

DENİZLİ'DE HAVA KİRLİLİĞİNE ÇÖZÜM ARAYIŞLARI: GÖLEMEZLİ JEOTERMAL KAYNAĞININ KENT ISITMASINDA KULLANIMI

Sibel Ç. ÇİZMECİOĞLU^{1(*)}, Aysen MÜEZZİNOĞLU²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova/İzmir

² Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca/İzmir

ÖZET

Denizli hava kirliliği bakımından Türkiye'deki en kirli iller arasında bulunmaktadır. Sanayi tesislerinin faaliyetleri, taşıt sayısındaki artış ve evsel ısınma amacıyla hava kirletici özelliği yüksek olan yakıtların kullanılması gibi etkenler, yaşanan hava kirliliğini ciddi boyutlara ulaştırmaktadır. Hava kirliliğini azaltabilmek amacıyla alternatif enerji arayışlarına girilmiş ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan jeotermal enerji yönünden çok zengin olan Denizli'de bu alanda çalışmalar başlatılmıştır. Denizli Belediyesi tarafından gerçekleştirilen Denizli Jeotermal Enerji İle Merkezi Isıtma Sistemi Projesi kapsamında ilk etapta 3500 konut olmak üzere toplam 30000 konutun ısıtılması, kullanım amaçlı sıcak su sağlanması ve seracılık yapılması hedeflenmiştir. Sanayide sıcak su ve buhar başta olmak üzere ısı kullanımlar projede öngörülmediğinden dolayı bu çalışmada sanayi yakıtlarının değiştirilmesi dikkate alınmamıştır.

Bu çalışmada; son yıllarda Denizli'de yapılan dış hava kalitesi ölçüm verileri ışığında hava kirliliğinin değişimi değerlendirilmiş, bina ısıtmasında kullanılan kömür ve fuel oilin neden olduğu emisyonlar öncelikle değerlendirilmiştir. Daha sonra Gölemezli jeotermal kaynağından ısıtmaya geçilmesi halinde oluşacak emisyonlar iki ayrı senaryo için hesaplanmış ve ayrıca jeotermal enerjinin evsel ısınmada verimli şekilde kullanılması sonucunda Denizli'nin hava kalitesinde beklenebilecek düzelme oranı tahmin edilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Jeotermal enerji, hava kirliliği.

ABSTRACT

Denizli takes place among the most polluted cities of Turkey for air pollution. The factors such as industrial facilities, increased number of vehicles and use of fuels with high polluting potential caused the air pollution in the city. Alternative energy sources were investigated to decrease this pollution. Among this studies use of geothermal sources for space heating is an important alternative. The scope of the Project of Denizli Central Heating System by means of geothermal heat covers an ultimate figure of 30000 houses. At the first stage 3500 houses will be covered and along with space heating, domestic warm water will be provided. Also use of hot water in greenhouses will be carried out. Replacement of industrial fuels was not included in this study at this stage.

* sibelcukurlu@hotmail.com

In this study, the state of air pollution in Denizli in recent years were studied first by using the ambient air quality measurement data. Emissions which cause this pollution is created by the use of lignite and fuel oil. Then the reduction in emissions which will be obtained when the heating is through the Golemezli geothermal source were calculated for two different scenarios. Then, the degree of improvement in air quality in Denizli to be expected because of the use of geothermal energy were estimated.

KEYWORDS: Geothermal energy, air pollution in Denizli.

GİRİŞ

Yeni ve temiz enerji kaynakları içerisinde, yenilenebilir ve sürdürülebilir olması nedeniyle önem taşıyan jeotermal enerji, yer kabuğunun işletilebilir derinliklerinde olağan dışı birikmiş olan ısının meydana getirdiği bir enerji türüdür. Bu ısı yeryüzüne çatlaklardan doğrudan doğruya sıcak su ya da buhar şeklinde ulaştığı gibi, mühendislik uygulamalarıyla sıcak su, sıcak su-buhar karışımı veya buhar şeklinde de çıkarılabilmektedir. Jeotermal enerji elektrik üretiminde kullanılabilirdiği gibi merkezi sistemle ısıtma, binalarda sıcak su kullanımı, seraların ısıtılması gibi birkaç örneği verilen pek çok alanda da yararlı olmaktadır.

Yapılan çalışmalar, jeotermal kaynaklara dayalı olarak Türkiye’de 4500 MW kurulu gücünde santral ve 31100 termal MW’lık ısı güç imkanı olduğunu göstermektedir. Denizli jeotermal enerji bakımından Türkiye’deki en zengin iller arasında sayılmaktadır. Bu enerjiden yararlanmak üzere 1962 yılından bugüne dek Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından sistematik araştırmalar yapılmaktadır. Denizli Kızıldere sahasında bulunan jeotermal kaynaktan yararlanılarak dönemin TEK Genel Müdürlüğü’nce bir santral kurulmuştur. Bu santralde net 15 MW ısı kapasite mevcuttur (TÇV, 1994).

Denizli, Türkiye genelinde hava kirliliği sorununun en fazla yaşandığı şehirlerdendir. Son yıllarda ekonomik sıkıntılardan dolayı fuel oilin kullanıldığı ısıtma sistemlerinin terkedilerek kömür ile çalışan sistemlere geçilmesi de Denizli’de özellikle kış döneminde yaşanan hava kirliliği sorununu arttırmıştır. Denizli’de Sağlık İl Müdürlüğü tarafından üç istasyonda 1995-2003 yılları arasında dış havada yapılmış olan kükürt dioksit ve askıda parçacık madde ölçümleri, yıllık ortalama ve kış dönemi ortalaması şeklinde değerlendirilmiş ve Tablo 1 ve 2’de gösterilmiştir. Bu ölçümler kükürt dioksit için Thorin asidimetrik titrasyon, parçacıklar için ise refraktometrik yöntemlere dayalıdır.

Tablo 1. Denizli’de 1995-2002 yıllarına ilişkin kükürt dioksit ve askıda parçacık madde miktarları

Hava Kirletici Maddeler (μgm^{-3})	Zaman (yıl)							
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SO ₂	98,0	72,0	81,0	94,0	98,3	108,9	95,1	97,9
PM	91,0	73,0	75,0	76,0	70,7	75,8	67,1	75,8

Tablo 1’deki 1995-2002 yıllarına ilişkin yıllık ortalama kükürt dioksit değerleri, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nde belirtilen $150 \mu\text{gm}^{-3}$ seviyesinden düşük olmakla birlikte, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından önerilen $50 \mu\text{gm}^{-3}$ limitini aşmaktadır. 1995-2002 yılları yıllık ortalama askıda parçacık madde değerleri, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nde belirtilen $150 \mu\text{gm}^{-3}$ seviyesinden düşüktür (Tablo 1).

WHO tarafından parçacık maddeler ile ilgili olarak herhangi bir sınır değeri önerilmemektedir. Bununla birlikte WHO, PM10 için yıllık ortalama $30 \mu\text{g m}^{-3}$ değerinin üzerine çıktığında sağlık ile ilgili sorunların başladığını bildirmektedir. 1995-2002 yılları arasındaki askıda parçacık madde yıllık ortalama değerlerinin WHO tarafından riskli seviye olarak bildirilen $30 \mu\text{g m}^{-3}$ konsantrasyonunu aştığı görülmektedir.

Tablo 2. Denizli’de 1995-2003 yılları kış dönemine ilişkin kükürt dioksit ve askıda parçacık madde miktarları

Hava Kirlenici Maddeler ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Zaman (kış dönemi: Ekim-Mart)							
	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003
SO ₂	108,5	95,3	146,2	148,0	159,5	135,7	129,0	129,7
PM	100,7	88,8	112,7	111,0	101,6	107,8	95,2	94,8

Tablo 2’de yer alan kükürt dioksit kış sezonu ortalaması sınır değeri, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nde yer alan $250 \mu\text{g m}^{-3}$ limitini aşmamaktadır. Ancak aynı değerlerin 1997-1998 kış döneminden itibaren WHO tarafından kış sezonu için önerilen $120 \mu\text{g m}^{-3}$ kükürt dioksit sınır değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Yönetmelik’te askıda parçacık madde kış sezonu ortalaması için öngörülen $200 \mu\text{g m}^{-3}$ sınır değeri, Tablo 2’deki Denizli kenti 1995-2003 yılları kış dönemine ilişkin askıda parçacık madde miktarlarının üzerindedir.

Denizli’de yaşanan hava kirliliği sorununa çözüm getirebilmek amacıyla, kullanılmakta olan yakıtların iyileştirilmesi, yakma sistemlerinin denetlenmesi gibi çeşitli önlemlerin yanısıra temiz enerji kaynakları bulmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, Denizli ili jeotermal kaynak yönünden Türkiye’nin en zengin illerindedir. Bu kaynakları evsel ısıtmada kullanarak yaşanan hava kirliliğini azaltabilmek amacıyla jeotermal kaynaklardan optimum ölçekte faydalanmak gerekmektedir. Jeotermal enerjinin elektrik üretimi dışında ısıtma amacıyla kullanılması konusunda yapılan ön araştırma ve çalışmalar sonucunda, Denizli Belediyesi tarafından şehir merkezinde jeotermal enerji ile ısıtmaya olanak sağlayacak olan Denizli Jeotermal Enerji İle Merkezi Isıtma Sistemi Projesi gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında Denizli şehir merkezine yaklaşık 27 km. mesafede bulunan Gölemezli Jeotermal Sahası’ndan alınacak akışkan ile Denizli’de ilk etapta 3500 konut olmak üzere toplam 30000 konutun ısıtılması, seracılık yapılması ve kullanım amaçlı sıcak su sağlanması hedeflenmiştir. Sanayide sıcak su ve buhar başta olmak üzere ısı kullanımları projede öngörülmediğinden dolayı bu çalışmada sanayi yakıtlarının değiştirilmesi dikkate alınmamıştır.

Proje sistemi, Gölemezli Jeotermal Sahası’ndan alınacak jeotermal akışkanın, Kuyubaşı Isı Merkezi’ndeki plakalı tipteki ısı eşanjöründen geçirilerek, enerjisini kapalı devre olarak çalışacak ana isale hattı temiz suyuna transfer ettikten sonra, rezervuarın beslenmesi ve reenjeksiyona gönderilmeden önce bir kısmının seracılığın geliştirilmesi amacıyla mevcut ve yapımı planlanan seralara verilmesi şeklinde çalışacaktır. Jeotermal akışkan enerjisini alan ve kapalı devre çalışacak olan ana isale hattı suyu ısı enerjisi, şehir ısıtmasında ve kullanım amaçlı sıcak su temininde kullanılmak üzere şehir merkezinde kurulacak olan ana ısı merkezindeki ısı eşanjöründen geçirilerek şehir içi kapalı devre temiz şebeke suyuna aktarılacaktır.

Kapalı devre çalışacak olan bu sistemler bir kereye mahsus olmak üzere temiz şehir şebeke suyu ile doldurulacak olup, sirkülasyon pompaları vasıtasıyla ön izoleli paket borulardan oluşan dağıtım şebekeleri ile taşınacaktır. Kullanım sırasında eksilen su devamlı eklenecektir. Dağıtımlarda Tichelman (eşit dağılım) sistemi uygulanacak, böylece şehir içerisinde homojen bir dağılım ve ısıtma sağlanacaktır. Ayrıca jeotermal üretim kuyularında ve jeotermal su taşıma hattında kabuklaşmayı önlemek için, kuyu içi kimyasal inhibitörler uygulanacaktır.

MTA Genel Müdürlüğü'ne Gölemezli'de açtırılan jeotermal sondaj kuyularından olumlu sonuç alınmıştır. Kuyulardaki suyun ortalama sıcaklığı 68,25 °C, kuyu basıncı 7,5 bar, ortalama debileri ise 115 Ls⁻¹ olarak belirlenmiştir. Gölemezli Kasabası Çamur Ilıca mevkiinde açılan sıcak su sondaj kuyuları 596,8 metrede tamamlanmıştır. Kuyu sıcaklıklarında yıl boyunca bir düşme olmadığı gözlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Kullanılan Yakıtların Miktar ve Özellikleri

Denizli Belediyesi ve Makina Mühendisleri Odası'ndan elde edilen bilgilere göre Denizli'de evsel ısınma amacıyla 2002 yılında 80000 konutta 295200 t yıl⁻¹ kömür ve 20000 konutta ise 12350 t yıl⁻¹ fuel oil kullanılmıştır.

Evsel ısınma amacıyla Denizli'de kullanılan yakıtların genel özellikleri, şehirde yakıt satışı yapan çeşitli kuruluşlardan alınan yakıt analizi sonuçlarının değerlendirilmesi ile ortalama değerler olarak belirlenmiş ve Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Denizli'de evsel ısınmada kullanılan yakıtların genel özellikleri

Yakıt Cinsi	Kükürt, %	Kül, %	Alt ısııl değer, kcal kg ⁻¹	Özgül ağırlık, kg L ⁻¹
Kömür	1,7	24	5000	-
Fuel oil	3,5	-	9500	0,95

Emisyon Hesaplanması

Denizli'de evsel ısınma amacıyla kullanılan yakıtların yakılması sonucunda oluşması beklenen hava kirletici madde miktarlarının hesaplanmasında, 2002 yılında kullanılan yakıt miktarları ve özellikleri dikkate alınarak, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (USEPA) tarafından önerilen emisyon faktörleri kullanılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Evsel ısınmadan kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında kullanılan emisyon faktörleri (USEPA, 1995)

Yakıt Cinsi	Hava Kirletici Madde Emisyon Faktörleri				
	SO ₂	PM	NO _x	VOC	CO
Kömür (kgt ⁻¹)	15*S	1,5*A	2,9	2,5	1
Fuel oil (kgm ⁻³)	17,24*S	0,3	2,2	0,3	0,6

S: Kükürt içeriği (%)

A: Kül içeriği (%)

Denizli’de jeotermal enerji kaynaklarının evsel ısınma amacıyla kullanılmaya başlanması durumunda emisyonlarda bir azalma olması beklenmektedir. Bu azalmanın oranını belirlemek üzere birincisi 30000 konutta kömür yerine jeotermal enerjinin kullanılması ve ikincisi ise 20000 konutta fuel oil ve 10000 konutta kömür yerine jeotermal enerji uygulamasına geçilmesi olmak üzere iki ayrı senaryo geliştirilerek hesaplamalar yapılmıştır.

Birinci senaryo kapsamında kömür kullanılan 30000 konutta jeotermal enerji uygulamasına geçileceği kabul edilmiştir. Öncelikle 3500 konutta kömür kullanılması durumunda oluşacak emisyon miktarı hesaplanmış ve birinci etap sonunda kömür emisyonunda aynı oranda azalma olacağı öngörülmüştür. İkinci etapta oluşacak emisyon miktarı ise 26500 konut için kömür kullanımı durumunda oluşacak hava kirletici maddelerin miktarı hesaplanarak, birinci etap sonundaki mevcut emisyonlardan bu miktarların azaltılmasıyla bulunmuştur.

İkinci senaryo kapsamında jeotermal enerjinin fuel oil kullanılan konutların tümünde ve kömür kullanılan 10000 konutta uygulanmaya başlanacağı kabul edilmiştir. Bu kabul doğrultusunda 3500 konutta kullanılan fuel oilin yaydığı hava kirletici madde miktarları hesaplanmış, bu değer fuel oil kullanımından kaynaklanan toplam emisyon miktarından düşülerek birinci etap sonunda oluşacak hava kirletici madde miktarı belirlenmiştir. İkinci etapta ise fuel oil kullanılan 16500 konut ile kömür kullanılan 10000 konuttan kaynaklanacak olan emisyon miktarı hesaplanarak mevcut emisyon miktarından çıkarılmış ve projenin ikinci aşamasındaki emisyon miktarı bulunmuştur.

SONUÇLAR

Denizli’de evsel ısınma amacıyla 2002 yılında kullanılan kömür ve fuel oil miktarları, yakıtların özellikleri ve emisyon faktörleri gözönüne alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda oluşması beklenen hava kirletici madde miktarları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Evsel ısınmada 2002 yılında kömür ve fuel oil yakılması sonucunda oluşan emisyon tahminleri

Yakıt Cinsi	Emisyonlar (tyıl ⁻¹)				
	SO ₂	PM	NO _x	VOC	CO
Kömür	7527,60	10627,20	856,08	738,00	295,20
Fuel oil	784,42	3,90	28,60	3,90	7,80
Toplam	8312,02	10631,10	884,68	741,90	303,00

Tablo 5 değerlendirildiğinde, Denizli’de kömür yakılması sonucunda oluşacak parçacık madde ve kükürt dioksit miktarının çok yüksek olduğu, daha az miktarlarda ise azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve karbon monoksit açığa çıktığı görülmektedir. Fuel oil kullanılması durumunda oluşan hava kirletici madde miktarları kömür emisyonları ile karşılaştırıldığında hayli düşüktür. Bu kirleticiler arasında en fazla kükürt dioksitin, daha sonra ise sırasıyla azot oksitler, karbon monoksit, parçacık madde ve uçucu organik bileşiklerin oluşması beklenmektedir. Hesaplanan toplam kükürt dioksit miktarında fuel oilin %9,37 oranında etkisi varken, kükürt dioksitin kalan kısmının ve diğer hava kirletici maddelerin oluşumu ise en fazla kömür kullanımından kaynaklanmaktadır.

Oluşturulan iki ayrı senaryoya göre Denizli Jeotermal Enerji İle Merkezi Isıtma Sistemi Projesi uygulamaya geçirildiğinde oluşması beklenen emisyon miktarları Tablo 6 ve 7’de verilmiştir. Tablo 6, konutlarda kömür yerine jeotermal enerji kullanımına geçilmesi durumunda meydana gelmesi beklenen hava kirletici madde miktarlarını göstermektedir.

Tablo 6. Evsel ısınmada kömür yerine jeotermal enerji kullanılması durumunda oluşması beklenen emisyon miktarları

Yakıt Cinsi	Proje Dönemi	Emisyonlar (tyıl ⁻¹)				
		SO ₂	PM	NO _x	VOC	CO
Kömür	I.etap					
		7198,27	10162,26	818,63	705,71	282,29
	Fuel oil	784,42	3,90	28,60	3,90	7,80
Toplam		7982,69	10166,16	847,23	709,61	290,09
Kömür	II.etap					
		4704,75	6642,00	535,05	461,25	184,50
	Fuel oil	784,42	3,90	28,60	3,90	7,80
	Toplam	5489,17	6645,90	563,65	465,15	192,30

Tablo 6 değerlendirildiğinde, fuel oil kullanımı devam ettiği için fuel oil kullanımına bağlı olan emisyonların miktarında herhangi bir azalma olmayacağı, ancak toplam emisyonda kullanımından vazgeçilen kömür miktarından kaynaklanan emisyon kadar bir azalma olacağı görülmektedir.

Tablo 7, fuel oil kullanılan tüm konutlarda ve kömür kullanılan 10000 konutta jeotermal enerji uygulamasına geçilmesi durumunda oluşması beklenen emisyon miktarlarını göstermektedir.

Tablo 7. Evsel ısınmada fuel oil yerine jeotermal enerji kullanılması durumunda oluşması beklenen emisyon miktarları

Yakıt Cinsi	Proje Dönemi	Emisyonlar (tyıl ⁻¹)				
		SO ₂	PM	NO _x	VOC	CO
Fuel oil	I.etap					
		647,15	3,22	23,60	3,22	6,43
	Kömür	7527,60	10627,20	856,08	738,00	295,20
Toplam		8174,75	10630,42	879,68	741,22	301,63
Fuel oil	II.etap					
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kömür	6586,65	9298,80	749,07	645,75	258,30
	Toplam	6586,65	9298,80	749,07	645,75	258,30

Tablo 7’de görüldüğü gibi, ikinci etap sonunda fuel oil kullanılan tüm konutlarda jeotermal enerji kullanılacağından fuel oil kullanımına bağlı olarak hiç emisyon oluşmayacaktır. Kömür miktarında ise ikinci etapta 10000 konutta kömür kullanılması durumunda oluşacak emisyon oranında bir azalma meydana gelecektir.

Evsel ısınmada emisyonlarda hangi oranda azalma meydana geleceği oluşturulan iki senaryoya göre hesaplanarak Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Evsel ısınmada oluşturulan iki senaryoya göre meydana gelmesi beklenen emisyon azalma yüzdeleri

Senaryo	Proje Dönemi	Emisyonlarda azalma (%)					Maksimum Azalma (%)
		SO ₂	PM	NO _x	VOC	CO	
I. senaryo							
Kömür emisyonu	I.etap	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38
	II.etap	34,64	34,64	34,64	34,64	34,64	34,64
	Toplam	39,02	39,02	39,02	39,02	39,02	39,02
Toplam emisyon	I.etap	3,96	4,37	4,23	4,35	4,26	4,37
	II.etap	31,24	34,63	33,47	34,45	33,71	34,63
	Toplam	35,20	39,00	37,70	38,80	37,97	39,00
II. senaryo							
Fuel oil emisyonu	I.etap	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
	II.etap	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Kömür emisyonu	II.etap	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50
Toplam emisyon	I.etap	1,65	0,01	0,57	0,09	0,45	1,65
	II.etap	19,43	12,53	14,85	12,88	5,51	19,43
	Toplam	21,08	12,54	15,42	12,97	5,96	21,08

Tablo 8, birinci senaryo kapsamında kömür emisyonunda ilk etapta %4,38; ikinci etapta ise %34,64 azalma olacağını göstermektedir. Proje tamamlandığında mevcut duruma göre kömür emisyonunda %39,02 azalma olacağı hesaplanmıştır. Toplam emisyon değerlendirildiğinde ise birinci etap sonunda maksimum %4,37, ikinci etap sonunda ise maksimum %34,63 olmak üzere proje tamamlandığında maksimum %39,00 oranında azalma olması beklenmektedir.

Evsel ısınmada fuel oil yerine jeotermal enerji kullanılması durumunda, fuel oil kullanımından kaynaklanan hava kirlenici madde miktarlarında birinci etapta yaklaşık olarak %17,50 azalma olacağı tahmin edilmektedir. Projenin ikinci etabında ise fuel oil kullanılan konut kalmayacağından fuel oil emisyonunda %100 azalma olması ve kömür emisyonunda ise %12,50 azalma sağlanması beklenmektedir. Toplam emisyonunda ise birinci etap sonunda maksimum %1,65; ikinci etap sonunda maksimum %19,43 azalma olacağı hesaplanmıştır. Proje tamamlandığında ise toplam emisyonunda maksimum %21,08 oranında azalma olması beklenmektedir.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Denizli Jeotermal Enerji İle Merkezi Isıtma Sistemi Projesi kapsamında evsel ısınma amacıyla jeotermal kaynaklardan yararlanılması ile ilk etap sonunda toplam emisyonunda sağlanacak olan azalma küçük bir orana sahip olsa da projenin tamamlanması durumunda meydana gelmesi beklenen azalma hava kirliliği sorununun çözümlenmesi yolunda olumlu bir adım olacaktır. Denizli’de evsel ısınma amacıyla kömür kullanımı ve dolayısıyla kömür yakılmasından kaynaklanan emisyon miktarının fazla olduğu bilinmekte ise de kentin genel hava kirlenici envanteri yapılmadığından göreceli olarak hangi sektörün başı çektiği de tam

olarak bilinmemektedir. Bununla beraber bir başlangıç olarak bina ısıtması sektöründe olsun bazı iyileştirmeler yapılması yerinde bir çaba olarak algılanmaktadır. Çalışma sonuçları da bu tahmini doğrular bir nitelik taşımaktadır. Bu çalışmada evsel ısınmada öncelikli olarak kömür kullanılan konutlarda jeotermal enerji uygulamasının hava kalitesini bir miktar arttıracığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak daha yerinde bir yaklaşımla, önce Denizli için bir emisyon envanteri çalışması yapılması ve bu çalışma sonucuna bakarak, jeotermal kaynakların evsel ısınma ya da endüstriyel amaçlı kullanımlardan hangisinde daha öncelikli olması gerektiğinin belirlenmesi, projenin hava kirliliği sorununun çözümüne getireceği katkının düzeyinin arttırılması açısından daha doğru olurdu. Nitekim gerek kent merkezinde faaliyet gösteren küçük, orta ve büyük ölçekli sanayi tesislerinin, gerekse Denizli Organize Sanayi Bölgesi'ndeki sanayi tesislerinin faaliyetlerinin, Denizli'de yaşanan hava kirliliği sorunu da payı çok fazladır (Çizmecioğlu, 1999).

Jeotermal kaynak yönünden çok zengin bir il olan Denizli'de bu kaynakların araştırılması, kullanıma hazır hale getirilmesi ve gerek evsel gerekse endüstriyel amaçla kullanılması için gerekli ve yaygınlaştırılmış proje uygulamaları yapılarak Denizli'de yaşanan hava kirliliği sorunu çözümlenmelidir.

TEŞEKKÜR

Denizli Belediyesi'ne ve Makine Mühendisleri Odası Denizli Şubesi'ne arşiv kayıtlarını kullanma olanağı sağladıkları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Çizmecioğlu, S.Ç. Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde Hava Kirlenmesinin EDMS Modeli ile Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 1999.

TÇV. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı. Ankara, 1995.

U.S. Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emission Factors-Stationary Point and Area Sources, Research Triangle Park, NC: AP-42 Team, 1995.

WHO. World Health Organization Regional Office for Europe. Air Quality Guidelines. Second Edition, Copenhagen, Denmark, 2000.