



10. Enerji Verimliliği Forum ve Fuarı Türkiye Kojenerasyon Derneği Özel Oturumu

**Yenilenebilir Kaynaklarla Kojenerasyonun Entegrasyonu
12.04.2019**

Jeotermal Enerji Kaynakların Yüksek Verimli Kojenerasyon Uygulaması

12 Nisan 2019

Ömer Harun ÖRGE

Genel Müdür Yardımcısı, İşletme ve Bakım

Zorlu Enerji



ZORLUENERJİ

İÇİNDEKİLER

- JEOTERMAL ENERJİ NEDİR?
- DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ
- JEOTERMAL ÇEVİRİM TEKNOLOJİLERİ
- ÖRNEK PROJE : KIZILDERE III

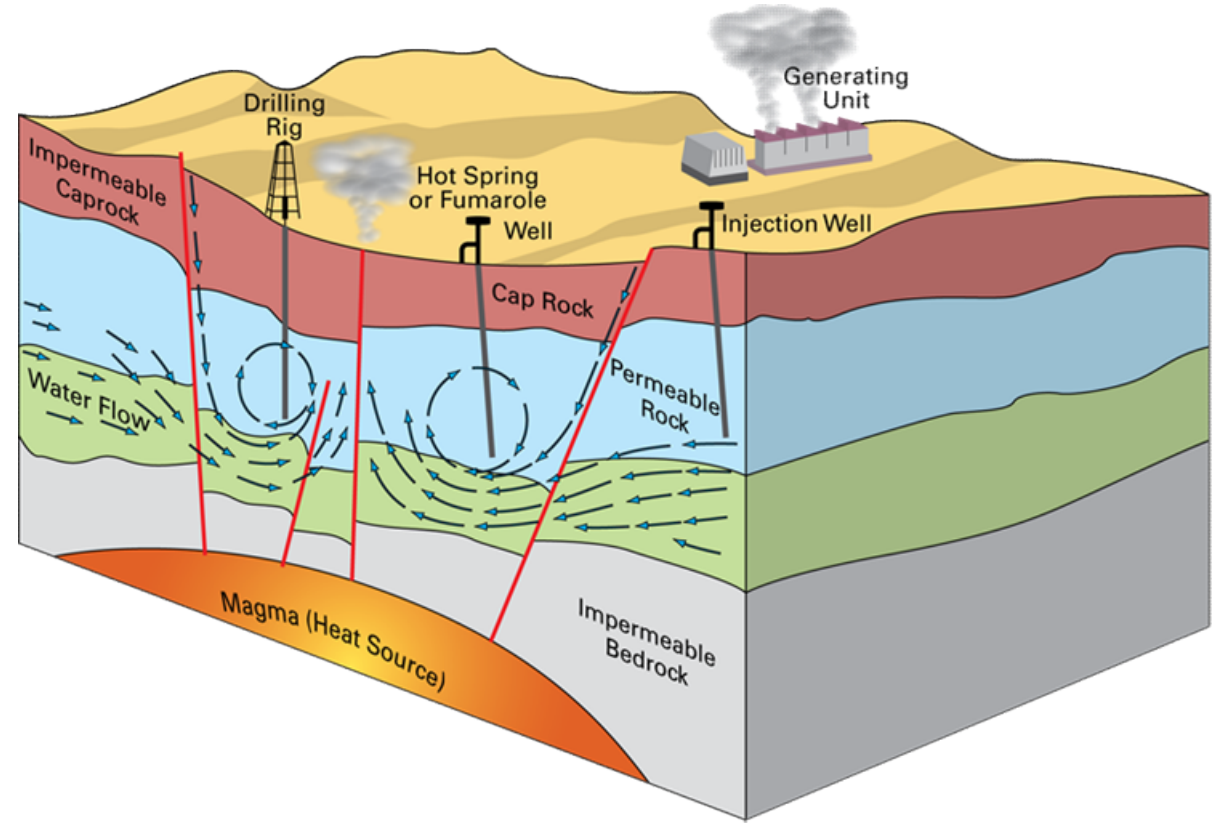


Jeotermal Enerji Nedir?

Jeotermal Enerji; yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde bulunan birikmiş ısının, normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözünmüş mineral, çeşitli tuzlar ve gaz içerebilen basınç altındaki sıcak su ve buhar (akışkan) yolu ile yüzeye taşınan ısıdır.

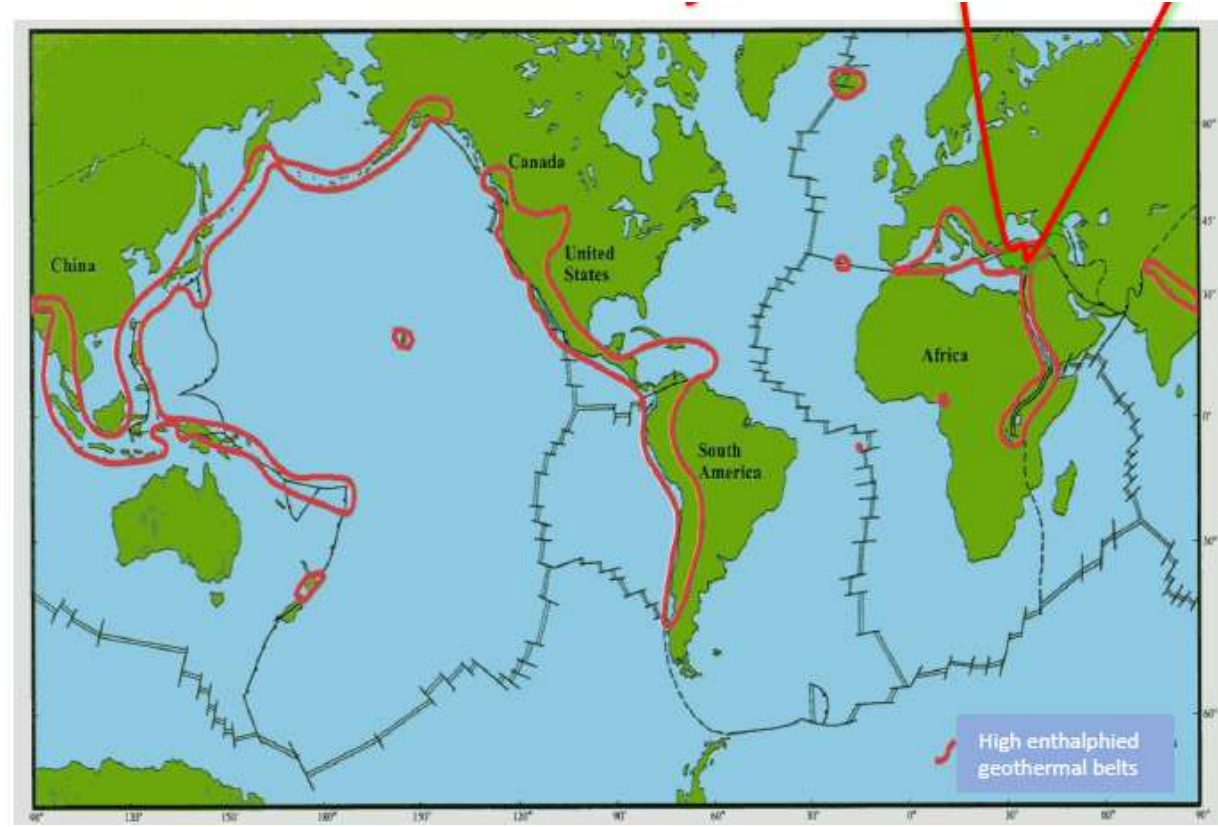
Jeotermal Enerji;

- ✓ Yenilenebilir
- ✓ Çevre Dostu
- ✓ Sürdürülebilir
- ✓ Ucuz
- ✓ Yerli ve Milli bir enerji kaynağıdır.

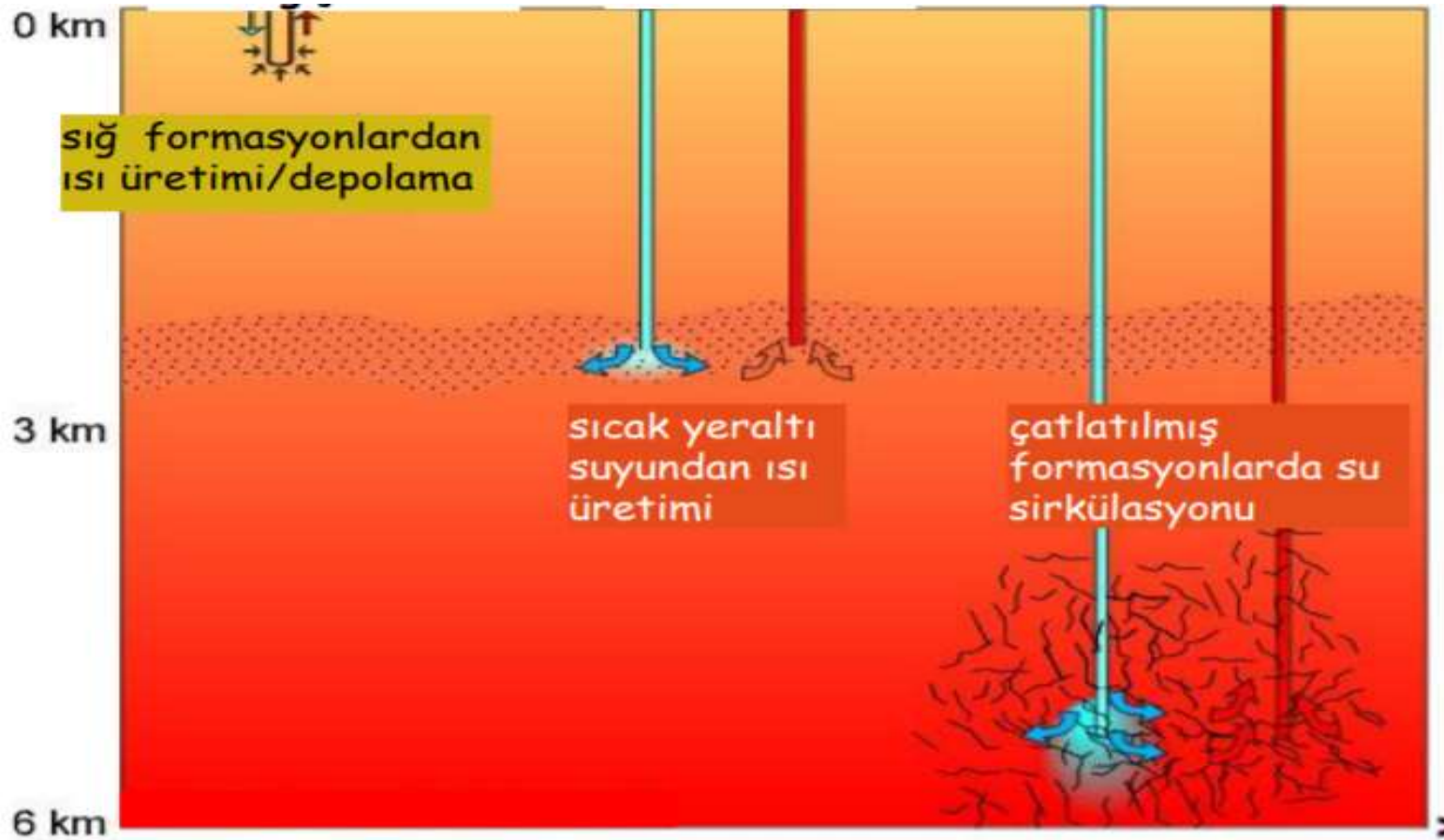


Jeotermal ve Türkiye

Türkiye Asya ve Avrupa arasında önemli jeolojik yapıların olduğu «Ring of Fire» olarak bilinen tektonik olarak aktif olan Alp Himalaya kuşağında yer almaktadır.

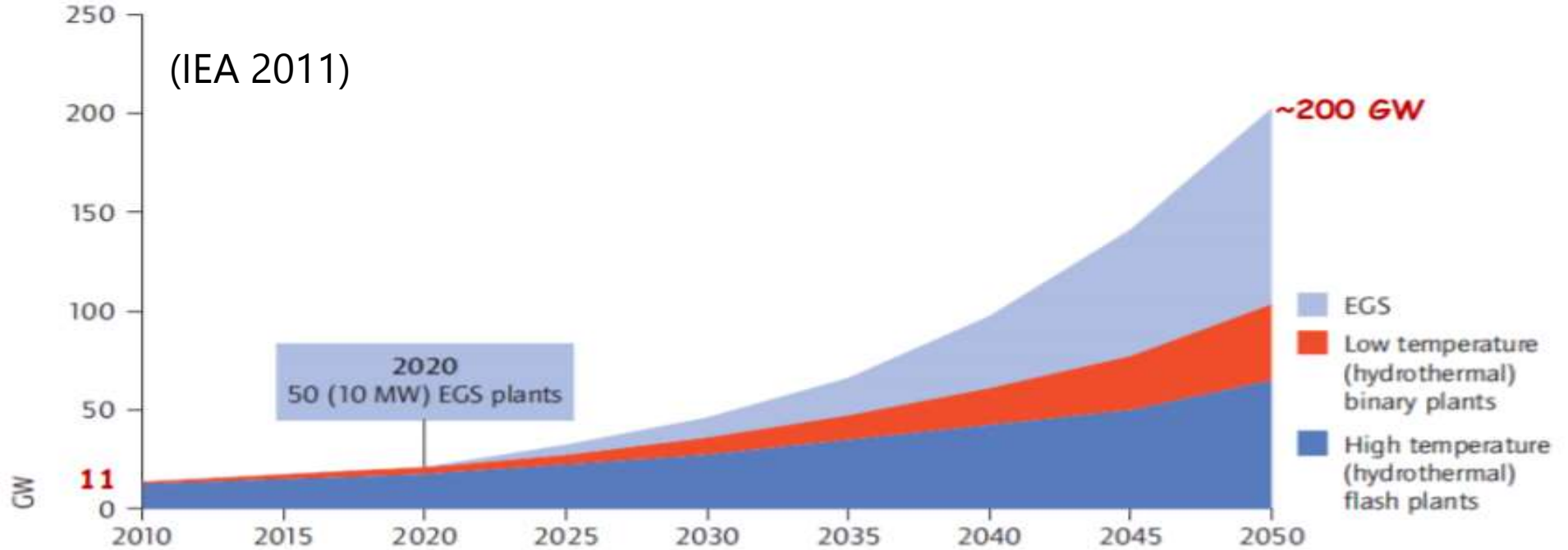


Jeotermal Üretim Yöntemleri



- Isı Pompaları
- Konvansiyonel Hidrotermal Sistemler
- Gelişmiş Jeotermal Sistemler (EGS)

Jeotermal Üretim Yöntemleri



Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu çalışmaya göre gelişen teknoloji ile birlikte 2025 yılı sonrasında EGS sistemlerinin ekonomik olmaları beklenmektedir.



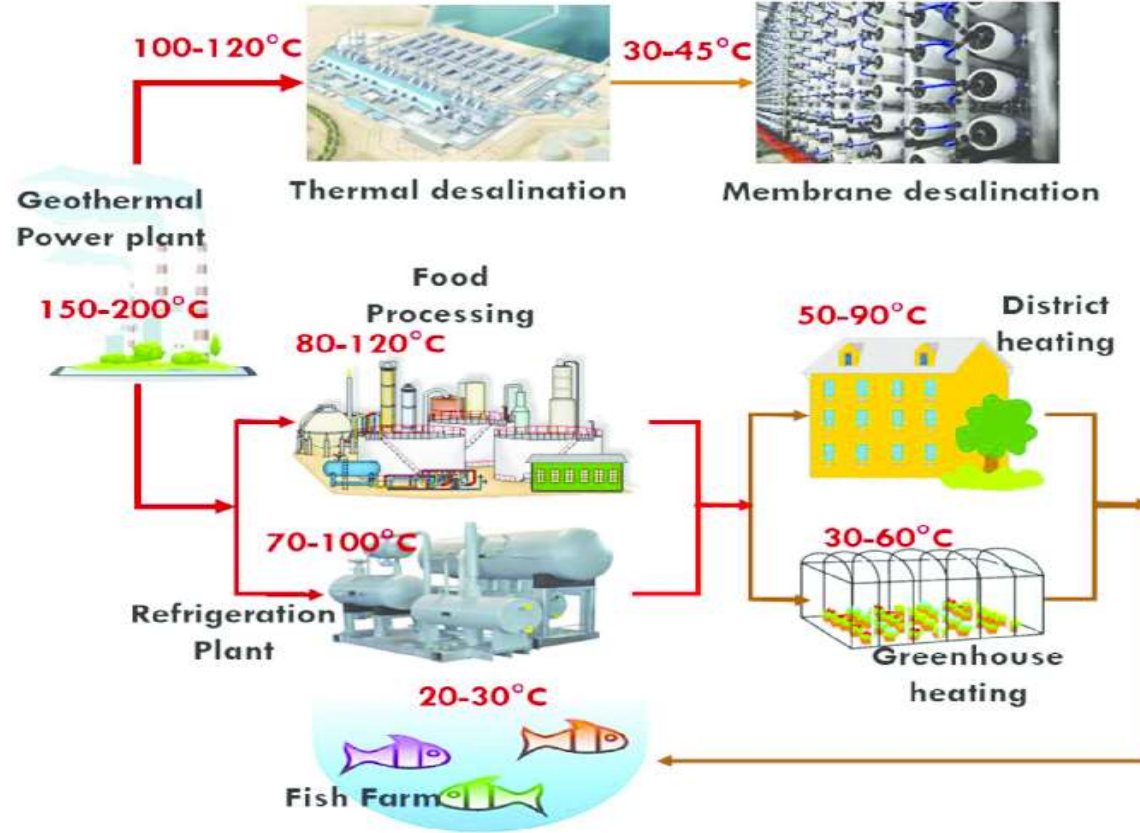
Jeotermal Enerji Kullanım Alanları

Jeotermal Enerji Kullanım Alanları



Jeotermal Enerji Entegre Tesisleri

Entegre tesislerin çalışma prensipleri;



Jeotermal Enerji Sıcaklığına göre Kullanım Alanları

- 180 - Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma
- 170 - Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diatomitlerin kurutulması
- 160 - Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
- 150 - Bayer's yolu ile alüminyum eldesi
- 140 - Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservacilikte)
- 130 - Şeker endüstrisi, tuz eldesi
- 120 - Temiz su eldesi, tuzluluk oranının arttırılması
- 110 - Çimento kurutulması
- 100 - Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama
- 90 - Balık kurutma
- 80 - Ev ve sera ısıtma
- 70 - Soğutma
- 60 - Kümes ve ahır ısıtma
- 50 - Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)
- 40 - Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri
- 30 - Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri
- 20 - Balık çiftlikleri



Jeotermal ve Türkiye

	TÜRKİYE	DÜNYA
Elektrik Üretim Kapasitesi	1.347 MWe	14.369 MWe
Direkt Kullanım	2.594 MWt	70.329 MWt



1.347 MWe elektrik üretimi



**4.283 dekarlık alanda sera
üretimi ve 125.820 hanede
direkt ısıtma**



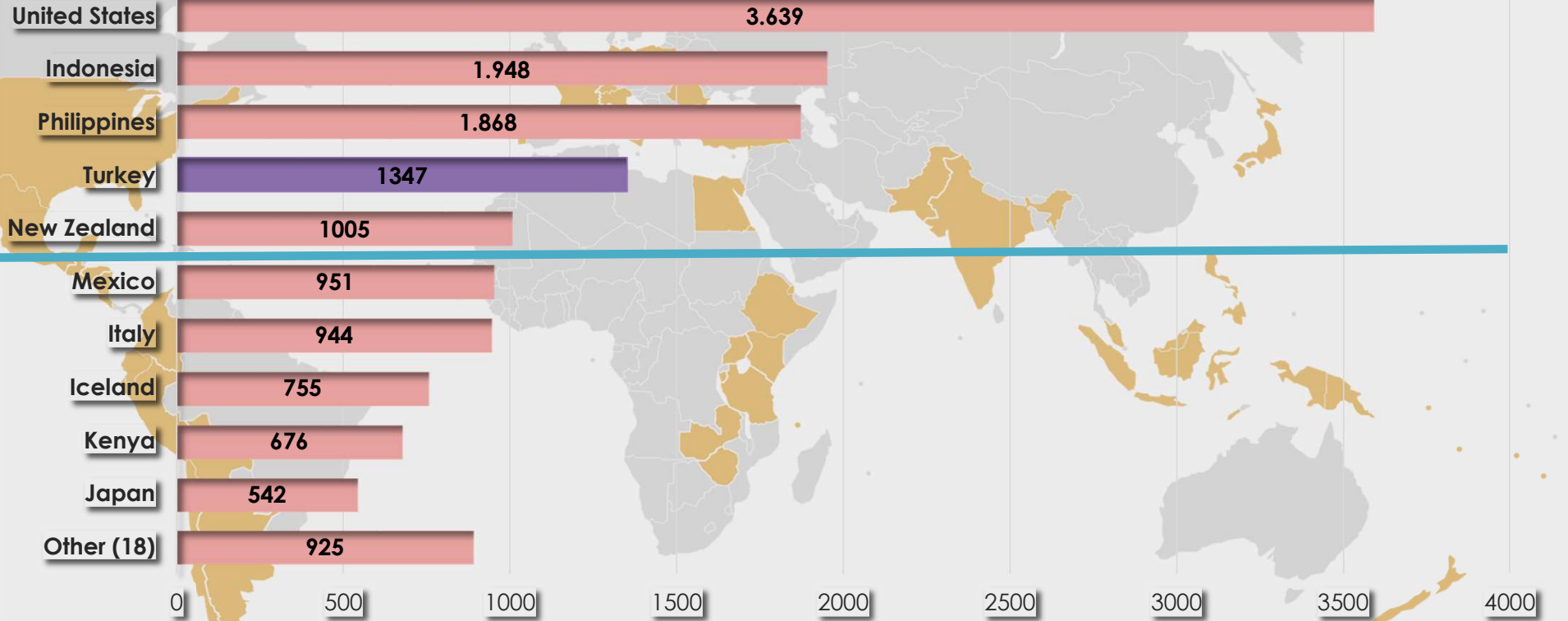
**400 üzeri termal turizm
tesisi**



Jeotermal Enerji Kurulu Kapasite

TOP 10 GEOTHERMAL COUNTRIES

INSTALLED CAPACITY - MW (DECEMBER 2018) - 14,600 MW IN TOTAL



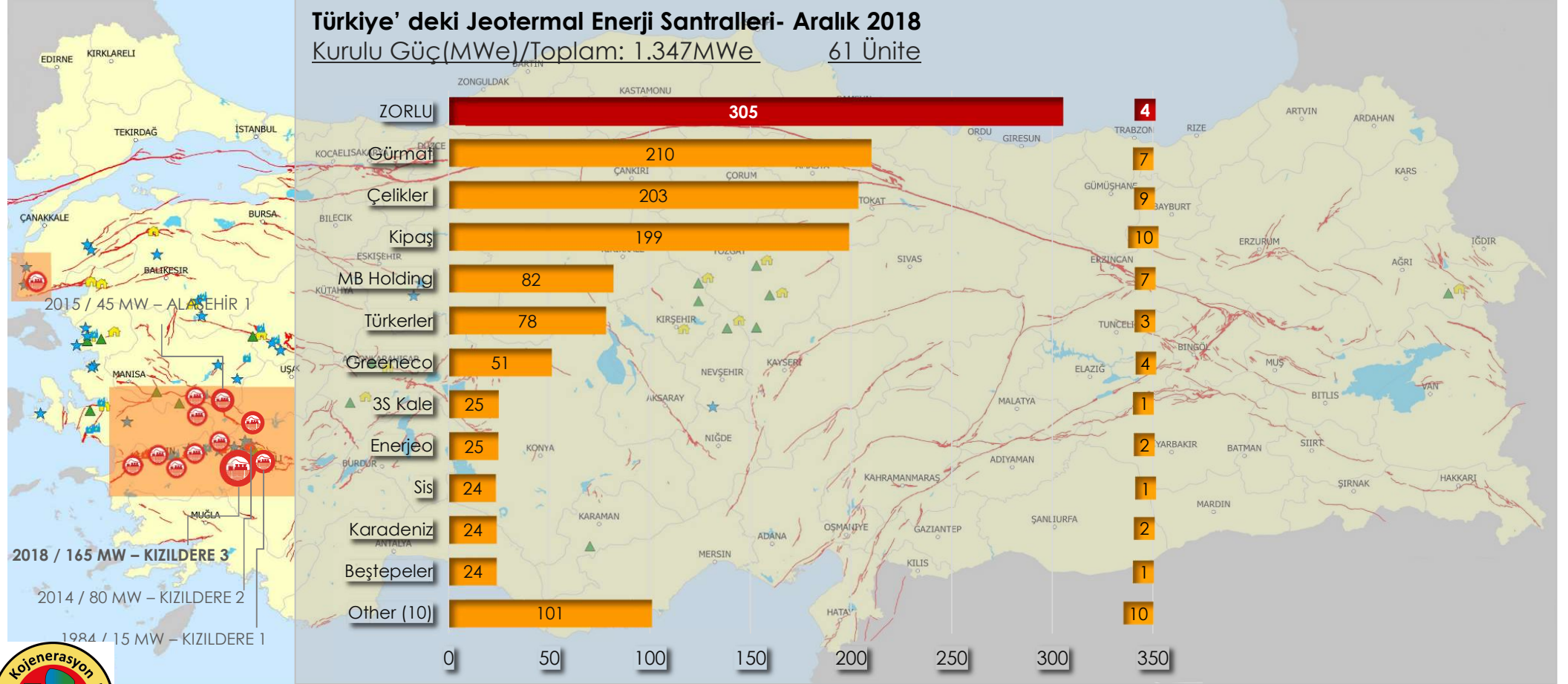
*thinkgeoenergy.com



ZORLUENERJİ

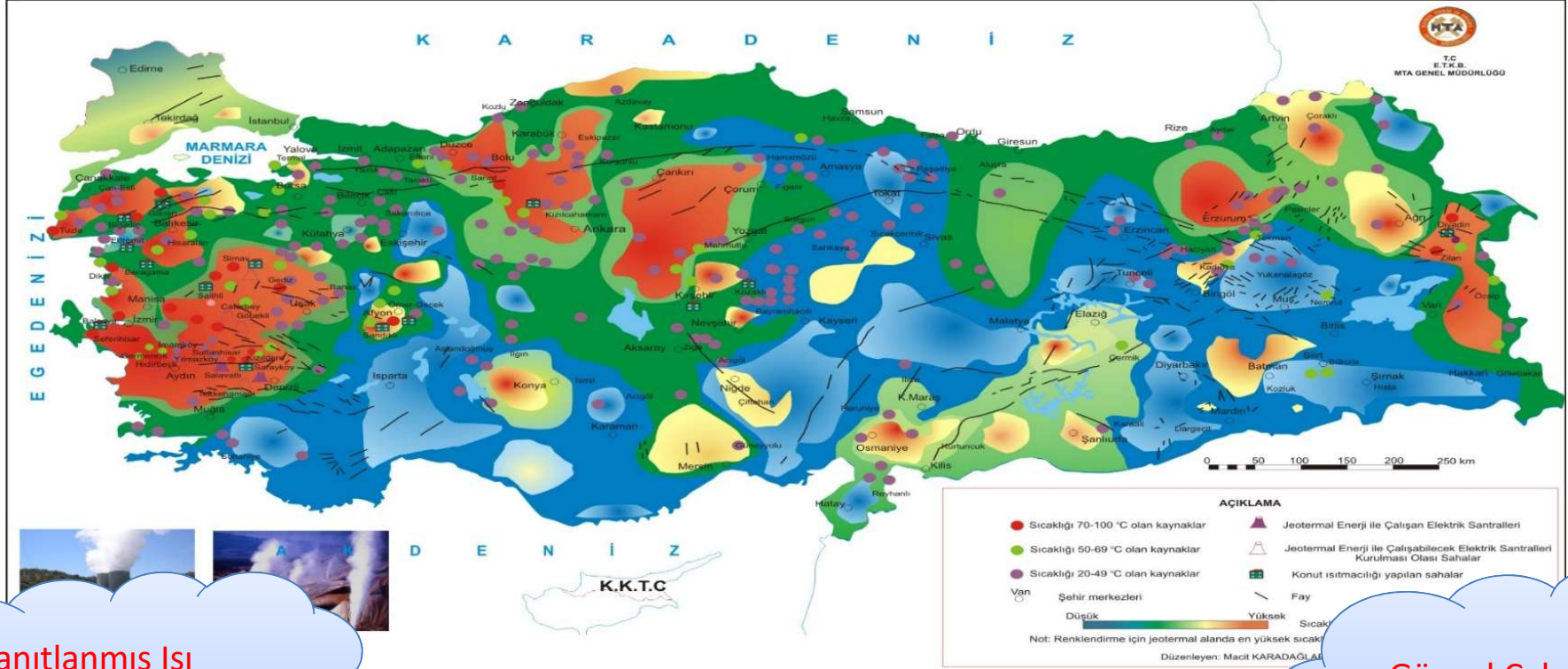
Türkiye’de Jeotermal Enerji

Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santralleri- Aralık 2018
Kurulu Güç(MWe)/Toplam: 1.347MWe 61 Ünite



Türkiye’de Jeotermal Enerji

Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Kanıtlanmış Isı
Potansiyeli
31.500 MWt

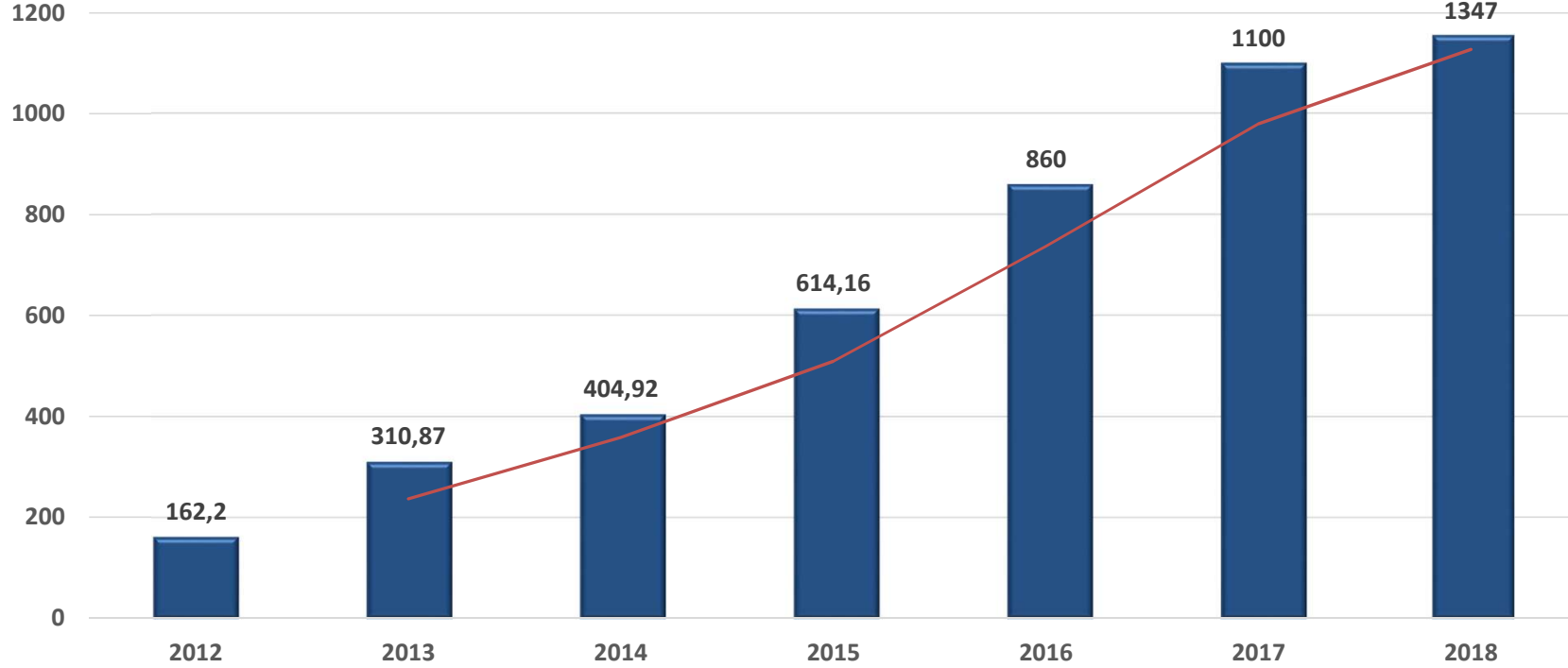
Güncel Çalışmalar
62.000 MWt



ZORLUENERJİ

Türkiye’de Jeotermal Enerji

Türkiye Jeotermal Enerji Santralleri Gelişimi



✓ 2005 öncesi; Kurulu Güç **< 20 MWe**

✓ 2018; Kurulu Güç **> 1347 MWe**



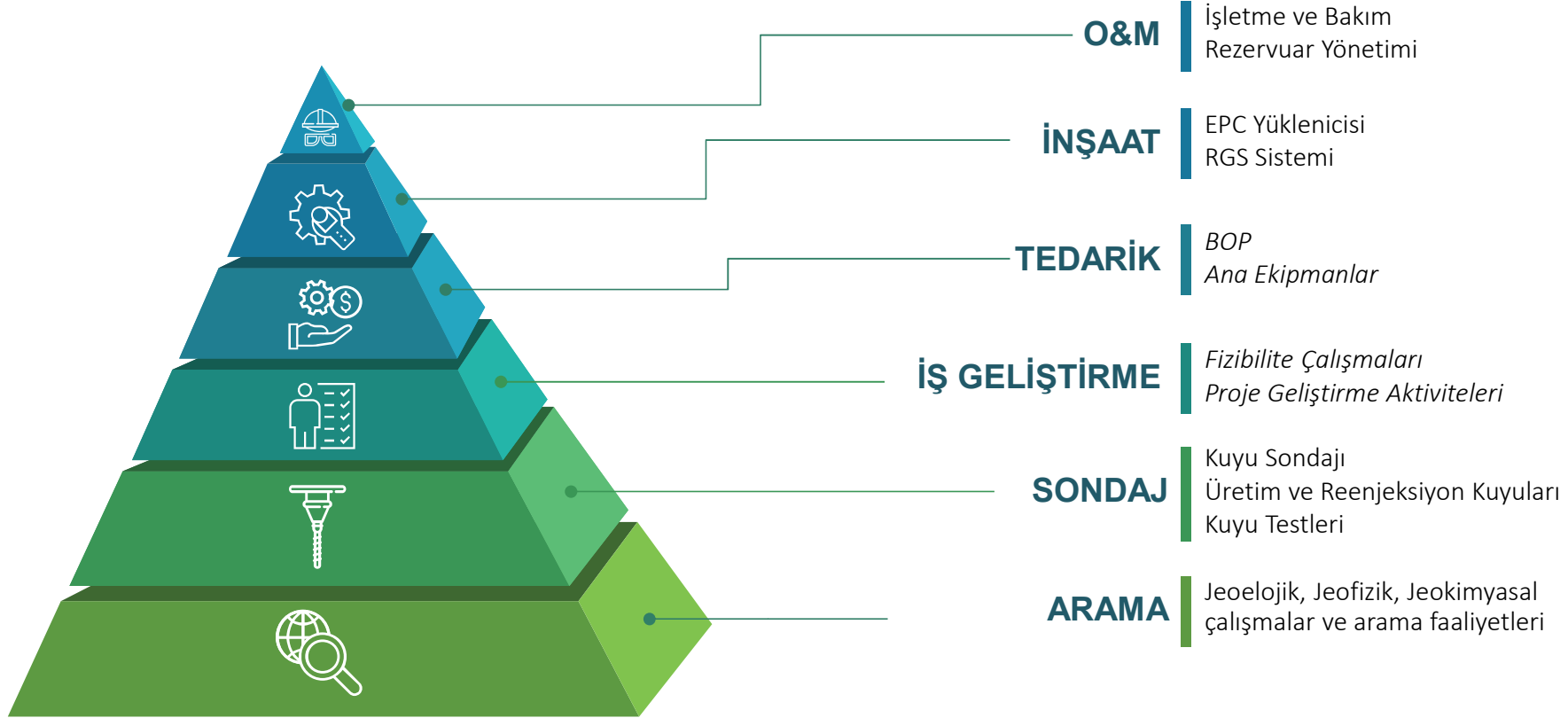
Türkiye’de Jeotermal Enerji

İlk Jeotermal Elektrik Santrali : 15 MWe Kızıldere-I (1984’te devreye alındı.)



ZORLUENERJİ

Jeotermal Proje Geliştirme Safhaları



Jeotermal Enerji Santral Teknolojileri

Kuru Buharlı Jeotermal Enerji Santralleri

Flaş Buharlı Jeotermal Enerji Santralleri

Binary Çevrim Jeotermal Enerji Santralleri

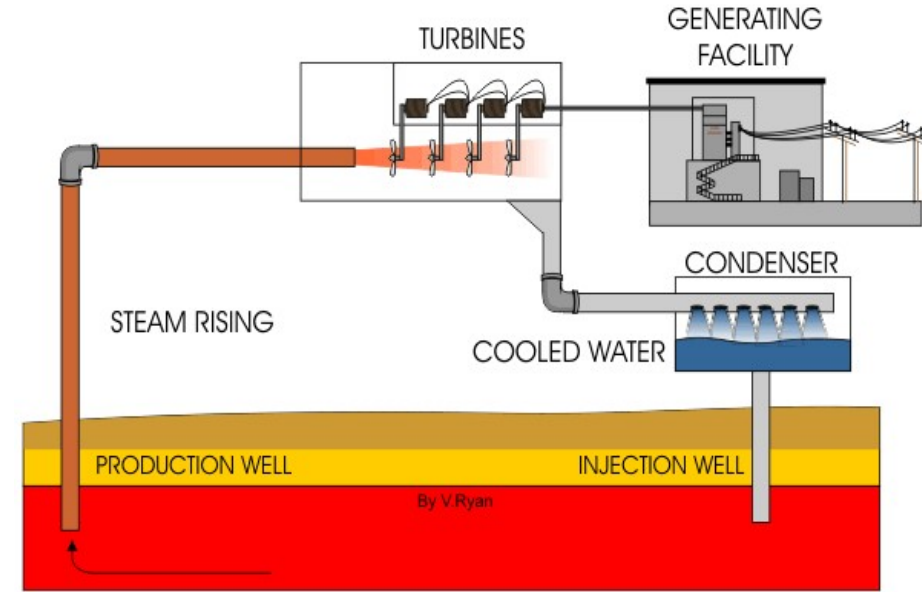
Kombine Çevrim Jeotermal Enerji Santralleri



Jeotermal Enerji Santral Teknolojileri

Kuru Buharlı Jeotermal Enerji Santralleri

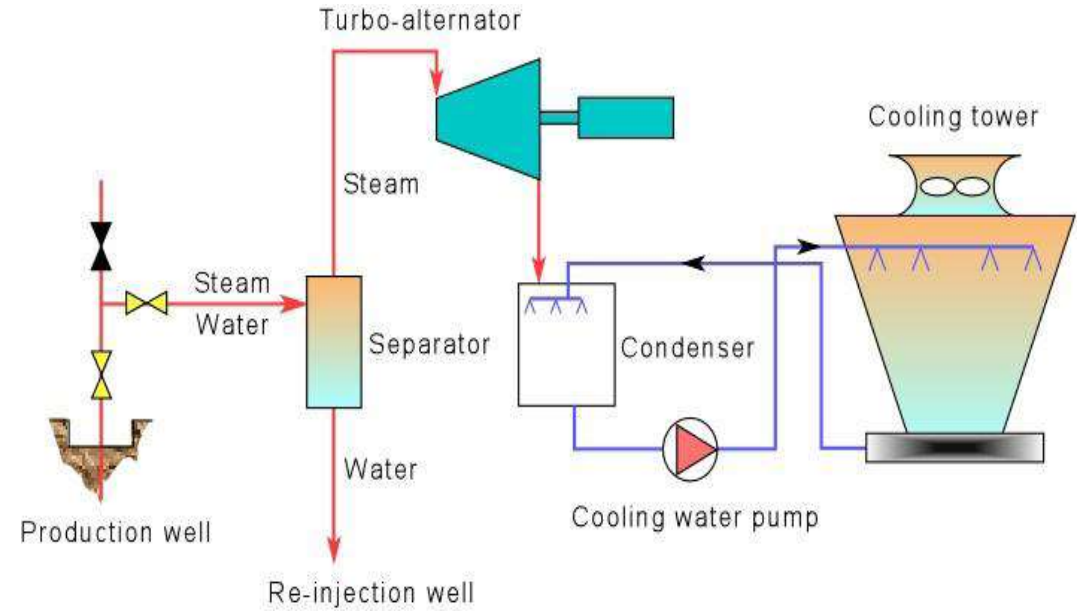
- Rezervuardan gelen doymuş ve kızgın buharın türbin sistemine verilmesi yöntemiyle çalışırlar.
- 250 °C ve üzeri sıcaklıklı kaynaklarda yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Larderello ve The Geysers dünyada keşfedilen 2 kuru buhar sistemli sahalardır. Bunların haricinde kısıtlı potansiyele sahip olan Japonya (Matsukawa), Endonezya (Kamojang), Yeni Zelanda (Wairakei ve Poihipi Yolu bölümünde) ve Amerika Birleşik Devletleri (Cove Fort, Utah) gibi alanlar da mevcuttur.



Jeotermal Enerji Santral Teknolojileri

Flaş Buharlı Jeotermal Enerji Santralleri

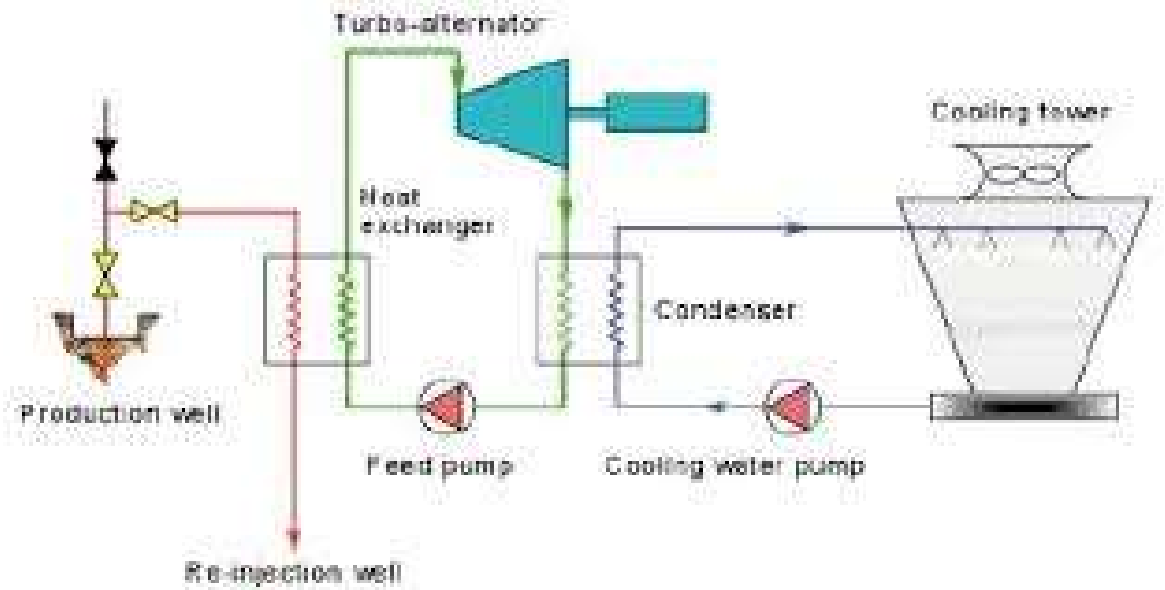
- 180°C ve daha sıcak sıvı egemen jeotermal rezervuarlarda kullanılan sistemdir.
- Rezervuardaki basınç altındaki akışkan, yüzeye çıktıkça buhar fazına geçmeye başlar. Belirlenen işletme basıncına kadar buhar sudan ayrıştırılarak türbine verilir. Arta kalan akışkan ise rezervuara geri kazandırılır.



Jeotermal Enerji Santral Teknolojileri

Binary Çevrim Jeotermal Enerji Santralleri

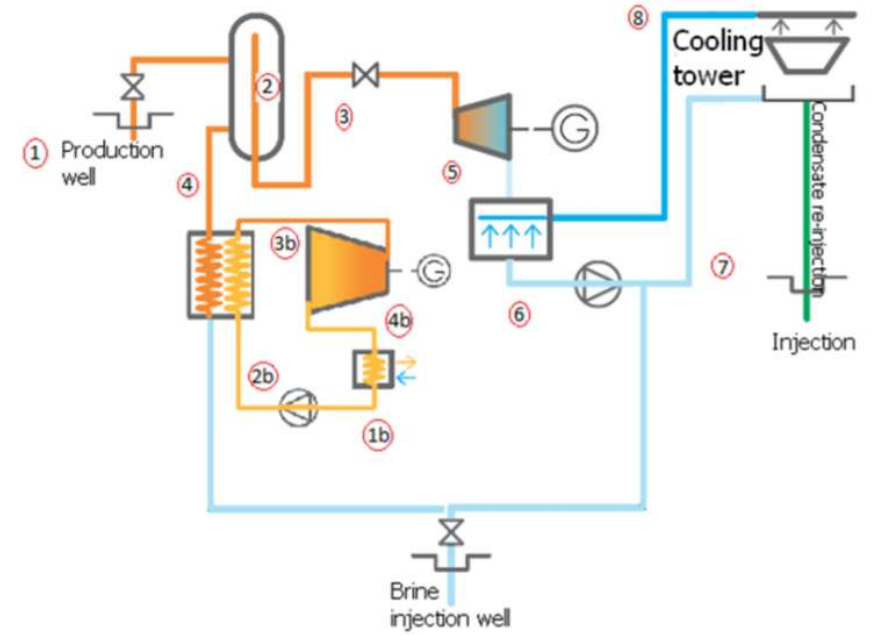
- Binary sistemlerinde, Rankine çevrimine uygun olarak çalışan, düşük kaynama sıcaklıklı ve düşük sıcaklıkta yüksek buhar basıncına sahip ikincil bir akışkan kullanılır.
- Çoğunlukla 180 °C ve altındaki sıcaklıklı kaynaklarda kullanılır.



Jeotermal Enerji Santral Teknolojileri

Kombine Çevrim Jeotermal Enerji Santralleri

- Literatürde "Bottoming Binary Çevrimi" olarak da bilinen bu sistemlerde, seperatörde ayrılarak sıvı fazda kalan akışkan reenjeksiyon kuyusuna gönderilmeden önce ısısını aktarmak üzere tekrar binary çevrimine gönderilir.
- Diğer bir alternatif ise çift flaş çevrimli santrallerde yüksek basınç türbininden ayrılan çift fazlı buhar baskın akışkanın binary çevrimine katılarak enerji elde edilmesidir.



Zorlu Enerji Jeotermal Santraller

1984

First step in Turkey

R First GPP in Turkey
commissioned in
1984

2008

**15 MWe Kızıldere I
GPP**

R Acquired in 2008
by ZORLU

2013

**80 MWe Kızıldere II
GPP**

R Commissioned in
2013
Triple Flash+Binary
Combined Cycle
Technology

2015

45 MWe Alaşehir I GPP

R Commissioned in 2015
R Double Flash+Binary
Combined Cycle
Technology

2017-18

165 MWe Kızıldere III GPP

R First Unit (99,5 Mwe)
commissioned in August 2017
R Second Unit (65,5 MWe)
commissioned in March 2018



ZORLUENERJİ

Örnek Proje : Kızıldere III JES

- Denizli Kızıldere de bulunan Kızıldere III Santralinin ilk fazı 99,5 MW olarak devreye girmiştir.
- Kızıldere III 2.fazın devreye girmesiyle birlikte 165 MW üretim kapasitesine ulaşarak Türkiye'nin en büyük jeotermal santrali olmuştur.
- Kızıldere III te toplam iki ünite 24 üretim ve 11 enjeksiyon kuyusu vardır.
- Üretim kuyuları 3000-3500 m arası derinliktedir. Kuyudibi sıcaklığı 234 derece, türbin girişi ise 173 derecedir.
- İki ünitenin ön görülen yıllık üretim miktarları;

Toplam: 1.240.000 MWh / yıl



ZORLUENERJİ

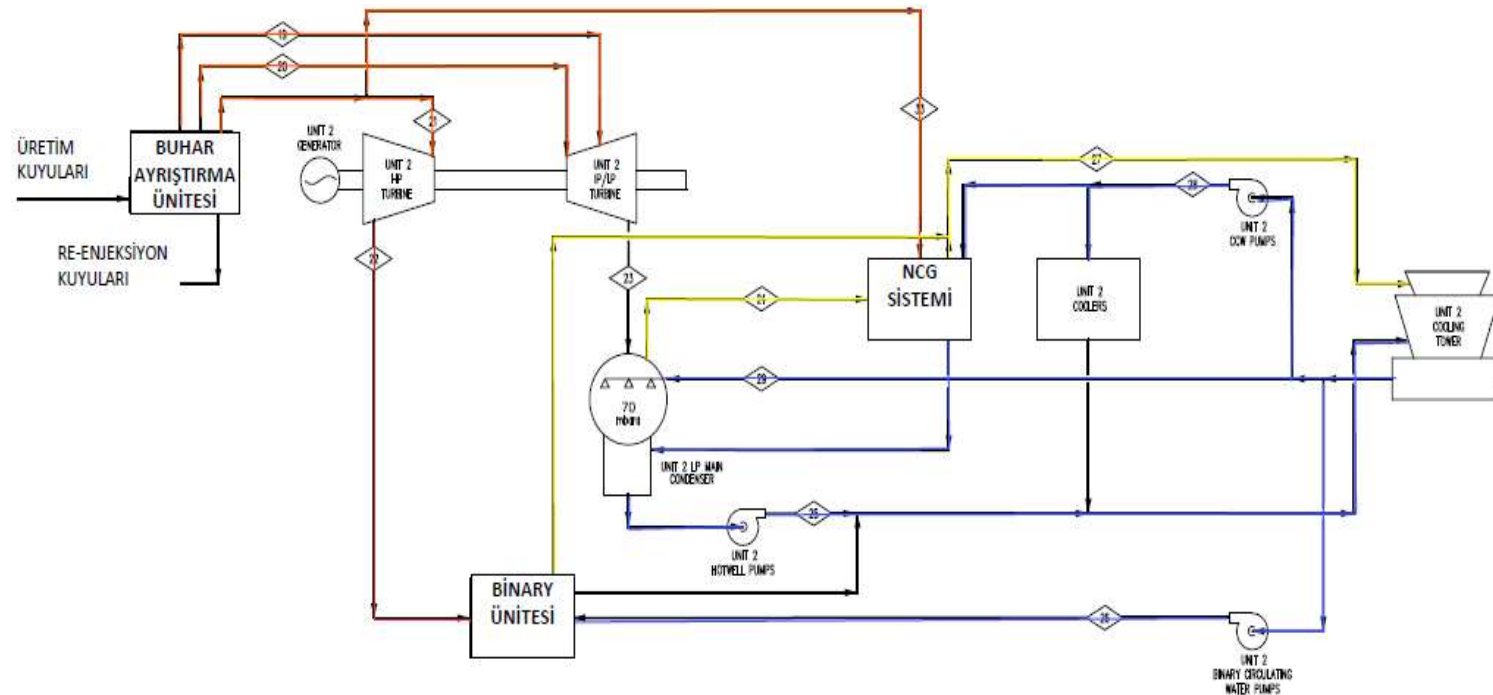
Örnek Proje : Kızıldere III JES

KOMBİNE ÇEVİRİM (FLASH+BINARY) TEKNOLOJİSİ KIZILDERE JES MEVCUT SİSTEMLERİ

- Üretim kuyularından 2 fazda gelen jeotermal akışkan (su –buhar karışık olarak) santrale ulaşır
- Seperasyon istasyonunda farklı basınç kademelerinde (yüksek, orta, düşük) flaş edilerek buhar ve su birbirinden ayrıştırılıp buhar türbine yollanır
- Düşük basınç seperatöründen çıkan jeotermal su, re-enjeksiyon pompaları aracılığıyla re-enjeksiyon kuyuları sayesinde yer altına (rezervuara) geri basılmaktadır
- Yüksek basınç türbininde iş yapan atık buhar, egzoz buhar hattı vasıtasıyla binary ünitelerine gönderilir. Ünite içinde bulunan R134a sıvısı, buharın ısı enerjisi sayesinde gaz fazına geçirilerek Binary türbinlerine gönderilir.
- Buhar türbini ve Binary türbini arkasına bağlı generatörlerde elektrik üretilir.



Örnek Proje : Kızıldere III JES Akış Şeması



- Üretim kuyularından çift fazda (sıvı-buhar) gelen jeotermal akışkan seperasyon istasyonunda seperatör ve demisterler vasıtasıyla buhar ve sıvı fazlarına ayrıştırılmaktadır. Elde edilen saf buhar buhar türbinine, sıvı fazdaki brine akışkanı ise enjeksiyon kuyularına gönderilmektedir.



Zorlu Enerji Jeotermal Kullanım Alanları

Zorlu Enerji olarak Jeotermal sahalarda farklı kullanım alanlarına fayda sağlamaktayız.

- Isıtma
- Termal tesisleri destekleyerek buhar turizmine katkı sağlıyoruz.
- Kızıldere III Buharkent'i beslemekte
- Denizli Sarayköy ilçesinde kurulmakta olan tarıma dayalı ihtisas OSB'ye tarıma ve seracılığa dayalı buhar temini gerçekleştirecektir.

Tarım ve seracılıkta jeotermal ısıtma ve sera atmosferine CO₂ verilmesi, verimi %40-%60 arasında arttırmaktadır.



Teşekkürler

Ömer Harun ÖRGE
İşletme ve Bakım Genel Müdür Yardımcısı
Zorlu Enerji
12 Nisan 2019