

# JEOTERMAL BÖLGE ISITMA SİSTEMLERİNDE İŞLETME : GÖZLEM (MONITORING)

Macit TOKSOY  
Fasih KUTLUAY  
Cihan ÇANAKÇI  
A. Caner ŞENER

## ÖZET

Jeotermal Bölge Isıtma Sistemleri işletmeciliğinin en önemli fonksiyonlarından bir tanesi sistemin normal ve arıza konumlarında, tüm işletme parametrelerinin gözlenmesi, kayıtlarının tutulması ve elde edilen değerlerin, işletmenin ilk çalışma-tasarım koşullarını, performansını sağlayıp sağlamadığı ve işletmede teknik ve ekonomik anlamda geliştirilmesi anlamlarında yorumlanmasıdır. Gerek optimum işletme koşullarının sağlanması ve geliştirilmesi için, gerek periyodik ve koruyucu bakım programlarının uygulanması açısından periyodik gözlem (bilgilerin okunması), kayıt (bilgilerin kaydedilmesi) ve değerlendirmesi zorunludur. Bu çalışmada Balçova-Narlidere JBIS'de oluşturulan gözlem ve kayıt sistemi ile bunlara ilişkin değerlendirmeler örneklenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Jeotermal bölge ısıtma sistemleri, Balçova-Narlidere JBIS'de olduğu gibi, farklı amaçlı yapılara (konut, otel, hastahane, eğitim kurumları, ibadet camii, kamu binaları, iş-alışveriş merkezleri) yıl boyunca ısı konfor sağlayan, bu nedenle insan sağlığı ile doğrudan ilgili enerji sistemleridir. Bu toplumsal hizmetin etkin (performansı tasarıma uygun, güvenilir, yetkin-hizmet verebilen) sürekli ve ekonomik şekilde yürütülmesi, modern işletmeciliğin tüm fonksiyonlarının yerine getirilmesiyle mümkün olabilir. Yönetimde yaşam döngü maliyeti kavramının (life-cycle cost concept of management) boyutlarından biri olan etkinlik, yetkinliğin (capability) ve dayanaklılık (dependability); dayanaklılık, güvenilirlik (reliability) ve bakımlanabilirliğin (maintainability) fonksiyonu olarak analitik olarak tanımlanmıştır<sup>1</sup>. Bir başka deyişle günümüzde bu değerler niteliksel değil sayısal olarak ifade edilmekte, işletmelerin değerlendirmeleri de bu sayısal değerlere bakılarak yapılmaktadır.

Ekonomiklik maliyetleri minimize eden optimum işletme koşullarının (doğru yapılmış tasarım değerlerinde) sürdürülmesi veya (işletme sürecinde) yaratılması ile, etkin ve sürekli hizmet verme ise periyodik ve koruyucu bakım sistemlerinin uygulanması ile mümkün olur. Modern işletme ve bakım mühendisliği sistemlerinin önemli unsurlarından biri, söz konusu uygulamaların yapılabilmesi için gerekli olan, sistem ve ekipmanlarının durumlarının gözlenmesini gerektirir. Gözlem (monitoring), hem ilgili sistem şartlarının (sıcaklık, debi, basınç vs) ve ekipmanlarının şartlarının (titreşim, yük, ses vs) gözlenmesini ve kayıt edilmesini (test raporları) hem de değerlendirilmesi süreçlerini içerir. Bu süreçlerin sonunda, işletme ve bakım planları gerçekleştirilir.

<sup>1</sup> a Dependability ve reliability kelimeleri İngilizce'de eş anlamlıdır ve Türkçe karşılıkları güvenilirlik olarak verilmektedir. Dependability, Türkçe de teknik terim olarak dayanaklılık olarak karşılık bulduğu görülmektedir. ASHRAE Applications Handbook'ta(1999, Chapter 37) verilen tanımlar ise şöyledir: "Dependability(bağımlılık), bir sistemin durumunun ölçüsüdür. Sistemin, hizmet ömrünün başlangıcında çalışır durumda olduğunu kabul ederek, dependability hizmet ömrünün içindeki herhangi bir anda çalışabilir durumda olma olasılığıdır. Reliability(güvenilirlik) ise tanımlanmış bir zaman periodunun öngörülen bir dilimi içerisinde sistemin çalışacağını gösterir".

Bir jeotermal bölge ısıtma sisteminde gözlem, birbirine bağlı ancak farklı mühendislik alanlarının (jeotermal rezervuar mühendisliği ve tesisat mühendisliği) değerlendirme konusu olan ancak birbiriyle yakından ilgili iki bileşene sahiptir. Bunlardan biri jeotermal akışkanın üretildiği sahanın gözlemi (**jeotermal saha gözlemi**), diğeri ise jeotermal akışkandaki enerjiyi dağıtan ve dağıtımını kontrol eden sisteminin - **bölge ısıtma sistemi gözlemi**dir. Sürdürülebilir, etkin, sürekli, güvenilir bir jeotermal bölge ısıtma sisteminin planlanması, uygulanması ve işletilmesi bu iki mühendislik alanındaki uzmanların da, etkin güvenilir ve sürekli işbirliğini gerektirir.

Bu çalışmada jeotermal saha gözlemini içermemektedir. Bu alanda ilgili literatüre başvurulmalıdır<sup>2,3</sup>. Çalışmada (jeotermal) bölge ısıtma sistemlerinde yapılması gereken gözlem-monitoring ele alınmıştır. Yazarlar bu alana (jeotermal bölge ısıtma sistemleri) özgü bir yayına rastlamamışlardır. Önerilen gözlem yöntemleri, Balçova-Narlıdere Jeotermal Bölge Isıtma Sistemi'nde yapılan ve yapılması planlanan optimum işletme fonksiyonlarının (örneğin kontrol stratejisi) belirlenmesi çalışmaları içinde geliştirilen sistem ve dokümantasyon ile bunlara bağlı değerlendirme örnekleridir.

Türkiye'de işletilen jeotermal bölge ısıtma sistemleri, planlama ve uygulama süreçlerinin mirası olan etkinlik kayıplarını çeşitli seviyelerde yaşamaktadırlar. Bazı sistemler ısıtma sezonunun bir kısmında performans düşüklüğü bir yana hizmet dışı kalmakta, bazı sistemlerde kısmi performans düşüklüğü ve hizmet dışı kalmalar gözlenmektedir. Bu genetik olumsuzlukların giderilmesi, işletme sürecinde sistem tasarımı da dahil olmak üzere tüm işletme parametrelerinin gözlemlenmesini zorunlu kılmaktadır.

## 2. ÖRNEKLERLE GÖZLEM NEDENLERİ

Jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem sonuçlarından iki biçimde fayda sağlanır: 1) Sistemin daha verimli çalıştırılabilmesi için işletme stratejisindeki ve sistemdeki potansiyel iyileştirmeleri saptamak, 2) Sistemde oluşabilecek arızaları ve bozulmaları önceden belirlemek ve bunlara müdahale etmek.

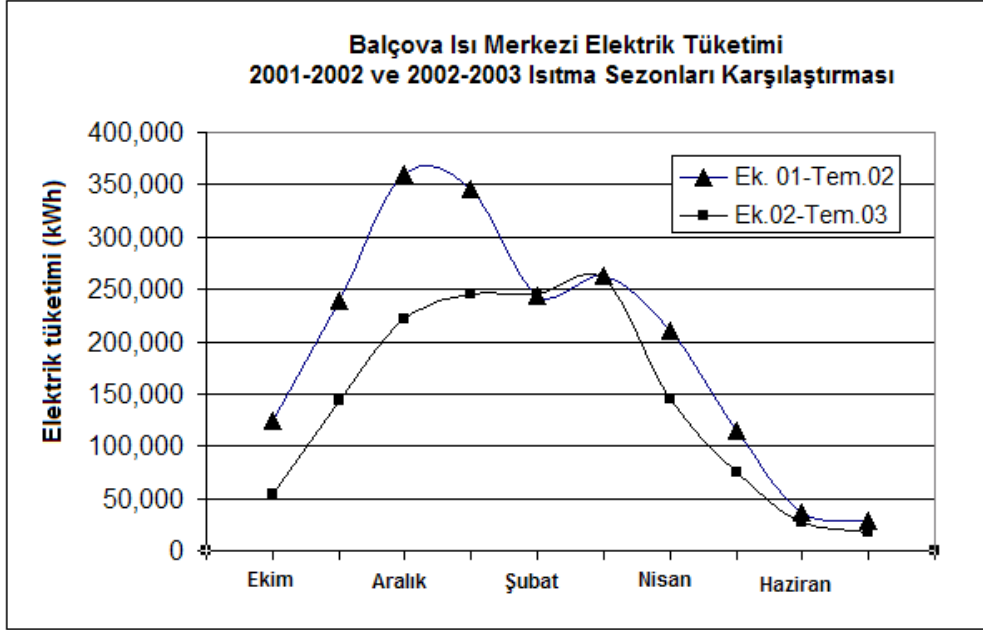
Jeotermal bölge ısıtma sistemleri, her ne kadar bir alternatif enerji kaynağını kullanıyor olsalar da, bu enerjinin yaşam hacimlerine transferinde kullanılan pompalar nedeniyle konvansiyonel enerji kaynaklarını da tüketmektedirler. Bu konvansiyonel enerji kaynağı pompaların kullandığı elektrik enerjisi için tükettiğimiz primer enerji kaynaklarıdır. Türkiye'de elektrik üretimi, TEAŞ 2001 verilerine göre %80 oranında termal güç santrallerinde, kömür ve doğal gaz gibi kaynaklar kullanılarak, üretilmektedir. Jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde kullanılan elektrik enerjisi mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Çünkü:

- İşletme maliyetinin büyük bir kısmını elektrik maliyeti oluşturmaktadır.
- Kullanılan elektrik enerjisinin üretildiği sistemle çevre kirliliği yaratmaktadır.
- Elektrik üretiminde kullanılan primer kaynakların bir kısmı ithal edilmektedir.

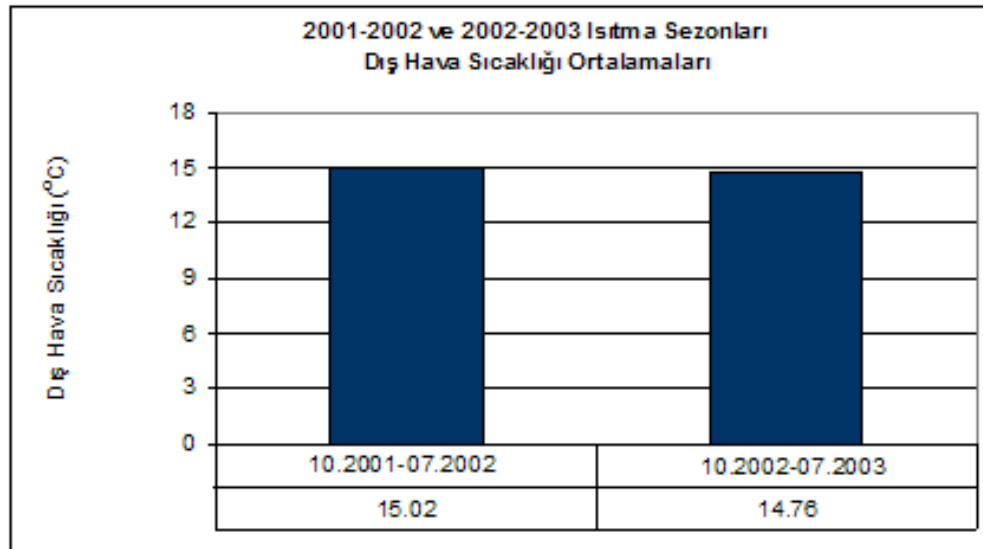
Son iki neden dolaylı etkileri söz konusu olduğundan, bölge ısıtma sistemi işletmecisi tarafından göz ardı edilmektedir. Ancak Balçova Narlıdere Jeotermal Bölge Isıtma Sistemi (BNJBIS) örneğinde izlendiği üzere, işletme maliyetlerinin en büyük girdilerinden bir tanesi elektrik enerjisi maliyetidir. BNJBIS'te 2002 yılına ait işletme maliyetinde en büyük pay, %26 ile elektrik enerjisine aittir. Bu durumda, "Kullanılan elektrik enerjisi gerekli olan miktarda mıdır?" , "Elektrik enerjisi tüketiminde tasarruf yapılabilir mi?" sorularına cevap verebilmek için yapılacak şey elektrik enerjisi tüketimini sağlıklı olarak izlemek ve izlenen diğer parametrelere bağlı olarak değerlendirmektir.

Şekil 1'de, Balçova ısı merkezine ait elektrik tüketiminin iki farklı dönem için aylık değişimi verilmiştir. Yaklaşık üç yıldır devam eden modelleme, optimizasyon ve enerji ekonomisi çalışmalarının sonuçları Balçova ısı merkezinde 2002 Ekim ayında uygulanmaya başlanmıştır. Şekil 1'de 2001 Ekim-2002 Temmuz dönemi için verilen elektrik enerjisi tüketimi miktarı sistemin herhangi bir kontrol stratejisine göre çalıştırılmadığı durumdaki elektrik tüketimini göstermektedir. Aynı şekilde sistemde optimum

kontrol stratejisi uygulama çalışmalarının devam ettiği 2002 Ekim-2003 Temmuz dönemi elektrik tüketimi de gösterilmiştir. Bu iki 10 aylık dönem karşılaştırıldığında Balçova ısı merkezinde elektrik enerjisi tüketiminin %27 (530,000 kWh<sub>e</sub>) azaltıldığı görülür. Sistemin tükettiği elektrik enerjisi miktarı önemli bir veri olmakla birlikte tek başına analiz edildiğinde yanlış sonuçlar verebilir. Örnek vermek gerekirse sistemin harcadığı elektrik enerjisi esas olarak sistem ısı yükünün bir fonksiyonudur, ve ancak aynı ısı yükü değerine ait elektrik tüketim değerleri karşılaştırılabilir. Şekil 2 2001 Ekim-2002 Temmuz ve 2002 Ekim-2003 Temmuz dönemleri dış hava sıcaklığı ortalamalarını vermektedir. Şekilden de görülebileceği üzere 2002 Ekim-2003 Temmuz dönemine ait dış hava sıcaklığı ortalaması (14.76) daha düşük dolayısı ile sistem ısı yükü daha yüksektir. Bu durumda aynı dönemde sistem elektrik tüketiminin %27 azaltılması, sistem performansının %27'den daha fazla yükseltilmesi anlamına gelir.



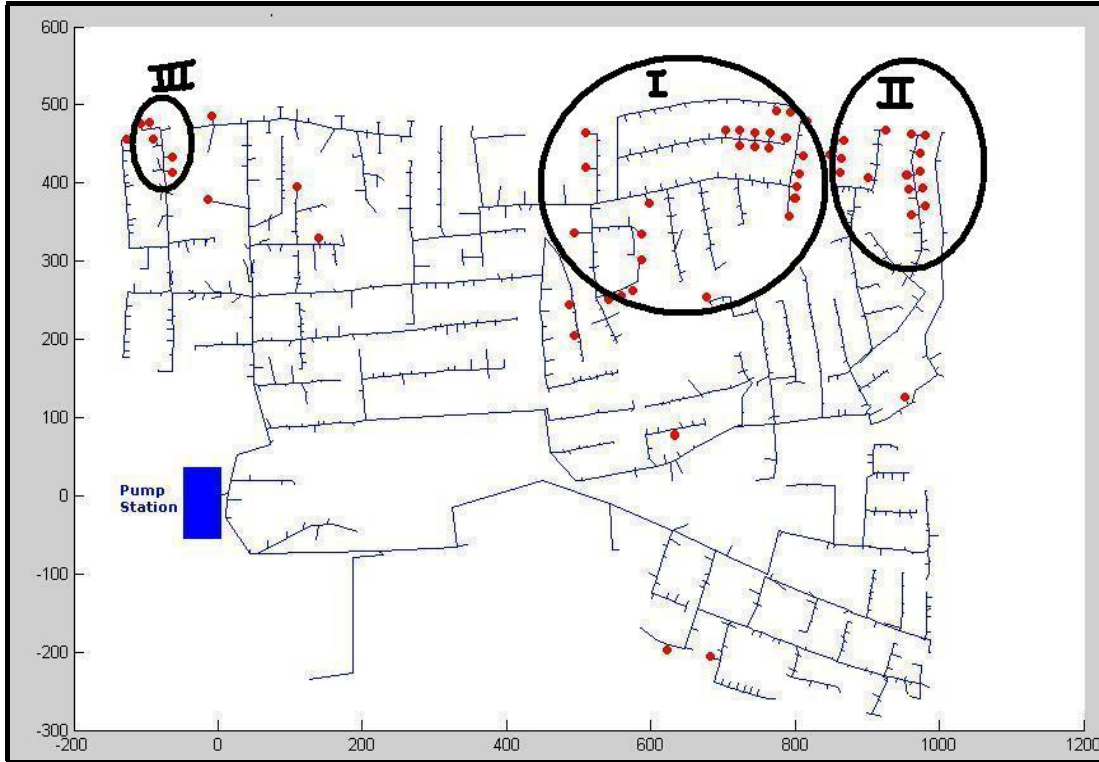
Şekil 1. Balçova Isı Merkezi Elektrik Tüketim Değerleri



Şekil 2. Balçova-Narlıdere Dış Hava Sıcaklığı Değerleri

Sistem performansının doğru bir biçimde gözlemlenebilmesi ve değerlendirilebilmesi için sistemden üretilen ve tüketilen enerji miktarı, sisteme verilen enerji miktarı, dış hava sıcaklığı sürekli olarak gözlemlenmeli ve kayda geçirilmelidir. Bu da bütün kuyu başlarında, ısı değiştirgeci giriş çıkışlarında, debi ve sıcaklık ölçümlerinin düzenli bir biçimde alınmasını gerektirir. Jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde performans gözlem ve analiz yöntemleri Balçova-Narlıdere JBIS üzerinde yapılan çalışmaların sonucu olarak literatürde bulunmaktadır [4].

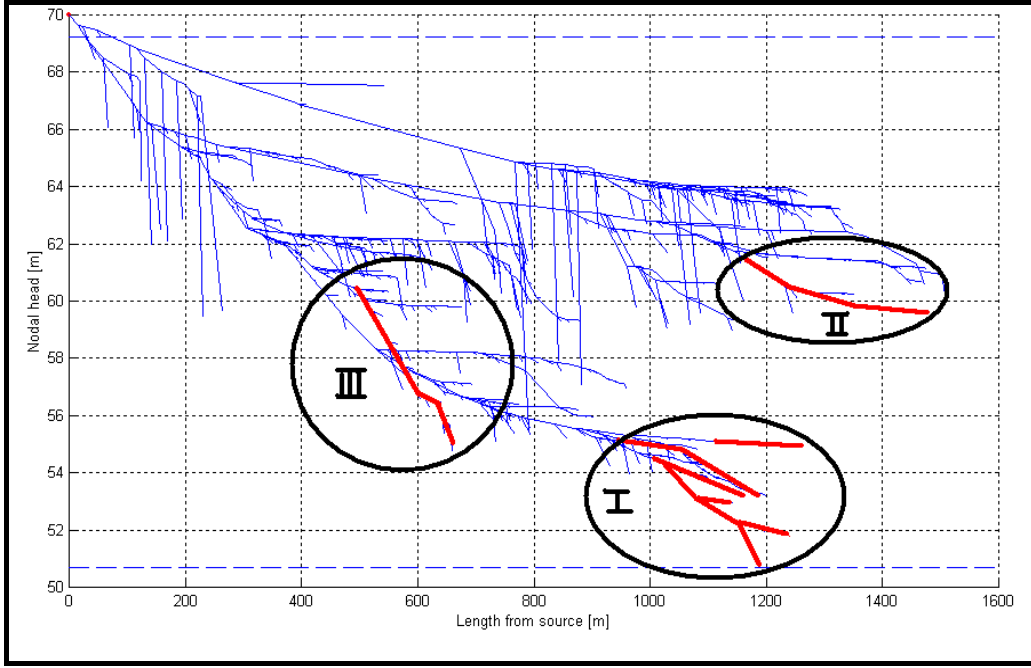
Gözlem sonuçlarının kullanıldığı bir diğer yer sistemdeki problemleri ve bunların nedenlerini teşhis etmektir. Şekil 3'te Balçova şehir sıcak su dağıtım sistemi gösterilmektedir. Noktalarla işaretlenmiş bölgeler, ısıtma sezonu boyunca müşteri şikayetlerinin yoğunlaştığı noktalar. Yıl boyunca ısı merkezine gelen kullanıcı şikayetleri arıza kayıt defterinde toplanmakta ve daha sonra bu arızalar şekil üzerinde işaretlenmektedir. Problemlerin olduğu ana branşmanlar incelenmekte ve daha sonra bu problemlerin sebepleri üzerinde durulmaktadır.



**Şekil 3.** Balçova Şehir Sıcak Su Dağıtım Sistemi ve Problemlili Bölgeler [5]

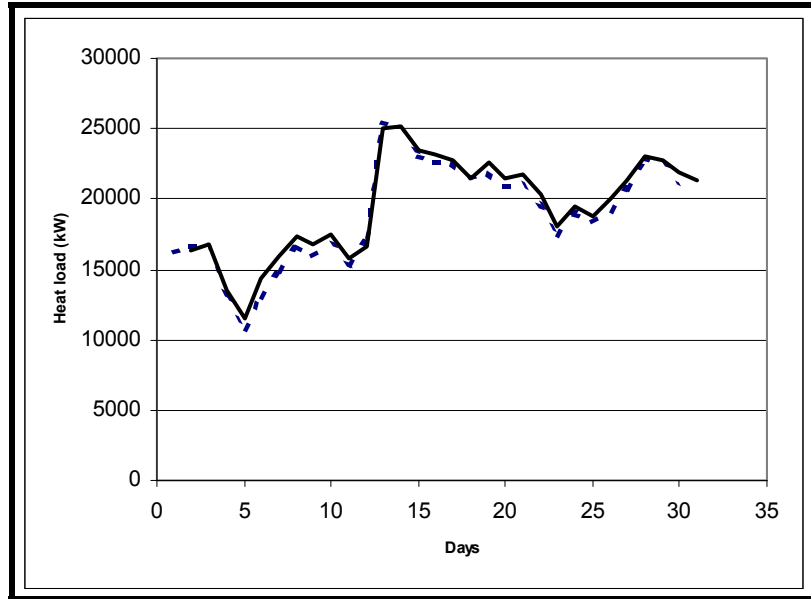
Şekil 4'te Balçova şehir sıcak su dağıtım sisteminin basınç düşüm grafiği görülmektedir. Görüldüğü gibi sistemdeki problemlerin %60'tan fazlasını barındıran ve Şekil 3'te bir numara olarak işaretlenen branşman sistemde basınç düşümünün en fazla olduğu bölgedir. Şekil 4 incelendiğinde 1 numaralı bölgede oluşan problemlerin düşük işletme basıncının sonucunda oluştuğu sonucuna varılabilir. 2002-2003 ısıtma sezonunda işletme basıncının artırılmasıyla bu bölgeden gelen şikayetlerde azalma gözlemlenmiştir.

Örneklerden de anlaşılabilir gibi, jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem sistemin herhangi bir aksama olmadan çalışmasına ve sistem performansının iyileştirilebilmesine olanak sağlar. İyi bir işletmenin olmazsa olmaz parçası olan veri toplama ve değerlendirme gelişmiş bilgisayarlar ve yazılımlar sayesinde sistemlerin en verimli şekillerde çalıştırılabilmesine olanak vermektedir.



**Şekil 4.** Balçova Sıcak Su Dağıtım Sistemi Basınç Düşüm Grafiği [5]

Bugün gelişmiş ülkelerde tamamen otomatik olarak kontrol edilen bölge ısıtma sistemleri veri bankalarında depoladıkları sistem verileri sayesinde sistemin davranışını tahmin (forecast) edebilmekte ve dış hava sıcaklığı tahminlerine göre sistemi yönlendirmektedir. Buna benzer bir çalışma da Balçova JBIS ısı yükünün tahmini için yapılmıştır. Şekil 5 sistem verileri kullanılarak oluşturulan bir sistem ısı yükü modelinin sonuçlarının gerçek sistem yükü karşılaştırılmasını gösterir. Düz çizgi günlük gerçekleşmiş ısı yükünü gösterirken, noktalar tahmin değerlerini göstermektedir. Şekilden de görüldüğü üzere model gerçek ısı yüküne yakın sonuçlar vermektedir. Bu tür modellerin yapılabilmesi ancak çok büyük miktarlarda verinin doğru olarak toplanıp analiz edilebilmesiyle mümkündür.



**Şekil 5.** Balçova JBIS Isı Yükü Tahmini ve Gerçek Isı Yükü Karşılaştırması [5]

### 3. GÖZLEM ALANLARI VE GÖZLEM PARAMETRELERİ

BNJBIS'te işletme aşamasında kaydedilen veriler iki başlık altında toplanabilir. Bunlardan birincisi ısı merkezi verilerini içeren formlar, ikincisine de sistemde meydana gelen arızaların kayıdır. Isı merkezi formları ile Tablo 1'de görüldüğü üzere sıcaklık, basınç, motor devri, frekans, güç gibi büyüklükler tesbit edilmekte ve kaydedilmektedir. Kayıtlar işletme personeli tarafından alınmakta olup insan faktörü hatalarını da içermektedir. Bir bölgesel ısıtma sistemi gibi yaygın bir alana hizmet eden sistemde tüm dataların bir otomasyon sistemi dahilinde alınması ve kaydedilmesi daha kesin veriler ile çalışmasını sağlayacaktır.

**Tablo 1.** BNJBIS gözlem parametreleri, ölçü alınma periyotları ve ölçüm noktaları

Ölçülen Değer	Birim	Periyod	Ölçüm Yeri
Dış hava sıcaklığı	°C	1 saat	Balçova
		6 saat	Narlıdere
		1 saat	DEÜ 1,2
Jeotermal su sıcaklıkları (Gidiş/Dönüş)	°C	1 saat	Balçova
		6 saat	Narlıdere
		1 saat	DEÜ 1,2
		24 saat	Kuyular
Kapalı devre su sıcaklıkları (Gidiş/Dönüş)	°C	1 saat	Balçova
		6 saat	Narlıdere
		2 saat	Ekonomi
		1 saat	DEÜ 1,2
Jeotermal su debisi	m <sup>3</sup> /h	24 saat	Kuyular
		1 saat	DEÜ 1,2
Kapalı devre debisi	m <sup>3</sup> /h	1 saat	Balçova
		2 saat	Ekonomi
Jeotermal su basıncı (Gidiş/Dönüş)	bar	1 saat	Balçova
		4 saat	Narlıdere
		24 saat	Kuyular
		1 saat	DEÜ 1,2
Kapalı devre basıncı (Gidiş/Dönüş)	bar	1 saat	Balçova
		4 saat	Narlıdere
		1 saat	DEÜ 1,2
Su kaybı	m <sup>3</sup> /h	1 saat	Balçova
		4 saat	Narlıdere
Statik seviye	Metre	24 saat	Kuyular
Güç yüzdesi	%	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova
Frekans	Hertz	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova
Devir	d/d	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova
Akım	Amper	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova
Voltaj	Volt	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova
Çekilen Güç	kW	24 saat	Kuyular
		1 saat	Balçova

Tutulan tüm datalar bilgisayar ortamına geçirilmektedir. Öncelikli olarak gidiş dönüş sıcaklıkları ile dış hava sıcaklığı değerlendirilerek sistemin daha verimli çalışması sağlanmaktadır. Bilindiği üzere Bölge ısıtma sistemleri genel olarak sabit sıcaklık değişken debi ilkesi ile çalışarak yıl içinde meydana gelen yük değişikliklerini debinin (Pompa elektrik Enerjisinin) azaltılması yoluyla karşılanmaktadır.

BNJBIS'te sabit sıcaklık farkı değişken debi tasarlanmasına rağmen işletme tarihinde hiçbir zaman tasarım verilerinde çalışmamıştır. İşletme, vardiya sorumlularının insiyatifinde, bu kişilerin deneyerek öğrendikleri bilgiler ışığında ve kendi becerileri dahilinde yüksek enerji maliyetleri ile gerçekleştirilmiştir. İşletmenin ilk yıllarında amaç sadece sistemi çalışır vaziyette tutmak olmuştur. 2000'li yıllardan sonra yapılan idari değişiklikler ile bir işletme stratejisi geliştirilmiştir. Sahada sıcaklık farkları devamlı gözlenerek pompa devirleri düşürülmüş ve sıcaklık farkları olabilecek maksimum konumlara çıkarılmıştır. Bu aşamalarda en sık karşılaşılan problem kritik debi ve sıcaklık farklarında çalışılan günlerde sistemin devamlı gözlenerek sistemin verdiği tepkilere uygun şekilde cevap vermekte yaşanmıştır. Sisteme verilen enerjinin ana parametreleri olan debi- sıcaklık farkı ilişkisi dışında sistemin ısıl ataleti, işletme personelinin sistemi sadece çalıştırma amacı ile edindikleri alışkanlıklar, mevcut tesisattaki su kayıpları ve ömürlerini tamamlayan ekipmanlar da işletmede belirleyici fonksiyon olmuştur.

BNJBIS'nde gözlem parametrelerinden biri de tutulan arıza ve bakım kayıtlarıdır. Bilindiği üzere bakım olgusu arizi, periyodik ve kestirimci olarak üç başlık halinde incelenebilir. Arizi bakımların düzenli kaydedilmesi sonucunda oluşan veritabanı kestirimci bakım için kullanılacaktır.

BNJBIS'te işletme şefinin raporları, işletme defteri ve arıza ekibinin doldurduğu arıza formu olmak üzere 3 farklı veritabanı bulunmaktadır. 2002 yılında başlatılan bu çalışma ile;

- 17.12.2002-03.06.2003 tarihleri arasında tutulan 27 adet raporda 161 adet arıza kaydı
- 30.10.2002-04.06.2003 tarihleri arasında tutulan toplam 3475 adet arıza formu
- 28.02.200-25.06.2003 tarihleri arasında tutulan toplam 1137 adet arıza kaydı

Tablo.2 deki gibi yazılmıştır.

**Tablo 2.** Tutulan arıza kayıtları

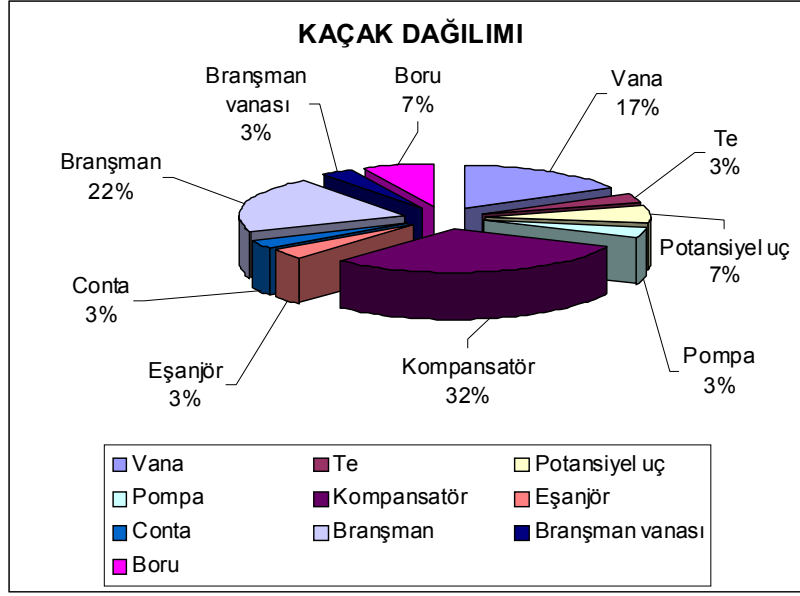
SOKAK/MAHALLE	APARTMAN ADI	NUMARA	ARIZA BİLDİRİ TARİHİ	GİDİŞ TARİHİ	ARIZA NEDENİ	YAPILAN İŞLEMLER	EKİP
MİMOZA		16		06.11.2002		Evde yok.	Latif
ÇAĞDAŞ		31	30.10.2002	30.10.2002	Debi kontrol vanası.	D.K.V Kilidi açıldı.	İlker-Ahmet
MAZİ		6/1	30.10.2002	30.10.2002	Debi kontrol vanası.	D.K.V Kilidi açıldı.	İlker-Ahmet
MAZİ		10/5	30.10.2002	30.10.2002	Debi kontrol vanası.	D.K.V Kilidi açıldı.	İlker-Ahmet

Alınan tüm veriler arıza yeri, nedeni, zamanı başlıkları altında incelenmiştir. Bölüm 5'te detaylı örnekleri verilmektedir. Verilerin incelenmesi sonucunda arıza nedenleri belirgin olarak anlaşılmaktadır.

#### 4. GÖZLEM VE DEĞERLENDİRME ÖRNEKLERİ

BNJBIS'te yapılan gözlem neticesinde elde edilen en önemli sonuç sistemde su kaçaklarının nedeninin belirlenmesi, sistemde hangi bileşenlerin arızaya neden olduğunu tesbitidir.

Mevcut su kaçaklarının ana nedeni kompensatörlerin ve tekniğine uygun yapılmayan branşmandan meydana gelen su kaçaklarıdır (Şekil 6)



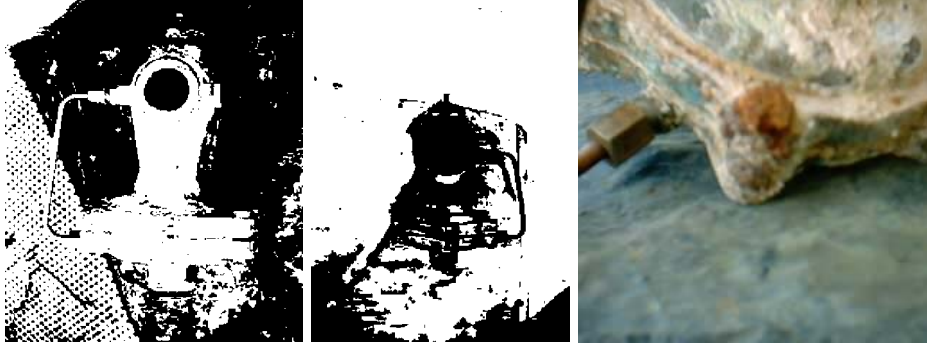
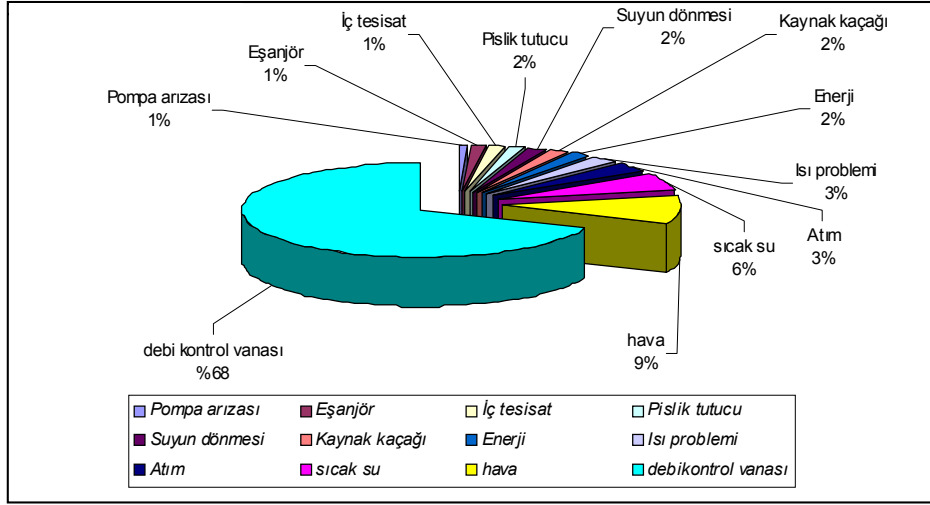
**Şekil 6.** BNJBIS'te meydana gelen su kaçaklarının ana nedeni

Tesbit edilen su kaçaklarında kompansatörler %32, branşman hataları %22 ile en büyük orana sahiptirler.

Bina altı sistemleri ile ilgili tutalan formlarda genel arıza nedeninin kontrol vanası (%68) olduğu görülmektedir. Debi kontrol vanasında genel olarak çıkan arızalar:

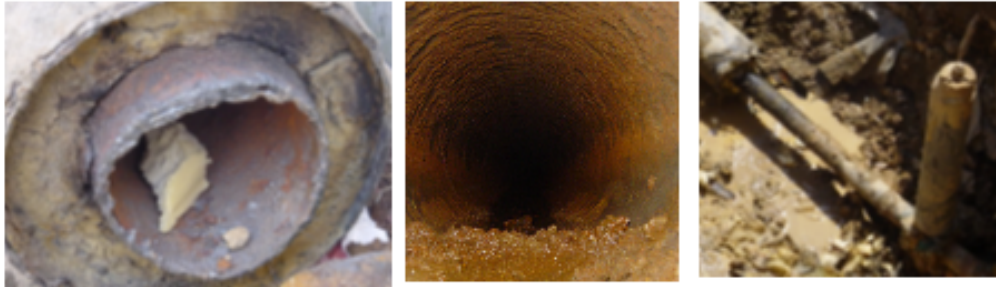
1. Kilitlenme: Eşanjör dönüş suyu sıcaklığı eğer yüksek ise debi kontrol vanası, termostatik vananın mili iteleyerek, akışı kapatarak sekonder devre suyunun ısı merkezine dönmeye izin vermez. Bina kullanıcısı ne zaman su tüketimi yaparsa, eşanjörde ısı alışverişi olur, debi kontrol vanası yayı, termostatın soğuması ile vananın mili geri çekerek, tekrar açılıp sekonder devre suyunun akışına izin verir. Kilitlenmiş durumdaki debi kontrol vanasında ise su içindeki pislikler milin hareketini sağlayan piston kısmının altında birikerek çamur oluşturur ve pistonun hareketini engeller. Böylece debi kontrol vanası kilitlenir ve çalışmaz.
2. Termostat:-Termostat içindeki gazın görevini görmeyişi(gaz kaçağı,vs.). Termostat montaj yerlerindeki plastik rekorun montaj esnasında kırılması veya çatlaması.
3. Alt ve üst kilitler:2003 yılına kadar bu kilitlerin olmayışı dışarıdan müdahalelere sebebiyet vermektedir.





**Şekil 7.** Bina altı ekipmanlarında meydana gelen genel arızalar ve Kontrol vanaları

Yukarıda açıklanan arıza kayıtları göstermektedir ki sistemde ciddi bir iç ve dış korozyon problemi mevcuttur. Oluşan yeni arızalar bir sonraki arızaların nedeni olmaktadır.



a) Değiştirilen boru

b) DN 250 ana hat borunun içi

c) Branşman hattında patlak

**Şekil 8.** Boru hatlarındaki korozyon

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem teknikleri ve gözlemin önemi, Balçova-Narlıdere Jeotermal Bölge Isıtma Sistemi üzerinde yapılan çalışmalardan örnekler verilerek açıklanmıştır. Jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem sonuçlarının analizi sistemin daha iyiye götürülebilmesi için kullanılan en önemli araçtır. Ne yazık ki ülkemizde özellikle son on yılda kurulan jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlemin önemi yeterince anlaşılamamıştır. Son üç yıl boyunca

Balçova-Narlidere JBIS'nde yapılan gözlem sonuçları bir çok bilimsel çalışmanın temelini oluşturmuştur. Bu bilimsel çalışmaların sonuçlarının sistem üzerinde uygulanmaya başlamasıyla sistem işletme maliyetlerinde ciddi düşüşler yaşanmış, sistem arızaları azalmış ve sistemin daha bilinçli işletilmesi sağlanmıştır. Balçova-Narlidere gözlem tecrübesinin ülkemizdeki diğer jeotermal bölge ısıtma sistemleri için örnek alınması ve geliştirilmesi ülkemizde jeotermal enerjinin daha verimli ve yaygın kullanılabilmesi için şarttır.

Balçova-Narlidere JBIS ülkemizdeki en ileri gözlem tekniklerini kullanan bölge ısıtma sistemi olmasına rağmen henüz olması gereken seviyede değildir. Manuel olarak toplanan veriler önce dosyalarda muhafaza edilmekte ve daha sonra yıllık olarak (yaz döneminde) bilgisayara aktarılmaktadır. Yıllık olarak güncellenen veri tabanı sistemin ancak yıllık analizine olanak sağlamakta ve sistemdeki problemlerin ve gelişmelerin geç teşhisine yol açmaktadır. Balçova-Narlidere JBIS'ne kurulması planlanan otomasyon sistemi sayesinde sistem verileri otomatik olarak belli periyodlarla okunacak ve depolanacaktır. Bu sayede sistemdeki gelişme ve bozulma trendleri anlık olarak yakalanabilecek ve sisteme anlık (doğru) müdahale mümkün olabilecektir.

Ülkemizde şu ana kadar kurulan jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem (veri toplama) göz ardı edilmiş bir unsurdur. Yapım aşamasından, işletme aşamasına büyük bir maliyet gerektirmeden yapılabilecek olan gözlemlerin eksikliği daha sonra çok büyük mali kayıplara yola açan arızalara dönüşebilmektedir. Balçova-Narlidere JBIS üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki düzenli gözlem (veri toplama) ve bu verilerin bilimsel analizi işletmede her yıl bilinçsiz olarak yapılan hataların farkedilmesini sağlamakta ve işletme verimini arttırmaktadır.

Gözlem ülkemizde yapılmış ve yapılmakta olan her jeotermal bölge ısıtma sisteminin işletmesinde bir rutin halini almalıdır. Veri toplanmasını sağlayan (debimetre, basınç ve sıcaklık sensörleri, manometre, termometre vs.) cihazlar bütün jeotermal sistemlerde kritik noktalara yerleştirilmeli ve uzmanlar tarafından belirlenen veri toplama ve analiz yöntemleri jeotermal bölge ısıtma işletmeciliğinin bir parçası haline gelmelidir. Ülkemizdeki jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde yapılan gözlemler göstermektedir ki yüksek tempoda çalışan bu işletmelerinin büyük miktarlarda veriyi sistematik olarak depolamak ve analiz etmek için gereken donanıma, bilgiye ve insan gücüne sahip değildir. Bu durum işletmelerin, üniversiteler ve araştırma merkezleri ile işbirliğini zorunlu kılmaktadır. Öte yandan bilimsel çalışmalara temel olacak bir veri tabanı çok dikkatli bir şekilde oluşturulmalıdır. Sistemdeki stratejik noktalar saptanmalı bu noktalarda hangi parametrelerin ne kadar sıklıkla ölçüleceği belirlenmelidir. Bütün bunlar sistem kullanıma ilk açıldığı anda başlamalıdır. Bugün için jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde gözlem operatörlerin insiyatifindedir ve gözlem derecesi keyfi olarak ayarlanmaktadır. Ülkemizdeki jeotermal otoritelerin jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde minimum gözlem gereksinimlerini standart olarak tanımlaması ve bu standartların zorunlu olarak bütün sistemlerde uygulanması ülkemizdeki jeotermal kaynakların daha bilinçli kullanımına katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE Applications Handbook,(1999).
- [2] AKSOY, Niyazi. (2001). "Jeotermal "Jeotermal Bölge Isıtma Sistemlerinde Gözlem: Balçova Örneği". Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri; Temelleri ve Tasarımı Seminer Kitabı, MMO/2001/270.
- [3] AKSOY, Niyazi. (2003). "Jeotermal Enerji Rezervuar Gözlemi". Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri; Temelleri ve Tasarımı Seminer Kitabı, MMO/2003.
- [4] ŞENER, A.C. TOKSOY, M. AKSOY, N. "Importance of load based automatic control in geothermal energy systems," *International Federation of Automatic Control*, Automatic systems for building the infrastructure in developin countries, İstanbul, Republic of Turkey, 2003.
- [5] ŞENER, A.Caner. Modelling of Balçova Geothermal District Heating System, *United Nations University Geothermal Training Programme*, Report 2002-13, Iceland.

## ÖZGEÇMİŞLER

### Macit TOKSOY

1949 da İlkurşun (İzmir) de doğdu. 1967’de Manisa Lisesi’ni, 1972 de İstanbul Teknik Üniversitesi’ni bitirdi. Ege Üniversitesi’nden doktora derecesini aldı. 1982 senesine kadar Ege Üniversitesinde, 1999 senesine kadar, fakültesinin üniversite değiştirmesi, nedeniyle Dokuz Eylül Üniversitesi’nde öğretim üyesi olarak çalıştı. 1999’dan bu yana da İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü’nde öğretim üyesi olarak çalışma hayatına devam ediyor. 1999 senesinde Cumhurbaşkanlığı Genel Sekreteri, eski İzmir Valisi Sayın Kemal Nehrozoğlu’nun kurduğu, Jeotermal Enerji Yüksek Danışma Kurulu’na üye seçilmesiyle, Türkiye’deki jeotermal enerji uygulamalarını tanıma fırsatı buldu. O tarihten bu yana akademik çalışma zamanını ve gücünü, ülkemizdeki jeotermal enerji bölge ısıtma sistemlerinin çağdaş, bilimsel ve teknik ölçütlerde projelendirilmesi ve uygulanmasına, ilgili bilgi ve teknolojinin yayılması için seminer ve konferanslar düzenlenmesine, ilgili alanda araştırma yapmaya, lisansüstü tez çalışmaları yaptırmaya, bu alanda kamu kaynaklarının toplumsal duyarlılıkla kullanılmasına, ilgili alanda “Türkçe” yayın yapmaya ve yapılmasına katkı koymaya, yine ilgili alanda teknik standartların geliştirilmesine, İYTE bünyesinde Türkiye’nin gereksinimi olan Jeotermal Araştırma Geliştirme Test ve Eğitim Merkezi (GEOCEN) ’nin kurulmasına ve nihayet çok önemsedığı ve gururunu duyduğu bir grup jeotermal enerji bölge ısıtma sistemi uzmanının yetişmesine katkı koymaya ayırdı. Yaptıklarından çok mutlu. Bu mutluluğa neden olan Sayın Nehrozoğlu’na, gece ve gündüzlerini jeotermal enerji ile geçirmesine müsaade ettikleri için ailesine, çalışmalarını destekleyen Balçova Termal ve Balçova Jeotermal Şirketi yöneticilerine çok, lisansüstü öğrencilerine çok teşekkür ediyor.

### Fasih KUTLUAY

1955 yılında İzmir’de doğdu. 1977 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makine Bölümünü bitirdi. 80’li yıllarda serbest olarak çalıştı. 1981-1994 yılları arasında Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi’nde profesyonel yönetici olarak şube sekreterliği görevini yürüttü. 1978-1998 yılları arasında çeşitli dönemlerde Makine 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 Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında yine aynı üniversitenin Makina Mühendisliği Bölümünden yüksek lisans derecesini aldı. Kasım 2000 tarihinden bu yana çeşitli görevler üstlendiği Balçova Jeotermal San. Ve Tic. Ltd. Şirketinde Şubat 2003’ten bu yana proje müdürü olarak çalışmaktadır.

### Adil Caner ŞENER

1977 İzmir doğumlu olan Şener, 2000 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü’nü bitirmiştir. Aynı yıl içinde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü’nde yüksek lisansa başlamıştır. 2000 yılından bu yana araştırma görevlisi olarak İYTE Makina Mühendisliği Bölümü’nde çalışan çalışan Şener, Balçova Jeotermal Bölge Isıtma Sisteminin Optimizasyonu adlı projeyi yüksek lisans tez konusu olarak çalışmıştır. 2002 yılında Birleşmiş Milletler Üniversitesi tarafından burslu olarak davet edildiği İzlanda’da jeotermal enerji sistemleri konulu 6 aylık eğitim programına katılmıştır. İzlanda’da kaldığı süre içerisinde Pipelab adlı bölge ısıtma sistemi simülasyon ve tasarım programı üzerinde çalışmalar yapmış ve bu programın geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Tez çalışması sırasında tasarladığı WELLOPT adlı program jeotermal bölge ısıtma sistemlerinde optimum kuyu işletme stratejisini bulmak için kullanılmaktadır. Ana çalışma konuları: jeotermal enerji sistemleri, boru mühendisliği, bölge ısıtma sistemi modellemesi ve tasarımı, jeotermal enerji sistemlerinde kontrol ve otomasyon olarak özetlenebilir.