

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI ve DÜŞÜK SICAKLIKLI JEOTERMAL BÖLGESEL ISITMA^k

Orhan MERTOĞLU - İsmail DOKUZ
Alu CANLAN - Nilgün BAKIR



ÖZET

Dünya'da ve ülkemizde fosil enerji kaynaklarının sınırlı oluşunun yanı sıra, bu kaynakların çevreye olan kirletici etkisi ve bu etkinin insanlığın lehine bertaraf edilmesi çalışmaları enerji maliyetlerinin sürekli yükselişine neden olmaktadır. Bu amaçla enerji tasarrufuna yönelik çalışmalara paralel olarak alternatif enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırıcı çalışmaların hızlandırılması Dünyamızı tehdit eden çevre kirliliğini önlemek için ve fosil yakıt rezervlerinin tükeniyor (30-50 yıl) olması nedeniyle zorunlu hale gelmiştir. Bir yandan araştırmaların alternatif enerji kaynaklarına yoğunlaştırılması sürerken, diğer yandan kaynak kullanımında bilinen usullerin dışına çıkılarak bu kaynaklardan azami ölçüde faydalanılmaktadır. Bu konuda en çarpıcı örnek yeni ve sürdürülebilir alternatif enerji kaynaklarının başında gelen jeotermal kaynakların klasik değerlendirilmesinin yanı sıra, düşük sıcaklıklı olanlarının bölgesel ısıtmacılık alanında uygulanması olmuştur. Bu uygulamaların sonuçları ve deneyimleri bizim ile diğer alternatif enerji kaynaklarının tanımları tebliğin kapsamı oluşturmaktadır.

GİRİŞ

Gelecekteki problemlerimizin başında çevre kirliliği ve enerji ihtiyacının karşılanması maması gözükmemektedir. Artan enerji ihtiyacını

karşılamada fosil yakıtların rezervlerindeki belirsizlik ve kullanılması sırasında çevreye verdiği zararların bertarafı fosil yakıtlardan enerji elde etmenin maliyetlerinin artmasına yol açmaktadır.

Fosil yakıtların kullanılmasında önlemler yeterli olmadığından havaya yayılan atık gazlar, özellikle CO₂ aşırı çevre kirliliğine sebep olmaktadır ve karşımıza sera etkisi, asit yağmuru gibi insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit eden faktörler olarak çıkmaktadır. Bu olumsuzluklardan dolayı gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamak için fosil yakıtlardan yararlanmak en riskli yöntemdir.

Bu durumda atmosferdeki kirliliği tehlikesiz boyutlara indirmek ucuz ve sürekli enerji temini için elde olan bilgiler ışığında çözümleri şu şekilde sıralanabilir:

- Enerjinin maksimum korunumu,
- Alternatif enerji kaynaklarının maksimum kullanımı (jeotermal, güneş, rüzgar, nükleer ve hidro enerji v.d.),
- Enerji zincirinin her halkasında en iyi teknolojiler kullanılarak yüksek verim sağlanması,
- Isıtma, soğutma ve güç üretiminin kombine uygulanması.

Enerji korunumunun mutlak şart olarak kabul edilmesinin dışında geri dönüşebilen enerji kaynaklarının daha ön plana alınıp kullanımının yaygınlaştırılması Dünya'nın ve ülkemizin hem enerji tasarrufunda hem de hava kirliliğini önlemede vazgeçilmez

Orhan MERTOĞLU

1951 Malatya doğumludur. 1969 yılında Elazığ Lisesini, 1972 yılında Makina Mühendisliği Eğitimini tamamlamıştır. 1973-1983 MTA Enstitüsünde çeşitli görevler ve Şb. Müd.'lüğü 1983-1984 Özel bir Anonim Şirkette Genel Müdürlük, 1984'den bu tarafa Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi kapsamında faaliyet gösteren Anonim Şirket Yönetim Kurulu Başkanıdır.

1973'den bu yana yaptığı çalışmalarda jeotermal kaynaklı elektrik üretimi, jeotermal akışkandan CO₂ ve kuru buz üretimi, kuyu içi eşanjör ile jeotermal ısıtma, jeotermal kuyu ve boru hatlarındaki kabuklaşmaya kimyasal yoldan engel olma, bölgesel merkezi ısıtmaya dörtlü (sanaayi, sera, kaplıca, konut ısıtması) entegrasyonu uygulaması gibi Türkiye'deki birçok ilkleri gerçekleştirmiştir. Uluslararası Konferanslarda 20 adet, Yurtiçi Konferanslarda 72 adet bilimsel tebliğ sunmuştur. Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği Yönetim Kurulu Üyesi, Tesisat Mühendisleri Derneği Asıl üyesi, Geothermal Resources Council Üyesi, Türkiye Jeotermal Derneği Genel Başkanı International Geothermal Association, IGÄ (Uluslararası Jeotermal Derneği) Avrupa Başkanı, EGECE (European Geothermal Energy Council-Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi) Başkan Vekili olarak sektöre hizmet vermeye devam etmektedir. 1983 yılında Tübitak Teşvik Ödülü kazanmıştır.

jeotermal enerjinin kullanımını ülkemizde ön plana taşımaktadır.

Jeotermal kaynaklar ile elektrik üretimi, bölgesel ısıtma-soğutma, sera ısıtması, balık çiftlikleri, termal tesisler gibi sistemler birbirlerine kolayca entegre edilebilir. Jeotermal enerji hammadde olarak %100 yerli enerjidir. Ülkemizde bu enerjinin kullanımı için gerekli teknoloji, teknik ekipman ve tecrübe son yıllarda oldukça gelişmiştir. Bu sebeplerden dolayı jeotermal enerji kullanılabilen en ucuz enerji türü konumuna gelmiştir.

Çevre kirliliğini önlemek (azaltmak), enerji teminini sürekli ve ucuz hale getirmek için bize düşen sahip olduğumuz jeotermal enerji kaynaklarının biran evvel tekniğine uygun verimli, ve ekonomik olarak kullanılabilir hale getirmektir. Yurdumuzdaki ve Dünya'da ki jeotermal enerji kaynaklarının çoğu orta ve düşük ısı değerlikli olup daha çok doğrudan ısıtmaya uygundur. Jeotermal enerji kaynaklarımız %95'ine yakın bölümü orta ve düşük ısı değerlikli kaynaklar olup ısıtma maksatlı enerji teminine müsaittir. Mevcut jeotermal kaynaklarımızın değerlendirilmesinde en iyi yol bölgesel ısıtma yapmak ve buna entegre sistemler kurmaktır.

Yapılan araştırmalarda mevcut jeotermal enerji kaynaklarımız - la 7000 MWt ısıtma yapmamız mümkün - dür, ancak jeotermal enerji ile henüz yalnızca 350 MWt ısıtma yapılmaktadır.

Özellikle bölgesel ısıtma uygulamaları büyük maliyetler tutan yatırımlar olması nedeniyle yapılacak sistemler için mutlaka titizlikle fizibilite raporlarının hazırlanması diğer enerji kaynaklarına göre ucuz temin etmek yatırımların makul sürelerde kendisini geri ödeye bildiğinin belli olması gerekmektedir. Aksi halde ucuz enerji kaynağı olarak bilinen jeotermal enerjiden faydalanmak fo-

enerji temini ülke yarınlının da teminatı olacaktır. Ülkemiz enerji kaynakları açısından zengin komşulara sahip olmakla birlikte kendi ihtiyaçlarının tümünü bugün için yerli olarak karşılayamamaktadır. 1998 yılında 86 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) olan toplam enerji ihtiyacımızın ancak %38'i yerli kaynaklarımız ile karşılanabilmiştir, ve istatistikler göstermektedir ki 2010 yılında bu değer % 33'e geyecektir. Toplam enerji tüketiminin %35'i konutlarda ısınma amaçlı olmaktadır. Bu tüketimin ağırlıklı olarak fosil yakıtlara dayalı olduğunun düşünülürse çevremize salınan karbon dioksit miktarının yaklaşık 81 Milyar ton/yıl olduğu görülmektedir. Ancak konut ısıtmasının bir bölümünü sahip olduğumuz jeotermal enerji kaynakları ile sağlamamız durumunda elde edilecek maddi tasarrufun büyüklüğü ve çevreye müsbet etkisi aşikardır. Fosil enerji kaynaklarının azalması, tükenmesi ve sınırlı olması sürekli olarak yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir enerji kaynaklarının aranmasına ve bu kaynaklardan en verimli şekilde faydalanmak için yeni teknolojiler üretmeyi zaruri kılmaktadır. Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak ülkemiz özeli olarak Hidrolik, Jeotermal, Güneş, Rüzgar, Biyokütle enerji kaynaklarından bahsedebiliriz.

İsmail DOKUZ

1955 yılında Niğde (BOR)'de doğdu. 1979 yılında Ankara'da yüksek öğrenimini tamamlayarak Makina Mühendisi oldu. 1979-1993 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü'nde çalıştı. Halen ORME Jeotermal A.Ş.'de Üretim ve İşletmelerden sorumlu Genel Müdür yardımcısı olarak çalışmaktadır.

Ali CANLAN

1964 Ankara doğumludur. 1981 yılında Ankara 50. Yıl Lisesini, 1987 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1994 yılına kadar projelendirme ağırlıklı tesisat mühendisi olarak özel sektörde görev yapmıştır. 1994 yılından bu tara fa jeotermal merkezi ısıtma konusunda faaliyet gösteren özel şirkette halen çalışmaktadır. İzmir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi başta olmak üzere dört projede aktif olarak görev yapmıştır. Makina Mühendisleri Odası, Jeotermal Derneği üyesidir.

Nilgün BAKIR

1968 Almanya doğumludur. 1987'de Zonguldak Mehmet Çelikel Lisesini, 1993 yılında Ortadoğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Jeotermal Hidrojeoloji ve Jeokimya konusunda yüksek lisans dersleri almıştır. Mezuniyetinden itibaren Jeotermal Merkezi Isıtma konusunda faaliyet gösteren özel bir şirkette Fizibilite ve Dış İlişkiler Müdürü olarak çalışmaktadır. Almanca ve İngilizce bilmektedir. Jeoloji Mühendisleri Odası, Uluslararası Jeotermal Kurumu ve Korozyon Derneği üyesidir.

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI OLARAK GÖSTERİLEN SÜRDÜRÜLEBİLİR ve YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜRLERİ:

Hidrolik Enerji:

Hidroelektrik enerji, Türkiye'nin kullanılabılır en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Gelişmiş ülkelerin potansiyellerini büyük ölçüde değerlendirmiş olmalarına karşın, Türkiye'de işletmeye açılan tesislerde söz konusu potansiyelin ancak %29'lük bölümü hizmete su-

nlmuş durumdadır.

Jeotermal Enerji:

Jeotermal enerji ülkemiz için önemli bir yenilenebilir kaynaktır. Türkiye, jeotermal potansiyel açısından Dünya'nın yedinci ülkesidir, muhtemel jeotermal potansiyelin kullanılmasının getirebileceği ekonomik kazanım 9 milyar \$/yıldır. Yüzeysel sıcaklığı 40 °C'nin üzerinde

ve kullanıcılar teşviklerle desteklenmelidir. Ülkemizde şu an için 2.5 milyon m² kurulu kolektör alanı olup yıllık enerji kazancı 120 bin TEP kadardır. Fotovoltaik sistemler ihmal edilebilecek kadar azdır, güneş soğutması ve güneş termik santralleri hiç yoktur.

Rüzgar Enerjisi:

Geçmişte kullanımı su pompajı ile sınırlı

140 jeotermal saha mevcuttur. Ancak, bunlar - dan sadece dört tanesi elektrik üretimine uy - gundur. Bu sahalardan Denizli – Sarayköy'de 20.4 MW kurulu elektrik gücünde bir santral mevcuttur. Diğer sahalarda da elektrik santrali kurulmalıdır. Ayrıca, bu sahalarda elektrik üre - timine entegre olarak, merkezi ısıtma vb jeoter - mal uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

Geri kalan sahaların ısıtma amaçlı olarak ve düşük sıcaklıkta ısı enerjisi gerektiren uy - gulamalarda değerlendirilmesi teşvik edilmeli - dir. Türkiye'nin teorik jeotermal toplam kapasite - si 31.500 MWt olup bu değer 5 milyon konut eşdeğeridir. Ancak, bu muhtemel bir değer olup, hedef olarak bir milyon konut öngörüleb - lir. 31.500 MWt hedef potansiyelin kullanılabilir ha - le gelmesi ile (petrol fiyatlarının sabit kalacağı kabul edilerek) yılda 20 Milyar USD ekonomiye katkı sağlanabilecektir.

Jeotermal enerjinin çevre dostu karakterde kullanılması için tüm Dünya'da yasalarla zo - runlu hale getirilmiş olan reenjeksiyon (yeraltı - na geri verme) tekniğinin uygulanması, hem rezervuar parametrelerinin korunması hem de jeotermal suyun çevreye zarar vermemesi için şarttır.

Güneş Enerjisi:

Türkiye coğrafi konumu itibarıyla güneş ku - şağı içerisinde yer almakta olup, güneş ener - jisinden yararlanma potansiyeli, Doğu Karade - niz Bölgesi dışında tüm bölgelerimiz için önemle ele almamız gereken bir büyüklüktedir. Güneş enerjisinden su ısıtma, konut ısıtma, pişirme, kurutma, soğutma gibi ısı amaçlarıyla yararlanılabileceği gibi, güneş enerjisini elekt - rik enerjisine dönüştürmek de olanaklıdır. Ü - kemiz sahip olduğu yüksek güneş enerjisi po - tansiyelini, beyin gücü ve teknoloji geliştirmeye gereken önemi vererek değerlendirmeli ve yal - nızca gelişmiş ülkelerin bir pazarı olmamalı - dır. Bunun için de güneş enerjisi uygulamaları - nın yaygınlaşip gelişmesini sağlayacak ku - rumsal altyapı oluşturulmalı ve gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Uygulamaya yönelik verimli ve maliyet etkin çözümler geliştirilmesinin için araştırmalara kaynak ayrılmalı, ilgili firma

olan rüzgâr enerjisinin, günümüzde elektrik üretim amacı ile kullanımı ön plana çıkmıştır. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi, konvansi - yonel enerji kaynaklarıyla ekonomik olarak ya - rışabilir konuma gelmiştir. Türkiye'de son iki yıl içinde 26 rüzgâr santrali kurma başvurusu yapılmıştır. Ülkemizde var olan rüzgâr potan - siyelinden yararlanarak elektrik enerjisi üretil - mesi için "Ulusal Rüzgâr Enerjisi Programı" ha - zırlanarak uygulamaya konulmalıdır. Bu prog - ramda 10 yıllık bir dönem için politikalar, hedefler, yatırımlar, teşvikler ve Ar-Ge konuları yer almalıdır.

Biyokütle Enerjisi:

Ülkemizde klasik biyokütle kaynaklarından olan odun ile bitki ve hayvan atıkları uzun yıl - lardan beri özellikle ısınma ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır. Ancak bu kullanımın ilkel ve ekonomik olmayan bir biçimde gerçekleştiği söylenebilir.

Türkiye'de atıklara dayalı biyokütle enerjisi (biyogaz ve çöp santralleri) için bazı çalışma - lar yapılmıştır. Dünya'da giderek yaygınlaşan bu çalışmalara önem verilmeli ve hayvan çiftli - ği gübrelerinin ve şehir çöplerinin değerlendiril - mesi için araştırma ve demonstrasyon proje - leri yürütülmelidir. Ormanlık potansiyeli ile il - gili bilgiler bulunmakla beraber, ormanlarımız biyokütle enerjisi üretim potansiyeli açısından değerlendirilmiş değildir. Enerji plantasyonları biçimindeki tarımsal üretim olanakları üzerinde durulmamış ve konu tarımsal üretim planların - da ele alınmamıştır. Kısacası, Türkiye'nin bi - yokütle enerji potansiyeli tam olarak bilinme - mektedir.

JEOTERMAL ENERJİ İLE BÖLGESEL ISITMA

Bir veya birkaç ısı merkezinden üretilen ısı - nın, bir boru ağı (şebeke) ile dağıtılarak en - düstriyel tesislere, toplu konutlara, mahallelere, şehirlere ulaştırılmasına bölgesel ısıtma diye tanımlayabiliriz.

1829'da Amerika'da taşınması ilk defa

1829'da Amerika'da gerçekleşmiştir. Yıllarca

ısının taşınmasında buhar kullanılmış, 1930'lardan sonra kızgın suya geçilmiştir. Isıt - ma sezonunun uzun sürdüğü ve dış hava sı - caklığının düşük olduğu yerlerde (yani yıllık ısı tüketiminin fazla olduğu yerler Kuzey Avru - pa, Rusya gibi) çok çabuk yaygınlaşmıştır.

Bölgesel ısıtma yakıt ekonomisi, çevre te - mizliği ve sağlık, şehircilik, işletme ekonomisi emniyeti ve rahatlığı, enerji ekonomisi ve emniyeti bakımlarından avantajlara sahiptir.

Bölgesel ısıtma ısının üretimi, taşınması (şebeke) ve bina altı elemanları olarak üç bö - lümde incelenebilir. Şebeke ve ısı üretim mer - kezi toplam yatırımın en büyük kısmını oluşt - rup çok iyi optimizasyon yapılması gerek -

ri, balık çiftlikleri termal turistik tesislerde kulla - nımında yaygınlaşmaktadır.

Uzun Dönemli Kaynak Potansiyeli:

Optimum geliştirme stratejileri ile jeotermal enerji bir milletin çok uzun dönemli enerji ihtiya - cını karşılayabilir.

Esnek Sistem Büyüklüğü:

Jeotermal Isıtma Sistemlerinin kapasite bü - yüküğü bir evi ısıtma için gerekli olan 30 kWt'dan, bir merkezi ısıtma sistemi için gerekli olan onlarca Megavatlık güce çıkabilir.

Modülerlik:

tedir. Ülkemizde jeotermal enerjinin kullanılabilir hale getirilmesiyle bölgesel ısıtma uygulamaları yapılabilmektedir. Şu anda bölgesel şehir ısıtmalarının tamamı jeotermal enerji ile çalıştırılmaktadır.

En çok kullanılan jeotermal enerji kaynağı "Hidrotermal" sistemlerdir. Bunlar yer kabuğu altındaki magma tarafından ısınmış kırık veya gözenekli kayalar arasında sıcak su veya buhardan oluşur. Bu kaynakların sıcaklıkları çok değişken olup 350°C'ye kadar ulaşan kaynaklar mevcuttur. Ülkemizdeki en yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynak ise Kızıldereli'deki 247°C'lik kaynaktır.

Jeotermal enerji ile yapılan bölgesel ısıtma sistemlerinin avantajları şöyle sıralanabilir. konutlara ulaştırılmasına kadar olan proses

Yerli Enerji:

Bir ülkenin özvarlığıdır. Üretimi ve işletimi, sistemin kurulduğu yerde olma zorunluluğundan dolayı Yerli Enerji adını alır. Jeotermal enerji; kaynağın yeryüzüne boşalım yaptığı noktadan itibaren kullanıma sunulmasından ötürü yerli enerjidir. Bu sayede ithal edilen konvansiyonel ve taşınabilir enerjiye olan bağımlılık azaltılabilir (Petrol, kömür, gaz...).

Temiz Enerji:

Jeotermal enerji kullanımından dolayı çevreye hiçbir atık olmaması nedeni ile konvansiyonel yakıtların yanması sonucu çıkan emisyonların ülke ve Dünya bazında azaltılmasına yardımcı olur.

Kullanım Çeşitliliği:

Elektrik üretimi, doğrudan ısıtma ve yeraltı ısı pompalarına ısı kaynağı olarak üç tane yaysi temin ve ekonomik kullanım alanı vardır.

Bunların yanında sera ısıtması, endüstriyel tesislerde proses ısısı temini, sebze meyve ve endüstri ürünleri kurutması, soğutma sistemle-

Bir jeotermal sistemin kurulması aşamasında ilk yatırım maliyetinin daha kolay karşılanabilir hale getirilmesi, sistemin birkaç parçaya (modüle) ayrılıp, tek bir merkezde aynı enerji kaynağını kullanarak birbirinden bağımsız halde işletilebilen modüllerin zamana bağlı olarak kademe kademe devreye girmesi ile sağlanır. 20.000 konutluk bir sistem 5.000 konutluk 4 modül halinde kurulabilir. Enerji kaynağının ortak tek merkezde yapılması otomatik kontrolü, işletmeyi ve bakımı çok ekonomik ve kolay hale getirir.

Yüksek Verimlilik :

Bu verimlilik jeotermal suyun üretilmesinden itibaren ulaştırılmasına kadar olan proses içinde kullanılan tüm ekipmanlarda, dizayn ve uygulamada ileri teknoloji kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminde üretilen kullanılabilir enerji %99'a yakın verimlilikle kullanılabilir.

Bileşik Kullanım:

Elektrik üretimi, merkezi soğutma, merkezi ısıtma, balıkçılık, termal tesis olarak kombine kullanılabilir. Bunun dışında jeotermal enerji, diğer enerji türleriyle entegre kullanım için de elverişlidir.

Düşük İşletme ve Bakım Maliyeti:

Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminde işletme ve bakım maliyetleri şu ana unsurlardan oluşur.

- Enerjinin üretilmesi, hammadde temini,
- Enerjinin taşınması için gerekli enerji temini,
- Sistemin işletilmesi için gerekli sarf malzeme-temini,
- Sistemin işletme ve bakımını sağlayan personel giderleri,
- Sistemdeki cihaz ve ekipmanların bakım onarım maliyetleri.

Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminde enerji sıcak akışkan olarak hazır üretilmesi nedeniyle hammadde gideri yoktur. Sistemin işletme giderleri içindeki en büyük payı enerjinin taşınması için gerekli pompaların tükettiği elektrik enerjisidir. Sistem tam otomatik kontrol ile desteklenen değişken debili olması nedeniyle tüketilen ısı enerjisi oranınca elektrik enerjisi tüketilmesi sağlanır. İşletme giderlerinin en büyük bölümünü oluşturan elektrik tüketiminde bu sayede minimum hale getirilir. Binlerce konuta ısıtma hizmeti veren güç merkezinin tek bir yerde olması iyi seviyede enerji kontrolü yapan bir otomasyon sistemini ekonomik olarak çözüme imkanı sağlar. Sistemin tam otomatik çalışabilmesi yalnızca bakım ve idari işler için personel bulundurmasını sağlar. Böylece personel giderleri en aza indirgenir.

Dizaynda ve uygulama uygun teknolojilerin optimize edilmesi ve kalifiye elemanlarca kontrolü işletme sarf malzemesi ve bakım giderle-

yapılır.

Binalara jeotermal su ile ısıtılmış temiz su (ısıtıcı akışkan) direkt verilebileceği gibi, jeotermal kaynağın ve ısıtma yapılacak yerin karakterine bağlı olarak bina altına konulacak bir eşanjör ile bina ana sistemden bağımsız hale getirilebilir.

Jeotermal Merkezi Isıtma sistemleri 365 gün 24 saat (kışın ısıtma+kullanım sıcak suyu enerjisi, yazın kullanım sıcak suyu enerjisi soğutma) sürekli çalışabilir şekilde olup kullanıcılara ucuz yoldan büyük bir konfor getirmektedir.

Hem çevreyi korumak, hem de fosil yakıt tasarrufunu maksimum yapabilmek için jeotermal enerji kaynaklarımızı maksimum kullanmamız gerekmektedir.

Bunun için çok sayıda sahip olduğumuz düşük sıcaklıklı (60°C ve altı) jeotermal kaynakların ısıtma maksatlı kullanımı sağlamalıyız.

DUŞUK SICAKLIKLI AKIŞKANLAR İLE ISITMA

1. Düşük Sıcaklıklı Akışkan İle Isıtmanın Avantajları

Bölgesel ısıtma sistemlerinde işletme getirilerek daha iyi verim elde edilebilir. Özellikle Danimarka'da ki sistemin gösterdiği tecrübeler akış sıcaklığını 70-80°C'ye düşürülerek çok önemli enerji tasarrufunun, hiçbir yatırım gerektirmeden, sağlandığını teyit etmektedir. Bölgesel Isıtma sistemlerindeki sıcaklık düşürmenin avantajları temelde

- Şebekedeki ısı kaybının azalması,
- Merkezi Isıtma Sistemi enerji üretim veriminin artırılması,
- Isı depolama tankının daha rahat kullanılması,
- Fazlalık ısının endüstride kullanılabilme şansının gelişmesi,
- Kondanser ile ısıtma kazanı işletmesinin sağlanabilmesi,
- Şebeke dizaynının kolaylaştırılması.

Danimarka Merkezi Isıtma sisteminde (akış kontrollü) gidiş sıcaklığı düşürüldüğünde dönüş sıcaklığının nasıl davranacağını analiz etmek için testler yapılmıştır. İlk olarak bir hafta süresince sisteme 85°C'deki (normalden biraz yüksek) dönüş sıcaklığı ile işletilmiştir, sonraki hafta 5°C düşürülmüştür. Sonuçlar tablo 1'de gösterilmiştir. Bu testlerin yapıldığı sistemdeki evlerin radyatörleri 90°C/70°C'ye dizayn edilmiş olduğu halde 70°C/43°C'de sınırsız ısınma sağlanmıştır.

Bunun için bazı adaptasyon işlemi kaybı, boru hattında ki, ortalama sıcaklık

rini en aza indirir. Sistemin en büyük bölümünü oluşturan boru şebekesinin teknolojisine uygun dizayn ve uygun malzeme ile yapılarak hareket eden elemanların en az kullanımı bakım onarım maliyetlerini en aza indirir.

İyi bir araştırma geliştirme çalışmasından sonra açılan kuyulardan jeotermal sıcak akışkan artezyenik veya kuyu içi pompalı olarak üretilir. Üretimde karşılaşılabilecek kabuklaşma ve korozyon problemi günümüzde tamamen çözülmüştür.

Üretilen jeotermal sıcak akışkanın enerjisi plakalı ısı eşanjörleri ile temiz sıcak suya aktarılır. Ardından enerjisi alınan jeotermal akışkanın düşük sıcaklıkla (40-45°C) bir miktarı sera ısıtmasına, kaplıca kullanımına ve balık çiftliklerine verilebilir. Geriye kalan asıl miktar başka jeotermal kuyuya reenjekte edilir, kaynağına geri gönderilir. Isı tüketicilerinin ve jeotermal kaynağın karakterine bağlı olarak sistem ısı pompası, peaking sistemle kombine kullanılabilir. (Isı pompası uygulaması ülkemiz için henüz ekonomik çözüm olarak gözükmemektedir.)

Yatırımın büyük bölümünü oluşturan dağıtım ağı (boru şebekesi) dizaynında minimum ısı kaybı, minimum sürtünme kaybı (pompalama enerjisi), minimum maliyet, uzun ömür, hızlı yapım, esneklik şartları çok iyi optimize edilmiştir. Binalar genelde önceden yapılmış olduğundan, binalarda bulunan mevcut tesisatlarının öncelikle bölge ısıtmasına, daha sonra jeotermal enerji ile (düşük sıcaklıklar için bu çok daha önemlidir) ısıtmaya uygun hale getirilmelidir. Bunun için bazı adaptasyon işlemi kaybı, boru hattında ki, ortalama sıcaklık

fonksiyon olarak şekil 1'de gösterilmiştir. Her türlü boru için bu şekil geçerlidir.

Tf (gidiş)	85°C	80°C	75°C	70°C
Tr (dönüş)	50°C	47°C	44°C	43°C
Tdiş	~ 3°C	~ 2°C	~ 4°C	~ 3°C
Taveraj	67.5°C	63.5°C	59.5°C	56.5°C
°T	35°C	33°C	31°C	27°C
Boru hattındaki kayıp azalması	%0	%6.7	%13.4	%18.5
Enerji tasarrufu	0 TJ	31 TJ	62 TJ	85 TJ

Test sonuçları dönüş sıcaklığının da düşüğünü göstermektedir. Gidiş sıcaklığı 85°C'den 70°C'ye düşürülmesiyle şebekedeki ısı kaybı %18.5 dolayında azalmıştır. Bunun sonucu olarak sistemde yaklaşık 460 TJ/yıl'dan 375 TJ/yıla bir azalma olur. Test boyunca gidiş sıcaklığının düşürülmesinden kaynaklı herhangi bir şikayet alınmamıştır (yaklaşık 20 000 abone).

Bunun yanısıra, şebeke dizaynında kolaylığı Merkezi Isıtma Sistemi dizaynında düşük sıcaklık sayesinde birçok avantaj kazanılmıştır. Bu avantajlar iki ana konuda ilişkilendirilmiştir.

- Sistemin güvenliği için konulan kurallar, birçok ülkede, sıcaklık 120°C'nin altında tutulduğu zaman tamamen değişir.
- Sistemdeki tüm elemanların işletme ve dizayn basınçları azalır, ekonomi sağlanır. Boru şebekesinde kullanılan genişleme elemanı sayısı azalır.

Sonuç olarak, düşük sıcaklıklı işletme Danimarka'da ki yeni olan hemen hemen tüm taşınma hatlarının kompanzatörsüz veya malzemedeki çok fazla stresin sebep olduğu zararlara karşı borunun korunması için gereken diğer düzenlemeler olmadan kurulmasını sağlamıştır. Bu şekilde, imalat (kontrüksiyon) giderleri ticari sistemlerdeki imalat giderlerinin altına çekilmiştir.

2. Düşük Sıcaklıklı Akışkanlar ile Isıtmanın

Gereği

Günümüzde yeraltından ekonomik olarak yeterli miktarda ısı elde edebilmenin tek yolu

(yanma için 20.000 abone)

Aradaki sıcaklık farkı (gidiş-dönüş arasında) 35°C'den 28°C'ye düşmüştür ve sistemdeki su debisinde artma ile sonuçlanmıştır. Test boyunca pompalama için tüketilen elektrik monitörize edilmiştir ve elektrik tüketiminde bir artma olmadığı görülmüştür.

Yüzey altında bulunan ve sıcak kayalara temas ederek ısınan suyu üretmek ve işletmektir.

Ülkemizdeki jeotermal enerji kaynaklarının büyük bölümü orta ve düşük sıcaklıklıdır. Mevcut bilinen 140 jeotermal sahanın yalnızca 4'ü yüksek entalpidir ve elektrik üretimine uygundur, diğerleri doğrudan ısıtma ve buna en-

Bu resmi görmek için, QuickTime™ ve bir GIF açıcı gerekir.

Şekil 1. Bölgesel ısıtma borularından sıcaklığa bağlı ısı kaybı azal -

tegre sistemler için uygundur.

Doğrudan ısıtmaya uygun sahalarda düşük sıcaklıklı olanların miktarları küçümsenmez. Bu tür jeotermal sular ülkemizde çok yaygın olarak bulunmaktadır ve kolaylıkla işletilebilir. Jeotermal enerji kullanımını artırmak ve yaygınlaştırmak için düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanların kullanılabilirliğini geliştirmek gerekmektedir.

Düşük sıcaklıklardaki jeotermal akışkanın direkt ısıtma maksatlı kullanımı ile ilgili teknolojiler kendisini ispatlamıştır ve birçok ticari tesis hali hazırda işletilmektedir.

- Sandıklı Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi 69°C
- Afyon Oruçoğlu Termal Tesisleri 49.5°C
- Haymana Camiiler Isıtması 44°C
- Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi 56°C
- Urfa Karaali Sera Isıtması 42°C

Bu çerçevede bu bildiride amaç bazı tipik ticari tesisleri referans göstererek düşük ısı jeotermal kaynaklarının kullanımını açıklamaktır.

Türkiye için umudumuz ve dileğimiz çevreyi kirletmeyen ve enerji tasarrufu sağlayan fuel oil eşdeğeri döviz tasarruf sağlayan jeotermal sistemin yıllık ısı enerjisi ihtiyacı eğri altında kalan alanın toplamına eşittir.

Isıtma düşük sıcaklık kullanılması, jeotermal enerjinin kullanım verimliliğinin arttırılmasının yanında, enerji kaynağından bağımsız olarak aşağıdaki faydaları sağlar:

• Konutlarda yaşayan insanlar için ısı konfor hissi artar,

- Isı dağıtım borularındaki meydana gelen ısı kayıplarını (birim yüzey alanda) azaltır,
- Isıtıcı elemanların bulunduğu dış duvardaki ısı kayıplarını azaltır,
- Sistemin yıllık işletme verimini artırır,
- Toz yanması nedeniyle oluşan duvar ve perde islenmesini önler,
- Ortam havasını kurumasını azaltır ve solunum rahatsızlığı yapmaz.

3. Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi Planlamasında Enerji İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Mahal (konut) ısıtma sistemleri için gerekli yıllık ısı gücü dış hava sıcaklığının bir fonksiyonudur. Isı gücü ihtiyacı verileri bir güç eğrisinde gösterilir. Eğride yatay eksen zamanı, dikey eksen ise eşit zaman aralıklarındaki gerekli ısı gücünü gösterir. Isı gücü yükleri dış hava sıcaklıkları ile ilişkili olduğundan, dış hava sıcaklığı ve ısı gücü aynı eksende gösterilebilir.

Sistemin yıllık ısı enerjisi ihtiyacı eğri altında kalan alanın toplamına eşittir.

Dış hava ortalama sıcaklığının ısıtmaya ihtiyaç olmadığı referans değerinin altına düşmüş günler ile dış hava ortalama sıcaklıklarının çapılmasının toplamı ile derece-günler bulun-

Bu resmi görmek için, QuickTime™ ve bir GIF açıcı gerekir.

Şekil 2. Bölgesel ısıtma borularından sıcaklığa bağlı ısı kaybı azalması

bilir. Yıllık ısı gücü yükü eğrileri sistemin bulacağı coğrafi özelliklere, dış hava koşullarına iklim şartlarına, enlem, boylam rüzgar v.b. faktörlere, konutların yapı elemanına ve yapının hacmi/dış yüzey alanı oranlarına hatta insanların alışkanlıklarına göre değişkenlik gösterirler.

Kırşehir jeotermal merkezi (bölgesel) ısıtma sisteminin kapasitesi 1800 konut eşdeğeri iken yıllık ısı enerjisi tüketimi yaklaşık 75.000 MWh'tir.

56°C'deki jeotermal sıcak su ile bu ihtiyacın (%99) büyük bölümü karşılanabilmektedir.

Kullanım sıcak suyu sistemlerinin yıl boyunca kullanılması ve 10°C-15°C den alınıp 40-45°C'ye kadar ısıtılması jeotermal suyun kullanılabilirliğini artırmaktadır. Konut ısıtma sistemlerinde yıllık ısı enerjisi ihtiyacının %90'ı, Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi olarak jeotermal enerji ile karşılanabilmektedir. Bu sayede çok büyük miktarlarda petrol tasarrufu sağlanabilmektedir.

50°C'de ki jeotermal akışkan ile dış hava dizayn sıcaklığı -12°C olan bir bölgesel ısıtma sisteminde pik ısı yükünün %78'i jeotermal enerji ile sağlamakta, yıllık ısı enerjisi ihtiyacının %99'u jeotermal enerji ile sağlanmaktadır.

Sera yapı malzemesi, ürünün çeşidi ve dış hava şartlarına göre sera ısı yük değişmekle birlikte, 45°C'de ki jeotermal akışkan ile seranın yıllık ısı yükünün %50-60'ı jeotermal enerji ile karşılanabilmektedir.

Mevcut jeotermal enerji kaynaklarımızı maksimum değerlendirebilmek için bu tür jeotermal kaynaklara yakın yerleşim bölgelerinde gelecekte jeotermal enerjinin kullanımı düşünerek yeni binaların buna göre dizayn edilip yapılmasında büyük fayda vardır. Döşemeden ısıtma sistemleri düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanların kullanımına en elverişli sistem

bağlanmıştır. Sistem hiçbir işletme gideri olmaksızın camii ısıtmakta ve kullanım sıcak suyu temin etmektedir.

Daha sonraki uygulama Afyon Oruçoğlu termal tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Bunun termal tesis olması nedeni ile jeotermal suya ihtiyacı bulunmaktadır. Temin edilen jeotermal su 49,5°C'dir. Tesisin ısıtma sistemi döşemeden ısıtma+büyük yüzey radyatördür. 49,5°C'deki jeotermal enerji ile tesis ısıtılmaktadır.

Tesisin ısıtma sisteminde pik yükleri karşılamak üzere konvansiyonel ısıtma (peaking) sistemi mevcuttur. Ancak bugüne kadar bu sistemin çalışmasına gerek olmamıştır.

Daha sonraki uygulama olan Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemidir.

(K.J.M.I.S.) düşük sıcaklıklı akışkan ile yapılan ısıtma sistemlerinin en büyük kapsamlı ilk örneğidir.

Bu sistemin klasik merkezi ısıtma sistemlerinden en büyük farkı ısıtıcı akışkan sıcaklıklarının 90/70°C'nin altında olmasıdır. Isıtma sistemlerinde Tüm Dünya'da özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde 90/70°C sıcaklık rejimi tercih edilerek daha düşük sıcaklıklar kullanılıyor olmasına rağmen henüz ülkemizde yaygınlaşmış değildir.

Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi'nin projelendirildiği ve yapımına başlandığı Mart 1992'de 56°C ısıtıcı akışkan ile dış hava dizayn sıcaklığı -12°C olan bir yerde ısıtma yapmanın mümkün olmayacağı yönünde görüşler çoğunlukta idi.

15 yıldan fazla süre içinde yapılan gözlemler, ultrasonik debi ölçerli kalorimetreler ile yapılan ölçümler ve deneyimler sonucunda mevcut kullanılan hesap yöntemleri ile belirlenen ısı yüklerinin gerçekleşen ısı yüklerinden or

akışkanlarını kullanımına en gelişmiş sistemlerdir.

4. Ülkemizdeki Düşük Sıcaklık Isıtma Uygulamaları

Ülkemizde düşük sıcaklıklı akışkanlar ile mahal ısıtmasına en güzel örneklerden biri Ankara'nın Haymana İlçesindeki (-12°C) Hacı Hasan Camiinin ısıtmasıdır. Camii'ye yaklaşık 50 m mesafede bulunan jeotermal su üretim kuyusu artezyenik olarak 44°C'de üretim yapmaktadır. Bu su Belediye'ye ait termal tesislere kaplıca maksatlı kullanım için taşınmaktadır. Camii'ye ısıtması için öncelikle camii'ye döşmeden ısıtma sistemi yapılmıştır. Kuyubaşından alınan su döşmeden ısıtma sistemine doğrudan verilmiş, burada çıkan su camii şadırvanına

ısı yüklenimini, gerçekleştirilen ısı yüklenimden ortalamaya üç kat fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenleri;

- Hesaplamalarda kullanılan dış hava dizayn değerleri müsbet yönde artış göstermektedir. Yalnızca bu durum %20 fazla ısı yükü hesaplamasına ve ilk yatırımın yüksek tutulmasına neden olmaktadır.
- Kullanılan hesaplama yöntemleri durgun (statik) şartları dikkate almaktadır. Oysa ısı kaybı ve kazancı dinamik bir olaydır. Isı yükü hesabındaki en büyük fark dinamik etkilerin dikkate alınmamasından kaynaklanmaktadır.
- Jeotermal merkezi ısıtma sistemleri, mahal ısıtmasının yanında kesintisiz kullanım sı-

cak suyu hazırlama enerjiside sağlamaktadır. Isı yükünün belirlenmesinde klasik hesap yöntemlerinde olduğu gibi kullanım sıcak su yükü mahal ısıtma yüküne doğrudan eklenmez. Bunun iki nedeni vardır. Jeotermal enerjiden maksimum faydalanmanın yolu dönüş sıcaklığını mümkün olan en düşük sıcaklığa indirmektir. Mahal ısıtmasından (Radyatör) dönüş suyu sıcaklığı 40°C civarındadır. Kullanım suyu sıcaklığı ise 45°-50°C'dir. Ortalama 15°C deki soğuk suyun 43°C'ye kadar ısıtılması için merkezi sisteme ilave bir yük gelmemektedir, atılacak olan enerjiden yararlanılmaktadır. Kullanım sıcak suyu hazırlama yükü bir günde ortalama 10 dakikalık bir periyotta gerçekleşmektedir.

Dış hava sıcaklığı, dizayn değerinin altında iken günde iki defa 10 dakika boyunca mahal ısıtma yükünden fedakarlık etmek, oda sıcaklığını konfor sıcaklığının altına indirmektedir ve ölçülebilir bir değişiklik bile gözlenmemektedir. Bunun nedeni yapı malzemeleri ve eşyaların ısı tutumudur.

Ayrıca sıcak su hazırlayıcıları ani sıcak su hazırlayıcı yerine, depolu veya kısmi depolu yapmak sıcak su yükünü mahal ısıtma yüküne bir ilave yapmaksızın rahatlıkla karşılamamızı sağlamaktadır.

- Merkezi sistem ile mahal ısıtmasında amaç binadaki odaları tek tek ısıtmak değil, yapının tümünden (dış cephesinden) kaybolan ısıyı binaya vermektir. Bu durumda güneş, insan, cihaz, ve armatürlerden oluşan ısı kazancı binaya verilecek enerjiyi azaltmaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü düşük sıcaklık ile ısıtma yapabilmenin gereği yeterli büyüklükte ısıtıcı eleman yüzeyine sahip olmaktadır sonucuna varılmıştır.

Jeotermal Merkezi Isıtma sisteminin kurula- cağı yerlerde daha önce klasik hesaplama yöntemlerine göre dizayn edilip yapılmış kalorifer tesisatlarının (radyatör yüzey alanlarının) gerekçesiz ısı yükünden yaklaşık üç kat büyük

künün %78'i jeotermal enerji ile %22'si fuel-oil ile karşılanacaktır. Bir ısıtma sezonunda dış hava ortalama sıcaklığının -5°C'nin altına düştüğü zaman çok az olması nedeniyle sistemin yıllık ısı yükünün %99'u jeotermal enerji ile karşılanabilmektedir.

Isı yükü dış hava sıcaklığına göre değiştiğinden ihtiyaç ısı yükü kadar enerjiyi konutlara ulaştırmak için kademeli değişken debi + değişken sıcaklık sistemi uygulanmıştır. Bunu sağlayabilmek için hem jeotermal su devresi pompaları, hemde şehir sirkülasyon devresi pompaları üçer kademe yapılmıştır.

Minimum kademe pompaları pik ısı yükünün %15,6'sını (Bu pompalar aynı zamanda yaz sezonu pompalarıdır.) orta kademe pompaları pik ısı yükünün %39'unu maksimum kademe pompaları pik ısı yükünün %78'ini 56°C/40°C sıcaklık rejimi ile karşılamaktadır. Pik ısı yükünün %22'si ise değişken sıcaklık ile 61°C/40°C rejimi ile karşılanmaktadır. Şehir gidiş suyu sıcaklığının 56°C'den 61°C'ye yükseltilmesi peaking sıcak su kazanları ile sağlamaktadır.

Sistemin Tarihçesi ve Genel Bilgileri:

Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi'ne ait fizibilite çalışmaları 1992 Mart'ında başlamıştır. Yatırım da 1992 Kasım'ında başlamıştır. Mart 1994'te sistem 400 konuta hizmet verirken Şubat 1995 itibarıyla Kırşehir'de 1800'e ulaşmıştır. Kırşehir'de -12°C dış dizayn sıcaklığında, bir konut eşdeğerinin ortalama ısı yükü 8000 kcal/h'dir. Bir konut eşdeğeri 100 m² kullanım alanına 2.8 m yüksekliğe sahip bir daire olarak kabul edilmektedir. Şehire döşenmiş olan ana hat dağıtım boruları ve jeotermal merkez ana ekipmanları ki bunlar arasında jeotermal devresi pompaları, şehir ısıtma devresi sirkülasyon pompası ve ısıtma eşanjörleri 1800 konut ısıtmaya yetecek şekilde dizayn ve imal edilmiştir.

Sistem dizayn edilirken esas alınan değerler şöyledir:

Dış hava dizayn sıcaklığı : -12°C

çevreyi koruyakandan yararlanarak dış hava sıcaklığının düşük olması özellikle düşük sıcaklıklı akışkanlar ile ısıtma yapmayı mümkün hale getirmektedir.

K.J.M.I.S. Jeotermal Enerji + Peaking (konvansiyonel) sistem olarak dizayn edilmiştir. Dış hava ortalama sıcaklığı -5°C 'ye kadar olan ısı yükleri jeotermal enerji ile -5°C ve daha düşük sıcaklıklar için oluşan fark fuel-oil yakan sıcak su kazanları ile karşılanacak şekilde dizayn edilmiştir.

Oda sıcaklığı 20°C şartına göre pik ısı yükü

Dış hava sıcaklığı : 12°C

Oda Konfor sıcaklığı : 20°C

Bir konut eşdeğeri için birim

ısı yükü

: 8000 kcal/h

(ısıtma + kullanım sıcak suyu dahil peak değer)

Sistemin çalışma prensibi

: Kademeli değişken debi

Dizayn sıcaklıkları

: Sistem 57-

56/ 40°C jeotermal

54/38 şehir devresi olmak

üzere iki farklı çevirim sıcaklığında dizayn edilmiştir. Isı yükü : 14.400.000 kcal/h

Sistemin Enerji Kaynağı

T-5 jeotermal üretim kuyusu 1991'de (274 m derinlik, 57°C , 110 kg/sn) açılmış; T-6 (280 m derinlik, 57°C , 185 kg/sn) 1993 de açılmıştır. T-3 (333 m derinlik) üretim kuyularından 400 m uzaklığa açılmış ve Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminde reenjeksiyon kuyusu olarak çalışmaya başlamıştır. Üretim kuyularının birbirlerinden yaklaşık uzaklıkları 100 m'dir.

Kırşehir jeotermal merkezi ısıtma sisteminde şu anda T5 ve T6 üretim kuyularının beraber üretimlerinde oluşan akışkan kuyu başı sıcaklığı 56°C peak debisi da 255 kg/sn olarak (T5=90 kg/sn, T6=165 kg/sn) gözlemlenir.

Jeotermal Tesisat Merkezi

Kırşehir jeotermal tesisat merkezi; Sistemin ihtiyacı olan enerjinin jeotermal akışkandan alınarak şehir devresinde dolaşan işlenmiş yani yumuşatılmış ve korozyona karşı kimyasal madde enjekte edilmiş suya aktarıldığı, korozyona karşı son derece dayanıklı titan plakalı ısı iletimi yüksek olan plakalı eşanjörler, pompalar, hidrofor, su deposu, su yumuşatma cihazı, kimyasal dozajlama pompalarından oluşmaktadır.

Plakalı eşanjörler çağımızın en iyi ve en verimli ısı transfer ekipmanlarıdır. Bu cihazlarla ısı aktaran akışkanlar birbirlerine 2°C çok ekonomik olarak istenildiğinde 0.2°C 'ye kadar yaklaşım sağlamaktadır. Kırşehir örneğinde jeotermal su dönüş sıcaklığı 40°C 'ye kadar düşürülür. Ayrıca işletme ve bakım kolaylığı sağlayan eşanjörler, az yer kaplamakta (2-3 m²) ve yılda sadece bir kere temizlik gerekmektedir. Eşanjörün temizliği akışkanın kimyasal kompozisyonuna bağlı olmakla beraber, işletme sırasında inhibitör kullanılıp kullanılmamasına da bağlıdır.

Jeotermal devrede kullanılan pompalar serbest fanlı, santrifüj pompa olup pompaların fan ve milleri AISI 316 paslanmaz çelikten yapılmıştır. Korozyon bir akışkan olan jeotermal su içerdiği elementler ve sıcaklığı nedeni ile kullanılan ekipmanlar içinde tehlike oluşturmakta değildir. Bu nedenle, malzeme seçiminde yüksek

sıcaklık -5°C 'den düşük olursa peaking sistem devreye girer, bu sistem yıllık enerji tüketiminin %1'ini teşkil eder, bu fuel-oil bazlı sıcak su kazanları peak gücün 5 Milyon (2x2.500.000 kcal/h) kcal/h'lik kısmına izin vererek sağlamlaştırır. Bu sistem kışın peak yük sırasında şu ana kadar maksimum 2 hafta süresince kullanılmıştır.

Sistemin toplam jeotermal ısı enerji kapasitesi 45.600 MWt/yıl'dır. Jeotermal akışkanın enerjisi temiz suya ana ısı eşanjörleri ile (3 ısı eşanjörü, 545 m² toplam yüzey alanı) hacim ısıtmasında konutlardaki büyük yüzeyli radyatörler aracılığı ile transfer olur. Radyatörlerde dolaşan temiz su $54-38^{\circ}\text{C}$ sıcaklığı ile devir yapar. Bütün binalardaki ısı eşanjörleri binalardaki sıcak su kullanımı için 48°C sıcaklığında sıcak su üretir. Binalardaki bu küçük ısı eşanjörlerinin yüzey alanı 38.2-3.0 m² arasında değişir.

Şehir Dağıtım Şebekesi

Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma sisteminde kullanılan polyester fiber-glas borular taşıma hattında ön-izole edilmiş dönüş hattında ise izole edilmemiştir. İzolasyonsuz boru kullanabilmeyi cam elyaf takviyeli boruların özellikleri sağlamıştır. Bu borular 1.5-2 m derinliğine gömülmüştür. Kullanılan poliüretan izole, 40-50 kg/m³ yoğunlukta olup, su emmesi, kapalı gözenek yüzdesi bakımından Standart izolasyon kalınlığı için verilen izolasyonlu dış boru çaplarına göre cam elyaf dış boru üretiminde dolayısıyla buna göre izolasyon kalınlığı ortaya çıkmaktadır. Bu standarda göre yapılmış ve döşenmiş borulardır. Şehir dağıtım ağında sadece $0.4^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 'lik bir sıcaklık kaybı meydana gelmektedir. Kuyu başı ile jeotermal enerji ile ısıtılan en uzaktaki konut arasındaki uzaklık 2 km'dir.

Jeotermal akışkanın pompalanması ve şehir dağıtım pompalarının kontrolü, dış sıcaklık yoluyla akış hızı ve basıncın denetimiyle gerçekleştirilmektedir.

Ekonomik Değerlendirmeler

a. Yatırım maliyeti:

İşletme maliyeti Kırşehir'de kWh ısının toplam maliyeti sadece 0.65 cent'dir. 1994 Mart ayında 1800 konut olarak başlayan, Kırşehir Merkezi Isıtma sistemi yatırımın konut başına maliyeti 1350 \$'dır.

hassasiyet gerekmektedir.

Sistem tarafından istenen ortalama jeotermal debi yıllık 155 kg/s'dir. İstenilen maksimum jeotermal debi 250 kg/s'dir. Ortalama günlük sı-

b. Ekonomik maliyeti:

Kırşehir Merkezi Jeotermal Isıtma Sistemi'nin toplam yatırım miktarı (fizibilite, mühen-

dislik ve yapım beraber olmak üzere) 2 Milyon Amerikan Dolarıdır.

Kırşehir'de idarenin belirlemiş olduğu aylık ısıtma ücreti (100 m²'lik konut için) 1997 Isıtma sezonu için 5.175.000.- TL, 1998 Isıtma sezonu için ise 7.500.000.- TL'sidir. Bu TL bedel yıl boyunca sabit kalmaktadır.

DÜŞÜK SICAKLIKLI AKIŞKANLAR İLE SERA ISITMA SİSTEMLERİ

Seralar klasik ısıtma sistemlerinin yanı sıra düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanlarla da ısıtılabilirler. Düşük sıcaklıkla seraların ısıtılabilmesini sağlayan iki önemli faktör vardır:

1. Sera iç sıcaklığının 18°C gibi düşük sıcaklıklar olması
2. Sera içine çok büyük yüzeyli ısıtıcı eleman yerleştirilebilmesi.

Bu iki faktörde de, ısıtıcı elemandan, dönüş suyu sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasındaki farkın azalmasını sağlar. Dönüş suyunadaki sıcaklık indirgemesi gidiş sıcaklığını da indirgeyebilmeyi sağlar. Gidiş dönüş suyu sıcaklıklarının azalması, sera ısıtmasından düşük sıcaklık akışkanları kullanılabilir hale getirir.

Seraların tek başına jeotermal enerji ile ısıtılmasını sağlamak ekonomik ve temiz bir çözümdür. Seraların ısı yükünün tamamını veya büyük bölümünü düşük sıcaklıklı akışkanlar ile sağlamak sera ısıtmasının jeotermal enerji ile ısıtılan şehir ısıtma sistemine entegre olarak bağlanması imkanını verir. Bu durumda bu entegre sisteminin iyi olan ekonomisi çok daha müsbet hale gelir.

Düşük sıcaklıklı jeotermal akışkan ile sera ısıtmasında seranın dış yapı malzemesinden daha çok sera içi ısıtıcı elemanlarının dizaynı önem kazanır. Sera içi tesisatında ve sera yapım malzemelerindeki teknoloji hala gelişmekte olduğundan bu konuda kesin standart bir çözüm yoktur. İmkanlar ve ihtiyaçlar eldeki tecrübe bilgilerle çözümü oluşturur. Ülkemizin bulunduğu iklim kuşağında gün ışığı yeterinden fazladır. Bu nedenle PVC kaplı seranın uygulanması ekonomik olması nedeniyle yaygınlaşmaktadır. Gündüz gece sıcaklık farklarının büyük olduğu yerlerde çift cidarlı, cidarlar arasına kompresörle hava verilebilen seraların kullanılması avantajlıdır.

Jeotermal enerji ile yerel ısıtma sistemlerinin ortak yapıları şöyledir.

Üretim kuyuları ve üretim kuyularından daha az miktarda olan reenjeksiyon kuyuları, je-

otermal su üretim ve kontrol ekipmanları (kuyu içi pompadan dozaj sistemleri) jeotermal su taşıma boru hatları, ısı merkezi içinde ısı aktarma eşanjörleri (jeotermal suyu korozif ve kabluklaşma riski yok ise eşanjöre gerek kalmaksızın direkt ısıtıcı elemanlara gönderilebilir) konvansiyonel fosil yakıtlı destek ısıtma sistemleri (kazan+brülör) ısı dağıtma şebekesi ve sera içi kontrol ve ısıtma sistemleridir. Sera içi ısıtıcı elemanı olarak sık kullanılan küçük çaplı plastik borulardır. Bu borular toprak altı, toprak üstü ve/veya benchlerde sergi halinde bulunabilirler. Bunun yanında sera yan yüzeyleri ve ürün aralarında toprak üstü borular, tavanda borular, konvektörler, tavanda fan-coil üniteleriyle basınçlı havanın sera içinde boydan boya asılmış delikli ince plastik borular kullanılabilir.

SONUÇ

Ülkemiz, üzerinde bulunduğu tektonik kuşak sayesinde jeotermal potansiyel açısından Dünya'da 7. sırada yer almaktadır. Jeotermal enerji sıcaklığına bağlı olarak bir çok alanda değerlendirilmekte birlikte Türkiye'de ki en geniş değerlendirme alanı bölgesel ısıtma olmuştur. Ülkemizde ilk merkezi ısıtma sistemleri jeotermal enerjiye dayalı olarak kurulmuştur. Doğru uygulama ve teknoloji seçimi yapıldığında, jeotermal merkezi ısıtma sistemleri ilk yatırım ve işletme giderleri açısından en ucuz, çevreye en duyarlı sistemlerdir.

Dünya'da her konuda hızlı yenilikler olurken jeotermal enerjinin kullanılmasında da araştırmalar ve yenilikler çok hızlı gelişmektedir. Bu sektörde hizmet vererek bu gelişmeleri çok yakından takip ederek, kendi kaynaklarımızın özelliklerine uygun değerlendirmeleri gerçekleştirmek, yenilikleri uygulamak ve bilgi alışverişi sağlamanın getireceği faydalar büyüktür.

KAYNAKLAR

- [1] RANDLOV, P. *Quality Standarts for District Heating Pipes, European District Heating Pipe Manufacturers Association 1997.*
- [2] *International District Heating Conference Copenhagen 1996.*
- [3] Küçükçalı R. *Kalorifer tesatı, Isısan çalışmalarları, 1997.*
- [4] Foged M. *Low temperature operation, 3, Danish Board of District Heating, 1/1999.*

^k Bu makale IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı'ndan alınmıştır.

