

JEOTERMAL BÖLGESEL ISITMA SİSTEMLERİ; SARAYKÖY BÖLGESEL ISITMA SİSTEMİ

Halil ÇETİN
Habib GÜRBÜZ
Mustafa ACAR

ÖZET

Dünyamızın ve ülkemizin, birincil enerji kaynak rezervlerinin kısıtlı olması, yakıt fiyat artışları, nüfus artışı, endüstrileşme, 21. yüzyılın sosyo-ekonomik yapılanması ve mevcut fosil yakıtların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı yakın bir gelecekte bir enerji darboğazı ile karşılaşılacak olması yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması ve kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

Ülkemiz, belli ölçüde enerji üretiminin yanı sıra, özellikle bölgesel ısıtma için kullanılacak yenilenebilir bir enerji kaynağı olan Jeotermal enerji potansiyele bakımından dünyadaki en zengin ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin içinde bulunduğu ekonomik şartlar, jeotermal kaynakların en ekonomik biçimde yararlanabilmek ve bölgesel anlamda kullanımını daha yaygın hale getirebilmek için yapılan ve yapılacak çalışmaların önemini artırmaktadır.

Bu çalışmada Kızıldere jeotermal bölgesine bağlı olarak işletilen Denizli ili Sarayköy ilçesinde Jeotermal kaynaklı ısıtma yapmak üzere projelendirilmiş 5000 konutluk ısıtma sisteminin ısınma konforu ve enerji verimliliği açısından kontrolü yapılmıştır. Çalışmada ayrıca 5000 konutluk bölgesel ısıtmanın yapılacağı alanda kömür ve doğalgaz kullanımı durumunda ortaya çıkabilecek tahmini maliyet hesapları ve hava kirliliği miktarı jeotermal ısıtma sistemi kullanımı durumundaki değerler ile karşılaştırılarak, bu yakıtların ekolojik dengeye etkileri ortaya konmuştur.

1.GİRİŞ

Günümüzde, enerji tüketimi gelişmişliğin ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alan ülkemizdeki yaşam biçimi her geçen gün artan enerji tüketimi yönünde gelişme göstermektedir.

Tüm dünyada hızlı bir artış gösteren enerji gereksiniminin büyük bir kısmı, bir süre daha fosil yakıtlar ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Enerji maliyetlerindeki artışların yanında, dünya petrol rezervlerini 2050 yılında, doğal gaz rezervlerinin 2070 yılında ve kömür rezervlerinin 2150 yılında tükeneceği bilim adamları tarafından tahmin edilmektedir. Bilim adamlarının bu tahminleri ile hem enerjinin yoğun tüketicisi olan sanayide hem de diğer hizmet alanlarında enerji arzına ve tüketimine ait kısa, orta ve uzun dönemli planlamaların yapılması zorunlu görülmektedir. Ülkemiz, enerji ihtiyacının büyük kısmını petrol ve doğalgaz olarak ithal olarak sağlamakta bu durum ise dışa bağımlılığı söz konusu etmektedir. Dünyadaki politik gelişmelere bağlı olarak enerji fiyatlarının sürekli artması, fosil yakıtların belli bir süre sonra bitecek ve üretiminin oldukça pahalı olması, alternatif enerji kaynaklarının tespit edilerek bu kaynaklardan yüksek verimle faydalanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Düşük (20 - 70°C), orta (70 - 150°C) ve yüksek (150°C'den yüksek) entalpili (sıcaklığı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır.

Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtıcılıkta yararlanılmaktadır. Bunların yanı sıra jeotermal akışkanlardan, kimyasal madde üretimi, kültür balıkçılığı gibi çok değişik amaçlarla da yararlanabilmektedir [1].

Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu (atık jeotermal suların re-enjeksiyonu ile) yerli ve yeşil bir enerji türüdür.

Türkiye Alp-Himalaya tektonik kuşağının Akdeniz sektöründe yer almaktadır. Ülkemiz dünyanın en zengin jeotermal enerji potansiyeline sahip ilk yedi ülke arasında yer almakla birlikte bu enerjinin kullanılması sıralamasında onaltıncı sırada yer almaktadır. Ülke olarak mevcut jeotermal kaynaklarımızın yaklaşık olarak % 2'si değerlendirilmektedir [2,3].

Ülkemizde, en az 10 jeotermal sahanın elektrik üretimine ve bölgesel ısıtmaya elverişli olmasına rağmen ülkemiz jeotermal kaynakların kullanımı açısından ancak dünya sıralamasında 16. sırada yer almaktadır. Tablo 1'de ülkemizde mevcut bazı jeotermal üretim sahaları ve sıcaklıkları verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de mevcut bazı jeotermal üretim sahaları ve sıcaklıkları [5,6].

Jeotermal saha	Jeotermal sıcaklık (°C)	Jeotermal saha	Jeotermal sıcaklık (°C)
Denizli-Kızıldere	242	Afyon	95-106
Aydın-Germencik	232	Ankara-Kızılcahamam	80-106
Çanakkale-Tuzla	174	Manisa-Salihli	94
Aydın-Salavatlı	171	Nevşehir-Kozaklı	90
Kütahya-Simav	162	Balıkesir-Gönen	80
İzmir-Seferihisar	153	Ağrı-Diyadin	78
İzmir-Narlıdere	137	Afyon-Sandıklı	70
İzmir-Balçova	126	Kırşehir	57

Batı Anadolu'da varlığı bilinen ve yaygın olarak görülen jeotermal enerjinin elektrik üretim potansiyeli düşüktür. Kızıldere jeotermal sahasında 20,4 MWe Kurulu güçteki santralde yaklaşık 10 MW elektrik üretimi yapılmaktadır. Aydın - Salavatlı' da özel bir girişimci tarafından işletilen ve kurulu gücü brüt 8,5 MWe olan santral 2006 yılı ilk yarısında elektrik üretimine başlamıştır. Jeotermal enerji, yerleşim alanlarının ısıtılmasında, yaklaşık 60 bin konut değerinde, seracılıkta ve sağlık turizmde kullanılmaktadır. Doğrudan kullanımda kurulu güç kapasitesi olarak, merkezi ısıtma için 635 MWt, seracılık için 190 MWt, termal turizm için 400 MWt ve toplam olarak 1225 MWt' lik bir Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kaynaklarında ifade edilmektedir. Ortalama işletme kapasitesi ise 600 MWt civarındadır. ETKB verilerine göre, 13 yerleşim biriminde konut ısıtıcılığı 810 dekar alanda, sera ısıtıcılığı 215 adet, kaplıca turizmi için ise 2 milyon ton petrole eşdeğer jeotermal enerjinin kullanıldığı açıklanmaktadır. Enerji Bakanlığı, 2010 yılında, toplam jeotermal kullanım kapasitesinin 7500 MWa, seracılıkta sahanın 2000 dekara, termal turizmdeki kaplıca sayısının 400'e, jeotermal enerji ile ısıtılan konut sayısının 200.000 'e çıkarılması hedeflenmektedir [4].

Ülkemizin toplam tahmini jeotermal enerji potansiyeli 31.500 MWt (Şu anda 827 MWt) dir. Bunun karşılığı;

5.000.000	Konutun ısıtılması.
2.000 MWe	elektrik enerjisi.
150.000	dönüm sera ısıtılması.
1.000.000	yatak kapasiteli kaplıca.
30 Milyar m ³ /yıl	doğalgaza eşdeğerdir.

Bir jeotermal bölgesel ısıtma sistemi, kuyular, jeotermal akışkanının taşındığı boru hatları, ana ısı değiştirici abone ısı değiştiricileri, şehir içi şebeke ve re-enjeksiyon sisteminden oluşmaktadır.

Jeotermal bölgesel (konfor) ısıtması sağlık açısından önemli bir hizmettir. Jeotermal enerji kullanılmak suretiyle gerçekleştirilen bölgesel ısıtma sistemlerinden beklenen işletme hedefi, kullanıcılara ihtiyaç duyduğu ısı enerjisini temin ederken, konforlu ve ekonomik ısınma sağlanmasının yanı sıra, sistemi de minimum elektrik tüketimi ile çalıştırabilmektedir. Jeotermal akışkanın taşınması sırasında, km 'de 0,1 ile 0,3 °C arasında değişen sıcaklık düşmesi olabilmektedir. Sıcak akışkan, teknik alt yapı ve ekonomik durum elverişli olduğu takdirde 150 – 200 km' ye kadar taşınabilmektedir [7]. Tablo 2 de Türkiye'de jeotermal enerji ile ısıtılacak potansiyel yerleşim birimleri ve yaklaşık olarak ısıtma potansiyeli verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'de Jeotermal Enerji ile Isıtılacak Potansiyel Yerleşim Birimleri [8].

İzmir	220.000 Konut
Denizli ve civarı	100.000 Konut
Aydın ve civarı	90.000 Konut
Bursa ve civarı	75.000 Konut
Balıkesir ve civarı	65.000 Konut
Afyon ve civarı	65.000 Konut
Manisa +Turgutlu	50.000 Konut
Kütahya ve civarı	35.000 Konut
Çanakkale ve civarı	35.000 Konut
Sakarya – Akyazı - Kuzuluk	30.000 Konut
Salihli	30.000 Konut
Bolu ve civarı	28.000 Konut
Yozgat ve civarı	25.000 Konut
Nazilli	25.000 Konut
Erzurum	25.000 Konut
Şanlıurfa + Sivas	20.000 Konut
Kırşehir	20.000 Konut
Dikili – Bergama (İzmir)	15.000 Konut
Alaşehir (Manisa)	10.000 Konut
Aliağa (İzmir)	10.000 Konut
Diğer yerleşim birimleri toplamı	27.000 Konut
Ara Toplam (konut ısıtması) konut	1 milyon
Termal Tesis ve Sera Isıtması konut eşdeğeri*	250000
Genel Toplam eşdeğeri (10000 mwt)	1.250.000 konut**
Fuel-oil (kalorifer yakıtı) tasarrufu (2,7 milyar ABD\$/yıl)	2.800.000 ton/yıl

Bölgesel ısıtmada dengeli bir dağıtımın yapılması gerekir. Bunun sağlanabilmesi için ise, enerjinin üretimden dağıtımına kadar kullanılan bütün ekipmanların (örneğin pompaların, eşanjörlerin, kolon vanalarının vb.) değişen ısı yüklerine göre en verimli şekilde çalıştırılması gerekmektedir. Yüzlerce konutun bağlı olduğu bölgesel bir ısıtma sistemi göz önüne alındığında, sistemin optimum şekilde çalıştırılması, belli bir işletme stratejisi ve yönetim anlayışı uygulanmadan mümkün olamayacaktır bu nedenle sistemin optimum verimle çalıştırılması gerekmektedir. Jeotermal enerji, fosil yakıtların tüketimiyle ilgili olarak ortaya çıkan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının atmosfere atılmasından doğan çevre sorunlarının önlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Jeotermal enerjiye dayalı modern elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x atımı çok düşük düzeydedir. Merkezi ısıtma sistemlerinde ise, söz konusu gazların deşarj miktarları sıfır değerine indirilmiştir.

A.B.D. Enerji Bakanlığı 2006 yılı verilerine göre sera etkisi yaratan CO₂ emisyonu bakımından [8];

Kömürde;	900 - 1300	g/kWh
Doğalgazda;	500 - 1250	g/kWh
Güneş enerjisi;	20 - 250	g/kWh
Rüzgar enerjisi;	20 - 50	g/kWh
Jeotermal;	20 - 35	g/kWh

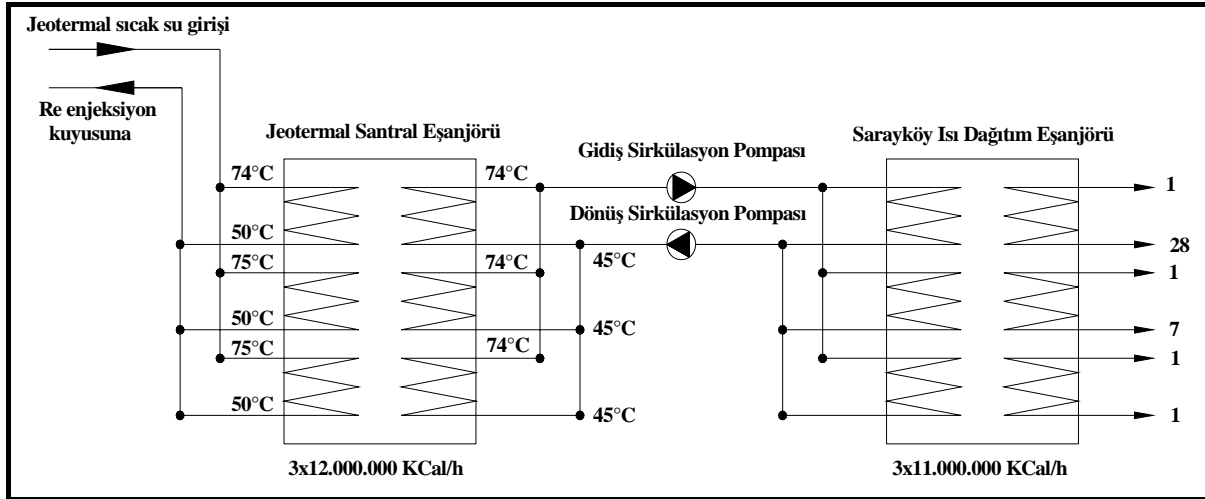
ABD ve Avrupa'da birçok yerleşim bölgesinde fuel-oil veya kömüre dayalı merkezi şehir ısıtma sistemleri bulunmaktadır. Bunlar hava kirliliğini önleyen ve buna ilaveten yakıt ekonomisi sağlayan alt yapı tesisleridir. Bu merkezi ısıtma sistemlerinin ucuz ısı kaynağı olan jeotermal enerjiye dayalı hale getirilmesi durumunda, çevre ve ülke ekonomisi açısından çok daha ileri düzeyde olumlu sonuçlar almak mümkün olabilecektir.

2. SARAYKÖY BÖLGESEL ISITMA SİSTEMİ

İlk çağlardan yakın geçmişe kadar sadece sağlık amacıyla kullanılan jeotermal enerjiden günümüze ya doğrudan ısıtma ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılmaktadır. Türkiye de elektrik üretimine uygun ilk jeotermal alan 1968'de Kızıldere - Denizli sahasında keşfedilmiştir. Bu saha önemli jeotermal enerji potansiyeline sahip olup, Batı Anadolu da ki Büyük Menderes grabeninin doğu kısmında yer almaktadır. Bu alandaki çalışmalar M.T.A. - U.N.D.P. işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Jeoloji, hidrojeoloji, jeofizik, jeokimya etütleri ile 108 sıg gradyan sondajları tamamlanmıştır. Bunlardan sonra ilk derin sondaj (KD- 1) ile elektrik üretimine elverişli yüksek sıcaklıktaki jeotermal akışkan elde edilmiştir. Alanda toplam 13380 metreyi bulan 20 derin kuyu açılarak, iki rezervuar belirlenmiştir. Pliyosen yaşlı kireç taşlarını oluşturduğu birinci rezervuar sıcaklığı 198 °C' dir. Jeotermal akışkanın ortalama buhar oranı %10 dur.

1984 yılından itibaren, Kızıldere Jeotermal Sahasında elektrik üretimi yapılmaktadır. Santralde kullanılan jeotermal akışkanın büyük bölümü Menderes Nehrine gönderilmektedir. Yüksek sıcaklıktaki bu akışkanın enerjisinden yararlanmak amacıyla, santrale 8 km uzaklıkta bulunan Sarayköy'ün bölgesel ısıtmasında kullanılması amaçlanmış ve bununla ilgili projeler hazırlanmıştır. Santralde enerji üretimi için kullanılan akışkan, seperatörden 145 °C sıcaklıkta alınarak menderes nehrine deşarj edilmektedir. Bu jeotermal kaynağın kullanılması amacıyla hazırlanan Denizli - Sarayköy bölgesel ısıtma projesinde kullanılan jeotermal akışkanın toplam debisi 200 ton/h dır. Toprak altına döşenmiş 400 mm çapında izoleli borularla üç ana ısı değıştiriciye getirilen jeotermal akışkan, bu ısı değıştiricilerinde enerjisini, abone ısı değıştiricileri ile ana ısı değıştiricisi arasında kapalı devre çalışan ikinci akışkana (su) transfer etmektedir. İkinci devredeki ana eşanjörlerde ısınan kapalı devredeki su, abonelere ait ısı değıştiricilerinde enerjisini abonelerin ısıtma sisteminde kalorifer akışkanı olarak çalışan üçüncü akışkana vermektedir. Üç ana ısı değıştiricinin ısı kapasitesi, 11 000 000 kcal/h' tir.

Bu üç ısı değıştirici üç bölgede ve 45 adada bulunan abonelerine enerji taşıyan ikinci akışkana enerji transferi yapmaktadır. Ana ısı değıştiriciden çıkan jeotermal akışkanın yüzey deşarjı yapılmaktadır. Projenin geliştirilmesiyle, deşarj edilen 700 ton/h debideki jeotermal akışkanın, 6,85 MW brüt gücündeki enerji üretiminin yanı sıra, 2010 yılına kadar, toplam kapasitesi 36 000 000 kcal/h olan bölge ısıtma sisteminde kullanılması hedeflenmektedir. Şekil 1'de Sarayköy bölgesel ısıtma sisteminin şeması verilmiştir.



Şekil 1. Sarayköy Jeotermal Bölgesel Isıtma sisteminin şeması.

3. KÖMÜR, DOĞAL GAZ, JEOTERMAL ENERJİ VE HAVA KİRLİLİĞİ

Sistemde, kömür ve doğal gaz kullanımı sonucu oluşabilecek olan hava kirliliği ile sistemin ısı yüküne bağlı olarak ihtiyaç duyulacak yakıt miktarları bu bölümde verilmiştir.

Hava kirliliğine neden olan başlıca kirleticiler; karbondioksit (CO_2), karbon-monoksit (CO), azot-dioksit (N_2), kükürt-dioksit (SO_2), metan gazı (CH_4), hidroflorakarbon (HFC), perflorakarbon (PFC), kükürthekzaflorid (SF_6) ve SiO_2 , CaO v.b. partikül maddelerdir. Sera gazı olarak bilinen CO_2 , SF_6 , PFC, HFC, CH_4 , NO_2 gibi gazlar iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Kömür genel olarak nem, kül, karbon, hidrojen, oksijen, azot, kükürt bileşenlerinden meydana gelmektedir. Tablo 2’de ithal kömüre ait (%) elementel analiz değerleri, Tablo 3’te ise ithal kömürün 1 kg’nın yakılması sonucu oluşan baca gazı miktarları görülmektedir.

Tablo 3. İthal kömürün (%) elementel analiz değerleri

Kömür	C	H	N	S	O	Kül	Nem	Üst Isıl Değer (Wh/kg)
İthal	60,69	4,98	1,45	0,32	18,09	7,37	7,10	7514

Tablo 4. Yanma sonucu oluşan baca gazı miktarları(*)

	İthal Kömür
v_h (Nm^3/kg)	12,261
CO_2 (Nm^3/kg)	1,133
SO_2 (Nm^3/kg)	0,002
H_2O (Nm^3/kg)	0,150
N_2 (Nm^3/kg)	9,698
O_2 (Nm^3/kg)	1,287

(*) Kömürün elle yüklemeli ızgaralı yakma sisteminde n:2,0 ve (α :0) tam yanma durumunda yakıldığı öngörülmüştür.

Doğal gaz, kül ve cüruf bırakmadan yanan, yanma sonucu daha az CO_2 ve SO_2 çıkaran bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz esas olarak parafin, karbon, hidrojen karışımından meydana gelir ve yüzdeleri de doğal gazın kaynağına göre değişir. Tablo 4’te doğal gaza ait hacimce bileşenleri ve Tablo 5’te doğal gazın yakılması ile oluşan baca gazı emisyonları verilmiştir.

Tablo 5. Doğal gaz (Hacimce % olarak) bileşenleri [9]

	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C _n H _m	N ₂	CO ₂	CO	O ₂	H ₂	Üst Isıl Değer (Wh / m ³)
Doğal Gaz-L	81,8	2,8	0,4	0,2	-----	14	0,8	-----	-----	-----	9770
Doğal Gaz-H	93	3	1,3	0,6	-----	1,1	1	-----	-----	-----	11480

Tablo 6. H ve L tipi Doğal gazın yakılmasıyla oluşan baca gazı bileşen miktarları (**)

	Doğal gaz-L	Doğal gaz-H
v_h (Nm ³ / Nm ³)	9,256	10,837
CO ₂ (Nm ³ / Nm ³)	1,775	2,079
H ₂ O (Nm ³ / Nm ³)	1,767	2,069
O ₂ (Nm ³ / Nm ³)	0,177	0,207
N ₂ (Nm ³ / Nm ³)	7,452	8,572

(**) Bu tablonun oluşturulmasında doğal gazın, püskürtmeli brülörlü doğal gaz kazanında, tam yanma ve n:1,1 koşullarında yakıldığı göz önünde bulundurulmuştur.

Sarayköy ilçesi üzerinde yapılan çalışmalarda; ortalama 100 m² ısıtma alanı için yaklaşık olarak 6000 -6720 kcal/h değerleri arasında değişen ısı ihtiyacı tespit edilmiştir. Sarayköy ilçesinde 5000 konutluk jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin toplam ısı ihtiyacı $Q=5,52.10^{10}$ Wh olarak tespit edilmiştir. Isıtma sezonunda dış ortam sıcaklığı sıfırın altına düştüğü için baca gazı içerisindeki su buharı yoğunlaşmış haldedir, bu nedenle hesaplamalarda yakıtların üst ısıl değerleri alınmıştır. Sistemin toplam ısı ihtiyacının; % 78,5 verimli katı yakıt kazanında ve % 92,4 yanma verimi ile yakıldığı kabul edilerek ithal kömürle sağlanması halinde gerekli olan kömür miktarı aşağıda verilmiştir.

$$GKM_{ithal} = \frac{Q}{\eta_k \cdot \eta_y \cdot Ho} = \frac{5,52.10^{10}}{0,785.0,924.7514} = 10,14.10^6 \text{ kg} \quad (1)$$

Bu ihtiyacın % 95 verimli doğal gaz kazanında % 98 verimle yakılarak sağlanması halinde gerekli olan doğal gaz miktarı ise;

$$GDM_{Ltipi} = \frac{Q}{\eta_k \cdot \eta_y \cdot Ho} = \frac{5,52.10^{10}}{0,95.0,98.9970} = 5,95.10^6 \text{ m}^3 \quad (2)$$

$$GDM_{Htipi} = \frac{Q}{\eta_k \cdot \eta_y \cdot Ho} = \frac{5,52.10^{10}}{0,95.0,98.11480} = 5,17.10^6 \text{ m}^3 \quad (3)$$

Gerekli olan ısı ihtiyacının karşılanması için hesaplanan yakıt miktarlarının kullanılması durumunda oluşacak toplam kirlenici madde miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 7. Sistem için gerekli olan ısı ihtiyacının karşılanması durumunda oluşabilecek toplam kirlenici madde miktarları

Baca gazı bileşenleri (Nm ³)	İthal kömür	Doğal gaz - L	Doğal gaz - H	Isınma amaçlı Jeotermal enerji
CO ₂	11,48.10 ⁶	10,56.10 ⁶	10,74.10 ⁶	-----
SO ₂	2,02.10 ⁴	-----	-----	-----

Daha önce de bahsedildiği üzere merkezi ısıtma sistemlerinde söz konusu gazların deşarj miktarları sıfır değerine indirilmiştir.

4. SİSTEMİN MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin komple yatırımı kuyular, bina altı ekipman ve eşanjörleri ve bina içi bağlantıları dahil 100 m²lik konut başına 1000 \$ ile 2000 \$ arasındadır. Kullanımda ise doğalgaza göre % 50 daha ucuzdur. Rusya'dan gazın getirilmesi, şehirde gazın dağıtılması, vatandaşın onu alması ve evindeki tesisatı doğalgaza göre dönüşüm yapmasının global toplam yatırım tutarı milli ekonomi açısından konut başına 1500 - 2500 \$ civarında olmaktadır. Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi yatırımları ticari yatırım olarak değerlendirildiğinde, kendilerini 5 ile 8 yıl içerisinde reel olarak geri ödemektedirler. Vatandaş, jeotermale dönüşüm için vermiş olduğu katkı payını, diğer alternatif yakıtlarla (kömür, fuel-oil, motorin, doğalgaz) ısınmaya kıyasla 1 - 3 yılda geri kazanmaktadır [8].

Isınma maliyetleri; 100 m² lik bir dairenin ısıtılması için ithal kömür, doğal gaz ve jeotermal enerji kullanılması halinde aşağıda görülmektedir.

İthal kömür	55,77(*)	YTL/Ay	
Doğal gaz	51,91(**)	YTL/Ay	
Jeotermal	47,00(***)	YTL/Ay	olarak tespit edilmiştir.

(*) İthal kömür Denizli satış fiyatı 330,00 YTL/ton –(nakliye hariç).

(**) Doğal gaz maliyeti hesaplanırken EGO fiyatları esas alınmıştır.

(***) 2005 - 2006 kış sezonu Sarayköy Bölgesel ısıtma sistemi ısınma bedeli.

SONUÇ

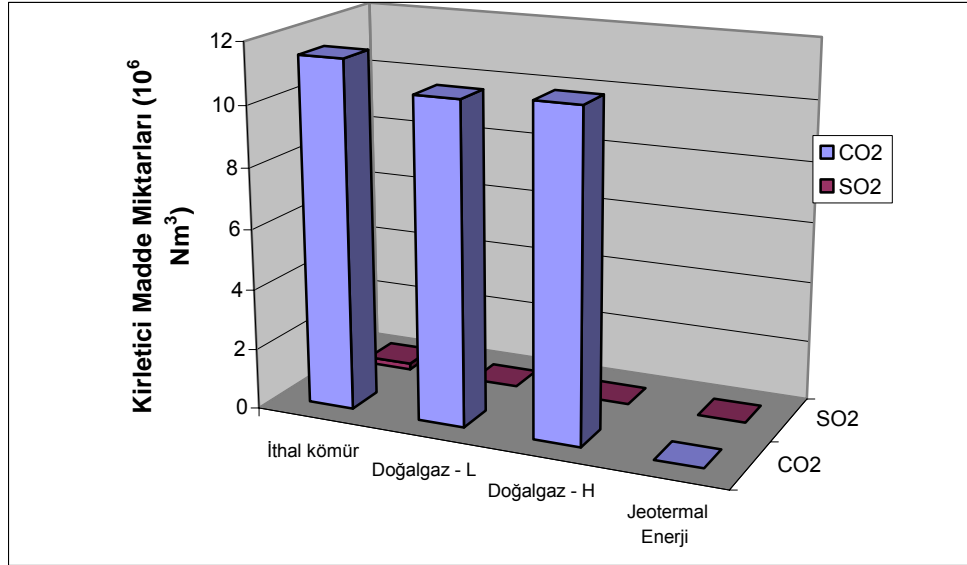
Bu çalışma ile Denizli ili Sarayköy ilçesi için hava kalitesinin istenilen seviyelere getirilmesinde Jeotermal Enerji kullanımının etkisi açıkça gösterilmiştir. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu (atık jeotermal suların re-enjeksiyonu ile) yerli ve yeşil bir enerji türüdür.

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan ve genç tektonik etkinlikler sonucu gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyon ve sıcaklıkları yer yer 102 °C ye ulaşan 900'ün üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı, Türkiye'nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu enerjinin kullanılması sıralamasında onaltıncı sırada yer almaktadır. Ülke olarak mevcut jeotermal kaynaklarımızın yaklaşık olarak % 2' si değerlendirilmektedir.

Böylesi pek çok üstün nitelikleri sahip ülkemizde, jeotermal kaynakların kullanım yeri sayının çoğaltılması, bu suretle dünyadaki jeotermal kaynak pastasından yeterince faydalanmanın artırılması, bu sayede bu tür kaynakların bulunduğu yörelerimizin ve ülkemizin ekonomisine önemli katma değerler sağlanması amaçlanmalıdır. Bu durumun değiştirilmesi için özellikle jeotermal potansiyelin bulunduğu bölgelerde başta MTA, yerel yönetimler, üniversiteler, DSİ, ilgili diğer kurumların ve özel sektör temsilcilerinin ortaklaşa ve koordineli olarak çalışmaları hızla yürütmeleri kanaatimizce zorunludur. Jeotermal yatırım ve işletmeler için Avrupa Birliğinin verdiği teşvikler Türkiye'de de uygulanmalıdır:

Jeotermal enerji kullanımı sayesinde yerli enerji üretimi artmakta ve enerji ihtiyacı kapatılabilmektedir Türkiye'de, jeotermal ısıtma sayesinde doğrudan ve dolaylı elektrik enerjisi ve ısı enerjisi tasarrufu sağlanmaktadır. Özellikle büyük enerji tüketimi ve az sayıda santral bulunan Batı Anadolu'da jeotermal ısıtma yapılarak, ısıtma için elektriğe olan talep azalacaktır. Türkiye'de hedeflenen 1 Milyon konutun jeotermal ile ısıtılmasında, 8000 MWt kurulu güç olarak karşılaştırıldığında, 1400 MWe'lık bir Nükleer Santralin beş katı, yıllık ısı enerjisi ikamesi olarak karşılaştırıldığında üç katı olmaktadır. Bir başka yaklaşımla, 2 tane Mavi Akım Projesine eşdeğer enerjidir.

5000 konutluk Sarayköy bölgesel ısıtma sistemi üzerine yapılan bu çalışma ile hava kirliliğine neden olan başlıca kirleticilerin (CO_2 , NO_x , SO_x v.b.) ortadan kaldırılarak ve fosil yakıtlarının tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmurları gibi çevre sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşıdığı ortaya konmuştur. Şekil 2' de grafiksel olarak CO_2 ve SO_2 salınım miktarları görülmektedir.



Şekil 2. Kömür, Doğal gaz ve Jeotermal enerji kullanılması halinde oluşacak olası kirlenici madde miktarları

Şekil 2' de en düşük kirlenici madde miktarların jeotermal enerji kullanımıyla elde edilebileceği görülmektedir. Ayrıca sistem yatırım maliyetleri incelendiğinde Jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin komple yatırımı 100 m²'lik konut başına 1000 \$ ile 2000 \$ arasında olduğu tespit edilmiştir. Isınma bedelleri incelendiğinde 47 YTL/Ay'lık ücretle jeotermal enerji en ekonomik sistem olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] ANONİM, Vikipedi, Özgür Ansiklopedi Web Sayfası, 2006.
- [2] DAGDAS, A.: The Improvement of Optimal Usage Model for Geothermal Energy Resources and the Local Application, *PhD Thesis*, Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey, (2004).
- [3] HEPBASLI A., CANAKCI C., Geothermal district heating applications in Turkey: a case study of Izmir-Balcova Energy Conversion and Management 44 (2003) 1285-1301
- [4] ANONİM, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Web sayfası, 2006
- [5] AKILLI, H., ERSÖZ, M.E. The application and the progress of geothermal energy in Turkey, 11 (67-78), 2002.
- [6] GÖKÇEN, G. ve ark. Year - end geothermal development status of Turkey, International Geothermal Conference, Reykjavik, Sept. 2003.
- [7] ANONİM, Dokuz Eylül Üniv. Jeotermal Araştırma ve Uygulama Merkezi (Jenarum) Web sayfası
- [8] ANONİM, Türkiye Jeotermal Derneği Web Sitesi, 2007
- [9] DAĞSÖZ, A.K., Doğal Gaz Tanımı, Cihazları, Devreleri, Hesabı, Demirdöküm Teknik Yayınları, yayın No: 3, 2. baskı, 1999

ÖZGEÇMİŞLER

Mustafa ACAR

1953 yılı Diyarbakır doğumludur. 1975 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1977 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesinde Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 1983 yılında Uludağ Üniversitesi, Balıkesir Mühendislik Fakültesinde Doktora çalışmasını tamamlamıştır. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Enerji Anabilim dalı, Yenilenebilir Enerji Bilim Dalında, Prof. Dr. unvanı ile öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Halil ÇETİN

1980 yılı İzmir doğumludur. 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2006 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansını tamamlayarak yine aynı yıl içerisinde Doktora eğitimine başlamıştır. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Habib GÜRBÜZ

1979 yılı Kayseri doğumludur. 2002 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünden mezun olmuştur. 2002 yılında Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesinde Arş. Gör. olarak göreve başlamıştır. 2005 yılında Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 2006 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora eğitimine başlamıştır. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.