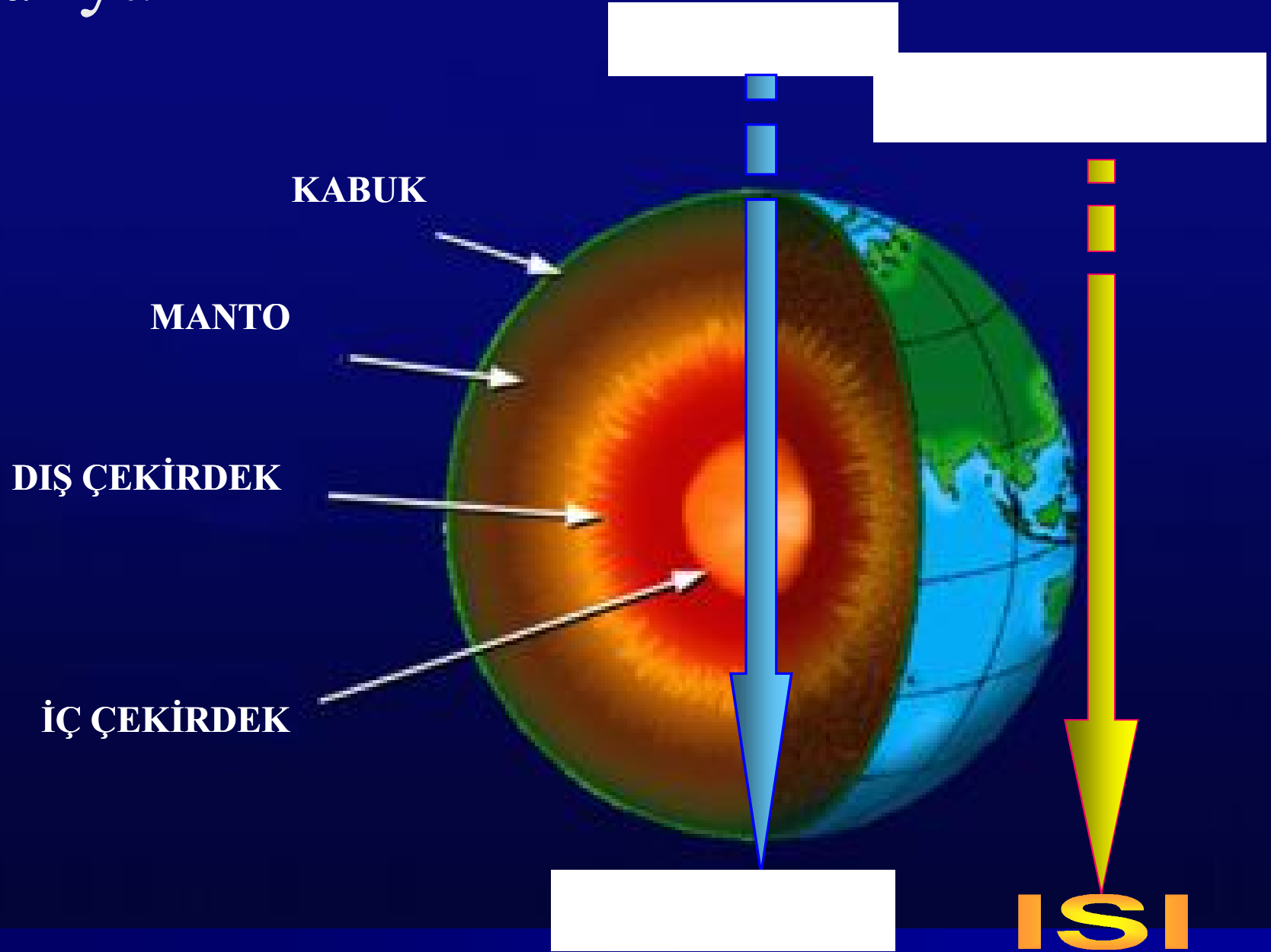


JEOTERMAL ENERJİ VE UYGULAMA ALANLARI

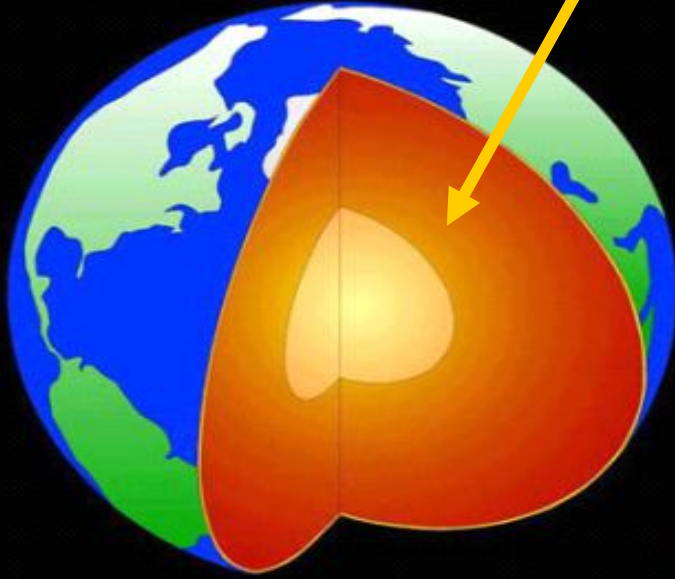
AYDIN UYAR
JEOFİZİK MÜHENDİSİ

Dünyamız





Yer Kürenin %99'unda
sıcaklık 1000 °C 'den
fazladır



Yerkürenin Sıcaklığı

Sıcaklık (°C)

Derinlik (m)



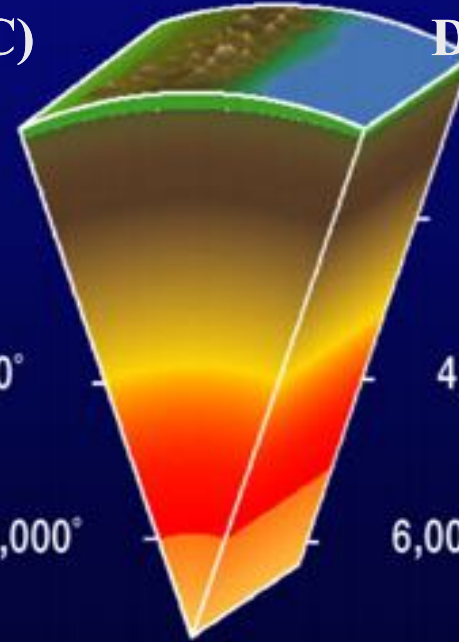
4,000°

5,000°

2,000

4,000

6,000



Jeotermal Enerji Kaynakları

- **Kuru sıcak kaya (Hot Dry Rock, HDR)**
- **Mağma**
- **Geo-basınçlı akışkanlar**
- **Hidrotermal**

HDR KURU SICAK KAYA

Pompa

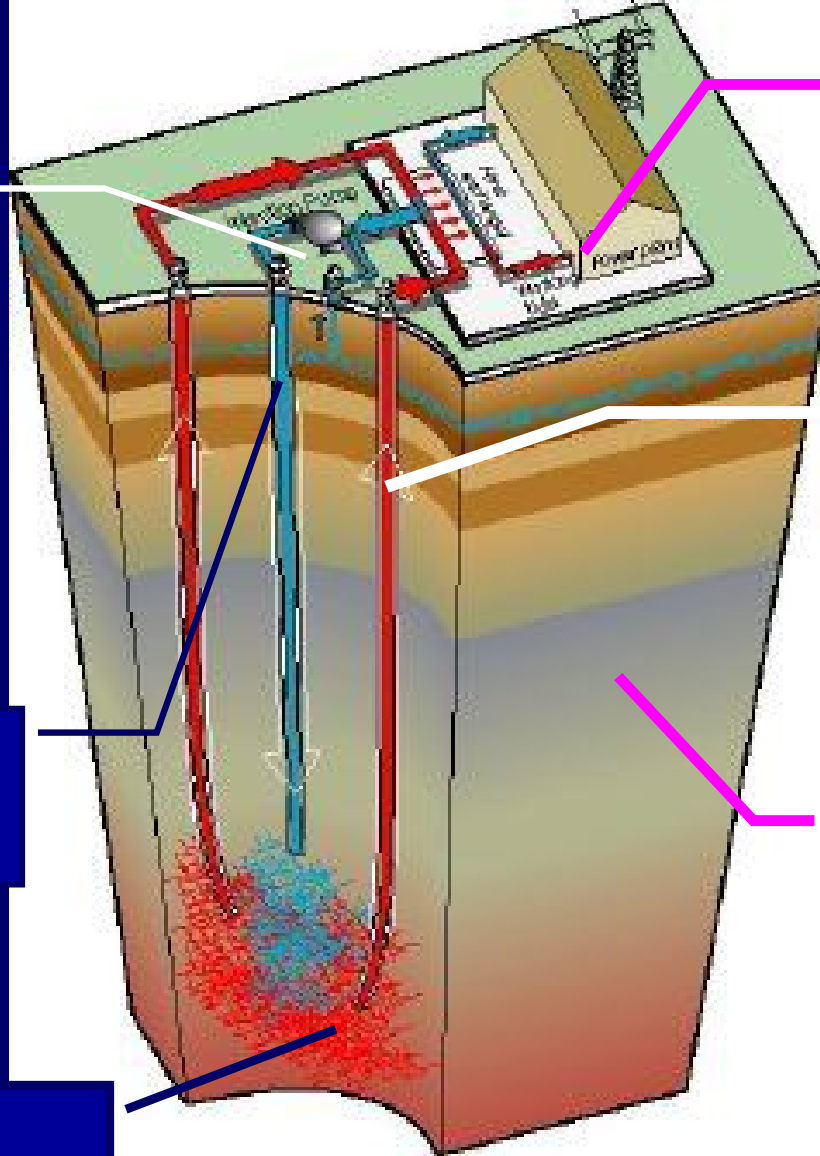
Enerji dönüşüm sistemi

Üretim Kuyusu

Enjeksiyon kuyusu

Sıcak kuru kaya sınırı

Çatlaklı zon

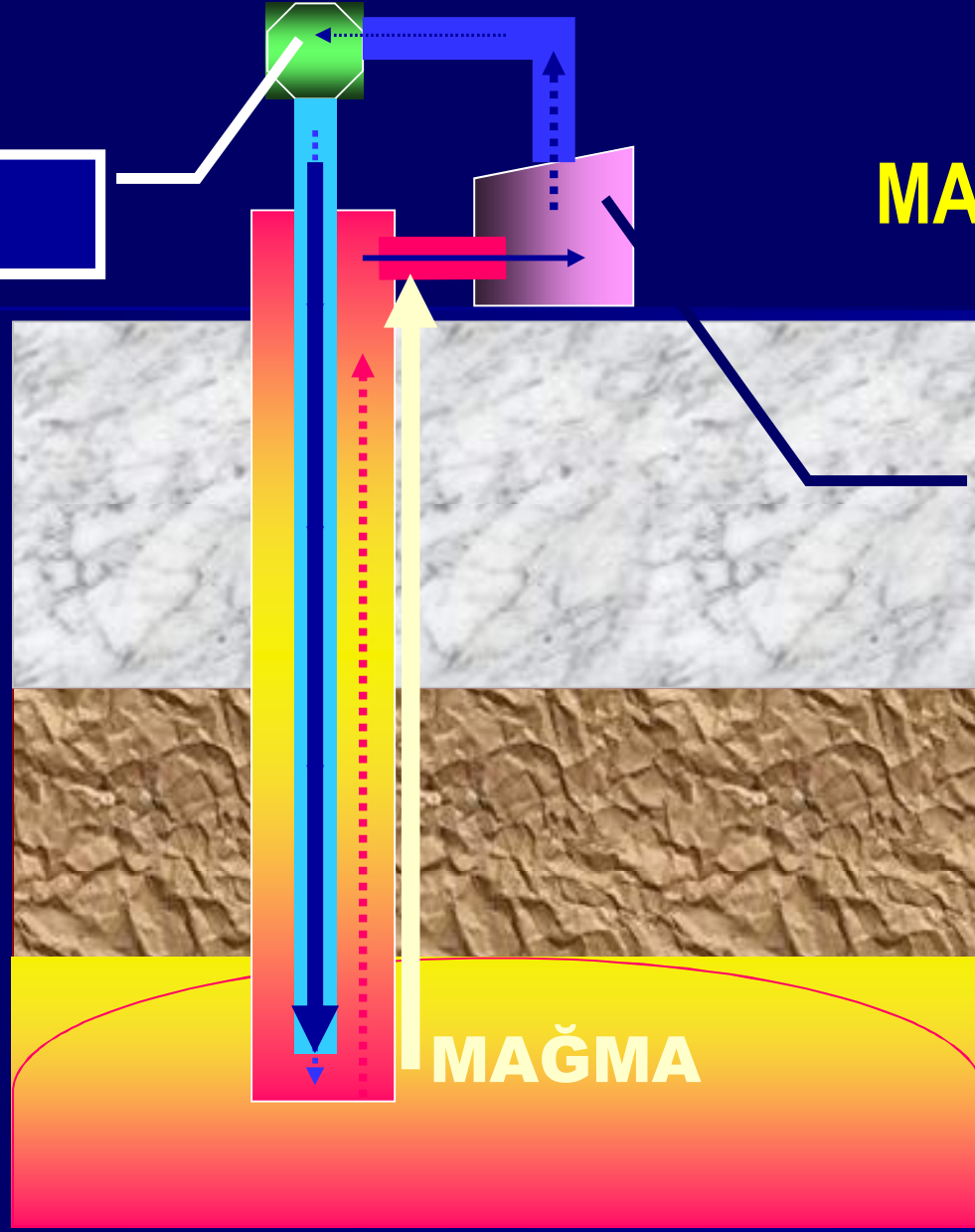


Pompa

MAĞMA

Enerji
dönüşüm
sistemi

MAĞMA



ÇOK GÜÇLÜ ENERJİ KAYNAĞI

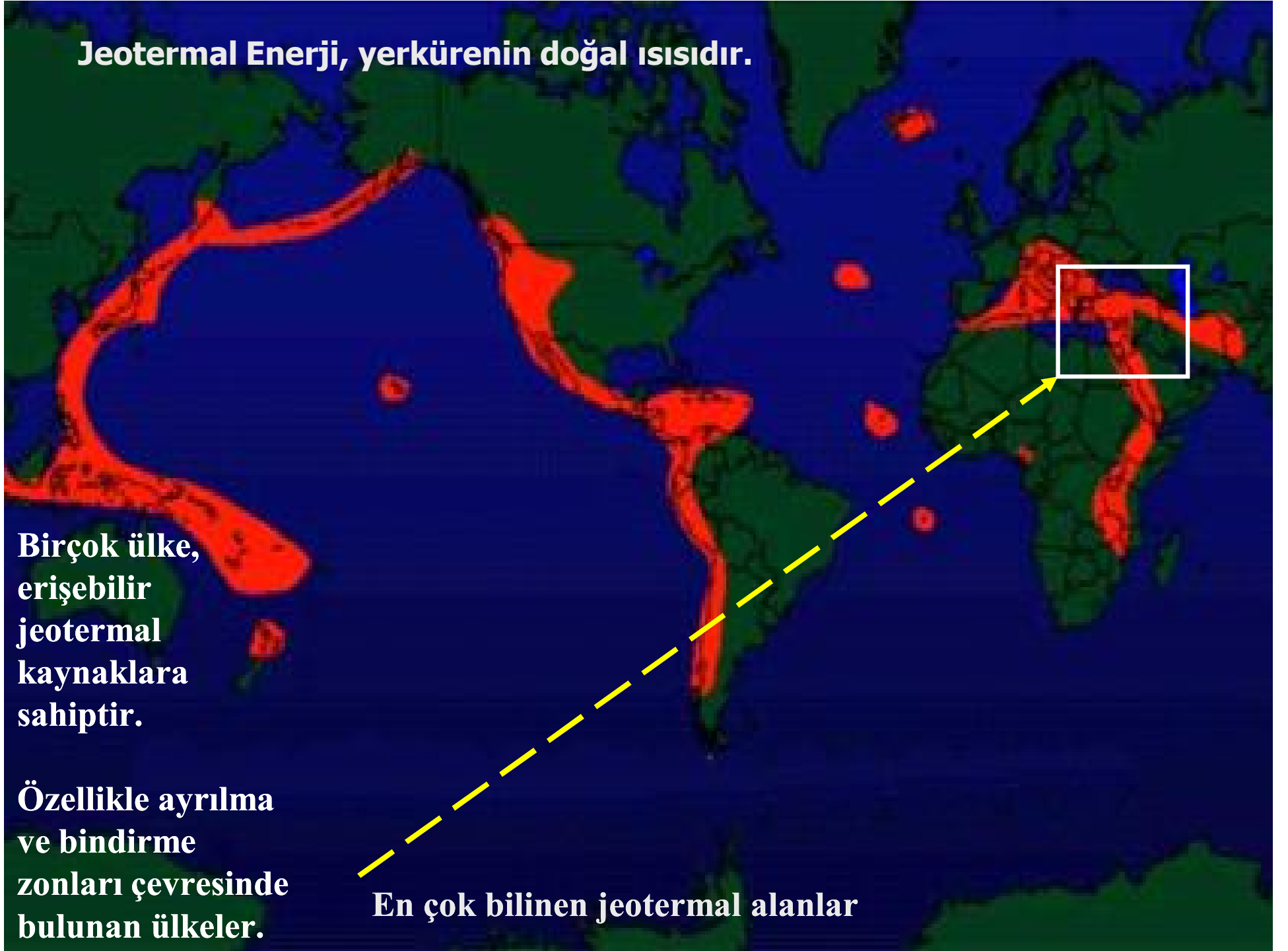
- ✓ **Jeotermal Rezervuarlarda sıcaklık 370 ° C' ye erişebilir.
(Kaynama noktası sıcaklığının 3 katı)**
- ✓ **Jeotermal rezervuarlar güçlü bir enerji kaynağıdır.**

Jeotermal Enerji, yerkürenin doğal ısıdır.

**Birçok ülke,
erişebilir
jeotermal
kaynaklara
sahiptir.**

**Özellikle ayrılma
ve bindirme
zonları çevresinde
bulunan ülkeler.**

En çok bilinen jeotermal alanlar



Plaka Sınırları



Kayaçlar
yakından incelenir.

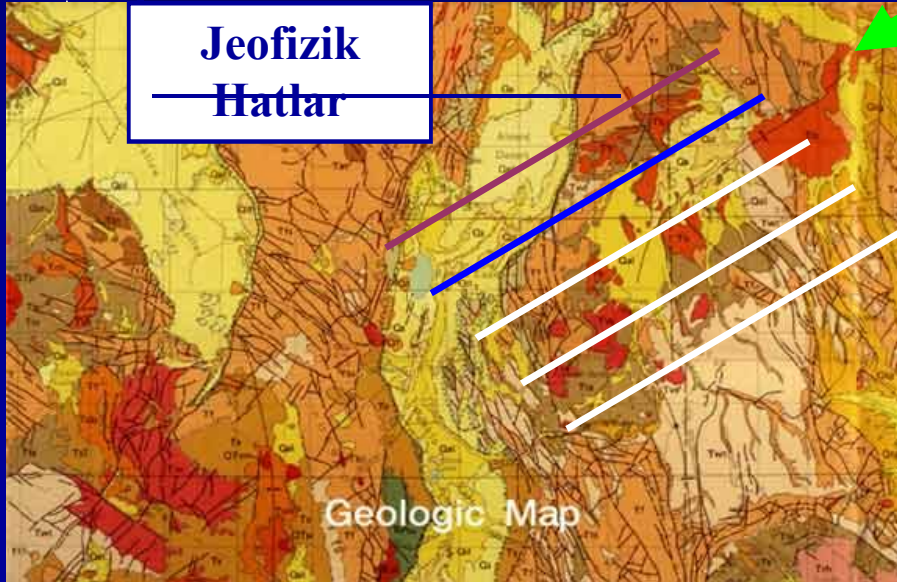


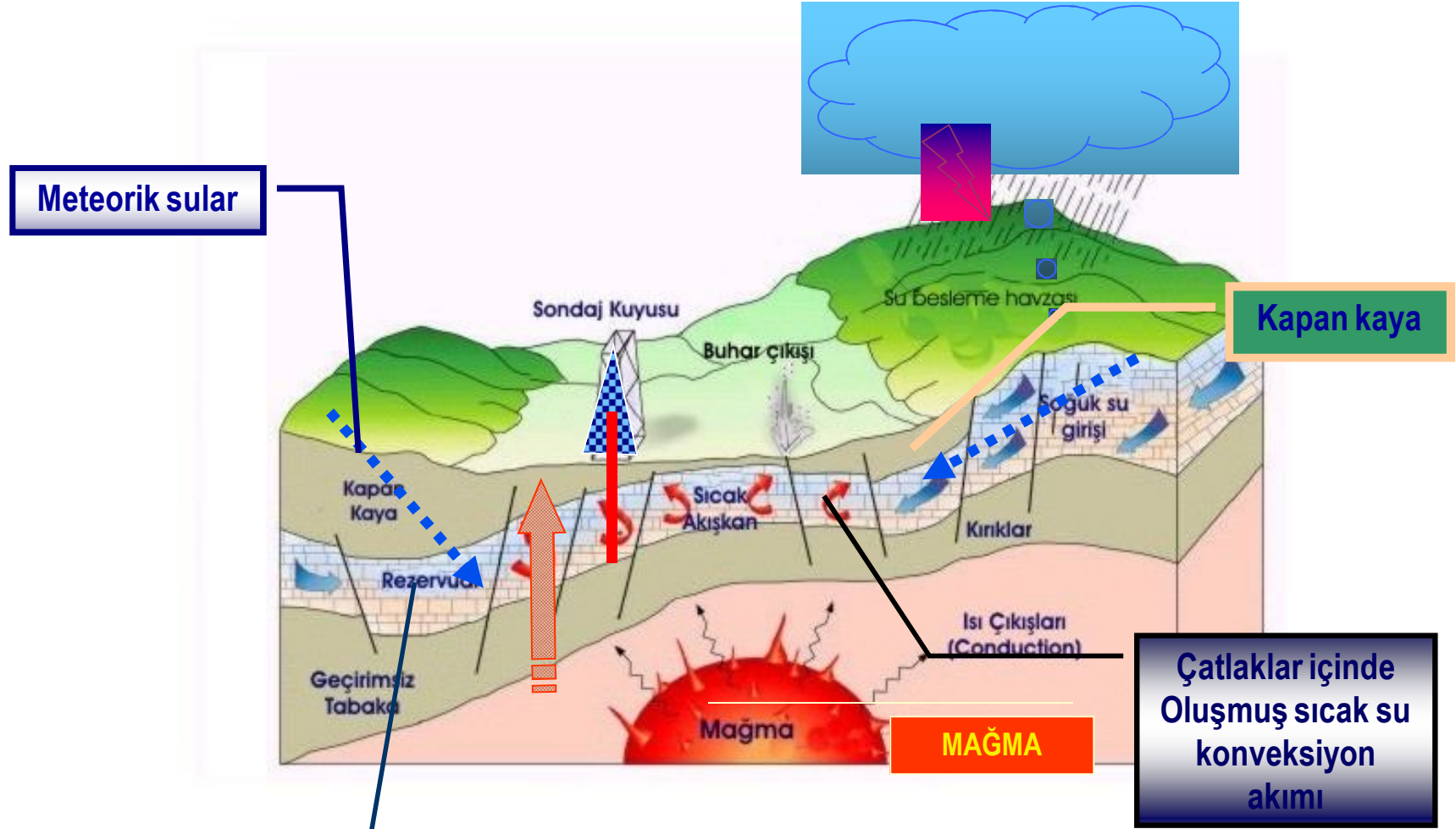
Jeofizik saha
çalışması ile
belirlenen
Jeotermal
Sahanın Fiziksel
modeli ortaya
konur.

Buldan - Türkiye



Jeofizik
Hatlar





Meteorik sular

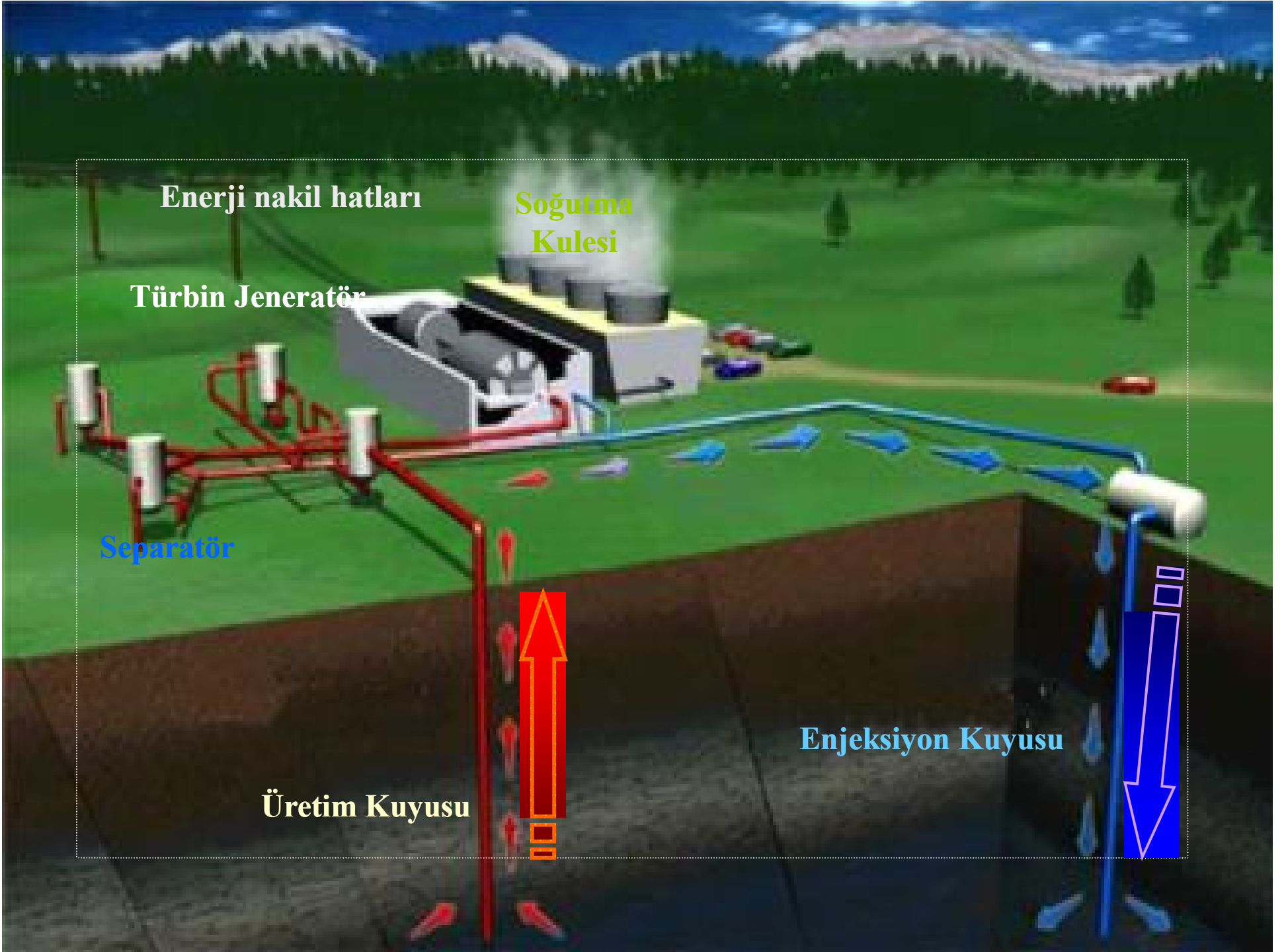
Kapan kaya

Rezervuar kaya

Yükselen sıcak-su ve buhar, geçirimsiz bir kayacın altında, geçirimli ve gözenekli bir kayaç içinde kapanlandığında, bir jeotermal Rezervuar oluşturmaktadır.

MAĞMA

Çatlaklar içinde
Oluşmuş sıcak su
konveksiyon
akımı



Enerji nakil hatları

Soğutma Kulesi

Türbin Jeneratör

Separatör

Üretim Kuyusu

Enjeksiyon Kuyusu

NEMRUT KALDERASI – TÜRKİYE
Uydudan tespit edilen
Termal bölgeler

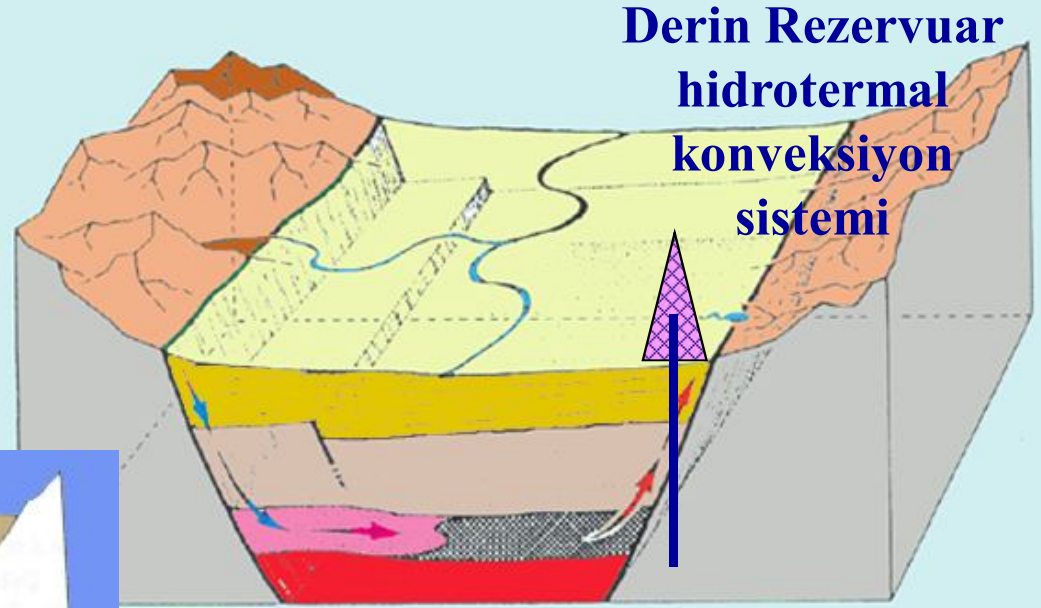
Arama çalışmaları genellikle uydudan alınan görüntülerin ve hava fotoğraflarının analizi ile başlar.

Doğrudan kullanım

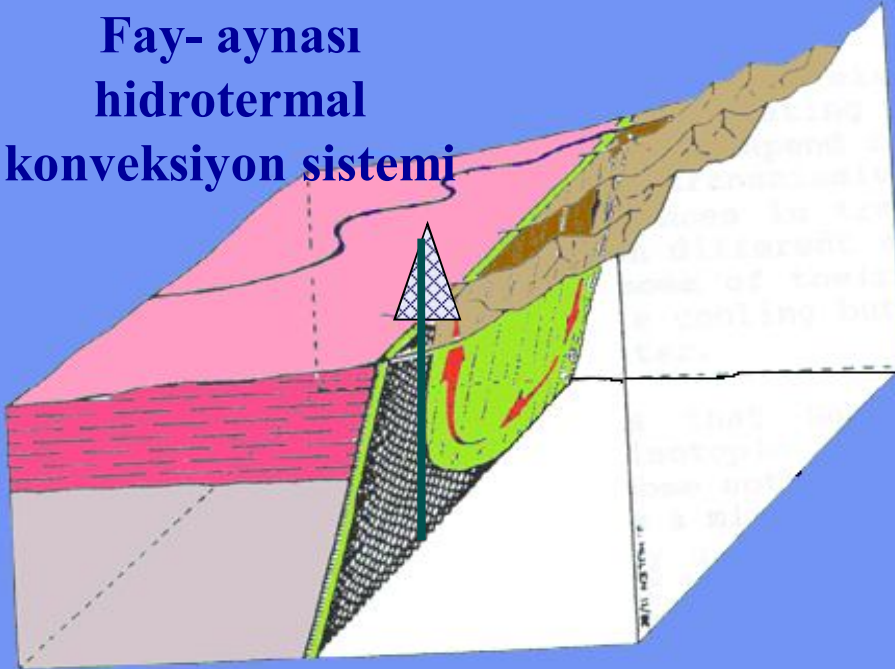
Jeotermal enerjinin elektrik üretimi için kullanılmaya başlaması oldukça yeni bir teknolojidir.

İnsanlar tarihin karanlık çağlarından beri, doğal sıcak-su kaynaklarını değişik amaçlar için kullanmaktadırlar.

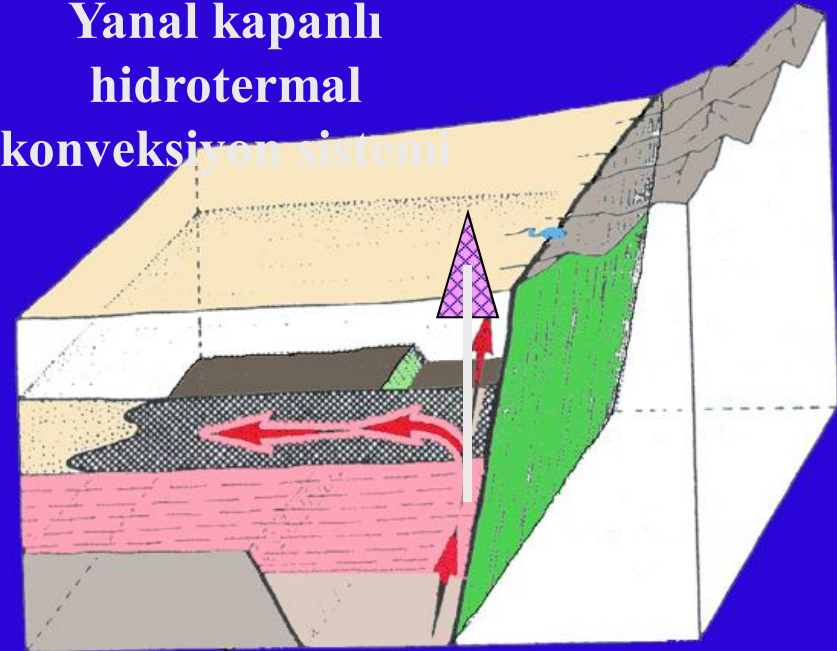
**DOĞRUDAN KULLANIMA
YÖNELİK JEOTERMAL
KAYNAKLARIN
KURAMSAL REZERVUAR
MODELLERİ**



**Fay- aynası
hidrotermal
konveksiyon sistemi**



**Yanal kapanlı
hidrotermal
konveksiyon sistemi**



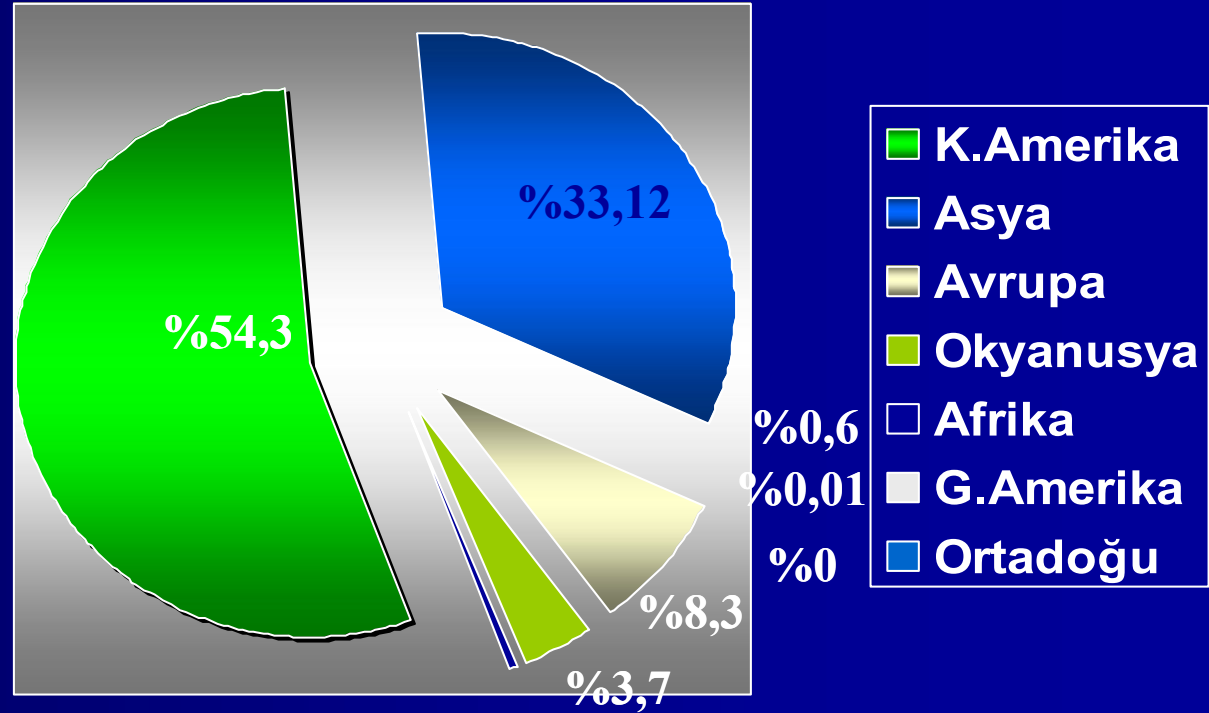
Dünyada Jeotermal Enerjinin Direk Kullanımı

- 40'dan fazla ülkede, 11 000 MWt (Termik mega watt) gücünde jeotermal sular doğrudan kullanılmaktadır.
- Diğer 35 ülkede ise,ticari amaca uygun Rezervuar olarak çalıştırılmayan, sadece sıcak-su banyosu amaçlı kullanılan alanlar mevcuttur.

Dünyada potansiyel Jeotermal Enerji Kullanımı



Üretim yapılan dilimi



Kıtalara göre jeotermal kullanımı

DOYMUŞ
BUHAR

LİNDAL DİYAGRAMI

SICAK SU

200°C

190°C – Yüksek konsantrasyonlu solusyonların evaporasyonu
Amonyum absorpsiyonu yöntemi ile soğutmacılık
Kağıt sanayi,

180°C –

170°C – Sülfür projesi ile ağır su eldesi
Diyotomit kurutmacılığı

160°C – Balık yemi kurutması
Kereste kurutması

150°C – Bayer yöntemi ile alüminyum prosesi

140°C – Çiftlik ürünleri kurutmacılığı
Konservecilik

130°C – Şeker üretiminde evaporasyon
Tuzların üretiminde evaporasyon
Saf su üretimi (Damıtma)

120°C – Evaporasyonla konsantre üretimi

110°C – Çimento ve toprak mamulleri kurutmacılığı

100°C – Organik ürünler kurutmacılığı, (Deniz yosunu, çimen, sebzeler Vs.)
Yün yıkama ve kurutmacılığı

90°C – Balık kurutmacılığı
Buzlanma çözülmesi

80°C – Isıtmacılık, (konutlar ve seralar)

70°C – Soğutmacılık

60°C – Hayvan besiciliği
Sera ısıtmacılığı ve serada toprak ısıtmacılığı

50°C – Mantar üretimi ve Kaplıcalar

40°C – Toprak ısıtmacılığı

30°C – Yüzme havuzları
Biyolojik çözüme operasyonları , fermantasyonları
Buzlanma önlenmesi
Madencilik uygulamalarında

20°C – Balık üretimi ve balık çiftlikleri

200 Derece / max.

20 Derece / min.

Çevre dostu bir enerji kaynağıdır....

Tarım Alanlarında

Rekreasyon Alanlarında

Çöllerde

Orman alanlarında



Beppu, Japonya'da, jeotermal enerji hem şehir ısıtmacılığında, hem de fabrikalarda kullanılmaktadır. 4000'den fazla sıcak-su kaynağı ve hamamları ile, Beppu her yıl 12 milyondan fazla turisti ağırlamaktadır.



30-50°C

Yüzme havuzları

**Bu küçük seranın ısıtması
jeotermal enerji ile
yapılmaktadır. Bitkilere,
yeteri kadar
sıcaklık sağlandığında, çok
hızlı büyümekte ve ürün
kaliteleri yükselmektedir.**





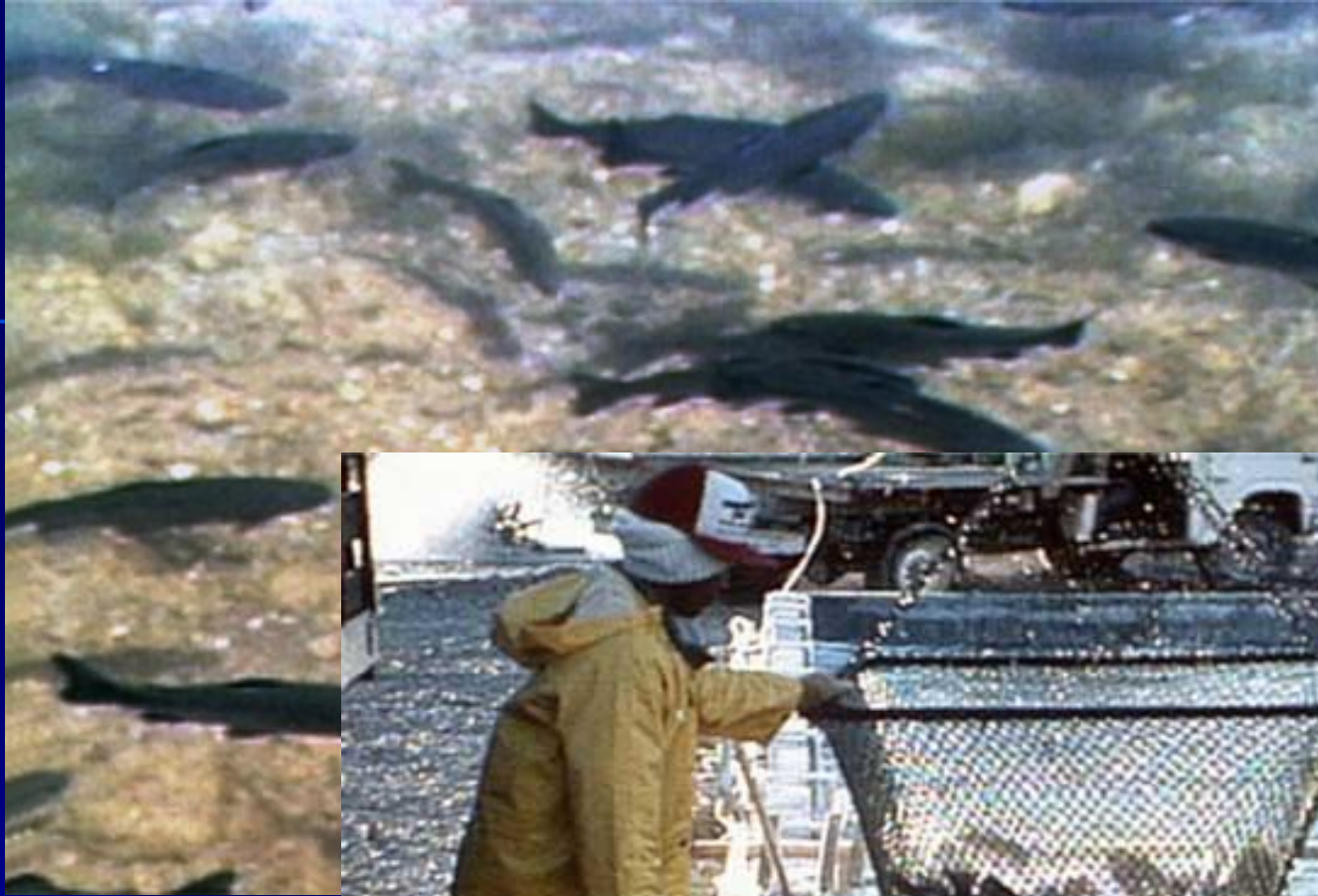
38-93 °C

**Dünyanın bir çok yerinde,
büyük ve modern seralar,
Jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.**

Sera tarımında ve süs bitkilerinin yetiştirilmesinde yeni istihdam ve üretim alanlarına kavuşulabilir.



**Örnek, Urfa - Karaali seracılık projesi İsrail /
Urfa İl Özel İdaresi
Ortak girişimi**



10-38°C

jeotermal su ile
balık yetiştiriciliği
yapılan bir çiftlik
görölmektedir.



Jeotermal enerji,
balık yetiştiriciliğinde de kullanılmaktadır.

Atık Jeotermal Enerji Kullanılarak Yetiştirilebilecek Su Canlıları

Canlı Türü	Büyüme Süresi (ay)	Su Sıcaklığı (°C)
Tropik Balıklar	2 - 3	23 - 27
Yayın	4 - 6	27 - 29
Alabalık	4 - 6	13 - 18
Karides	6 - 9	27 - 30



BALIK ÜRETME ÇİFTLİKLERİ





**Oregon
Teknoloji
Enstitüsünde,
jeotermal su
ile yetiştirilen
bir karides.**



**Idaho'da,
jeotermal su
kullanılan
bir timsah
yetiştirme
çiftliği**

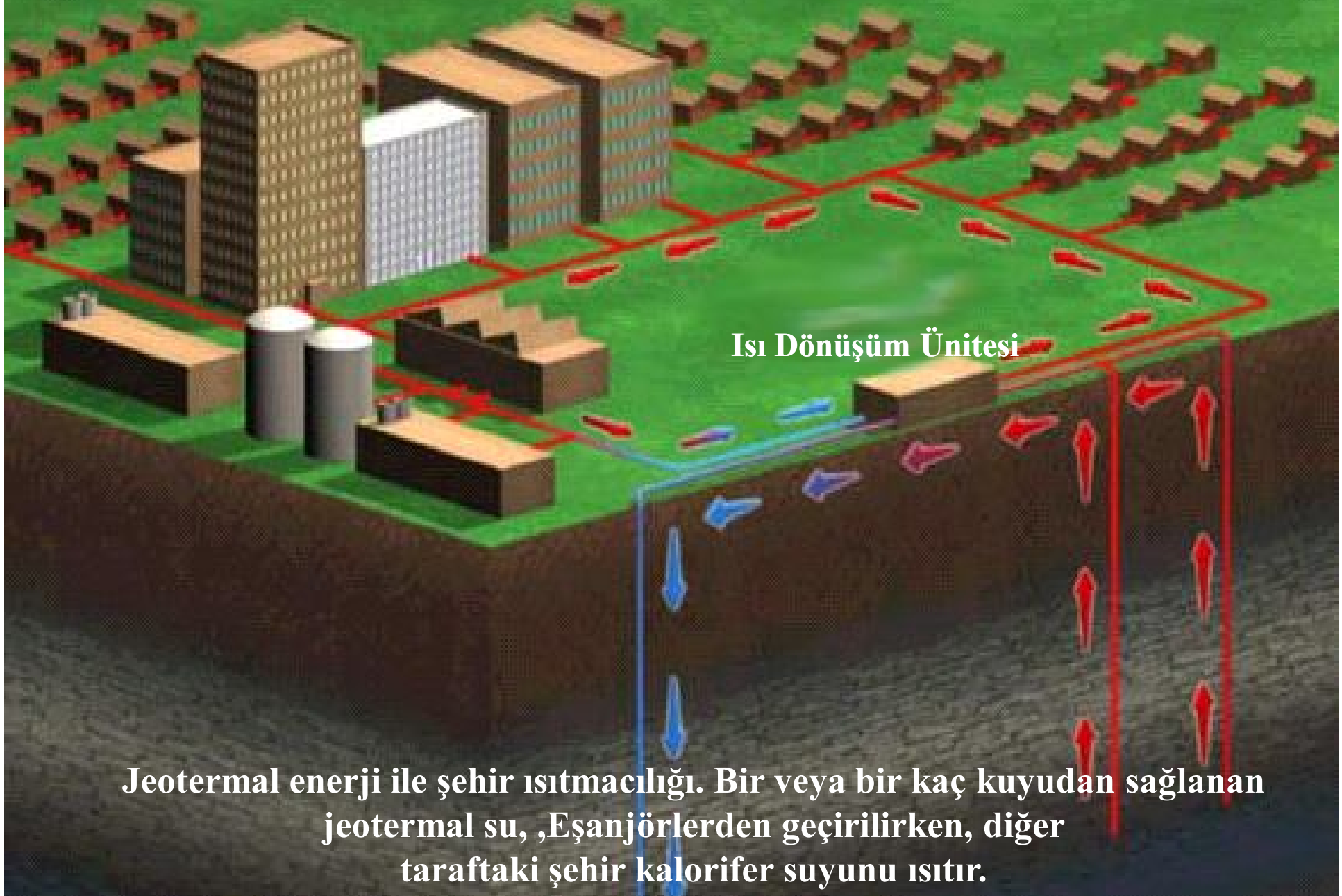


38-93°C

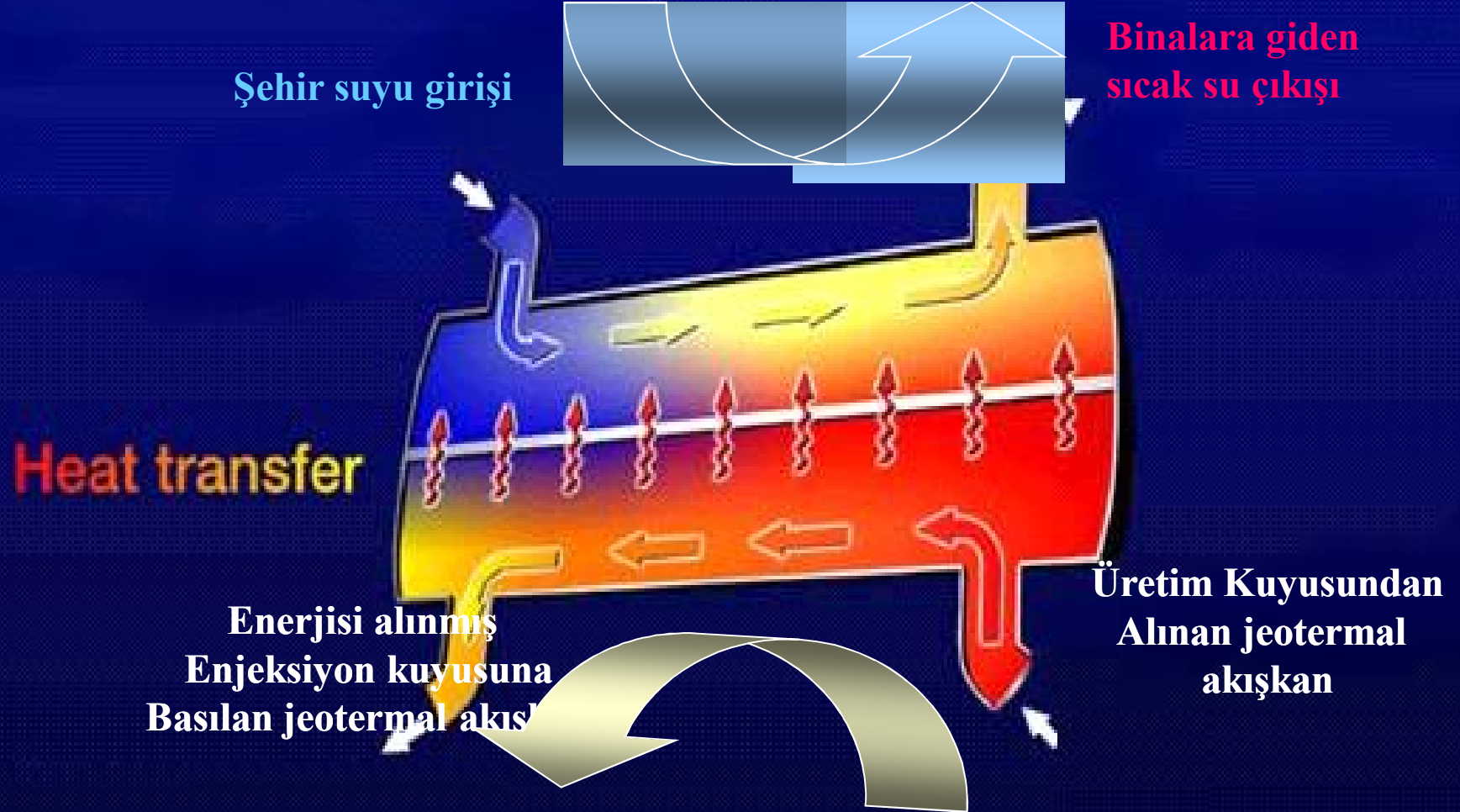
Jeotermal enerji, kereste ve yiyecek kurutmacılığında da kullanılmaktadır.

Resimde, **Burger King** için jeotermal su ile soğan kurutması yapılan bir tesis gözükmektedir.

Şehir Isıtmacılığı



Şehir ısıtmacılığında ısı eşanjörü



Eşanjör uygulamalarında, jeotermal su ile şehir ısıtmacılığında kullanılan kalorifer suyu karışmazlar. Isı transferini gerçekleştiren jeotermal su, rezervuara geri basılarak tekrar ısınması ve devri-daimi sağlanır..



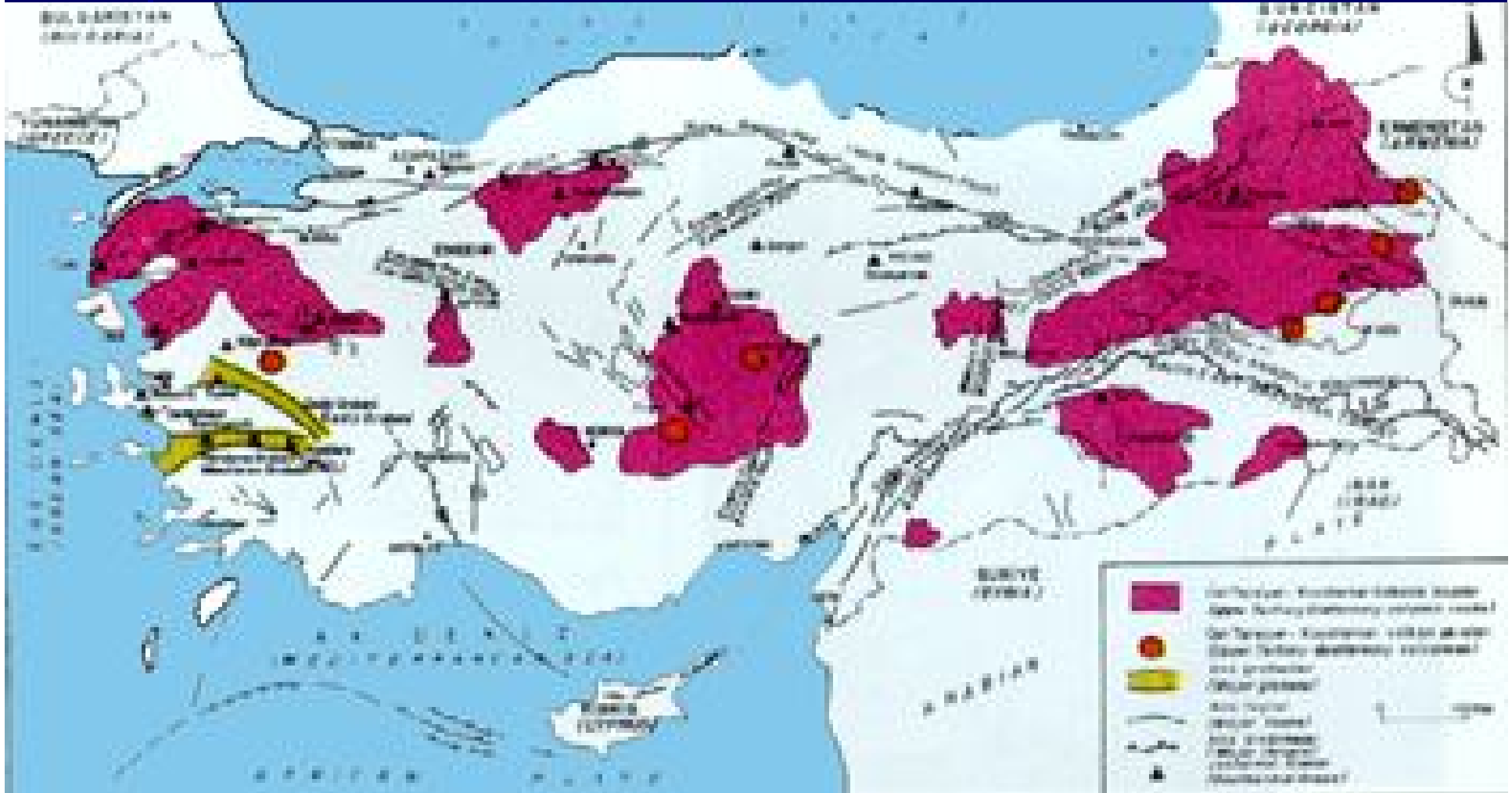
Bir çok plaka katmanından oluşan bir plaka tipi ısı eşanjörü görülmektedir. Bu tip eşanjörlerde, plakaların bir tarafında bulunan jeotermal su, plakaların diğer tarafındaki şehir suyunu ısıtır.

Bir kalorifer devri daim suyu pompa istasyonu görülmektedir. Eşanjörlerden geçerek ısınan su, pompalar aracılığıyla kalorifer sisteminde sirküle edilir.



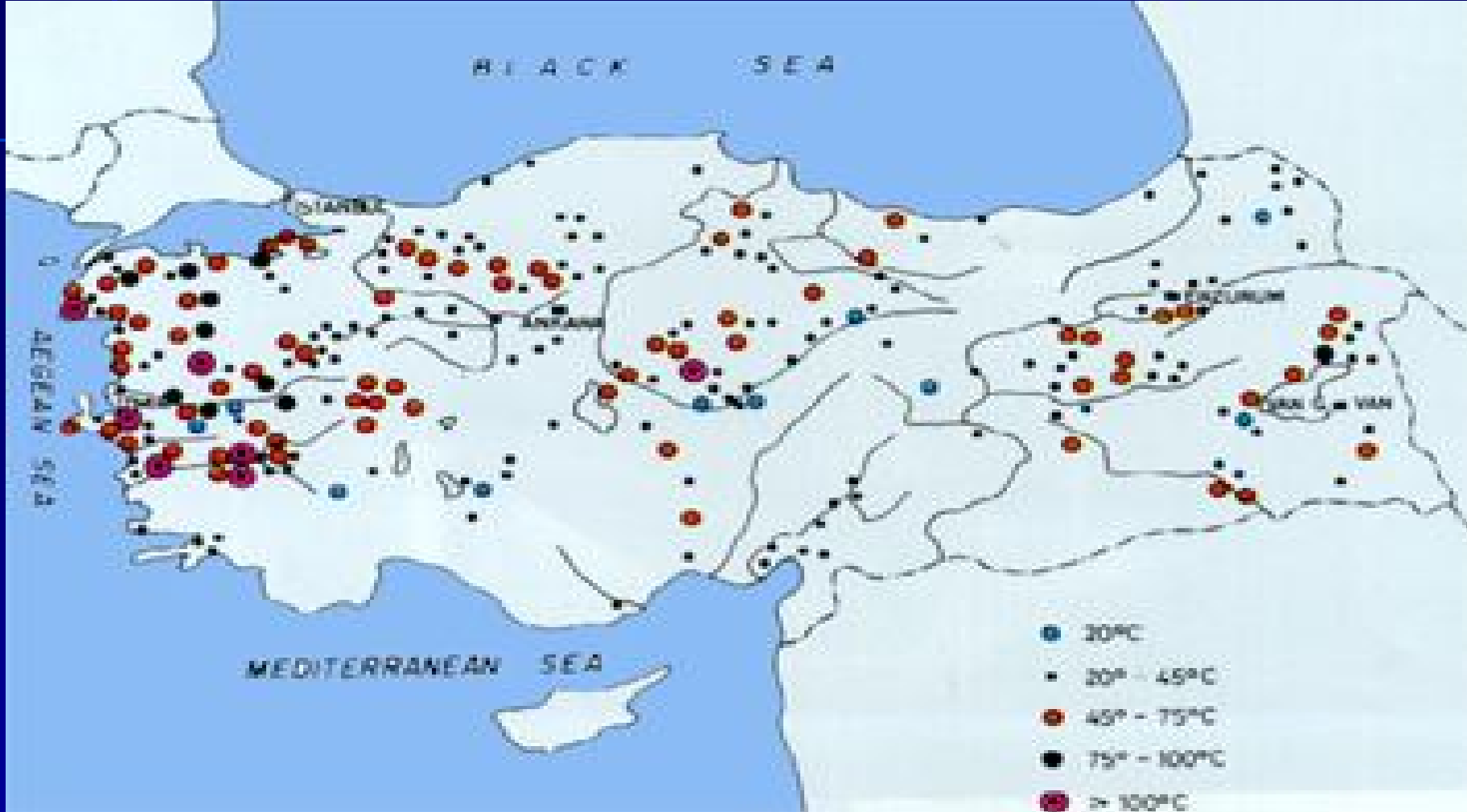


TÜRKİYE'DE JEOTERMAL KAYNAKLAR



Türkiye'nin volkanizma ve tektonizması

TÜRKİYE'DE JEOTERMAL KAYNAKLAR



Türkiye'de bulunan Jeotermal alanların bölgelere göre dağılımı

TÜRKİYE'DE JEOTERMAL KAYNAKLAR

Kızıldere jeotermal santrali

ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNE UYGUN OLABİLECEK JEOTERMAL SAHALAR

Germencik - Aydın

Tuzla - Çanakkale

Kızıldere (ek üniteleri)

Seferihisar - İzmir

ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ

Denizli - Kızıldere 20 MW

Toplam 20 MW

DOĞRUDAN KULLANIM

Şehir Isıtmacılığı

Gönen - Balıkesir

Kırşehir

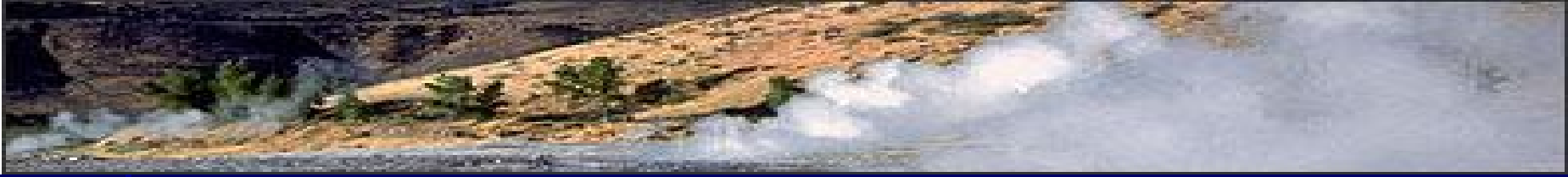
Simav - Kütahya

Afyon

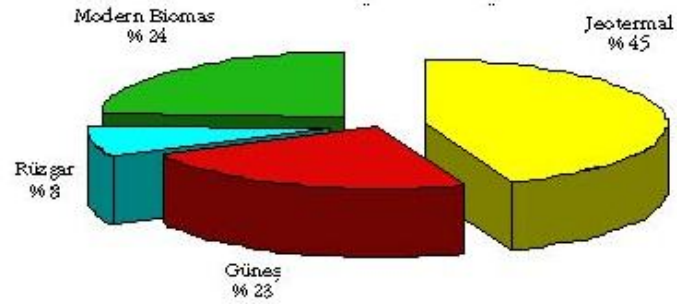
Kızılcahamam

ve diğer direk kullanım alanları

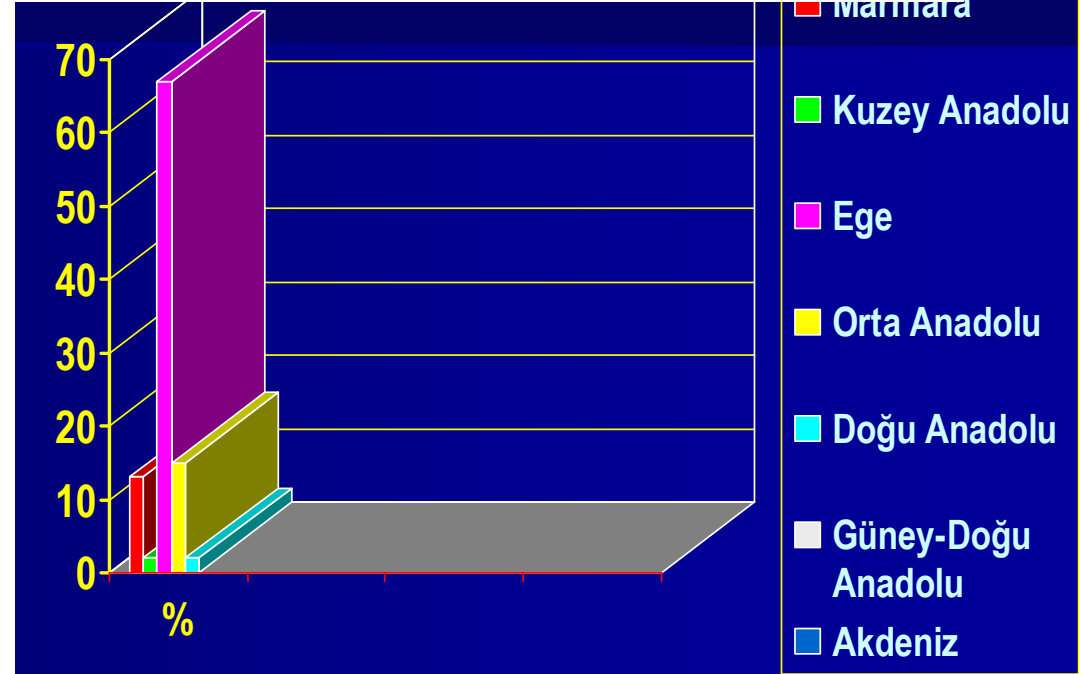
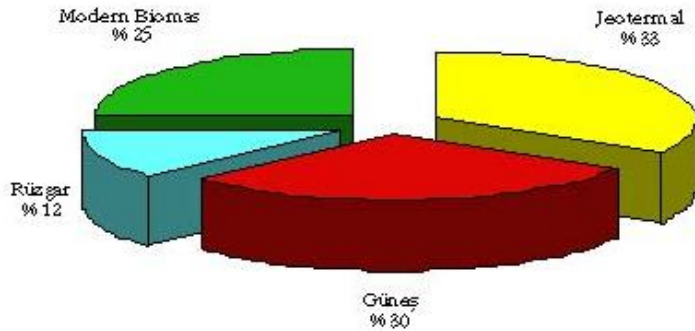
Toplam 2250MWt



2005 Yılı - Toplam 3124 Btep



2023 Yılı - Toplam 16 186 Btep



Yenilenebilir kaynakların üretim payları (TÜSİAD Raporu)

Türkiye'de ve dünyadaki jeotermal uygulamalar (1997)

<u>Uygulama Türü</u>	<u>Türkiye</u>	<u>Dünya</u>
Elektrik Üretimi (Kurulu Güç)	20.4 MWe	8 600 MWe
Karbondiyoksit Üretimi	40 000 ton/yıl (Dünyada ilk ve tek)	-
Direkt kullanım (konut, sera, termal tesis ısıtma)	350 MWt	
Balneolojik kullanım	285 MWt	11 300 MWt
Toplam	635 MWt	

Ekim 1998 itibari ile jeotermal suların merkezi ısıtma amaçlı kullanımı.

Jeotermal ısıtma yapılan yerler	Isıtılmakta olan mevcut kapasite (konut eşdeğeri)
Gönen (Balıkesir)	3 000
Simav (Kütahya)	2 700
Kırşehir	1 800
Kızılcahamam (Ankara)	2 000
Balçova + Narlıdere (İzmir)	6 500
Dokuz Eylül Üniversitesi (İzmir)	3 000
Sandıklı (Afyon)	1 000
Balçova Termal Tesisleri ve Balçova Termal Princess Hotel	2 500
Afyon Oruçoğlu Termal Resort	500
Afyon şehir merkezi	4 000
Ser (200 d) ve kaplıcalar ile 35 adet küçük jeotermal ısıtma sistemleri	22 000
TOPLAM	49 700 Yaklaşık 50 000 (350 MW termik)

Dünyada Şehir Isıtmacılığı

Modern Jeotermal şehir ısıtmacılığı sistemleri Polonya, Fransa, Macaristan, İzlanda, **Türkiye** ve ABD'de bulunmaktadır.



**Fosil yakıt kullanımında
Reykjavik**



**Jeotermal Enerji kullanımına
Geçtikten sonra Reykjavik**



Reykjavik Using Geothermal

Havamızı Temiz Tutalım

Fosil yakıtları kullanmak yerine,
Jeotermal kaynaklardan
elde edilen elektriđi kullanarak,her yıl ,
22 milyon ton CO₂,
200 bin ton nitrojen oksit
ve
110 bin ton külün
atmosfere atılmasını önlemekteyiz.

Jeotermal Enerjinin faydaları

- Temiz ve Güvenli bir enerji kaynağıdır.
- Yenilenebilir ve devam ettirilebilir, bir enerji kaynağıdır.
 - Sürekli ve sabit bir enerji kaynağı sağlar,
- Fosil yataklarından enerji sağlar ve enerji kaynaklarına çeşitlik getirir.
 - İthal enerji gereksinimini azaltır ve yerel ekonomiye katkı sağlar,
 - Uzak yerleşim birimleri için modüler ve arttırılabilir,enerji santrali çözümleri sağlar.

İthal enerji kaynakları yerine,



Ekonomi



Yerel Enerji Kaynakları kullanımına ağırlık verilmelidir.



Rüzgar Enerjisi



Güneş Enerjisi

Temiz Dönüştürülebilir Enerji Kaynakları



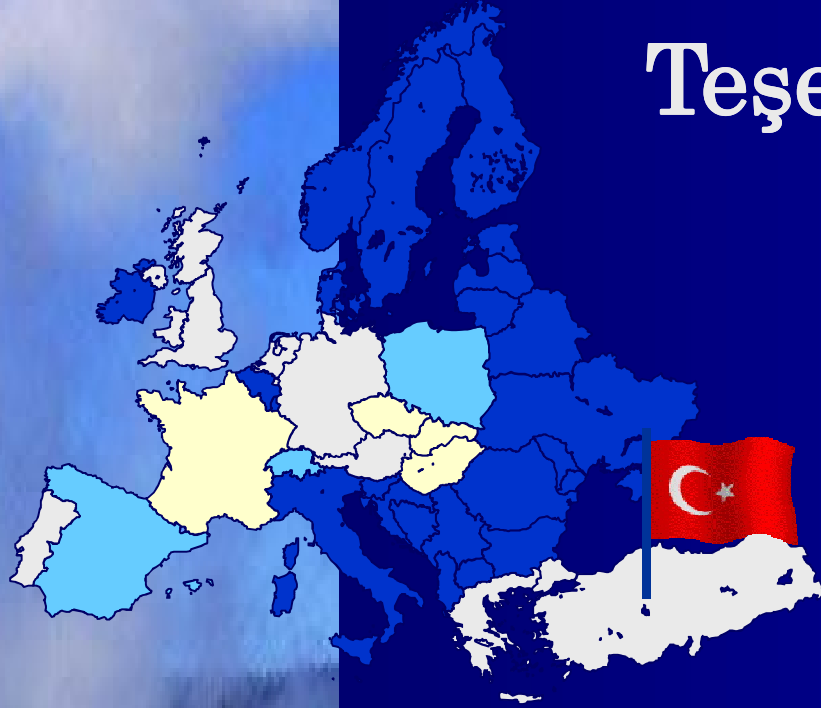
Hidro Enerji



Jeotermal Enerji

Clean Renewable Energy

Dinlediđiniz için
Teřekkür ederim.



*AYDIN UYAR
JEOFİZİK
MÜHENDİSİ*