

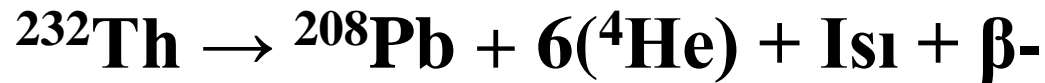
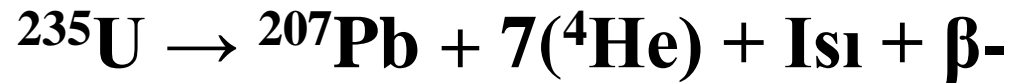
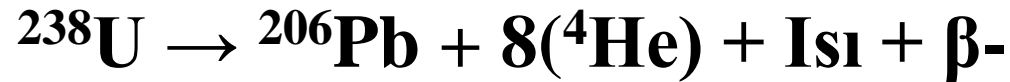
# JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji yerküre içinde oluşan ve depolanan ve yeryüzünde işletilebilen / kullanılabilen ısı enerjisidir.

## Jeotermal tarihçe:

Yanardağlar, sıcak su kaynakları ve diğer termal bulgular (sıcak gaz çıkışları) ilk insanların arzun iç kısımlarının sıcak olduğuna inanmalarına neden olmuştu. 16 ve 17 yüzyıllar arasında yüzeyden birkaç yüz metre derinde açılan maden ocaklarında yapılan ölçümler yerküre sıcaklığının derinlikle birlikte arttığını göstermiştir. 1740 yılında Belfort (Fransa) yakınındaki bir madende De Gensanne tarafından termometre kullanılarak gerçekleştirilen ilk ölçüm olmuştu. 1870'den itibaren yerkürenin termal rejimine yönelik modern yöntemler kullanılmaya başlandı. 20 yüzyılda radyojenik ısının keşfiyle **ısı dengesi** ve **yerkürenin termal tarihçesine** yönelik bulgular daha net hale geldi. Bu nedenle yerküre termal modellerinde uranyum ( $U^{238}$ ,  $U^{235}$ ), toryum ( $Th^{232}$ ) ve potasyumun ( $K^{40}$ ) uzun ömürlü izotoplarının bozunmasından açığa çıkan ısı göz önüne alınmak zorundadır. Radyojenik ısının yanı sıra, gezegensel yığılımdan arta kalan ilksel enerji gibi diğer potansiyel ısı kaynakları da mevcuttur.

# Radyojenik ısıнын kökeni



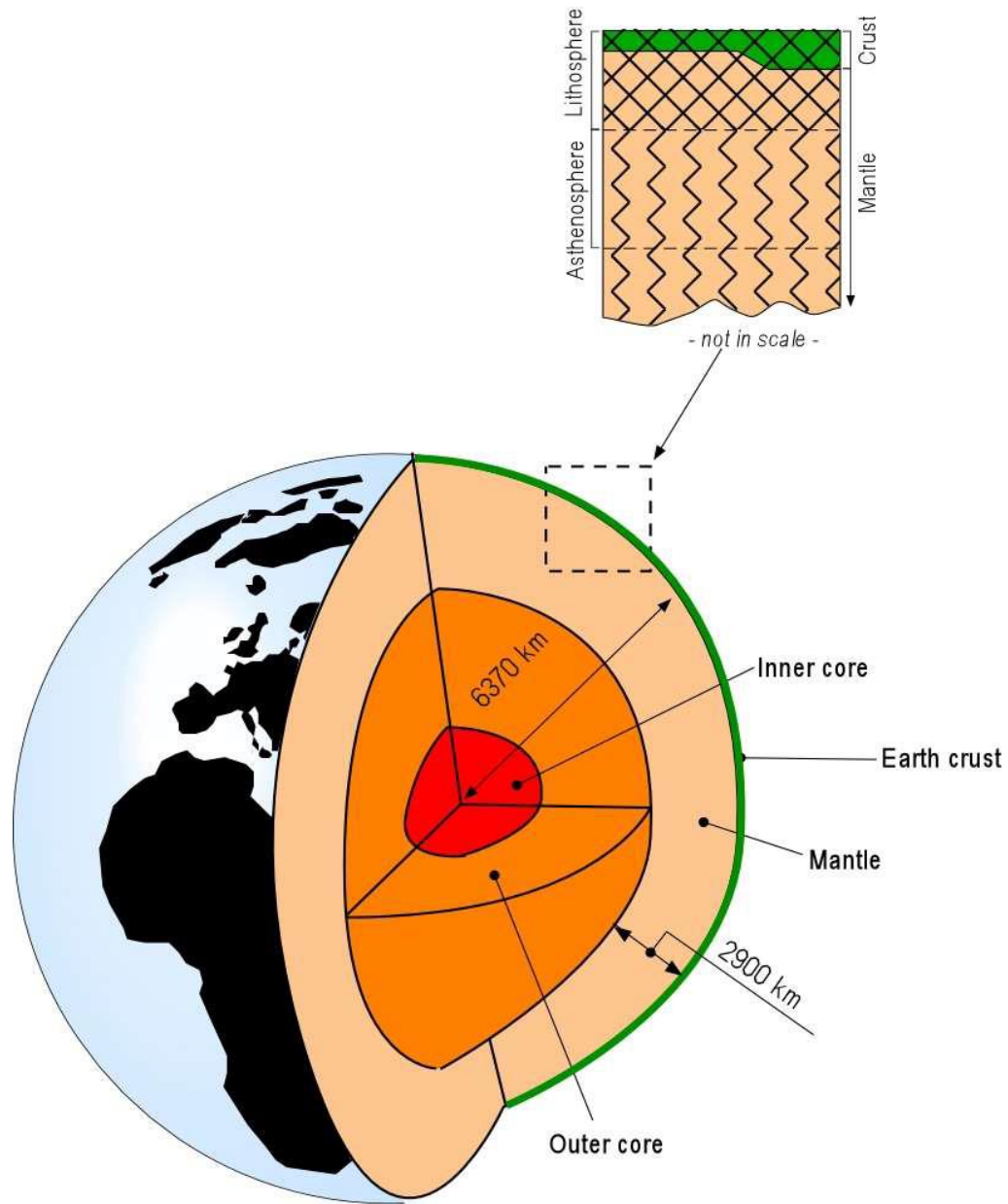
1980'lere kadar bu modellere yönelik gerçekçi bir teori ortada yoktu. Stacey ve Loper (1988) yerküreden olan toplam ısı akışını şu şekilde sayısallaştırdılar:

**TOPLAM ISI AKIŞI:  $42 \times 10^{12}$  W (kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon)**

**$8 \times 10^{12}$  W:** hacim olarak yerkürenin sadece %2'sini kapsayan ancak radyojenik izotoplarca zengin yerkabuğundan;

**$32.3 \times 10^{12}$  W:** yerküre hacminin %82'sini oluşturan mantodan;  
**( $22 \times 10^{12}$  W radyojenik ısıdan kaynaklanan miktar)**

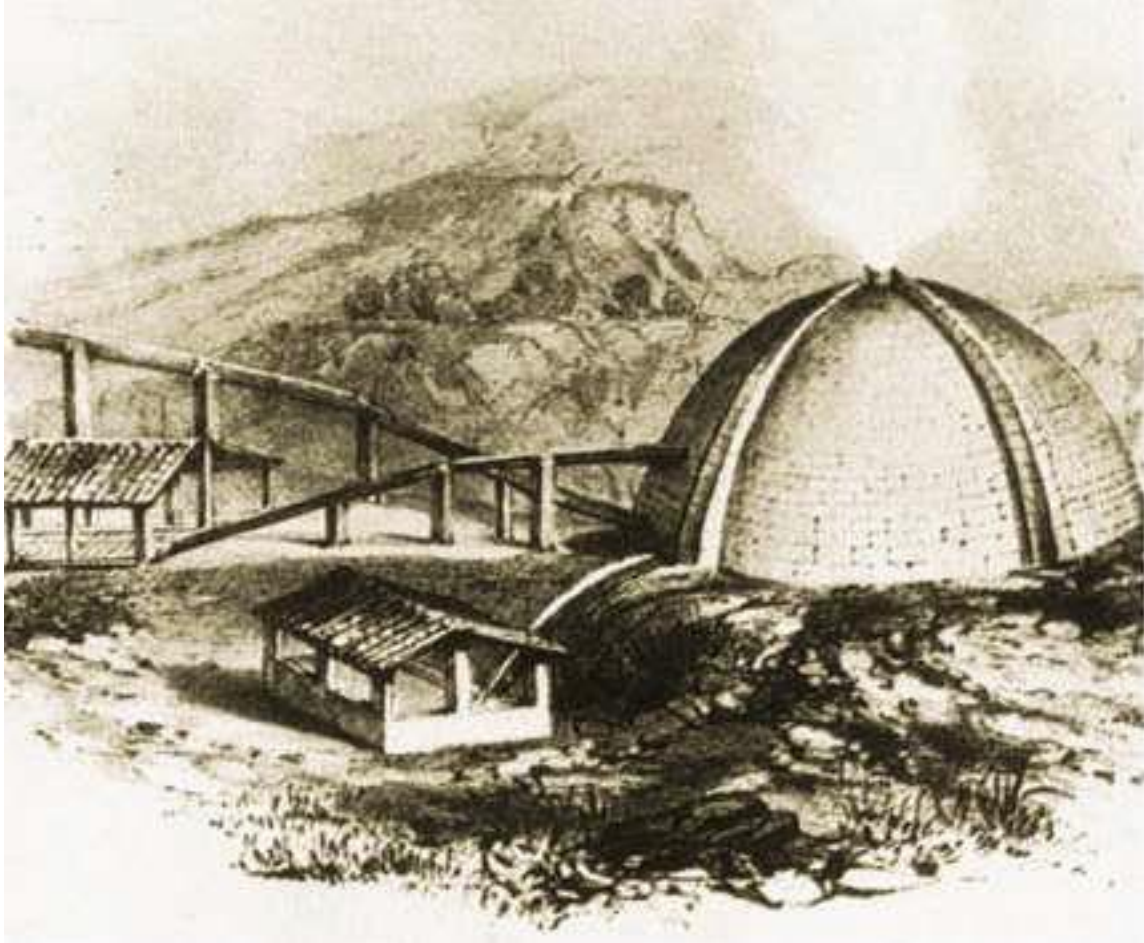
**$1.7 \times 10^{12}$  W:** yerküre hacminin %14'ünü oluşturan ve hiç radyojenik izotop içermeyen çekirdek....



Manto sıcaklığındaki düşüşün geçen 3 milyar yıl içinde 300 – 350° C'den daha fazla olmadığı sanılıyor (4000° C). Ortalama yeryüzü sıcaklığı 15° C kabul edilerek yerkürenin toplam ısı içeriği  $12.6 \times 10^{24}$  MJ ve kabuğun ise  $5.4 \times 10^{21}$  MJ olduğu hesaplanmıştır (Armstead, 1983).

Yerkürenin bu kadar yüksek termal enerjisinin sadece çok küçük bir kısmı kullanılabilir. Bu da ancak jeolojik koşulların müsaade ettiği durumlarda söz konusudur. Arzın derinlerinden ısıyı yeryüzüne iletmek için bir taşıyıcıya (su veya gaz fazı veya buhar) ihtiyaç vardır.

19 yüzyılın ilk yarısında jeotermal akışkanlar enerji üretiminde kullanılmaktaydı. İtalya Larderello'da yüzeye çıkan kaynaklardan veya sığ kuyulardan borik asit elde etmek üzere üretim yapıldı. 1827 yılında, Francesco Larderel evaporasyon yoluyla borca zengin akışkanlardan açığa çıkan ısıyı kazanmak amacıyla bir sistem kurmuştur. 1910 – 1940 yılları arasında düşük-basınçlı buhar Tuscany bölgesindeki endüstriyel ve konut binalarını ve seraları ısıtmaktaydı. Bu uygulamayı 1892'de Boise, Idaho (ABD) ve 1928'de İzlanda'daki jeotermal enerjiden faydalanma çalışmaları takip etti.



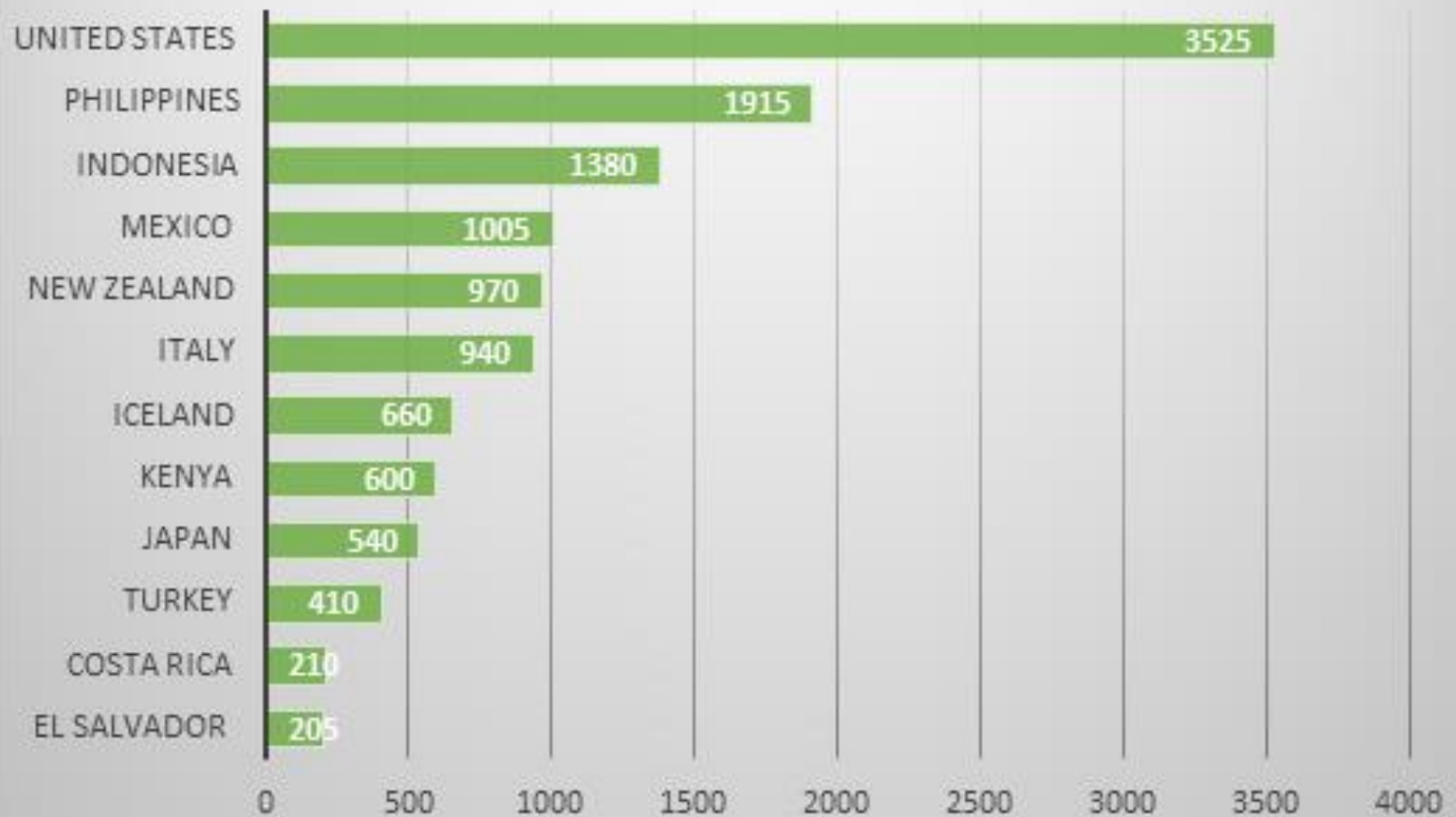
İtalya Larderello bölgesinde borca zengin akışkanlardan borik asit üretmek amacıyla kurulan tesis.

1904 yılında jeotermal buhardan ilk enerji üretimi yine Larderello'da gerçekleşti.



Bu girişim jeotermal enerjinin endüstriyel bir değer olduğunu açıkça göstermişti ve bunu takiben daha gelişmiş teknikler kullanılarak üretim yapıldı. 1942'de jeotermal-elektrik kurulu gücü 127,650 kWe'e ulaşmıştı.

## Geothermal Energy – Established Generating Capacity (MW) Jan. 2015

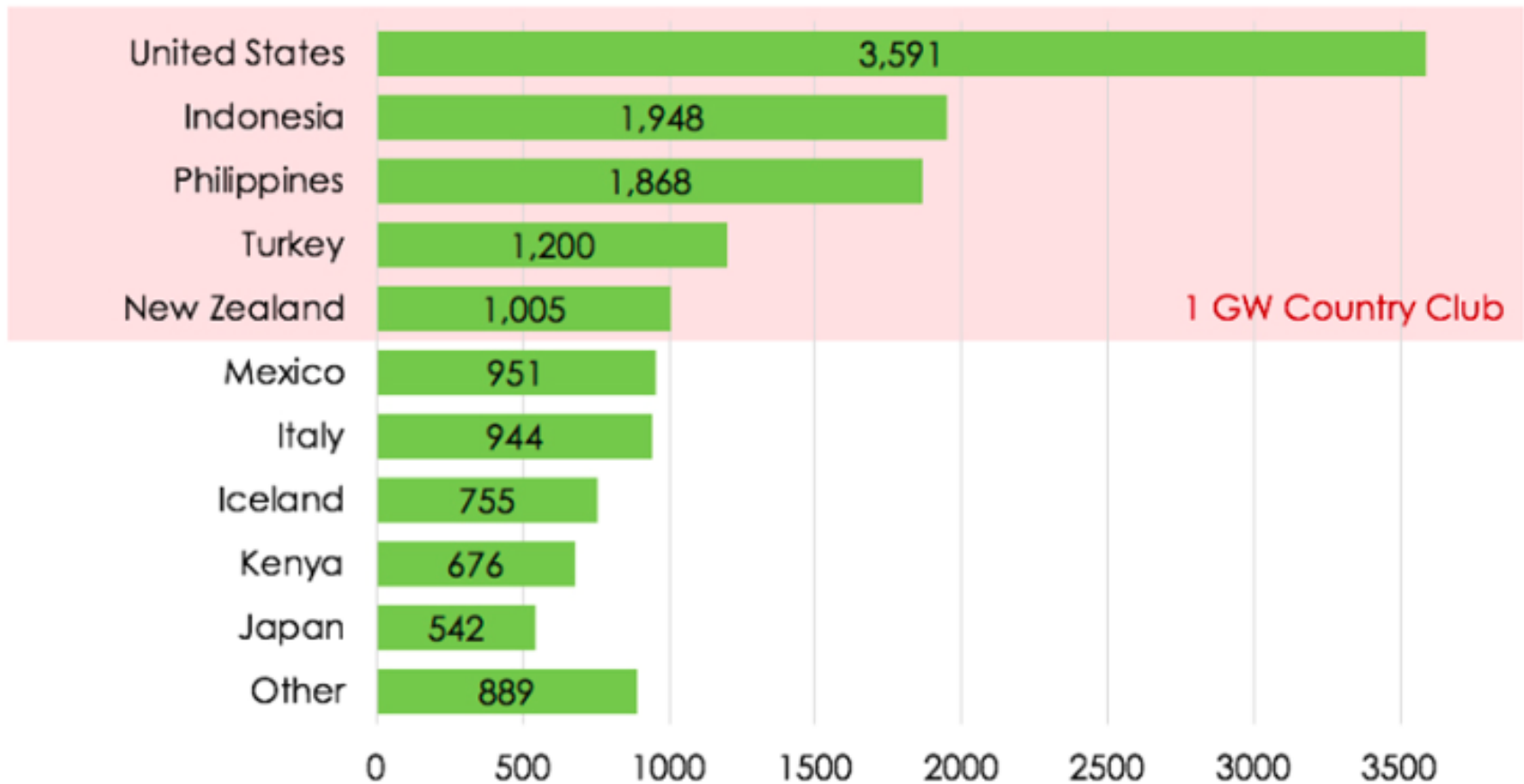


Kenya's Energy Future: [www.kenyaenergyfuture.wordpress.com](http://www.kenyaenergyfuture.wordpress.com)



## TOP 10 GEOTHERMAL COUNTRIES

INSTALLED CAPACITY - MW (OCTOBER 2018) – 14,369 MW IN TOTAL



## Jeotermal gradyan

10,000 m (modern sondaj teknolojisi ile)

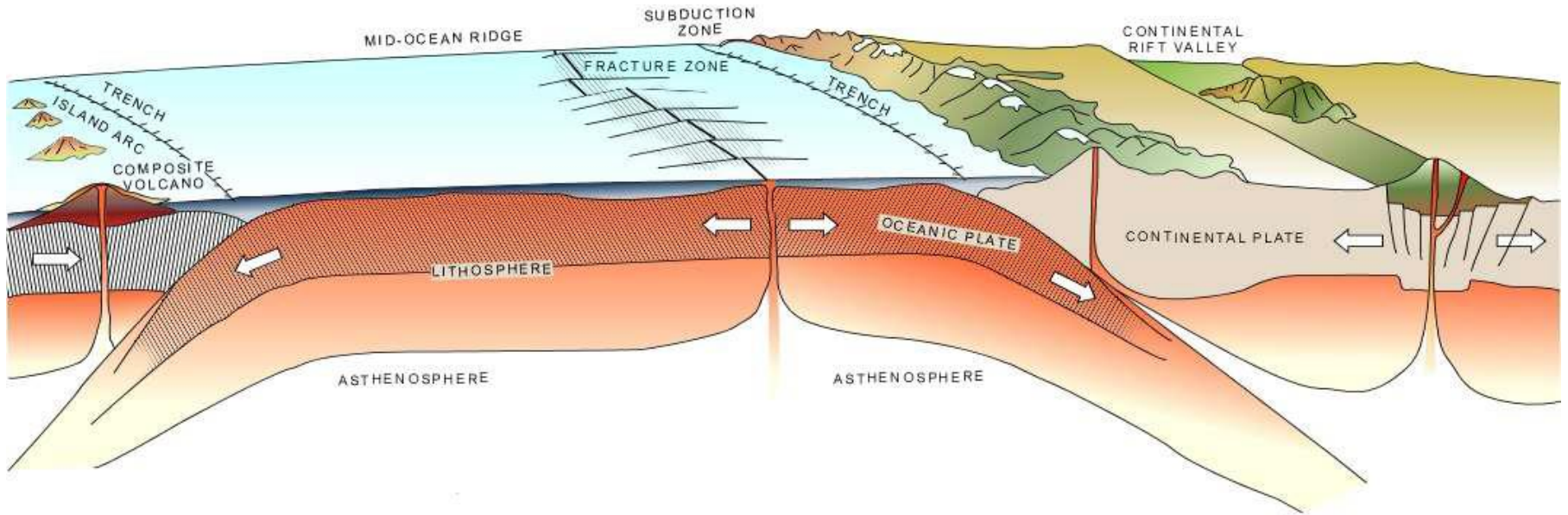
2.5-3 °C/100 m

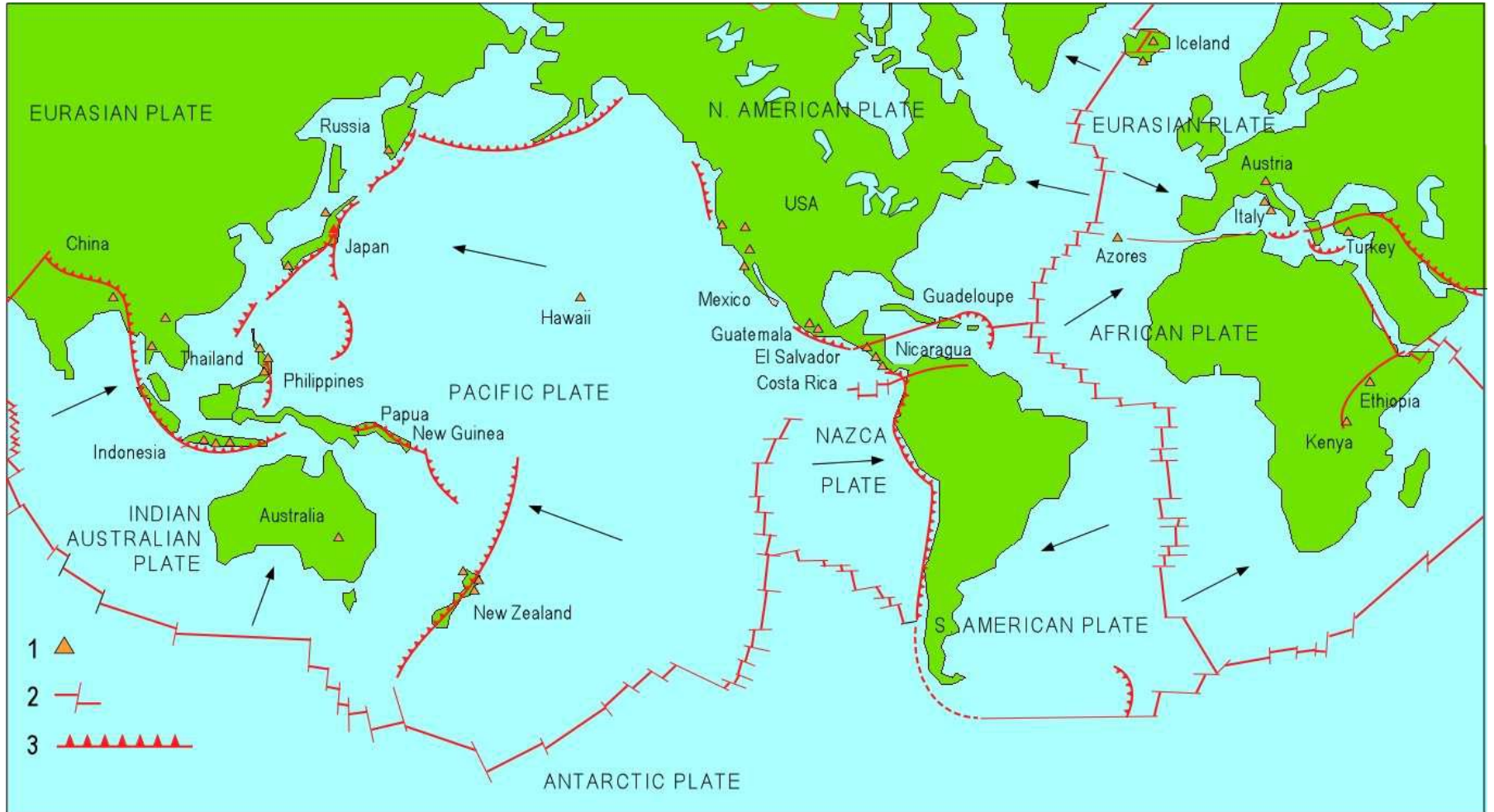
Jeotermal gradyanın ortalama değerden çok farklı bölgeler mevcuttur.

-Genç sedimanlar ile doldurulmuş alanlarda JG  $\sim 1$  °C/100 m.

-Jeotermal sistemler JG'nın ortalamadan yüksek olduğu bölgelerde yaygındır.

## Plaka tektoniği nasıl alışıyor?





1	Volkanik arazi tipi	Plütonik tip	Açılma rejimi tipi
2	<i>Java-Kamojang</i>	<i>Larderello</i>	<i>Bradys (Basin and Range)</i>
3	Magmatik yaylar Okyanus ortası sırtları Sıcak noktalar	Genç dağlar Orojenez sonrası fazlar	Metamorfik çekirdek kompleksleri Yay ardı genişleme Çek-ayır havzaları Kıta içi riftleri
4	Magma odası, sokulum Aktif magmatizma (volkanizma)	Genç sokulum+genişleme Güncel plütonizma	İncelmiş kabuk → artan ısı akışı Aktif açılma bölgesi
5	Konveksiyon baskın sistemler		
6	-	Fay kontrollü Magmatik	+

