



JEOTERMAL ENERJİ TESİSLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Doç. Dr. Orhan GÜNDÜZ

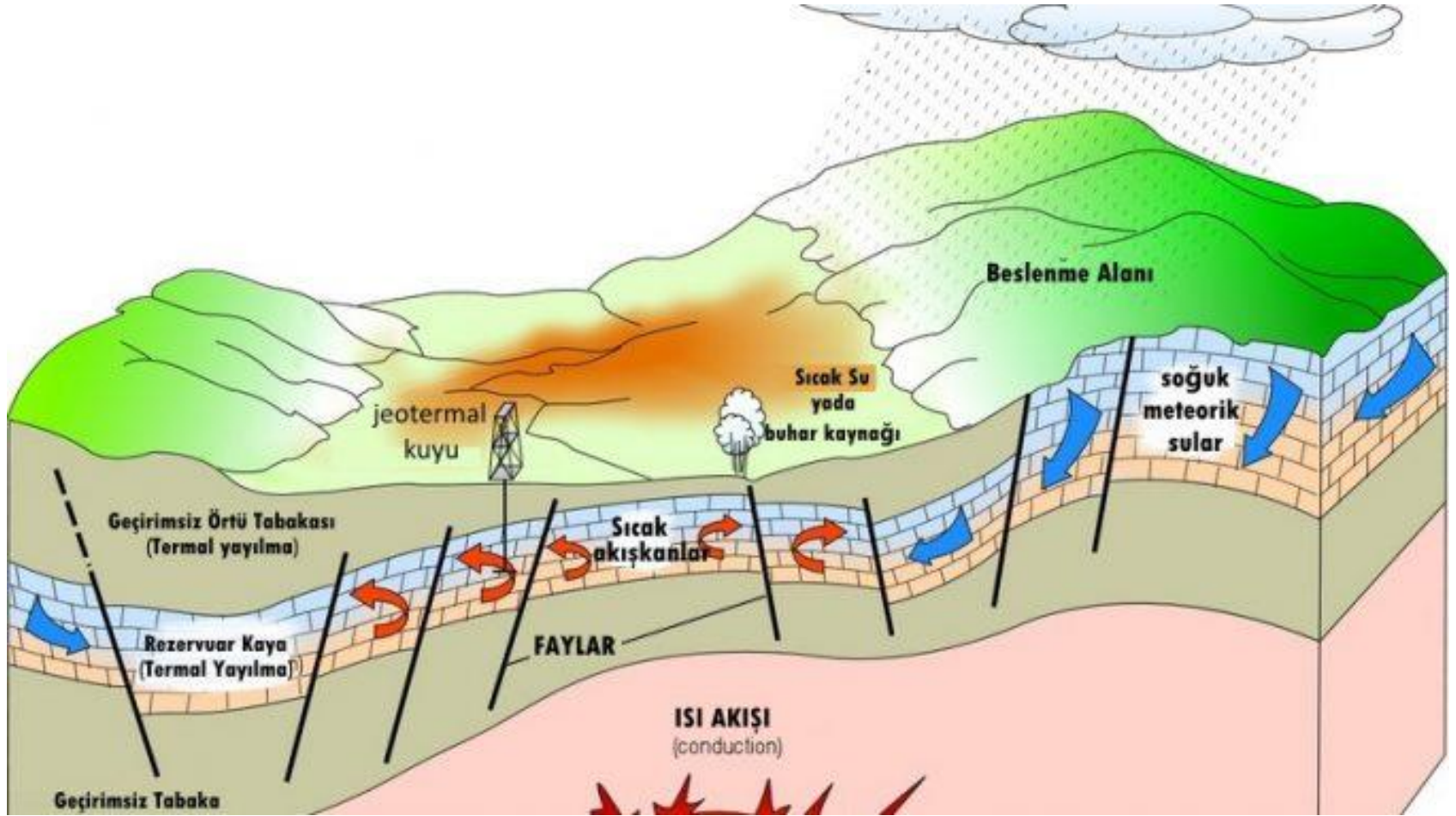
*Dokuz Eylül Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü*

Kasım 2018, İZMİR

AMAÇ

Bir yenilenebilir kaynak olarak jeotermal enerjinin ve üretim tesislerinin çevreye olan etkilerinin değerlendirilmesi ve bunları en aza indirmek için alınabilecek tedbirlerin ortaya konulması

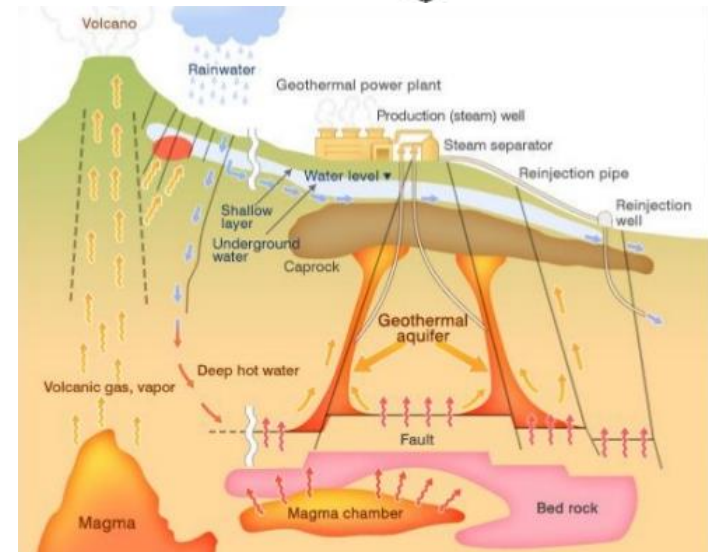
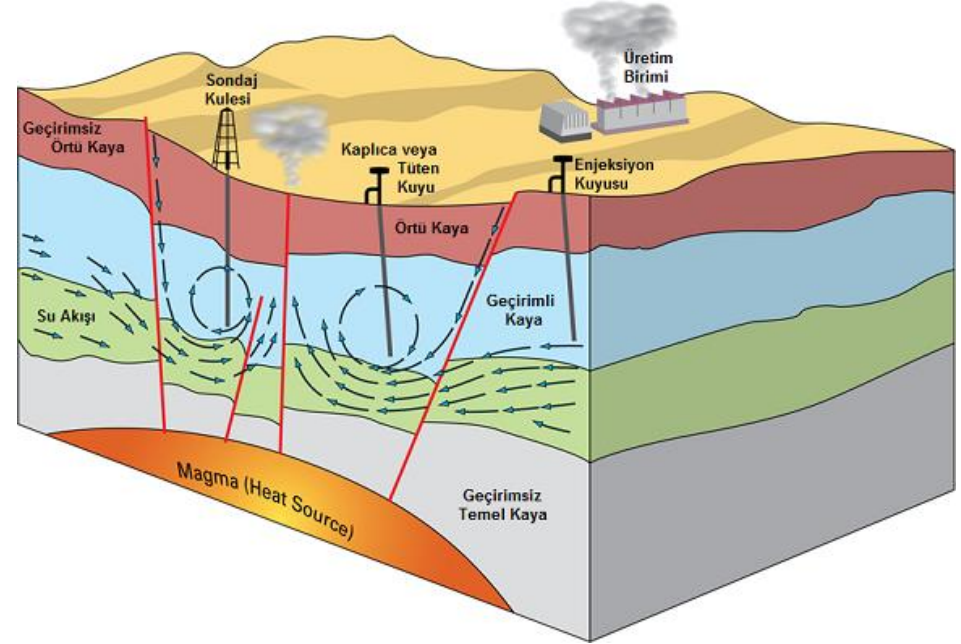
NEREDEN ÇIKIYOR BU JEOTERMAL?



Jeotermal: Yerkürenin ısı enerjisinin bir akışkan yardımıyla soğurulup yüzeylenmesi

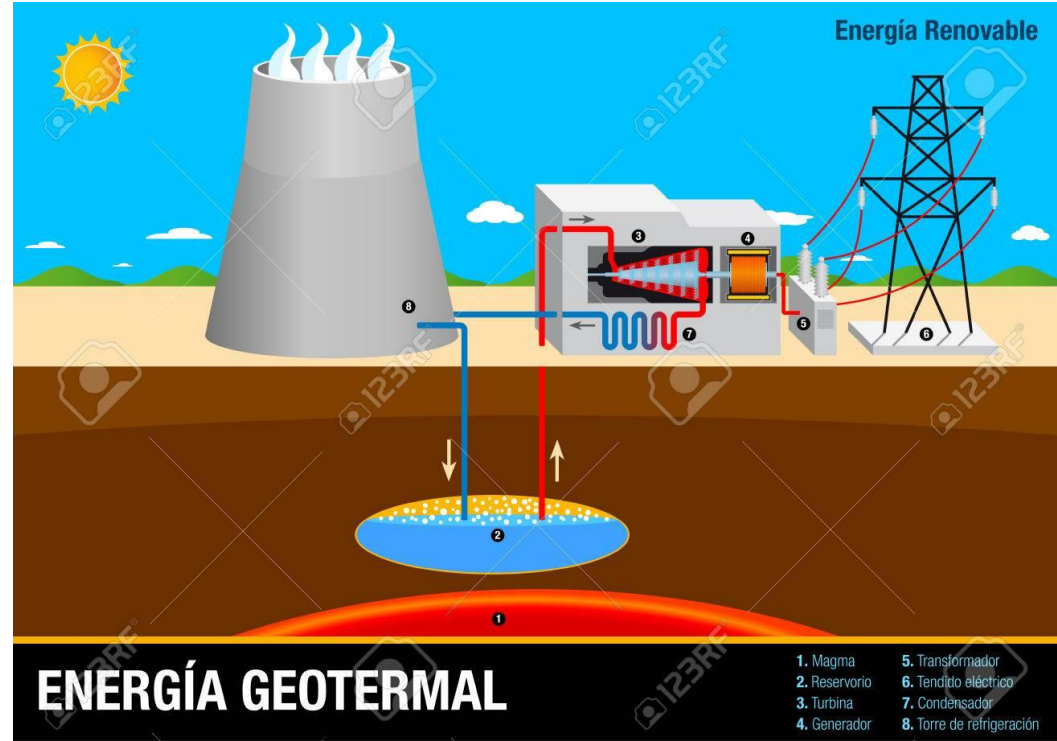
JEOTERMAL NEDİR?

- Jeotermal sular, petrol ve doğalgaz gibi diğer akışkanlara benzer şekilde yeraltındaki rezervuarlarda bulunmaktadır.
- Dünyanın pek çok bölgesinde derin hazne yapıları içerisinde yer almaktadırlar.



JEOTERMAL NEDİR?

- Magmatik rezervuara yakın bulunduğu veya fay hatlarının yarattığı süreksizlikler boyunca, yüksek ısıya maruz kalmakta ve enerji seviyesi yükselmektedir.
- Doğal veya insan yoluyla yer yüzeyine çıktığında yüksek basınç ve sıcaklığa sahip su/buhar fazında olabilmektedir.



JEOTERMAL NEDİR?

- Bu akışkanları barındıran rezervuarların üzerinde ise içme, kullanma ve tarımsal sulama amaçlı kullanılan yeraltı suyu akiferleri yer almaktadır.
- Bu nedenle derin rezervuarlarda yer alan jeotermal akışkanın yer yüzeyine çıkartılması için bulunduğu rezervuar kayasının üst kesimlerinde yer alan tatlı su akiferlerinin güvenli bir şekilde geçilmesi gerekmektedir.
- Bu esnada tatlı su akiferlerinin korunması hayati önem taşımaktadır. Gerekli önlemler alınmadığında sıcak ve soğuk akışkanın birbirine karışması söz konusu olabilmektedir.

NEDEN JEOTERMAL ENERJİ ?

- Fosil yakıtların (petrol, kömür ve doğalgaz) araştırılması, üretimi ve kullanımı aşamalarında çevreye önemli oranda kirletici salınması
- Enerji üretimi esnasında salınan karbondioksit'in neden olduğu iklim değişikliği
- Yenilenebilir enerjiye (hidroelektrik, rüzgar, jeotermal ve güneş) olan küresel talep
- Jeotermal enerjinin çok amaçlı kullanım olanakları (atık jeotermal akışkanın yan kullanım potansiyeli)
- Ülkemizin önemli bir jeotermal potansiyelinin bulunması
- Enerji yatırımlarının cazibesi, yüksek geri dönüş oranları ve verilen yatırım teşvikleri

TÜRKİYE'DEKİ DURUM



Graben alanlarda ve fay hatları boyunca önemli termal sahalar bulunmaktadır.

TÜRKİYE'DEKİ DURUM

TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİDE DÜNYA DÖRDÜNCÜSÜ

Türkiye jeotermal enerjide kurulu kapasite bakımından ABD, Filipinler ve Endonezya'nın ardından dünyada dördüncü sırada yer alıyor



JEOTERMAL ENERJİDE KURULU GÜÇ

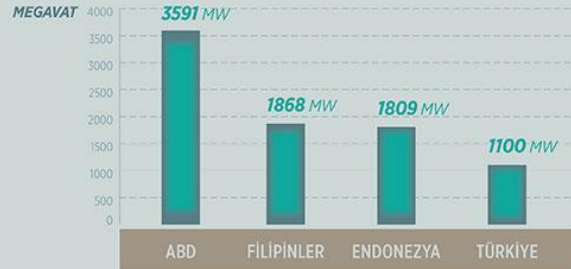
2016	760 MEGAVAT
2017	BİN 100 MEGAVAT

Jeotermal enerjide 2017'de **1,4 MİLYAR DOLARLIK** yatırım yapıldı

- Türkiye'de 41 jeotermal enerji santrali bulunuyor
- 614 megavat kapasiteye sahip 23 tesisin yapımı devam ediyor

DÜNYADA TOPLAM JEOTERMAL ENERJİ KURULU GÜCÜ

Jeotermal enerjide ilk 4 ülke



14 BİN MEGAVAT

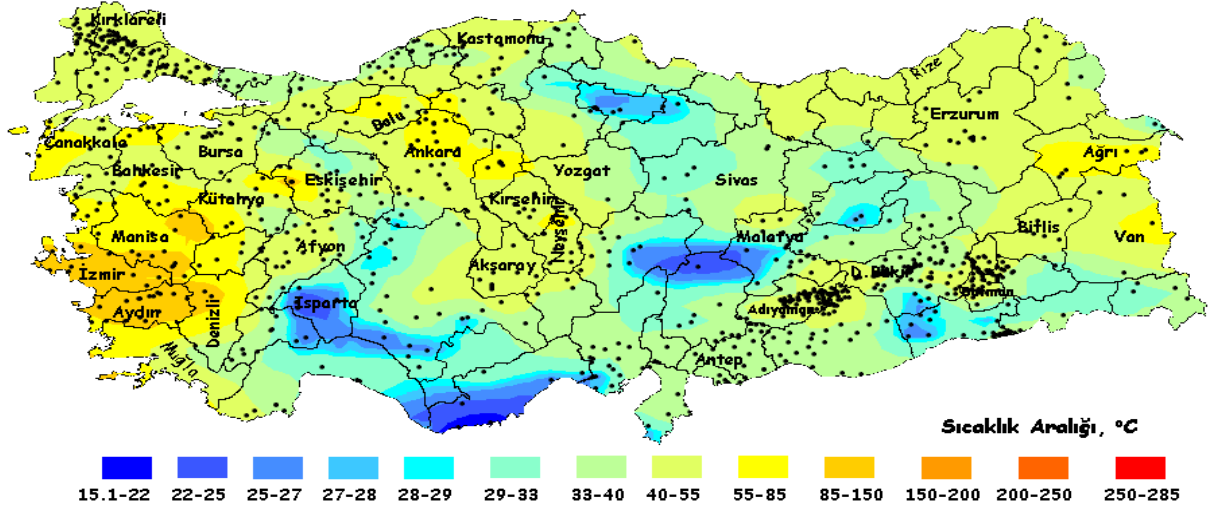
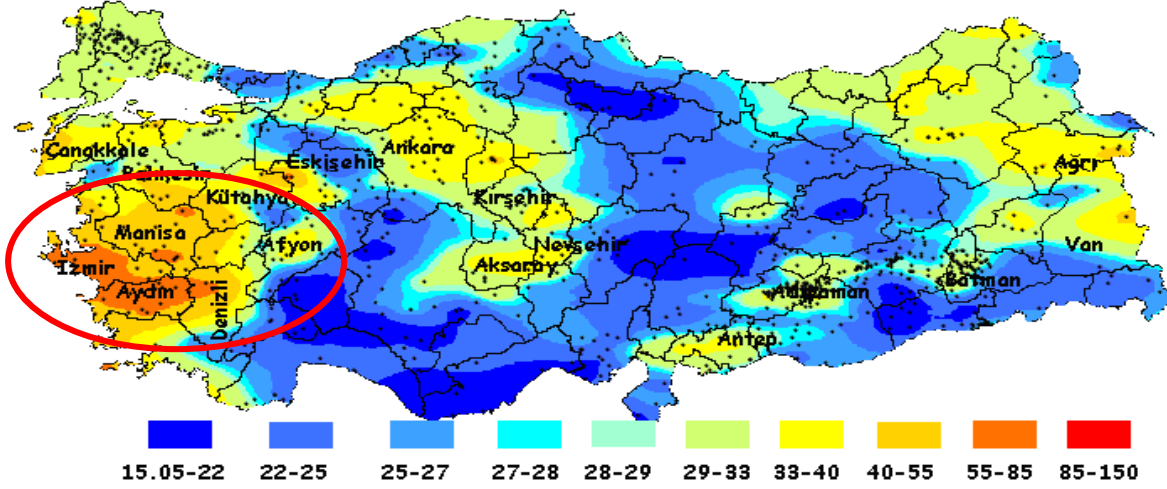


TÜRKİYE'DEKİ DURUM

TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ KAYNAKLARI



TÜRKİYE'DEKİ DURUM

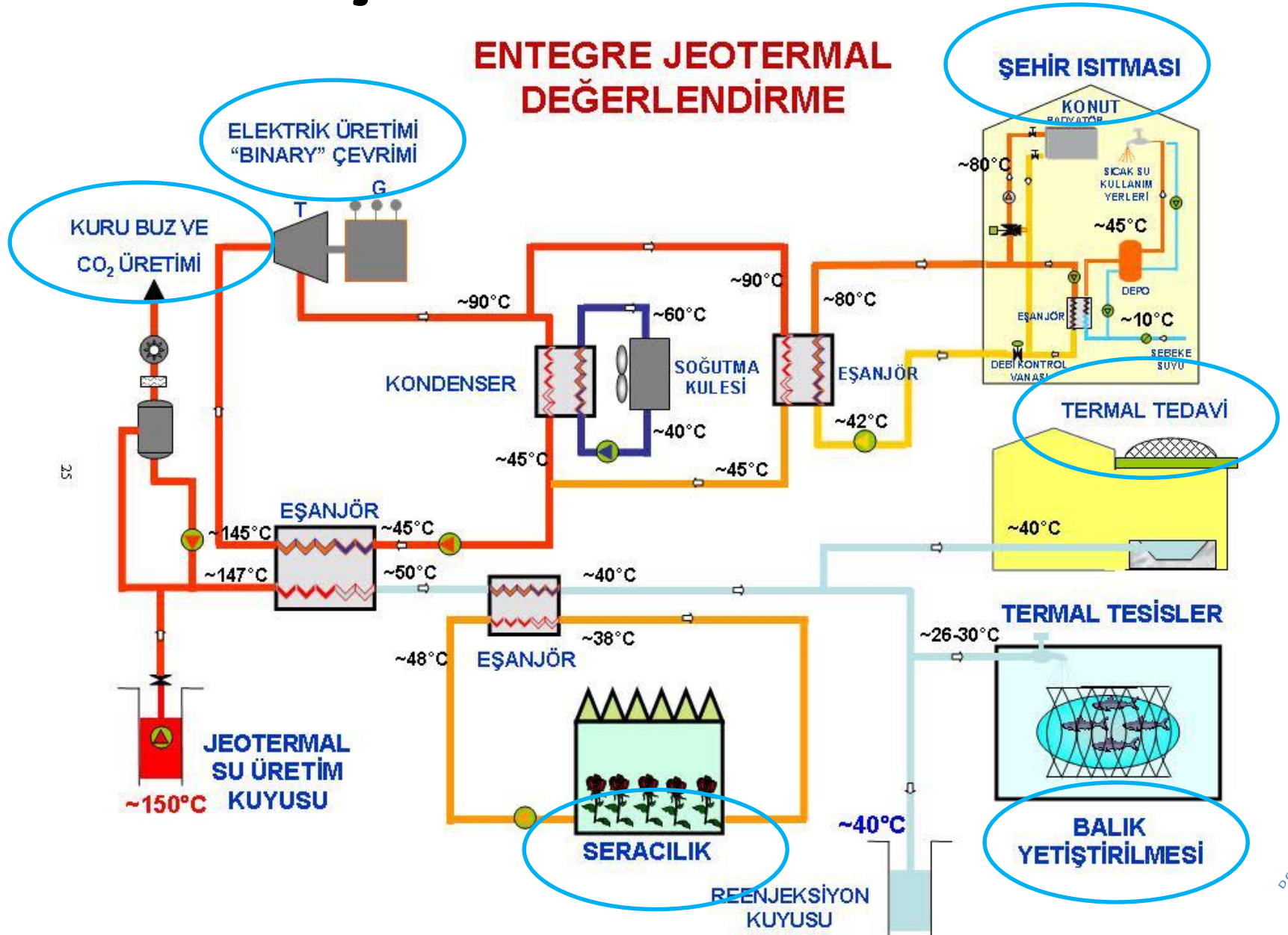


BAŞLICA KULLANIM ALANLARI

- Elektrik üretimi
- Termal tedavi
- Seracılık
- Kentsel ısıtma
- Odun, ağaç, kereste ve balık gibi ürünlerin ve yiyeceklerin kurutulması
- Hidrojen sülfid ile ağır su eldesi
- Bayer's methodu ile alüminyum eldesi

BAŞLICA KULLANIM ALANLARI

ENTEĞRE JEOTERMAL DEĞERLENDİRME



JEOTERMAL ÇEVRE DOSTU MUDUR?

- Doğru kullanım koşulları altında jeotermal enerji alternatif enerji kaynaklarına nazaran çevre ile daha uyumlu görünmektedir.
- Ancak kötü uygulamalar, jeotermal ile ilgili olumlu intibakı yok etmektedir.
- Özellikle ülkemizde ve bölgemizde, jeotermal araştırma ve üretim faaliyetleri esnasında ortaya çıkan bazı sorunlar nedeniyle çeşitli olumsuzluklar yaşanmaya başlanmıştır.
- Bu durum jeotermale olan ilginin azalmasına sebebiyet vermektedir.

ÇEVRESEL ETKİLER

- Atık jeotermal akışkanın yerüstü sularına kontrolsüz deşarjı
(Reenjeksiyon yapılmaması)
- Temiz yeraltı suyu akiferinin kirlenmesi



ÇEVRESEL ETKİLER

- Buhar ve karbondioksit salımı
- Zemin oturması ve çökme (mikro depremler)
- İstenmeyen ses olarak tariflenen gürültü
- Araştırma ve işletme esnasında patlama ve fışkırma



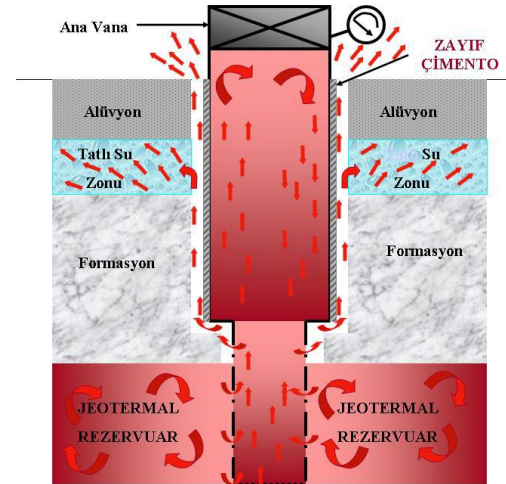
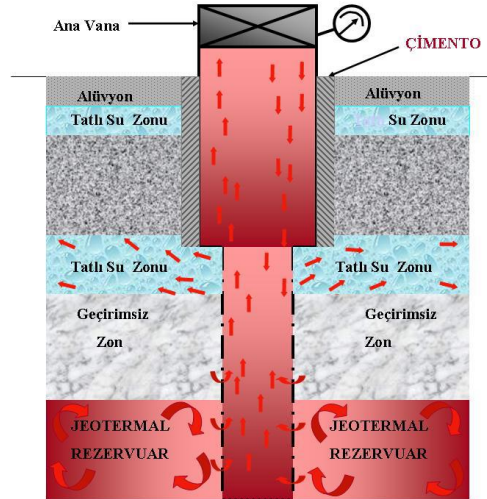
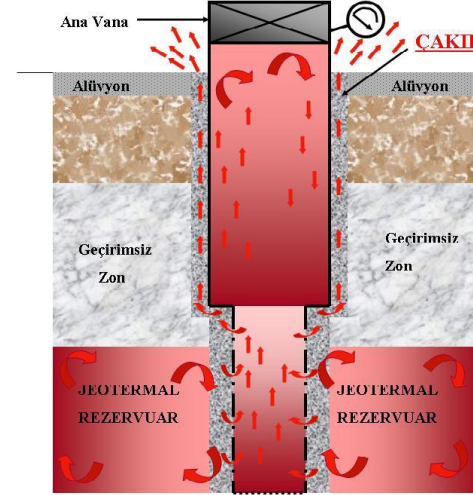
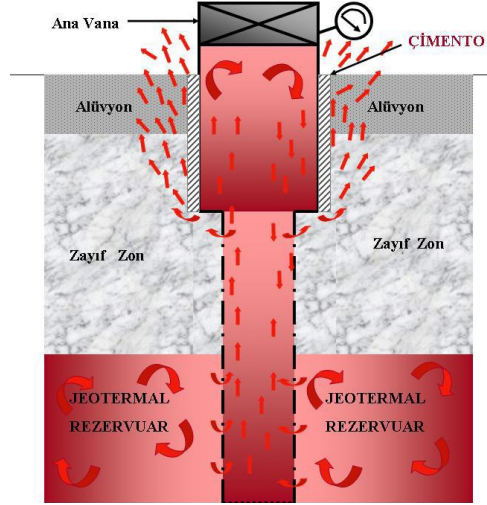
ÇEVRESEL ETKİLER

- Salınan atıklardaki tehlikeli kimyasallar (As, B, F, H₂S, vb.)
- Deşarj noktalarında çökeller oluşması
- Sondaj esnasında yaşanan sorunlar
- Kabuklaşma önleyici kimyasal kullanımı



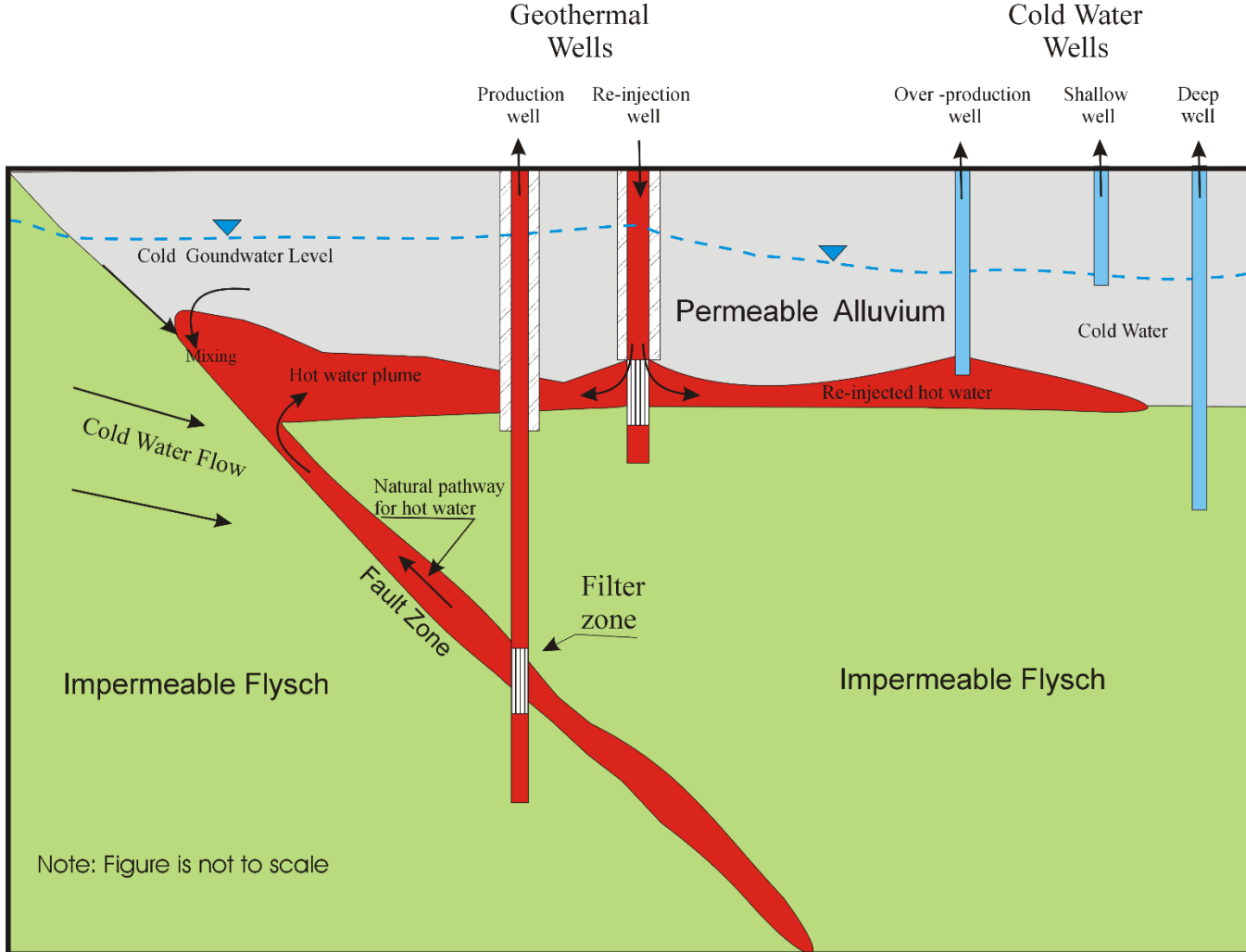
YAŞANAN SORUNLAR

- Tekniğine ve Jeolojik Yapıya Uygun Projelendirilmemiş Kuyular



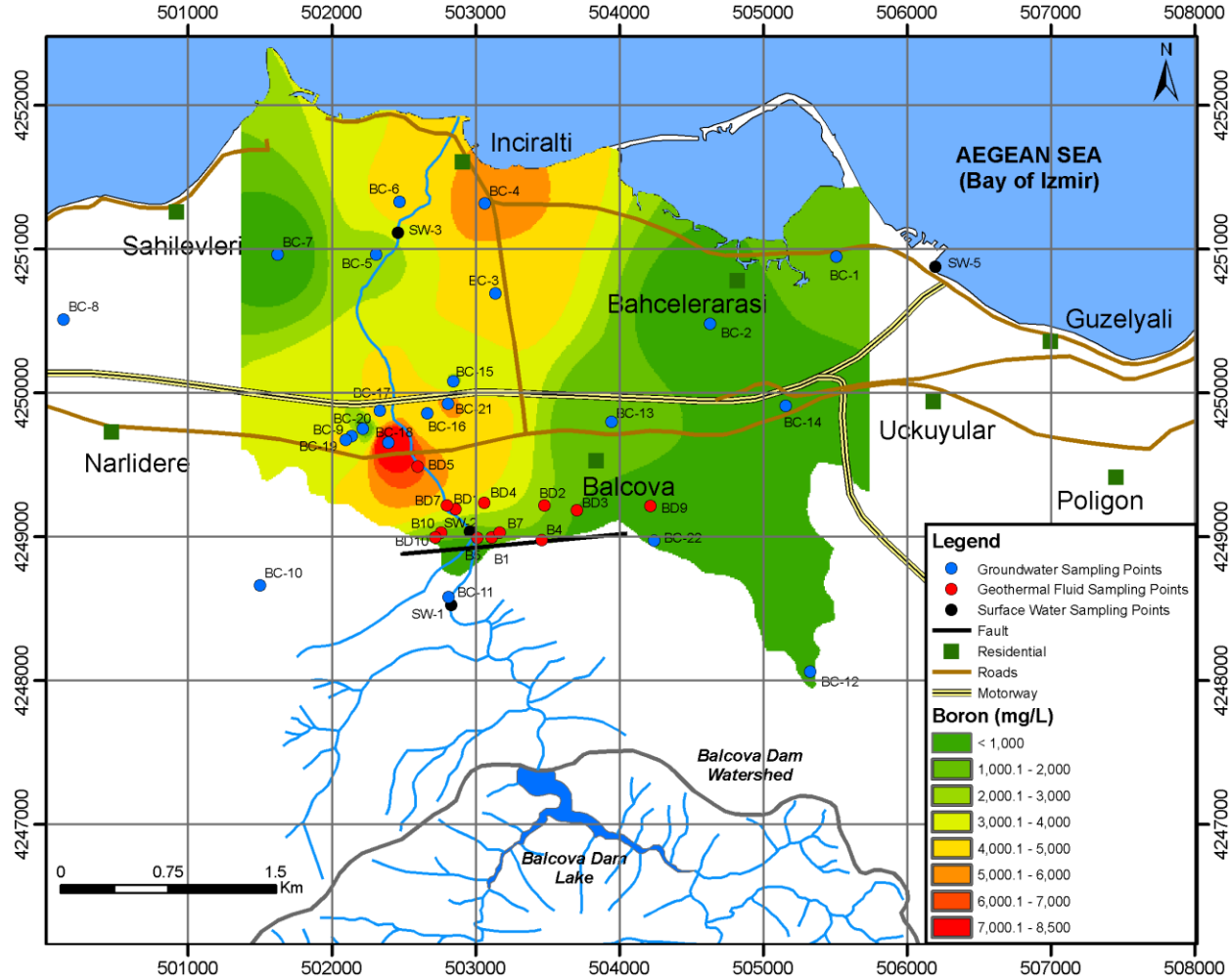
YAŞANAN SORUNLAR

- Fay hatları boyunca oluşan sızmaya ve hatalı reenjeksiyona bağlı kirlenme



YAŞANAN SORUNLAR

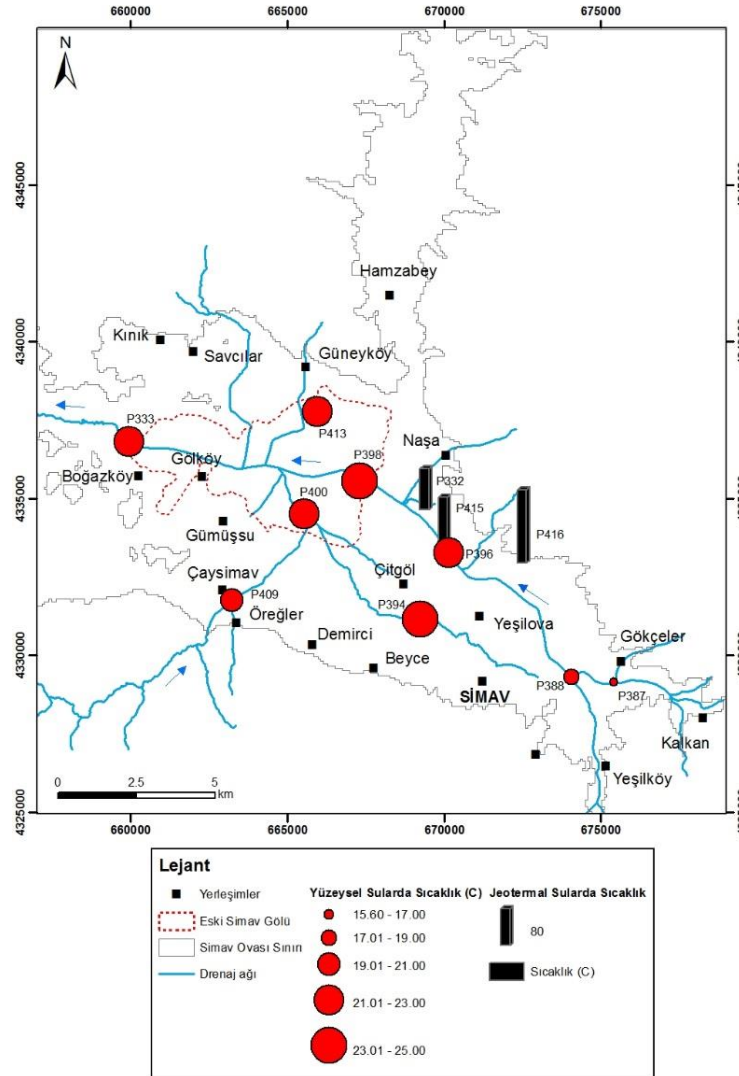
- Kontrolsüz deşarjın neden olduğu kirlenme



İnciraltı

YAŞANAN SORUNLAR

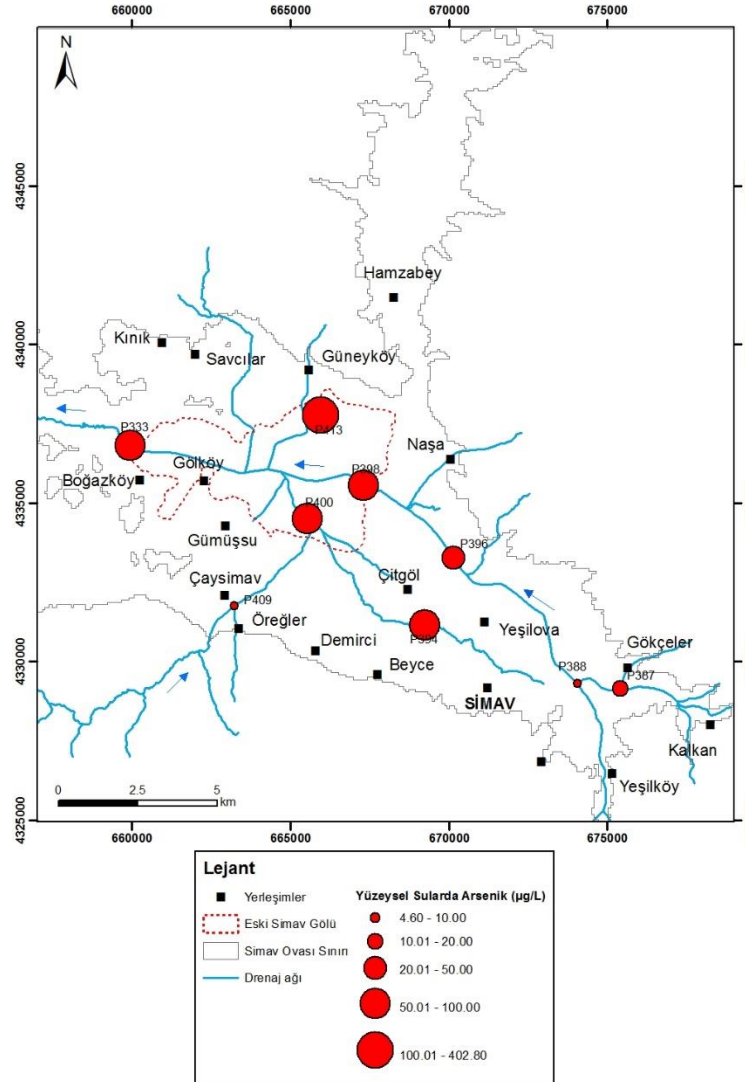
- Kontrolsüz deşarjın neden olduğu kirlenme



Simav Ovası

YAŞANAN SORUNLAR

- Kontrolsüz deşarjın neden olduğu kirlenme



Simav Ovası

YAŞANAN SORUNLAR

- Jeotermal patlama ve fışkırması



Alaşehir





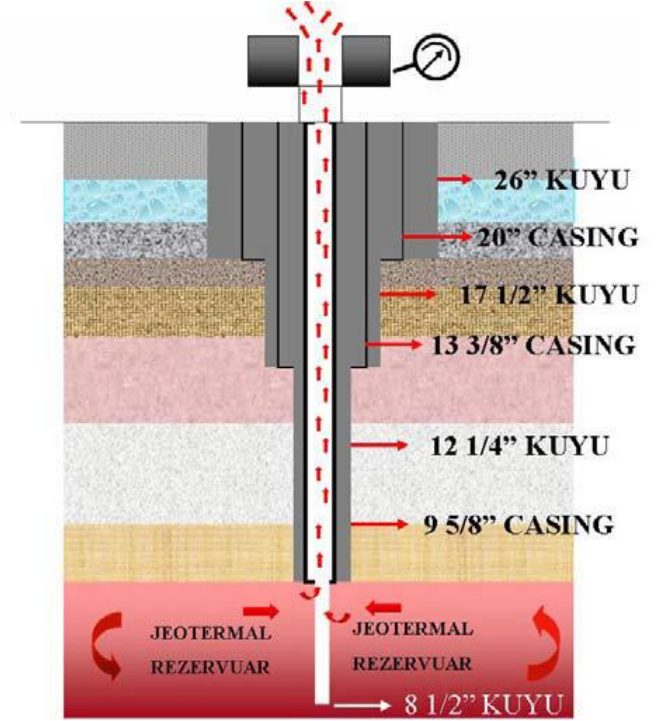
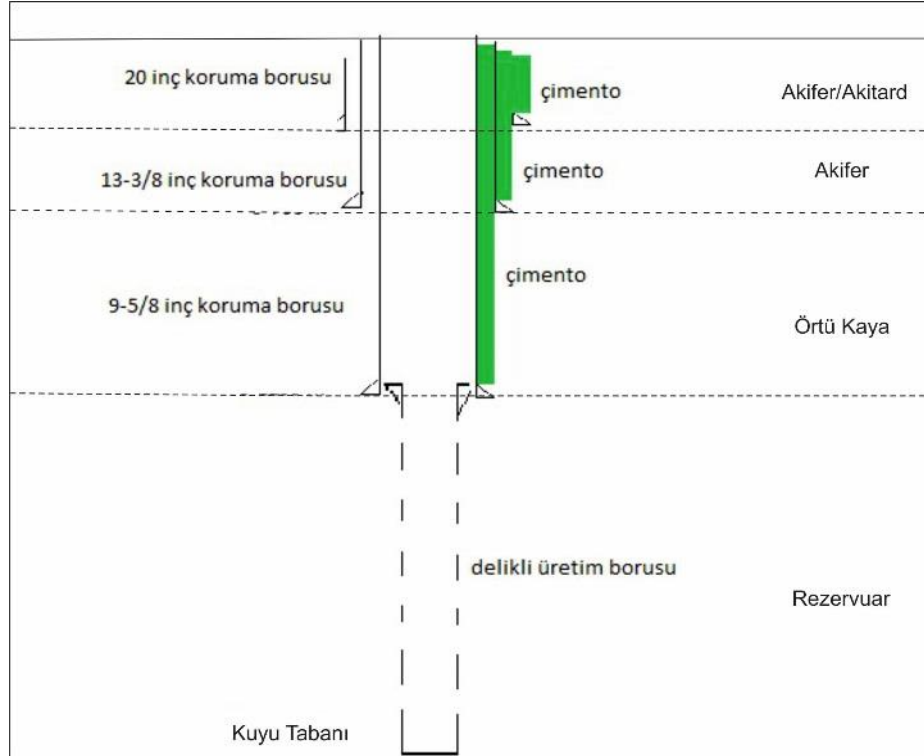
TEDBİR ve ÖNERİLER

- Jeotermal sahaların etütlerinin detaylı yapılması
- Sahaya ait jeolojik yapısının iyi analiz edilmesi
- Jeotermal sahalarda yapılacak sondajların bir mühendislik projesi gibi planlanması
- Kuyu yapılırken veya yapıldıktan sonra meydana gelebilecek risklerin ortaya konulması
- Risklere ilişkin önlemler planının oluşturulması
- Sondaj öncesi ve işletme aşamasında detaylı izleme yapılması
- Sürekli denetim gerçekleştirilmesi
- Yasa ve yönetmeliklerin tavizsiz ve herkese eşit olarak uygulanması

TEDBİR ve ÖNERİLER

- Özellikle kesilecek birimlerin kalınlıkları, ayrışma dereceleri ve pekleşme özellikleri belirlenmesi
- Detaylı bir şekilde litolojik olarak ayırtlanamayan pekleşmemiş alüvyonlar ile dayanımlılığını yitirmiş Neojen kırıntılı birimlerin ayırt edilmesi
- Bu birimlerdeki sondajların çok dikkatli gerçekleştirilmesi
- Dayanım deneylerinin yapılması ve kuyu planının bu sonuçlara göre hazırlanması
- Sahada yer alan ana ve tali fayların yapısının net bir şekilde ortaya konulması
- Sondaja geçilmeden önce tatlı su akiferinin net kalınlığının belirlenmesi
- Gerekli durumlarda karotlu sondaj ve ek jeofizik araştırmalara başvurulması

TEDBİR ve ÖNERİLER



- Çimentolama faaliyetine özel önem verilmesi ve akifeler arasında sızdırmazlığın sağlanması

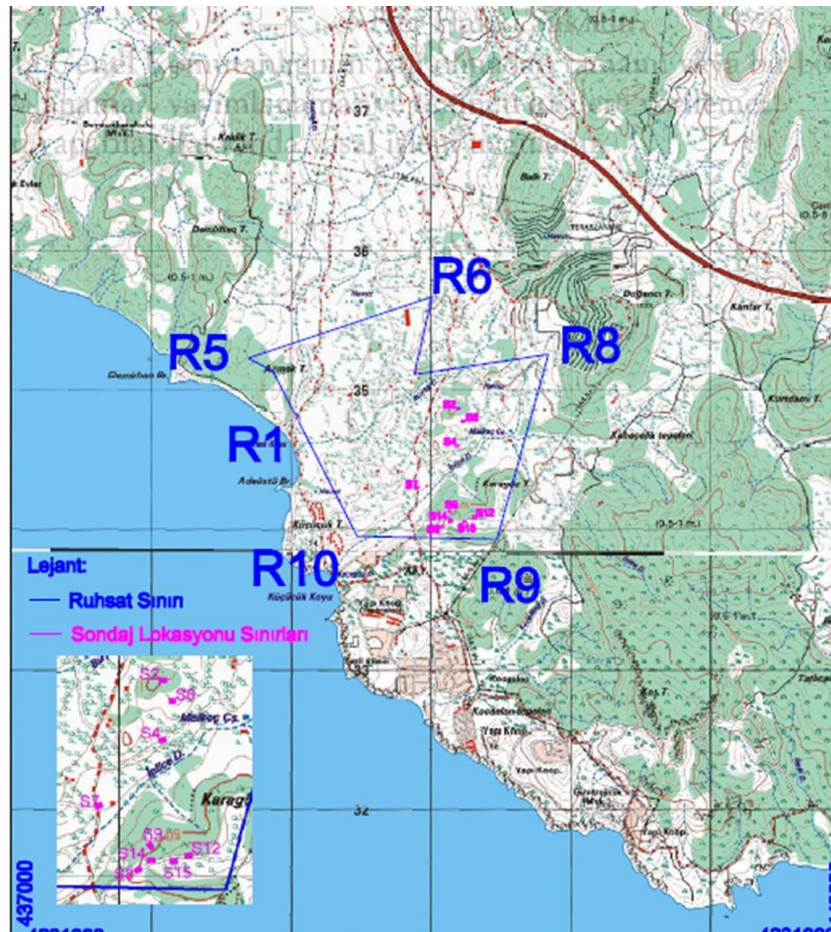
TEDBİR ve ÖNERİLER

- Mümkün olduğunca tarım alanlarından uzak kalınması
- Oluşacak mikro klimadan etkilenebilecek ürünlerin bulunduğu sahalarda ovalık kesim dışında faaliyet gösterilmesi (ek sondaj derinliği)



TEDBİR ve ÖNERİLER

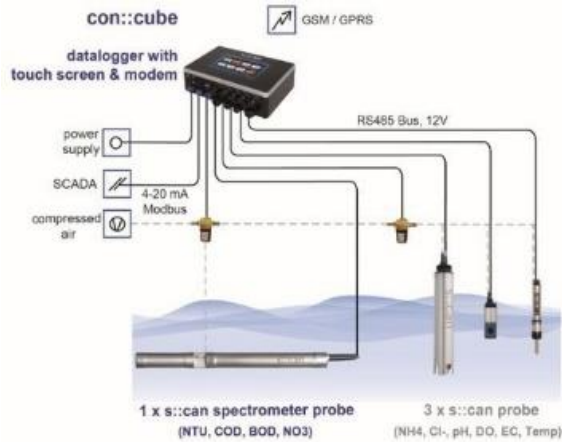
- Planlama, önceliklendirme ve halk desteğinin aranması
- İdarelerin gelişi güzel ruhsatlandırma yapmaması (taş ocağı örneği)



Çeşme

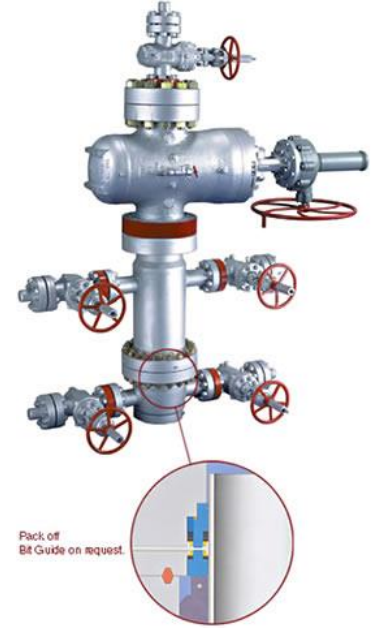
TEDBİR ve ÖNERİLER

- Kapsamlı çevresel izleme planının oluşturulması
 1. Yüzey suları kirlenmesi
 2. Yeraltı suları kirlenmesi
 3. Hava kirliliği
 4. Bitkisel ürün deseni
- Online (sürekli) izleme istasyonlarının tesis edilmesi (AAT lere benzer yapı)



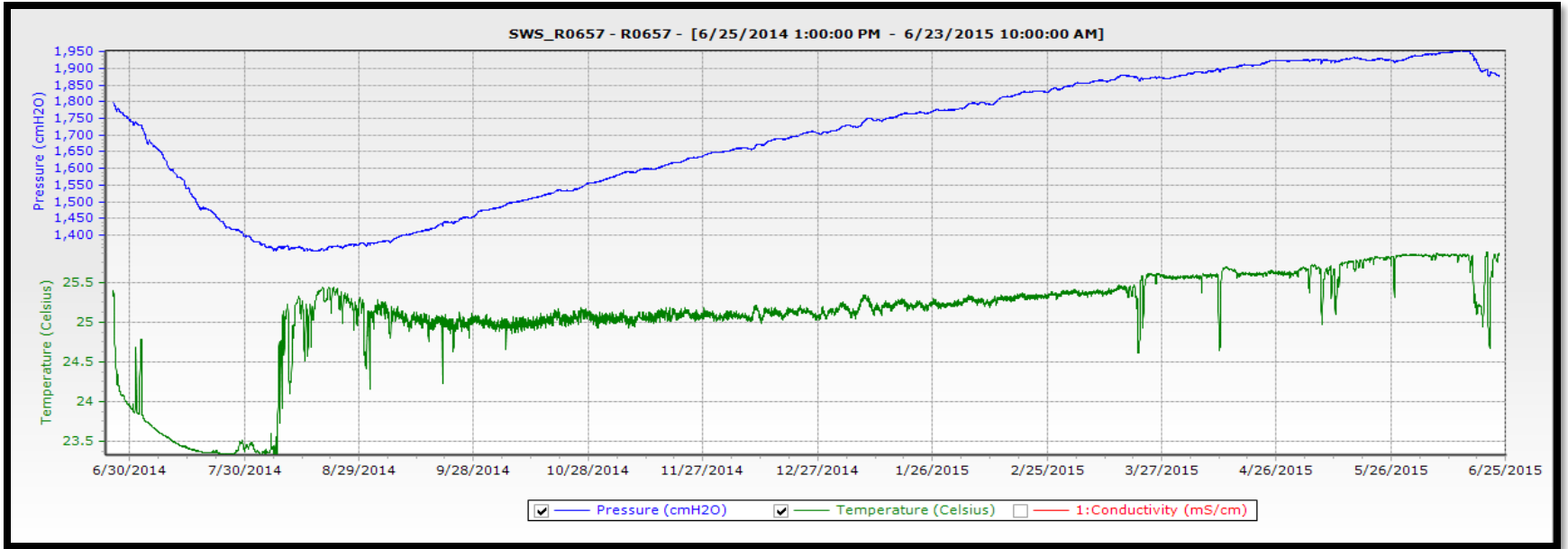
TEDBİR ve ÖNERİLER

- Kuyu planına uygun yüksek basınca dayanıklı ekipman ve teçhizat kullanımı
- Gerekli vana ve preventer sistemlerinin kurulması
- API standartlarına uygun çimento ve kum malzeme kullanımı
- Acil durum planlarının oluşturulması ve idare onayı
- Kurumsal olarak sorumlu ana bir yapının oluşturulması
- Deneyimli ekip ve personel ile çalışılması
- Çevresel maaliyetlerin proje finansmanına dahil edilmesi



TEDBİR ve ÖNERİLER

- Veri analizi ve saklanması
- Bilgi paylaşımı (saha bilgilerinin ticari sır olarak görülmemesi)



TEDBİR ve ÖNERİLER

- İzlemelerin doğru ve sorunsuz bir şekilde yapılabilmesi için jeotermal sahalara açılan üretim ve re-enjeksiyon kuyularının yakınlarına hakim yeraltı suyu akış yönüne göre akış menbası ve mansabına **gözlem kuyularının açılması**
- Bu kuyulardan özellikle **sıcaklık**, **seviye** ve **elektriksel iletkenlik** gibi karakteristik yeraltı suyu parametrelerin takip edilmesi
- **Sürekli veri kaydetme ve aktarma** özelliği bulunan cihazların izleme kuyularına indirilmesi ve bu şekilde istenilen zaman aralıklarında okuma alınabilmesi
- Anlık okuma alınabilmesi veya belirli aralıklarla verilerin sağlanması ve analizinin yapılması
- Bu tip sürekli ve anlık veri aktarımına sahip bir izleme sistemi sayesinde olası kaçak ve kirlenme problemlerine **anında müdahale etme şansı**

SONUÇLAR

- Düşük karbon salımları ile iklim değişikliği ile mücadelede önemli katkı sağlayan yenilenebilir enerji kaynakları desteklenmelidir.
- Hiçbir enerji üretim tipinin çevresel bedel ve maliyetleri olduğu göz ardı edilmeden değerlendirmeler yapılmalıdır. (ör. rüzgar, jeotermal, hidrolik, vb.)
- Sektörün kendine çeki düzen vermesi şarttır.
- Sıkı denetim uygulamaları ve sistematik değerlendirmeler sayesinde mevcut sorunların en aza indirilmesi mümkün görünmektedir.
- Kapalı devre işletmenin takibi sürekli olarak yapılmalıdır.
- Yer seçimi lüksü bulunmamakla birlikte kuyu ve üretim tesislerinin tarımsal üretim yapılan bölgelere ve halkın yaşam alanlarına uzakta kurulması önerilmektedir.

SONUÇLAR

- Jeotermal üretim firmalarının bölge yeraltı suyu kullanıcıları ile karşı karşıya gelmelerini engellemesi büyük önem taşımaktadır.
- Sürekli izleme ve açık raporlama önemlidir.
- Bu sayede ihtilaf durumunda başvurulabilecek bir veri geçmişi söz konusu olacaktır.
- Verilerin tüm paydaşlara açık olması firmalara olası ihtilaflarda kendilerini savunabilecekleri bir ortam yaratabilecektir.
- Bilimsel bilgiler ışığında çevre ile uyumlu bir üretim mümkündür.

DİKKATİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM.

Doç. Dr. Orhan GÜNDÜZ

Çevre Mühendisliği Bölümü
Dokuz Eylül Üniversitesi
İZMİR

Tel: 0-232-3017141
Fax: 0-232-4531143
E-posta: orhan.gunduz@deu.edu.tr
Web: <http://kisi.deu.edu.tr/orhan.gunduz>