

JEOTERMAL ENERJİ BÖLGE ISITMA SİSTEMLERİNDE İŞLETME : BALÇOVA ÖRNEĞİ

Macit TOKSOY
Fasih KUTLUAY
Cihan ÇANAKÇI

ÖZET

Jeotermal enerji bölge ısıtma sistemleri, büyüklüğüne bağlı olmakla beraber genel olarak yatırım maliyetlerinin yanında işletme maliyetleri de büyük olan sistemlerdir. Binlerce konutun, işyerinin ve hizmet binalarının ısı konforunu ve sıcak su gereksinimini karşılayan bu sistemlerin işletme fonksiyonları, projelerin tasarım aşamasında ele alınmalı, işletme dokümantasyonu eksiksiz geliştirilmeli, enerji tüketim tahminleri projelendirme ile birlikte yapılmalıdır. Bu dokümantasyona göre sistem test ve ayarlardan geçirildikten sonra işletmeye alınmalı, işletmenin ilk karakteristiklerinin sistemin tüm ömrü boyunca korunup korunmadığı çok sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Bu çalışmada işletme ve bakım süreçlerinin didaktik bir incelemesi yerine, önce kısaca işletme dokümantasyonu üzerinde durulmuş, daha sonra da Balçova Jeotermal Bölge Isıtma Sistemi göz önüne alınarak, işletme maliyetleri ve bunların su kayıpları, pompa seçimleri, hidrolik dengeleme ve otomasyon ile ilişkilerinin değerlendirilmesi verilmiştir.

1. GİRİŞ

Bir ısıtma sisteminin işletme ve bakım yönetiminin genel bir tanımı aşağıdaki şekilde yapılabilir:

“İyi bir işletme ve bakım yönetim planı, kullanıcıların konforunu gerçekleştirmeli, enerji planlamasını, emniyet ve güvenlik sistemlerinin optimal olmasını sağlamalıdır. (Diğer konfor sistemlerinde olduğu gibi, jeotermal enerji bölge) ısıtma sistemlerinin işletmesi ve bakımı, sistemin tasarımı esnasında göz önüne alınmalıdır. Başarılı bir işletme ve bakım programı, tasarım kurgusu ve kriterlerinin dokümantasyonunu içermelidir. Yeni sistemler işletmeye alındığında, tasarıma uygun olarak çalıştığı test edilmelidir. Bakım ve işletme personelinin bundan sonraki görevi tasarım fonksiyonlarını sistem ömrü boyunca aynı kalmasını sağlamaktır. Mevcut sistemlerde bir değişiklik yapıldığı takdirde testler tekrarlanmalıdır[1].

Ülkemizdeki jeotermal bölge ısıtma sistemlerinin uygulanmasındaki kurumsal ve teknik sorunlarla, yapay ekonomik ikilem Toksoy ve Serpen tarafından incelenmiştir[2]. Bu bildiri ise, işletme ve bakım yönetiminin eğitimsel amaçlı sistematik bir sunumu yerine, Balçova Jeotermal Bölge Isıtma Sistemi'ndeki gözlemlere dayalı, işletme maliyetlerini ve verimliliği etkileyen özgün işletme sorunları üzerinde durulacaktır. Bildirinin amacı, yeni uygulamalarda tasarım ve uygulama aşamasında işletme ve bakım süreçlerinin modern işletme ve bakım tekniklerinin ışığında ele alınarak, tasarımın ve uygulamanın eksiksiz yapılmasını sağlamak ve böylece zor çözümler, maliyet açısından külfetli işletme ve bakım problemleriyle karşılaşılmasını önlemektir.

Özgün işletme problemlerine girmeden önce ASHRAE Application Handbook esas alınarak, ülkemizdeki pek çok uygulamada, hemen hemen hiç önem verilmeyen, işletme ve bakım yönetimi açısından eksikliği kabul edilemeyecek, tasarım ve uygulama esnasında geliştirilmesi ve test edilmesi gereken işletme ve bakım dokümantasyonu üzerinde durulmuştur. Daha sonra, maliyet analizlerinden hareketle bir bölge ısıtma sistemi açısından çok önemli boyutlara ulaşabilecek enerji ve su kayıpları ve getirdiği sorunlar ele alınmıştır.

2. İŞLETME FONKSİYONLARI

HVAC sistemlerinin genelinde olduğu gibi, jeotermal bölge ısıtma sistemlerine ait işletme fonksiyonları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- I. İşletme
 - a. Başlatma
 - b. Ayar ve Kontrol
 - c. Durdurma
- II. Bakım
- III. Dokümantasyon
- IV. Yenileme
- V. Geliştirme
- VI. Maliyet analizi

Bu fonksiyonlar arasında üzerinde özellikle durmak istediğimiz iki fonksiyon dokümantasyon ve maliyet analizidir. Dokümantasyon tüm işletme fonksiyonlarının yerine getirilmesindeki kaide ve kriterleri belirler. Maliyet analizi ise maliyet etkinliği yanında, ileride görüleceği üzere, sistemin ilk şartlarından sapmasına da işaret edebilir.

3. DOKÜMANTASYON

Gereği gibi hazırlanmış işletme ve bakım dokümanları “tasarıma, uygulamaya, işletme ve bakım personelinin sistemin işletmeye alınmadan önceki test işlemleri için hazırlık eğitimine destek verir¹”. İşletme ve bakım personelinin belirlenmesi, işletme ve bakım için gerekli araç ve gereçlerin seçilmesi yine bu dokümanların içeriğine bağlı olarak gerçekleştirilir.

“İşletme ve bakım yönetimine ait tam bir dokümantasyon paketi aşağıdaki dokümanları içerir.

Operasyon ve bakım doküman rehberi

Operasyon ve bakım doküman rehberi, işletme ve bakım dokümanları içindeki bilgilere kolayca ulaşmayı sağlar. Bilgiler iyi organize olmalı ve açıkça tanımlanmalıdır.

Acil durum bilgileri

Bu bilgilere acil durumlarda kolayca erişilebilmelidir. Acil durum bilgileri, acil durum işlemlerini ve ilgili personel ve/veya kurum uyarı işlemlerini de içermelidir.

İşletme el kitabı

İşletme el kitabı aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- I. Genel bilgiler
 - A. Binaların fonksiyonları
 - B. Binaların tanımları
 - C. İşletme standartları ve kayıtları
- II. Teknik Bilgiler
 - A. Sistem tanımı
 - B. İşletme rutinleri ve işlemleri
 - C. Sezon başı başlatma ve sezon sonu durdurma
 - D. Özel işlemler
 - E. Temel arıza bulma yöntemleri

Bakım el kitabı

Bakım el kitabı aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- I. Ekipmanlara ait bilgi dokümanları
 - A. Genel veriler
 - B. Garanti dokümanları
- II. Bakım programı bilgileri
 - A. Montaj, işletme ve bakım talimatları
 - B. Yedek parça envanteri
 - C. Koruyucu bakım işlemleri
 - D. İşlem tanımları
 - E. Tarihçe

Test raporları

Test raporları sistemin başlangıçtaki test ve işletmeye alma sırasında gözlenen performansı ile sistemin servis ömrü içinde gözlenen performans bilgilerini içerir.

İnşaat dokümanları

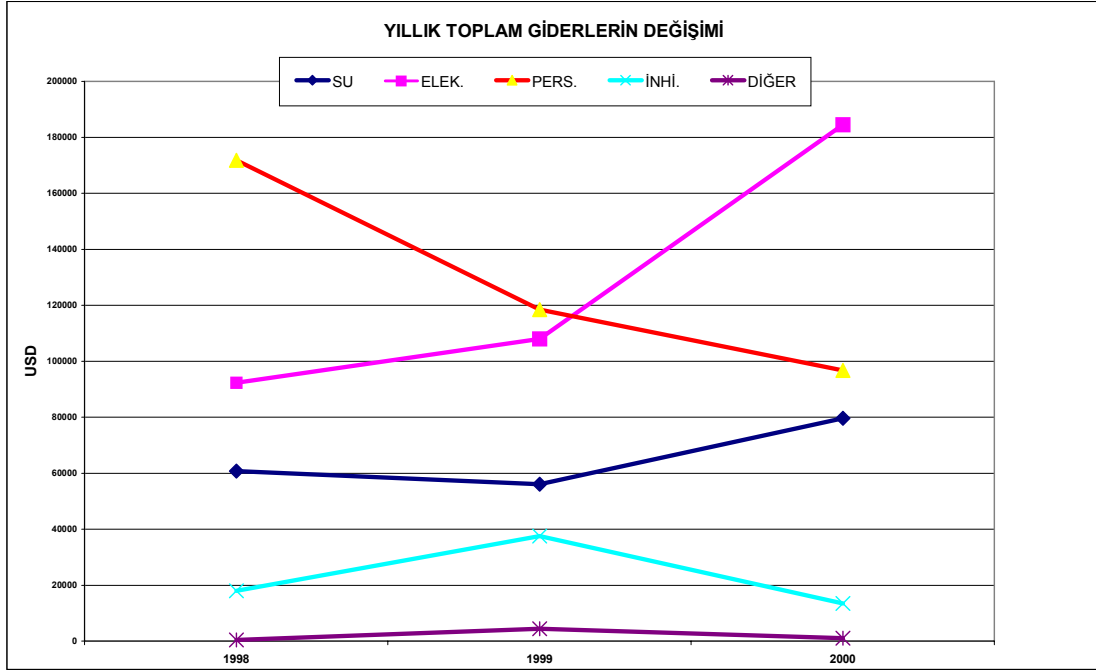
Sistemin inşaat dokümanları(uygulama projeleri) de dokümantasyon içinde yer almalıdır.^{1"}

4. MALİYET ANALİZİ

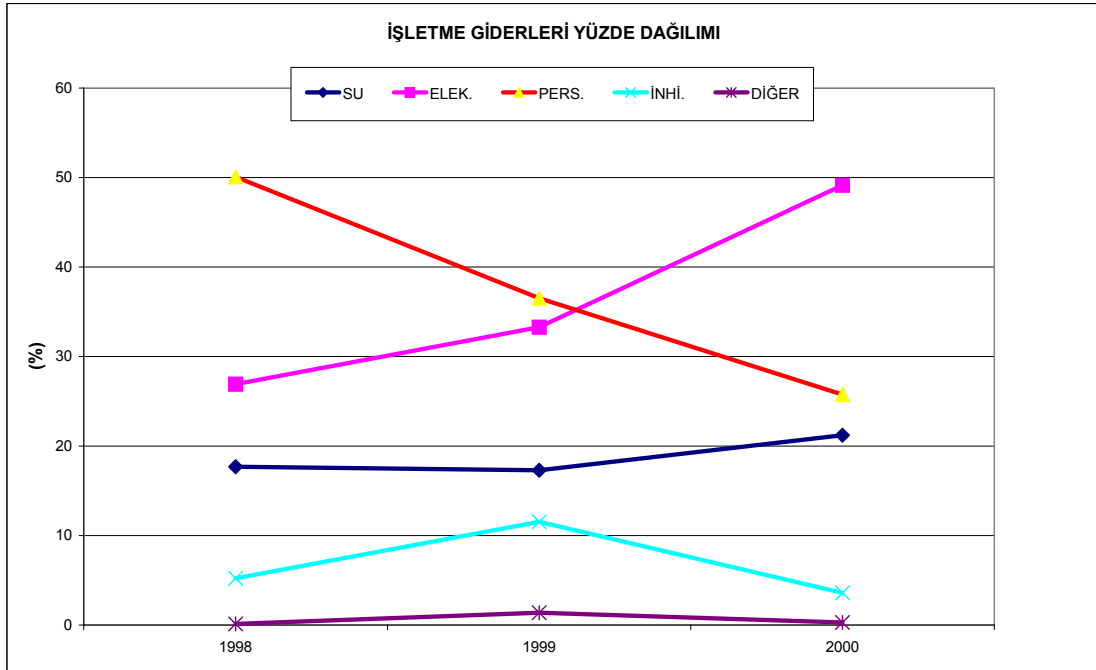
Balçova'daki jeotermal bölge ısıtma sisteminin işletme maliyetinin bileşenleri, aşağıdaki şekilde dört ana grupta toplanmıştır.

- I. Personel maliyetleri
- II. Enerji(elektrik) maliyetleri
- III. Besi suyu maliyetleri
- IV. İnhibitör maliyetleri
- V. Diğer sarf malzemeleri maliyetleri

Bu bileşenlerin son üç yıllık dolar bazındaki değerleri ve yine aynı yıllardaki toplam içindeki yüzdelerinin değişimi sırasıyla aşağıdaki Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Bu maliyetler ödeme tarihlerindeki dolar kuru üzerinden hesaplanmıştır.



Şekil 1. İşletme giderlerinin senelere bağlı değişimi



Şekil 2. İşletme giderlerinin senelere göre yüzde değişimleri

Değişimler genel olarak değerlendirilirse, elektrik maliyetlerinde üç yılda iki misli bir artış olduğu, personel maliyetlerinin düştüğü, su maliyetlerinin 1998'e göre arttığı, inhibitör maliyetlerinde üçüncü yılda bir azalma olduğu, diğer maliyetlerde ise çok fazla bir değişimin olmadığı görülmektedir.

İşletme maliyetlerinde, Şekil 1 ve 2'deki gibi aşırı değişimlerin olması durumunda bunun sebeplerinin araştırılması ve doğal olmayan artışların önlenmesi gerekir. Sistemlerin geçireceği değişiklikler (büyüme veya küçülme), maliyeti azaltıcı tedbirlerin alınması (otomasyon, daha az enerji kullanan sistem bileşenlerin kullanılması, vs) şüphesiz maliyetleri doğal olarak değiştirecektir. Ancak bu yönde bir gelişim olmadığı taktirde değişimlerin sebepleri mutlaka belirlenmeli ve işletme maliyetlerini negatif olarak etkileyen unsurlar ortadan kaldırılmalıdır. Bu anlamda yukarıda verilen ve aşırı değişim gösteren işletme maliyetlerinin değişim nedenleri incelenmeye çalışılmıştır.

Personel maliyetleri

Personel maliyetlerinde görülen değişim, söz konusu yıllarda bölge ısıtma sisteminin organizasyonel anlamda geçirdiği değişikliklerden kaynaklanmaktadır. 2000 yılı temmuz ayına kadar sistem Balçova Termal şirketinin içinde yer almaktadır. Sistemin işletilmesi yapımçı firma tarafından, abonelik işlemleri Balçova Termal tarafından yürütülmektedir. 2000 senesi temmuz ayında sistem yeni kurulan Balçova Jeotermal şirketine devredilmiş ve yeni bir personel yapılanması olmuştur. Bu tarihten itibaren de Balçova Jeotermal bir taraftan kadrolaşarak, giderek artan bir oranda işletmeyi devralmıştır. Personel maliyetleri açısından 2001 yılı Haziran ayı baz alınarak hesaplanacak 12 aylık personel maliyeti, işletmenin bugünkü haliyle personel maliyetlerini belirlemede daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Haziran 2001 aylık toplam personel maliyeti 6428 USD değerindedir. Bu değerden hareketle yıllık tahmini personel maliyeti 77136 USD'dır.

Enerji-elektrik maliyetleri

Şekil 2'den görüleceği üzere Balçova jeotermal bölge ısıtma sisteminde elektrik maliyetleri giderek artmış, 2000 yılında toplam içindeki payı yaklaşık %50 olmuştur. Elektrik tüketiminin Şubat 1998-Mayıs 2001 arasında aylara bağlı olarak dağılımında Şekil 3'te verilmiştir. Bu şekildeki ısıtma sezonu ortasındaki aylara ait (ocak-şubat-mart) tepe noktalarının takibi ile de, tüketimin hızla artmakta olduğu görülmektedir.

İşletmenin elektrik tüketiminin artmasının sebepleri, yukarıda belirtildiği gibi, sistematik olarak iki şekilde değerlendirilebilir:

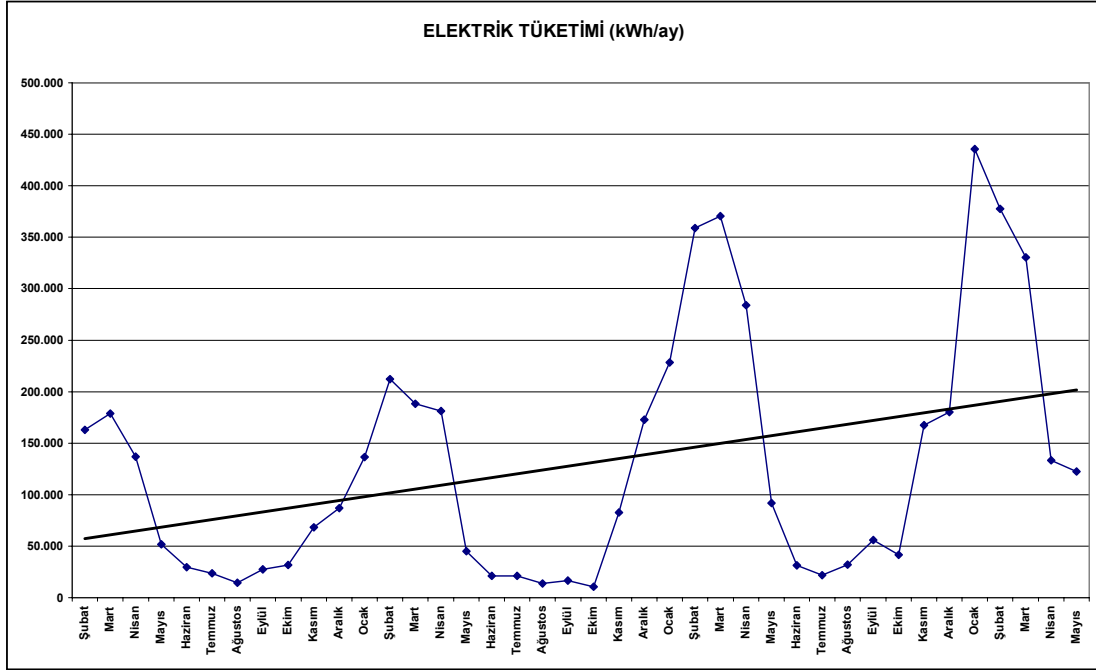
a. Doğal nedenler.

Doğal nedenlerin en başında abone konut sayısının artması ve buna bağlı olarak oluşan yükü karşılamak üzere işletme enerji giderlerinin artması sayılabilir (yükü karşılamak üzere kuyulardan daha fazla akışkan çekilmesi ile primer ve sekonder devrelerde pompalama maliyetlerinin artması). İkinci doğal neden ise ısıtma sezonlarına ait iklim koşullarının yıldan yıla aşırı değişmesidir.

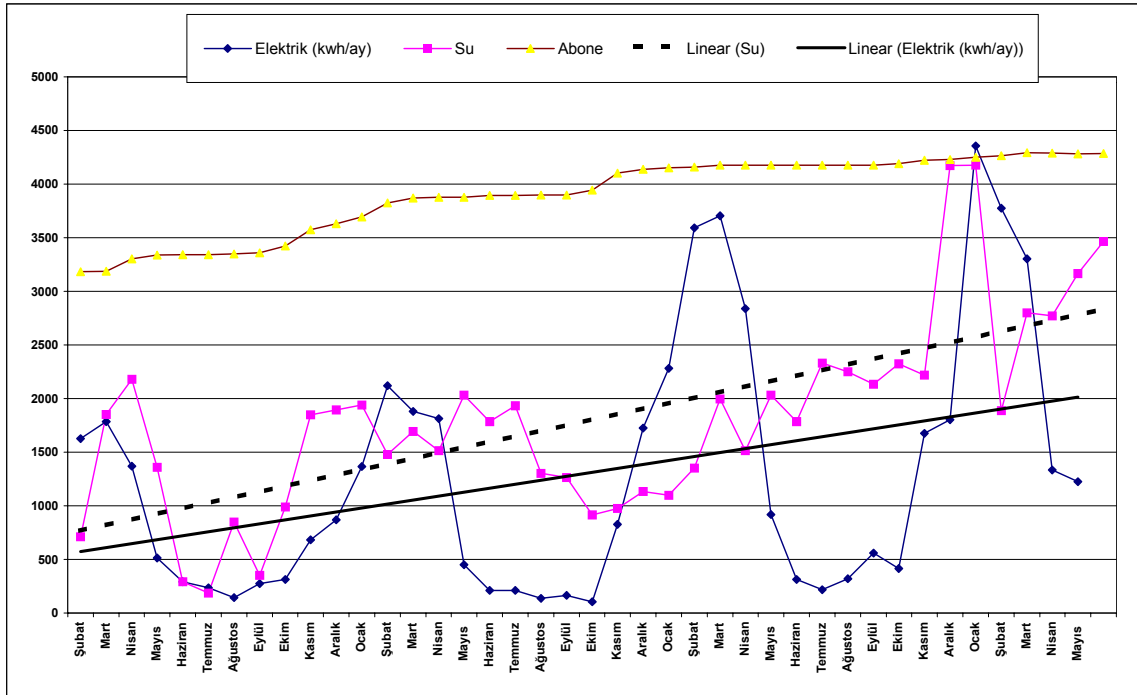
Balçova'da söz konusu yıllar arasında, elektrik tüketimini aşırı derecede etkileyecek iklim değişiklikleri söz konusu değildir. Abone konut sayısının artmasının etkisini görmek üzere, abone sayısının aylara bağlı değişimi, elektrik ve su tüketimleri ile birlikte aynı diyagramda gösterilmiştir (Şekil 4). Bu şekildeki abone sayısı değişimi ile elektrik tüketimi değişimi arasında birebir ilişki kurmak mümkün gözükmemektedir. Şüphesiz abone sayısının artması elektrik tüketimini etkilemiştir. Ancak abone sayısındaki artış elektrik tüketiminde yaklaşık %50'ye varan bir artışa neden olacak büyüklükte değildir.

b. İşletme performansında olağan dışı değişimler.

Bir bölgesel ısıtma sistemindeki enerji-elektrik tüketici cihaz ve ekipmanların performanslarındaki öngörülmeyen değişimler, veya bu cihazların elektrik tüketimini artıran öngörülmeyen sebepler olağan dışı nedenlerdir.



Şekil 3. Elektrik tüketiminin aylara bağlı değişimi.



Şekil 4. Elektrik ve su tüketimi ile abone sayılarının aylık değişimleri ve trendleri

Balçova işletmesindeki ana enerji tüketim kaynakları kuyu ve sirkülasyon pompaları ile bunların yardımcı ekipmanlarıdır (Tablo 1). Zamanla pompa verimlerinde küçük değişmelerin olması beklenebilir. Ancak bu küçük değişimlerin elektrik tüketiminde görülen değişime sebep olmayacağı açıktır. Yapılan gözlemler, pompaların elektrik tüketimini dolaylı olarak etkileyen bir başka değişimin söz konusu olmasını gerektirmektedir. Bu etkinin, aşağıda verildiği gibi büyük ölçüde su kayıplarından geldiği anlaşılmaktadır..

Tablo 1. Pompa motorları anma güçleri

Pompa ismi	Gücü (kW)	Pompa ismi	Gücü (kW)	Pompa ismi	Gücü (kW)
BD 3	110	B 4	55	BS 2	160
BD 4	110	B 10	45	BS 3	160
BD 6	110	B 11	45	JS 2	200
BD 7	110	BS1	160	NS 1 – NS 2	2 X 15

Su maliyeti

Şekil 1 ve 2'den görüleceği üzere işletme giderlerinin üçüncü büyük bileşeni su kayıplarıdır. Toplamda 98 yılından 99 yılına bir azalma söz konusu olmasına karşılık 2000 yılında her iki yıla göre artmıştır. Su maliyetleri, Balçova jeotermal bölge sistemi sekonder devresindeki (sıcak su şehir dağıtım şebekesi) su kayıplarını karşılamak üzere sisteme basılan şehir suyu maliyetidir. Sekonder devredeki su kayıpları başlangıçta, bölge ısıtma sistemlerinde öngörülen veya beklenen su kayıpları olarak değerlendirilirken, yıllara göre giderek artması ve ani yükselmelerin olması nedenleriyle bu değerlendirmenin yanlış olduğu ortaya çıkmıştır.

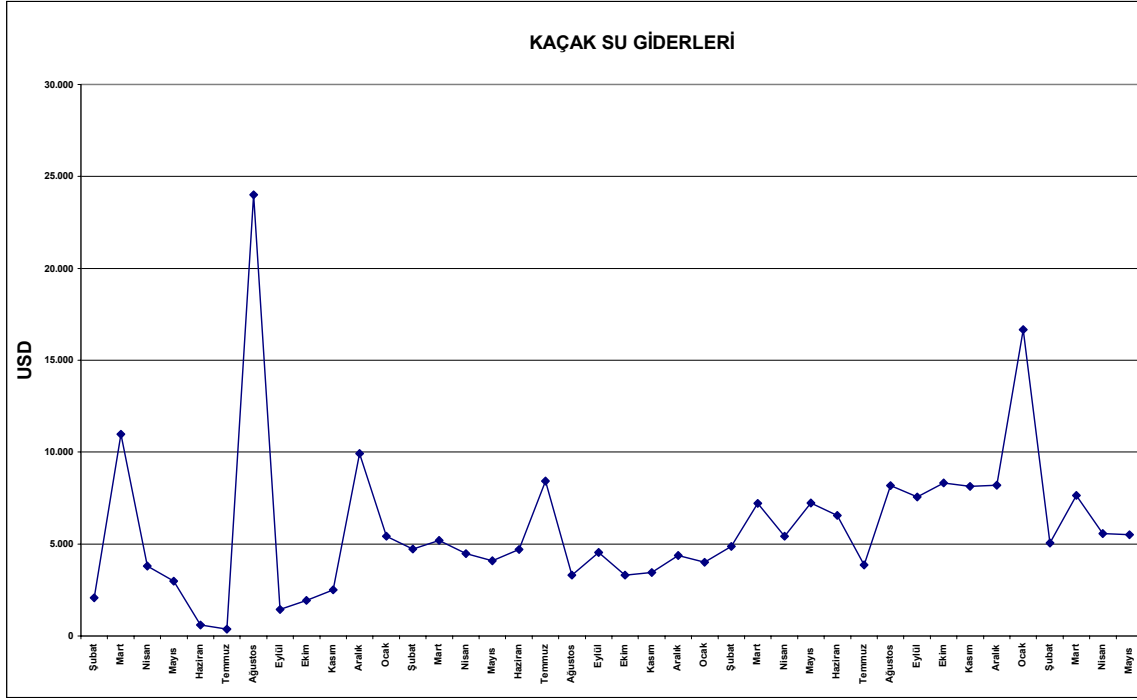
5. SU KAYIPLARI VE ETKİLERİ

Balçova jeotermal bölge ısıtma sistemi sekonder devresinde oluşacak öngörülen-beklenen su kayıpları için şehir şebekesinden su alan, arıtma cihazlı bir besleme devresi vardır. Kayıplar nedeniyle şebeke basıncı düştüğü zaman, bu devreden su basılmakta ve günlük olarak basılan su miktarı kayıt edilmektedir. Günlük ve aylık toplam (Şekil 5) olarak izlenen su kayıplarının yıllara bağlı olarak bir artma eğilimi içinde olduğu, aralık 2000 ocak 2001 aylarında görüldüğü gibi, ani olarak çok yükseldiği görülmektedir. Yıllara bağlı artma eğiliminin küçük kaçakların kümülatif artmasından oluştuğu tahmin edilmekte, büyük sızramaların ise büyük sistem kaçaklarından meydana geldiği görülmektedir. Şehir şebekesinin kanallar içinde olmayıp doğrudan toprak altında kalması ve üzerinde asfalt olması, branşman vanalarının olmaması, var olan vanaların çalışmaması nedenleriyle su kaçaklarının bulunmasını tamamen tesadüflere bağlı bir konuma getirmiştir. Şebeke döşenirken kaçak belirleme için öngörülen çift telli sistemin uygulamasından vazgeçilmiştir. Günlük su kayıpları o denli yükselmiştir ki, sisteme su basmak için yapılan arıtma sistemli şehir şebeke devresi yeterli olmamış, tanker ile su takviyesi zorunlu hale gelmiştir. Bu arada kontrolsüz bir süreçte, su kayıplarını karşılamak üzere şehir şebekesine jeotermal su basıldığı fark edilmiştir.

Kullanılabilir şehir suyundan oluşan su kayıplarının işletme maliyetlerine iki türlü etkisi vardır: Bunlar doğrudan ve dolaylı etkilerdir.

Su kaçaklarının işletme maliyetine doğrudan etkileri.

Sisteme basılan suyun maliyeti, işletme maliyetine doğrudan bir katkıdır ve Şekil 5'ten görüleceği üzere bu maliyet aylık olarak 15.000 doların üzerine çıkabilmektedir. 2000 yılındaki toplam su maliyeti yaklaşık 80.000 dolardır. Bir diğer doğrudan etki ise enerji kaybıdır: Kaçak olan suyun sıcak su olması, kullanılmayan enerji kaybı nedeni ile alternatif bir enerji maliyeti getirmektedir.

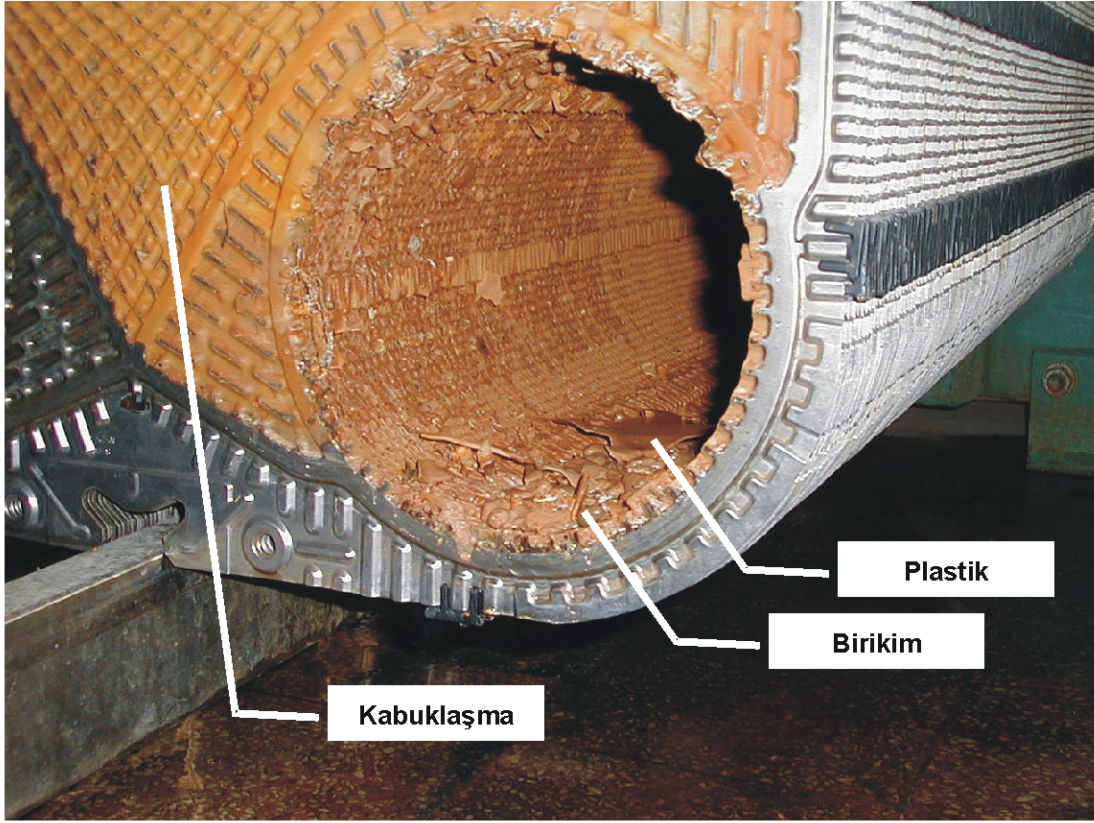


Şekil 5. Kaçak su giderlerinin aylık değişimi.

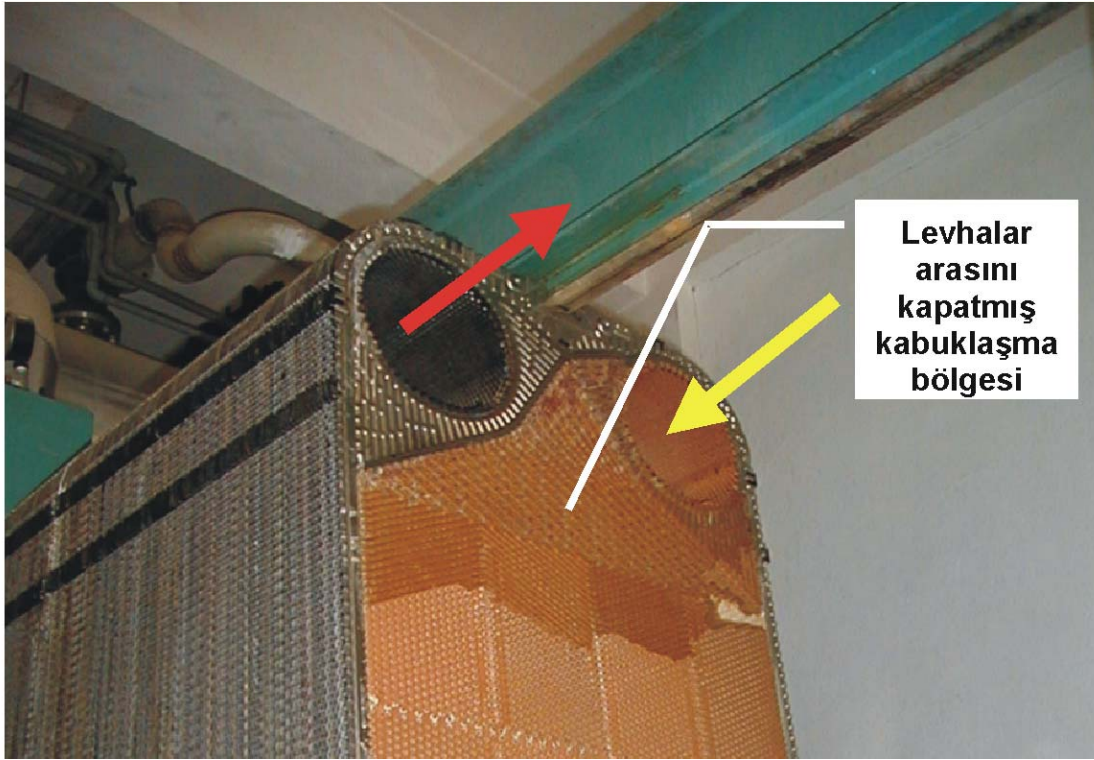
Su kaçaklarının işletme maliyetine dolaylı etkisi

Su kaçaklarının ana etkisi dolaylı olan etkilere sahiptir. Bu etkilerin nedeni de gerek arıtma sisteminin yetersizliği, gerekse arıtma sisteminden geçirilmeden doğrudan sisteme verilen sert sular nedeniyle ısı merkezindeki ana eşanjörlerde meydana gelen kabuklaşma ve kirliliktir.

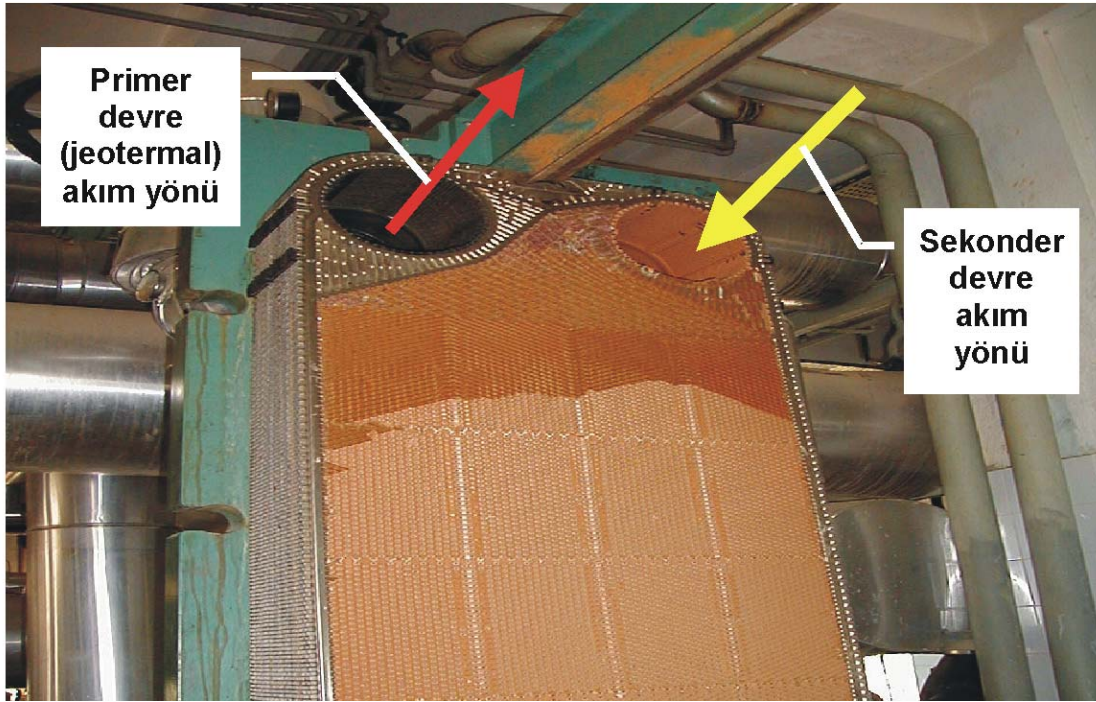
2001 yılı temmuz ayı içerisinde temizlik yapmak üzere açılan ana eşanjörlerde oluşan kabuklaşmanın, eşanjörün sekonder devre kanallarının tıkanmasına yol açacak boyutlarda olduğu görülmüştür. Resim 1'de görülen birikim, eşanjörün sekonder devre ilk geçişinin sonunda oluşan birikimdir. Levhaların yüzeyleri alttan yukarıya doğru giderek artan bir kalınlıkta kalsiyum karbonat çökmesi ile kaplanmıştır. Eşanjör eksenine boyunca, levhaların üst kısmındaki en sıcak bölgede, ortalama olarak değişmeyen bir yükseklikte, iki yüzeyde oluşan kabuklar iki levha arasındaki aralığı kapatmışlardır (Resim 2 ve 3). Bu kısımda su, iki yüzeyden gelişerek birbirine değen kabuğun içinde kalan kanallardan akışa zorlanmaktadır (Resim 4 ve 5). Levhalar arasındaki boşluğun dönüş-ikinci geçiş-kanalına bağlantı kesitinin bazı plakalarda tamamen kapalı olduğu gözlenmiştir (Resim 6). Aşırı kabuklaşmanın olduğu bu bölgenin üst kısımlarında oluşan ve levhalar arasındaki boşluğun şeklini almış kabuklardan, eşanjör eksenine boyunca alınan örneklerden yapılan ölçümler kabuklaşmanın kalınlığının ortalama olarak 0.8 mm olduğunu göstermektedir (Şekil 6). Bu ölçümler levhalar arasından kolayca ayrılabilen parçalardan ölçülmüştür. Levhaların üzerinde kolay ayrılamayan ince bir tabaka daha kabuk söz konusudur.



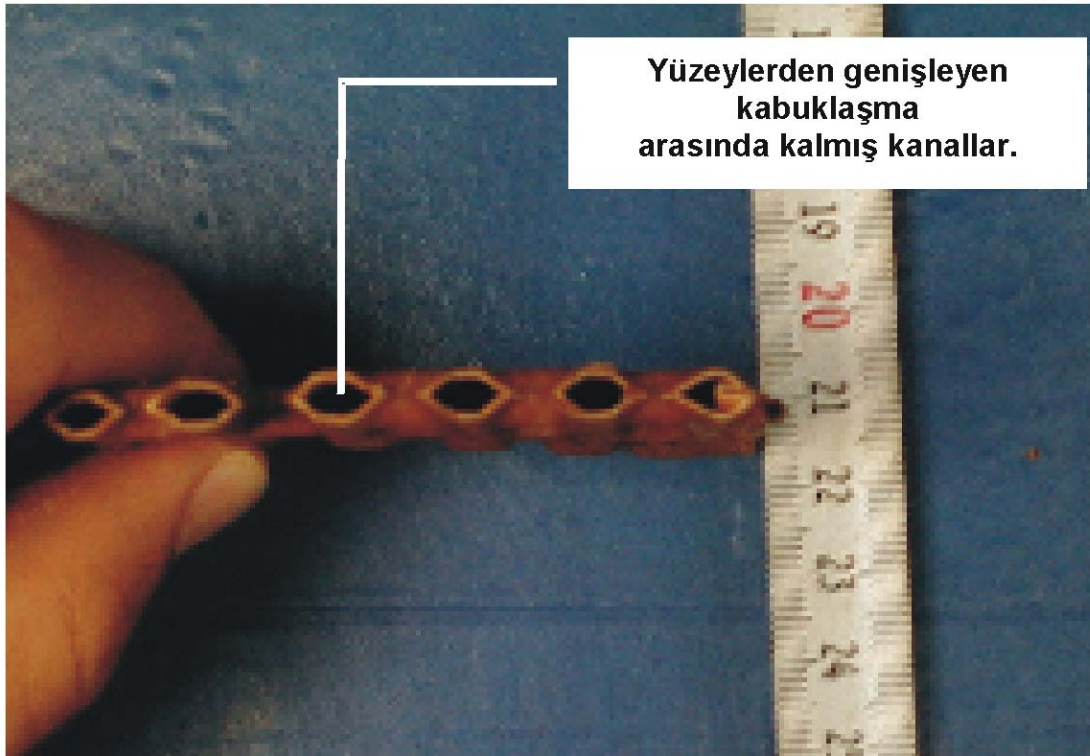
Resim 1.



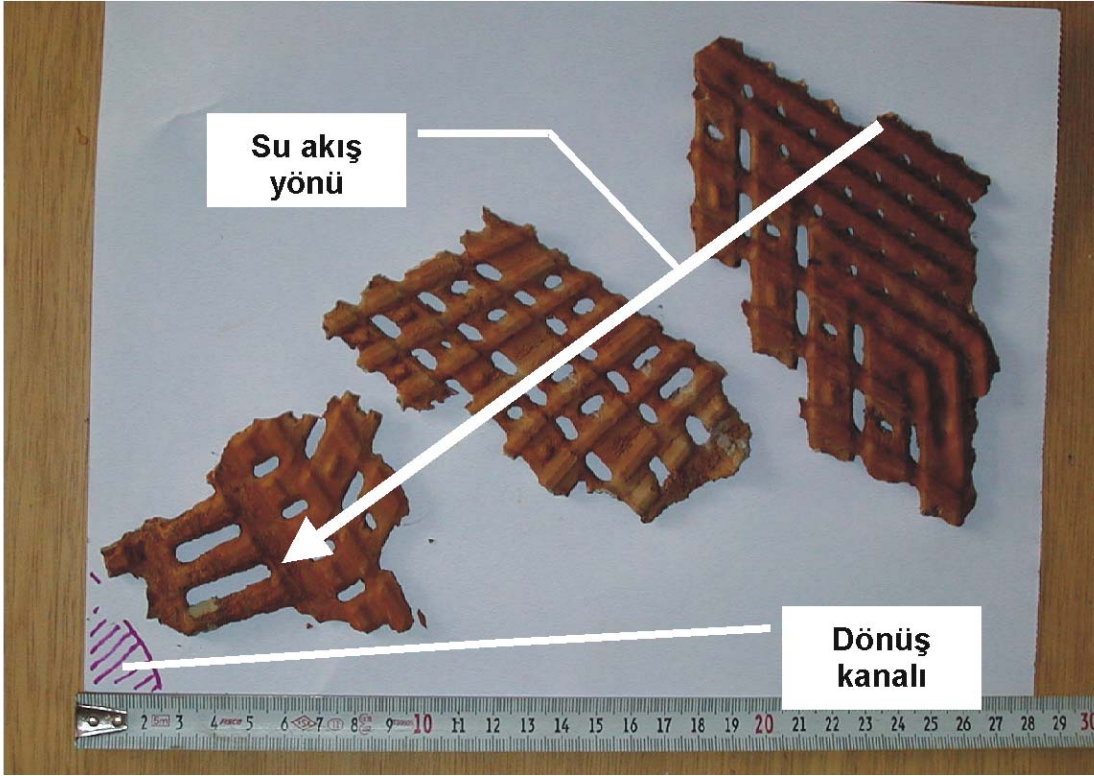
Resim 2.



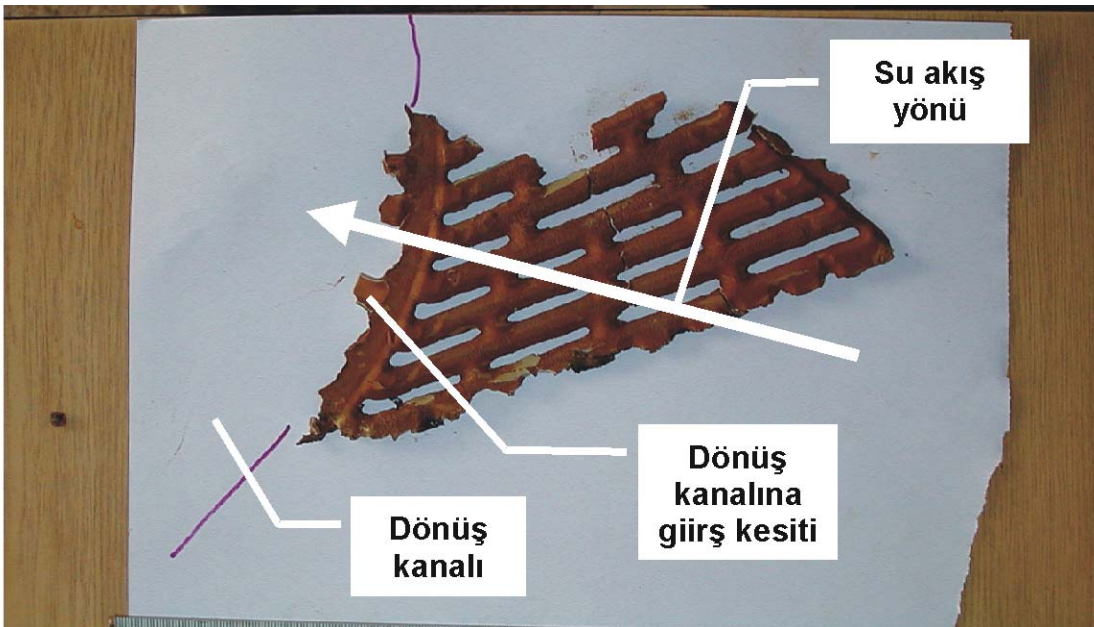
Resim 3.



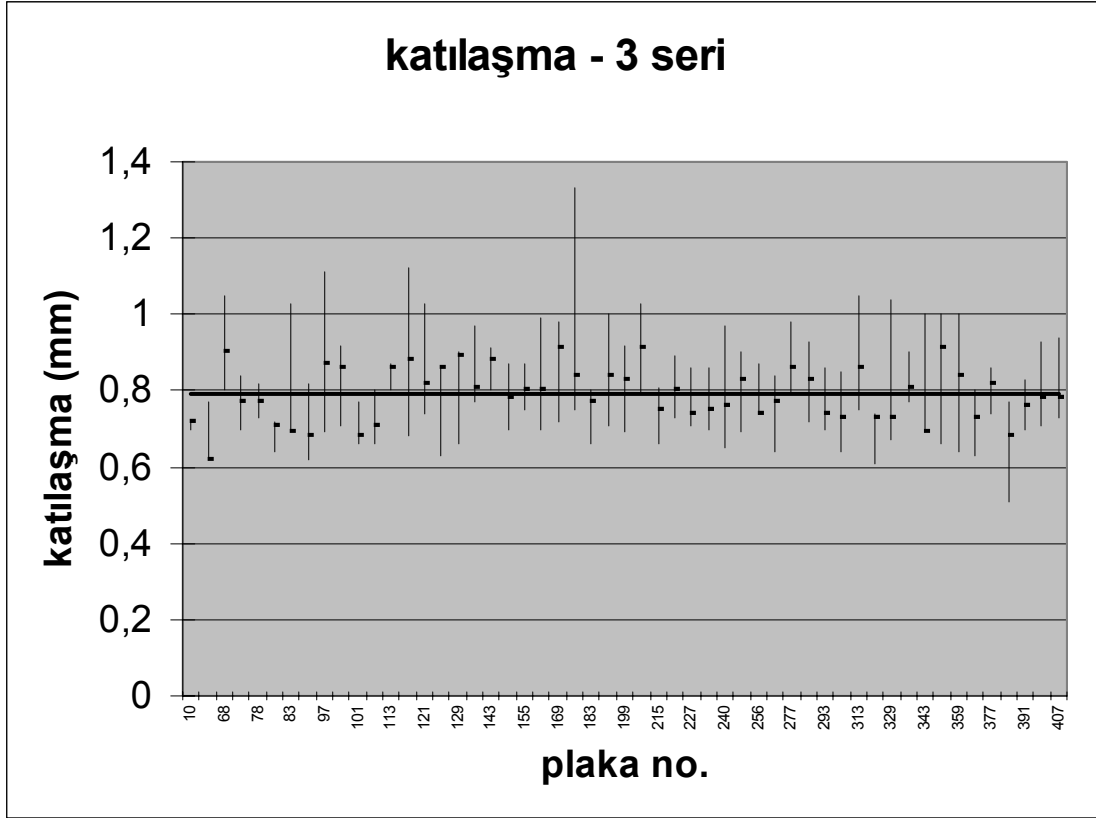
Resim 4.



Resim 5



Resim 6



Şekil 6. Plakalı ısı değiştirgeci şehir şebekesi devresinde çıkış kanalı civarında kabuklaşma kalınlıkları.

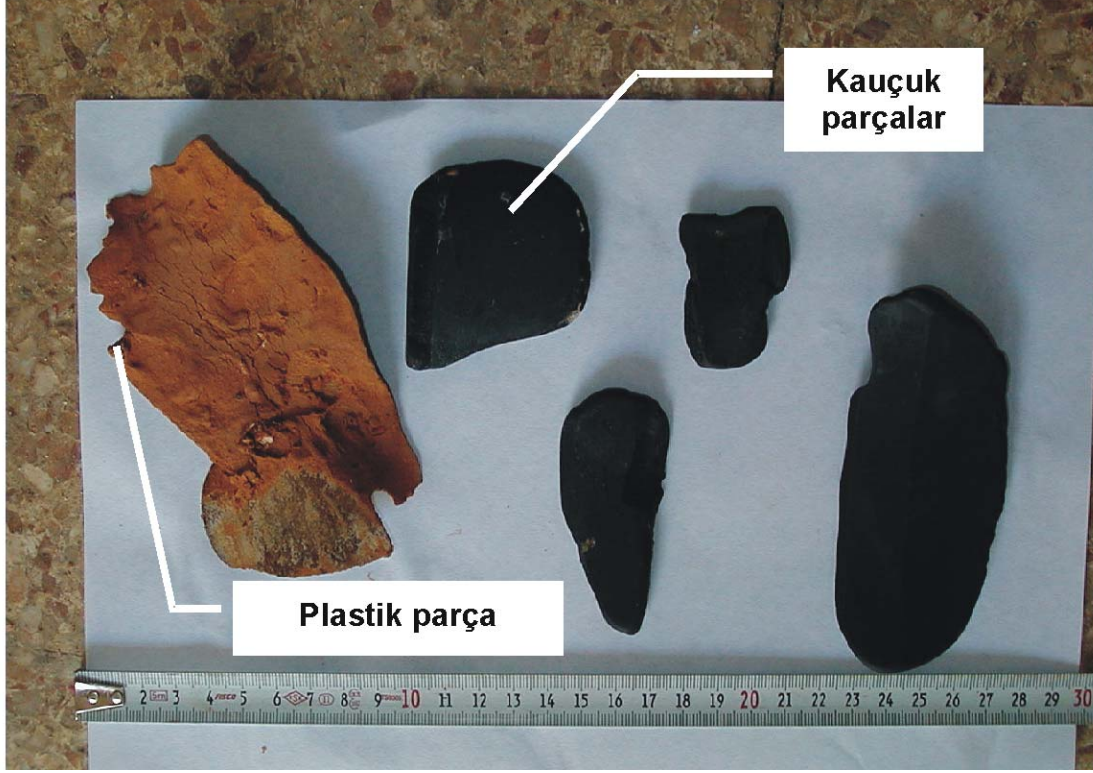
Yukarıda açıklanan kabuklaşma, günlük değeri 170 tona kadar çıkabilen su kaçaklarını önlemek üzere mevcut sistem içinde arıtılması mümkün olmadan sekonder devreye basılan, aşırı sert şehir suyu şebekesindeki kalsiyum karbonatın okelmesinden oluşmaktadır. Bu kabuklaşma sonunda, eşanjör performansındaki azalmanın karşılanması için, sezon başından itibaren giderek artan bir oranda, düşük yüklerde bile, sekonder devre sirkülasyon pompaları tasarım değerlerinin üzerindeki devirlerde çalıştırılmak durumundadır.ak durumundadır.elektrik tketiciminin ana kaynağı olarak görülmektedir.

Eşanjörün primer-jeotermal akışkan-devresinde bir kabuklaşma görülmemiştir. Ancak, birinci geçiş kanalında vana sızdırmazlık elemanlarından koparak gelmiş büyüklükleri 10-13 cm'e ulaşan plastik ve kauçuk parçacıklara rastlanmıştır (Resim 7). Bu parçacıkların da buldukları bölgelerde akış hızlarını etkileyerek performans düşüklüğüne neden olacakları açıktır.

6. POMPA SEÇİMLERİNİN VE HİDROLİK DENGELMENİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ

Enerji tketicimini etkileyecek önemli kararlardan bir tanesi kuyu pompalarının seçimidir. Kuyu tamamlama ve üretim testleri yapılmamış veya gelişigüzel yapılmış bir jeotermal sahada, kuyu pompalarının optimum enerji tketicimi ile üretim yapması tesadüfler dışında mümkün değildir. Bir kuyunun uzun zamanlı üretim testleriyle kuyudan alınabilecek maksimum jeotermal su debisi ve sıcaklığı belirlenmelidir. Bu testler sonucunda belirlenen kuyu karakteristikleri(statik ve dinamik seviyeleri, debi, basınç, sıcaklık) ve işletme karakteristikleri(basınç, basınç düşümü) göz önüne alınarak özgül enerji tketicimini (metreküp üretim başına harcanan enerji) minimum yapan pompa seçilmelidir. Aksi halde düşük verimlerle çalışan kuyu pompalarının kullanılması ve bu yolla büyük enerji kayıplarının olması kaçınılmazdır.

Balçova gibi toplam olarak yaklaşık 80 km'lik çok kollu bir dağıtım şebekesine sahip jeotermal enerji bölge ısıtma sistemlerinde, merkezi ısıtma sistemi bulunan binalardaki gibi, hidrolik dengelemenin çok iyi tasarımının yapılması ve işletmeye alınırken bu tasarıma göre ayar ve testlerinin gerçekleştirilmesi gerekir. Dağıtım şebekesindeki hidrolik dengesizlikler sirkülasyon pompalarının gerekmeyen yüklerde çalıştırılmasını zorunlu hale getirebilir. Böylelikle yine enerji tüketimi artacaktır.



Resim 7

7. JEOTERMAL ENERJİ BÖLGE ISITMA SİSTEMLERİNDE KONTROL VE OTOMASYON SORUNLARI

Ülkemizdeki diğer uygulamalarda olduğu gibi, Balçova bölge ısıtma sisteminde de yük değişimlerine karşı sistemin işletme stratejisini belirleyen bir otomatik kontrol sistemi mevcut değildir. Bilindiği üzere ısıtma sezonu içinde dış hava sıcaklığına bağlı olarak değişen ısı yüküne karşı, tasarım gereği, sekonder devrede dolaşan akışkan miktarının ve nihai olarak da primer devreyi besleyen kuyu üretimlerinin değişmesi gerekmektedir. Bu değişim, bugün için sekonder devredeki sıcaklık değişimi gözlemine dayalı olarak el ile yapılmaktadır. Bu tür bir işletmede kontrol etkinliği, işletme personelinin duyarlılığına ve sistem hakkındaki bilgisine bağlıdır. Kuyuların birbirinden ve ısı merkezinden uzak olması, kuyu pompaları kontrollerinin kuyu başında yapılması zorunluluğu işletmeci duyarlılığını azaltan faktörlerdir. İşletmecinin, abonelerin göreceli ısı konfor yaklaşımlarından doğan şikayetlerini minimuma indirmek için aşırı enerji yüklemeyi seçmesi daha beklenilir bir davranış olacaktır. Bina ısıtma sistemlerine ait bina altı ısı değiştirgeçerindeki otomatik kontrol sistemlerinin tasarıma uygun çalışıp çalışmaması da enerji tüketimini etkileyecektir. Konutlarda tüketilen ölçüde ödeme yerine, tüketime bağlı olmayan sabit aylık ücretin seçilmesi, tüketicilerin enerji tasarrufunu önleyici bir unsurdur. Hava sıcaklığının çok yüksek olduğu saatlerde, konut içindeki oluşan aşırı sıcaklığa karşı alınan tedbirin pencerelerin ve balkon kapılarının açılması olduğu gözlenmektedir.

8. REZERVUAR GÖZLEMİ VE SORUNLARI

Jeotermal enerji bölge ısıtma sistemlerinin enerji kaynağı olan rezervuarın işletmeye alınış tarihinden itibaren sürekli ve sistematik olarak gözlenmesi ve bu gözlemlerden oluşan bir veri tabanının oluşturulması, bir işletmenin en önemli görevlerinden biridir. Çünkü rezervuar, doğası gereği işletme stratejisine bağlı olarak değişebilecek karakteristiklere (sıcaklık, basınç, kimyasal içerik, geçirgenlik) sahiptir. İşletmenin sürdürülebilir ve yenilenebilir olarak götürülebilmesi, rezervuarın gözlemine ve bu gözlemlerin değerlendirilmesine bağlıdır.

SONUÇ

Bir jeotermal enerji bölge ısıtma sistemi işletme ve bakım yönetiminin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için, tasarım ve uygulama esnasında işletme ve bakıma ait dokümantasyonun eksiksiz olarak yapılması, bu dokümantasyona göre sistem ve bileşenlerinin performanslarının, işletme giderlerinin değişmez birimler kullanılarak sürekli olarak gözlenmesi gerekmektedir. Sistem performansında ve buna bağlı olarak gelişen işletme maliyetlerindeki değişimlerin değerlendirilmesi için, performans değerleri yanında işletme maliyetleri de tasarım ve uygulama aşamasında öngörülmesi, sistemin işletmeye alınış sırasında yapılacak testlerle bu veriler referans noktası olarak belirlenmelidir.

Balçova jeotermal bölge ısıtma sisteminde olduğu gibi, su kaçaqları bir bölge ısıtma sistemi için gerek çevresel etkileri gerek sisteme doğrudan ve dolaylı maliyetleri açısından çok ciddi sorunlar getirebilmektedir. Su kaçaqlarının belirlenebilmesi için kullanılacak yöntemler ve alınması gereken tedbirler tasarım aşamasında öngörülmesi ve uygulanmalıdır. Aksi halde kaçaqların bulunması ve giderilmesi işletmeye çok büyük işletme ve ek yatırım maliyetleri getirecektir.

Bölge ısıtma sistemlerinde işletme personelinin subjektif yargılarına ve duyarlılığına bağlı olmayan kontrol sistemleri uygulanmalıdır. Aboneler için, enerji savurganlığını önlemek amacıyla, ısı tüketimleriyle orantılı ödeme sistemi kullanılmalıdır.

Kuyu pompaları seçimi, çok iyi yapılmış kuyu tamamlama ve üretim testleri sonunda belirlenen kuyu karakteristikleri ve işletme karakteristiklerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilmelidir.

Teşekkür

Balçova Isı Merkezinde bulunan ana ısı eşanjörlerindeki kabuklaşmayı fotoğraflayan ve analizini yapan İYTE, Makina Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Dr.Hacer Aygün ve lisansüstü öğrencilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE Handbook of Applications.
- [2] TOKSOY, M., SERPEN, U. "Institutional, Technical and Economic Problems in Direct Use Geothermal Applications in Turkey", Geothermal Resource Council 2001 Annual Meeting, San Diego

ÖZGEÇMİŞLER

Macit TOKSOY

1949'da doğdu. Dönem (1972) arkadaşları onun adına da bitirdikleri fakülte'deki (İTÜ, Makina) bir sınıfın donatılmasına katkıda bulundular. 1972 senesinde Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde asistanlığa başladı. Türkiye'de üniversitelerde doktora yapan asistanların deneyimlerini o da paylaştı: Bir taraftan ders verirken, bir taraftan ders aldı, tez çalışması yaptı, laboratuvar kurmaya çalıştı, sınavlara gözcü olarak girdi, yaz aylarında boş kalmaması diye atölye stajı yaptırdı. Tezinin IBM 1130 ve Fortran II ile başladığı sayısal çözümlerini, IBM 360 ve Fortran IV ile bitirdi. 1976 yılında doktor mühendis ünvanını aldı. 1978-1981 senelerinde North Carolina Eyalet Üniversitesinde misafir asistan profesör olarak çalıştı. Orada "Bilim Adamı" Prof.Dr. Necati Özışık ile çalışmanın mutluluğunu tattı. Işıkları hiç sönmeyen gerçek bilim ve üniversite dünyasını tanıdı. Yer fıstığı kuruttu, ısı pompasına enerji deposu uyguladı, bir kürenin içindeki ergimeyi günlerce izledi. 1982 yılında çalıştığı bölümün sadece tabelasının değişmesi ile bir başka üniversitede, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, akademik hayatına devam etti: Mısır kuruttu, sıvıların katılaşmasına merakı sürdü. Bölümünün öğrencileri neden bu kadar başarısız oluyor diye merak etti. Onların da tanımlanmış bir eğitimleri olsun diye çaba sarfetti, çabaları yazdıklarında, söylediklerinde kaldı. 1985 yılında doçent, 1990 senesinde profesör oldu. Kuralcı, bazan aşırı titiz olduğunu biliyordu: Ama öğrencilerini her zaman çok sevdi. Önce öğrencisi, sonra arkadaşı ve dostu olan Prof.Dr. Zafer İlken'le çalışmaktan, birlikte üretmekten büyük keyif aldı. 1981 senesinde kimse kabul etmediği için (bunu o zaman bilmiyordu) Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Başkanlığına seçildi. İki yıl tüm oda çalışanları ve yönetim kurulu üyeleriyle birlikte gece-gündüz çok özel ve kendine göre üretken bir arkadaşlığı ve dostluğu paylaştı. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'nin üyesi oldu, Sevgili Celal Okutan Ağabey ve sevgili Numan Şahin ile birlikte çalıştı. Sevgili Serdar Gürel'in Başkan Yardımcılığını yaptı. Makina Mühendisleri Odası'nda, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'nde, hiçbir karşılık beklemezsiniz, ülkemizdeki makina ve tesisat mühendisliğinin daha çağdaş bilgi ve teknolojiye ulaşabilmesi için kendi özel işlerini bir kenara koyarak sınırsız katkı koyan başkanları, yönetim kurulu üyelerini ve üyeleri tanıma fırsatı buldu. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Fen Bilimleri Enstitüsü ve Meslek Yüksekokulu Müdürlüğünü yaptı. Meslek Yüksekokulunda haftada 35 saat ders vermek zorunda kalan çok özel insanlar olan öğretim üyeleri ve öğretim görevlilerini tanıdı. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde sevgi dolu bir Rektörü, Prof.Dr.Fethi İdman'ı tanıdı. Şimdi bir başka üniversitede, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde, ışıkları sönmeyecek bir üniversitenin gelişimine katkı koymaya çalışıyor.

Fasih KUTLUAY

1953 yılında İzmir'de doğdu. 1977 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makina Bölümü'nü bitirdi. 80'li yıllarda serbest olarak çalıştı. 1981-1984 yılları arasında Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'nde profesyonel yönetici olarak Şube Sekreterliği görevini yürüttü. 1978-1998 yılları arasında çeşitli dönemlerde Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi'nde Yönetim Kurulu Üyeliği ve Başkanlığı görevlerinde bulundu. Halen Balçova Jeotermal Enerji San. ve Tic. Ltd. Şti.'nde Genel Müdür olarak görev yapmaktadır.

Cihan ÇANAKÇI

29/01/1977 tarihinde Bursa'da doğdu. Ortaokul ve Lise öğrenimini 1995 yılında Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Halen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Enerji Bölümünde Yüksek Lisans yapmaktadır. Kasım 2000 tarihinden bu yana MMO tarafından Balçova Jeotermal Enerji San. ve Tic Ltd. Şti'nde kurulan çeşitli komisyonlarda görevlendirilmiştir.