

The background of the slide is a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across it. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered on the slide.

JEOTERMAL

ENERJİ

JEOTERMAL ENERJİ

DOÇ. DR. MEHMET METİN ÖZGÜVEN

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

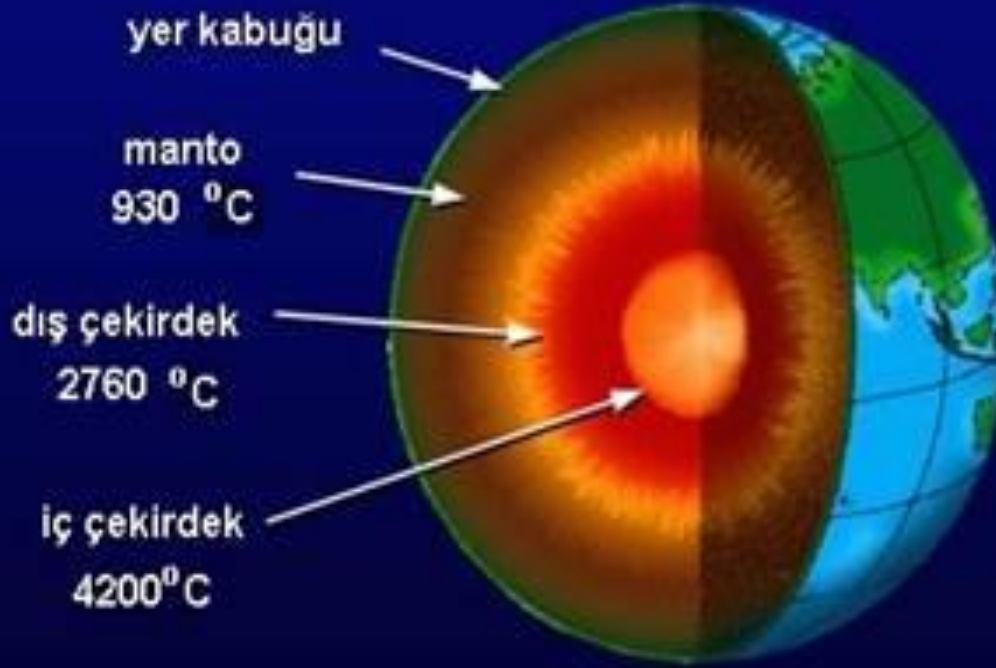
JEOTERMAL ENERJİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

- HİPERTERMAL ALANLARDA, YER DERİNLİKLERİNDE BULUNAN VE YERYÜZÜNE KENDİLİĞİNDEN ULAŞAN VEYA SONDAJ İLE ÇIKARILAN, ÇÖZÜNMÜŞ HALDE BAZI KİMYASALLAR İÇEREN, SICAK SU, BUHAR VE GAZ HALİNDE BULUNAN AKIŞKANA BAĞLI OLAN ISI ENERJİSİNE **JEOTERMAL ENERJİ** ADI VERİLMEKTEDİR.
- JEOTERMAL ENERJİ, YENİLENEBİLİR, UCUZ VE GÜVENİLİR BİR ENERJİ TÜRÜDÜR.

- **YERYÜZÜNDEN KIRIK VE ÇATLAKLAR ARACILIĞIYLA DERİNLERE SIZAN METEORİK SULAR, YERKABUĞUNUN DERİNLİKLERİNDE BULUNAN ISI KAYNAĞI TARAFINDAN ISITILDIKTAN VE MİNERALCE ZENGİNLEŞTİKTEN SONRA YÜKSELEREK, YERYÜZÜNÜN DEĞİŞİK DERİNLİKLERİNDE BULUNAN VE GEÇİRİMSİZ ÖRTÜ KAYALARLA KONTROL EDİLEN GÖZENEKLİ VE GEÇİRİMLİ HAZNE (REZERVUAR) KAYALARDA BİRİKİRLER.**
- **BUNLARA, İÇLERİNDE SU BULUNAN TABAKA ANLAMINA GELEN **AKİFER** ADI VERİLMEKTEDİR.**

- AYRICA, HERHANGİ BİR AKIŞKAN İÇERMESİNE RAĞMEN BAZI TEKNİK YÖNTEMLERLE İSİSİNDAN YARARLANILAN ÇOK DERİNLERDEKİ “**SICAK KURU KAYALAR**” TEKNOLOJİSİ DE JEOTERMAL ENERJİ KAYNAĞI OLARAK NİTELENDİRİLİRLER.
- JEOTERMAL AKIŞKANI OLUŞTURAN SULAR, METEORİK KÖKENLİ OLDUKLARINDAN, YERALTINDAKİ REZERVUAR SÜREKLİ BESLENMEKTE VE KAYNAK KENDİSİNİ YENİLEYEBİLMEKTEDİR.
- BU NEDENLE, BESLENMENİN ÜZERİNDE BİR KULLANIM OLMADIĞI, JEOTERMAL KAYNAKLARIN TÜKENMESİ SÖZ KONUSU DEĞİLDİR.

YERKÜRE



Yerkabuğu
0 - 40 km

Üst manto
40 - 900 km

Alt manto
900 - 2900 km

Dış yerkökirdek
2900 - 5100 km

İç yerkökirdek
5100 - 6371 km

YERKÜREDEKİ SICAKLIK DAĞILIMI

Jeotermal Rezervuar

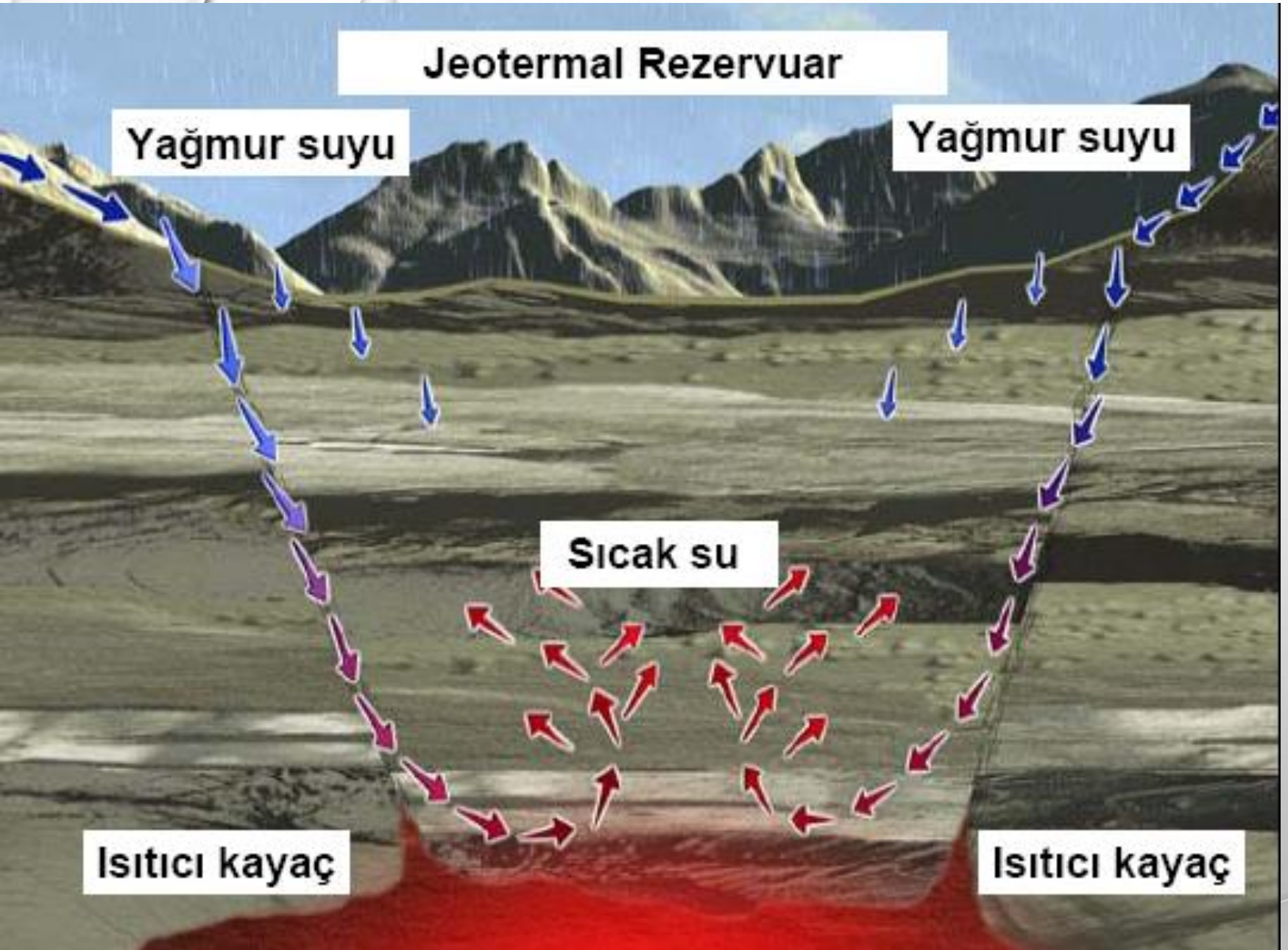
Yağmur suyu

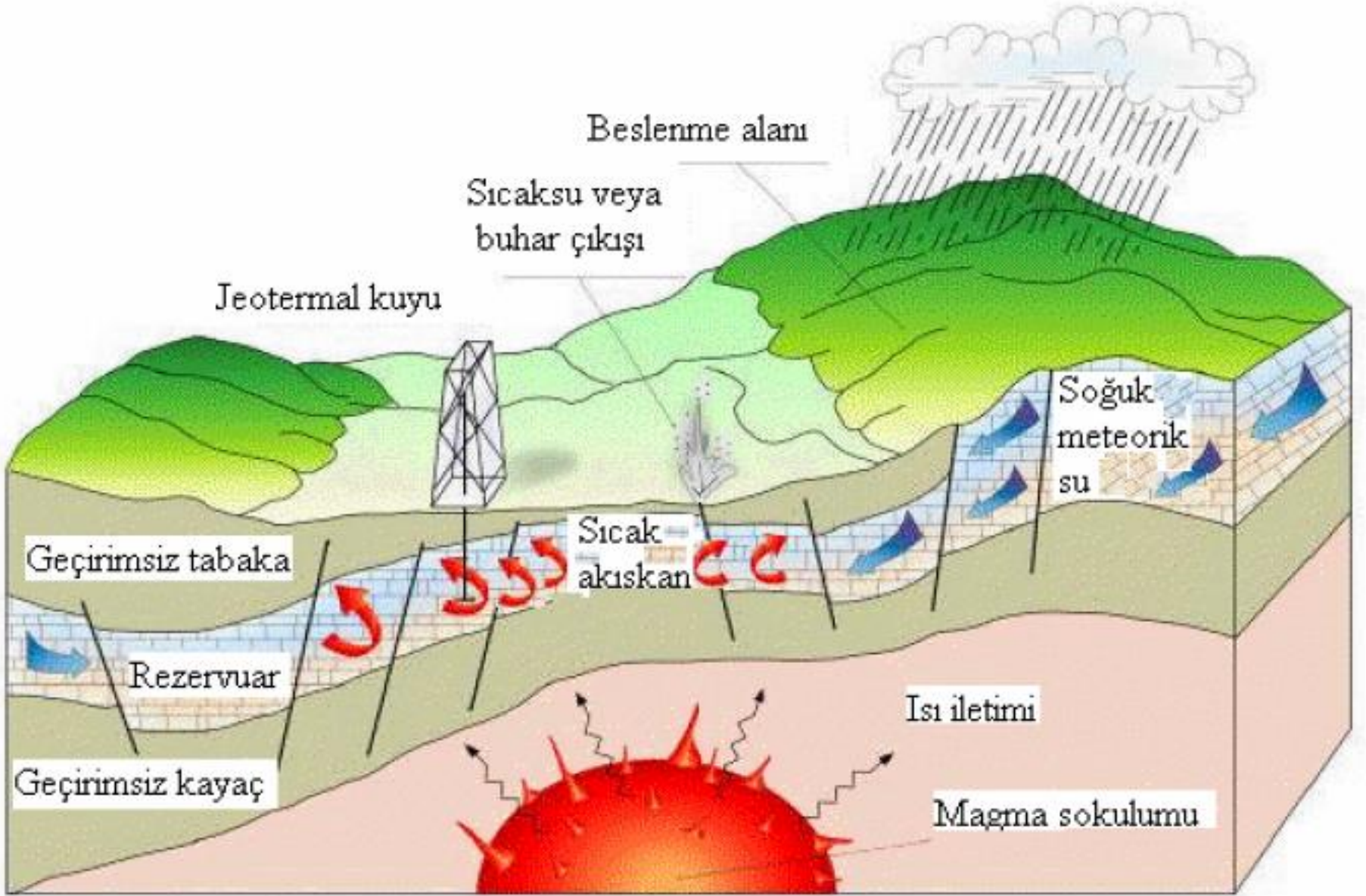
Yağmur suyu

Sıcak su

Isıtıcı kayaç

Isıtıcı kayaç





IDEAL BİR JEOTERMAL SİSTEMİN ŞEMATİK GÖSTERİMİ

JEOTERMAL KAYNAKLARIN ÜÇ BİLEŞENİ BULUNMAKTADIR.

- **ISI KAYNAĞI**
- **ISIYI YERALTINDAN YÜZEYE TAŞIYAN AKIŞKAN**
- **AKIŞKANIN DOLAŞIMINI SAĞLAMAYA YETERLİ KAYAÇ GEÇİRGENLİĞİ**

JEOTERMAL ENERJİ ALANLARI ÜÇE AYRILIR.

- **SICAK SU SİSTEMLERİ**
- **KURU BUHAR SİSTEMLERİ**
- **SICAK KURU KAYA SİSTEMLERİ**

- **YERYÜZÜNDE SICAK SU SİSTEMLERİ, BUHAR ESASLI SİSTEMLERDEN YİRMİ KAT DAHA FAZLADIR.**
- **SICAK SU SİSTEMİNDE, DERİNDEKİ HAZNE KAYA İÇERİSİNDE, BASINÇ ALTINDA, YÜKSEK SICAKLIKTA, ERİMİŞ KİMYASAL MADDE BAKIMINDAN ÇOK ZENGİN, FARKLI KİMYASAL ÖZELLİKLERDE SULAR BULUNMAKTADIR.**
- **BU TÜR SİSTEMLERDEN SONDAJLARLA YERYÜZÜNE ÇIKARILAN SICAK SU + BUHAR KARIŞIMINDAN ELDE EDİLEN BUHARDAN, ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİLMEKTE, BUHARI ALINMIŞ SICAK SU İSE ATILMAKTADIR.**

- **BUHAR ESASLI SİSTEMLER, SICAK SULU SİSTEMLERDEN FARKLI OLARAK, ÇOK FAZLA ISINMIŞ, NEM MİKTARI AZ, SICAKLIĞI YÜKSEK BUHAR ÜRETİRLER. BU TÜR BUHAR, BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK DOĞRUDAN JEOTERMAL SANTRALLERE GÖNDERİLEREK ELEKTRİK ENERJİSİNE DÖNÜŞTÜRÜLMEKTEDİR.**
- **YERKÜREMİZDE ÖZELLİKLE GENÇ, AKTİF VOLKANİK KUŞAKLARDA, JEOTERMAL GRADYANIN ÇOK YÜKSEK OLDUĞU BÖLGELERDE, SICAK SU İÇERMİYEN YÜKSEK SICAKLIĞA SAHİP KIZGIN, KURU KAYALAR BULUNMAKTA,**
- **BU TÜR SİSTEMLERE SOĞUK SU BASILARAK, SICAK SU + BUHAR KARIŞIMI ALINMAKTA VE BU KARIŞIM BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK KULLANILMAKTADIR.**

- **JEOTERMAL KAYNAKLAR REZERVUAR SICAKLIKLARINA GÖRE;**
- ✓ **YÜKSEK SICAKLIKLI ALANLAR (> 150 °C)**
- ✓ **DÜŞÜK SICAKLIKLI ALANLAR (< 150 °C) OLMAK ÜZERE SINIFLANDIRILIR.**
- **YÜKSEK SICAKLIKLI ALANLARDAN BAŞLICA ELEKTRİK ÜRETİMİNDE,**
- **DÜŞÜK SICAKLIKLI ALANLARDAN İSE BAŞTA ISITMA SİSTEMLERİ OLMAK ÜZERE DİĞER KULLANIMLARDA YARARLANILMAKTADIR.**

DÜNYADAKİ ÖNEMLİ JEOTERMAL KUŞAKLAR:

- **OKYANUS ORTASI VE RİFT ZONLARI (İZLANDA)**
- **VOLKANİK ADA YAYLARI VE YİTİM ZONLARI (JAPONYA, FİLİPİNLER, ENDONEZYA, YENİ ZELANDA, A.B.D., EL SALVADOR, NİKARAGUA, ŞİLİ)**
- **GENÇ OROJENİK KUŞAKLAR (ALP KUŞAĞI; FAS, CEZAYİR, İTALYA, YUGOSLAVYA, YUNANİSTAN, TÜRKİYE, İRAN, HİNDİSTAN, ÇİN)**
- **SICAK NOKTALAR – HOT SPOTS (HAWAİİ)**

JEOTERMAL ENERJİNİN TARİHÇESİ

- **M.Ö. 10.000:** JEOTERMAL AKIŞKANDAN AKDENİZ BÖLGESİ'NDE ÇANAK, ÇÖMLEK, CAM, TEKSTİL VE KREM İMALATINDA YARARLANILMAKTAYDI.
- **M.Ö. 1.500:** ROMALILAR VE ÇİNLİLER DOĞAL JEOTERMAL KAYNAKLARI BANYO, ISINMA VE PIŞİRME AMAÇLI OLARAK KULLANIYORLARDI.
- **1200:** JEOTERMAL ENERJİ İLE MEKAN VE SU ISITMASI YAPILABİLECEĞİ AVRUPALILAR TARAFINDAN KEŞFEDİLDİ.
- **1322:** FRANSA'DA KÖYLÜLER DOĞAL SICAK SU İLE EVLERİNİ ISITMAYA BAŞLADI.
- **1891:** BOİSE'DE (IDAHO-ABD), İLK JEOTERMAL BÖLGESEL ISITMA SİSTEMİ UYGULAMASI GERÇEKLEŞTİ.
- **1904:** İTALYA'DA JEOTERMAL BUHARDAN İLK ELEKTRİK ÜRETİMİ SAĞLANDI.

- **1930:** İZLANDA'DA BÜYÜK ÖLÇEKLİ MERKEZİ ISITMA PROJESİ ÇALIŞMALARI BAŞLADI.
- **1945:** ABD'DE HACİM VE SERA ISITMACILIĞINDA JEOTERMAL ISI KULLANILDI.
- **1963:** TÜRKİYE'DE İLK JEOTERMAL SONDAJ KUYUSU BALÇOVA, İZMİR'DE AÇILDI.
- **1966:** JAPONYA'DA İLK JEOTERMAL ELEKTRİK SANTRALİ KURULDU
- **1968:** TÜRKİYE'DE KIZILDERE-DENİZLİ JEOTERMAL ALANININ BULUNMASIYLA ELEKTRİK ÜRETİMİ AMAÇLI İLK JEOTERMAL KUYUNUN İNŞAATINA BAŞLANDI.
- **1978:** NEVADA EYALETİNDE İLK JEOTERMAL GIDA KURUTMA TESİSİ KURULDU.
- **1983:** TÜRKİYE'DE KUYU İÇİ EŞANJÖRLÜ İLK JEOTERMAL ISITMA SİSTEMİ BALÇOVA-İZMİR'DE KURULDU.

- **1984:** TÜRKİYE'NİN İLK VE AVRUPA'NIN İTALYA'DAN SONRA İKİNCİ JEOTERMAL ENERJİ SANTRALİ (20.4 MWE) KIZILDERE-DENİZLİ'DE HİZMETE AÇILDI.
- **1984:** OREGON EYALETİNDE (ABD) MANTAR YETİŞTİRİCİLİĞİNDE JEOTERMAL ENERJİDEN YARARLANILDI.
- **1987:** TÜRKİYE'NİN İLK JEOTERMAL MERKEZİ ISITMA SİSTEMİ GÖNEN-BALIKESİR'DE İŞLETMEYE AÇILDI.
- **1996:** TÜRKİYE'DE 15.000 KONUT KAPASİTELİ BALÇOVA-İZMİR MERKEZİ ISITMA SİSTEMİ DEVREYE GİRDİ.
- **2001:** TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ISITMA GÜCÜ **493** MWT DEĞERİNE ULAŞTI.

DÜNYA JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

**DÜNYA GENELİNDE, 2005 YILI İTİBARIYLA,
ELEKTRİK ÜRETİMİNDE;**

- **TOPLAM KURULU GÜÇ 8912 MWE OLUP,
72.6 MİLYAR KWH/YIL ÜRETİMDİR.**

DOĞRUDAN KULLANIMDA;

- **KURULU GÜÇ 27 824 MWT OLUP,
YAKLAŞIK 5 MİLYON KONUT ISITMA EŞDEĞERİDİR.**

DÜNYADA JEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİMİNDE İLK BEŞ ÜLKE SIRALAMASI;

- **A.B.D. (2544 MWE)**
- **FİLİPİNLER (1931 MWE)**
- **MEKSİKA (953 MWE)**
- **ENDONEZYA (797 MWE)**
- **İTALYA (790 MWE)**

TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL SANTRAL KURULU GÜCÜ İSE 20 MWE DİR.

➤ ÜLKEMİZ JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIMINDA, SON 5 YILDA DÜNYADA EN BÜYÜK GELİŞMEYİ GÖSTEREREK, 11. SIRADAN 5. SIRAYA YÜKSELMİŞTİR. DÜNYADA JEOTERMAL ISI VE KAPLICA UYGULAMALARINDAKİ İLK BEŞ ÜLKE SIRALAMASI;

ÇİN, JAPONYA, A.B.D., İZLANDA VE TÜRKİYE ŞEKLİNDEDİR.

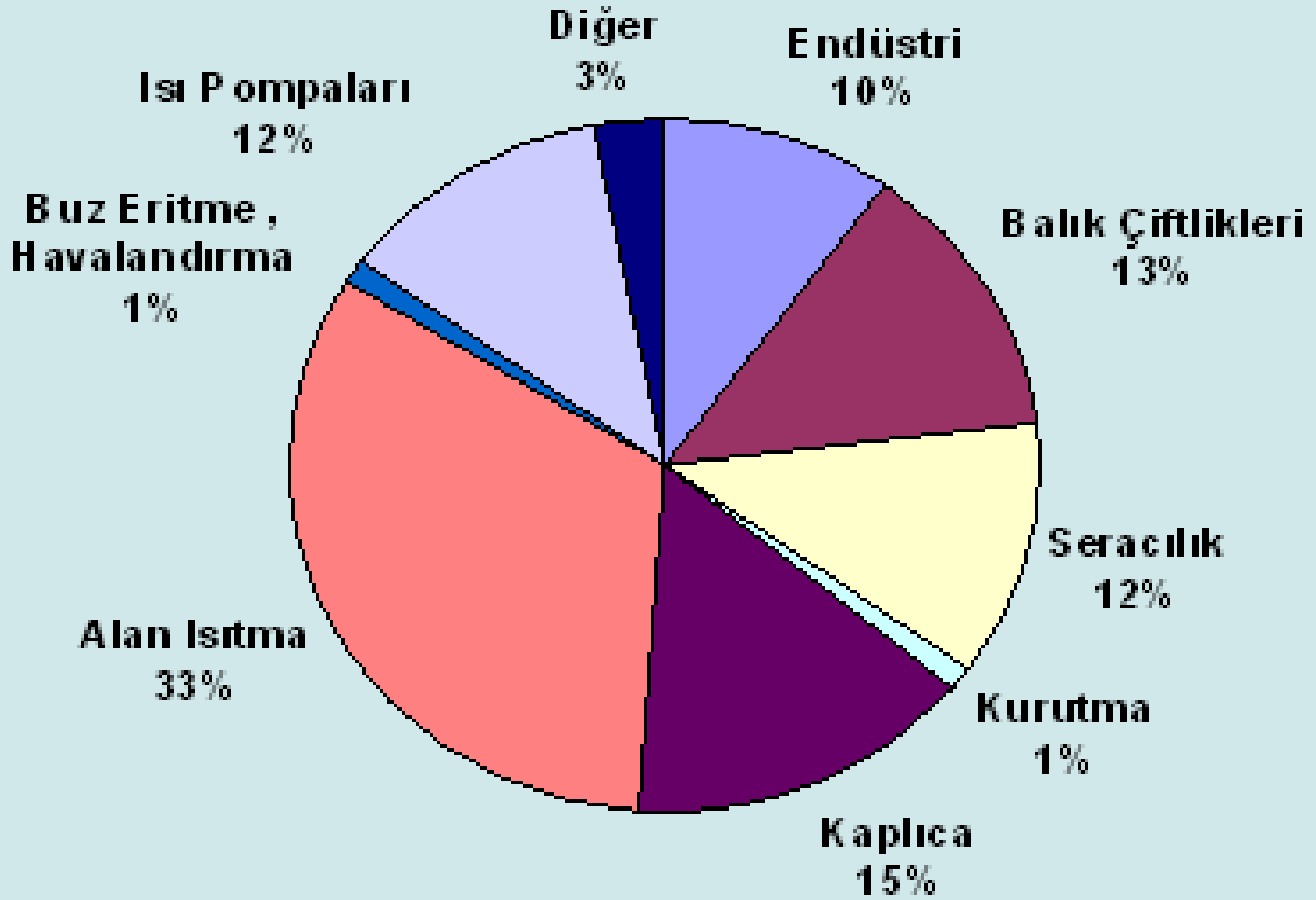
➤ FİLİPİNLER'DE TOPLAM ELEKTRİK ÜRETİMİNİN % 27 Sİ, İZLANDA'DA İSE TOPLAM ISI ENERJİSİ İHTİYACININ % 86'SI JEOTERMAL ENERJİDEN KARŞILANMAKTADIR.



REYKJAVİK İZLANDA, JEOTERMAL ENERJİ SANTRALİ (2003)

DÜNYA'DA JEOTERMAL ENERJİNİN; ISITMADA, ELEKTRİK ÜRETİMİNDE VE BALNEOLOJİK UYGULAMALARDAKİ GELİŞİMİ

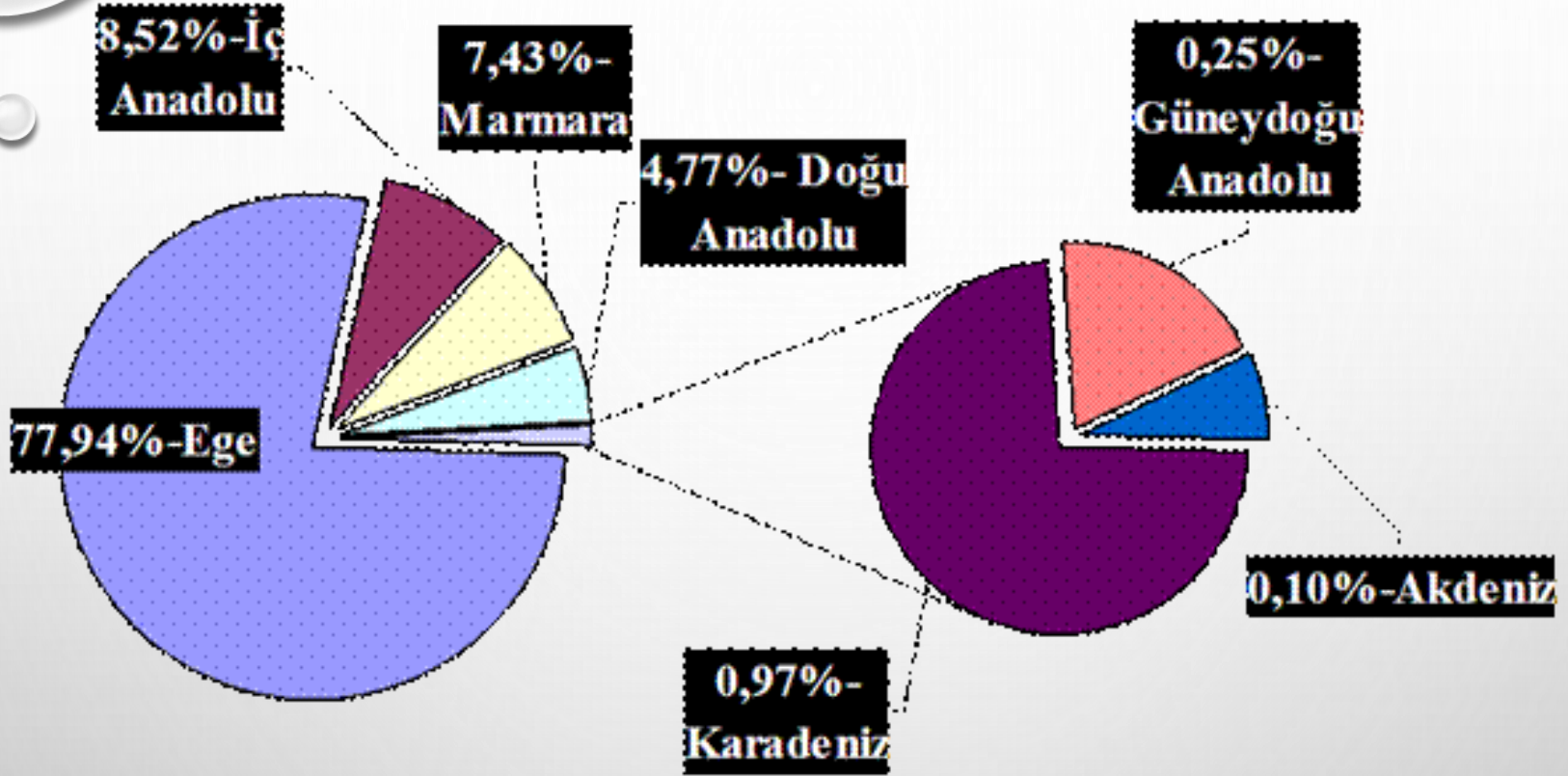
KULLANIM ALANLARI	Kurulu Güç	
	1995	2005
Isıtma (Konut, Otel, Termal Tesis vb.)	2579 MWt	4158 MWt
Sera Isıtma	1085 MWt	1348 MWt
Elektrik Üretimi	6798 MWe	9732 MWe (2007)
Balneolojik Uygulamalar (Kaplıca)	1085 MWt	4911 MWt



**DÜNYADA JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN
KULLANIM ALANLARI (ELEKTRİK ÜRETİMİ DIŞI)**

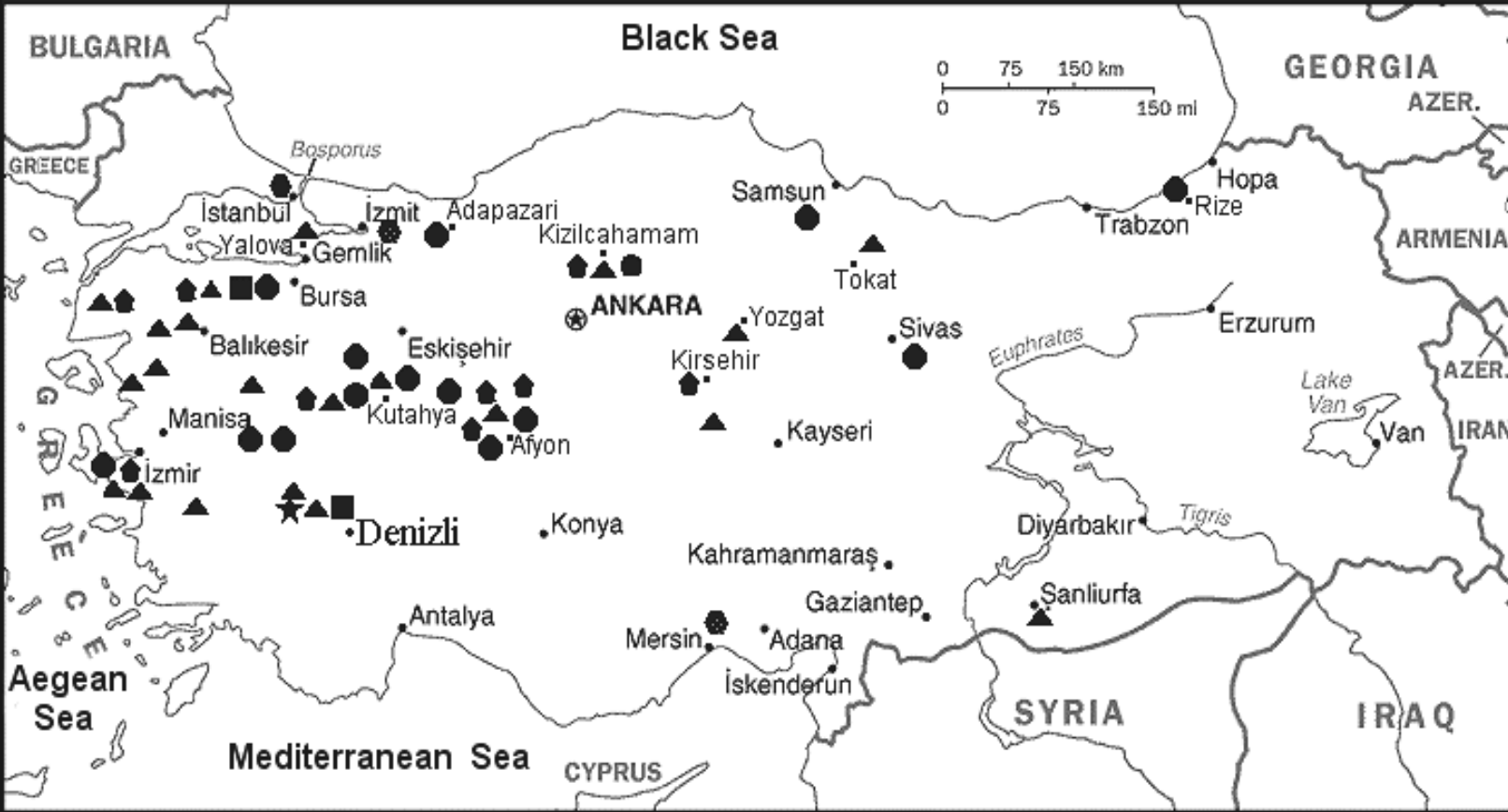
TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

- TÜRKİYE ALP TEKTONİK KUŞAĞI ÜZERİNDE BULUNMASI NEDENİYLE, JEOTERMAL AÇIDAN BÜYÜK BİR POTANSİYELE SAHİPTİR.
- JEOTERMAL ALANLARIN BÜYÜK KISMI ORTA VE DÜŞÜK SICAKLIK GRUBUNA DAHİL OLUP, % 95'İ HACİM ISITMA UYGULAMALARINA UYGUNDUR.
- TÜRKİYE'DE BİLİNEREN 1000 DOLAYINDA SICAK SU VE MİNERALLİ SU KAYNAĞI İLE JEOTERMAL KUYU MEVCUTTUR.
- JEOTERMAL KAYNAKLARIMIZIN YAKLAŞIK % 78'İ EGE BÖLGESİNDE YER ALMAKTADIR.



TÜRKİYE'DE JEOTERMAL POTANSİYELİN BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI

TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ



- ★ Elektrik
- ⬠ Isıtma
- ▲ Sera
- Sanayi
- Isı pompası

TÜRKİYE JEOTERMAL KAYNAKLAR DAĞILIMI VE UYGULAMA HARİTASI



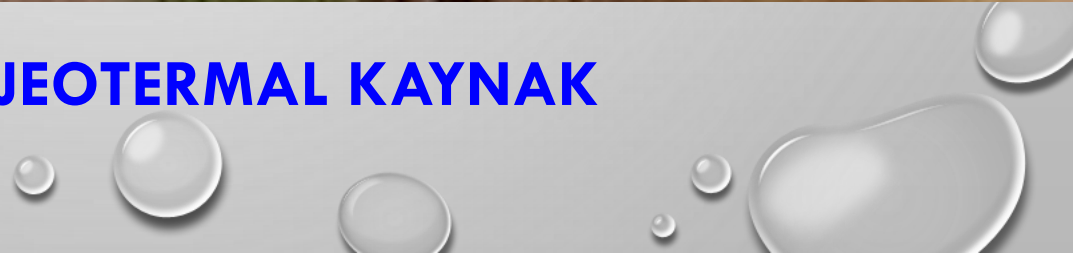


SICAKLIğI 40 °C 'NİN ÜZERİNDEKİ JEOTERMAL ALAN SAYISI 170 'DİR. 11 TANESİ YÜKSEK SICAKLIğA SAHİP OLUP, ELEKTRİK ÜRETİMİNE UYGUNDUR.

1. **DENİZLİ-KIZILDERE (242 °C)**
2. **AYDIN-GERMENCİK (232 °C)**
3. **MANİSA-SALİHLİ-GÖBEKLİ (182 °C)**
4. **ÇANAKKALE-TUZLA (174 °C)**
5. **AYDIN-SALAVATLI (171 °C)**
6. **KÜTAHYA-SİMAV (162 °C)**
7. **İZMİR-SEFERİHİSAR (153 °C)**
8. **MANİSA-SALİHLİ-CAFERBEY (150 °C)**
9. **AYDIN-YILMAZKÖY (142 °C)**
10. **İZMİR-BALÇOVA (136 °C)**
11. **İZMİR-DİKİLİ (130 °C)**



GERMENCİK JEOTERMAL KAYNAK



TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ISI POTANSİYELİ

■ 31 500 MWT

= 5 MİLYON KONUT ISITMA EŞDEĞERİ VEYA 150
BİN DÖNÜM SERA ISITMASI

= 1 MİLYONUN ÜZERİNDE KAPLICA YATAK KAPASİTESİ

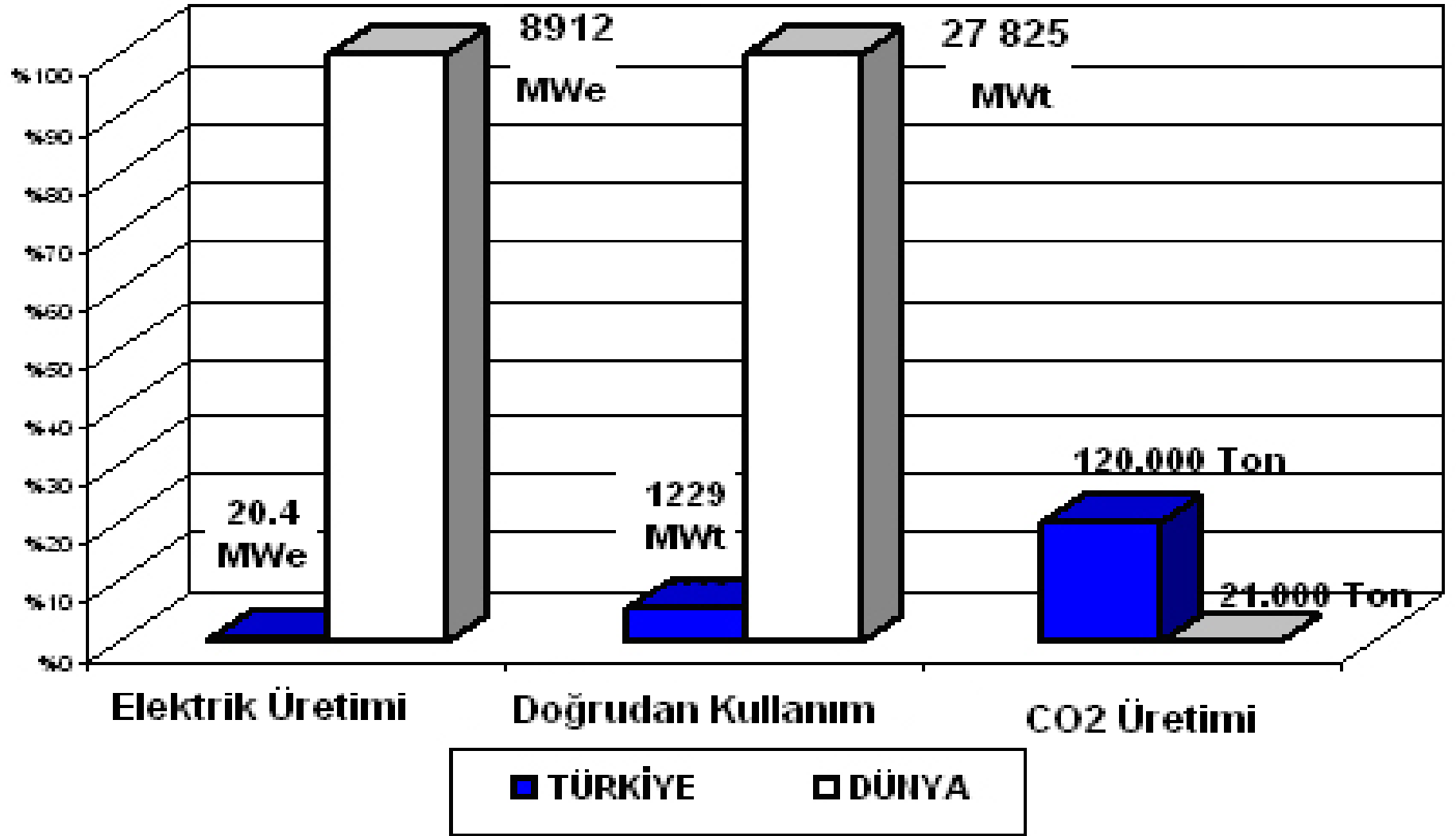
= 29 MİLYAR USD/YIL FUEL-OİL EŞDEĞERİ (30
MİLYON TON/YIL)

= 30 MİLYAR M³/YIL DOĞALGAZ EŞDEĞERİ

- **ELEKTRİK ÜRETİMİ** AÇISINDAN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ 4500 MWE, KURULU GÜÇ İSE 20 MWE' TIR
- TÜRKİYE, **JEOTERMAL ISI** POTANSİYELİ BAKIMINDAN 31 500 MWT İLE, AVRUPA'DA BİRİNCİ, DÜNYA'DA İSE YEDİNCİ ÜLKE KONUMUNDADIR.

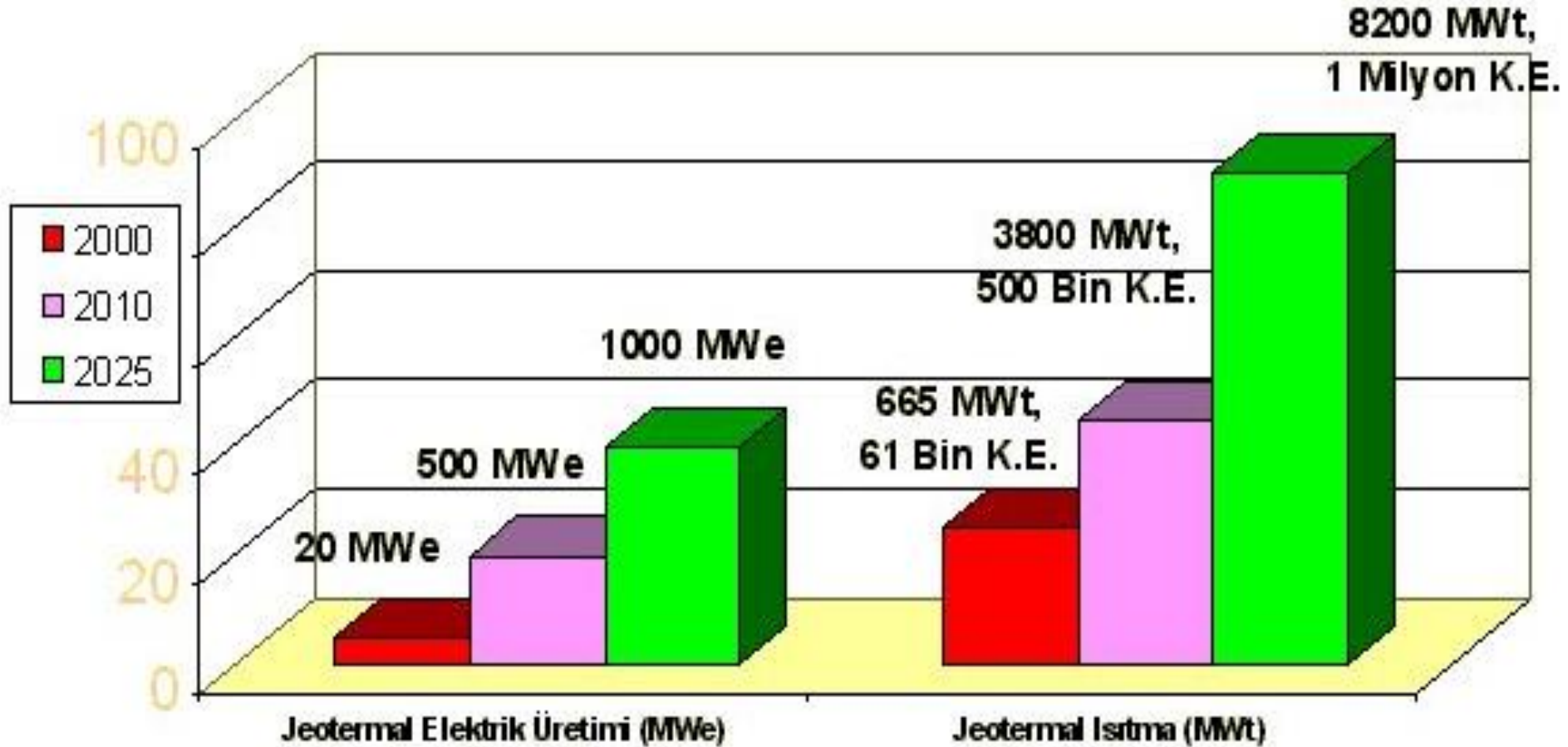
JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIMINDA,

- ✓ 13 YERLEŞİM BİRİMİNDE 103 BİN KONUT EŞDEĞERİ ISITMA (**635 MWT**),
- ✓ 650 DA ALANDA SERA ISITMA (**192 MW_T**)
- ✓ 215 ADET KAPLICADA TERMAL TURİZM (**402 MW_T**)
OLMAK ÜZERE TOPLAM **1229 MW_T** KURULU GÜÇ
- YILDA 120 BİN TON CO₂ ÜRETİMİ



DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMI

TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL MEVCUT DURUMU VE PROJEKSİYONLARI



TÜRKİYE'NİN

2013 YILI JEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM HEDEFİ

550 MWE (4 MİLYAR KWH/YIL)

- **TÜRKİYE, JEOTERMAL ENERJİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ İHTİYACININ % 5'İNİ, ISI ENERJİSİ İHTİYACININ % 30'UNU KARŞILAYABİLECEK POTANSİYELE SAHIPTİR.**
- **TOPLAM POTANSİYELİMİZİN; ELEKTRİK ÜRETİMİ, ISITMA, SOĞUTMA, TERMAL TESİS, KAPLICA KULLANIMI, KİMYASAL MADDE ÜRETİMİ, SANAYİDE KULLANIM VB. TAM OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ İLE SAĞLANABİLECEK YILLIK NET KATMA DEĞER 25 MİLYAR USD CİVARINDADIR.**
- **HAZİRAN 2007 İTİBARIYLA, JEOTERMAL POTANSİYELİMİZİN ANCAK % 7'Sİ DEĞERLENDİRİLMEKTEDİR.**

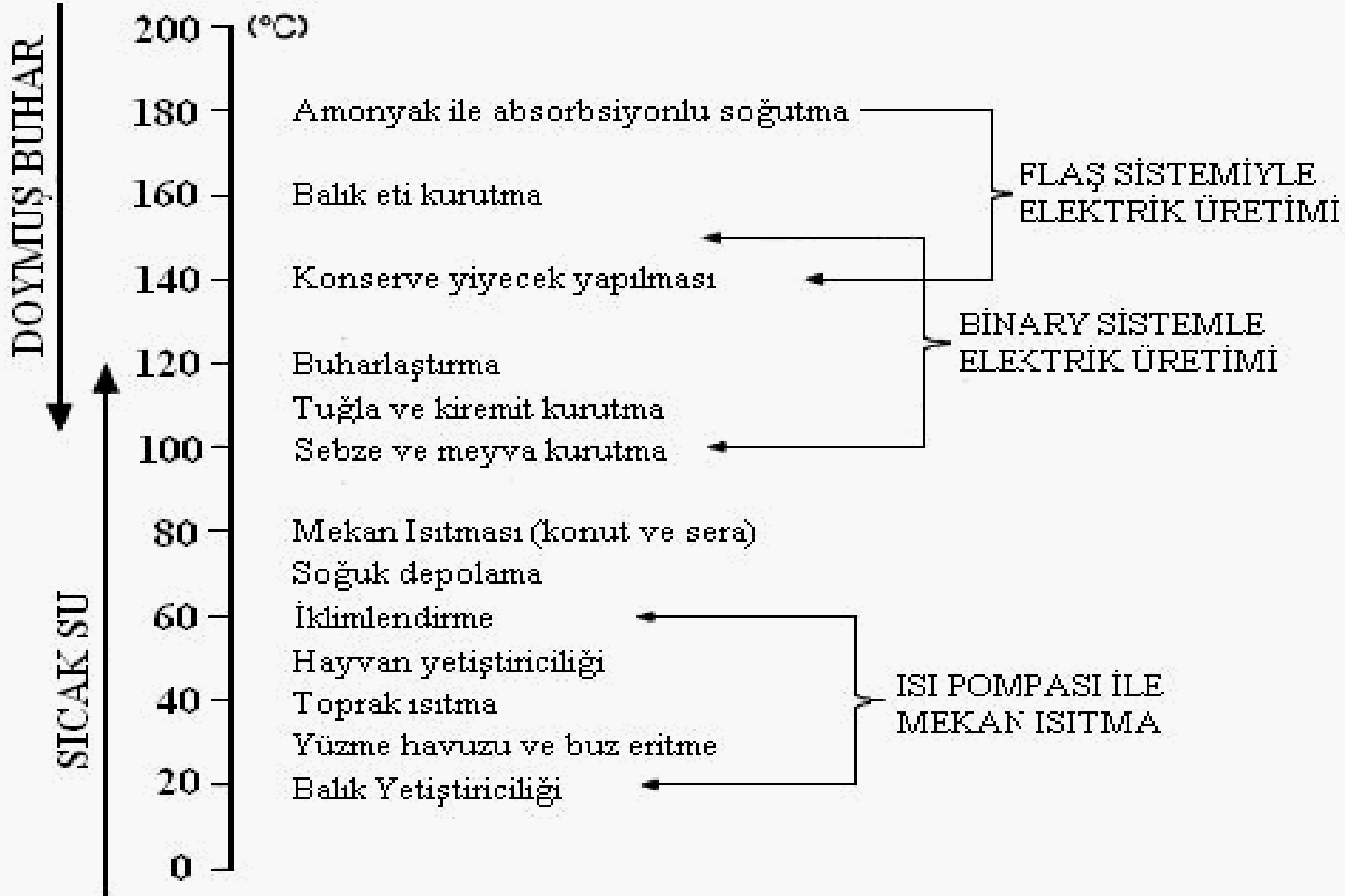
Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIM ALANLARI

- **İLK ÇAĞLARDAN YAKIN GEÇMİŞE KADAR, SADECE SAĞLIK AMACIYLA KULLANILAN JEOTERMAL ENERJİDEN GÜNÜMÜZDE, AKIŞKAN SICAKLIĞINA VE BÖLGE KOŞULLARINA BAĞLI OLARAK;**
 - ✓ **JEOTERMAL ENERJİDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ**
 - ✓ **JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIMI**
- OLMAK ÜZERE İKİ ŞEKİLDE YARARLANILABİLİR.**

- **YÜKSEK SICAKLIKLI SAHALARDAN ELDE EDİLEN AKIŞKANDAN ELEKTRİK ÜRETİMİNİN YANI SIRA ENTEGRE OLARAK DİĞER ALANLARDA DA YARARLANILMAKTADIR.**
- **JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIM ALANLARI, AKIŞKAN SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİR.**
- **YARARLANILAN JEOTERMAL AKIŞKANIN SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK İKİNCİ BİR İŞTE KULLANILMASI, BU KAYNAKLARIN VERİMLİLİĞİNİ ARTIRIR.**

LİNDAL DİYAGRAMI (Uyarlama)



JEOTERMAL ENERJİDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

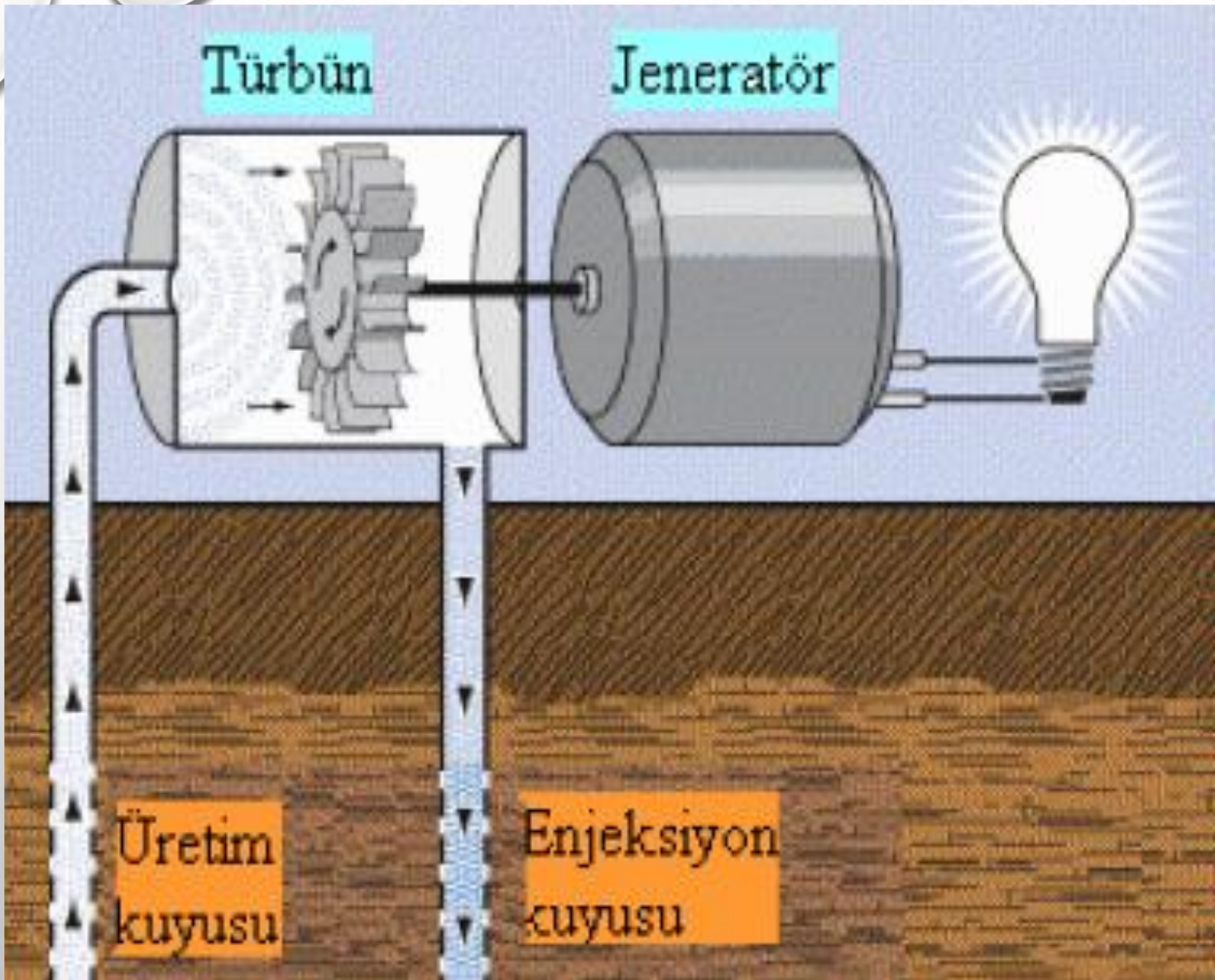
JEOTERMAL KAYNAKTAN EKONOMİK OLARAK ELEKTRİK ÜRETEBİLMEK İÇİN

- **JEOTERMAL AKIŞKANIN SICAKLIĞI YÜKSEK OLMALIDIR (> 150 °C)**
- **SON ZAMANLARDA BUHARLAŞMA NOKTASI DÜŞÜK GAZLAR (FREON, İZOBÜTN VB.) KULLANILARAK 60-90 °C SULARDAN DA ELEKTRİK ÜRETİMİNDE YARARLANILMAKTADIR.**
- **KAYNAK, EKONOMİK OLARAK ULAŞILABİLİR DERİNLİKTE OLMALIDIR (< 3 KM)**
- **KAYNAK HACMİ YETERLİ OLMALIDIR (> 5 KM³)**
- **KUYUDA AKIŞKAN DEBİSİ YETERLİ OLMALIDIR**
- **YETERLİ KALINLIKTA ÖRTÜ TABAKASI BULUNMALIDIR**
- **JEOTERMAL KAYNAK METEORİK SULARLA BESLENMELİDİR.**

ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ

JEOTERMAL BUHAR, TÜRBİNE GÖNDERİLEREK JENERATÖR İLE ELEKTRİK ÜRETİLİR. ELEKTRİK ÜRETİMİ, GENELDE JEOTERMAL ENERJİNİN KARAKTERİSTİĞİNE BAĞLI OLARAK, ÜÇ ŞEKİLDE YAPILMAKTADIR.

- a) **KURU BUHAR SANTRALI:** KULLANIMI EN KOLAY OLAN SAHALARDIR. KUYUDAN ÜRETİLEN KURU BUHAR TÜRBİNİ DÖNDÜRMEK İÇİN DOĞRUDAN KULLANILIR.
- b) **ISLAK BUHAR SANTRALI:** YÜKSEK BASINÇLI KUYUDAN GELEN AKIŞKAN, DÜŞÜK BASINÇLI SEPARATÖRLERDE SU VE BUHAR OLARAK AYRILIR VE ELDE EDİLEN BUHAR İLE TÜRBİNİN ÇALIŞTIRILMASI SAĞLANIR.
- c) **BİNARY ÇEVİRİM SANTRALI:** JEOTERMAL AKIŞKANIN SIÇAKLIĞINDAN YARARLANILARAK SUDA DAHA DÜŞÜK BUHARLAŞMA SIÇAKLIĞINA SAHİP AKIŞKAN ISI DEĞİŞTİRİÇİDE (EŞANJÖRDE) BUHARLAŞTIRILIR VE BU AKIŞKAN İLE TÜRBİNİN DÖNDÜRÜLMESİ SAĞLANIR.



KURU BUHAR SANTRALİ

TÜRBİNLER

GENERATING FACILITY

CONDENSER

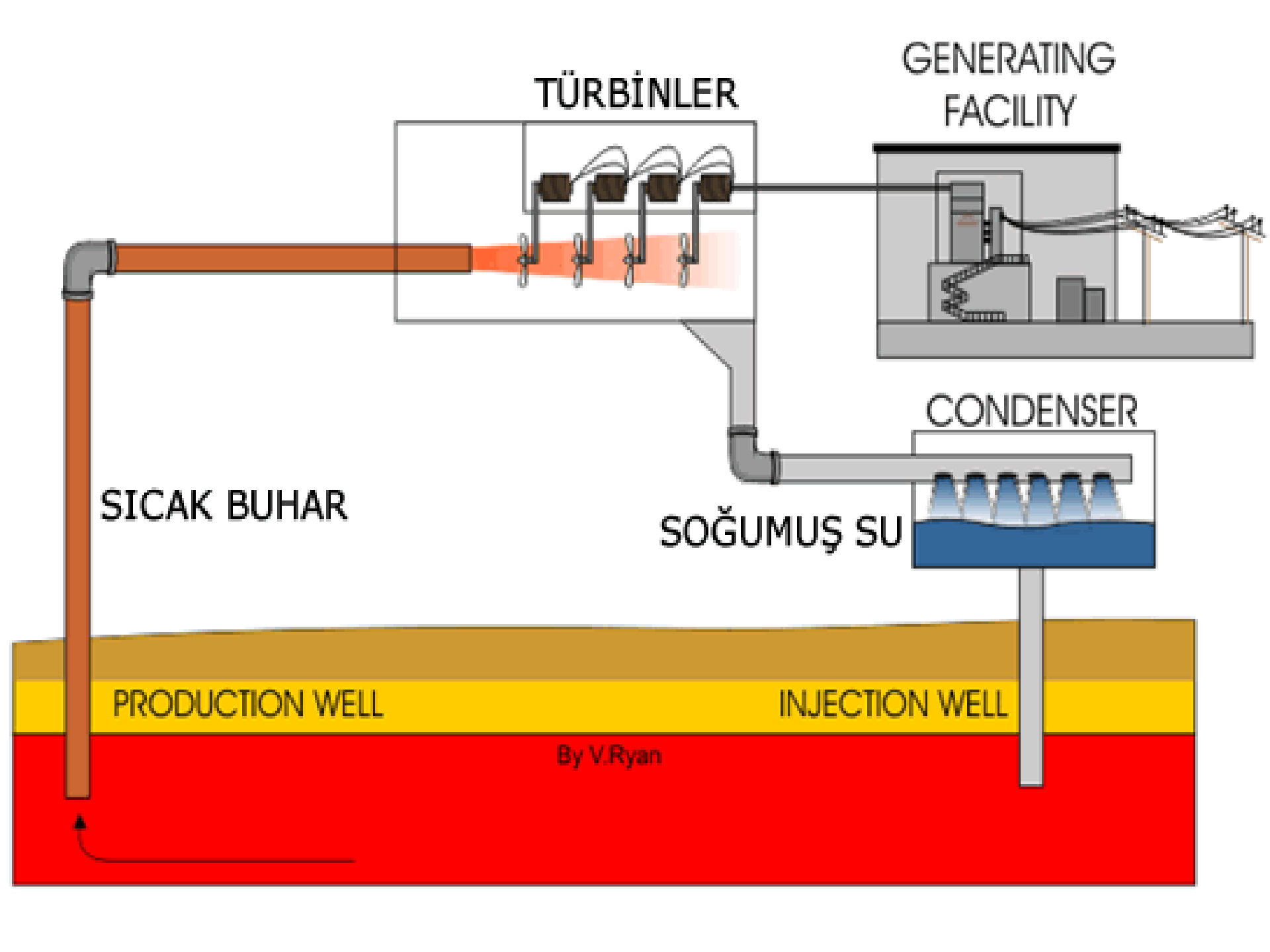
SICAK BUHAR

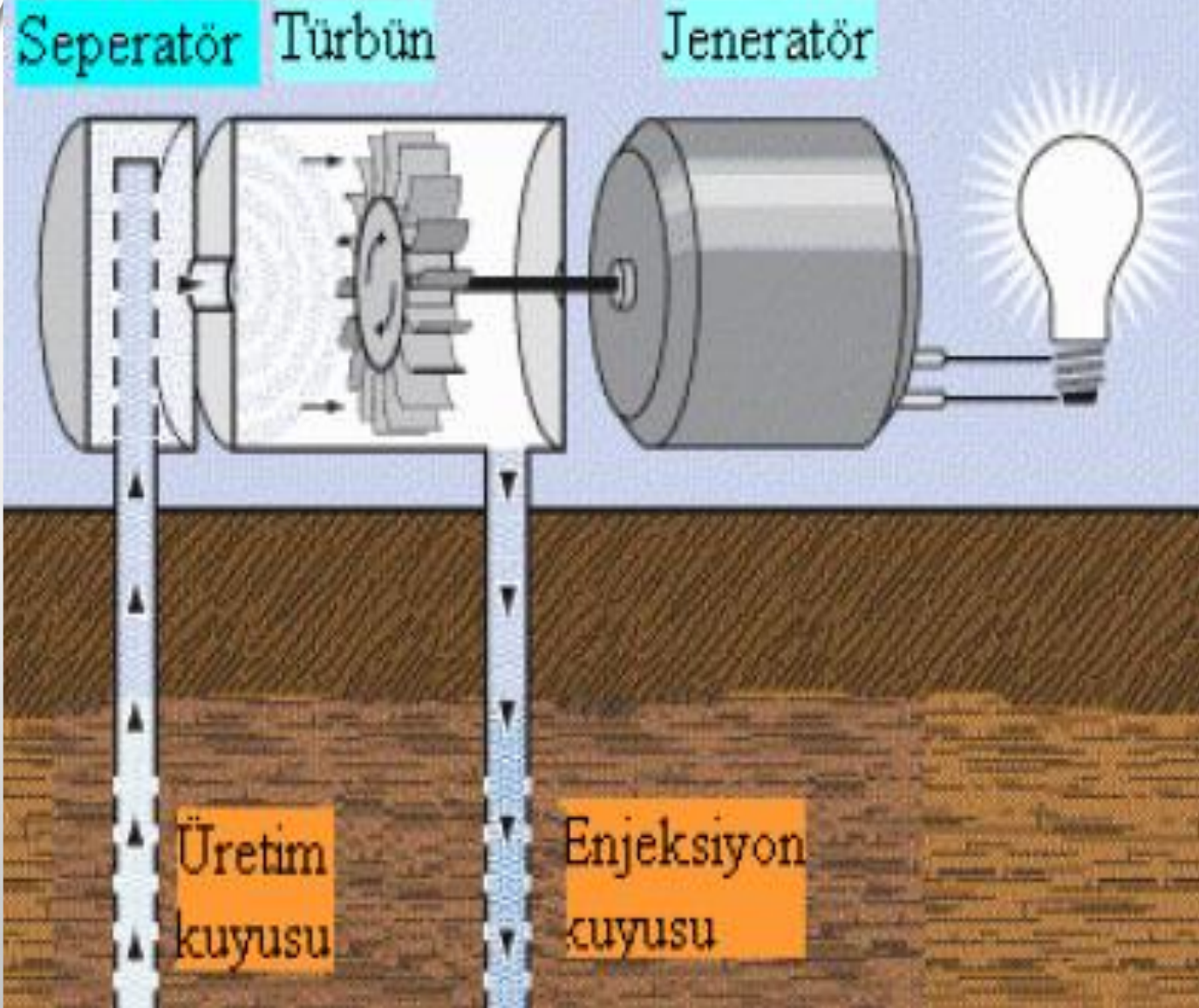
SOĞUMUŞ SU

PRODUCTION WELL

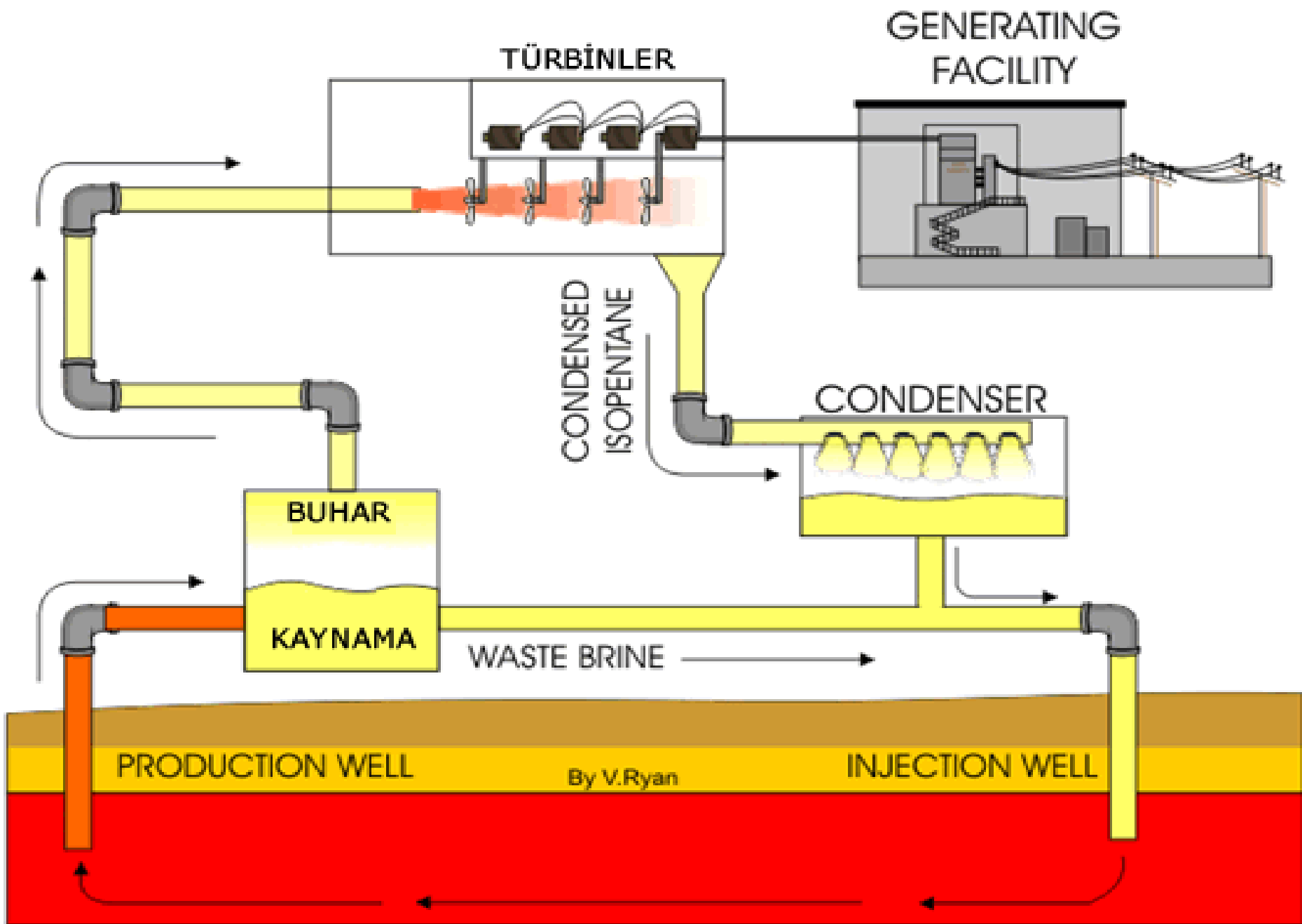
INJECTION WELL

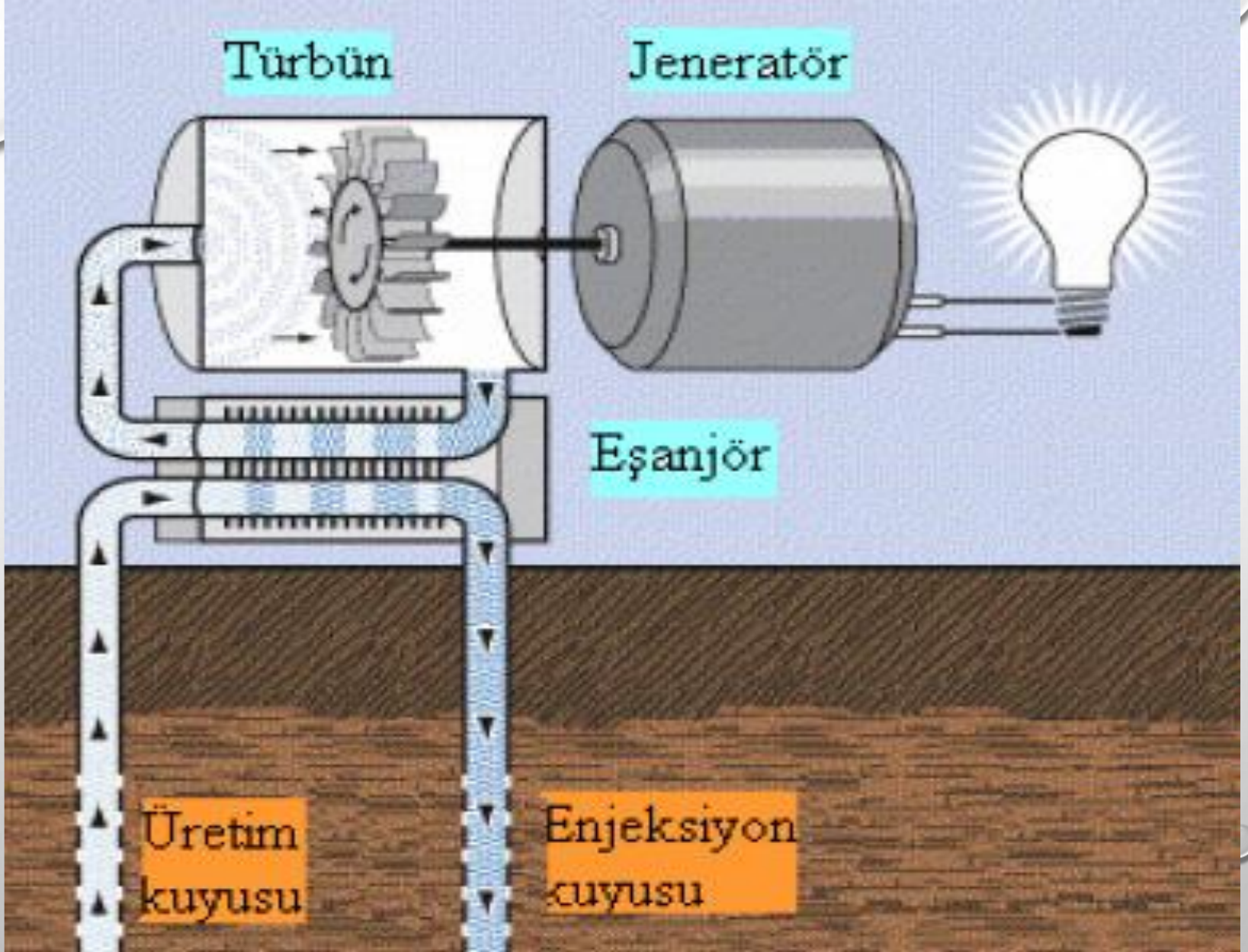
By V.Ryan



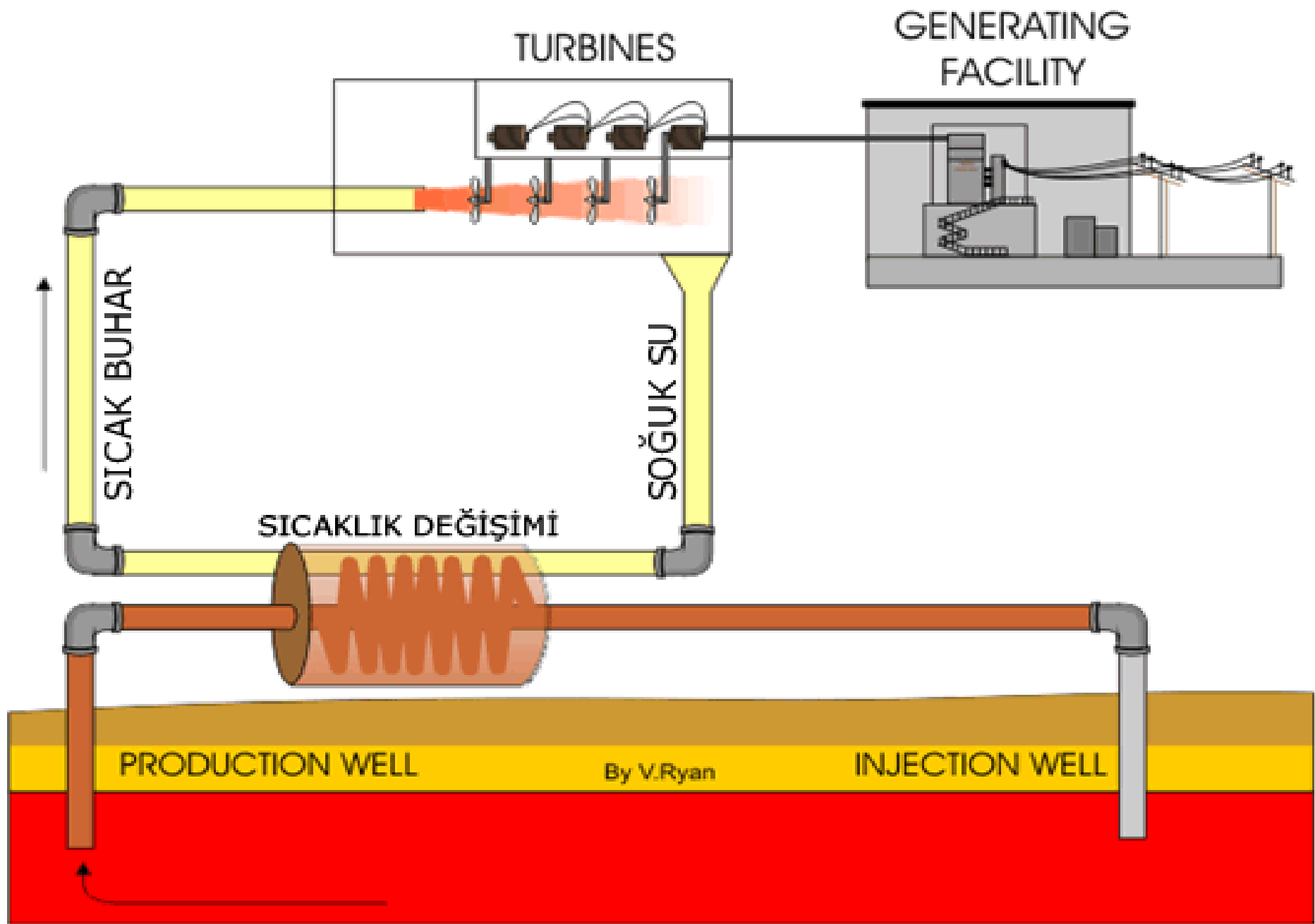


ISLAK BUHAR SANTRALİ (FLASH BUHAR SANTRALİ)





BİNARY (İKİLİ) ÇEVİRİM SANTRALİ

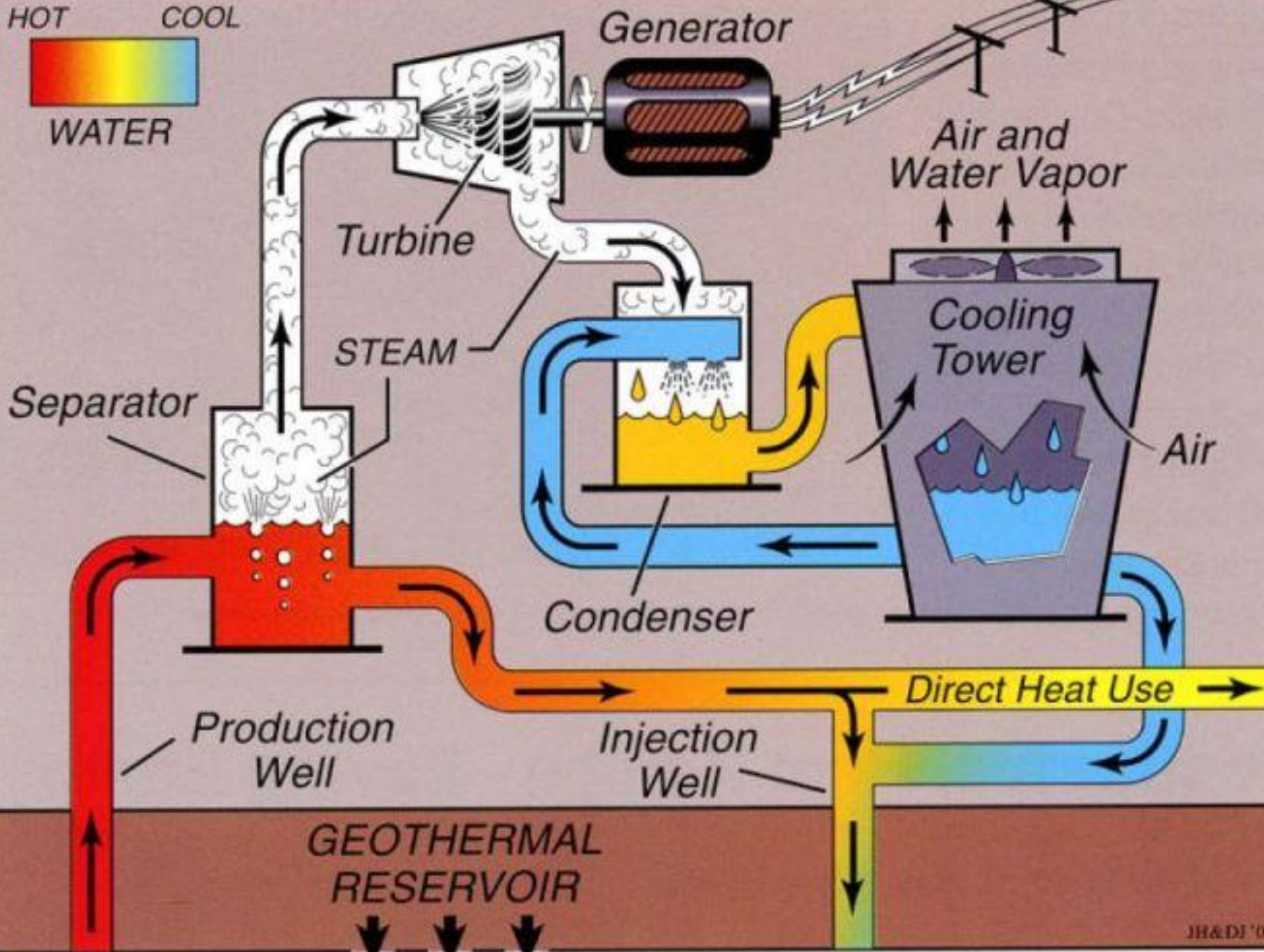


By V.Ryan

HOT COOL



WATER

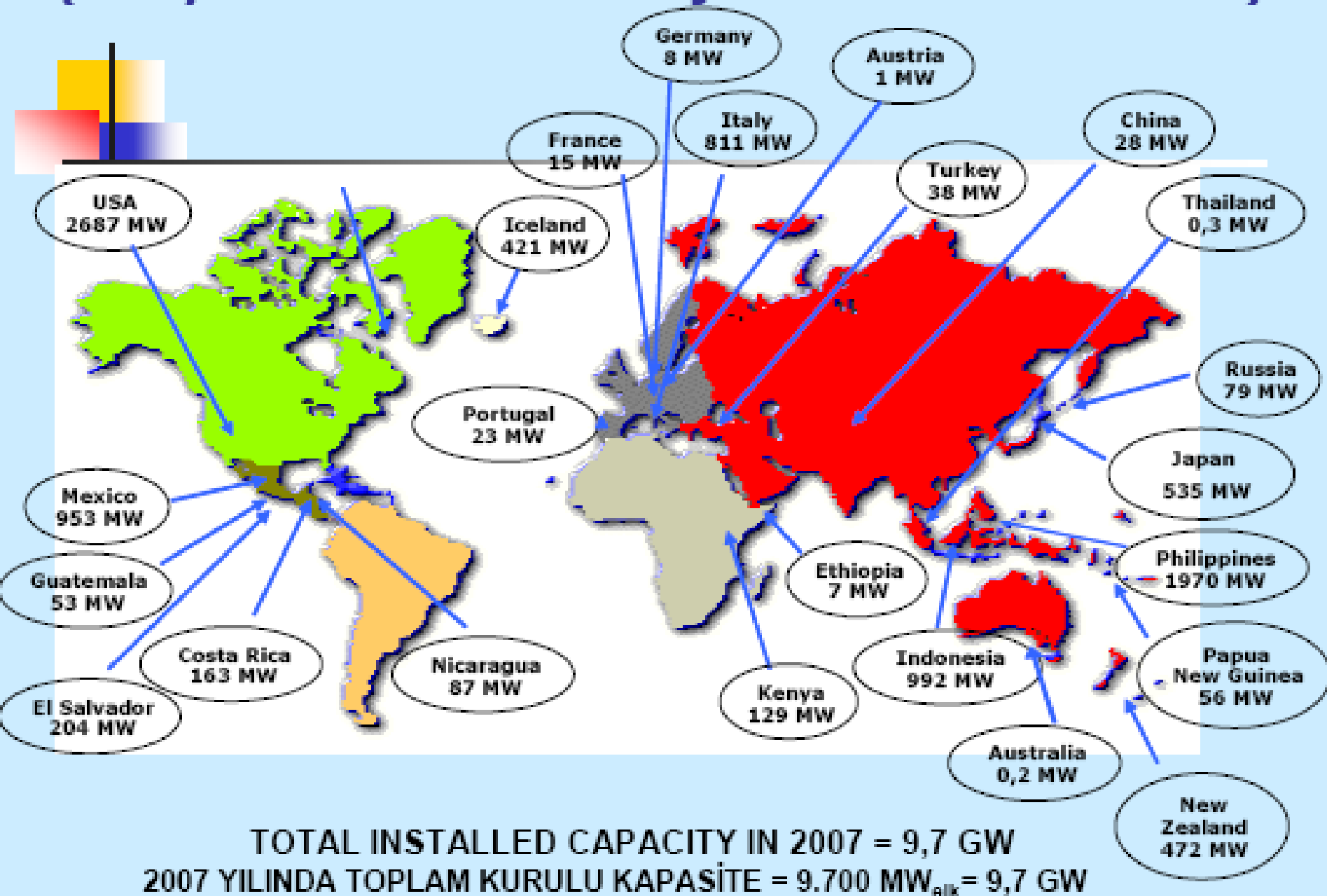


JEOTERMAL SANTRALLARDA ELEKTRİK ÜRETİMİNDE VERİM

- BUHAR ÇEVİRİMLERİNİN ISIL VERİMLERİ, ÜRETİLEN NET GÜCÜN KAYNAKTAKİ VEYA KUYU BAŞINDAKİ JEOTERMAL AKIŞKANIN ENERJİSİNE ORANI OLARAK TANIMLANIR.
- JEOTERMAL AKIŞKANDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ İÇİN BUHAR ÇEVİRİMLERİNİN ISIL VERİMLERİ % 10–17 ARASINDA DEĞİŞİR.
- ÜRETİM DEĞERİ, KURU BUHAR İÇİN 5.9 KG/KWH, SICAK SU KULLANILAN İKİLİ ÇEVİRİM TESİSLERİ İÇİN 363 KG/KWH DİR.
- VERİMİN DÜŞÜK OLMASININ NEDENİ, JEOTERMAL KAYNAKLARIN DÜŞÜK SICAKLIKTA OLMASIDIR.

- ÜRETİM KUYUSUNDAN ELDE EDİLEN JEOTERMAL AKIŞKAN BUHARI, ELEKTRİK ÜRETİMİ AMACIYLA SANTRALDA KULLANILDIKTAN SONRA, ELDE EDİLEN ATIK AKIŞKAN, SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK YA DİĞER KULLANIM ALANLARINA GÖNDERİLMEKTE VEYA **REENJEKSİYON KUYUSUNA** İLETİLEREK, ÇEVRE KİRLİLİĞİ OLUŞTURMAMASI İÇİN TEKRAR YER ALTINA VERİLMEKTEDİR.

Geothermal Power Generation World Status (Dünyada Jeotermal Enerji'den Elektrik Üretimi)





DENİZLİ JEOTERMAL SANTRALI



Kızıldere Jeotermal Santrali-Denizli

Kapasite: 20.4 MW_e

Yıl: 1984

Yıllık Üretim: 90 GWh

Aydin Salavatlı Jeotermal Elektrik Santrali



MEGE Menderes Jeotermal A.Ş
Jeotermal Akışkan Sıcaklığı : 160⁰ C
Basınç : 7 bar
Toplam Debi : 173 kg/san
Brüt Kapasite : 8,5 MW
Net Kapasite : 7 MW



NESJAVELLİR ELEKTRİK SANTRALI, REYKJAVİK, İZLANDA

120 MWE

300 MWT

JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIMI

JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIM ALANLARI

- **JEOTERMAL ENERJİNİN DOĞRUDAN KULLANIM ALANLARI ÜÇ ANA GRUPTA İNCELENEBİLİR.**
 1. **KONUT VE İŞ YERLERİNDE**
 2. **ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA**
 3. **TARIMSAL ALANLARDA**

ISITMA UYGULAMALARI

- ✓ KONUT ISITMA
- ✓ TOPRAK ISITMA
- ✓ CADDE ISITMA
- ✓ PİSTLERİN ISITILMASI
- ✓ YÜZME HAVUZLARI
- ✓ TERMAL TEDAVİ MERKEZLERİ
- ✓ TURİSTİK TESİSLER

ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR

- YİYECEK KURUTMA
- STERİLİZASYON
- KONSERVECİLİK
- KERESTECİLİK
- AĞAÇ KAPLAMA SANAYİ
- KAĞIT SANAYİ
- DOKUMA SANAYİ
- BOYA SANAYİ
- DERİ KURUTMA VE İŞLEME
- BİRA SANAYİ
- MAYALAMA VE DAMITMA
- SOĞUTMA TESİSLERİ
- BETON BLOK KURUTULMASI
- İÇME SUYU OLARAK
- ÇAMAŞIRHANELER

TARIMSAL UYGULAMALAR

- SERA ISITMA
- HAYVAN BARINAKLARI
- BALIK ÇİFTLİKLERİ
- TOPRAK ISITMA
- ÜRÜN KURUTMA
- MANTAR ÜRETİMİ
- TOPRAK ISLAHI
- SULAMA

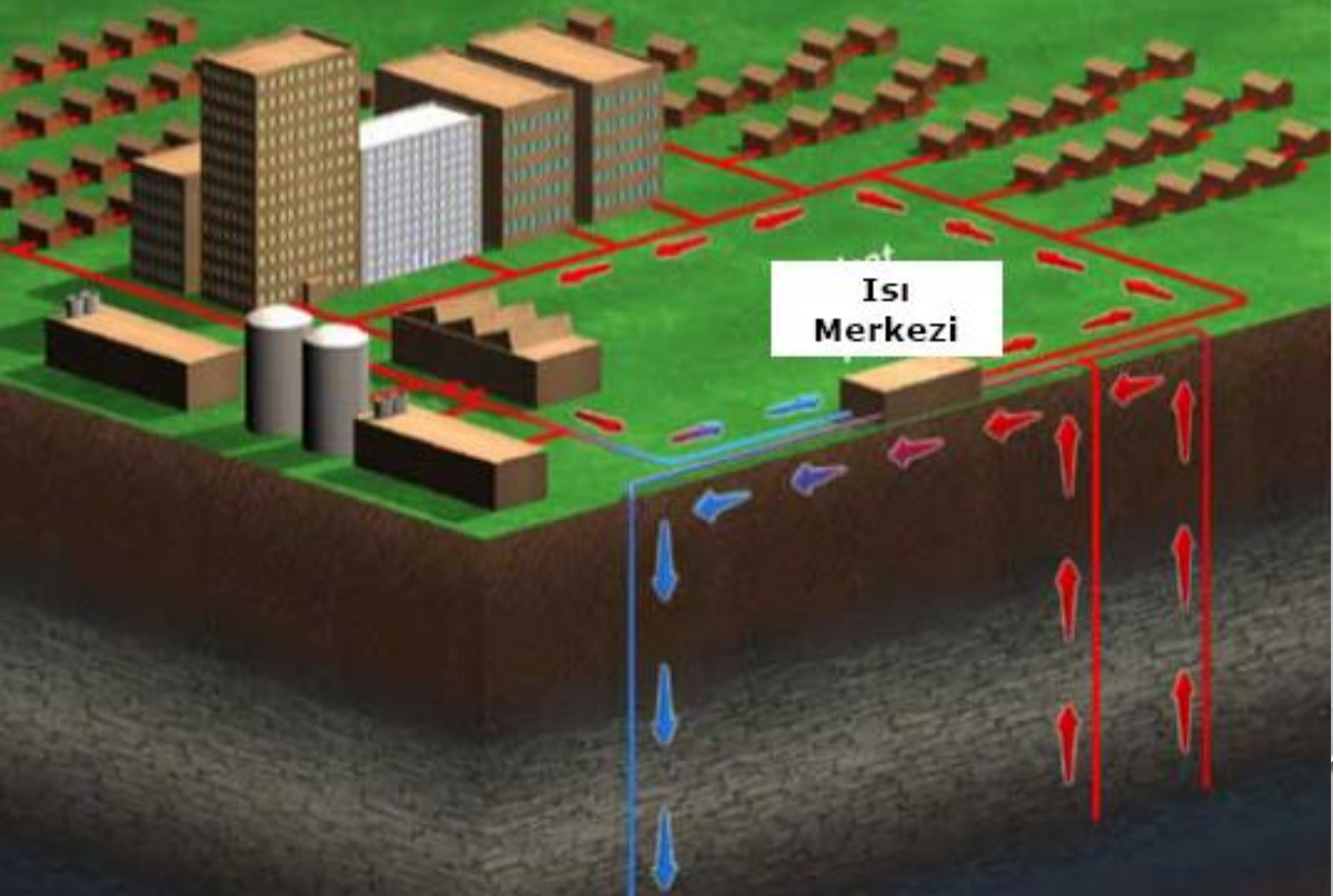
JEOTERMAL ENERJİNİN ISITMADA KULLANIMI

- JEOTERMAL ENERJİNİN ISITMADA KULLANILMASI, SON YILLARDA GİDEREK ÖNEM KAZANMIŞTIR.
- **GÜNÜMÜZDE DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE ÇOK SAYIDA KONUT VE KENT MERKEZİ JEOTERMAL ENERJİYLE ISITILMAKTADIR.** JEOTERMAL ENERJİ; CADDE, HAVAALANI PİSTLERİ, YÜZME HAVUZLARI VB. YERLERİN ISITILMASI YANINDA TERMAL TEDAVİ MERKEZLERİNDE DE KULLANILMAKTADIR.
- **TARIMSAL AMAÇLI KULLANIMDA,** EN ÖNEMLİ UYGULAMA ALANI SERALARIN ISITILMASIDIR. BUNUN DIŞINDA TOPRAK ISITMA, HAYVAN BARINAKLARININ VE KIRSAL KONUTLARIN ISITILMASI DA GİDEREK YAYGINLAŞMAKTADIR.
- JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMINDA, BİRLEŞİK (ENTEĞRE) SİSTEMLER DE GİDEREK ÖNEM KAZANMAKTADIR.

KONUT ISITMADA JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMI

- KONUT ISITMA UYGULAMALARINDA, 17-25 °C ORTAM SICAKLIĞI UYGUN KABUL EDİLİR.
- TEKNİK OLARAK, BU SICAKLIKTAN BİR KAÇ DERECE DAHA YÜKSEK BİR AKIŞKANIN, ISITMADA KULLANIMI MÜMKÜN OLMAKLA BİRLİKTE, YATIRIM MALİYETİ NEDENİYLE, AKIŞKAN SICAKLIĞININ 60-90 °C ARASINDA OLMASI TERCİH EDİLİR.
- AKIŞKAN SICAKLIĞI ARTTIKÇA, TAŞIMA VE DAĞITIM MALİYETİ AZALMAKTA, FAKAT SİSTEM TASARIMI GÜÇLEŞMEKTEDİR.

Bölgesel Isıtma



Isı
Merkezi



Reykjavik Using Fo



Reykjavik Using Geothermal



KALDIRIM ISITMA

JEOTERMAL BÖLGE ISITMA SİSTEMLERİ KAPASİTELERİ VE

FİİLİ ISINAN KONUT EŞDEĞERLERİ

		Sıcaklık(OC)	Kapasite		Fili		Açıklamalar
			KE	%	KE	%	
Afyon	Merkez	95	4.500	4,8	4.500	8,5	
	Sandıklı	70	5.000	5,3	3.800	7,2	
Ağrı	Diyaçin	78	400	0,4	150	0,3	
Ankara	Kızılcahamam	80	2.500	2,7	2.500	4,7	
Balıkesir	Gönen	85	3.500	3,7	3.400	6,4	
	Edremit	57	7.500	8,0	2.000	3,8	
	Elgadiç	96	2.700	2,9	1.700	3,2	
Denizli	Sarayköy	140	5.000	5,3	1.850	3,5	
İzmir	Balçova-Narlıdere	90-140	24.500	26,0	20.500	38,8	Kasım 2007 itibarıyla
	Bergama	65	750	0,8	442	0,8	
Kırşehir		57	2.200	2,3	1.800	3,6	
Kütahya	Simav	157	6.500	6,9	4.726	9,0	
Manisa	Salihli	98	24.000	25,5	4.100	7,8	
Nevşehir	Kozaklı	90	2.500	2,7	1.200	2,3	
Yozgat	Sarıkaya	57	2.500	2,7	30	0,1	Montaj Halinde
		TOPLAM	94.050	100	52.798	100	

**100 METRE KARELİK EVİN
YILLIK ISINMA VE SICAK SU GİDERLERİNİN
DEĞİŞİK ENERJİ TÜRLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRMASI
(YILLIK 14.007.285 KİLOKALORİ ENERJİ TÜKETİMİNE GÖRE)**

ISINMA ŞEKLİ	YTL/YIL	Fark (%)
Jeotermal ile (Kalorimetre ile Kilokaloriye göre ödeme)	560	
Jeotermal ile (Metre kareye göre ödeme)	630	12,5
Doğalgaz ile (Türkiye ortalaması-%90 Yanma Verimi ile)	1.141	104
Kömür ile (İthal Sibiryա Kömürü)	1.231	120
Fuel Oil No:4	2.482	343
Elektrik-TEDAŞ- Konut Tarifesi ile	2.605	365
Motorin	4.216	653
LPG-Ev Tüpü 12 kg	4.244	658

TAŞIMADA SICAKLIK KAYBI

- JEOTERMAL SU TAŞIMADA BORU ÇAPININ 30 CM'Yİ GEÇMESİ DURUMUNDA, 90 °C LİK AKIŞKAN İÇİN SICAKLIK KAYBI 0.1 °C / KM YE KADAR DÜŞMEKTEDİR.
- AYRICA, ŞEHİR İÇİ DAĞITIM VB. TAŞIMADA, 30 CM ALTINDAKİ ÇAPLARDA YİNE 90 °C SICAKLIK DURUMUNDA, JEOTERMAL SU TAŞIMADAKİ SICAKLIK KAYBI 0.5 °C / KM OLMAKTADIR.

TARIMSAL ÜRETİMDE JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMI

<input type="checkbox"/> TAHIL KURUTMA	40 – 80 °C
<input type="checkbox"/> YEŞİL BİTKİLERİN KURUTULMASI	80 – 135
<input type="checkbox"/> SERA ISITMA	60 – 130
<input type="checkbox"/> TOPRAK ISITMA	20 – 35
<input type="checkbox"/> KÜMES VE AHIR ISITMA	25 – 60
<input type="checkbox"/> SÜT SAĞIM ÜNİTESİ	40 – 95
<input type="checkbox"/> BALIK ÜRETME	15 – 35
<input type="checkbox"/> MANTAR YETİŞTİRME	20 – 50
<input type="checkbox"/> SÜT İŞLEME	70 – 120
<input type="checkbox"/> GIDA KORUMA	90 – 150

SERA ISITMADA KULLANIM

- **ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANILAN ATIK AKIŞKAN SERALARIN ISITILMASINDA KULLANILABİLİR.**
- **BU AKIŞKAN, BİR HAVUZDA DİNLENDİRİLDİKTEN SONRA İLETİLEREK SERA İÇİNDEKİ ISITMA BORULARINDA DOLAŞTIRILMAK SURETİYLE DOĞRUDAN ISITMADA KULLANILABİLİR.**
- **DİĞER BİR YÖNTEMDE, BU AKIŞKAN SERA YANINA KURULACAK BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDEN GEÇİRİLEREK KAPALI DEVRE BİR ISITMA SİSTEMİ GERÇEKLEŞTİRİLEBİLİR.**

JEOTERMAL SU HATLARI



DÜNYADA 10 BİN DA, TÜRKİYE'DE İSE YAKLASIK 635 DA JEOTERMAL ENERJİYLE



JEOTERMAL ENERJİ İLE ISITILAN ÖNEMLİ SERA ALANLARI

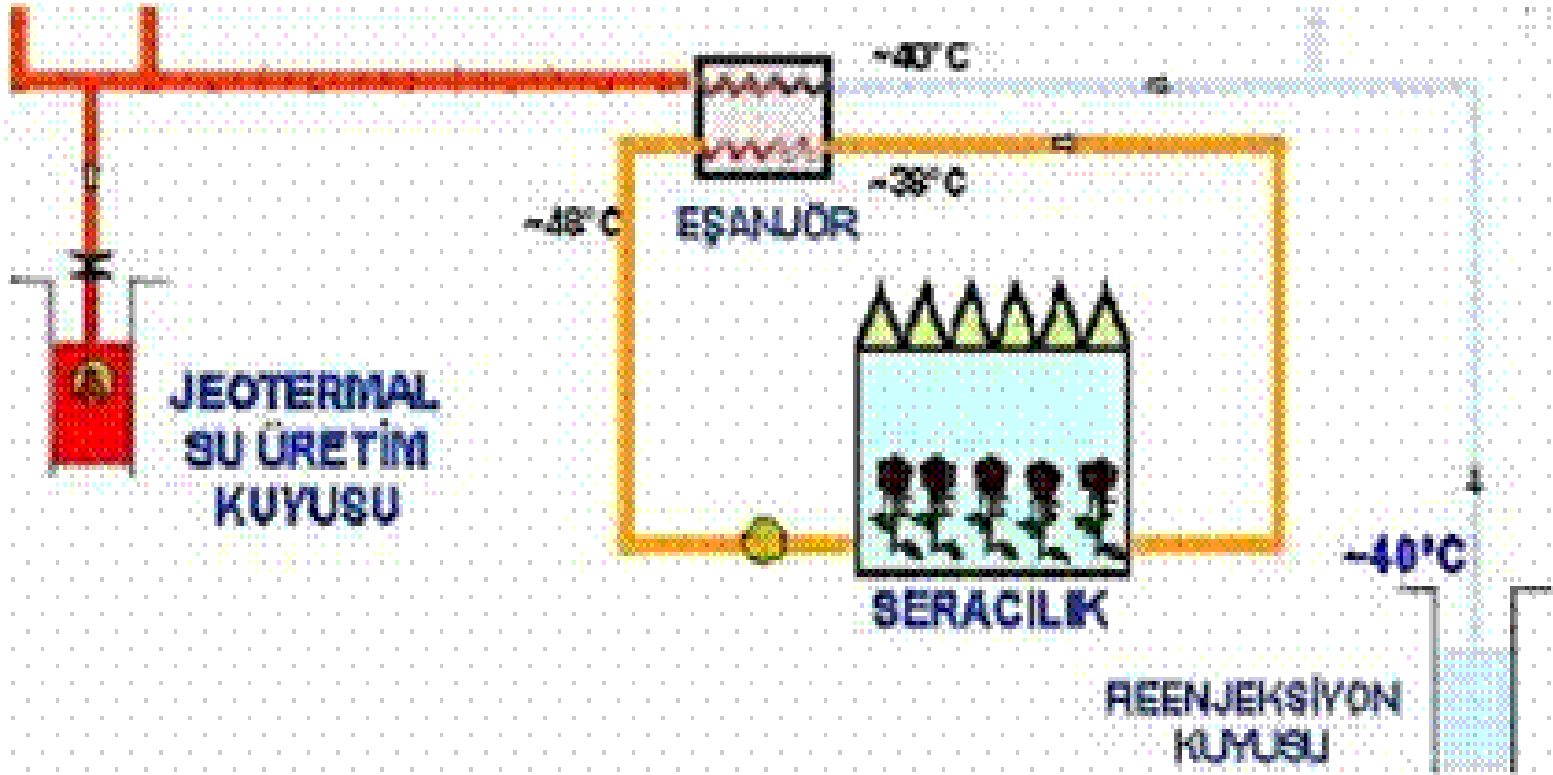
Yer	Sera alanı (da)	Tahmini Güç (MW_t)
Dikili	240	42
Urganlı	20	3.5
Simav	180	31.5
Gümüşlük-Kuşadası	80	14
Edremit	50	9
Tuzla	50	9
Gediz	9	1.5
Afyon	20	3.5
Alaşehir	20	3.5
Urfa	60	10.5
Balçova	80	14
TOPLAM	809	142

SERALARDA JEOTERMAL ISITMANIN GETİRDİĞİ ÖNEMLİ AVANTAJLAR

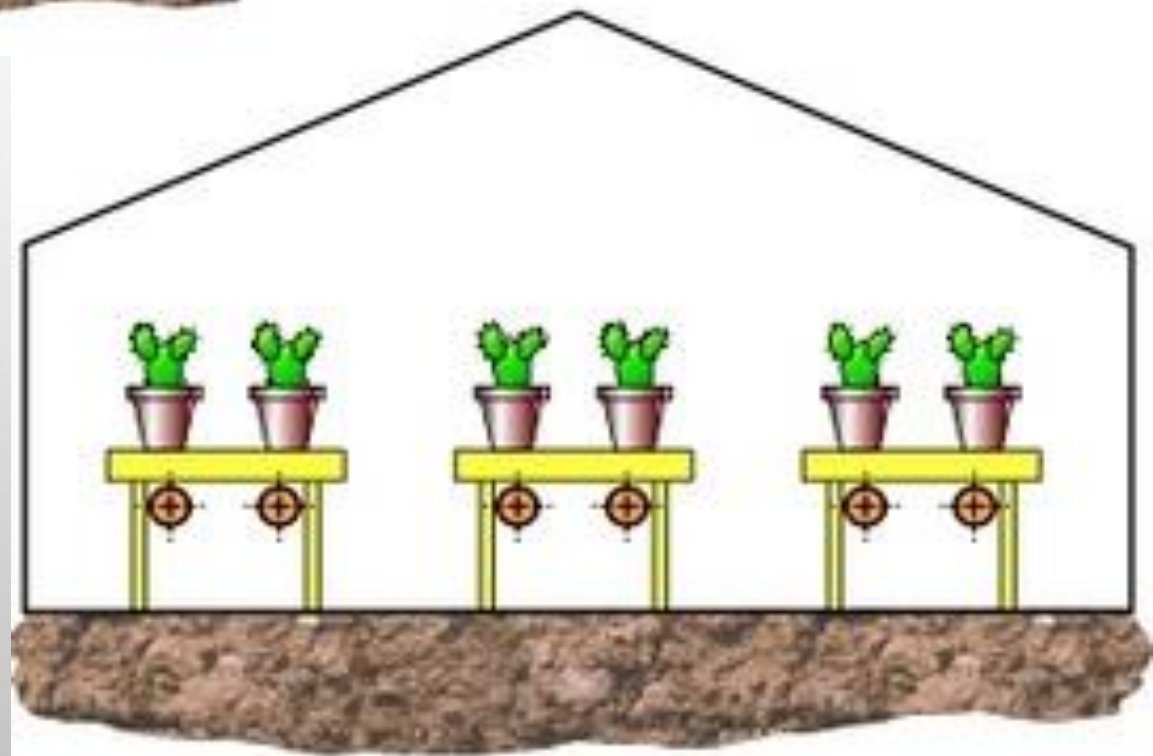
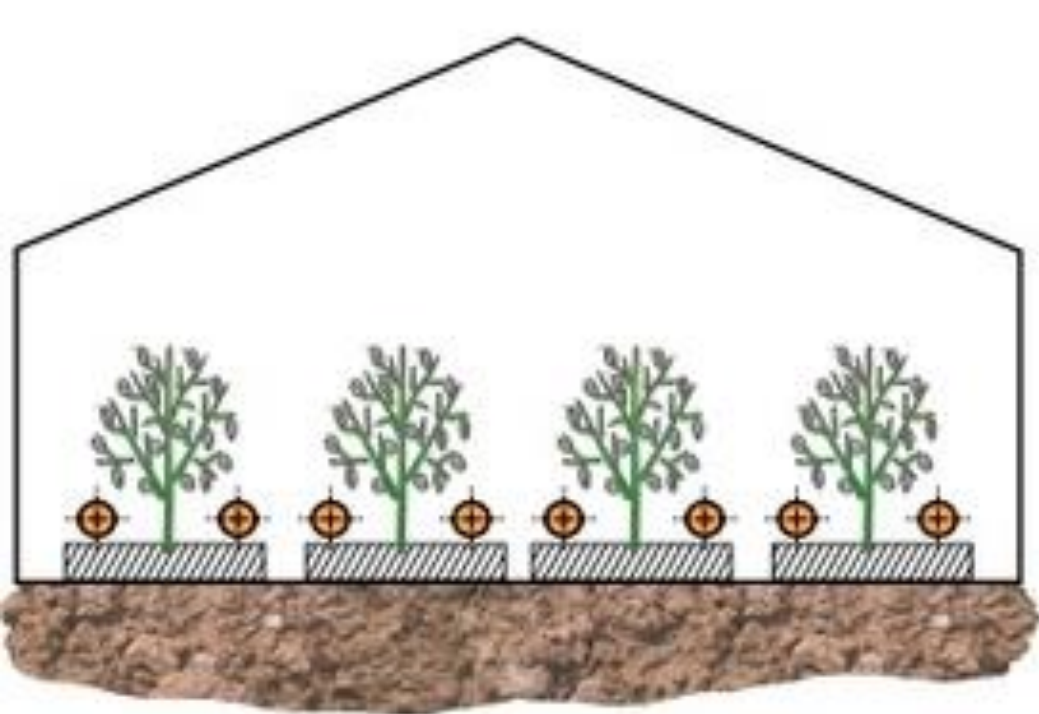
- **JEOTERMAL ISITMA, SERADA VERİMİ % 50-60 KADAR ARTIRMAKTADIR.**
- **SERA ATMOSFERİNE JEOTERMAL CO₂ VERİLMESİ VERİMİ % 40 ARTIRMAKTADIR (FOTOSENTEZE DESTEK CO₂ GÜBRELEMESİ).**
- **İDEAL İÇ SICAKLIK NEDENİYLE HORMONSUZ ÜRETİM MÜMKÜN OLMAKTADIR.**

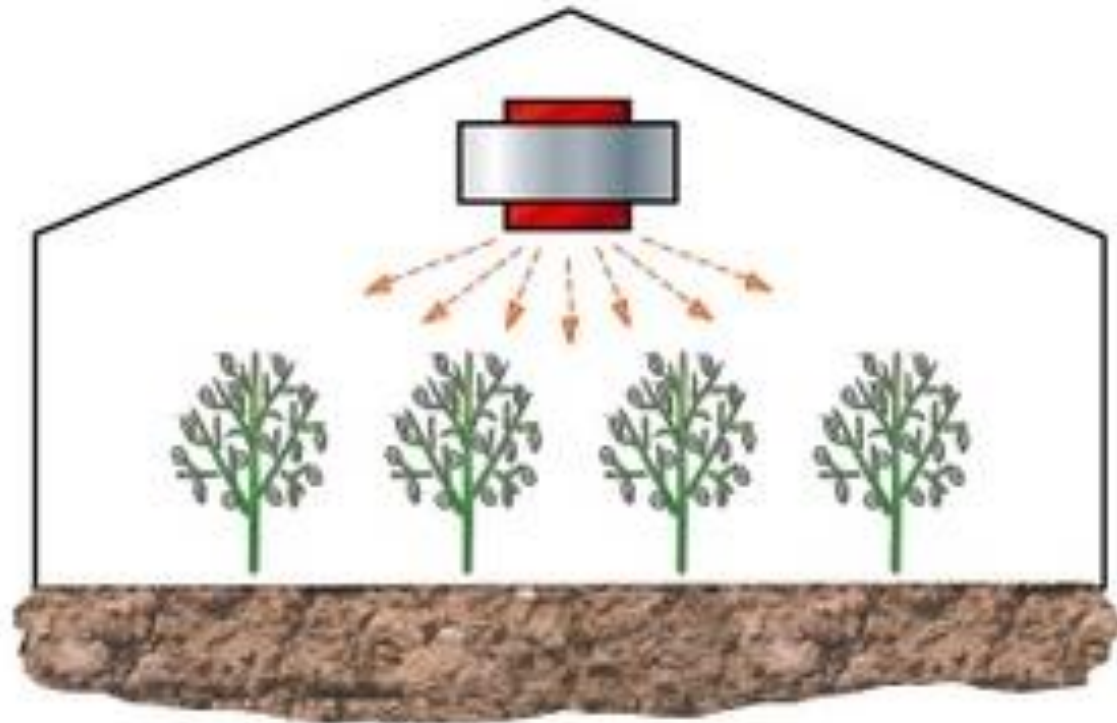
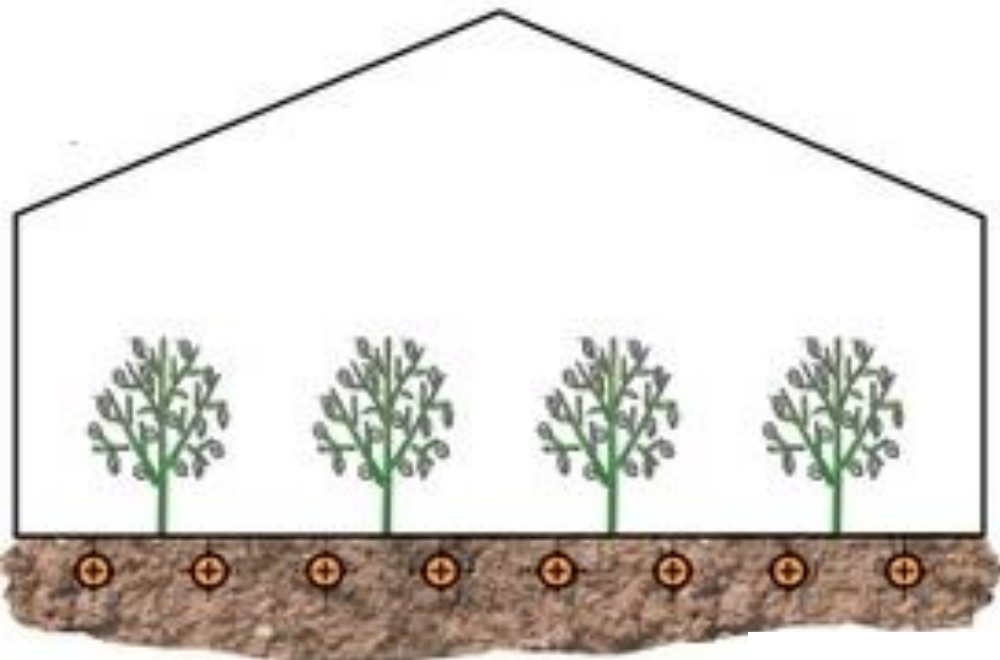
- **JEOTERMAL AKIŞKAN DOĞRUDAN SERA ISITILMASINDA KULLANILACAĞSA, JEOTERMAL BUHAR, BUHAR - SICAK SU KARIŞIMINDAN AYRILDIKTAN SONRA SERADAKİ ISITMA BORULARINDA DOLAŞTIRILABİLİR. BÖYLECE, AKIŞKAN İÇİNDE BULUNAN $C_A CO_3$ GİBİ MADDELERİN ÇÖKELMESİ VE KOROZYON ÖNLENMİŞ OLUR.**
- **DÜŞÜK-ORTA SICAKLIKTA JEOTERMAL AKIŞKAN DA ISITMADA KULLANILABİLİR. SU, SERA İÇİNDEKİ ISITICI BORULARDAN DOĞRUDAN GEÇİRİLEBİLDİĞİ GİBİ, BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDEN GEÇİRİLEREK ISITMADA KULLANILABİLİR.**
- **HAVALI ISITMA SİSTEMİNDE, SICAK SU VEYA BUHARIN ISI DEĞİŞTİRİCİDEN GEÇİRİLMESİ SIRASINDA ISINAN HAVA, SERA İÇERİSİNE GÖNDERİLEREK ISITMA SAĞLANMAKTADIR.**

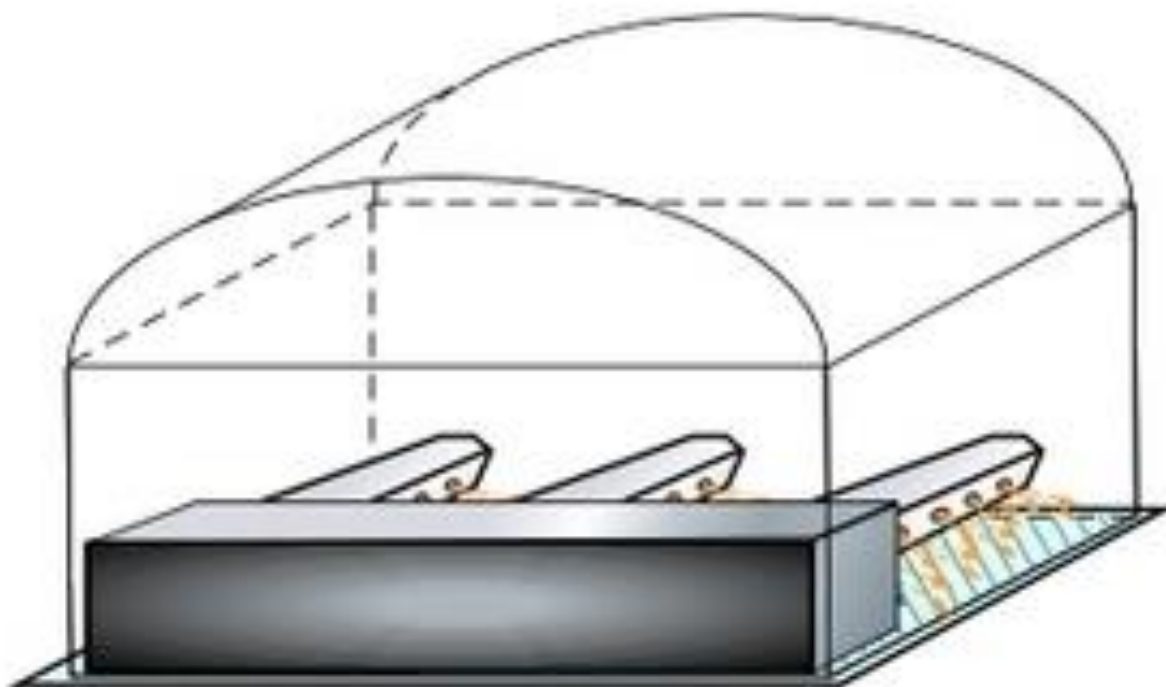
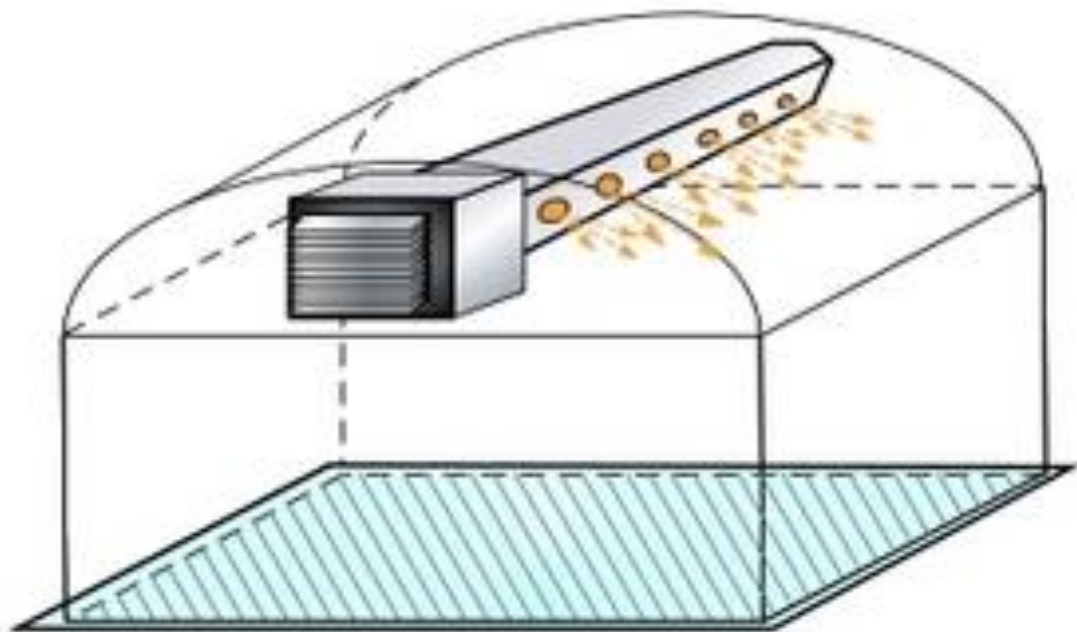
- **JEOTERMAL KAYNAKLI SICAK SU, TORTU BIRAKAN (KİREÇ, BOR VB.) VE H₂S GİBİ KOROZYON ETKİSİ OLAN MADDELER İÇERMİYORSA, DOĞRUDAN ISITMA DÜZENİNDEKİ BORU VE KANALLARA GÖNDERİLEBİLİR.**
- **TORTULAŞARAK BORU VE KANALLARI TIKAYABİLECEK MADDELERİ İÇEREN JEOTERMAL SICAK SULAR İSE DOĞRUDAN KULLANILMAZLAR. BU TÜR SULAR, BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDEN YARARLANILARAK, KAPALI BİR SİSTEM İÇİNDE DOLAŞAN VE SERANIN ISITILMASINDA DOĞRUDAN KULLANILAN SUYUN ISITILMASINDA KULLANILIR.**
- **BU ISI DEĞİŞTİRİCİLER KUYU İÇİNE VEYA KUYU DIŞINA YERLEŞTİRİLEBİLİR.**



JEOTERMAL AKIŞKANIN ISI DEĞİŞTİRİCİLİ (EŞANJÖRLÜ) SİSTEMLE SERA ISITMADA KULLANIMI

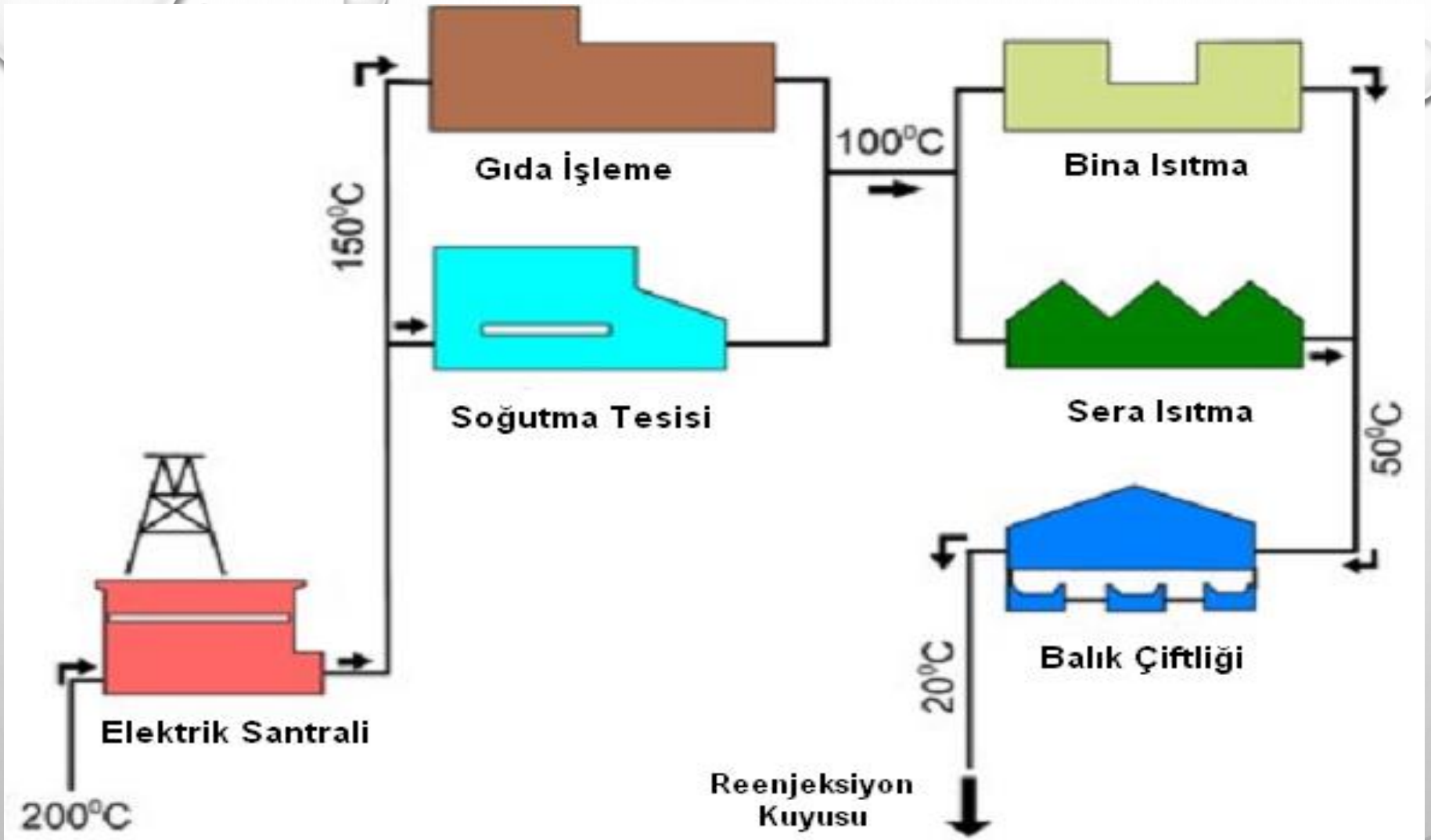






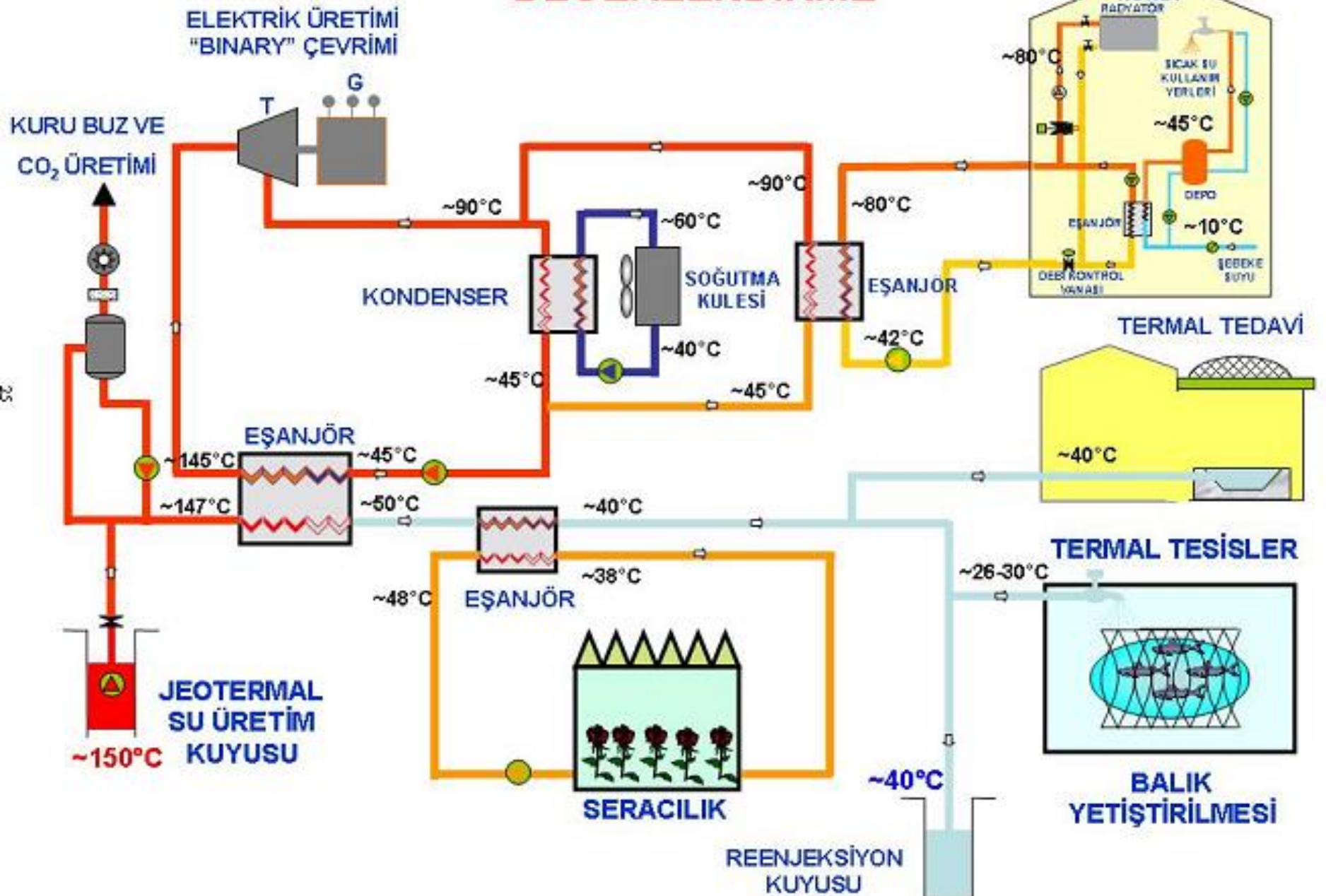
REENJEKSİYON

- SERA ISITILMASINDA KULLANILDIKTAN SONRA, SOĞUYAN JEOTERMAL AKIŞKAN, DOĞRUDAN ÇEVREYE BIRAKILMAMALIDIR.
- İÇERDİKLERİ ARSENİK, CİVA, KURŞUN, FLORİD, KÜKÜRT, HİDROJEN SÜLFİD VB. MADDELER NEDENİYLE ÇEVRE KİRLİLİĞİNE NEDEN OLMAMAK İÇİN, DERİN KUYULAR AÇILARAK, YENİDEN YER ALTINA ENJEKTE EDİLMELERİ UYGUN OLUR.
- BU OLAYA **REENJEKSİYON**, BU KUYULARA DA REENJEKSİYON KUYUSU ADI VERİLİR.



ENTEĞRE JEOTERMAL SİSTEM

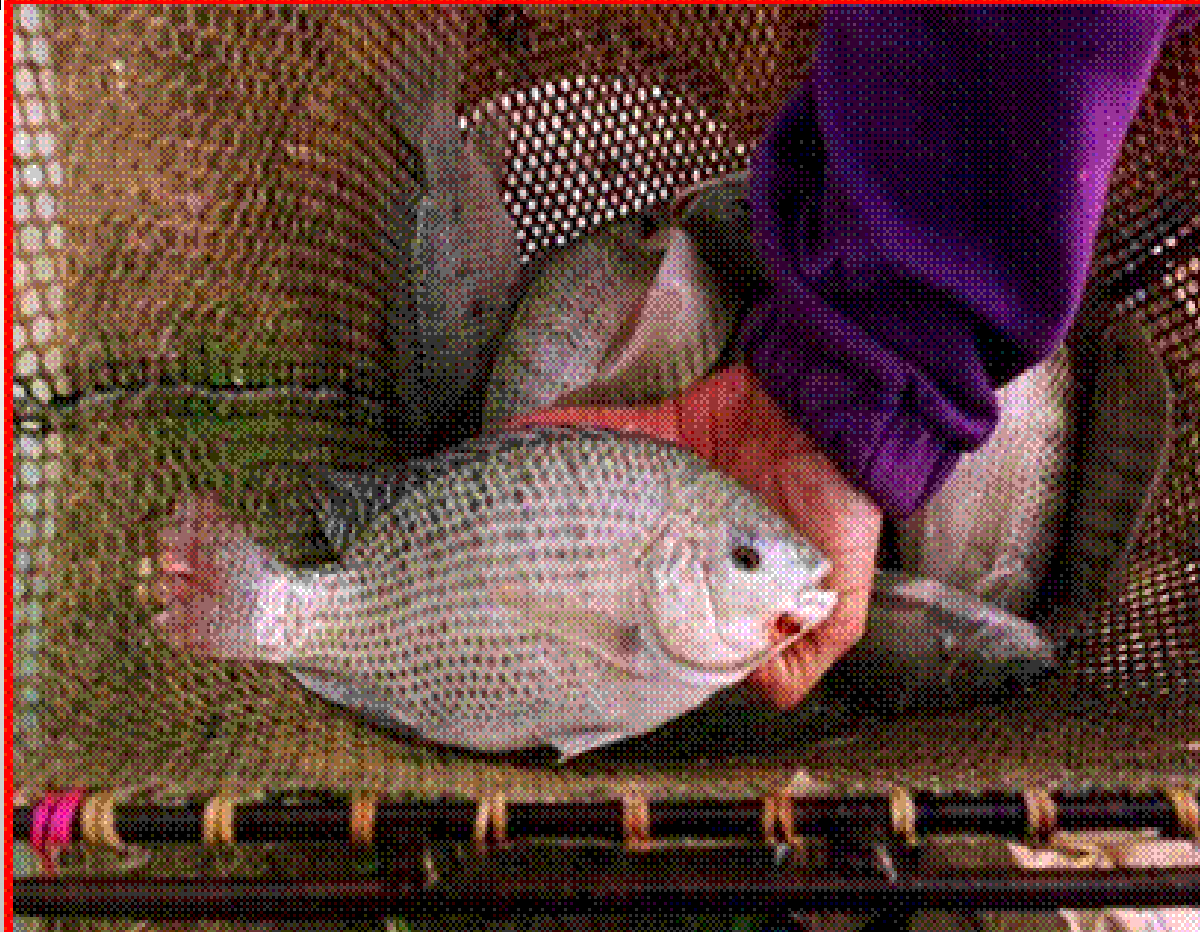
ENTEĞRE JEOTERMAL DEĞERLENDİRME



JEOTERMAL SU İLE BALIK ÜRETİMİ

- DÜŞÜK SICAKLIKLARDA KÜLTÜR BALIKÇILIĞI

(KARİDES, LEVREK-SARI LEVREK, ÇUPRA, TİLAPİA
(CUPRA TÜRÜ) YAYIN SAZAN VB



JEOTERMAL AKIŐKANLARDAN MİNERAL ÜRETİMİ

- JEOTERMAL AKIŞKANDAN TİCARİ DEĞERİ OLAN MİNERALLERİN ÜRETİLMESİ MÜMKÜNDÜR.

CO₂, NaCl, KCl, LiCl, PbSO₄ VB.



**DENİZLİ-KIZILDERE JEOTERMAL ELEKTRİK
SANTRALİNE ENTEGRE
SIVI CO₂ VE KURU BUZ ÜRETİM FABRİKASI**

JEOTERMAL ENERJİNİN AVANTAJLARI

- **SÜREKLİ GÜÇ ÜRETEBİLME**
- **5 -10 MW'LIK KÜÇÜK MODULER ÜNİTELER HALİNDE KURULMAYA VE GELİŞTİRİLMEMEYE MÜSAAİTTİR.**
- **GÜVENİLİR KAYNAK - HAVA DEĞİŞİMLERİNDEN VE KULLANIŞ ŞEKİLLERİNDEN ETKİLENMEZ**
- **FOSİL YAKITLARDAN FARKLI OLARAK, FİYAT DALGALANMALARINDAN ETKİLENMEZ**
- **DOĞALGAZ VE KÖMÜR SANTRALLERİYLE REKABET EDEBİLİR**
- **SIFIR (KAPALI SİSTEMLERDE) VEYA ÇOK DÜŞÜK EMİSYON İLE, ÇEVRE DOSTU BİR ENERJİ**

JEOTERMAL ENERJİ ÇEVRE DOSTUDUR

JEOTERMAL ENERJİ İLE ISITMA, ELEKTRİK ÜRETİMİ VB. UYGULAMALARDA, HİÇBİR ATIK ÇEVREYE VE ATMOSFERE ATILMAMAKTADIR. A.B.D. ENERJİ BAKANLIĞI VERİLERİNE GÖRE SERA ETKİSİ OLUŞTURAN **CO₂ EMİSYONU:**

- KÖMÜR 900 - 1300 G/KWH
- DOĞALGAZ 500 - 1250 G/KWH
- GÜNEŞ ENERJİSİ 20 - 250 G/KWH
- RÜZGAR ENERJİSİ 20 - 50 G/KWH
- **JEOTERMAL ENERJİ 20 - 35 G/KWH**

JEOTERMAL MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİ VE ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALLERİNDE FOSİL YAKIT KULLANILMADIĞI İÇİN AZOT VE SÜLFÜR DİOKSİT EMİSYONU SIFIRDIR.