

Termik Santrallerin Atık Isılarının Değerlendirilmesi

Dr. Cengiz GÜNGÖR, Doç. Dr. Durmuş KAYA, Ersin ÜRESİN
TÜBİTAK MAM

ÖZET

Bu çalışmada, termik santrallerin atık ısılarının değerlendirilmesinde dünyada uygulanan mevcut sistemler ve bunların sağladıkları faydalar araştırılmıştır.

Bu amaçla, dünyadaki termik santrallerin genel değerlendirilmesi yapılmış, termik santrallerin toplam üretimdeki payı, kurulu güç kapasiteleri, kullandıkları yakıtlar ve santrallerin yaşları verilmiştir. Daha sonra, bölge ısıtma sistemlerine ısı sağlayan birkaç örnek termik santrali hakkında detaylı bilgiler verilmiş ve termik santrallerin atık ısılarını değerlendirecek şekilde kurulan bölge ısıtma sistemlerinin faydaları irdelenmiştir. Son olarak bölge ısıtma sistemleriyle ilgili ileriye dönük senaryolar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termik santral, atık ısı, bölgesel ısıtma sistemleri, enerji verimliliği, enerji tasarrufu

TERMİK SANTRALLERİN GENEL DURUMU

Elektrik enerjisi üretiminde termik santrallerinin payı ülkelere bağlı olarak %50 ile %95 arasında değişmektedir. Bazı ülkelerdeki termik santrallerin kurulu güç kapasiteleri ve üretim kapasitelerine yönelik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir [1].

Bu santrallerde yakıt olarak genellikle linyit, doğal gaz, petrol ve biyokütle kullanılmaktadır. Tablo 2'de bazı ülkelerdeki

ABSTRACT

In this paper, the advantages of the applied systems for the utilisation of waste heat from the thermal power plants is presented.

For this purpose; thermal power plants in the world have been evaluated generally including: share of power plants in energy generation, annual installed electric capacity of power plants, the ranking of fossil fuels in energy generation and average age of power plants. Subsequently, detailed informations were given about thermal power plants which supply heat to district heating systems. Also, benefits of district heating systems were considered. At the end of the study, future scenarios about district heating systems were investigated.

Keywords: Thermal power plants, waste heat, district heating systems, energy efficiency, energy saving

termik santrallerde tüketilen yakıt cinslerine göre üretilen yıllık elektrik enerjisi değerleri gösterilmiştir [1]. Dünyada genel olarak termik santrallere baktığımızda çoğunlukla düşük kalorili linyitlerin kullanıldığı görülmektedir.

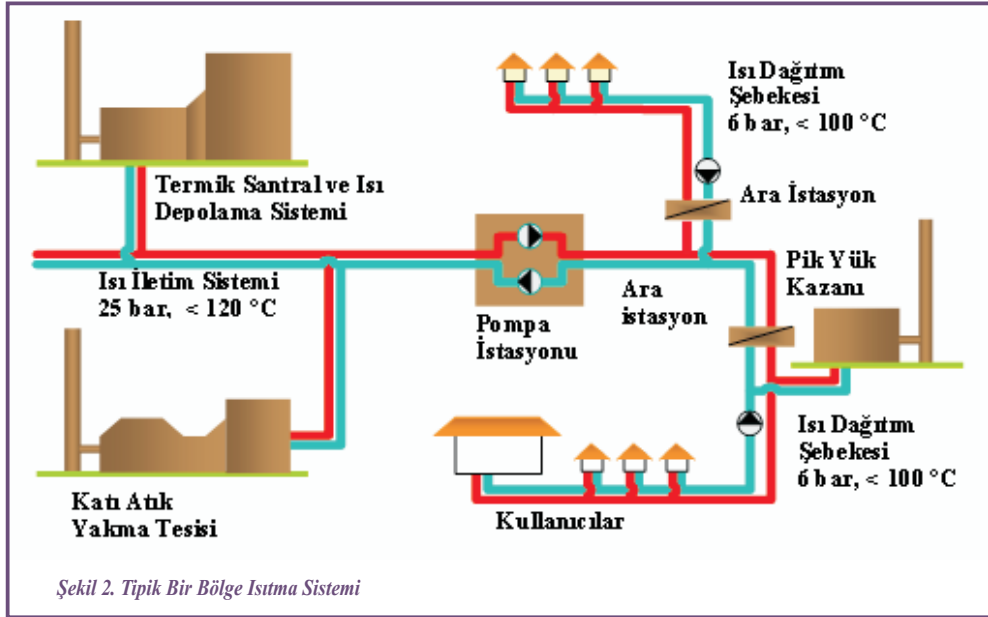
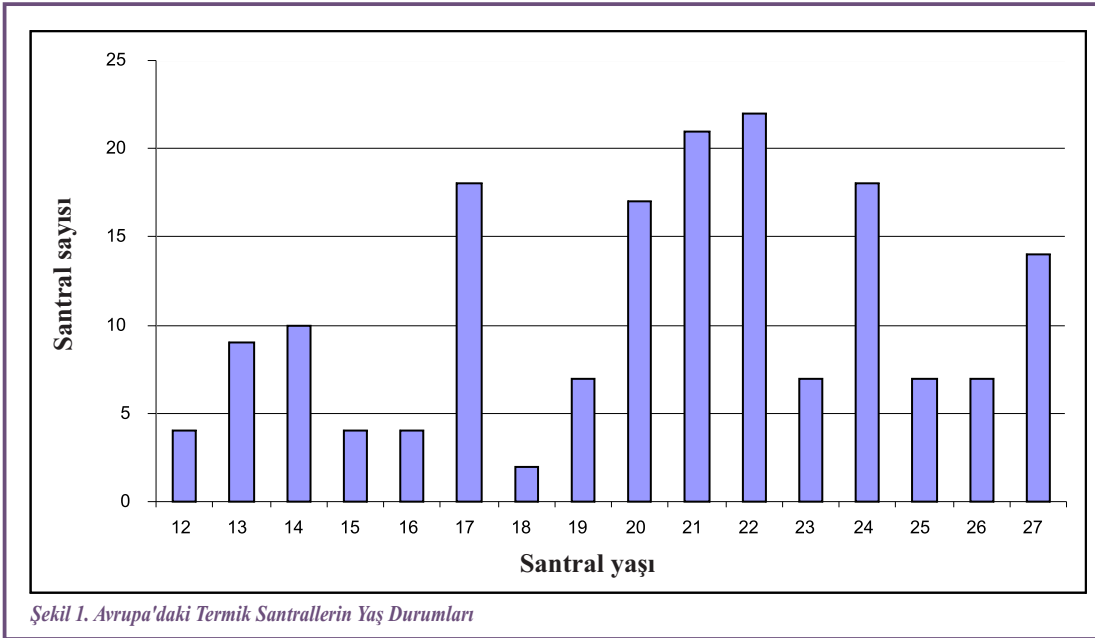
Avrupa'da çalışan santrallerin büyük bölümü yaşlı olup, son on yılda geliştirilen yüksek verimli santrallerin çok altında verime sahiptir. Şekil 1'de Avrupa'daki termik santrallerin yaş durumları verilmiştir. Serbest piyasa şartlarında, yüksek işletme maliyetlerine sahip düşük verimli santrallerin

Tablo 1. Bazı Ülkelerde Termik Santrallerin Kurulu Güç Kapasiteleri

Ülkeler	Termik Santrallerin Kurulu Gücü (MW _e)	Termik Santrallerin Üretim Gücü (TWh)
Almanya	81.000	330
İngiltere	45.000	230
İtalya	42.000	160
Fransa	22.000	55
İspanya	19.000	60
Hollanda	18.000	65
Danimarka	10.000	40
Finlandiya	9.000	40
İsveç	8.000	10
Belçika	7.000	30
Yunanistan	6.000	35
Avusturya	5.000	15
Portekiz	4.000	20
İrlanda	3.000	15

Tablo 2. Yakıt Cinslerine Göre Üretilen Yıllık Elektrik Miktarları

Ülkeler	Kömür ile elektrik üretimi (TWh)	Petrol ile elektrik üretimi (TWh)	Doğalgaz ile elektrik üretimi (TWh)
Almanya	270	20	30
İngiltere	180	35	4
İtalya	30	100	25
Fransa	25	20	8
İspanya	45	10	1
Hollanda	15	5	35
Danimarka	25	2	1
Belçika	15	2	10
Yunanistan	20	10	-
Avusturya	5	2	8
Portekiz	10	15	-
İrlanda	9	5	2



çalıştırılabilmesi ancak atık ısılarını da değerlendirmekle mümkün olmuştur. Sadece elektrik üretmek için kurulan santraller, aynı zamanda çevredeki konutların ısı ihtiyaçlarını da karşılayarak bölge enerji santralleri haline dönüştürülmüştür.

Bölge Isıtma Sistemi, binlerce konuttan oluşan bir veya birçok yerleşim biriminin aynı merkezden ısıtılmasıdır. Isıtılan yerleşim birimi birkaç mahalle, ilçe veya bir şehrin tamamı olabilir. Isı, sıcak su veya buhar üreten kazanlardan veya ısı ve elektriğin beraber üretildiği santrallerden (Birleşik Isı ve Güç) sağlanır. Merkezi santralde üretilen sıcak su veya buhar ısıtılacak bölgedeki binalara bir boru şebekesi aracılığıyla taşınır. Böylece binalarda yakıt yakılmasına gerek kalmaz. Tipik bir bölge ısıtma sistemi Şekil 2'de gösterilmiştir.

Termik santral atık ısıları, bölgenin ısı ihtiyacı yanında soğutmada, sera ısıtmasında, balık çiftliklerinde, hafif sanayide, vb. birçok ihtiyacın karşılanmasında kullanılabilir. Termik santrallerde kondens suyundan, baca gazlarından faydalanılarak veya türbin kademelerinden ara buhar çekilerek atık ısılar faydaya dönüştürülmektedir.

DÜNYADA BÖLGESEL ISITMA YAPAN TERMİK SANTRALLERE ÖRNEKLER

Dünyanın birçok ülkesinde termik santral atık ısıları bölge ısıtmasında değerlendirilmektedir. Yüksek verim, enerji güvenliği ve çevreye sağlamış olduğu avantajlardan dolayı bölge ısıtma sistemlerinin kullanım oranı dünyada giderek yükselmektedir. Termik santrallerdeki ısı/elektrik güç oranları

Tablo 3. Bazı Termik Santrallerin Isı/Elektrik Güç Oranları

Santral Adı	Bulunduğu Ülke	Elektrik Gücü (MW _e)	Isı Gücü (MW _t)	Isı/Elektrik Güç oranı
Lichtenberg	Almanya	72	1,125	15.63
Klingenberg	Almanya	185	1,010	5.46
Hanasaari B	Finlandiya	220	445	2.02
Lichterfelde	Almanya	450	720	1.60
Moabit	Almanya	150	240	1.60
Mitte	Almanya	430	630	1.47
Charlottenburg	Almanya	215	300	1.40
Reuter	Almanya	165	230	1.39
Reuter West	Almanya	600	790	1.32
Avadore 1	Danimarka	250	300	1.20
Avadore 2	Danimarka	485	570	1.18
Wilmersdorf	Almanya	280	330	1.18
Fynsvaerket	Danimarka	685	775	1.13
Sandreuth	Almanya	440	440	1.00
Esenyurt	Türkiye	180	180	1.00
Rudow	Almanya	175	140	0.80
Amyntaio	Yunanistan	600	40	0.07

bölge ve santralin özelliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Tablo 3'te bazı termik santrallere ait ısı/elektrik güç oranları verilmiştir.

Avrupa Birliği'nin enerji politikası; çevreye duyarlılık, güvenli enerji temin etme ve enerji verimliliği gibi ana faktörler üzerine kurulmuştur. Avrupa Birliği'nde termik santrallerden atık ısı kullanımı, temiz ve verimli enerji üretimi gibi talepleri karşılayacak tek teknoloji olarak düşünülmektedir. Bu yüzden son yıllarda termik santraller tarafından bölge ısıtma sistemi için ısı üretim kapasiteleri artmıştır. Şekil 3'te bazı ülkelerde bölge ısıtma sistemleri

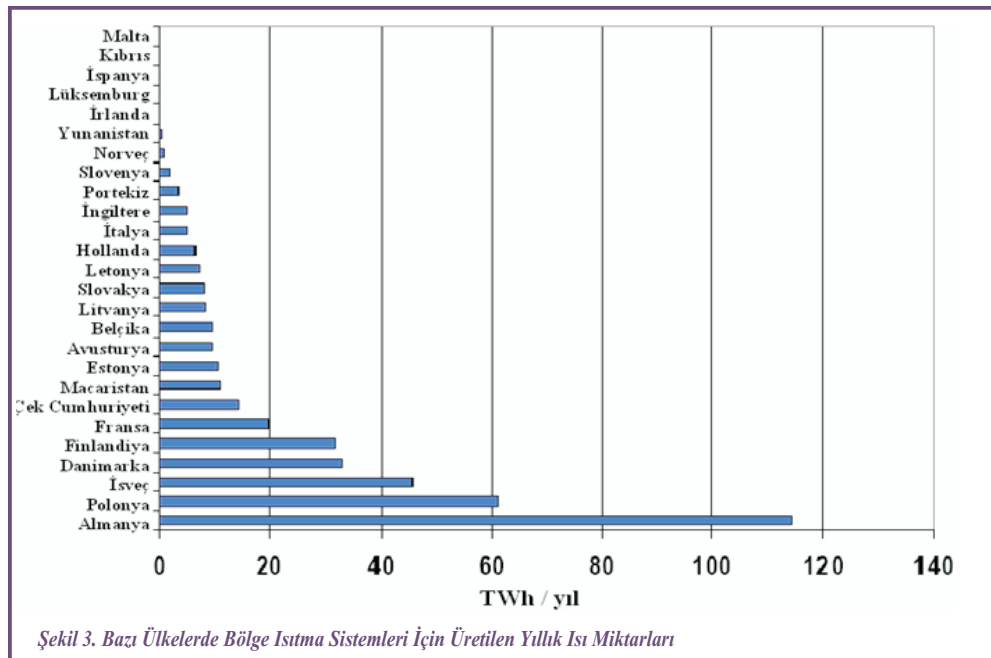
için üretilen yıllık ısı değerleri gösterilmiştir.

Termik santrallerin atık ısılarından faydalanarak bölge ısıtma sistemini büyük çaplı olarak kullanan ülkelerin başında Almanya, Danimarka ve Finlandiya gelmektedir.

1884 yılında Berlin'de kurulan Bewag, Almanya'da elektrik enerjisi sağlayan üçüncü büyük kuruluş olup bölge ısıtma konusunda lider bir konuma sahiptir. Bewag'a bağlı tüm termik santrallerde elektrik ve ısının birlikte üretilmesi, ekonomik ve çevresel şartların iyileştirilmesine destek olmuştur. Atık enerjinin %62 oranında olduğu termik santrallerde, elektrik üretimi %7 oranında azaltılarak, santrallerden bölge ısıtma için yüksek oranda ısı temin

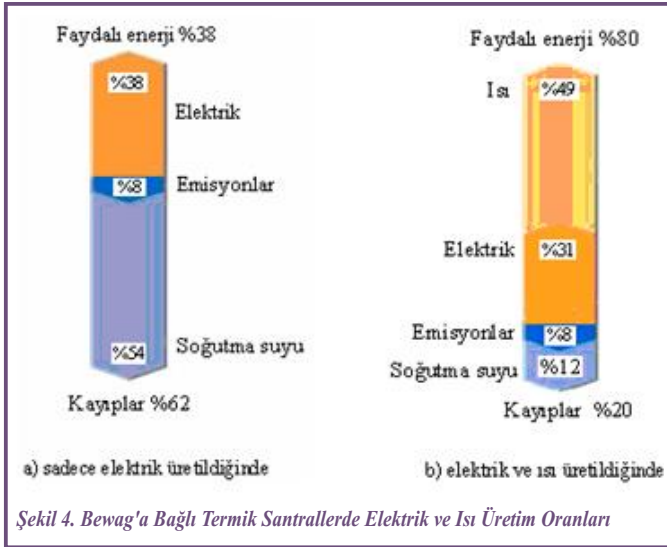
edilmektedir (Şekil 4). Bölge ısıtma sisteminin kullanılmasıyla, konvansiyonel ısıtma sistemlerinin bir yılda yayacakları karbondioksit miktarından iki milyon ton daha az salınım yapılmaktadır.

Berlin'de Bewag'a bağlı onüç termik santralin toplam elektrik gücü 2,734 MW_e (MW_{elektrik}), toplam ısı kapasiteleri ise 5,696 MW_t (MW_{ısılgüç})'tır. Tablo 4'te Berlin'de Bewag'a bağlı termik santraller tarafından üretilen yıllık elektrik, ısı değerleri ve elde edilen gelirler verilmektedir.



Tablo 4. Berlin'de Termik Santraller Tarafından Üretilen Isı ve Elektrik Değerleri

		2002	2003
Yıllık elektrik geliri	milyon €	1.119	1.080
Yıllık ısı geliri	milyon €	401	440
Yıllık elektrik satışı	GWh	11.533	11.036
Yıllık ısı satışı	GWh	8.470	9.516
Isıtılan alan	milyon m ²	55,09	54,60
Dağıtım istasyonlarının sayısı	-	13.979	14.068
Şebeke uzunluğu	km	1.256	1.295



Şekil 4. Bewag'a Bağlı Termik Santrallerde Elektrik ve Isı Üretim Oranları

Danimarka'da elektrik enerjisinin çoğu, termik santrallerden sağlandığı gibi, büyük şehirlerin ısıtılması da bu santraller tarafından karşılanmaktadır. Termik santraller, Danimarka'da yerel bölgelerde elektriğin %60'ını ve ısının yaklaşık %75'ini bölge ısıtma sistemleri için sağlamaktadır [5]. Danimarka'da termik santraller buldukları bölgenin ısı ihtiyaçları esas alınarak kurulmaktadır. Bunlardan Fynsvaerket,

Nordjyllandvaerket ve Avadore termik santralleri hakkında açıklayıcı bilgiler örnek olarak aşağıda verilmiştir.

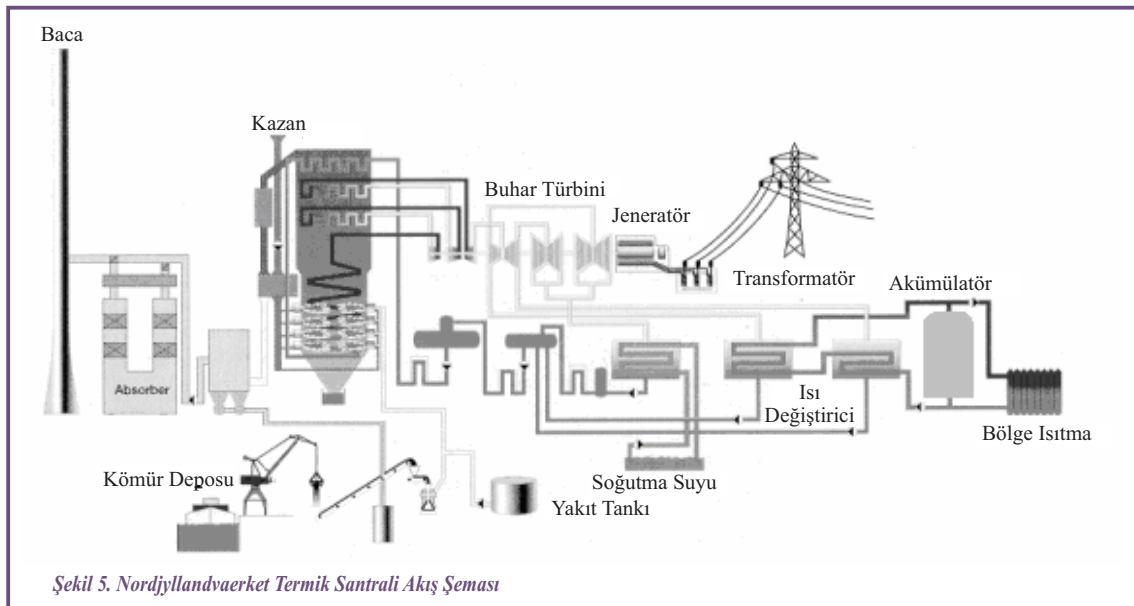
Fynsvaerket termik santrali, 1953 yılında kurulmuştur ve santralin 3. ünitesi 1974 yılında, 7. ünitesi ise 1991 yılında modernize edilerek ısı da üretir hale gelmiştir. Santralin 3. ünitesi 285 MW_e, 7. ünitesi ise 400 MW_e elektrik üretim kapasitelerine sahiptir. Santralin ısı üretim kapasitesi ise; 3. ünitenin 325 MW_t olup; 7. ünitenin ise 450 MW_t'dir.

Fynsvaerket termik santrali, nüfusu 184.000 olan Odense'ye bölge ısıtma yapmaktadır. Odense'de yılda üretilen ısı miktarı yaklaşık 2.150 GWh'tir ve bu ısının 1.650 GWh'i Fynsvaerket termik santralinden karşılanmaktadır. Bölge ısıtma sisteminin toplam dağıtım hattı uzunluğu 1.575 km ve iletim hattı 120 km'dir.

Nordjyllandvaerket termik santrali, 1998 yılında 400 milyon \$ maliyet ile kurulmuştur. Santralin elektrik üretim kapasitesi 410 Mw_e, ısı üretim kapasitesi ise 422 MW_t'dir. Santrale ait teknik veriler Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. Nordjyllandvaerket Termik Santrali Teknik Verileri

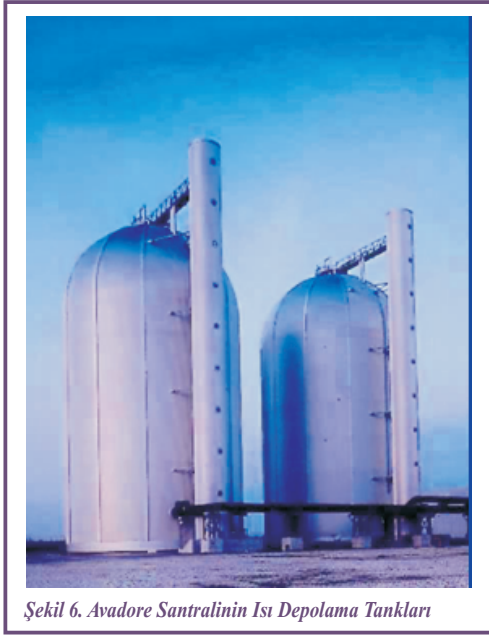
Buhar Türbini	GEC Alsthom
Türbin sayısı	1
Türbin basınçları	
Ana buhar	285 bar
Yüksek basınç türbini	74 bar
Orta basınç türbini	19 bar
Türbin sıcaklıkları	
Ana buhar	580 °C
Yüksek basınç türbini	580 °C
Orta basınç türbini	580 °C



Şekil 5. Nordjyllandvaerket Termik Santrali Akış Şeması

Santralin yüksek basınç türbini çıkışından alınan buhar ile bölge ısıtma yapılmaktadır. Şekil 5'te Nordjyllandvaerket termik santralinin akış şeması gösterilmektedir. Bölge ısıtma için ısı üretilmediği zaman santralden sağlanan elektrik gücü 411 MW_e, ısı üretildiği zaman sağlanan elektrik gücü 340 MW_e'dir. İletim şebekesi sıcaklıkları 98/45 °C, dağıtım şebekesi sıcaklıkları ise 82/40 °C'dir.

Avadore santralleri Kopenhag'ın 10 km kuzeyinde Koege Bay bölgesine kurulmuştur. Avadore 1, 1990 yılında işletilmeye başlamıştır ve santral Doğu Danimarka için



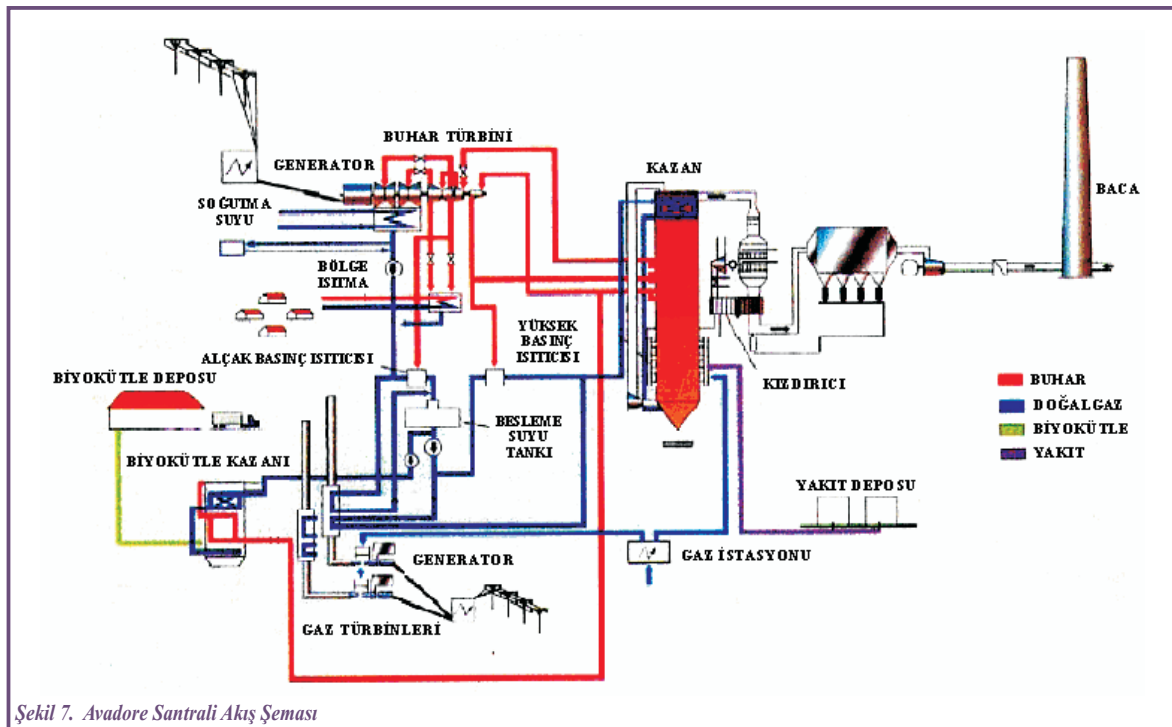
Şekil 6. Avadore Santralinin Isı Depolama Tankları

elektrik üretmektedir. Santralin elektrik üretim kapasitesi 250 MW_e ve bölge ısıtma için ısı üretim kapasitesi 300 MJ/s'dir. Doğu Danimarka'nın elektrik talebinin %12'sini ve 100.000 evin ısı ihtiyacını karşılamaktadır. Avadore santralleri pik zamanlarda ısı talebinin karşılanması için, sıcak suyun depo edildiği 22.000 m³'lük iki tanka sahiptir. Tankların her birinin ısı tahliye etme kapasitesi ise 330 MJ/s'dir. Şekil 6'da Avadore santralinin ısı depolama tankları gösterilmektedir.

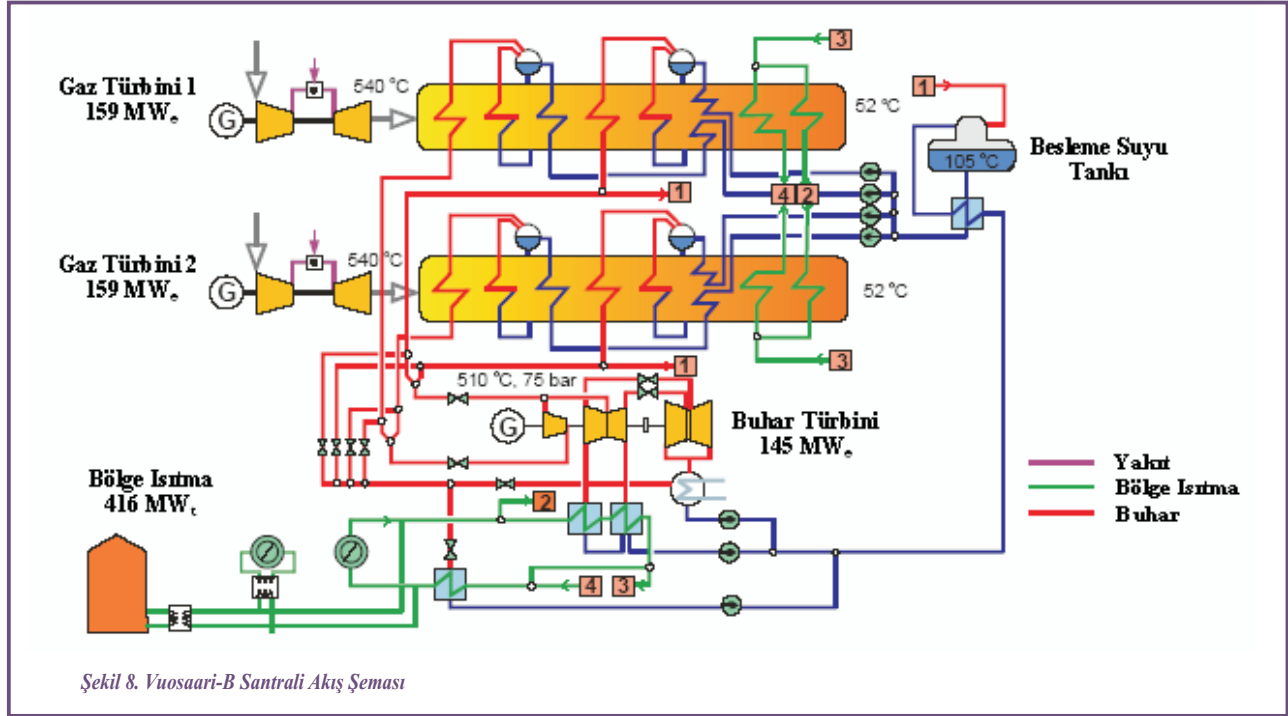
1990 yılının ortasında Avadore 2 santrali kurulmuştur. Avadore 2 santrali 180.000 evin ısı ihtiyacını, 800.000 evin ise elektrik enerjisini sağlayacak kapasitede olup, Doğu Danimarka'nın elektrik enerjisi talebinin %20'sini karşılamaktadır. Santral 485 MW_e elektrik üretim kapasitesine sahiptir ve bölge ısıtma sistemi için 570 MW_h'lık ısı sağlamaktadır. Şekil 7'de Avadore santralinin akış şeması görülmektedir. Santralde orta basınç türbini çıkışından alınan buhar ile bölge ısıtma yapılmaktadır.

Finlandiya'da yıllık üretilen elektriğin %18'i, bölge ısıtma sisteminin %75'i ülkede bulunan termik santrallerinden sağlanmaktadır. Finlandiya'da 2,3 milyon bina bulunmaktadır ve binaların yaklaşık %50'sinde bölge ısıtma sistemi mevcuttur. Bölge ısıtma sistemi için kurulan şebekelerin toplam uzunluğu 9.100 km, yıllık bölge ısıtma için üretilen ısı miktarı ise yaklaşık 32.000 GWh'tir [7]. Bölge ısıtma sisteminde kullanılan büyük kapasiteli başlıca santrallerden bazıları; Hanasaari-B ve Vuosaari-B santralleridir.

Hanasaari-B santrali 1977 yılında kurulmuş olup, iki üniteye



Şekil 7. Avadore Santrali Akış Şeması



sahiptir ve her bir ünitenin 114 MW kurulu gücü bulunmaktadır. Santralin elektrik üretim kapasitesi 220 MW_e, ısı üretim kapasitesi ise 445 MW_t'tir. Hanasaari-B santrali nüfusu yaklaşık 1 milyon olan Helsinki'ye bölge ısıtma yapmaktadır. Bölge ısıtma için kurulan şebekenin toplam uzunluğu 1.000 km'dir ve şebeke suyunun iletim sıcaklığı 120 °C olup; dönüş sıcaklığı 70 °C'dir.

1997 yılında kurulan Vuosaari-B santrali kombine çevrimli bir santraldir. Santralin elektrik üretim kapasitesi 463 Mw_e, ısı üretim kapasitesi ise 416 MW_t'tir. Santralde atık ısı kazanımlarından ve orta basınç türbini çıkışından alınan buharla bölge ısıtma yapılmaktadır. Şekil 8'de santralin akış şeması verilmektedir.

Yunanistan'da Agios Dimitros santrali kendisinden 17 km uzaklıktaki Kozani yerleşim birimine bölge ısıtma

Tablo 6. Kozani Bölge Isıtma Sistemine Ait Bilgiler

Kozani'nin nüfusu	bin	70
Isıtılan konut sayısı	Bina/daire	4.000 /19.000
Santralden sağlanan ısı	TJ/yıl	950
İlave pik yük kazanlarında üretilen ısı	TJ/yıl	100
Tüketiciye fatura edilen ısı	TJ/yıl	850
Isı birim satış fiyatı (tüketici)	€/MWh	40
Elektrik birim satış fiyatı (tüketici)	€/MWh	85
Yıllık elektrik için ödenen miktar	€/Yıl	533
TS Isı kapasitesi	MW _t	67
Pik kazan kapasitesi	MW _t	75
Maksimum kapasite talebi	MW _t	145
İletim şebekesi sıcaklıkları	°C	120/70
Dağıtım şebeke sıcaklıkları	°C	115/70

yapmaktadır. 1985 yılında kurulan santralin toplam kurulu gücü 1500 MW'dir ve beş üniteden oluşmaktadır. Santralin Kozani bölgesine ısı üretim kapasitesi 67 MW_t'tir. Tablo 6'da Kozani'deki bölge ısıtma sistemi hakkında bilgiler verilmektedir [8].

TERMİK SANTRALLERDEN ATIK ISININ DEĞERLENDİRİLMESİYLE SAĞLANAN FAYDALAR

Termik santrallerden atık ısının değerlendirilmesiyle sağlanan başlıca faydalar şu şekilde sıralanabilir:

- Verimde artış,
- Elektrik ve ısı üretim maliyetlerinde düşüş,
- Çevre kirliliğinde azalma,
- Enerji güvenilirliğinde artış,
- Enerjide dışa bağımlılıkta azalma,

Termik santrallerden atık ısının değerlendirilmesiyle oluşturulan bölge ısıtma sistemine duyulan ilginin en başında ekonomik bir sistem olması gelir fakat sistemin ekonomik bir şekilde işletilmesinde değerlendirilen kriterler her ülkeye göre değişiklikler göstermektedir.

Termik santrallerin zaten çevreye atmak zorunda oldukları ısıları faydaya dönüştürülmesine imkan tanıyarak enerji verimini arttırdığı için, bölge enerji sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde CO₂ emisyonunu da azaltmaktadır. Çevrede karbon miktarının azaltılmasında, etkili bir enerji teknolojisi olarak değerlendirilen bölge ısıtma

sistemleri, enerji girdisinin büyük miktarlarını muhafaza etmesinden dolayı endüstriyel tesisler için de alternatif olarak düşünülmektedir [13].

Bölge ısıtma sistemleri toz, NO₂, SO₂ gibi emisyonlar açısından da oldukça avantajlıdır. Santrallerin bacalarının çok yüksek ve genelde şehir merkezinin dışında olmaları, konvansiyonel ısıtma sistemlerinde bulunmayan birçok ileri emisyon azaltım sistemlerinin kurulmasının mümkün olması nedeniyle, yerleşim bölgesini kirletme oranı yerel konvansiyonel ısıtma sistemlerine göre çok daha düşük kalmaktadır.

Ülkemizde ve diğer ülkelerde enerji sektöründeki dışa bağımlılık, termik santrallerin atık ısılarının kullanımı oranında azalacaktır. Isıtmaya harcanan giderlerin düşmesi, tasarrufların başka alanlara kaydırılmasına ekonominin büyümesine ve insanların yaşam kalitesinin artmasına imkân verecektir.

BÖLGE ISITMA SİSTEMLERİYLE İLGİLİ İLERİYE DÖNÜK SENARYOLAR

Termik santrallerin atık ısıları kullanılarak bölge ısıtma sistemlerinin gelişiminde ileriye dönük bazı beklentiler mevcuttur. Ayrıca, bu beklentiler dahilinde, bu sistemler için çeşitli senaryolar da oluşturulmuştur. Bu beklentiler, başlıca şu gruplarda incelenebilir:

- **Teknik performanslar:** Bölge ısıtma sistemlerinin teknik performansı bakımından değerlendirilmesinde; sistemlerin kurulum maliyetlerinde azalma, sistemlerin işlemesi esnasında getireceği maliyet yükünün hafifletilmesi, kullanım alanlarının yaygınlaşması ve sistemlerden yüksek verim elde edilmesi gibi faktörler göz önünde bulundurulmaktadır.
- **Çevresel performans:** Enerji sistemlerinin çalışmasından kaynaklanabilecek zararlı asitler, kirlilik ve CO₂ yayılım oranlarında azaltılması ve bu sistemlerin sessiz bir şekilde çalışması beklentiler arasında yer almaktadır.
- **Bağlantı sistemleri:** Bölge ısıtma şebekesinin kurulduğu termik santraller ile konutlar arasında kolay ve pratik bağlantı tekniklerinin geliştirilmesi beklenmektedir.
- **Sistemin tanıtılması:** Bu sistemlerin çevreye sağladığı yararların tanıtılması yönünde düzenlemeler yapılması beklentiler arasındadır. Bu sistemlere karşı kararsız düşüncelerin azaltılıp; kurulmalarına olanak sağlanacağı ümit edilmektedir [15].

- **Bölge ısıtma piyasasının yaygın hale gelmesi:** Endüstriyel, ticari, konut uygulamaları ve özel sektörlerde bölge ısıtma sistemlerinin kullanım alanlarının artması için oluşturulan piyasanın yaygın hale gelmesi beklenmektedir.
- **Oransal planlama:** Enerji tüketimi, verimli kaynakların kullanımı, çevresel etkiler, sistem maliyeti ve güvenli enerji tedariki gibi faktörler uygun bir yaklaşım içerisinde düzenlenmesi düşünülmektedir.
- **Uygulama alanları:** Bölge ısıtma sistemlerinin, farklı sektörlerde de etkili olarak, kullanım alanının genişlemesi beklenmektedir.
- **Eğitim:** Bu sistemlerin kullanımının yararlarını anlatan eğitim programlarının yaygınlaşması beklenilmektedir.

SONUÇ

Termik santrallerde, atık ısının kullanılmasıyla, santrallerin toplam verimi arttırılmaktadır. Dünyadaki termik santrallere bakıldığında genelde, atık ısının kullanılmasıyla toplam verimlerin %80-90'a kadar ulaştığı görülmüştür. Bunun neticesinde, verimin yükselmesiyle birlikte santral elektrik üretim maliyetleri düşmektedir. Bu da santrallerin rekabet gücünü arttırmaktadır.

Günümüzde, fosil kökenli yakıtlara özellikle de doğal gazla bağlılığın had safhaya ulaşması nedeniyle “enerji güvenliği” üzerinde durulması gereken önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Termik santrallerde atık ısıların değerlendirilip, bölge ısıtma sistemlerinden yararlanılması enerji sektöründe dışa bağımlılığı önemli ölçüde azaltacaktır.

Özellikle Almanya, Danimarka ve Finlandiya, bölge ısıtma sistemlerinden yüksek oranda faydalanarak, enerji sektöründeki maliyetleri minimize etme çalışmalarına girmişlerdir. Bunun yanında, termik santrallerin atık ısını kullanarak absorpsiyonlu cihazlarla bölge soğutma sistemlerini de geliştirmişlerdir. Böylece güç, ısı ve soğuk üçlü üretimi (trijenerasyon) ile ekonomiye katkı sağlamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından finansa edilen; “Enerji Verimliliğini Arttırmak Üzere Termik Santral Atık Isıların Faydaya Dönüştürme Yöntemlerinin Araştırılması, Geliştirilmesi ve Binada Isıtma Uygulaması (TSAD)” adlı projeden üretilmiştir. TÜBİTAK'a projeye olan finansal desteği için teşekkürlerimizi borç biliriz.

KAYNAKÇA

1. **Linzer, W., Engelmann, A.**, 1997 , Statistical Survey and Analysis of Thermal Power Stations in Northern and Western Europe, The Institute of Thermal Engineering Technical University of Vienna.
2. Biomass Cogeneration Network Biocogen Interim Report, 2002, Center for Renewable Energy Sources/Biomass Department, World Survey of Decentralized Energy, WADE (World Alliance for Decentralized Energy) 2006-11-10
3. Heat Supply in Denmark Who What Where and Why, 2005, The Danish Energy Authority.
4. **Cassitto L.**, 1990, District Heating systems in Europe, Elsevier Science Publishers, Resources, Conservation and Recycling, 4 (1990) 271-281,
5. **Manczyk, H., Leach, M.D.**, Combined Heat and Power Generation and District Heating in Denmark: History, Goals, and Technology.
6. **Gullev, L.**, 2006, District Heating-A history of fuel flexibility in Copenhagen, Danish Board of District Heating, Journal Number 2.
7. **Kostoma J.**, 2004, Evaluation of the Policy and Legal Frameworks and Barriers of Biomass CHP/DHP in Finland, Finnish District Heating Association.
8. **Sonne, P.**, 2006, Kozani-a success story in the district heating world, Danish Board District Heating Journal Number 3
9. Improving CHP/DHC systems in CEEC”, 2003, District Heating and Co-generation European Commission, OPET CHP/DHC cluster, Report
10. Energy Policy Responses to the Climate Change Challenge: The Consistency of European CHP, Renewables and Energy Efficiency Policies, September 1999, The Shared Analysis Project: Foundation for Energy Policy. Volume 14, Riso National Laboratory, Roskilde
11. A comparison of Distributed CHP/DH with Large Scale CHP/DH, 2001, IEA - International Energy Agency District Heating and Coling Project
12. District Heating Across Europe trends from East To West, September October 2003, Cogeneration and onsite Power Production Online Magazine, Volume 4, Issue 5
13. **Işık, E., İnallı, Mustafa.**, Kojenerasyon ve Bölge Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler, Mühendis ve Makine, Cilt 46, Sayı 550
14. Improving CHP/DHC systems in CEEC, 2004, District Heating and Co-generation European Commission, OPET CHP/DHC cluster, Report

Daha Etkin Bir ODA için

Üyelik Aidatlarımızı

ÖDEYELİM