



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENDÜSTRİ'NİN GİDİŞATI**

**UMRAN SERPEN**  
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



# TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENDÜSTRİ'NİN GİDİŞATI

*The Course of Geothermal Industry in Turkey*

**Umran SERPEN**

## ÖZET

Bu çalışmada Türkiye'deki jeotermal enerjiden elektrik elde edilmesinin çok hızlı gelişimi incelenerek bunun nedenleri üzerinde durulmuş ve bunun yanında jeotermal enerjinin çevre ile etkileşimi de araştırılarak bunların sonuçları tartışılmış ve sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Hızlı jeotermal gelişim, Türkiye, Sürdürülebilirlik.

## ABSTRACT

In this study rapid development of Turkey's geothermal resources are explored, its reasons are examined, the effects of geothermal energy environment interactions on this development are inquired, and the results of this investigations are discussed and the conclusions are reported.

**Key Words:** Fast geothermal development, Turkey, sustainability.

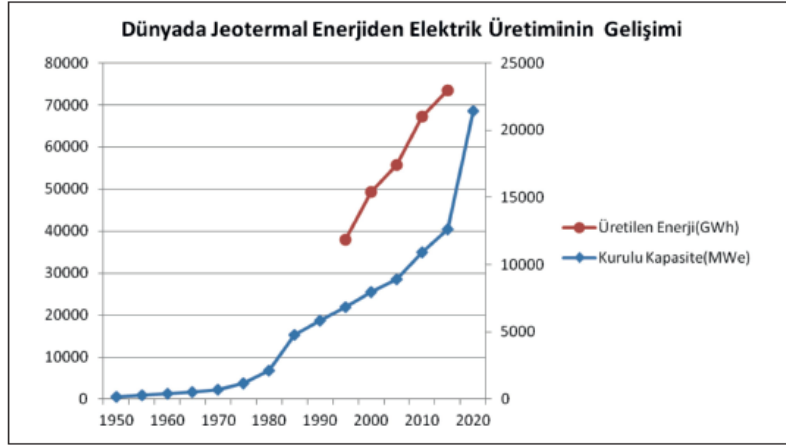
## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin orta ve düşük entalpili jeotermal kaynaklar açısından belli bir potansiyele sahip olduğu biliniyor. Bu konuda yapılan tek bilimsel stokastik çalışma [1] jeotermal endüstride P10 olarak tanımlanan %90 güvenirlikle kanıtlanmış elektrik üretim potansiyelinin 1600 MWe civarında olduğuna işaret etmiştir. Bu çalışma 2010 yılına kadar elde olan veriler üzerinden yapılmıştır. Aradan geçen zaman içinde ülkemizde yapılan yoğun geliştirme çalışmaları sırasında elde edilen yeni verilerle güncellenmesinde fayda vardır.

Dünya'daki jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi gidişine bakılınca (Şekil. 1) 2015 yılı itibariyle 12635 MWe kurulu güç kapasitesine eriştiği görülmektedir. Öte yandan, 2020 yılı için yapılan projeksiyon olan 22000 MWe gerçekçi değildir.

Dünyadaki jeotermal enerjiden elektrik üretimi başlıca 10 ülkede gerçekleştirilmektedir. Ülkemizin de bunlardan biri olduğu Tablo 1'de görülmektedir.

Bu çalışmada ülkemizdeki jeotermal enerjideki gelişmeler ağırlıklı olarak elektrik üretimi temelinde değerlendirilirken, bu gelişmeleri sağlayan parametreler üzerinde durularak değerlendirilecektir.



Şekil 1. Dünyada jeotermal kaynaklardan yapılan elektrik üretimi ve kurulu gücün zamanla değişimi [2].

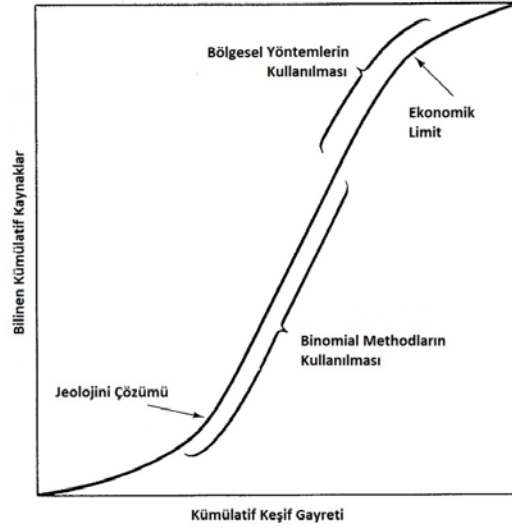
Tablo 1. Dünya'da Ülkelerin Kurulu Güç Kapasiteleri [2]

Ülke	Kurulu Kapasite (MWe)
ABD	3450
Filipinler	1870
Endonezya	1340
Meksika	1017
Yeni Zelanda	1005
İtalya	916
İzlanda	665
Türkiye	635
Kenya	594
Japonya	519
Diğerleri	1142

## 2. ÜLKEMİZDE JEOTERMAL KAYNAKLARDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Petrol, doğal gaz, jeotermal enerji gibi doğal kaynakların yeraltından üretim süreçleri Şekil 2'de görüldüğü gibidir. Birikimli kaynak keşfinin birikimli araştırma çabası ile ilişkisini gösteren şekilde görüleceği gibi, kaynak keşif süreci bir S eğrisi şeklinde gelişir. Bu şekilde kaynak keşfi rezervler olarak ve arama çabası da sondaj sayısı veya sondaj metrajı olarak tanımlanabilir. Başlangıçta sadece yerbilimi çalışmaları söz konusudur ve bu aşamada keşif yapılamaz. Ancak ilerleyen çabalarla önce az sayıda keşif yapılır ve keşifler eksponansiyel olarak artmaya başlar. Yerbilimi çalışmalarıyla jeolojik durum çözüldükten sonra hızlı bir gelişim aşaması söz konusu olur. Bu aşamada harcanan çabayla yapılan keşif miktarı doğrusal olarak gelişir. Bu gelişim sonuna doğru yapılan çabaya karşı keşif sayısı azalmaya başlar ve eğri parabolik olarak gelişir. Bu aşamada belirlenecek bir ekonomik limite kadar bu süreç devam eder. Bu limitte çaba masraflarının keşfedilen rezerv değerine eşit olduğu noktadır. Bundan sonra giderek daha az yapılan keşifler ekonomik değildirler.

Bu sürece benzer bir jeotermal örnek Şekil 3'te verilmektedir. Bu şekilde Y. Zelanda'daki Taupo volkanik zonundaki yapılan keşifler zaman ölçeğinde betimlenmiştir. Bu zaman da yapılan çabaları simgelemektedir. Burada 1950 yılı öncesi sadece yerbilimi çalışmalarını göstermektedir. Bu yıldan sonra önce Wairakei/Kawerau alanları araştırılarak o on yılsonunda keşif ve üretim başlamış ve bunu takip eden dönemlerde başka kaynaklar devreye alınmıştır. Ancak, 2000 yılından sonra gerçekleştirilen anormal hızlı gelişimin doğal süreçten farklı bir nedeni vardır. Ülkede yapılan endüstri reformları pazarın kurulması sonrası rezervler çok hızlı bir şekilde artmıştır. Süreç olgun bölgeye ulaşmamış görünmektedir. Bunun nedeni ülkenin daha fazla hızlı enerji gelişimine gereksinimi olmaması ve çevre endişelerinden kaynaklanmaktadır.

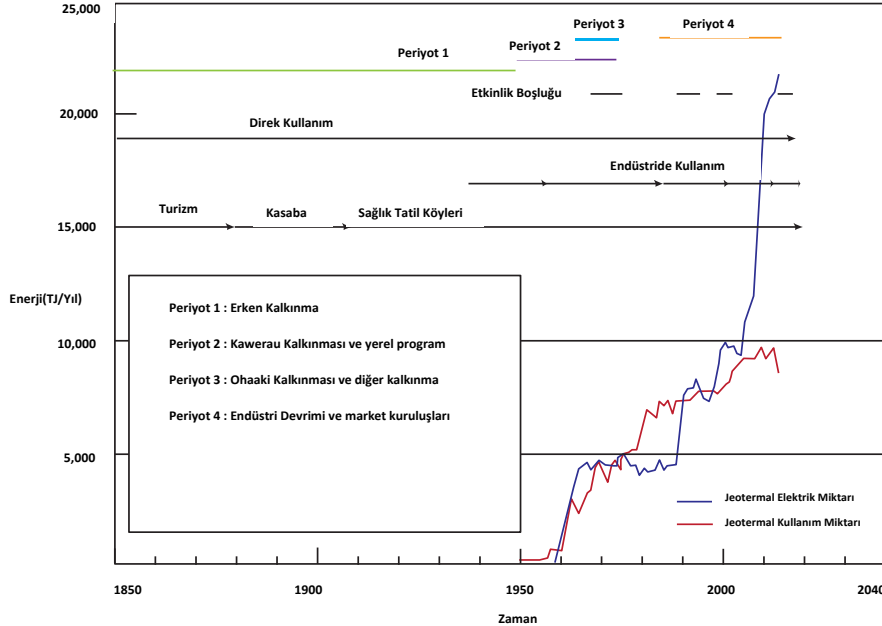


Şekil 2. Birikimli kaynak keşfinin birikimli keşif çabalarıyla ilişkisi [3].

Ülkemizde jeotermal enerji aramaları 1960'lı yılların başında başlamış ve 1962 yılından itibaren kapasiteleri tespit edilemeyen birkaç keşif yapılmıştır. Bundan sonraki on yılda bu tür keşifler devam ederken bir jeotermal kaynak (Kızıldere) geliştirilmiş ve 1984 yılında gross 18.4 MWe kapasiteli bir jeotermal santral devreye alınmıştır. Bundan sonraki 20 yılda jeotermal enerji arama çabalarının önce yavaşlayıp, sonra durma noktasına gelmesi o zamanlar sadece devlet tarafından yapılan enerji yatırımlarına devletin yatırım yapmaması veya yapamaması dolayısıyladır. Şekil 4'te görülen 2000 yılındaki 15 MWe kurulu güç, 1984'te kurulan santralin gücüdür. Ülkemizde buraya kadar olan gelişmelerin doğal süreçlerle uyumlu olduğu söylenebilir. Bundan sonraki gelişmeler Y. Zelanda'ya benzerdir.

Bu tarihten sonra elektrik piyasası oluşturulmuş, enerji üretiminde reform yapılarak özel sektörün üretim yapmasına izin verilmiş ve bir jeotermal yasa çıkarılmıştır. Bu nedenle 2005 yılından itibaren üretim önce yavaşça ve daha sonra da hızla artmaya başlamıştır.

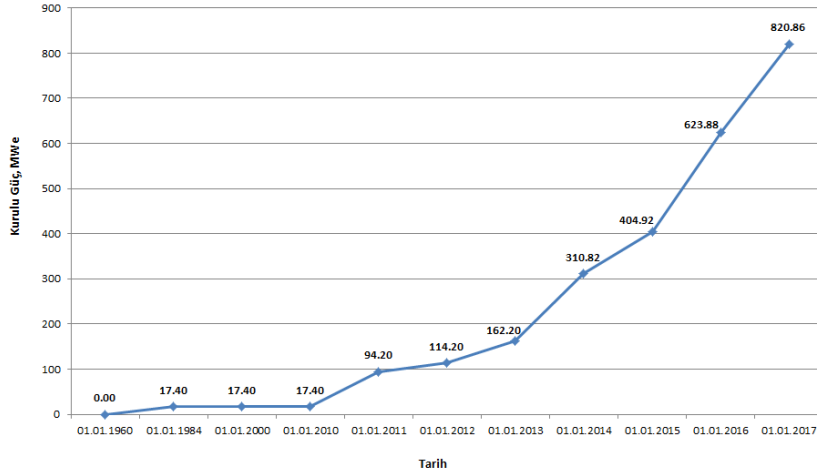
Hızlı gelişmenin diğer nedenleri de elektrik satış tarifelerine verilen önemli teşvikler, ülkenin elektrik gereksinimi yanında yenilebilir enerjinin teşvik edilmesi ve özel sektörün diğer sektörlerden edindiği kazanımların enerjiye yatırılmasıdır.



Şekil 3. Taupo Volcanic zonu tarihsel gelişimi [4]

Hızlı gelişmenin bir diğer itici motoru da 10 yıl süreli verilen teşviklerin 2020 yılında sona ermesidir. Tüm yatırımcılar yatırımlarını bu tarihe kadar bitirmek üzere planlarını yapmaktalar ve bu da JES kurulu güç kapasitesini hızla arttırmaktadır.

Şekil 4'te gözlenen son yıllardaki hızlı gelişim, Şekil 2'deki doğal kaynakların gelişimini temsil eden S eğrisine çok benzemektedir. Aynı benzerlik Şekil 3'te gösterilen Y. Zelanda'daki Taupo zonu gelişimine çok daha yakındır. Orada da daha önce yoğun bir şekilde araştırılmış yeni jeotermal sahalar birbiri ardından devreye alınarak 2000-2010 yılları arasında enerji üretimi 2'ye katlanmıştır. Bizde ise bu gelişim hızı olağanüstü olup, son 7 yılda 8 kat artmıştır. Bu durum sağlıklı bir gelişim görüntüsü vermektedir.



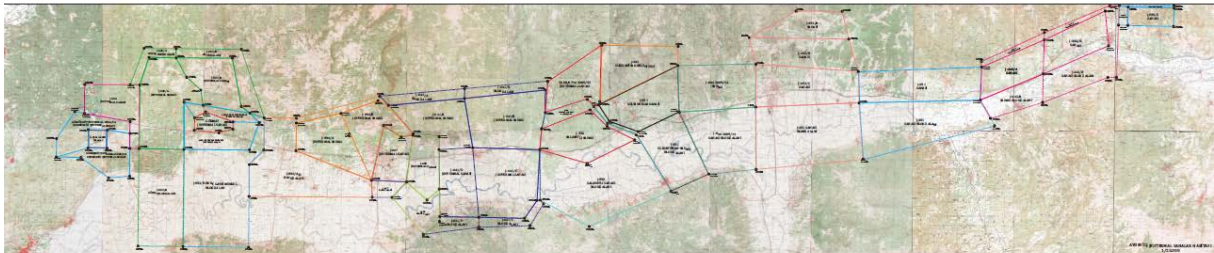
Şekil 4. Türkiye'de JES'lerin kurulu güç kapasitelerinin gelişimi (EPDK).

Hızlı gelişimin diğer bir nedeni, jeotermal kaynakların devlet eliyle ihale edilerek, çok yüksek bedellerle işletme imtiyazlarının yatırımcılara devredilmesidir. Jeotermal kaynak ruhsatlarına bu yüksek bedelleri ödeyen yatırımcılar bunları geri alabilmek için, işletme imtiyazlarındaki jeotermal kaynakların kapasitesini aşan büyük santraller kurmaya başlamışlardır. Bu durumda ihalelerde elde edilen yüksek meblağlar kaynakların sürdürülebilir varlığını tehdit eder hale gelmiştir. Bu durum Çizelge 2'de görülmektedir.

### 3. ÜLKEMİZDE JEOTERMAL KAYNAKLARININ SAĞLIKSIZ KULLANIMI

Şekil 4'ten de görüldüğü gibi, jeotermal enerji kaynaklarının geliştirilmesi açısından önemli bir köşe taşı olan Jeotermal Enerji Yasası 2007 yılında çıktıktan sonra devlet elindeki jeotermal kaynaklarına için ruhsatlar oluşturularak (Bkz. Şekil 5) birkaç ihale ile işletme imtiyazlarını devretmiştir.

Yasaya göre bu devirler için 2 yol izlenmiştir. Birincisi Şekil 5'te de görülen B. Menderes havzasında bulunan kaynakların konumlarının yaklaşık bilindiği ruhsatların ihale edilmesi, ikincisi de Gediz Graben'inde olduğu gibi, 3 alan dışında "Vahşi Batı" tarzı kaynakların kapanın elinde kaldığı gelişigüzel paylaşım.



Şekil 4. B. Menderes havzasında jeotermal kaynak ruhsatlarının dağılımı.





Sorun yanlış yazılmış jeotermal yasadaki kaynaklanmaktadır [5, 6, 7] 5886 sayılı jeotermal yasa kaynakları esas alacak bir düzenleme getirseydi, MTA da kendi yasasına uygun olarak, bulunduğu yeraltı kaynaklarında olduğu gibi, kaynağı tam değerlendirip fizibilite raporunu yaptıktan sonra ihaleye çıksaydı, bu durumlarla karşılaşılmazdı.

Jeotermal kaynak işletme imtiyazlarının haraç-mezat satılmasından devletin 500 milyon \$ gelir sağladığı, Enerji Bakanı tarafından ifade etmiştir. Ancak, sağlıklı bir jeotermal enerji yasası bulunmayan bir ülkenin kaynaklarının denetimsiz gelişmesi, gelecekte Türkiye'nin hakketmediği bir şekilde santraller çöplüğüne dönüşmesine ve jeotermal kaynaklarının sürdürülebilir işletilememesine sebep olabilir.

Bunun ilk belirtilerini çok sayıda santralin devreye girdiği son 3 yılın EPDK verilerinden görmek mümkündür. Çizelge 2'de gözlenen büyük sahalarda kapasite kullanım oranlarının %65-75 arasında değişirken diğer küçük sahalarda bunun %3'lere kadar düştüğüdür. Bu da kurulu güçlerin saha kapasitelerinin üzerinde olduğunu göstermektedir. Uzun dönemde bunun daha da düşmesi sürpriz olmayacaktır. Çünkü rezervuar basınçlarında önemli düşüşler şimdiden gözlenmektedir.

**Tablo 2** Yekdem Kayıtlı JES Tesislerine Ait Performans ve Kapasite Kullanım Oranları (EPDK).

Sıra No	Şirket Adı	Yatırım Tesis Adı	İşletmeye Giriş Tarihi	Lisans Kurulu Gücü (MWe)	2014			2015			2016		
					Yıllık Üretim Miktarı (kWh)	Anlık Üretim Gücü (MWe)	Kapasite Kullanım Oranı (%)	Yıllık Üretim Miktarı (kWh)	Anlık Üretim Gücü (MWe)	Kapasite Kullanım Oranı (%)	Yıllık Üretim Miktarı (kWh)	Anlık Üretim Gücü (MWe)	Kapasite Kullanım Oranı (%)
1	MENDERES GEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	DORA-2 JES	26.3.2010	9,50	86.037.109	9,82	%103,39	78.807.002	9,00	%94,70	68.333.664	7,80	%82,11
2	MENDERES GEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	DORA-3 JES	16.8.2013	34,00	220.915.780	25,22	%74,17	271.771.140	31,02	%91,25	270.913.469	30,93	%90,96
3	GÖRMAT ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	GERMENÇİK JES	2.4.2009	47,40	319.453.280	36,47	%76,94	320.499.700	36,59	%77,19	0	0,00	%0,00
4	ZORLU DOĞAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	KIZILDERE JES-2	30.8.2013	80,00	533.752.487	60,93	%76,16	528.832.289	60,37	%75,46	0	0,00	%0,00
5	TUZLA JEOTERMAL ENERJİ A.Ş.	Tuzla JES	13.1.2010	7,50	43.425.498	4,96	%66,10	48.298.037	5,51	%73,51	0	0,00	%0,00
6	MAREN MARAŞ ELK. ÜRT. SAN. VE TİC. A.Ş.	KEREM JES	16.10.2014	24,00	32.743.775	3,74	%15,57	149.784.379	17,10	%71,24	0	0,00	%0,00
7	TÖRKERLER JEOTERMAL ENERJİ ARAAMA ÜRETİM A.Ş.	ALAŞEHİR JES	25.9.2014	24,00	0,00	0,00	%0,00	138.992.380	15,87	%66,11	0	0,00	%0,00
8	MENDERES GEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	DORA-1 JES	10.5.2006	7,95	46.454.146	5,30	%66,70	45.496.823	5,19	%65,33	41.417.339	4,73	%59,47
9	MAREN MARAŞ ELK. ÜRT. SAN. VE TİC. A.Ş.	DENİZ JES	30.10.2012	24,00	139.593.630	15,94	%66,40	137.174.900	15,66	%65,25	0	0,00	%0,00
10	MAREN MARAŞ ELK. ÜRT. SAN. VE TİC. A.Ş.	SİNEM-İREM JES	11.11.2011	44,00	241.644.290	27,58	%62,69	244.379.310	27,90	%63,40	0	0,00	%0,00
11	GÖRMAT ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	EFELER JES	1.10.2014	162,30	44.518.240	5,08	%3,13	549.864.810	62,77	%38,68	0	0,00	%0,00
12	ÇELİKLER JEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	PAMUKÖREN JES	31.10.2013	67,53	198.270.560	22,63	%33,52	228.209.675	26,05	%38,58	0	0,00	%0,00
13	AKÇA ENERJİ ÜRETİM OTOPRODÜKTÖR GRUBU A.Ş.	Tosunlar 1 JES	12.6.2015	3,00	0,00	0,00	%0,00	9.317.084	1,06	%35,45	0	0,00	%0,00
14	KEN KİPAŞ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	KEN KİPAŞ JES	17.9.2015	24,00	0,00	0,00	%0,00	38.528.213	4,40	%18,33	0	0,00	%0,00
15	ZORLU JEOTERMAL ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	ZORLU ALAŞEHİR	12.9.2015	45,00	0,00	0,00	%0,00	61.737.420	7,05	%15,66	0	0,00	%0,00
16	ÇELİKLER PAMUKÖREN JEOTERMAL ELEKTRİK A.Ş.	PAMUKÖREN JES 3	20.5.2016	22,51	0,00	0,00	%0,00	23.643.030	2,70	%11,99	0	0,00	%0,00
17	ÇELİKLER PAMUKÖREN JEOTERMAL ELEKTRİK A.Ş.	PAMUKÖREN JES 2	29.10.2015	22,51	0,00	0,00	%0,00	20.067.760	2,29	%10,18	0	0,00	%0,00
18	GÜMÜŞKÖY JEOTERMAL ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	GÜMÜŞKÖY JES	15.9.2013	13,20	2.073.640	0,24	%1,79	11.092.855	1,27	%9,59	0	0,00	%0,00
19	BEREKET JEOTERMAL ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	Bereket JES	4.1.2008	6,85	7.186.555	0,82	%11,98	5.523.859	0,63	%9,21	0	0,00	%0,00
20	MTN ENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM SAN. TİC. A.Ş.	BABADERE JES	27.10.2015	8,00	0,00	0,00	%0,00	2.110.550	0,24	%3,01	0	0,00	%0,00
21	KARKEY KARADENİZ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	UMURLU JES	31.10.2015	12,00	0,00	0,00	%0,00	2.132.600	0,24	%2,03	0	0,00	%0,00
22	MENDERES GEOTERMAL ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	DORA-4 JES	30.6.2016	17,00	0,00	0,00	%0,00	0,00	0,00	%0,00	64.725.440	7,39	%43,46

#### 4. ÜLKEMİZDE JEOTERMAL ENERJİ VE ÇEVRE KONUSU

Ülkemizde jeotermal gelişimlerin çevreye 2 etkisi vardır: (1) yüzeye salınan sular, (2) atmosfere karbon dioksit salınımı. Bunların çözümü de biliniyor, Reenjeksiyon. Ülkemizde jeotermal sahalarda işletmeye alındıkça başlangıçta pek yoğun bir şekilde uygulanmayan atık su reenjeksiyonu, zaman geçip, rezervuarlarda basınç düşümleri başlayınca, kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, hala uygulamayan işletmeler bulunmaktadır. Gaz için yapılan herhangi bir atılım yoktur.

Reenjeksiyon konusunun geç gündeme girmesi devlet kontrolünün zayıf olmasından kaynaklanmaktadır. Sonuçta işletmecilerin çoğu bunu uygulamamanın kendi kendilerine zarar verdiğini anlamaya başlamışlardır.

Bu kontrolsüzlüğün ikinci bir boyutu da uluslararası finans kuruluşlarının yüzeye atık su bırakan ve atmosfere CO<sub>2</sub>'ten daha zararlı zehirli gazların salınımını yapan şirketlere ödül verip finansal olarak desteklemesidir. Bunu yaparken, başlangıçtan itibaren %100 reenjeksiyon uygulayan ve gazı da kullanım için satan, çevreye saygılı bir şirketi de kara listeye almışlardır. Ödül ve kara liste belirlemelerini gazete haberlerine bağlamışlardır. Bu kadar ciddiyetsizlik bu tür kurumlara yakışmıyor. Gaz salınımı konusu daha iyi incelenmesi gereken ve bu seminerde daha detaylı bilgilerle tartışılacaktır. Atmosfere gaz salınımı doğal bir olay olup, çevreye zararlı olduğunu iddia etmek tartışmalıdır. Bu konuda araştırmalar devam etmektedir. Öte yandan, gaz enjeksiyonunun rezervuarda basıncın korunmasına su enjeksiyonundan bile daha yararlı olduğu düşünülmektedir.

## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ülkemizde jeotermal enerji kaynaklarından elektrik üretimi kurulu gücünün (üretimi değil) son yıllarda hızla arttığı bir vakıdır. Şekil 2 ve Şekil 4'teki eğrileri karşılaştırsak, ülkemizde olgun bölgeye yaklaşıldığını görebiliriz. Buradan da bundan sonra elektrik üretiminin daha fazla çaba ve gayret (yatırım) gerektireceğini söylemek mümkündür.

Öte yandan, 820 MWe'lık kurulu gücün Gediz Graben'inde kurulu 100 MWe dışında kalanının neredeyse hepsi B. Menderes Graben'inde bulunmaktadır. Bu artık o graben'in üretim açısından doymuşluğa ulaştığı anlamına gelmektedir. Orada da geçirgenlik depolama (storivity) sorunları dolayısıyla, şimdi var olandan çok daha büyük ölçekli bir gelişim beklenmemelidir.

Bundan daha önemli olan saha işletmelerinin sürdürülebilirliğidir. Tüm sahalarda gözlenen rezervardaki basınç düşümleri sürdürülebilirlik konusunda endişe yaratmaktadır. Bir ruhsat alanı içinde oluşan rezervuar basınç düşümlerinin komşu ruhsatları da zincirleme olarak etkilemesi gözlenmektedir. Yatırımcılar, yatırımlarını bir an önce geri alabilmek kaygısıyla o kaynaklar için büyük santraller kurup, aşırı akışkan üretimi yapmaktadırlar. Dikkat çeken bir husus yeni kurulan santrallerin neredeyse hepsinin 25 MWe güce sahip olmasıdır. Jeotermal santraller terzi işidir ve bağlı oldukları jeotermal kaynağa göre tasarlanırlar. Bu yaklaşımın bir nedeni bir an önce yatırımı geri almak yanında, bu gücün altındaki santraller için ÇED raporunun gerekli olmamasıdır. Devlet bunun gibi ve yüksek tarife teşvikleriyle hızlı gelişimi teşvik etmiştir.

Sürdürülebilirlik konusunda ülkemiz jeotermal rezervuarlarının itici gücü olan rezervardaki akışkanda çözünmüş CO<sub>2</sub>'in yapılan CO<sub>2</sub>'siz atık su reenjeksiyonu dolayısıyla giderek azalmasıdır. Ülkemiz jeotermal rezervuarlarının akışkanlarındaki NCG içeriği yüksek olduğundan, NCG'nin kısmi basıncı rezervuar basıncının %60'ından fazlasını oluşturmaktadır. Aynı NCG kuyu içindeki akış sırasında gazla kaldırma etkisi yaparak pompa kullanımını gereksinimini ortadan kaldırmaktadır. Böylesine faydalı bir gazın miktarının azalması işletmecilik açısından olumsuzluk yaratmaktadır. Bu nedenle rezervuara CO<sub>2</sub> enjeksiyonu son derece önemlidir. Gaz miktarı rezervuarda azalır, sahalar pompalı üretime geçmek zorundadır. Bu da kuyuların bir kısmının PI'larının düşük olması, sıcaklıklarının görece yüksekliği (160-180°C), pompaların derin seviyelere indirilme zorunluluğu ve pompa ve işletme maliyetleri sorun yaratacaktır. Bu nedenle CO<sub>2</sub> enjeksiyonu fizible olabilir.

Yukarıda anlatılanların ışığı altında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Jeotermal santral kurulu gücünün çok hızlı artması sağlıklı görünmüyor.
- Bu gücü beslemek için yapılan aşırı akışkan üretimi jeotermal kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir.
- Bu tehlikelerin önüne geçmek için, jeotermal yasada yapılacak değişikliklerle, gelişimin kontrol altına alınması gerekiyor.
- Yatırımcılarımızın, pompayla üretime hazırlanması ve türbinde olduğu gibi yerli, yeraltı pompalarının teşvikle geliştirilip, üretilmesinin sağlanması.
- Atık su reenjeksiyonu yanında, CO<sub>2</sub> enjeksiyonunun da yapılmasının teşvik edilmesi.





## KAYNAKLAR

- [1] KORKMAZ, E.D, Serpen, U., Satman, A.,. Geothermal Boom in Turkey: Growth in identified capacities and potentials. *Renewable Energy*, 68, 314-325, 2014.
- [2] BERTANI, R.,. Geothermal Power Generation in the World 2011-2014 Update Report, Proc. WGC2015, 2015.
- [3] Mc CRAY, A.,. Petroleum Evaluations and Economic Decisions, Prentice Hall Inc. New Jersey, 1975.
- [4] WHITE, B.R. and Chambefort, I.,. Taupo Volcanic Zone Geothermal Systems, New Zealand Exploration, Science and Development, Geothermics, Volume 59, Part B, Pages 147-356, 2015.
- [5] ÖNGÜR, T. ve Serpen, U., Jeotermal Kaynaklar Yasası, Kendi Yarattığımız Karmaşayı Düzeltmek Bir Başarı mıdır? TMMOB jeoloji Müh. Odası Haber Bülteni, 2008/2-3 Nisan-Eylül, 2008.
- [6] ÖNGÜR, T. ve Serpen, U., Jeotermal Kaynaklar Yasasının Yarattığı Kargaşa. Tesisat Kongresi Jeotermal Enerji Seminer Kitapçığı, 6-9 Mayıs, İzmir, s. 335-344, 2009.
- [7] SERPEN, U. ve Öngür, T., Yeni Jeotermal Yasa Üzerine Görüşler, TMMOB Jeotermal Kongre ve Sergisi, Bildiri Özetleri Kitabı, 21-24 Kasım, MTA Ankara, 2007.

## ÖZGEÇMİŞ

### Umran SERPEN

1945 İzmir doğumludur. 1967 yılında İTÜ Petrol Müh. Böl.'den mezun olduktan sonra 1974 yılına kadar TPAO ve MTA'da petrol ve jeotermal sahalarında çalışmıştır. 1974 yılından 1987 yılına kadar Electroconsult adlı bir İtalyan mühendislik ve danışmanlık şirketinde El Salvador, Guatemala, Meksika, Nikaragua, Kosta Rika, Arjantin, Sili, Etiyopya, Kenya, Filipinler, Rusya ve İtalya gibi ülkelerin çeşitli jeotermal projelerin çeşitli aşamalarında danışmanlık yapmıştır. 1987-2010 yılları arasında İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl.'de Öğr. Gör. Doç. Dr. olarak çalışmış halen NTU Jeotermal Danışmanlık San. Tic. Ltd. Şti.'de çalışmaktadır.