

## JEOTERMAL ENERJİ İLE BÖLGESEL ISITMA SİSTEMLERİ: BALÇOVA/İZMİR ÖRNEĞİ\*

Orhan MERTOGLU - Ali Hıdır ERTEM - Ali CANLAN

Ahmet KARADERE - Tefik KAYA

### ÖZET

Batı'da petrol krizlerinden sonra önemi artan merkezi ısıtma sistemleri yalnızca konfor sağlamakla kalmamakta, hava ve çevre kirliliğini azaltmakta, enerji tasarrufu sağlamaktadır. Dünya'da elektrik santrallerinin kombine kullanılması ile yani santralın hem elektrik hem de ısı kaynağı olarak kullanılması ile enerjinin optimum şekilde değerlendirilme şansı ortaya çıkmıştır. Türkiye'de bulunan şehir bazı büyük ısıtma sistemlerinde ise enerji kaynağı jeotermal sıcak su olarak kullanılmaktadır. İzmir Balçova Jeotermal Isıtma Sistemi, bu sistemlerin en büyüğüdür. Balçova jeotermal alanından hedeflenen toplam kapasite ise 25.000 konutun jeotermal enerji ile ısıtılmasıdır.

### GİRİŞ:

Türkiye'de şehir bazındaki ilk merkezi ısıtma sistemi uygulamaları yeni, yenilenebilen, çevre dostu kendi enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin kullanılması ile başlamıştır, ilk jeotermal merkezi ısıtma uygulaması 1987 yılında Gönen'de başlamış, sırasıyla Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Afyon ve İzmir şehirlerinde devam etmiştir.

İzmir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi, Türkiye'de bugüne kadar yapılmış merkezi ısıtma sistemleri içinde, modern bir teknolojinin kullanıldığı, dünyadaki en yeni uygulamaların yurdumuza taşındığı bir örnektir.

Sistemde kullanılan ön izoleli paket çelik borular, en son teknoloji ile üretilmiş ve yeni montaj teknikleri uygulanarak döşenmiştir. Bu borulama sistemi ile 90°C deki akışkan 0.2°C/km sıcaklık kaybı ile nakledilebilmektedir.

Sistem frekans konverteri (F.C) ve bilgisayar kontrollü otomasyon sistemi ile tam otomatik olarak çalışmaktadır. Jeotermal su ve sirkülasyon pompaları devirleri F.C. ile dış hava sıcaklığına ve ısı tüketim noktalarındaki talebe bağlı olarak kontrol edilmesi ile değişken debi ile ihtiyaç enerji anında tüketim noktalarına ulaştırılmaktadır. Elektrik ve jeotermal su tasarrufu yapan frekans konvertörlü jeotermal sistem teknolojisi Türkiye'de ilk defa İzmir'de uygulanmıştır. Bu tesis, 29 Ekim 1996 tarihinde bir bölüm binalar ısıtılmaya

### Orhan MERTOGLU

**1951 Malatya doğumludur. 1969 yılında Elazığ Lisesi'ni, 1972 yılında Makina Mühendisliği Eğitimini tamamlamıştır. 1973-1983 MTA Enstitüsü'nde 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 Şirketi Yönetim Kurulu Başkanlığıdır. 1973J den bu yana yaptığı çalışmalarda jeotermal kaynaklı elektrik üretimi, jeotermal akışkandan CO2 ve kuru buz üretimi, kuyucu eşanjörü ile jeotermal ısıtma, jeotermal kuyu ve boru hatlarındaki kabuklaşmaya kimyasal yoldan engel olma, bölgesel merkezi ısıtmaya dörtlü (sanayi, sera, kaplıca, konut ısıtması) entegrasyonu uygulaması gibi Türkiye'deki bir çok 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 Asil üyesi, Geothermal Resources Co-uncil Üyesi, Jeotermal Derneği Genel Başkan Yardımcısı, International Geothermal Association, IGA (Uluslararası Jeotermal Derneği) Yönetim Kurulu Üyesi, Uluslararası Jeotermal Derneği (IGA) Avrupa ikinci Başkanı olarak sektöre hizmet vermeye devam etmektedir. 1983 yılında Tübitak Teşvik Ödülü kazanmıştır.**

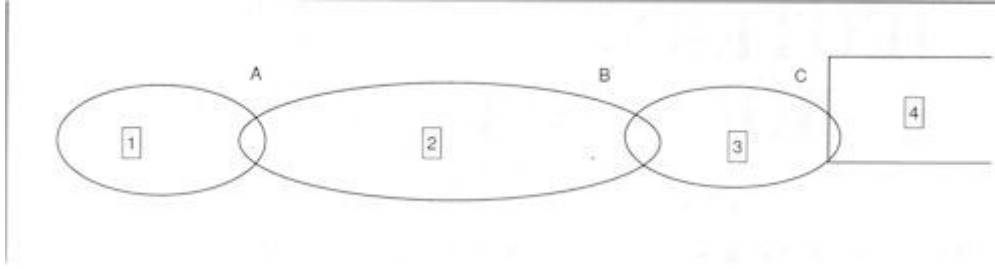
başlanmış, ısıtma işlemine ara verilmeksizin sistemin kapasitesi artırılmış, yeni binalar sisteme bağlanmış bir kısım bağlantı devam etmektedir.

İzmir Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminin konvansiyonel ısıtma sistemlerinden en büyük farklılığı değişken debi ve sabit sıcaklık farkına göre çalışmasıdır. Bu sistemde dönüş sıcaklığı 40°C olarak sabit tutulmakta ve böylelikle jeotermal kaynaktan daha fazla yararlanılmaktadır. Elde edilen büyük sıcaklık farkı, daha az pompalama maliyeti küçük boru çapları ve daha ekonomik bir yatırım gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Bu en ekonomik yatırım ile ayrıca en ekonomik işletme maliyetinin optimasyonu yapılmıştır.

İzmir Jeotermal Merkezi Isıtma Sisteminde 3 kapalı 1 açık çevrim bulunmaktadır. Bunlar:

1. Çevrim enerjinin üretildiği çevrimdir. İzmir sisteminde bu çevrim jeotermal sıcak sudur. Jeotermal su rezervuardan üretilir, enerjisi alınır ve rezervuara geri gönderilir ve çevrim tamamlanır. 2. Çevrim enerjinin dağıtılması çevrimidir. Binalardan 40°C'de dönen temiz su A noktasındaki ısı aktarma eşanjöründe jeotermal suyun enerjisi ile sıcaklığı yükseltilir. Bu su binalara ulaşır. Bina altındaki (B noktasında) eşanjörde enerjisini bina kalorifer devresine aktararak sıcaklığı 40°C'ye düşen temiz su tekrar A noktasına döner böylece kapalı çevrim tamamlanır. Enerji dağıtıcı olarak temiz sıcak su kullanılmaktadır. Akışkan taşıma borusu olarak kullanılan özel borulama sistemi sayesinde sıcaklık kaybı gradyanı 0.2°C/km olmakta ve klasik sistemlere göre,

boru galerili sistemlere göre, çok fazla genişleme parçası kullanılmamaktadır. 3. Çevrim enerjinin tüketim çevrimidir. Bu devrede radyatör ile ısıtma enerjisi, sıcak su hazırlayıcıları ile de kullanım sıcak suyu hazırlanmaktadır. Çevrimlerin kesişim yerleri A ve B noktalarında plakalı ısı aktarıcılar kullanılmaktadır. 4. Açık çevrim kullanım sıcak suyu devresidir. Şehir şebekesinden soğuk olarak gelen C noktasındaki ısı aktarıcısından bina kapalı devre suyu ile ısıtılan su kullanım noktalarına (duş, eviye) ulaşır.



### **SİSTEMİN TANIMI ve TARİHÇESİ:**

İzmir-Balçova Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi ilk etapta 2500 konut jeotermal merkezi ısıtma ve 500 konut jeotermal merkezi soğutma olarak dizayn edilmiştir. Daha sonra, görülen potansiyel ve gelen talep üzerine sistem 5000 konut jeotermal merkezi ısıtma ve 1000 konut jeotermal merkezi soğutmaya çıkarılmıştır. Jeotermal merkezi soğutma için ithal absorpsiyonlu sıvı soğutucular kullanılacaktır.

Sistemde, şu anda 7800 konut eşdeğerine tamamlanma çalışmaları yapılmaktadır. Bir konut eşdeğeri ise 100 m<sup>2</sup> kullanım alanı olan 2.8 m yüksekliğe sahip bir daire olarak kabul edilmektedir.

Şehirde döşenmiş olan ana hat dağıtım boruları ve jeotermal merkez ana ekipmanları ki bunlar arasında jeotermal devresi pompala-

#### **Ali Hıdır ERTEM**

**1962 Elazığ doğumludur, 1979 yılında Elazığ Lisesi'ni, 1987 yılında Fırat Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirmiştir Mezuniyetinden bu tarafa özel sektörde çalışmaktadır. 1994 yılından beri bu tarafa jeotermal merkezi ısıtma konusunda faaliyet gösteren özel bir şirkette çalışmaktadır 5 adet jeotermal merkezi ısıtma sisteminde aktif olarak görev yapmıştır Makina Mühendisleri Odası, Türkiye Jeotermal Derneği ve Korozyon Derneği üyesidir Merkezi ısıtma sistemi ile ilgili İsveç, Danimarka da çeşitli kurslara katılmıştır**

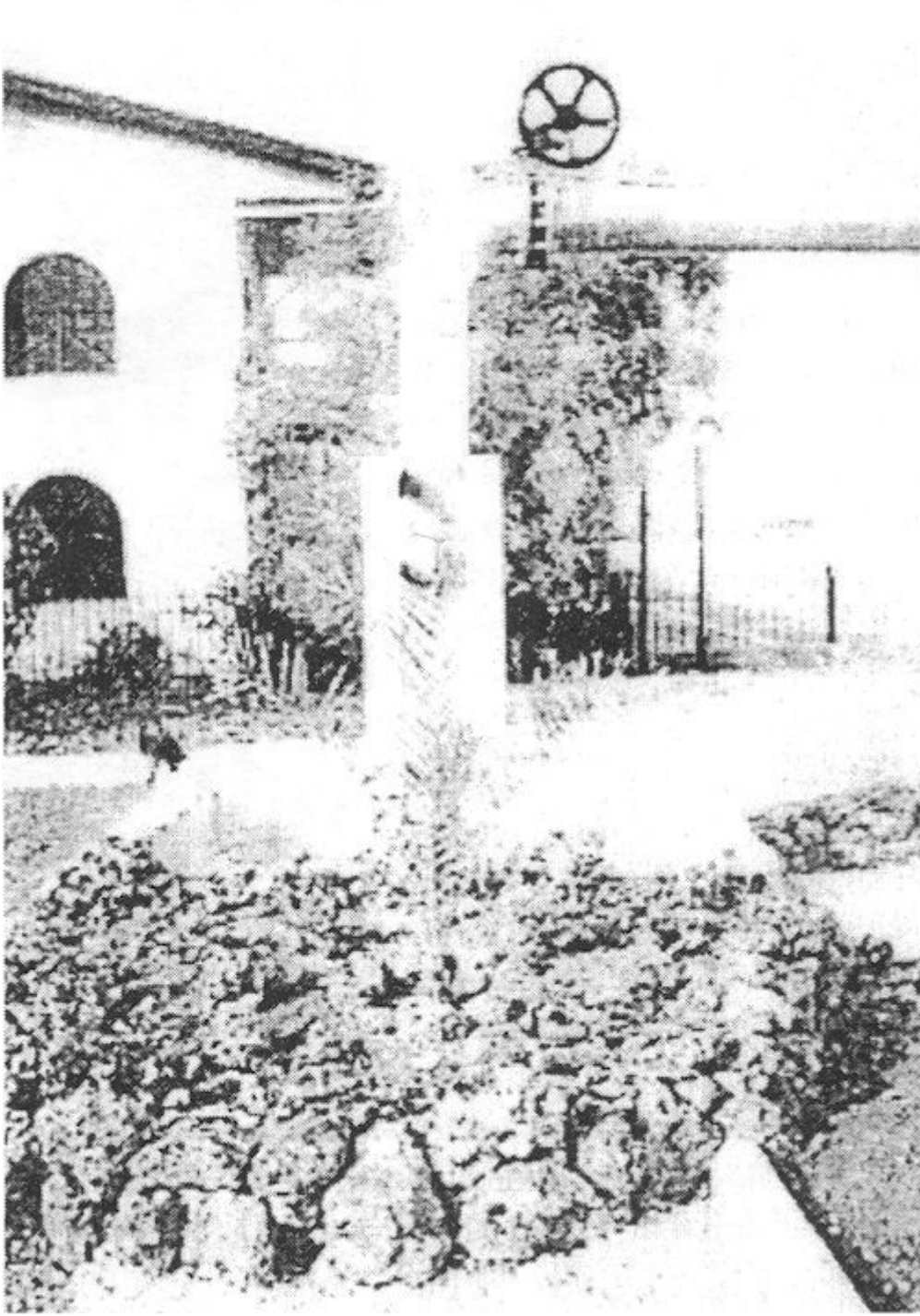
#### **Ali CANLAN**

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

rı, şehir ısıtma devresi sirkülasyon pompaları ve ısıtma eşanjörleri 10 000 konut ısıtmaya yetecek şekilde dizayn ve imal edilmiştir.

Sistem dizayn edilirken, esas alınan değerler şöyledir:

- Dış hava sıcaklığı : 0°C
- Ortam dizayn sıcaklığı : 22°C
- 1 konut eşdeğeri için birim ısı yükü : 5320 kcal/h
- Sistemin çalışma prensibi : Değişken debili, sabit sıcaklık farkına göre çalışmaktadır.
- Dizayn sıcaklıkları : Sistem; 115-98/45°C jeotermal 90/42°C şehir devresi, 70/38°C bina devresi olmak üzere üç farklı çevrim sıcaklığında dizayn edilmiştir.
- Jeotermal su ortalama üretim sıcaklığı : 140°C



### **JEOTERMAL TESİSAT MERKEZİ:**

İzmir Balçova 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 Titanyum plakalı ısı iletimi yüksek olan plakalı eşanjörler, pompalar, hidrofor, su deposu, su yumuşatma cihazı, kimyasal dozajlama pompaları, frekans konvertörleri ve kondenserli seperatörden oluşmaktadır.

Plakalı eşanjörler, çağımızın en iyi ve en verimli ısı transfer ekipmanlarıdır. Bu cihazlarla, birbirine ısı aktaran akışkanlar birbirlerine 2°C'ye çok ekonomik olarak istenildiğinde 0.2°C'ye kadar yaklaşım sağlanmaktadır, işletme ve bakım kolaylığı sağlayan eşanjörler, az yer kaplamakta ve yılda sadece bir kere temizlik gerektirmektedir. Kom-pak bir cihaz olan eşanjör, maksimum 2-3 m2 alan kaplamakta, kapasitesi ise tek cihazda sıcaklık programına bağlı olarak 20-100 milyon kcal/h'e ulaşabilmektedir. Eşanjörün temizliği, jeotermal akışkanın kimyasal kompozisyonuna bağlı olmakla beraber, işletme sırasında inhibitör kullanılıp kullanılmamasına da bağlıdır.

Şehir devresinde ve jeotermal devrede kullanılan pompalar serbest fanlı, santrifüj pompa olup, pompaların fan ve milleri AISI 316 paslanmaz çelikten yapılmıştır. Korozif bir akışkan olan jeotermal su içerdiği elementler ve sıcaklığı nedeniyle kullanılan ekipmanlar için tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, malzeme seçiminde yüksek hassasiyet gerekmektedir.

Büyük bir merkezi ısıtma sistemi ve şebekesinde su takviyesi mutlaka gerekmektedir. Su kaçağı, hatta başka çalışmalardan dolayı

#### **Ahmet KARADERE**

**1972 Ankara doğumludur. 1989 yılında Ankara Lisesi'ni, 1995 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirmiştir Enerji ve Jeotermal konularında lisans dersleri almıştır**

**Mezuniyetinden beri jeotermal merkezi ısıtma konusunda faaliyet gösteren özel şirkette çalışmaktadır.**

**Makina Mühendisleri Odası, Türkiye Jeotermal Derneği ve Korozyon Derneği üyesidir**

#### **Tevfik KAYA**

**1972 Isparta doğumludur 1989 yılında Isparta Lisesi'ni 1974 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Petrol Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. Jeotermal Üretim ve Rezervuar konularında yüksek lisans dersleri almıştır Mezuniyetinden sonra 1994 yılında ODTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği bölümünde 5 ay Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. Halen Jeotermal Merkezi Isıtma konusunda faaliyet gösteren özel bir şirketin Üretim ve Test Müdürlüğü'nde üretim mühendisi olarak çalışmaktadır**

**Petrol Mühendisleri Odası, SPE, Türkiye Jeotermal Derneği ve Korozyon Derneği üyesidir.**

verilebilecek bir zarar nedeniyle veya yeni konut bağlantısı için yapılan hat alma çalışmaları sırasında olabilmektedir. Bu nedenle sisteme su takviyesi gerekmekte, takviye edilen her litre su yeni bir kabuklaşma kaynağı olduğu için, bu suyun yumuşatılması ve olası büyük takviyelere karşı depolanması gerekmektedir. Hidrofor, su deposu ve yumuşatma cihazının neden kullanıldığı buradan anlaşılmaktadır.

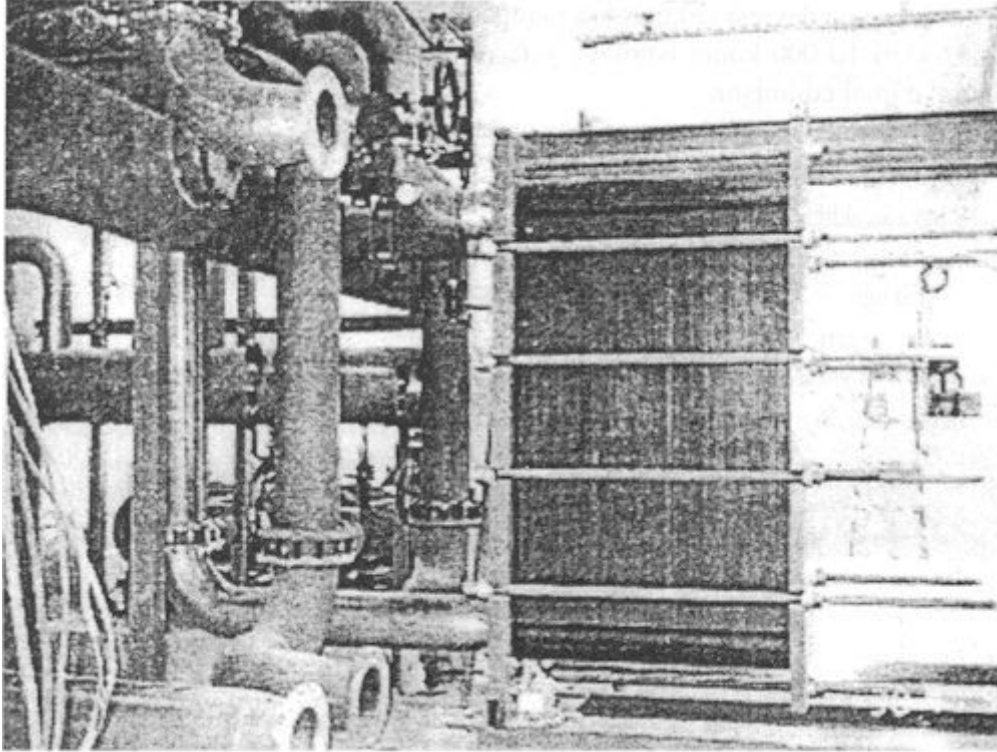
Jeotermal akışkanın içerdiği maddeler, özellikle Klor korozyon için büyük tehlikedir. Ayrıca içerdiği CaCo<sub>3</sub> kabuklaşmaya, boru ve ekipmanların yüzeyinde kabuk (scaling) oluşmasına neden olmaktadır. Bu tuzların konsantrasyonu kabuk oluşum hızında en önemli etkidir. Günümüz teknolojisi ile kabuk oluşumunu minimuma indirmek ve daha uzun süre sorunsuz işletme yapabilmek mümkün hale gelmiştir. Aynı kimyasal maddenin yani inhibitörün bütün kuyularda etkili olması beklenemez. Bu da jeotermal akışkanın sıcaklığıyla, inhibitörün o sıcaklıkta etkili olabilmesi ile ilgilidir. Ayrıca inhibitörün etkili olabilmesi için dozajın, kuyuda flaş noktasının diğer bir deyişle sıvı haldeki gazların basınç düşümüyle gaz fazına geçtikleri noktanın en az 50 m altına yapılmalıdır. Enjeksiyon boru sistemi, kuyu sıcaklığına ve inhibitörün kimyasal karakterine karşı da dayanıklı olmak zorundadır.

İzmir-Balçova'da kullanılan enjeksiyon sistemi üretilen jeotermal akışkanın debisine göre otomatik olarak ayarlanmakta ve gerekli dozda verilmektedir. Kullanılan kimyasal enjeksiyon boru sistemi yüksek sıcaklığa ve darbelere karşı dayanıklı olup, 6 mm çapında AISI 316 paslanmaz çelik iç boru, 15 mm dış çapında PES kaplamadan oluşmaktadır. PES kaplama ile çelik boru arasında takviye ve rijitliği sağlamak amacıyla çelik halatlar kullanılmıştır. Bu halatların bir fonksiyonu da kuyu dibine indirilebilecek bir sensörü ile data transferine olanak sağlamasıdır.

İzmir Balçova Jeotermal Merkezi ısıtma sistemini Türkiye'deki diğer sistemlerden ayıran en önemli özelliklerden bir tanesi de sistemin dış hava sıcaklığı ve kritik diferansiyel basınca göre çalışan frekans konvertörlü olmasıdır. Sistem, daha önce de belirtildiği gibi sabit sıcaklık farkı ve değişken debi esasına göre çalışmaktadır. Bina altı eşanjörüne giriş ve bu eşanjörden çıkış sıcaklığı devamlı olarak aynı değerde tutulmaya çalışılmakta ve sağlanmaktadır. Bu şekilde çalıştırmanın en önemli avantajı; sistemde ortaya çıkabilecek ani ihtiyaçlara (yaz döneminde sıcak su kullanımında oluşabilecek ani talepler) anında cevap verebilme olanağını sağlaması ve malzemede sıcaklık değişiminden dolayı ortaya çıkabilecek yorulmaları minimuma düşürmesidir. Sıcaklık farkında bir değişim olmadığından, talepte meydana gelebilecek artışlar debi artırılarak hidrofor gibi davranarak anında karşılanmakta sisteme bir kıvraklık kazandırmaktadır. Sistem değişken debi çalıştığından, kritik devredeki basınç farkı sürekli kontrol edilerek talep enerjinin karşılığı debi anında şebekede sağlanmaktadır. Jeotermal tesisat merkezinde oluşturulan ihtiyaç debi suyun sıkıştırılmaz olması ve süreklilik denklemi gereği anında kullanım noktasına ulaşmaktadır. Bu durum uzun şebeke hatları olan bölgesel ısıtmada çok mühimdir. Bir sıcak su kullanım süresi ortalama on dakikadır. Bunu, kritik noktalardaki diferansiyel basınç sensörlerinden aldığı datalara göre debiyi artırarak veya azaltarak frekans konvertörleri sağlamaktadır. Değişken sıcaklık sabit debili sistemde 10 dakikalık periyotta oluşan enerji talebini karşılamak ekonomik olarak imkânsızdır.

Frekans konvertörleri, bütün bunları yaparken sistemde gereksiz debi dolaşımını önlemekte pompaların fazla elektrik tüketmesini önlemekte, sistemin dengesini sürekli korumasını sağlayarak işletme maliyetlerini aşağı çekmektedir.

Pompaya 3 km uzaklıktaki bir binada oluşan ani sıcak su talebini klasik sistem ile karşılamak imkansızdır. Zira talep olan enerjinin karşılığı tesisat merkezinde hazırlanan sıcaklıktaki akışkanın tüketim yerine ulaşması 1,5 saat sürer. Ayrıca talebi algılamak çok güçtür. Üstelik az ısı talebinde de çok ısı talebinde de aynı miktar elektrik enerjisi ve jeotermal su tüketilir. Bu ise işletmenin ekonomikliğini açısından bir felakettir. İzmir-Balçova Jeotermal Merkezi ısıtma sisteminde, şu anda BD2 kuyusu kullanılmaktadır. Bu kuyu 40 l/sn artezenik üretim yapmaktadır. Kuyubaşı basıncı üretim sırasında 0.5-1.2 bardır. BD3 kuyusuna monte edilecek kuyuyu pompası ile bu kuyuda üretime alınacaktır. Üretilen akışkan sıcaklığı 135°C'dir. Yüksek sıcaklıklı akışkan, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> vb. gazlar + buhar + su içermektedir. Kondenserli seperatörde, eşanjörde sıcaklığını bırakmış yaklaşık 45°C'lik akışkan üretilen akışkan ile karıştırılmakta, burada buharın enerjisi alınmakta ve sıcaklık 98°C'ye düşürülmektedir. Ayrıca, korozif gazlar akışkandan uzaklaştırılmaktadır. Bu tertiplemeyle, diğer cihaz ve ekipmanlar aşın sıcaktan korunmakta, gereksiz ve yüksek yatırım maliyetinden kaçınılmaktadır. Kuyuyu pompası üretime alındığı zaman, BD3 kuyusundan yapılacak üretim basınç altında tutulacağından herhangi bir seperasyon işlemine gerek kalmayacak, bu gazlar sıvı halde tutulacağından zararlı etkisi ortadan kaldırılacak ve devamlı sıvı fazda tutulabileceklerdir. Kuyuyu pompası ile yapılan üretim, jeotermal tesisat merkezindeki jeotermal pompaların basma kollektörüne direk verilerek eşanjörden geçirilecek, ayrıca bir pompalama maliyeti olmayacaktır.



### **ŞEHİR DAĞITIM ŞEBEKESİ:**

izmir Balçova Jeotermal Merkezi ısıtma şebekesi, ön izoleli paket çelik borulardan oluşmaktadır.

Akışkan taşıyan boru, St 37 çelik borudur. Bu boru EN Normlarına göre(l) gerekli kalınlıkta poliüretan ile izole edilmektedir. Çelik boru, poliüretan izole ve cam elyaf dış kılıftan oluşan boru, monte edilmesini müteakip basınç testine tabi tutulmakta daha sonra kaynaklı bağlantı yerleri prefabrik poliüretan köpük+cam elyaf kılıf ile izole edilmektedir.

Borular, kayar ve yapışkan olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Kayar borularda, taşıyıcı ana boru izole içinde hareketlidir. Sabit iki nokta arasına konulan kompensatörle uzamalar absorbe edilmekte boruya aşırı stres yüklenmesi önlenmektedir. Yapışkan borularda ise çelik boru, poliüretan izole ve cam elyaf kılıf bir bütündür ve birlikte hareket eder. Bu boruların en önemli özelliği uzamaları kısmen borunun absorbe etmesi ve kullanılan kompensatör sayısının azalmasını sağlamasıdır.

Kullanılan poliüretan izole, 40-50 kg/m<sup>3</sup> yoğunlukta olup, su emmesi, kapalı gözenek yüzdesi bakımından EN Normlarına göre yapılmaktadır. Standart izolasyon kalınlığı için verilen izolasyonlu dış boru çaplarına göre cam elyaf dış boru üretilmekte dolayısıyla buna göre izolasyon kalınlığı ortaya çıkmaktadır. Bu standarda göre yapılmış ve döşenmiş borularda sıcaklık kaybı boru çapına göre 0.2°C/km olarak gerçekleşmektedir. En uzak konut ile, şu anda bu takriben 1500 metredir, jeotermal merkez arasında sıcaklık farkı dijital termometre haricinde gözlenmemektedir.

Boru izolasyonu içindeki nem miktarı çelik borunun korozyona uğramaması ve izolasyonun özelliğini kaybetmemesi için montaj sırasından itibaren sürekli kontrol edilmektedir. Boru şebekesinin tamamı sensör

telleri ile donatılmış ve bunlardan gelen bilgiler sürekli izlenebilmektedir. Böylece gerek izolasyon kılıfından izolasyona, gerekse çelik borudan izolasyona olan su sızmaları bu izleme sistemi ile tesbit edilmektedir. Su kaçağının tam yeri ölçülebilmekte ve anında müdahale edilebilmektedir.

## **BİNA ALT İSTASYONLARI**

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi İzmir Balçova Jeotermal Merkezi Isıtma sistemi üç çevrimden oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü çevrim (Bina ısıtma sirkülasyon) arasında plakalı tip eşanjör bulunmaktadır. Bu eşanjör, şehir ısıtma sirkülasyon devresi ile bina ısıtma sirkülasyon devresini birbirinden ayırarak, bina yüksekliğinden gelen statik basıncı şehir devresine etki ettirmemektedir. Ayrıca, kullanıcı ile sistemin sorumluluğu birbirinden ayırarak, bina yüksekliğinden gelen statik basıncı şehir devresine etki ettirmektedir. Ayrıca, kullanıcı ile sistemin sorumluluğu birbirinden ayrılmakta, kullanıcının davranışları ne sistemi ne de diğer binaları etkilemektedir. Sisteme yapılabilecek suistimalleri yani sistemden illegal yolla su alınmasını engellemektedir.

Pompa merkezine göre ısı kullanıcıların dağılımı çok farklıdır. Bu durum farklı dirençler oluşturmaktadır. Bir zaman dilimindeki ısı kullanımı binalara göre değişkenlik arz ettiğinden sabit bir reglaj yapmak imkânsız olmaktadır. Bu yüzden konut bazına bir ısı ihtiyacı hesaplanmış ve buna karşı gelen sıcak su debisi bulunmuştur. Merkezi ısıtma sistemlerinde, bütün binaların ihtiyacı kadar debi ve ısı alması gerekmekte, ısı merkezine uzaklığın buna etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunun için her bina altı istasyonuna debi ve sıcaklık kontrolü için otomatik olarak ayar değerini koruyan, hiçbir şekilde harici güç almayan, mekanik olarak çalışan vanalar takılmıştır.

Bu vanalar, dönüş sıcaklığını ve bina alt eşanjöründen geçen debiyi sınırlamaktadır. Her bina için gerekli maksimum debi hesaplanıp, vana ayarlanmakta, dönüş sıcaklığı 40°C ile sınırlanmaktadır. Böylelikle basınç farkının yüksek olduğu binalardan fazla debi geçip, diğerlerinden gerekenden az debi geçmesi engellenmektedir. Dönüş sıcaklığının sınırlanması ile yüksek sıcaklıklı akışkan dönüşü engellenmekte, jeotermal kaynak yüksek sıcaklık farkında çalıştırıldığından kullanılan debi azaltılmakta, sirkülasyon maliyetleri azaltılmaktadır. Artan dönüş suyu sıcaklığında ve/veya artan basınç farkında vana otomatik olarak kendini kapatmaktadır. Bu şartların ortadan kalkmasından sonra yeniden devreyi açmaktadır.

## **EKONOMİK DEĞERLENDİRMELER**

### **1. Yatırım Maliyetleri:**

1995 Ekim ayında 1. etap 2500 konut olarak başlayan Balçova 7500 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma sistemi yatırımının konut başına maliyeti 1500 \$'dır. Yatırım vatandaştan toplanan 600/1000 \$ katılım payı ve öz sermaye ile gerçekleştirilmektedir.

### **2. İşletme Maliyetleri:**

Sistemin işletme maliyeti (faiz ve amortisman hariç) % 100 kapasitede (7500 konut eşdeğeri) 330.000 \$'dır. İşletme giderleri elektrik, inhibitör, bakım-onarım, genel ve beklenmeyen giderlerden oluşmaktadır. Denizli'de bu maliyet 5000 \$ civarındadır.

### **3. Isı Tarifeleri:**

Aylık ısınma ve sıcak su kullanım bedeli olarak şu anda 14.500 TL/m<sup>2</sup> ücret alınmaktadır (Kasım 1996-Eylül 1997).

## **GELECEĞE YÖNELİK PLAN VE HEDEFLER:**

İzmir Balçova ile başlatılan jeotermal merkezi ısıtma uygulama çalışmalarının, İzmir'in jeotermal kaynak bulunan ve ekonomik olarak uygun bulunan bütün yerleşim yerlerini kapsaması hedeflenmektedir. Balçova'da ise hedef 10.000 konut kapasiteye ulaşmaktır. Yapılan sistemin ana ekipmanları ve dağıtım şebekeleri bu kapasiteye yetecek boyuttadır.

Yaygınlaştırma amacı doğrultusunda İzmir Narlıdere'de bir jeotermal merkezi ısıtma sistemi kurma çalışmaları başlatılmıştır. Sistem dizayn kapasitesi, 5000 konut eşdeğeri. 1. Etapta 1500 konut eşdeğerinin jeotermal enerji ile ısıtılması planlanmıştır. Sistem peyderpey 5000 konut eşdeğeri kapasiteye çıkarılacaktır.

Bu sistemlerin ısı kaynağı jeotermal kuyulardır. Balçova Jeotermal Alanı kaynak açısından zengindir ve MTA tarafından çok sayıda kuyu açılmıştır. Her kuyuyu ayrı ayrı değerlendirmek yerine, ısıtma sistemleri kapsamında kombine ve optimum şekilde değerlendirmek için Balçova'da bir jeotermal su şebekesi kurulması planlanmaktadır. Kuyucu pompası ile üretime alınacak kuyular bir şebeke ile birbirine bağlanacak, hem pompaların termal dengesi sürekli korunmuş olacak hem de pompaların herhangi birinde oluşabilecek arızalar tüketicilere yansıtılmayarak ısı konforu sürekli sağlanacaktır.

## **REENJEKSİYON:**

Dünyada reenjeksiyon, sadece üretilen jeotermal akışkanın bir yere boşaltılması şeklinde başlamış, daha sonra rezervuar yönetimindeki yeri ve önemi anlaşılmıştır. Reenjeksiyon yapılmadan rezervuardaki jeotermal enerjinin

sadece küçük bir bölümü alınabilecektir.

**Reenjeksiyon, jeotermal kaynakların kullanılmasında karşılaşılan çok karmaşık yöntemlerden bir tanesidir. Çok değişkenli bir yöntem olduğu için, jeotermal akışkan kimyasını, su-kayaç etkileşimini, rezervuar mühendisliği ve makina mühendisliğini bilmek başarı için gereklidir.**

Türkiye'de de olduğu gibi, reenjeksiyon işletmecilere, jeotermal akışkanı yüzeye boşaltmalarına izin vermeyerek başlamıştır. İşletmeci açısından reenjeksiyon masraflı ve çevresel zorunluluk olarak değerlendirilmektedir. Halbuki bu rezervuar yönetimi yani kaynağın verimli ve en iyi biçimde kullanımı için gereklidir. Doğru reenjeksiyon, kaynağın ömrünü uzatabilir ve rezervuardan daha verimli enerji alınmasını sağlayabilir.

Reenjeksiyon uygulamasında endişe edilen en önemli olay, termal etkileşim ve rezervuar soğumasıdır. Reenjeksiyondan dolayı oluşabilecek rezervuar soğuması hiçbir jeotermal sahada sorun değildir. Üretim kuyularında termal etkileşim ve rezervuar soğuması gözlenirse bile, tecrübeler göstermiştir ki esnek reenjeksiyon stratejisi gereklidir. Yani, herhangi bir üretim-reenjeksiyon kuyu çifti için termal etkileşim çok belirgin ve önemli olabilir. Bu durumda, üretim veya reenjeksiyon olabilir, kuyu dinlendirilir ve sıcaklık geri kazanılır veya kuyular arasındaki mesafe artırılır.

İzmir Balçova'da reenjeksiyon B2 kuyusuna yapılmaktadır. BD2 Jeotermal Üretim Kuyusundan üretilen 30-35 l/sn debideki akışkan ısı alındıktan sonra eşanjör çıkışındaki suyun sıcaklığı 45-50 °C olmakta ve bu 30-35 l/sn debideki akışkanın 10-15 l/sn'si Balçova Termal Tesislerinde ve Kaplıcada kullanılmakta, diğer kalan miktar B2 reenjeksiyon kuyusuna enjekte edilmektedir. Yaklaşık reenjeksiyon kuyubaşı basıncı B2 Jeotermal Reenjeksiyon Kuyusunda 1 bardır. Bu değer reenjeksiyon edilen akışkana göre 0.5 ile 1 bar arasında değişmektedir. Reenjeksiyon sırasında Balçova Jeotermal Alanında bulunan BD1, BD2, BTF-3; B10, B4, B9, Bil kuyularında "monitoring" gözlemlene ve kimyasal analizler devamlı yapılmış olup ileriye yönelik stratejileri belirleme çalışmaları yapılmaktadır.

#### **AVRUPA'DAKİ MERKEZİ ISITMA UYGULAMALARI:**

Avrupa'da merkezi ısıtma bundan 40-50 yıl Öncesi başlamış bulunmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalar, bu sistemlerin yenilenmesi, modern teknolojiye ve işletme tekniğine adapte edilmesi yönündedir. Merkezi ısı kaynağı ise Birleşik Isı ve Güç santralleridir. Bu tip uygulamalara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

**Bükreş Merkezi Isıtma sistemi de bunlardan biridir. Bu sistem, 1961 yılın da Bükreş'in merkezini kapsayacak şekilde yapılmış ve devreye alınmıştır. Çalışma esası sabit debi ve değişken sıcaklık şeklindedir. Taşıma hattı dizayn sıcaklığı 160-170°C'dir ve bu % 23'lere varan büyük kayıplara neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde:**

- Dizayn sıcaklığının 130°C'ye düşürülmesine,
- Su kalitesinin yükseltilmesine,
- Sistemin değişken debi ve sabit sıcaklık farkı esasına göre çalıştırılmasına, böylelikle yüksek üretim verimliliği ve pompalama maliyetlerinde azalma sağlanacağına karar verilmiştir.

**Gdansk Merkezi Isıtma Sistemi de yine aynı sistemle yapılmış ve 1960 yılında devreye alınmıştır, sistemden yararlanan kullanıcıların toplam talebi yapılan hesaplamalara göre 932.6 MW'tır. Bunun 768.5 MW'ı ısıtma, 92.5 MW'ı kullanım sıcak suyu, 71.6 MW'ı ise ventilasyon amaçlıdır. Toplam şebeke uzunluğu 290 km'dir. 180 km'lik kısım ana hat ve dağıtım şebekesi, 40 km ise bina bağlantılarında kullanılmıştır. Boru çapları 0 1000 mm'den 0 32 mm'ye kadar değişmektedir. 0 600 mm boru ana hatta çokça kullanılan bir boru çapıdır. Boruların büyük bir kısmı yeraltında kanallar içinde döşenmiş, çok az bir kısmı ise yerüstünde döşenmiştir. Bunlar genellikle endüstriyel bölgelerde, tersanelerin olduğu bölgelerde yapılmıştır.**

Dünya Bankasından sağlanan krediyle yürürlüğe konulan yenileme programı iki aşamaya ayrılmıştır. Bu, 5 yıllık kısa dönem ve 15 yıllık uzun dönem yenileme programlarıdır.

Yenileme programı, enerji tüketimini azaltmak ve tüketicilere daha iyi ısı verilmesini öngörmektedir. Isı kayıplarını ve su kaçaklarını azaltmak diğer bir hedeftir. Su kaçaklarını azaltmak için ise:

- Klasik kanal teknolojisini bırakıp, ön izoleli prefabrik boruların döşenmesi ve eskimiş, korozyona uğramış fittingslerin yenileriyle değiştirilmesi, yeni merkezi ısıtma küresel vanalarının monte edilmesi gerekmektedir.
- Tüketicilere daha iyi ısı sağlayabilmek için ise bina alt istasyonlarının yeni ve modern teknoloji ekipmanları ile değiştirilmesi gerekmektedir. Yenileme programının uygulanmasından sonra:
- Su kaçakları önemli ölçüde azaltılmıştır. Isıtma sezonunda 160 ton/h olan kaçak 80 ton/h'e, yaz sezonunda 100 ton/h olan kaçak 50 ton/h'e indirilmiştir. 80 ton/h değeri sistemde dolaşan debinin % 0.7'sine karşı

gelmektedir.

- Termal gücün daha efektif kullanımı ile; pompalama maliyetleri azaltılmış verilen ısıdan % 20 tasarruf

sağlanmış, sistemin bir parçası olan lokal ısıtıcı istasyonlarından kaynaklanan sülfürdioksit, nitrojen bileşikleri ve kül emisyonunda % 50 azalma olmuştur.

2. aşama yenileme çalışmaları 1996-2010 yılları arasında yürütülecektir.

## **SONUÇ:**

İzmir Balçova Jeotermal Merkezi Isıtma sistemi öncelikle çevre dostu, kendi kaynağımız, yeni ve yenilenebilen bir enerji kaynağını kullanmaktadır. Çevreye H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NOX bileşikleri emisyonu kesinlikle yoktur.

Sistem, ucuz ısınma ve ısı konforun yanı sıra ve yaz-kış bütün konutlara sıcak su da sağlayacaktır. Ancak jeotermal enerji ile yapılan her ısıtma sistemi veya merkezi ısıtma sistemi ekonomik olmayabilir. Bir jeotermal merkezi ısıtma sistemi planlanırken aşağıdaki ana parametreler çok iyi değerlendirilmelidir. Her ne kadar enerjinin kaynağı bedelsiz gibi görünse de yatırım ve işletmenin maliyeti kesinlikle küçümsenemez. Hele hele teknolojisine uygun olmayan malzeme ve montaj kullanıldığında işletme tam bir felaket olur.

Jeotermal merkezi ısıtma sistemi planlanmasındaki ana kriterler:

- Jeotermal kaynak
- Akışkan sıcaklığı
- Debisi
- Üretim kuyu derinliği
- Akışkan türü
- Üretim ve reenjeksiyon kuyu ve kuyuları ile ısı istasyonu arasındaki mesafe
- Gidiş dönüş sıcaklıkları karakteristiği
- Isı tüketicilerinin karakteristiği
- Isı satış oranı
- Isı üretim istasyonu karakteristiği
- Elektrik ve Yakıt tüketim karakteristiği

## **KAYNAKLAR**

1. *Quality Standarts for District Heating Pipes, Eu-ropean District Heating Pipe Manufacturers Association.*

2. *International District Heating Conference Copen-hagen 1996.*

3. *Valgardur Stefanson, Geothermal Reinjection Experience. Orkustofnun National energy Authority, Grensasvegur 9, IS-108 Reykjavik, Iceland.*

\* *Bu makale III Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi-İzmir, Kasım 1997 Bildiriler kitabından alınmıştır*