Pirotin'de 320°C , Demir'de 770°C)* mıknatıslanırlar
- ve yerin o zamanki magnetik alanına uygun bir biçimde dizilirler ve kalıcı mıknatıslanma oluştururlar.
- Paleomagnetizma çalışmaları kayacın katılaşması sırasında yerin o zamanki kutbunun nerede bulunduğunu araştırır.

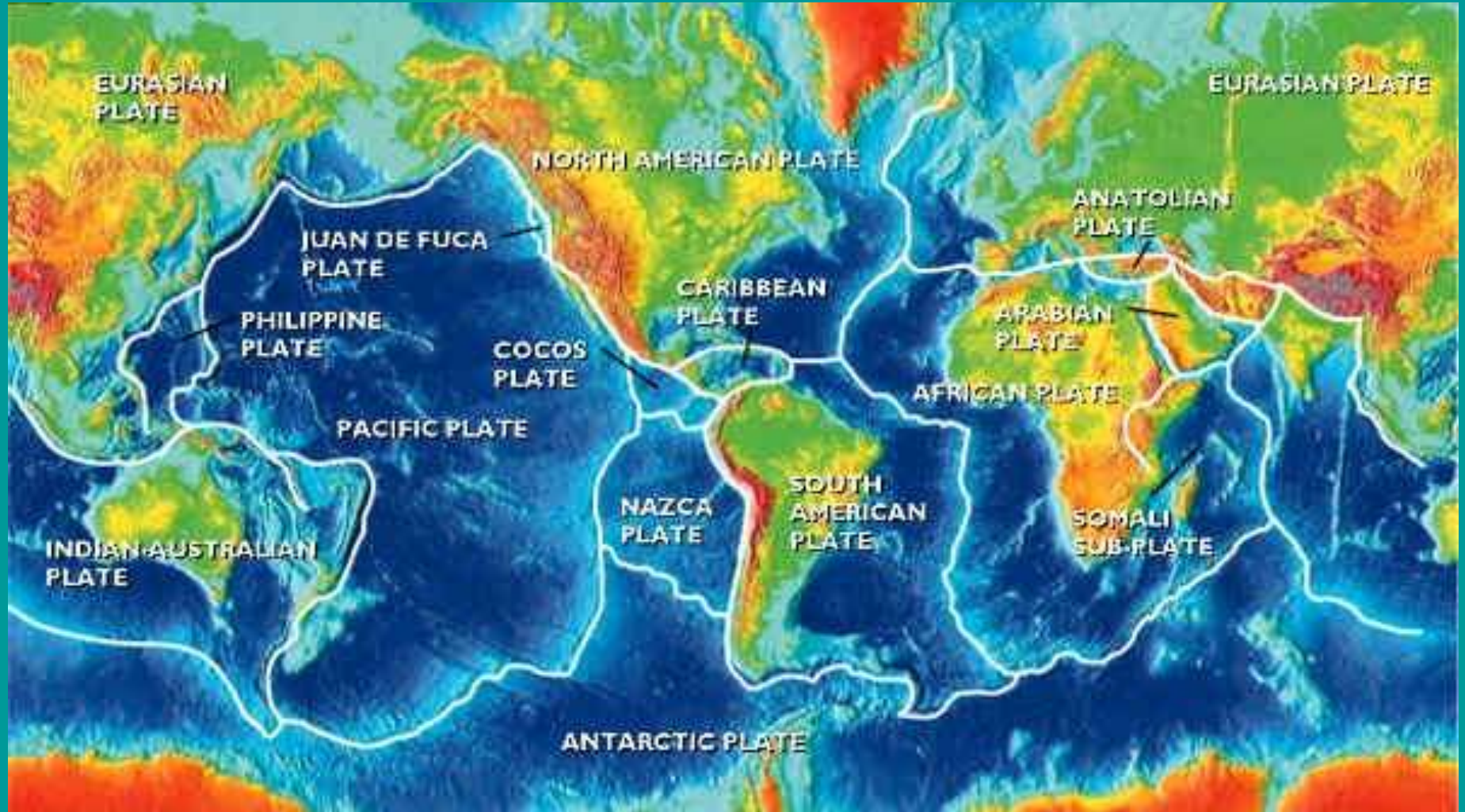


Alt – Orta Paleozoyik'teKi (470 – 350 milyon yıl)
Kaledonit Dağ oluşumu (Orojenez)

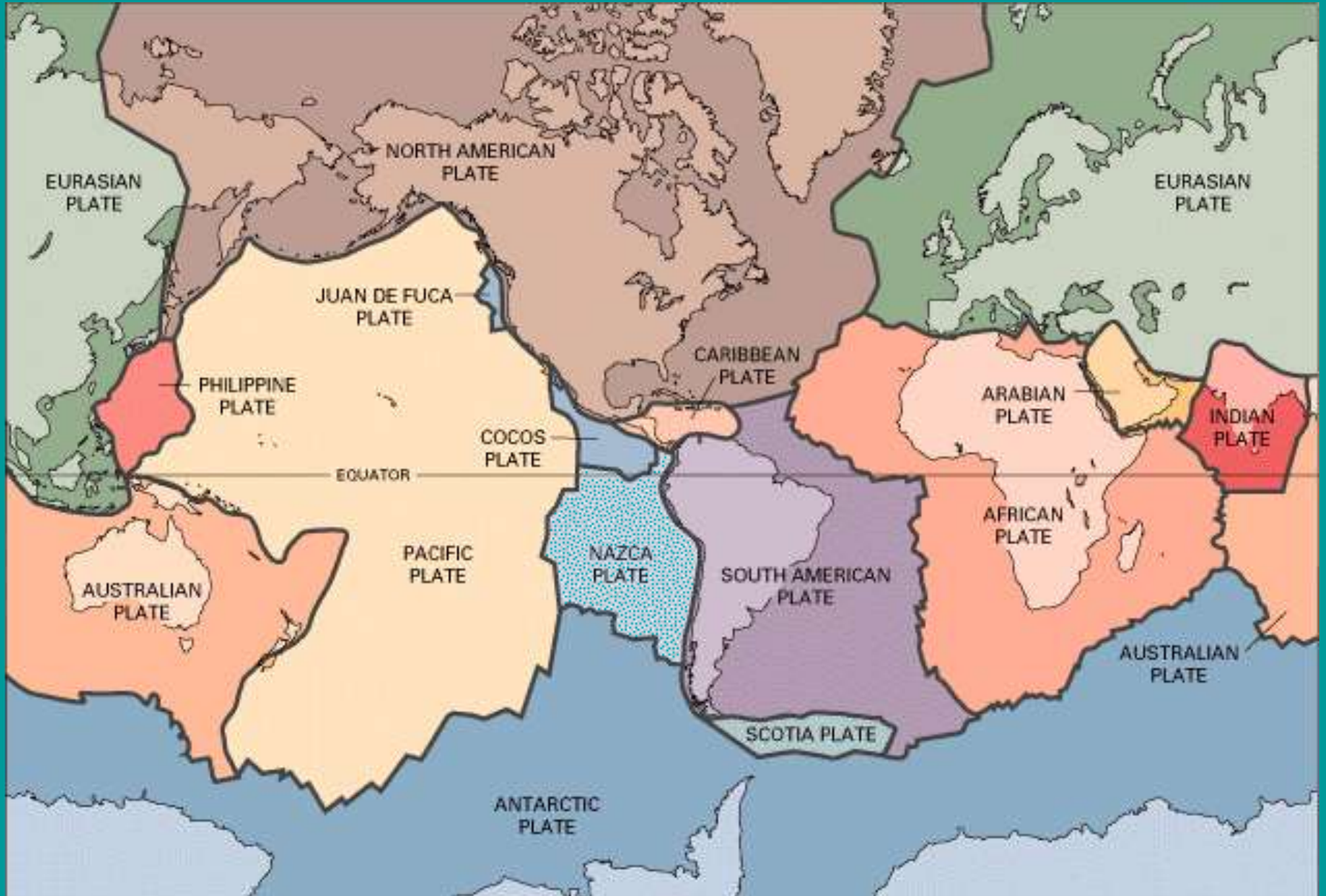
Levha Nedir ?



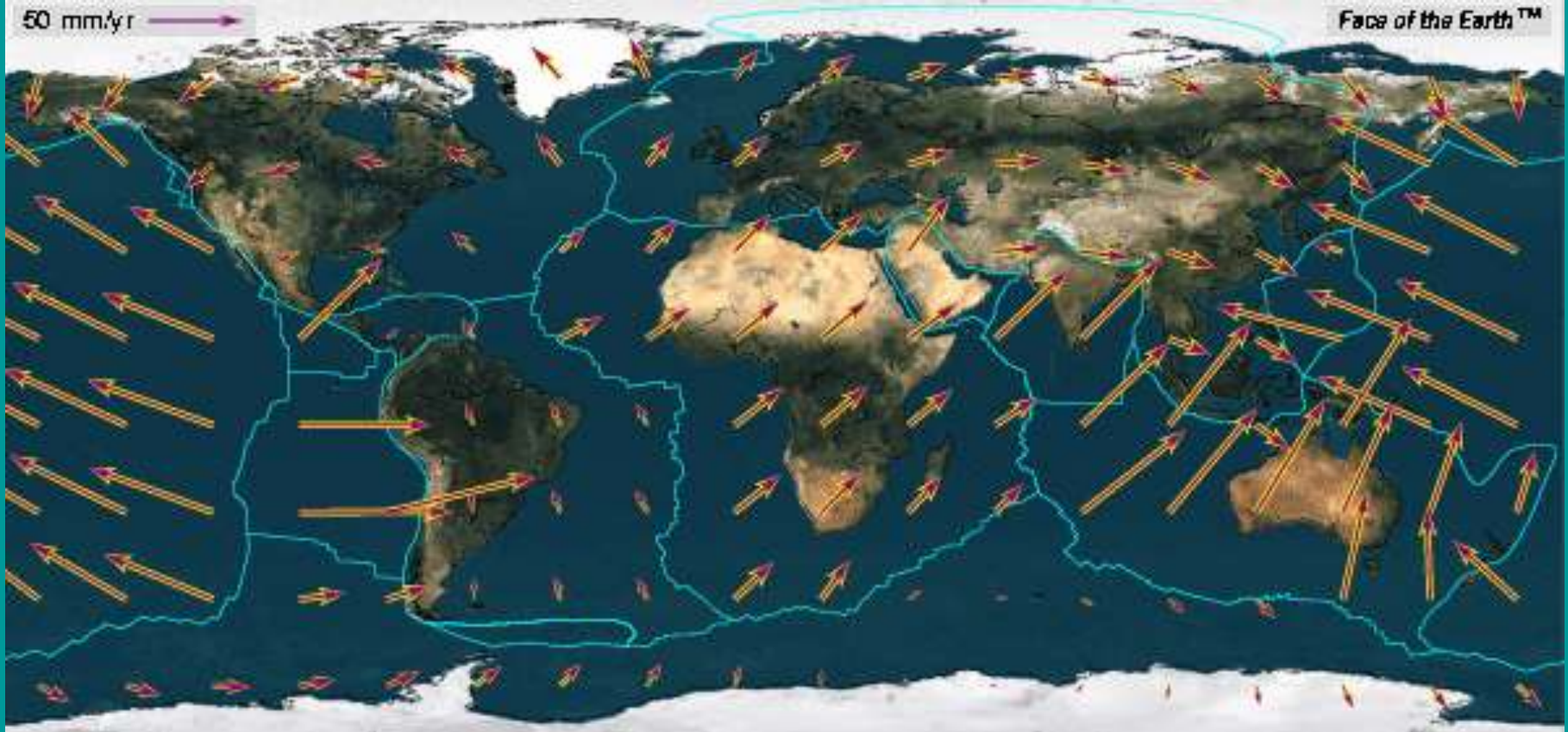
Yeryüzündeki Levhaların Adları



Yeryüzündeki Hareketli Levhalar



Yerin yüzeydeki hareketleri ve levha tektoniği



Türkiye levha hareketleri

Avrasya Sabit

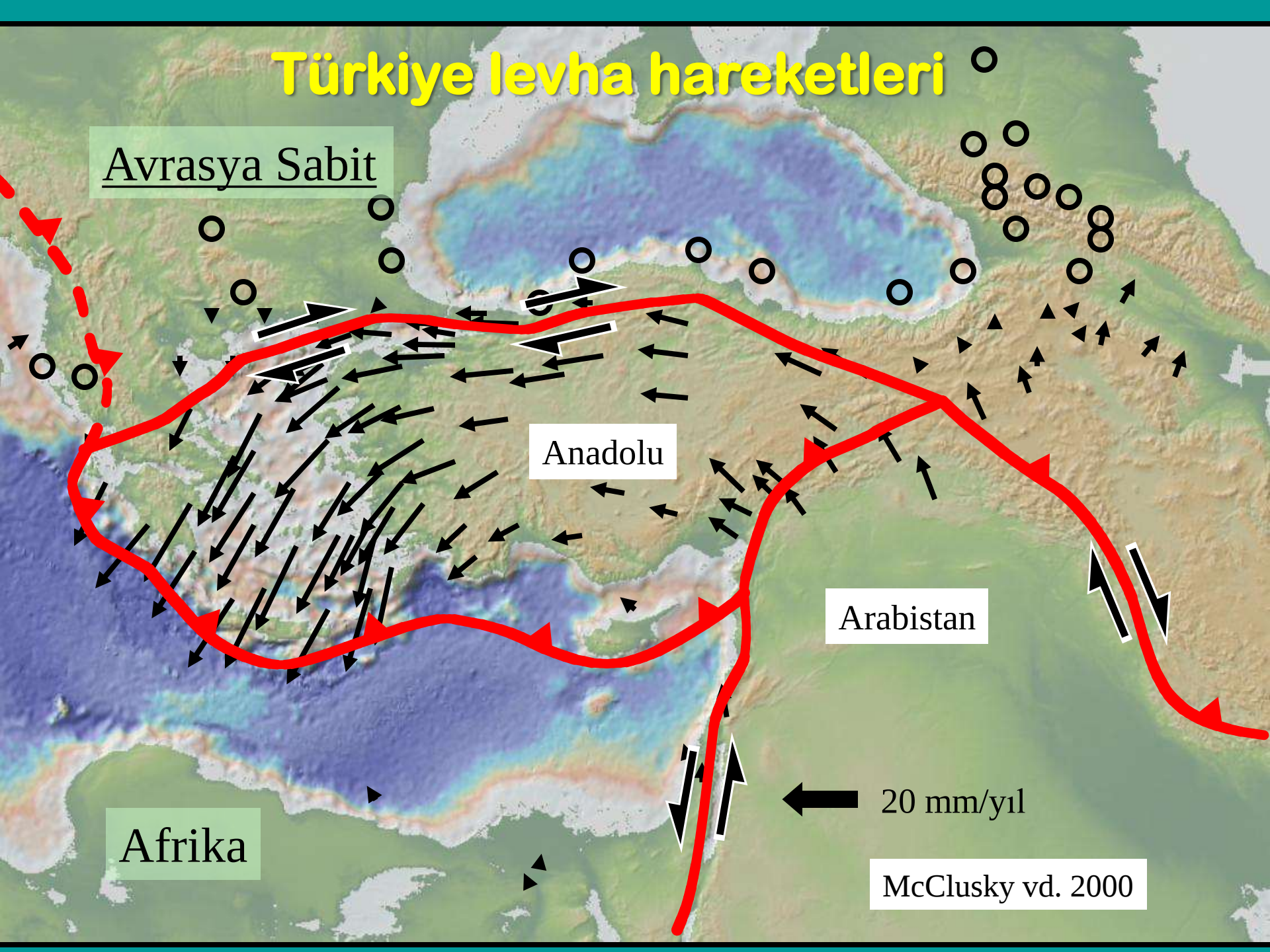
Anadolu

Arabistan

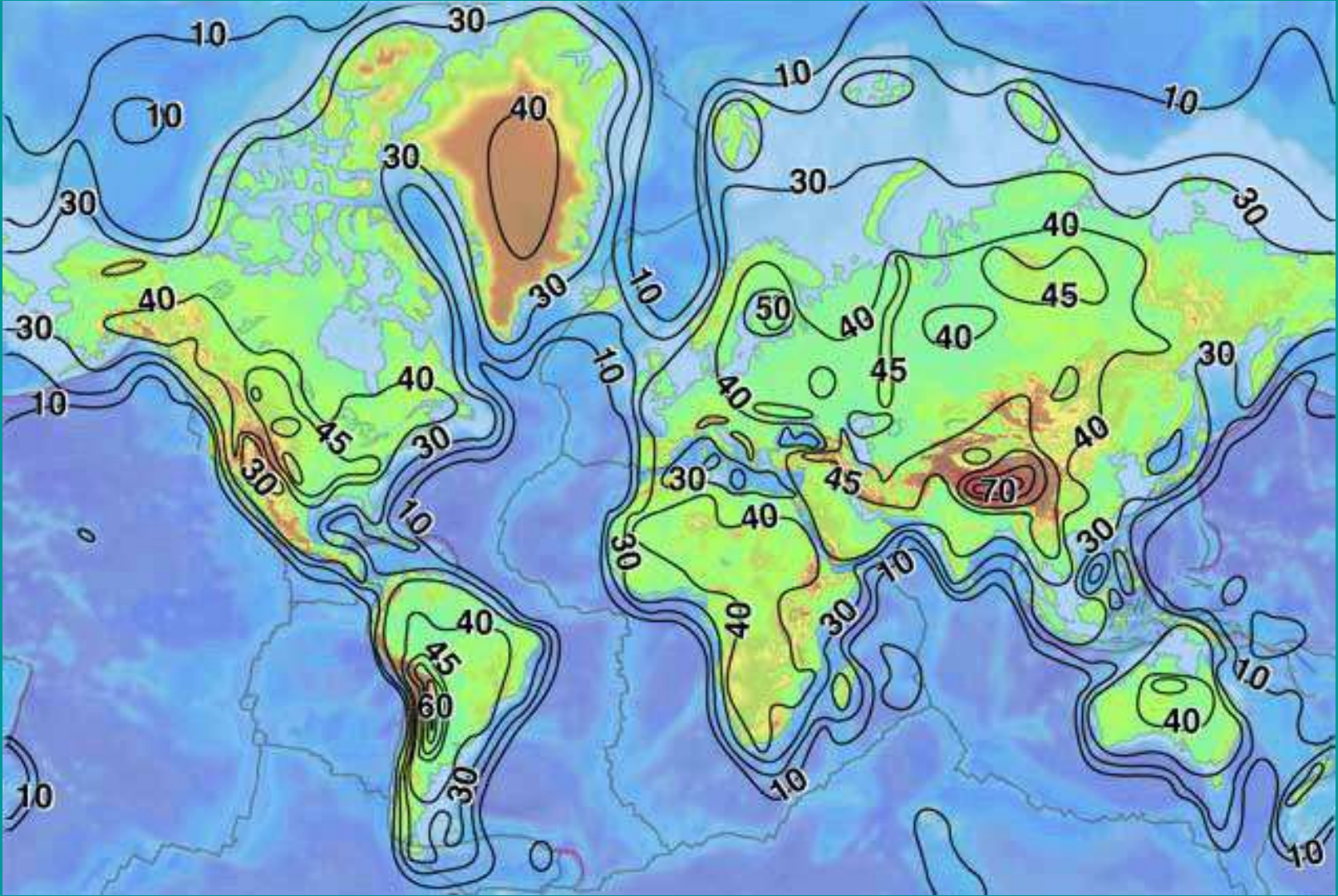
Afrika

20 mm/yıl

McClusky vd. 2000

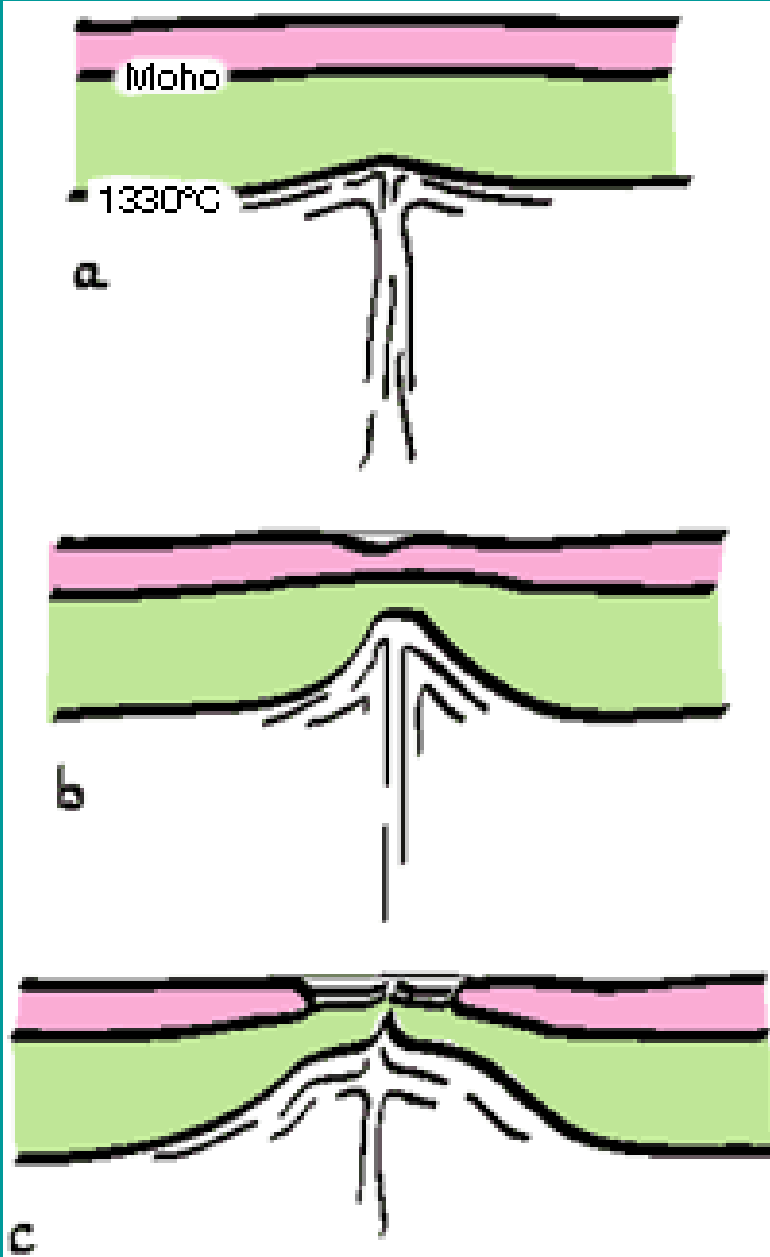


Yerkabuğunun Kalınlık Haritası



Yeryüzünün en yüksek dağları Himalayalar aynı zamanda kıta kabuğunun en kalın olduğu yerleridir

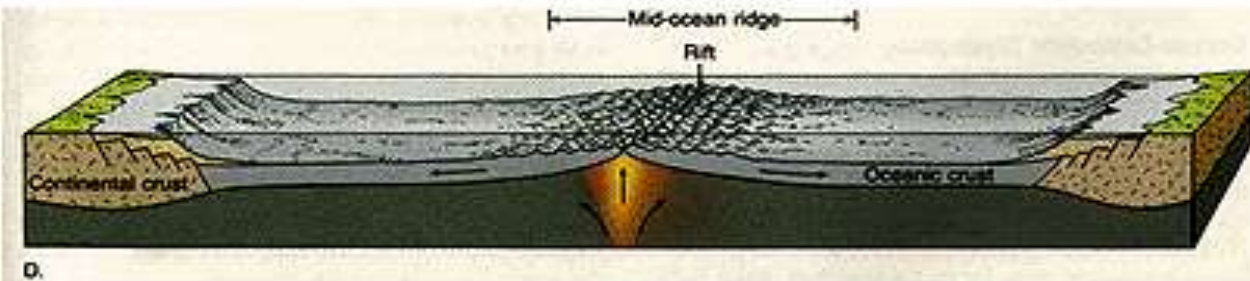
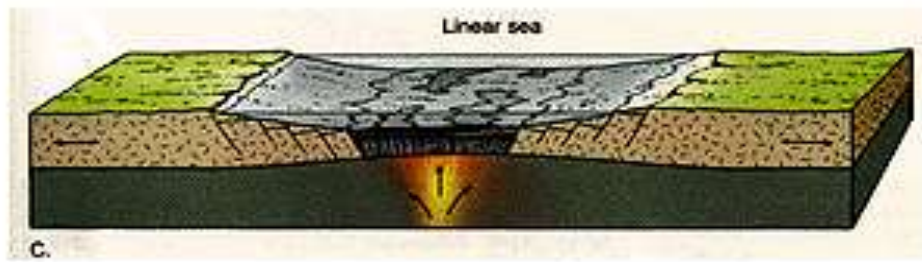
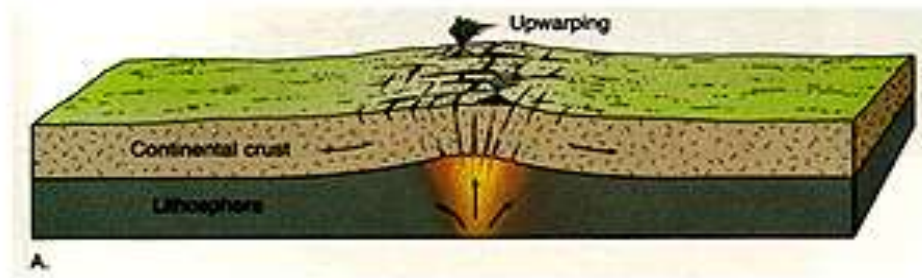
Kıta Kabuğunun Evrimi



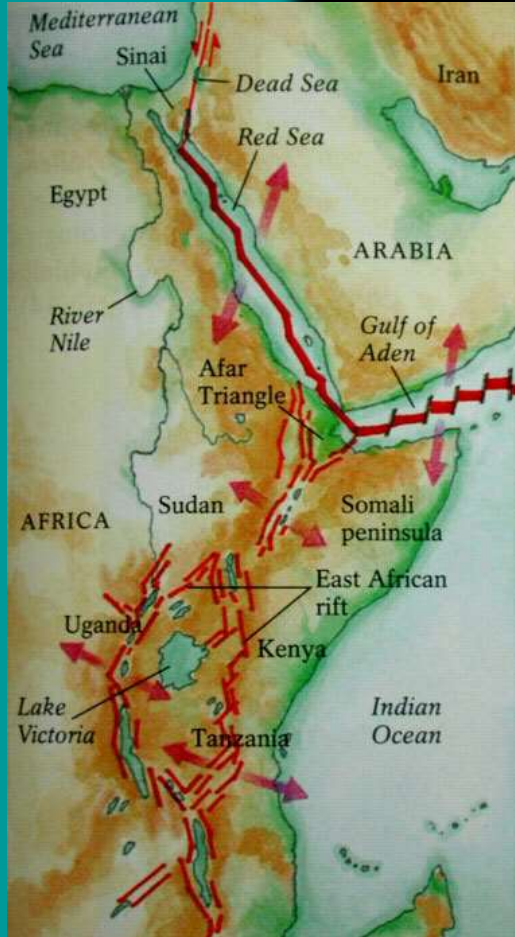
- Sıcak noktalar (*hotspot*) yer kıta kabuğunun incelmesine neden olur.

- İncelen kıta kabuğu yarılır ve magma bu yarılan yerden yeryüzüne yayılmaya başlar.

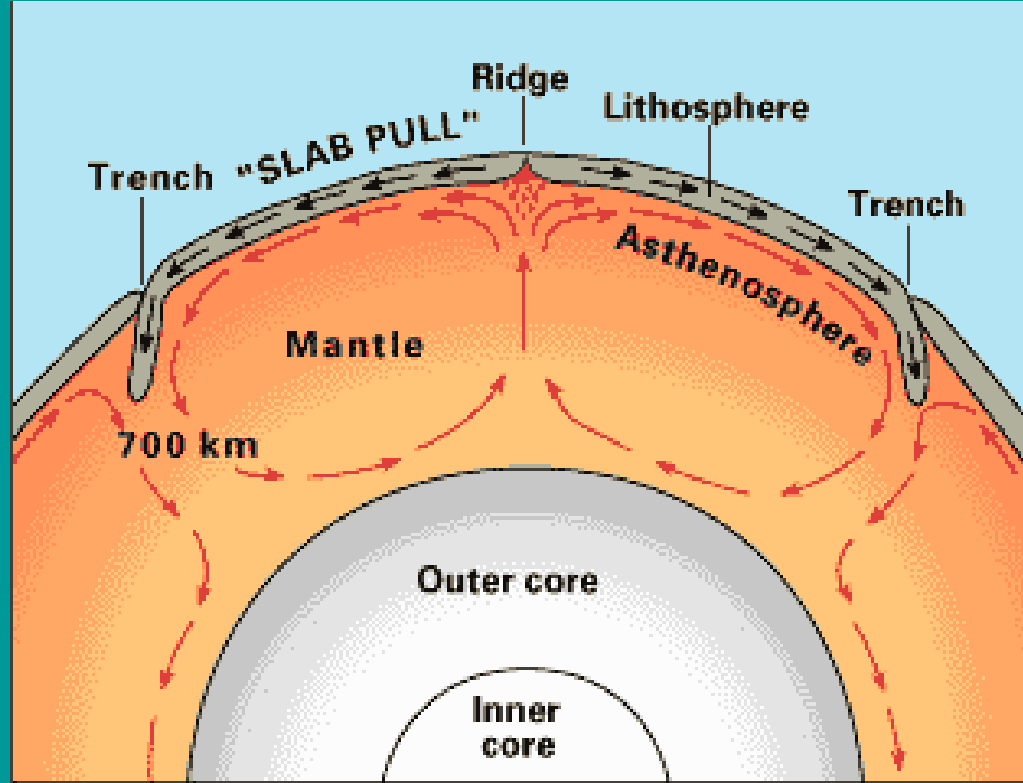
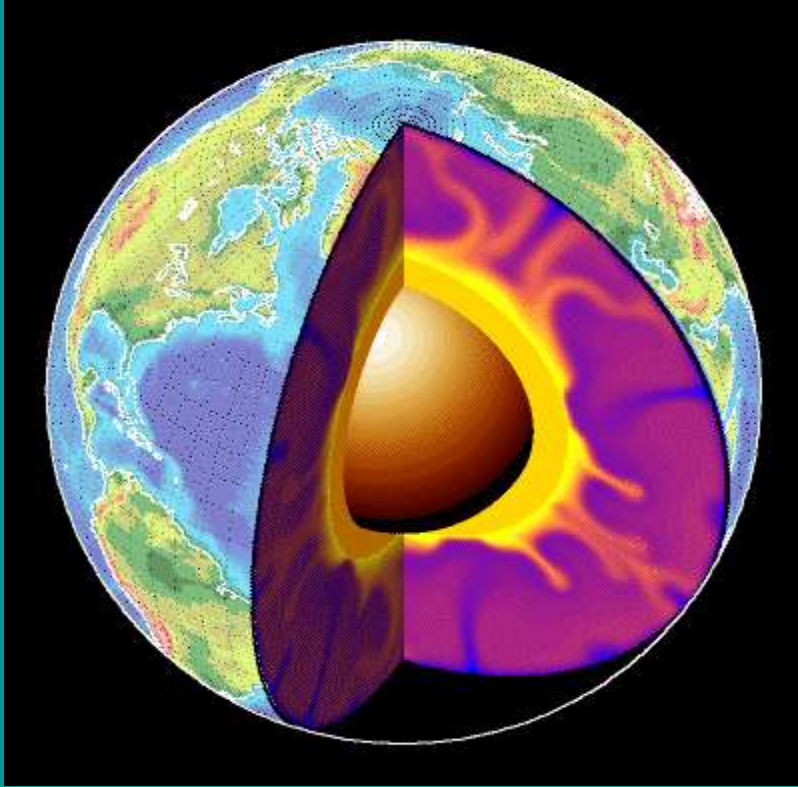
- ikiye ayrılan kıta kabuğundan çıkan magma malzemesi okyanusal kabuğu oluşturmaya başlar



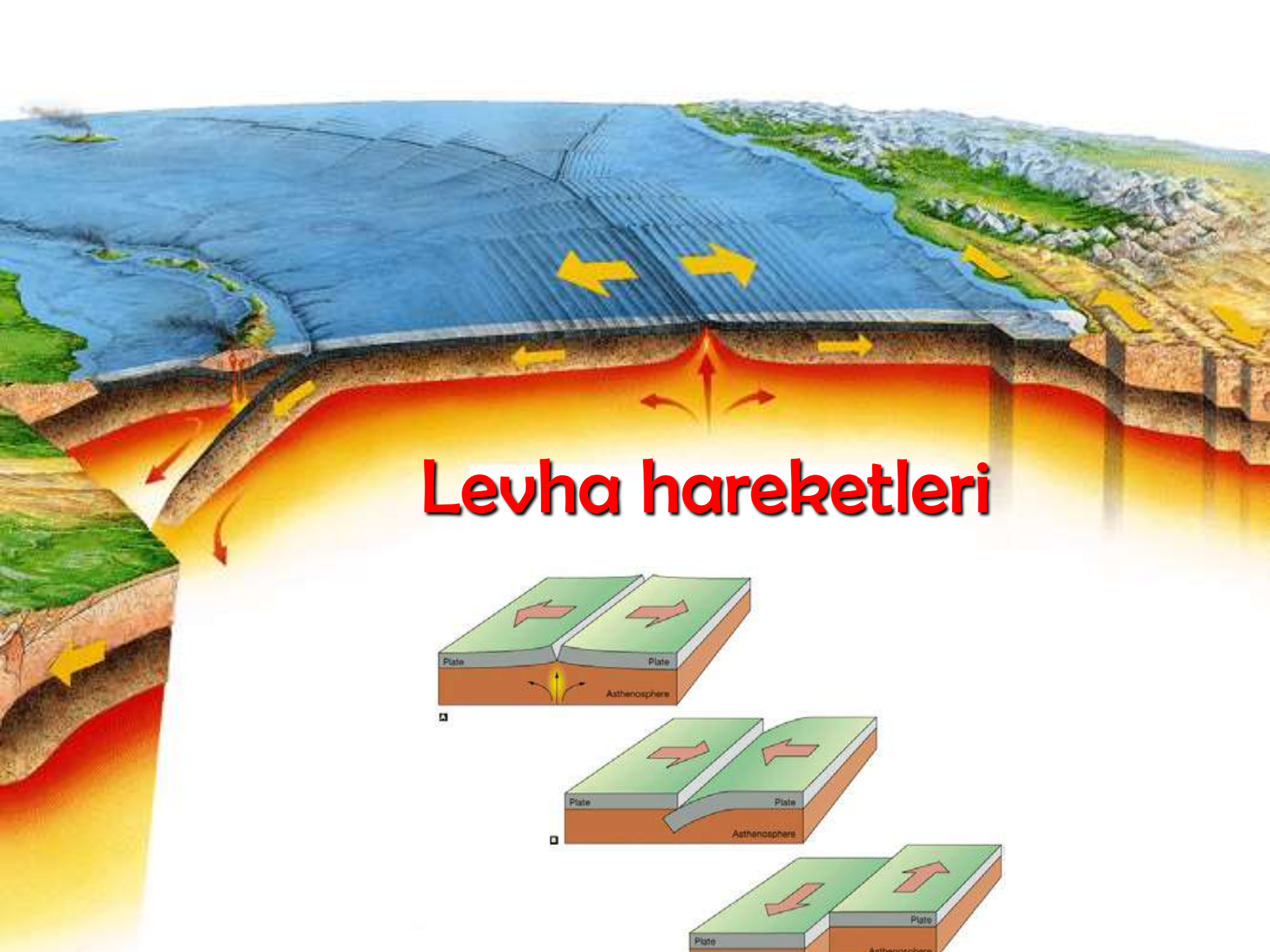
Kızıldeniz Gelecekte Okyanus Haline Gelecektir



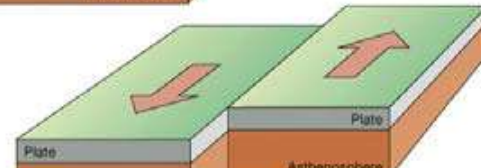
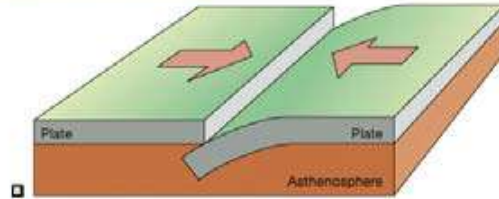
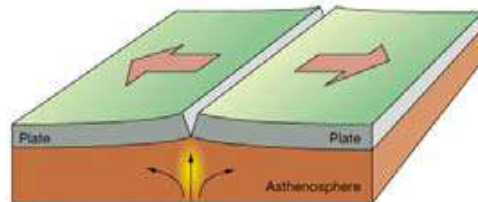
Konveksiyon akımları

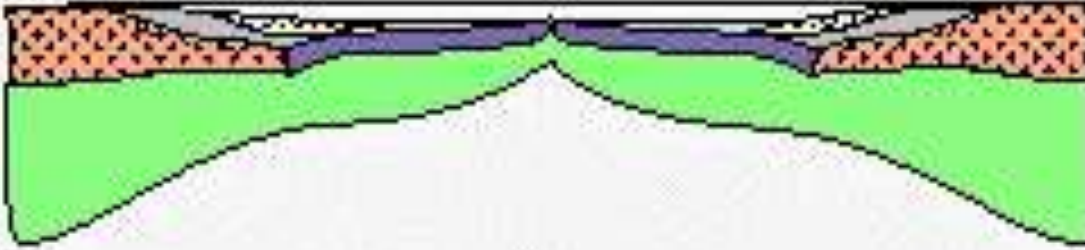


Levhalar radyoaktif enerji sonucu oluşan konveksiyon akımlarıyla hareket eder.

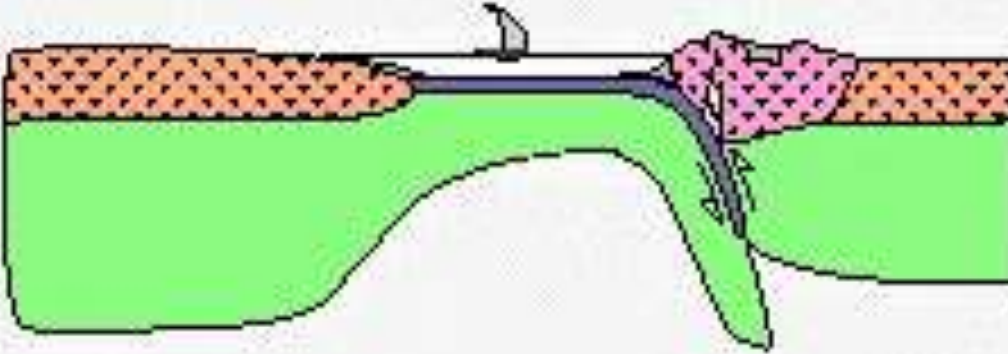


Levha hareketleri

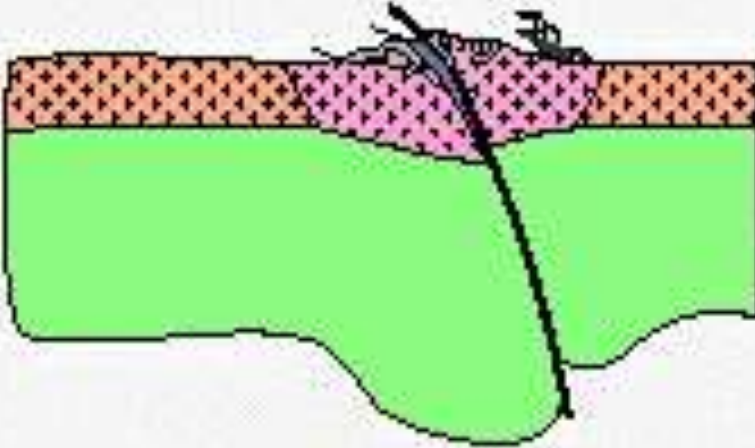




uzaklaşan
Levhalar

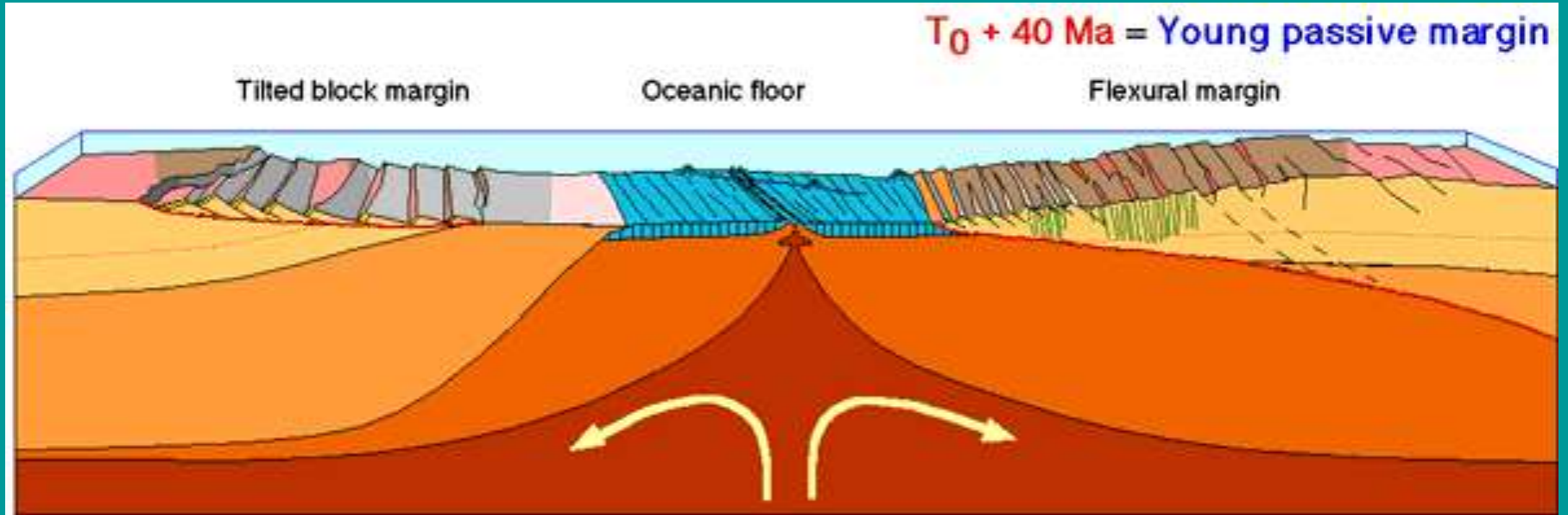


Yaklaşan
Levhalar



Çarpışan
Levhalar

A- Uzaklaşan Levhalar



Kıtasal levhaların ayrılmasıyla
okyanusal kabuk oluşur.
Böylece okyanuslar da genişler

A- Uzaklaşan Levhalar

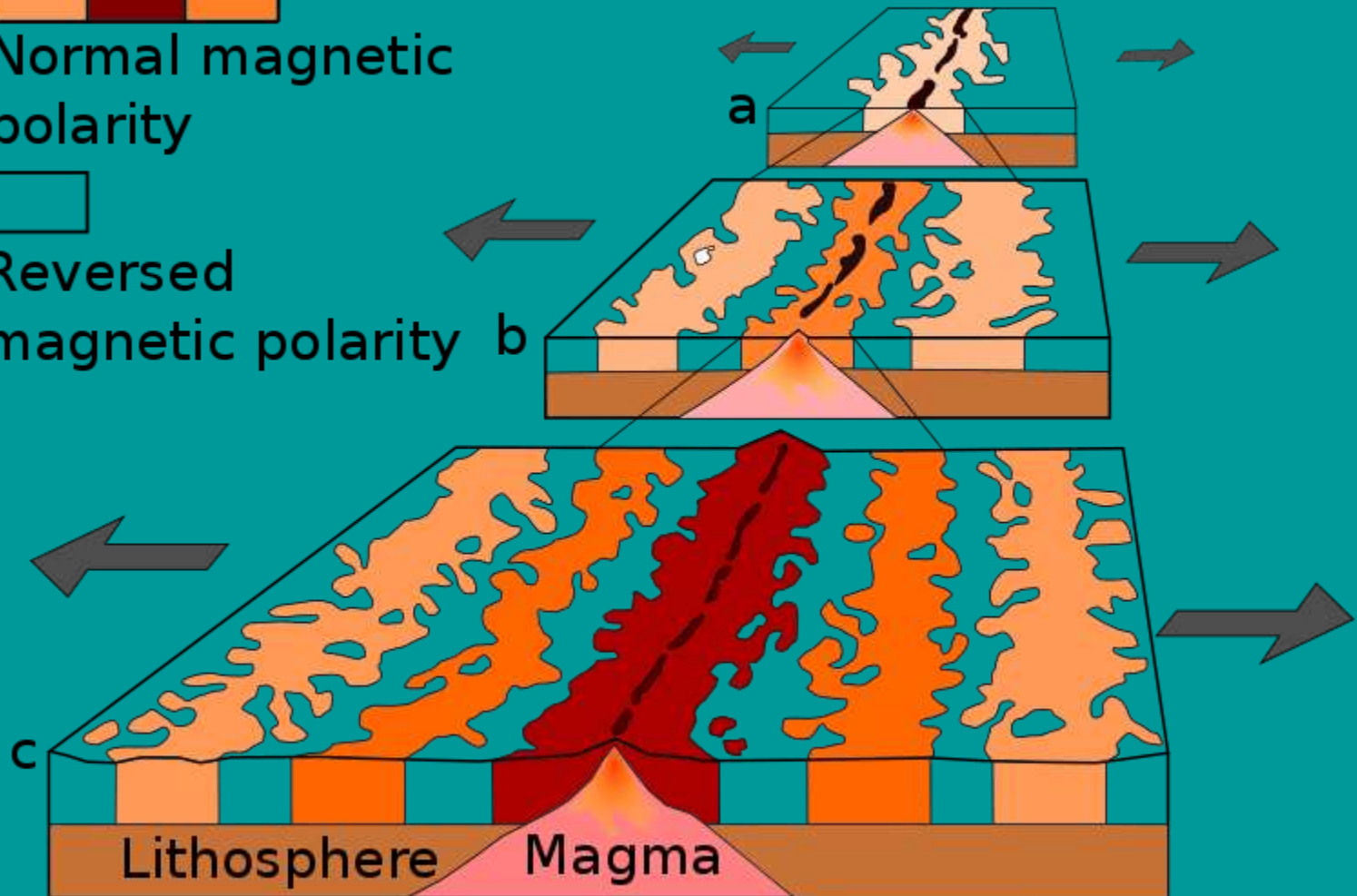
Okyanus tabanı yayılması ve manyetik terslenmeler



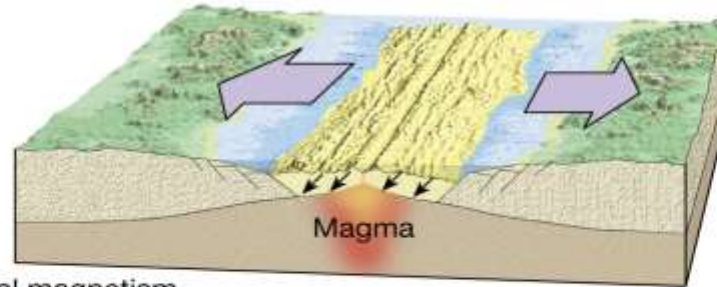
Normal magnetic
polarity



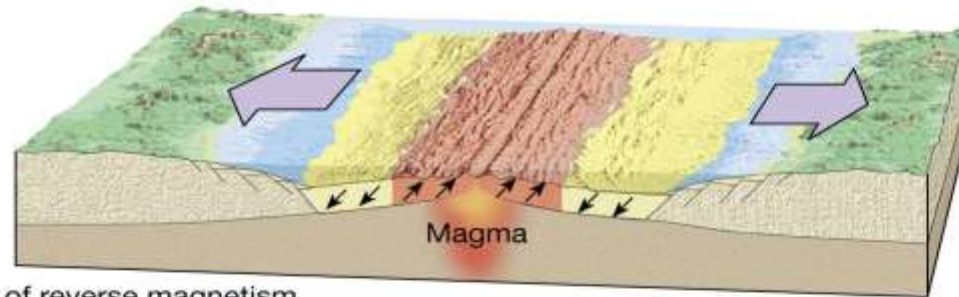
Reversed
magnetic polarity



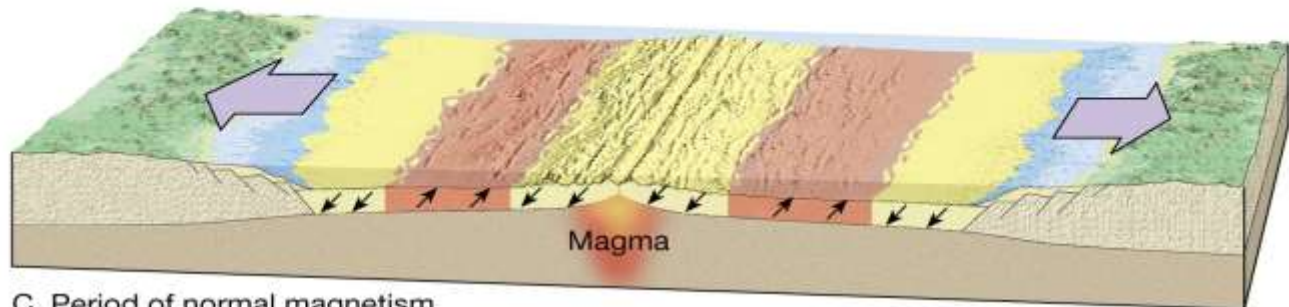
Okyanus ortası sırtlardaki bazaltlarda kayıt edilmiş jeomanyetik terslenmeler



A. Period of normal magnetism

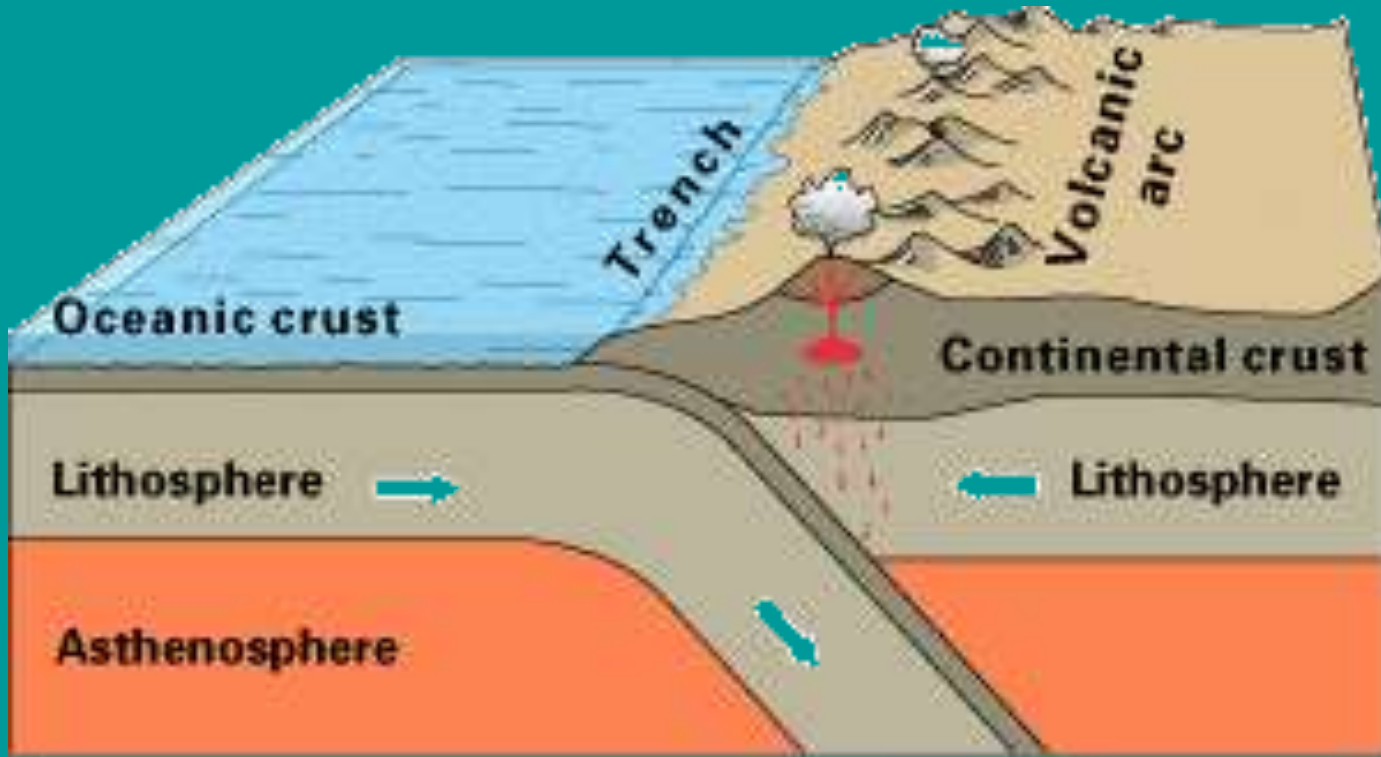


B. Period of reverse magnetism



C. Period of normal magnetism

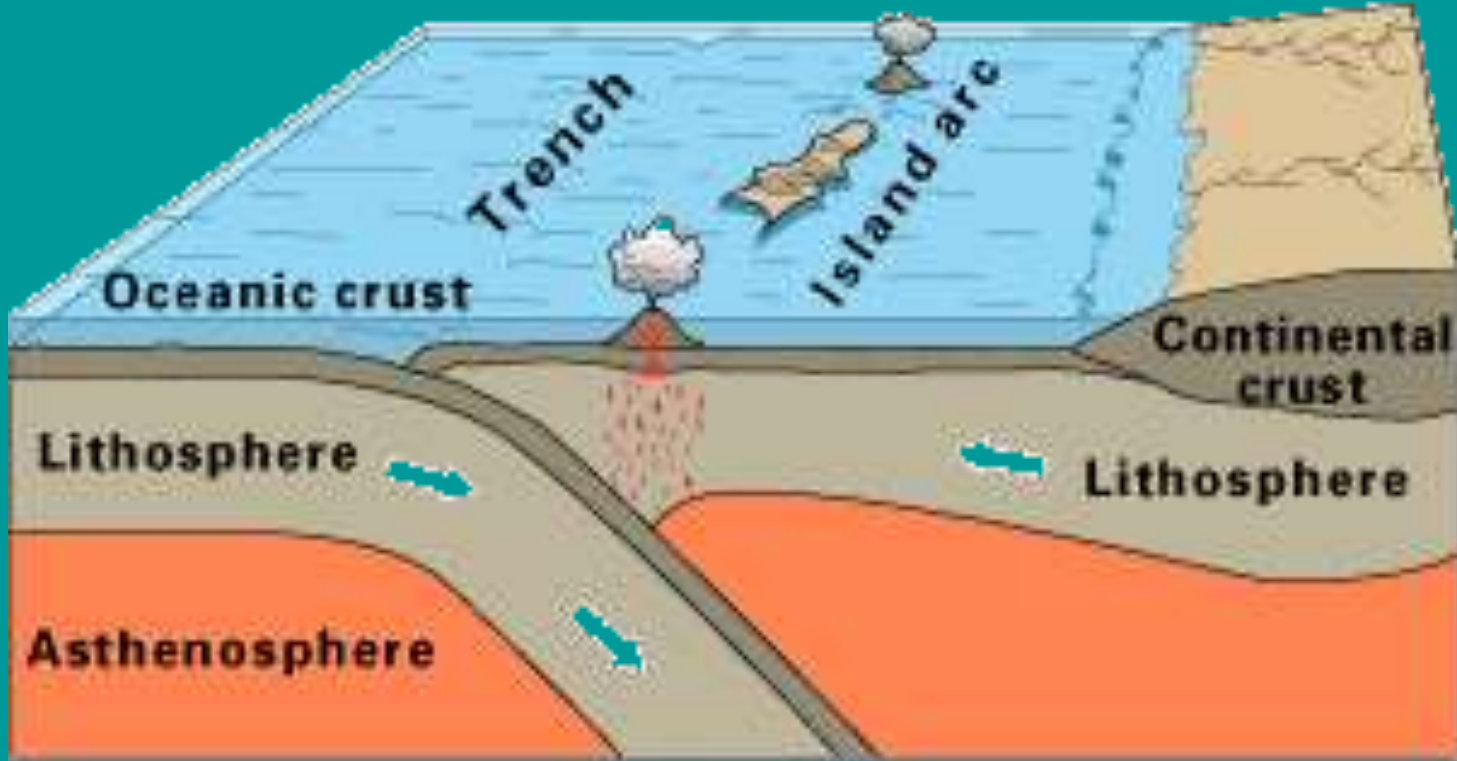
B- Birbirine Yaklaşan (Konverjan) Levhalar



Oceanic-continental convergence

Karşı karşıya kalan levhalardan ağır olanı diğerinin altına dalar. Bu olaya dalma-batma, yere de dalma-batma (subduction) zonu denir

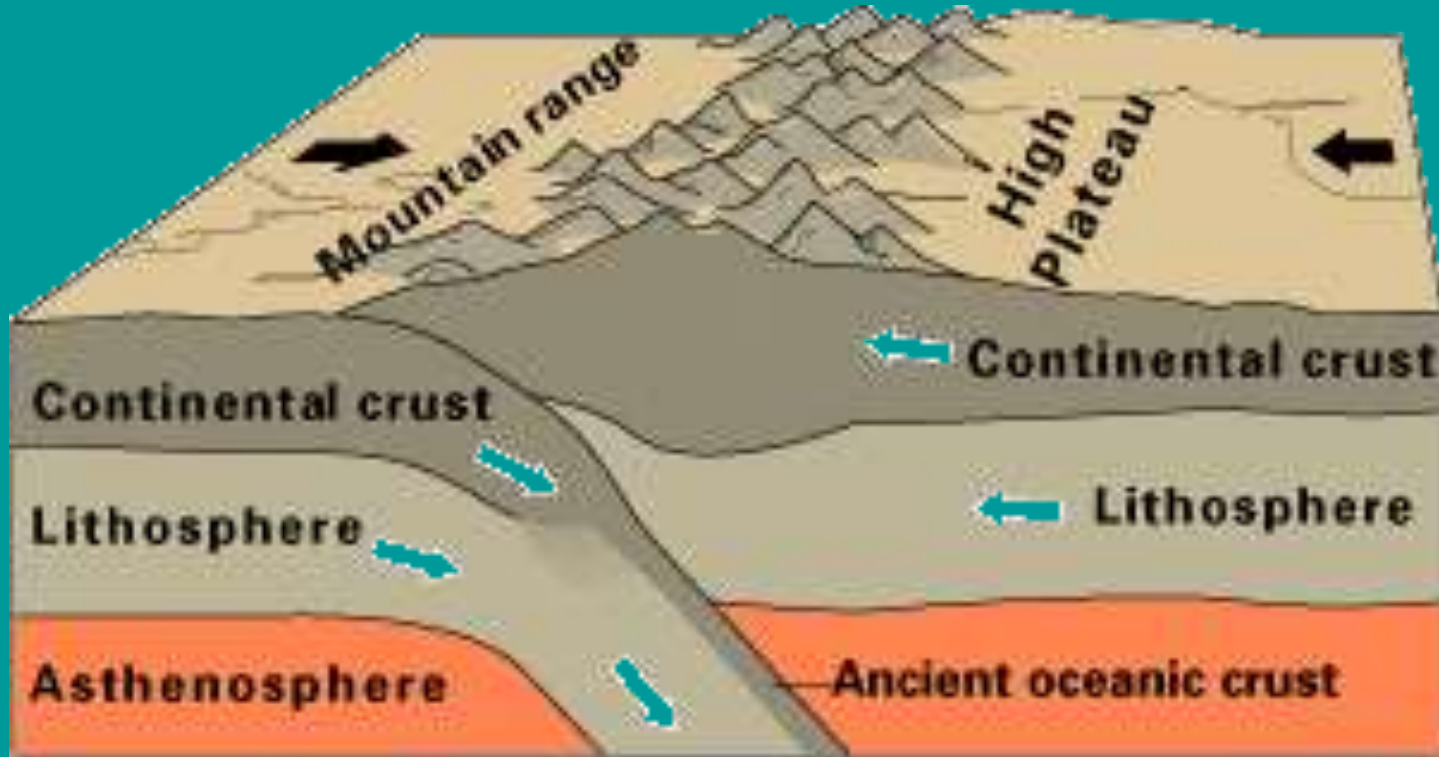
B- Birbirine Yaklaşan Levhalar



Oceanic-oceanic convergence

Karşı karşıya kalan levhalardan ikisi de okyanusal karakterde ise ağır olan diğerinin altına dalar.

B- Birbirine Yaklaşan (Çarpışan) Levhalar

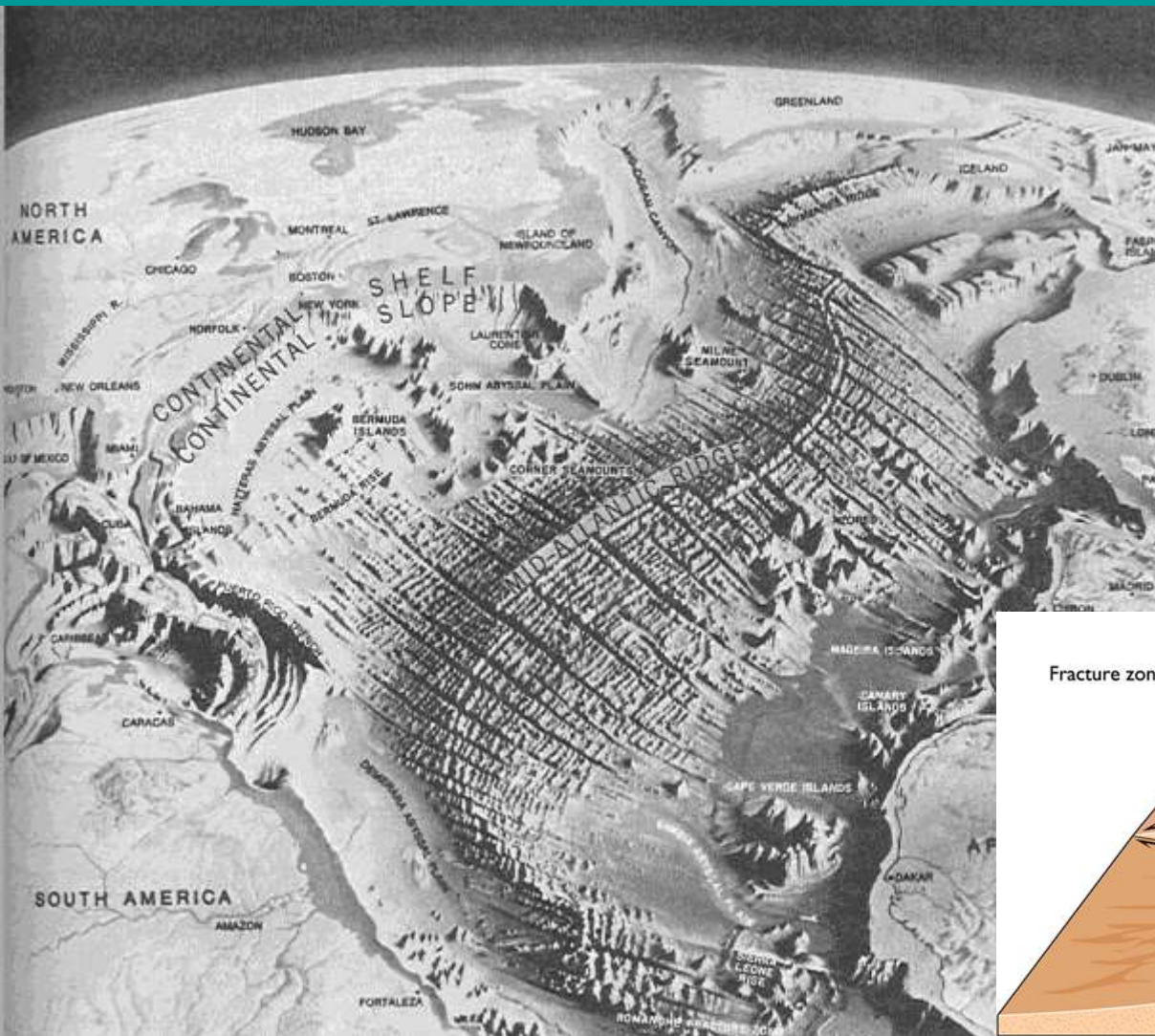


Continental-continental convergence

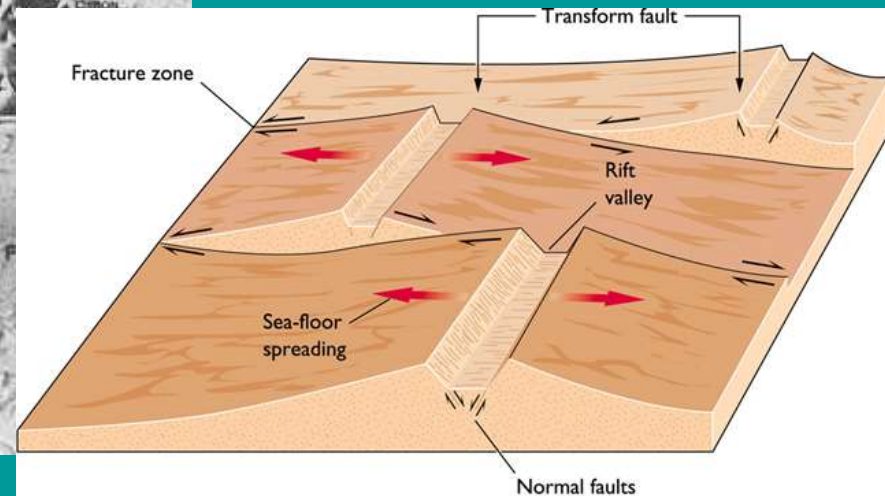
Karşı karşıya kalan levhalardan ikisi de kıtasal karakterde ise bu kez dalma-batma olayı gerçekleşmez ve kıtalar çarpışarak sıradağlar oluşur

C- Transform Faylar ve yanar hareket

Transform Faylar

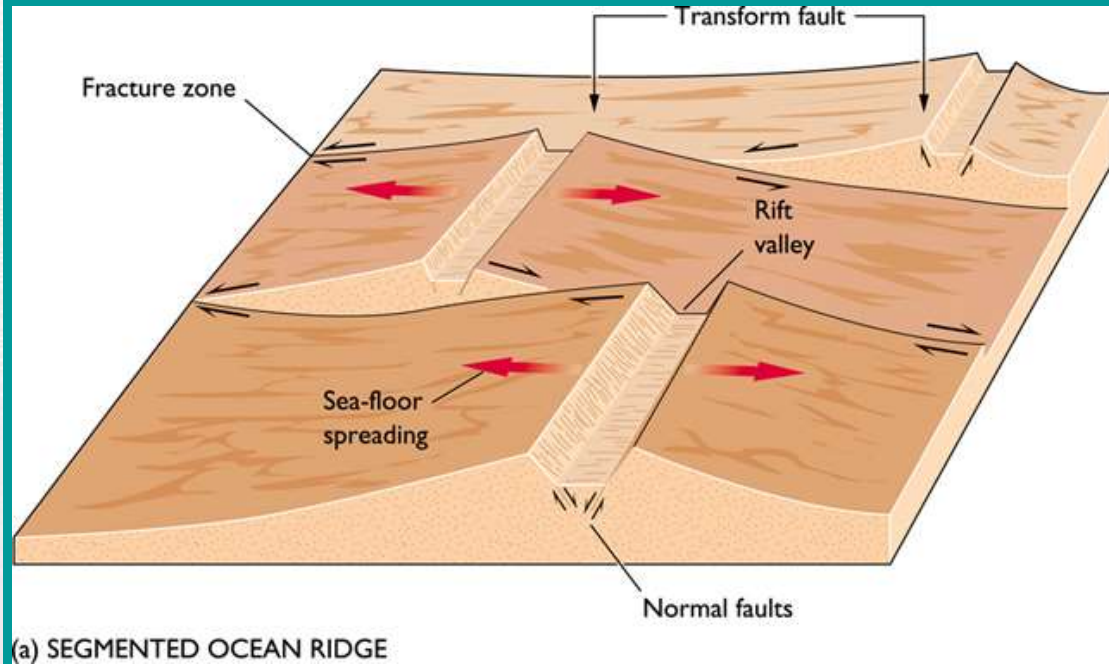


Transform Faylar



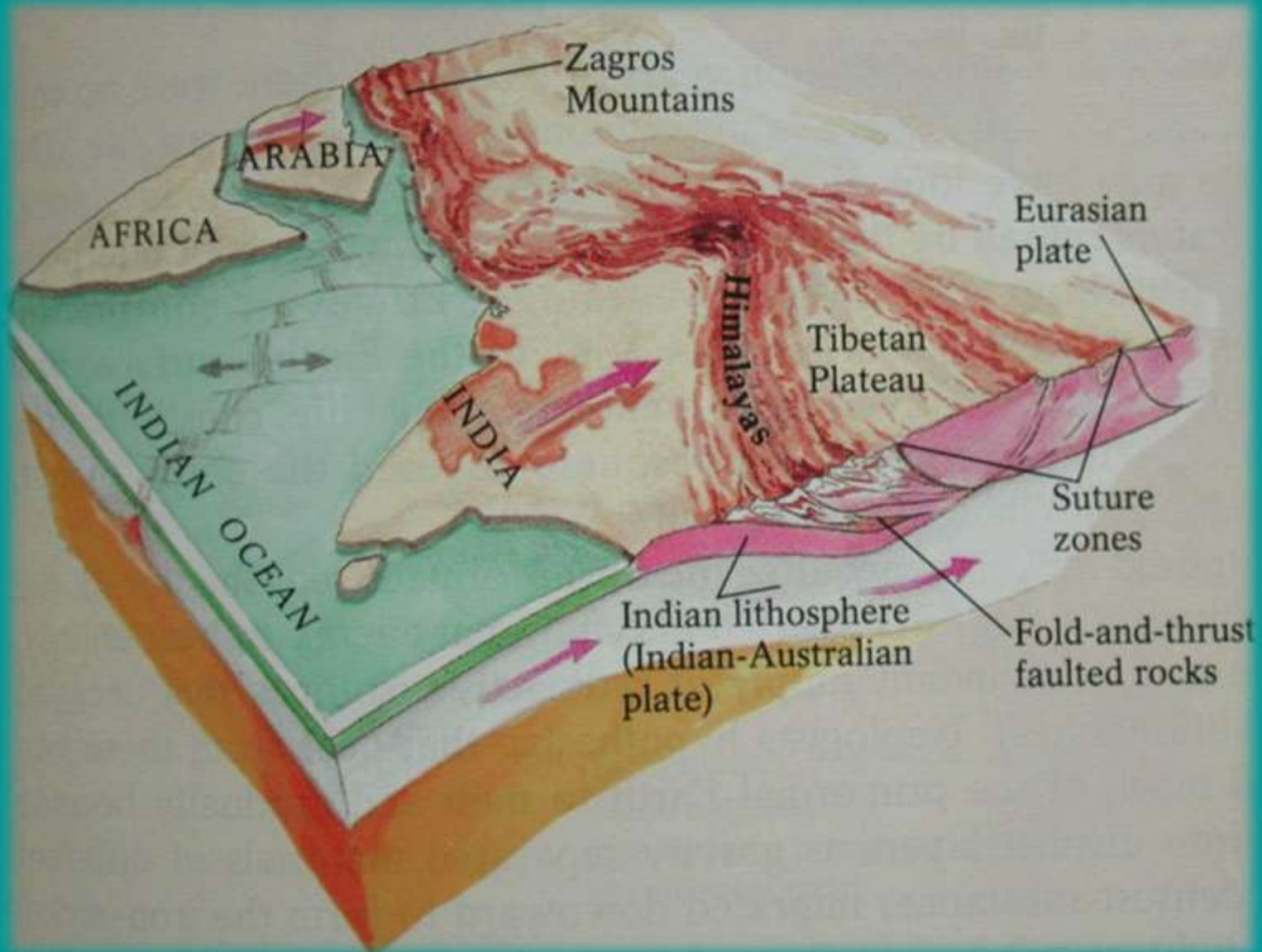
(a) SEGMENTED OCEAN RIDGE

C- Transform Faylar ve yanar hareket

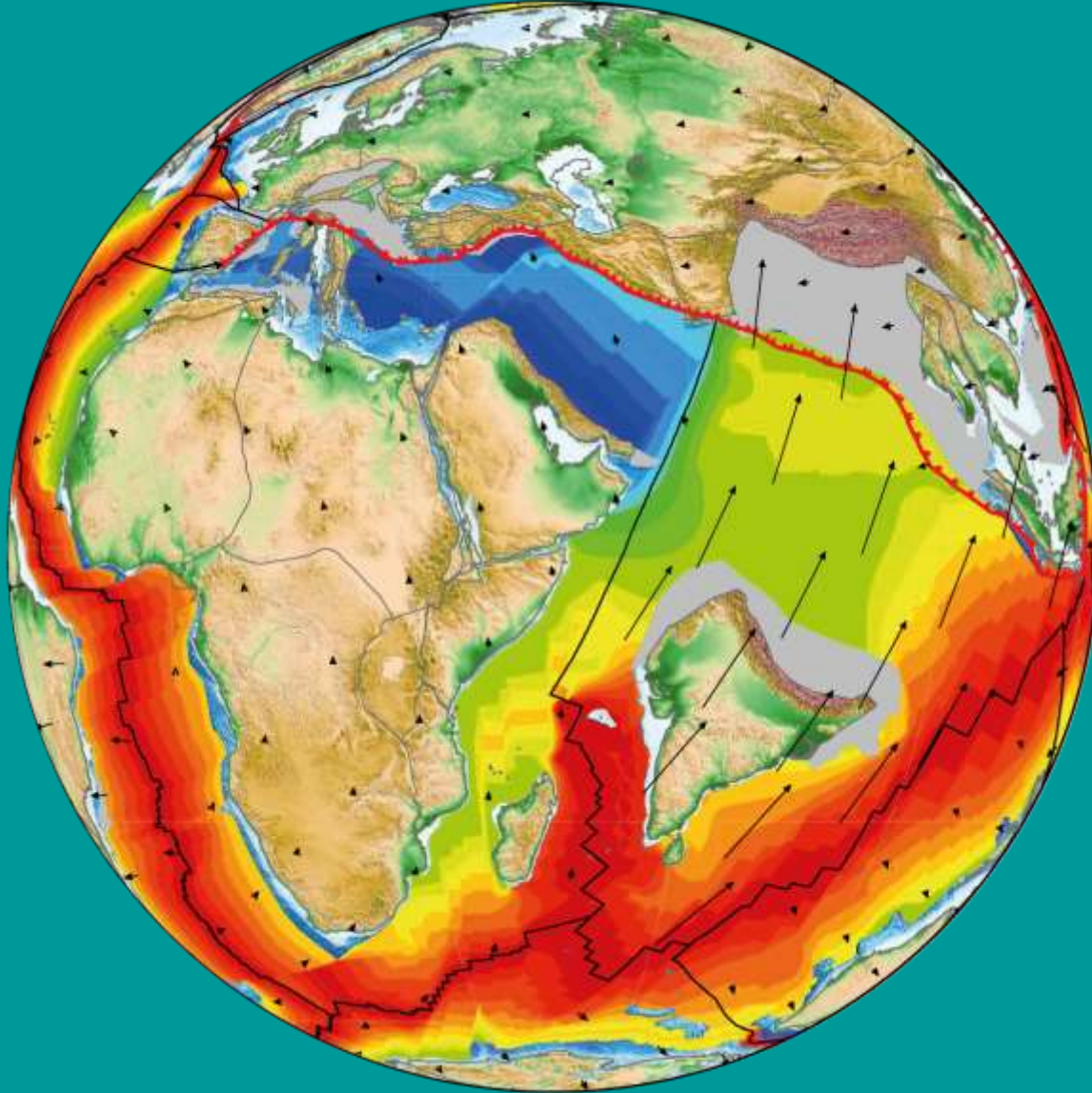


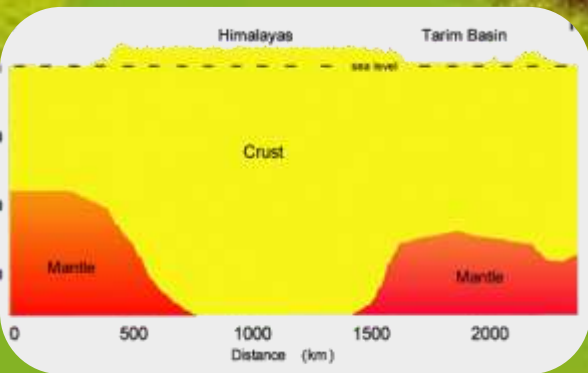
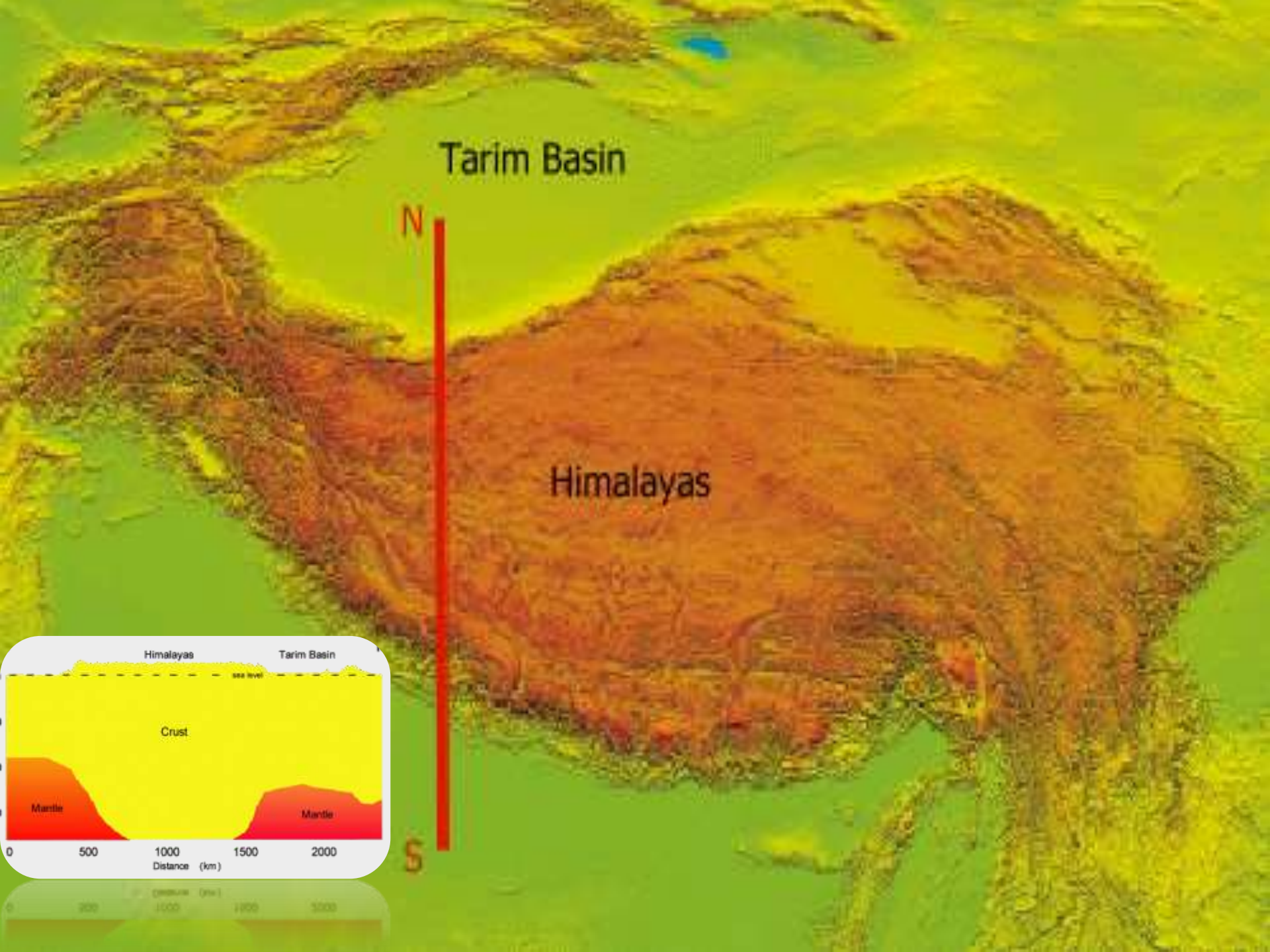
Transform Faylar

Hindistan İle Asya Kıtalarının Çarpışması Himalayaların Oluşmasına Yol Açmıştır



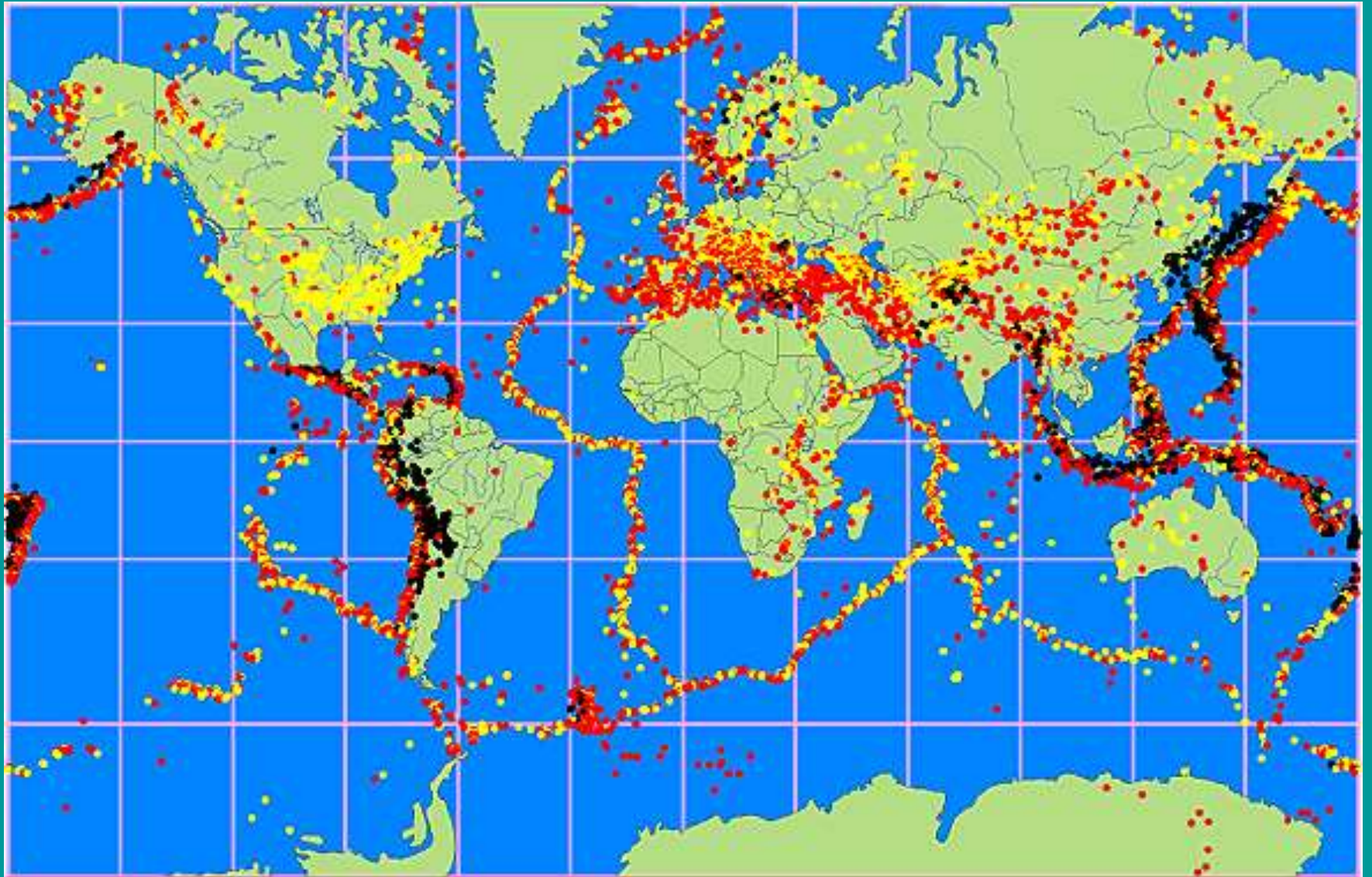
Hindistan ile Asya Kıtalarının Çarpışması Himalayaların Oluşmasına Yol Açmıştır





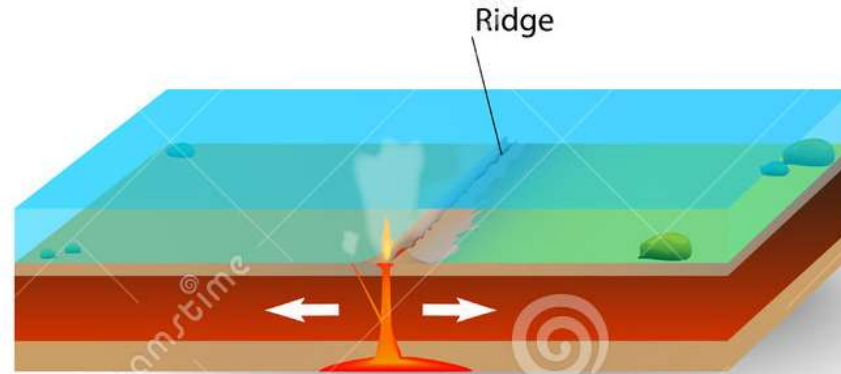


Dünya Deprem Kuşakları

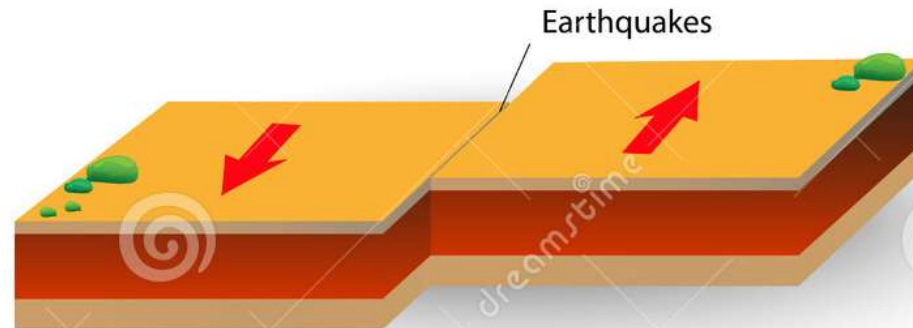


Dünya Deprem Kuşakları

Divergent
plate
boundary

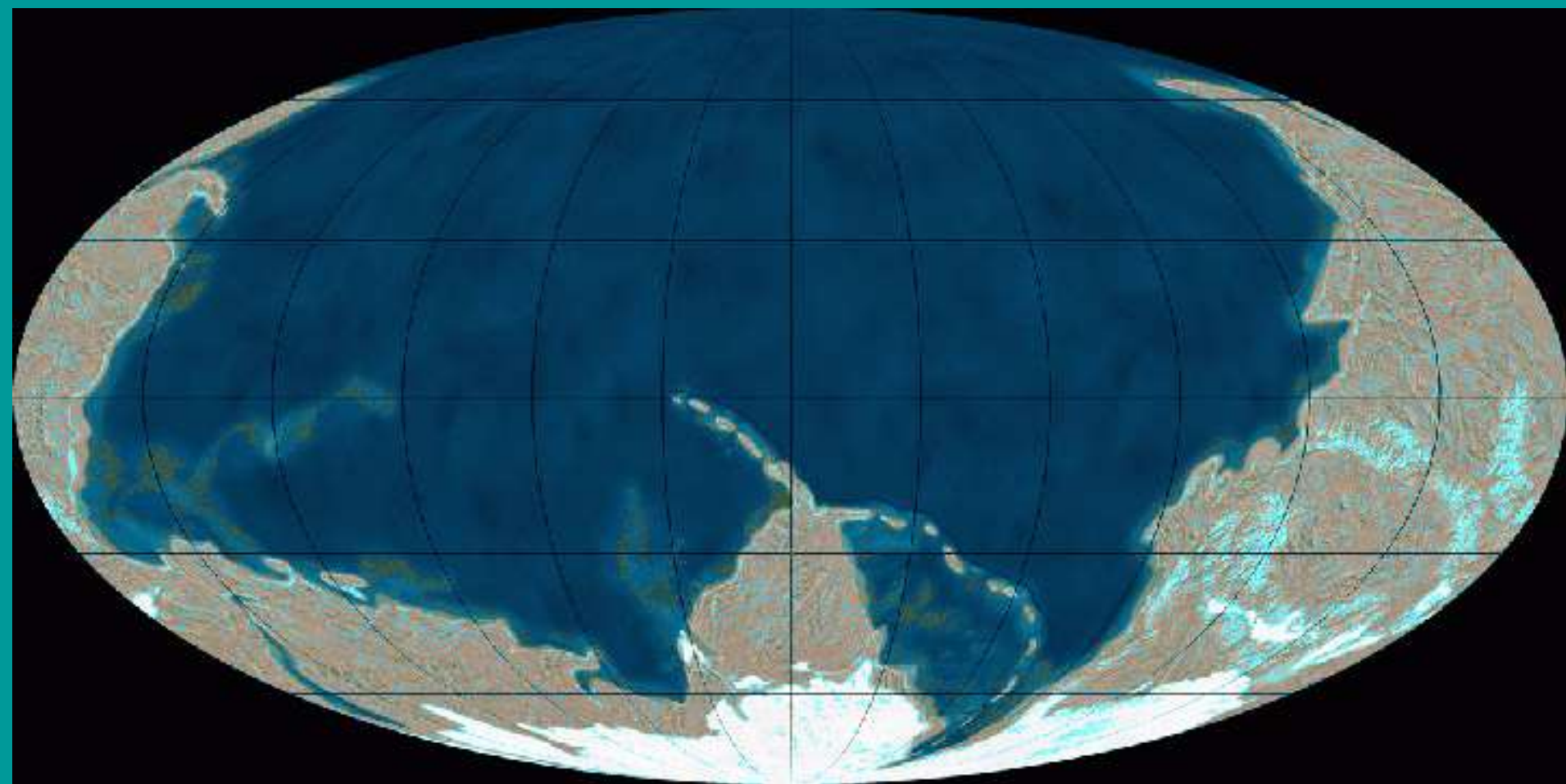


Transform
plate
boundary

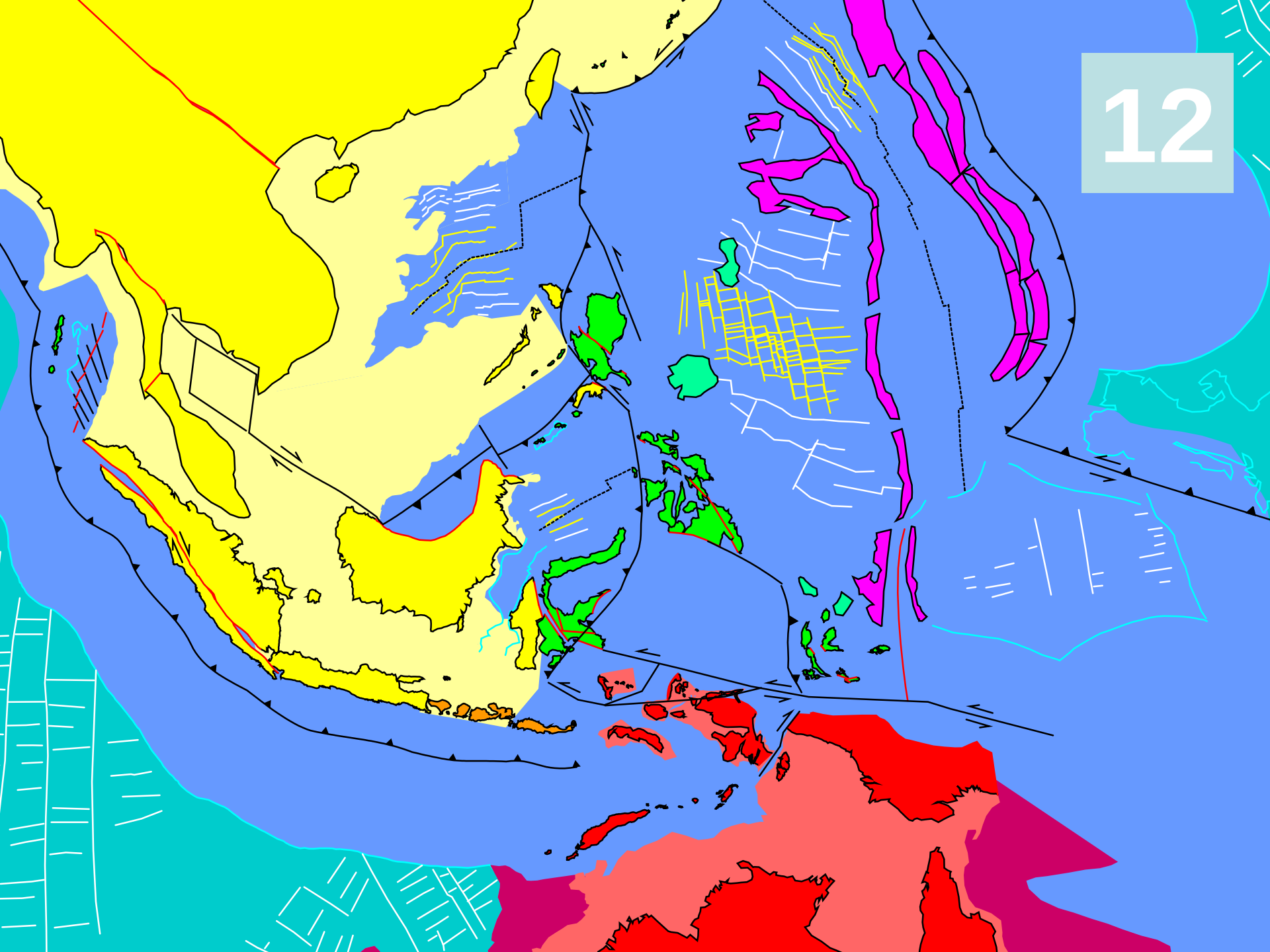


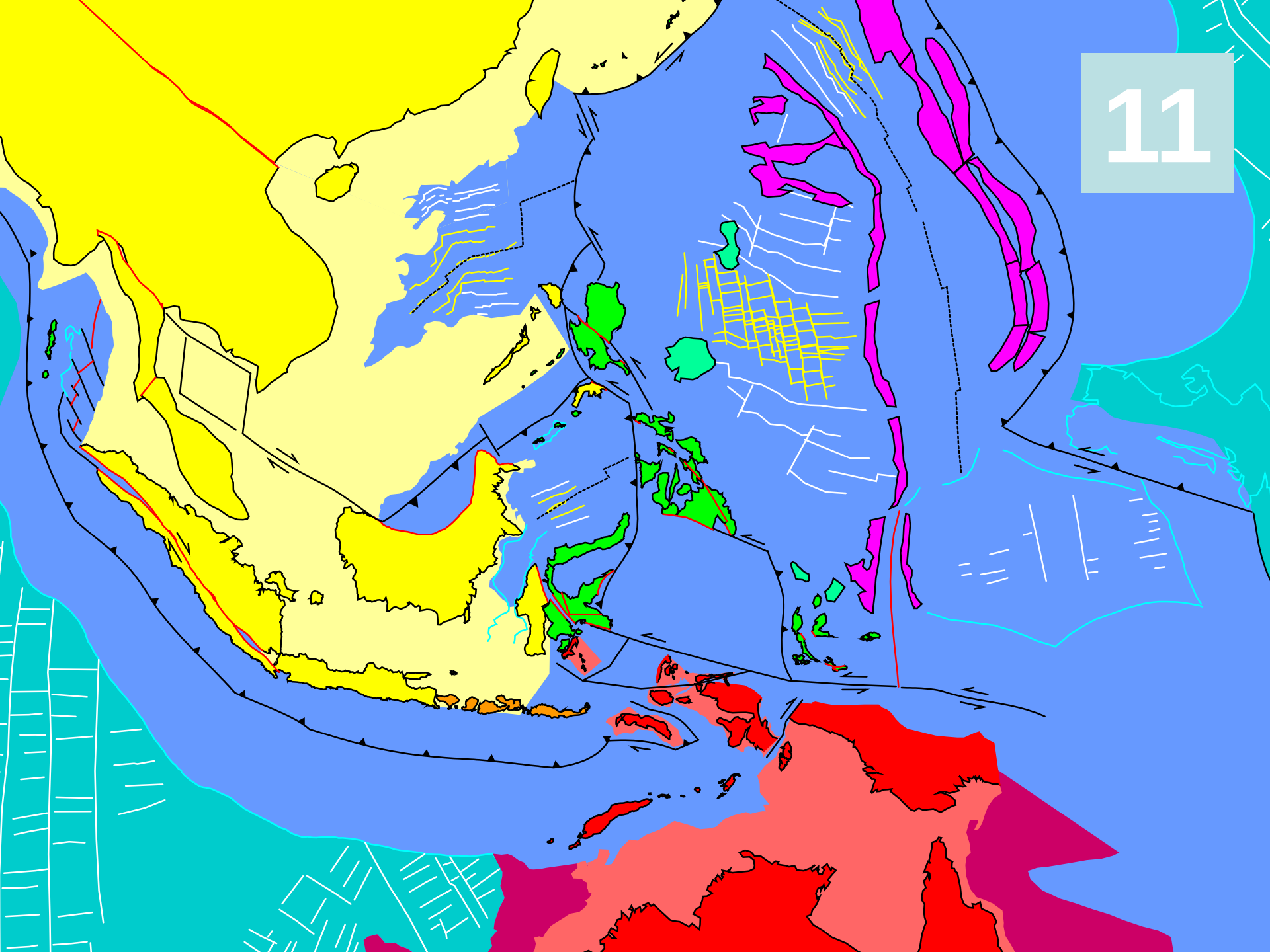
Convergent
plate
boundary



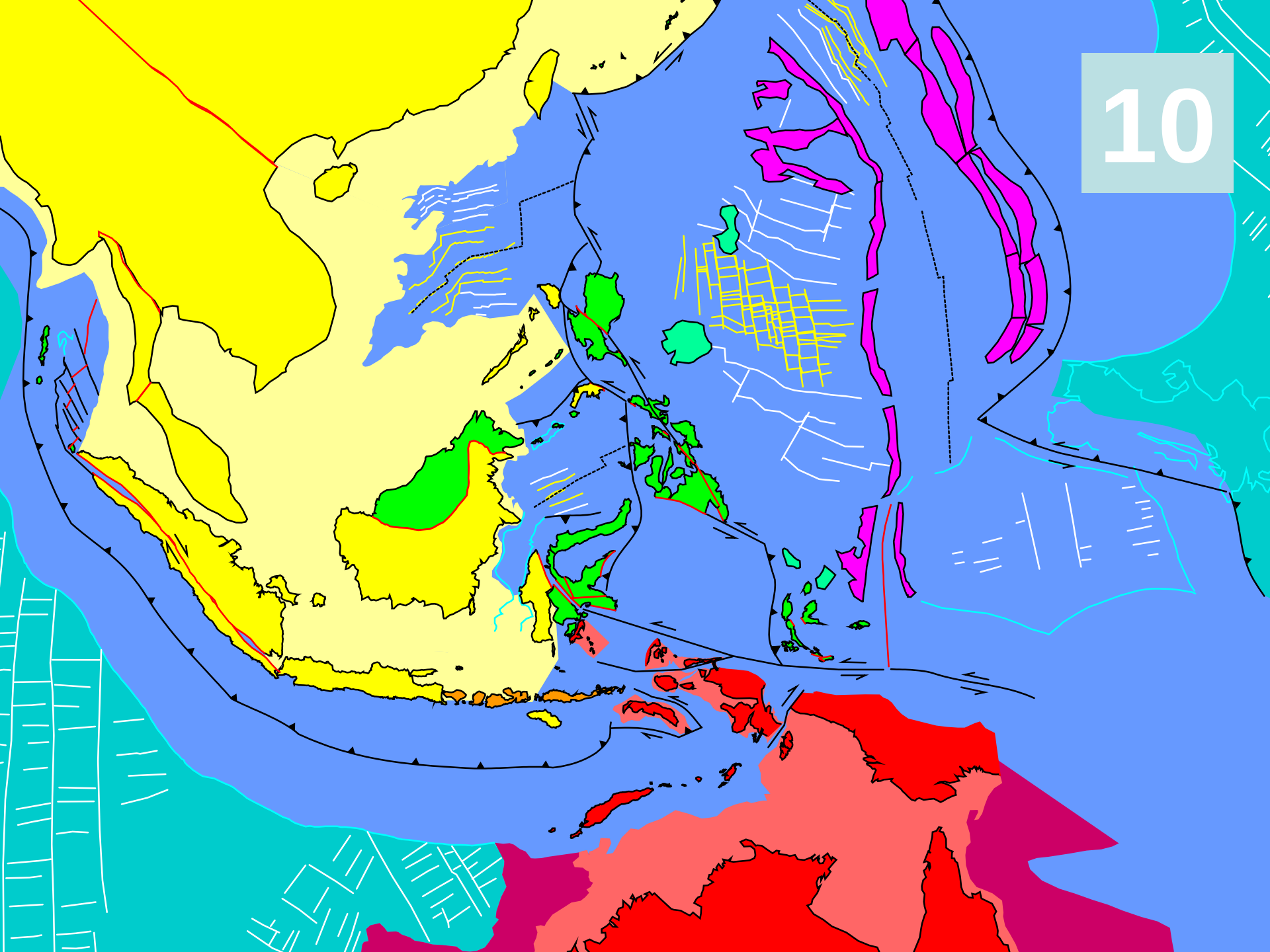


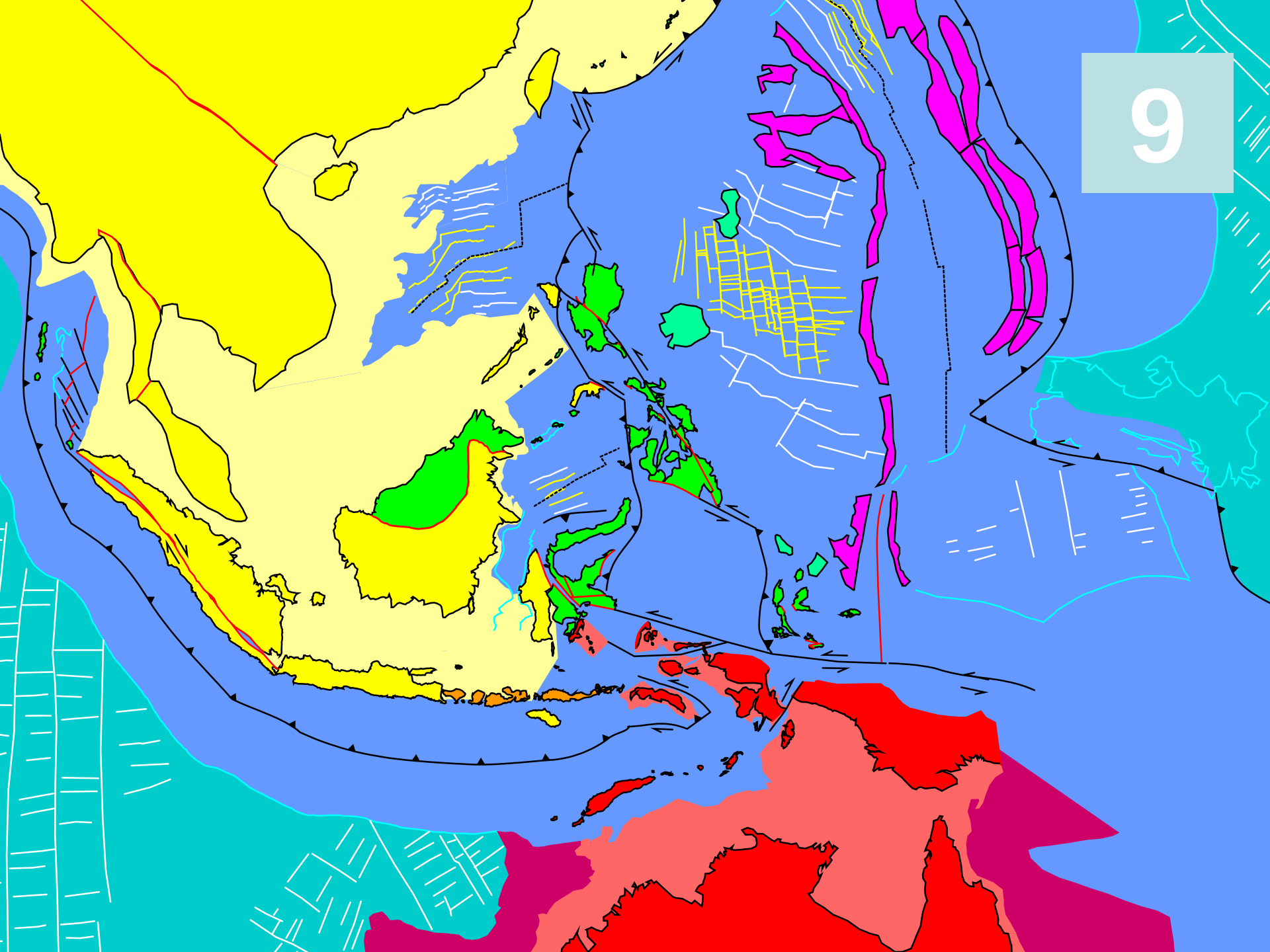
12

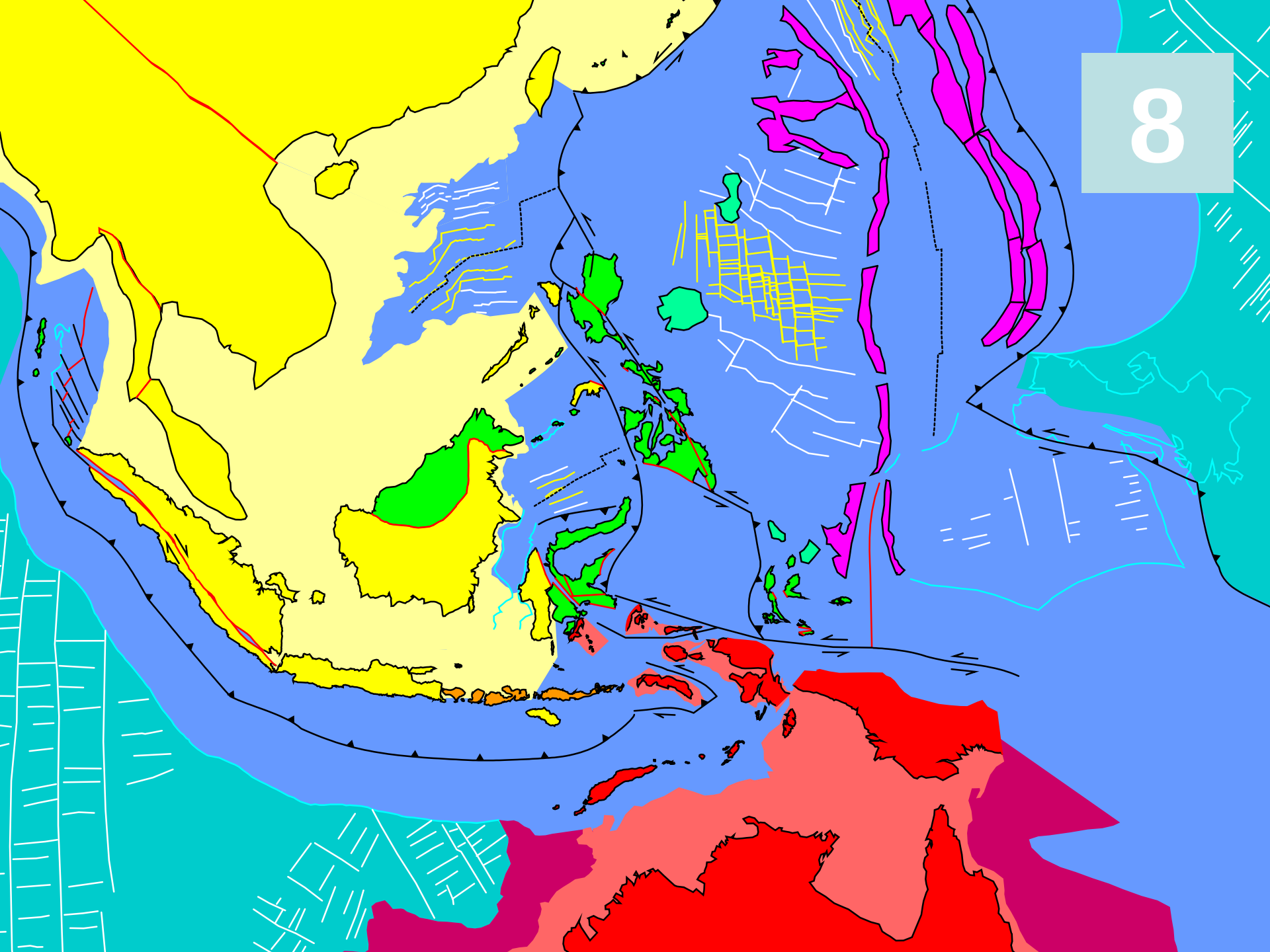


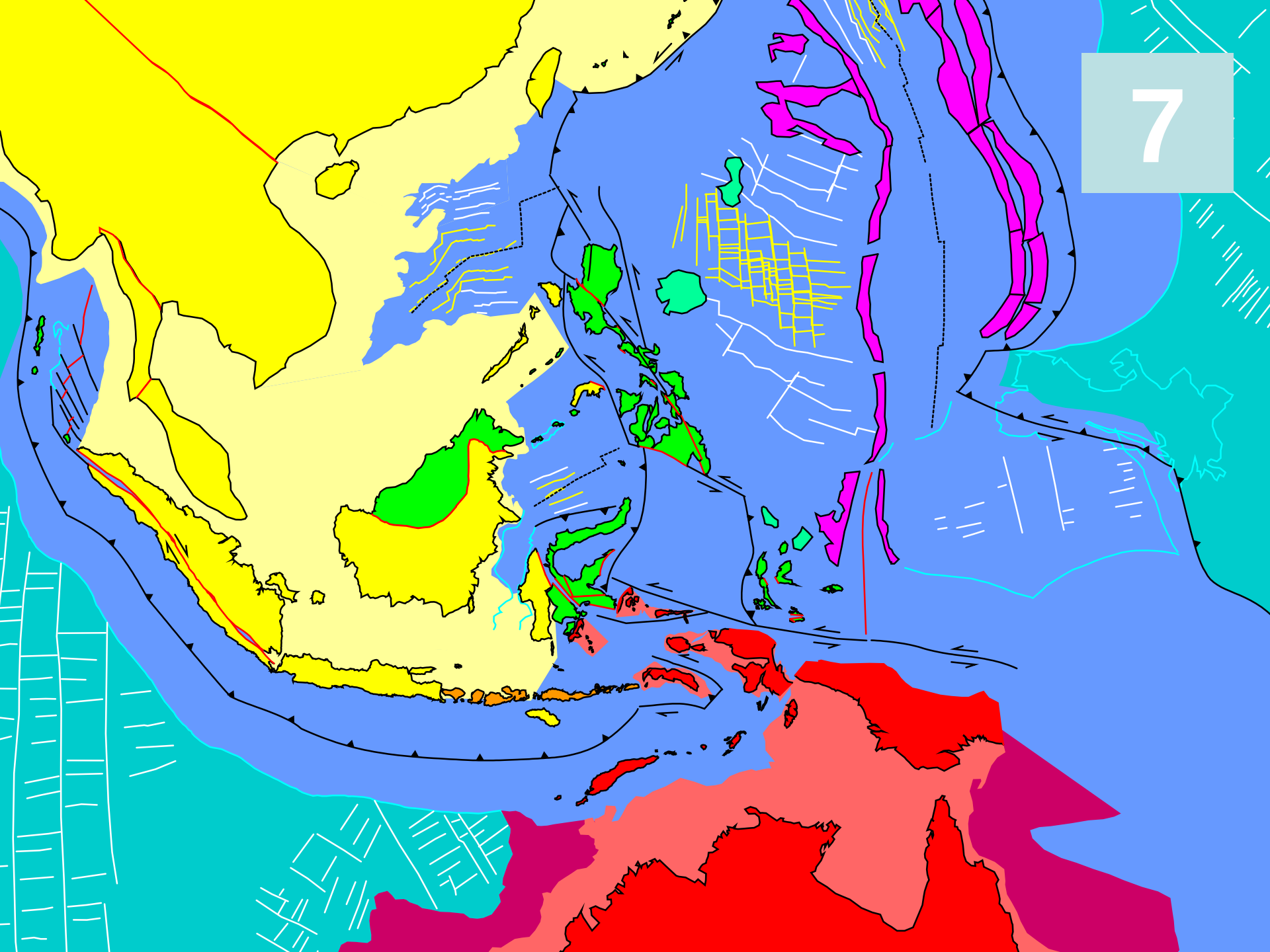


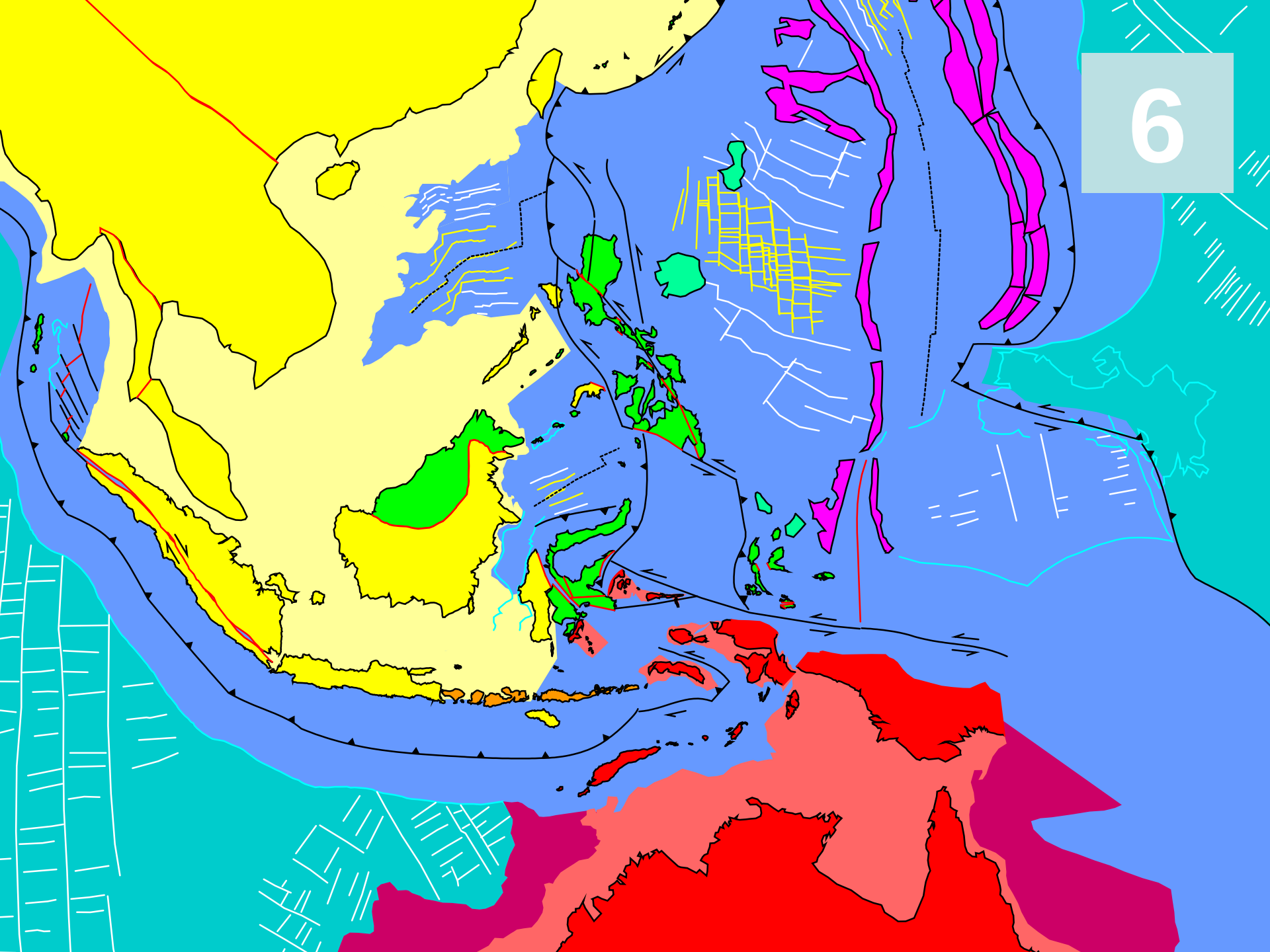
10



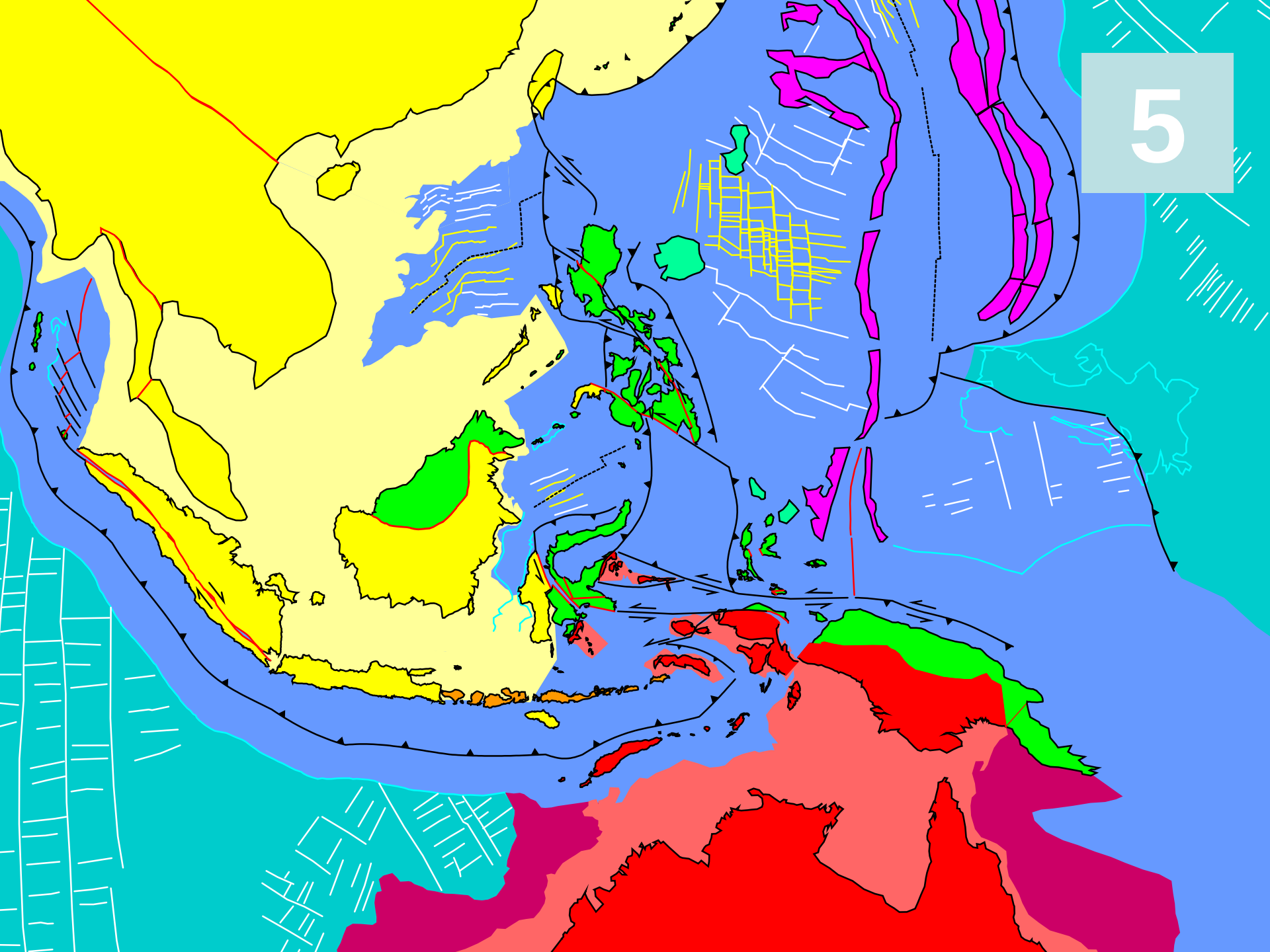


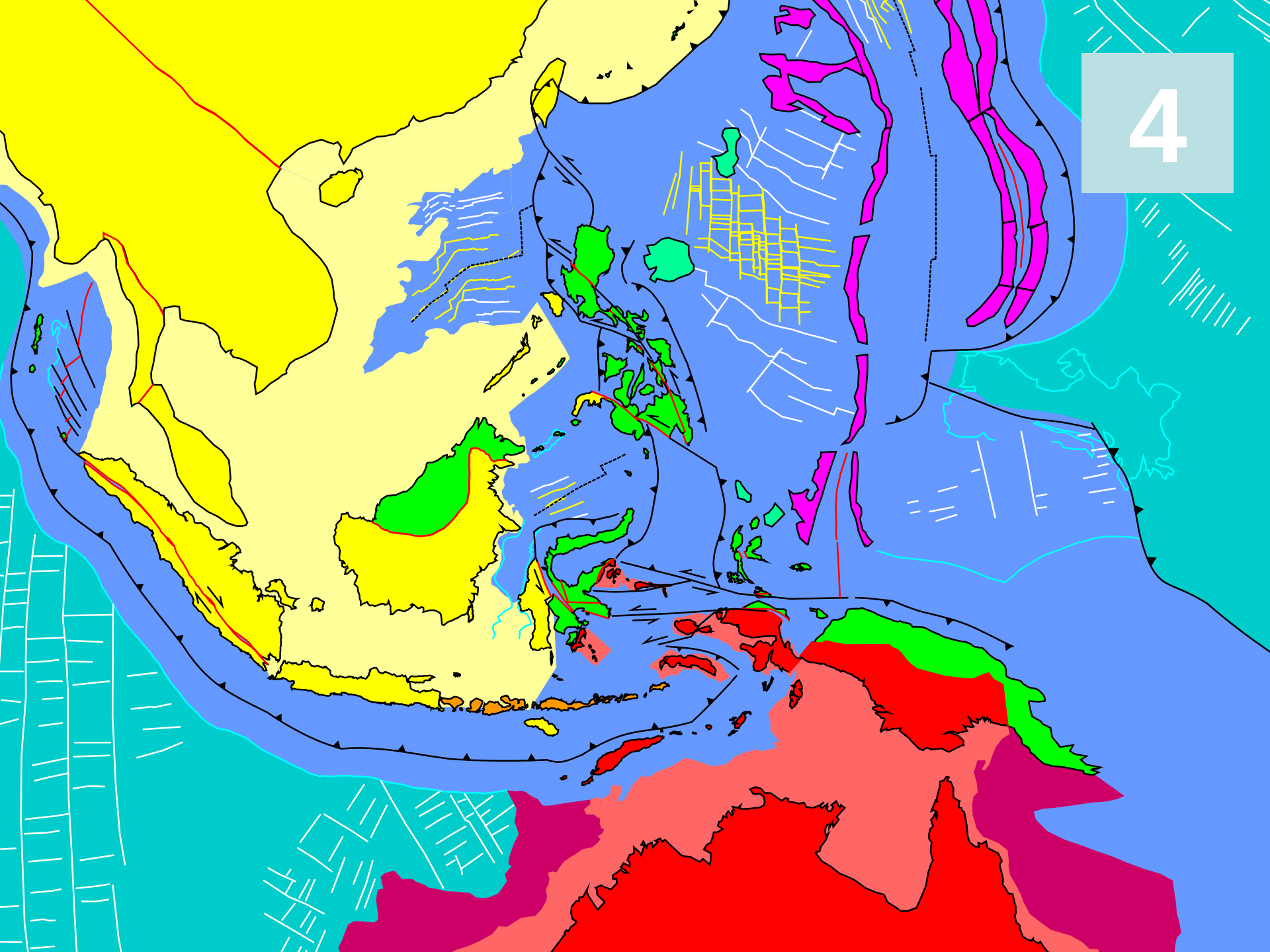


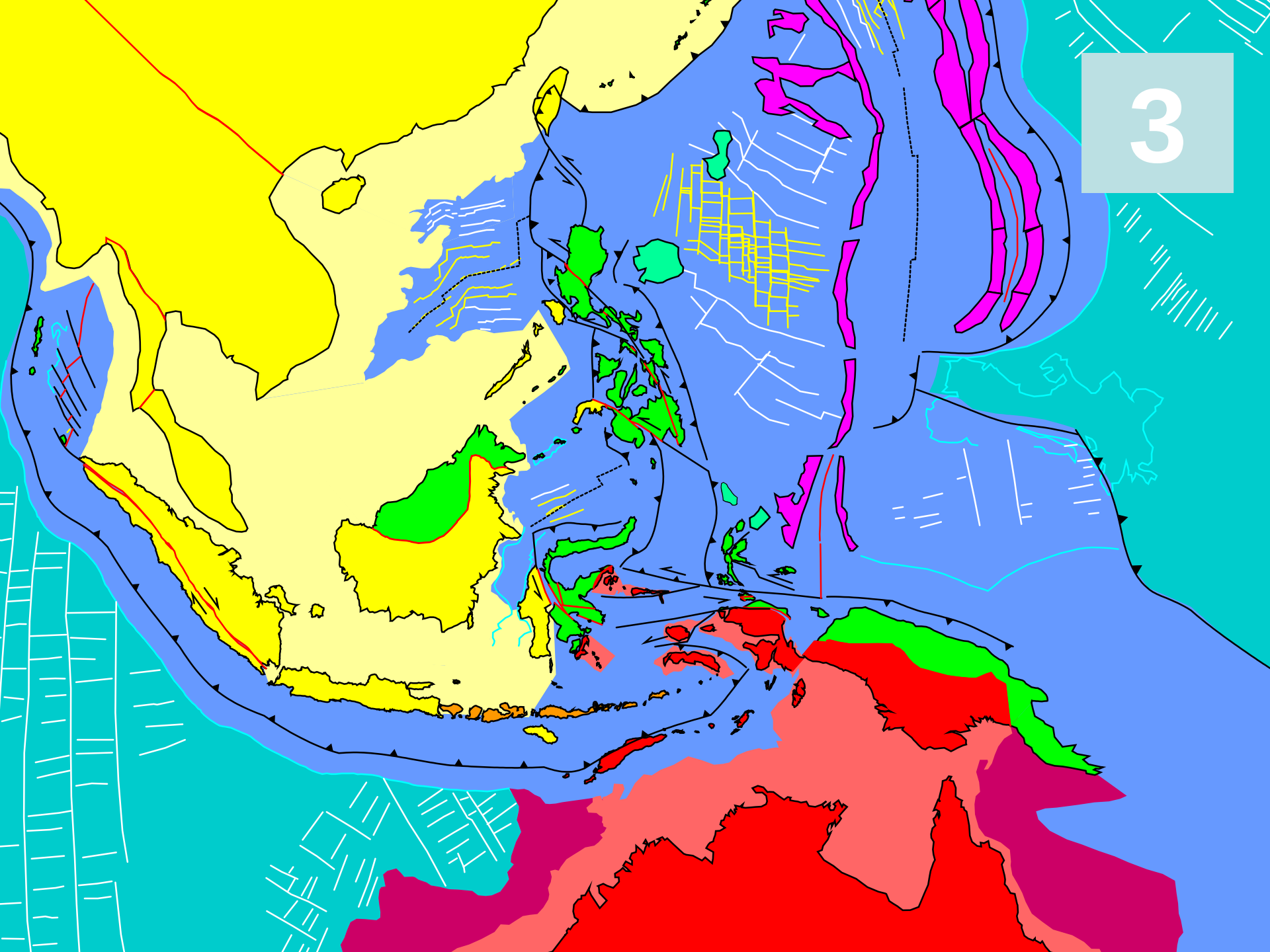




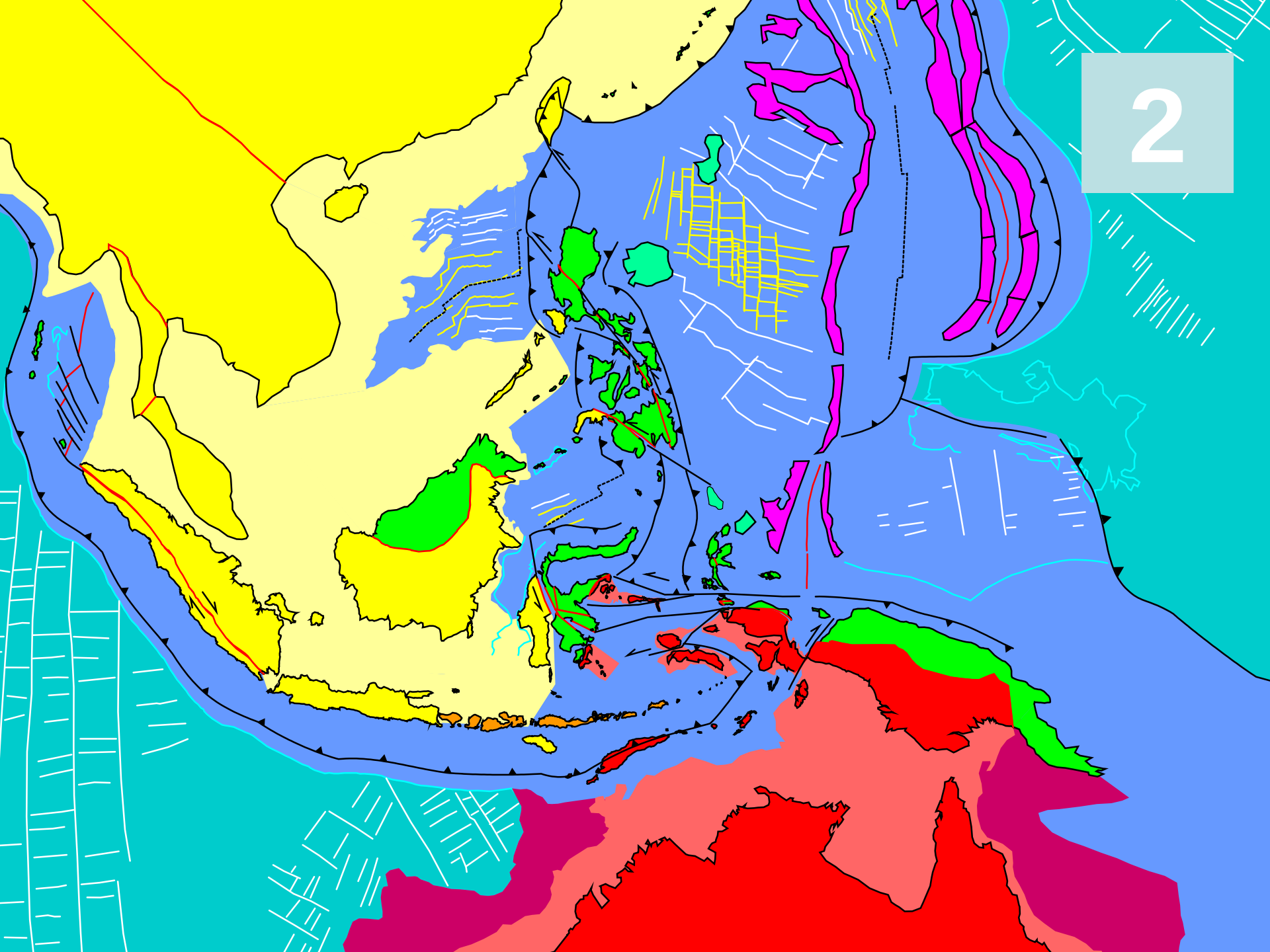
5



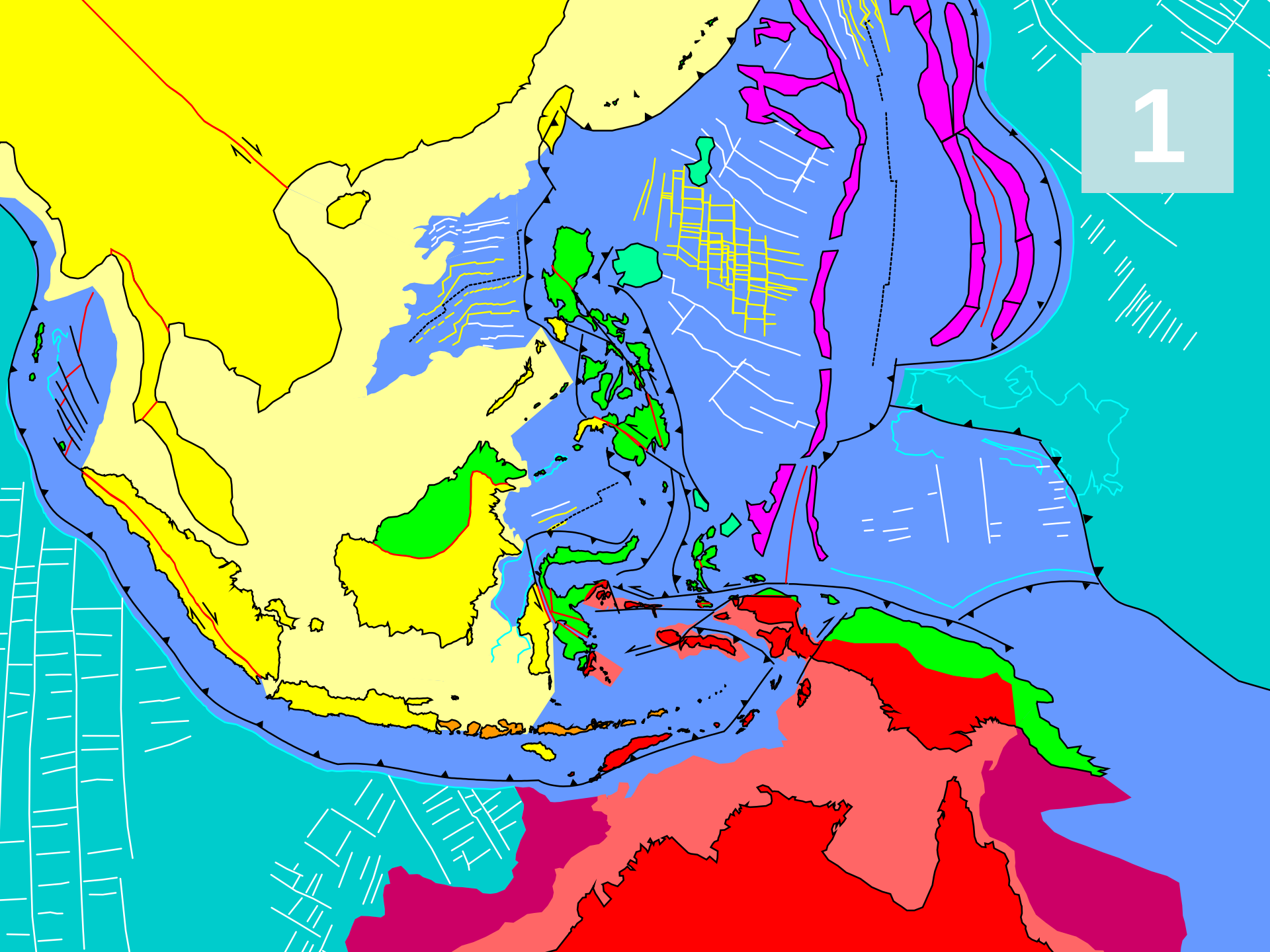


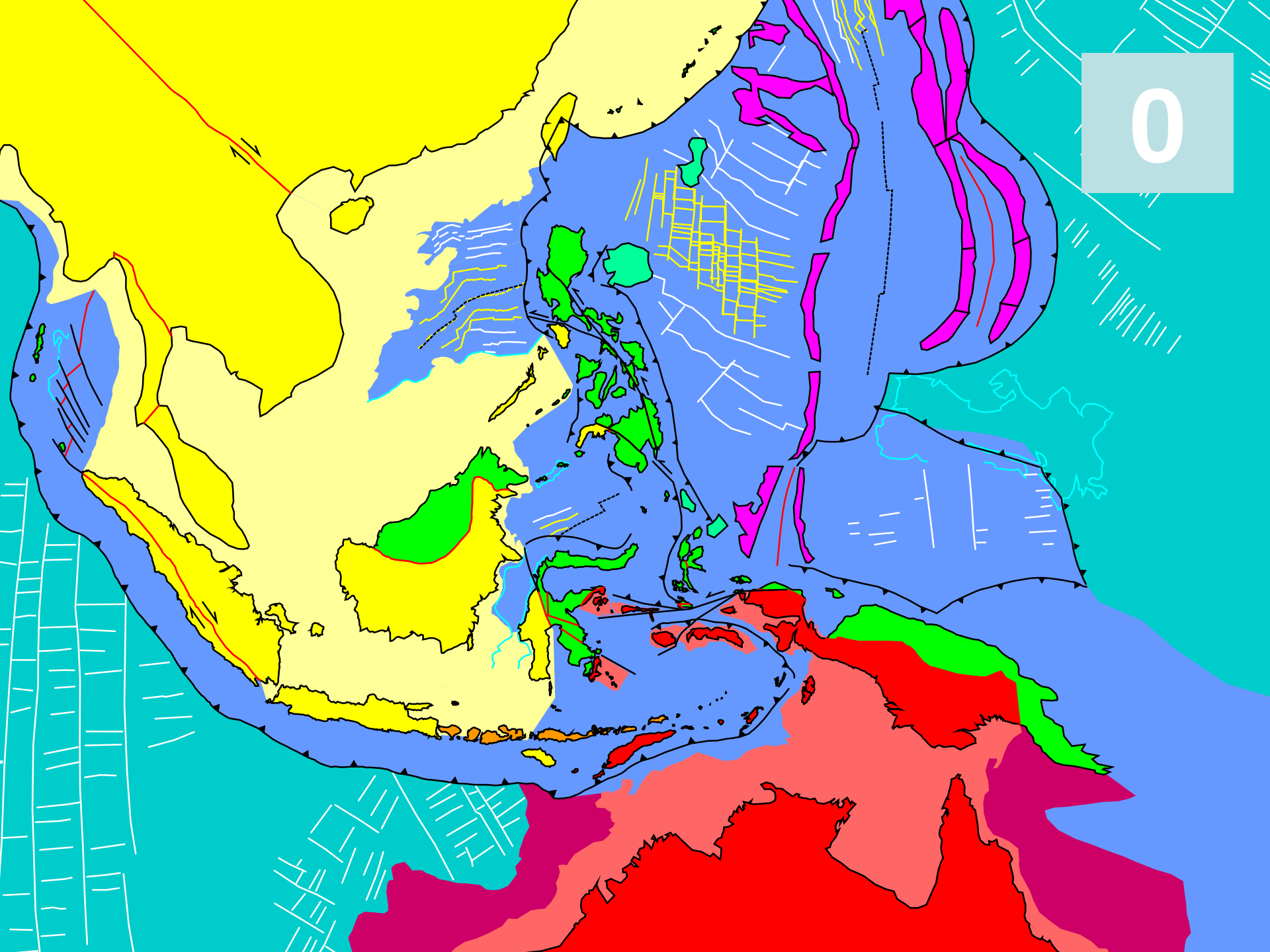


2



1





0

