

JEOTERMAL ENERJİLİ KONUT ISITMA SİSTEMLERİ

Zafer İLKEN

ÖZET

Jeotermal enerji ile ısıtılan konutlardaki sistemler, özünde diğer ısıtma sistemleri ile benzer parametrelere sahiptirler. Temel farklılık standart olmayan akışkan sıcaklığı ve debisi nedeniyle ortaya çıkmakta, sistem tasarlanırken bu koşulların dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bir konut ısıtma sisteminin donanım performansını değerlendirirken, sistemin mevcut olma veya yeni kuruluyor olma durumlarına göre ele alınması gerekmektedir.

Seminerin bu bölümünde, konutta mevcut bir tesisat bulunması veya bulunmaması durumlarına göre projelendirme ve uygulama esasları üzerinde durulacak ve enerji tasarrufuna ilişkin önerilerde bulunulacaktır.

GİRİŞ

Jeotermal Enerjiyle ısıtılan konutlardaki sistemler prensip olarak diğer ısıtma sistemlerinden önemli farklılıklar göstermezler. Isıtma sistemi ilk kez tasarlanıyorsa, bilinen yöntemler aynen geçerlidir; mekanların ısı gereksinimleri hesaplanır ve akışkanın sıcaklığına bağlı olarak ısıtıcılar seçilerek yerleştirilmeleri yapılır. Ancak, varolan ve farklı tasarım parametrelerine göre seçilmiş bileşenlerden oluşan bir ısıtma sistemi, Jeotermal enerjiyle ısıtılan bir akışkanla çalışmaya başladığında, sıcaklık ve debi değerlerindeki farklılıklar sistem performansında önemli değişimler yaratabilir.

Bu çalışmada, standart olmayan sıcaklık ve debi koşullarında ısıtma donanımlarının performanslarının değişimleri ve yapıda eskiden mevcut bir sistem olması durumunda Jeotermal Enerjiye geçiş sürecinde alınabilecek tedbirler ele alınmakta, yeni bir tasarım için sistem ve kontrol üzerine önerilerde bulunulmaktadır.

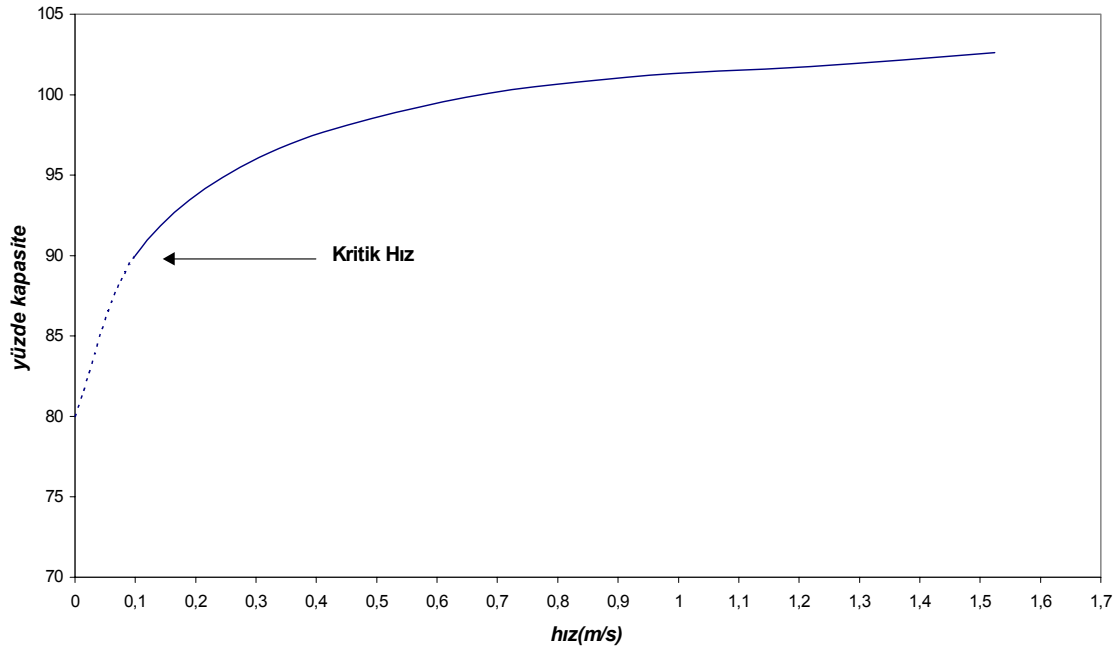
STANDART DIŞI KOŞULLARDA ISITMA DONANIMLARININ PERFORMANSLARINDAKİ DEĞİŞİMLER

Sıcak sulu ısıtma sistemleri, uzun yıllardan beri, suyun ısıtıcıya 90°C'de girdiği ve 20°C'lik bir sıcaklık düşümüyle 70°C'de çıktığı kabulüne göre tasarlanmıştır. Radyatör üreticilerinin katalogları da bu kabule uygun olarak hazırlanmış ve tasarımcıya ulaştırılmıştır. 1998 yılında yayınlanan EN 442 normuna göre hazırlanmış TS-EN 442-2 ise radyatörlerin standart ısı güçlerine esas teşkil eden sıcaklıkları 75°C / 65°C olarak öngörmekte ve üretici firmaları, performans kataloglarını buna göre hazırlamaya zorlamaktadır.

Mekan ısıtması amacıyla Jeotermal enerjinin kullanılması durumunda sistemin çalışma sıcaklıkları jeotermal kaynağın sıcaklığına bağlı olduğundan standart dışı durumlar söz konusu olabilir. Pompalama maliyetleri bir jeotermal sistemin işletme maliyetlerinin önemli bir kısmını

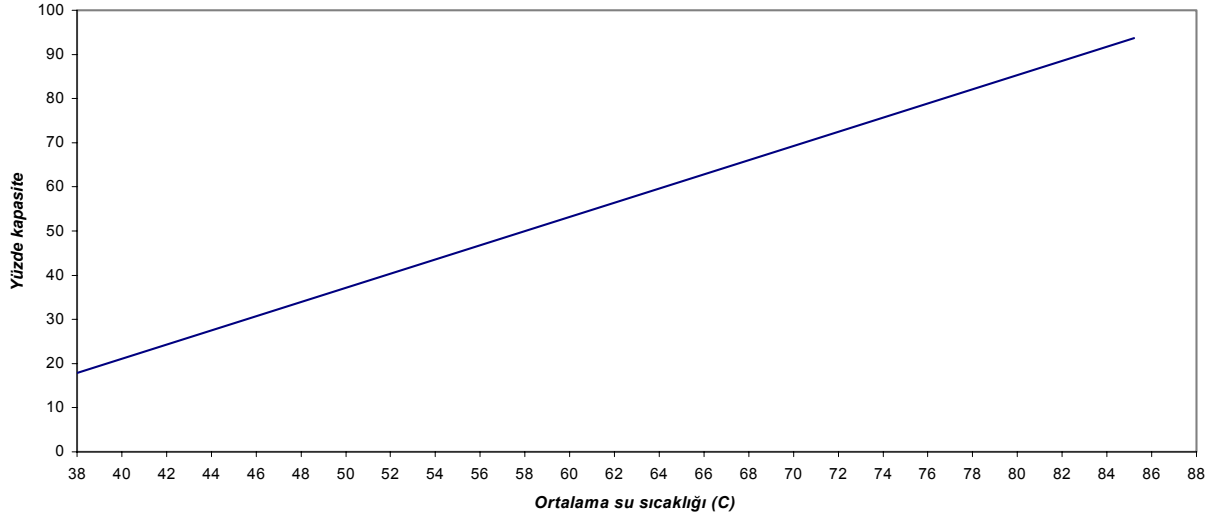
oluşturduğundan, daha düşük debilerle ve dolayısıyla konvansiyonel sistemlerdekinden daha yüksek ΔT değerleriyle çalışmak, tasarımcı için iyi bir seçenek oluşturabilir. Bütün bunlar, ısıtma donanımının düşük debilerde veya düşük sıcaklıklı çalışma koşullarındaki performanslarının bilinmesini gerektirir.

Şekil-1'de sıcak sulu ısıtma sistemlerinde düşük su hızının ısı transferi üzerindeki etkisi görülmektedir. Belirli bir değere kadar (yaklaşık 0.12 m/sn) ısıtıcının kapasitesinde önemli bir değişim olmamakta ancak bu kritik noktadan sonra asimtotik bir düşüş gözlenmektedir. Bu şekilde verilen eğri genel bir ilişkiye işaret etmektedir; aslında burada belirtilen kritik hız, Reynolds sayısına, yani türbülanslan laminer akıma geçişe bağlıdır ve bu nedenle de sıcaklık ve boru çapına bağlı olarak değişim gösterir. Isıtma tesisatlarında kullanılan 1-2 inch çapındaki borular için 0.08 m/sn, 1 inch'den küçük çaplı borular için ise 0.15 m/sn' den daha düşük hızlara inilmemesi tavsiye edilmektedir [1].



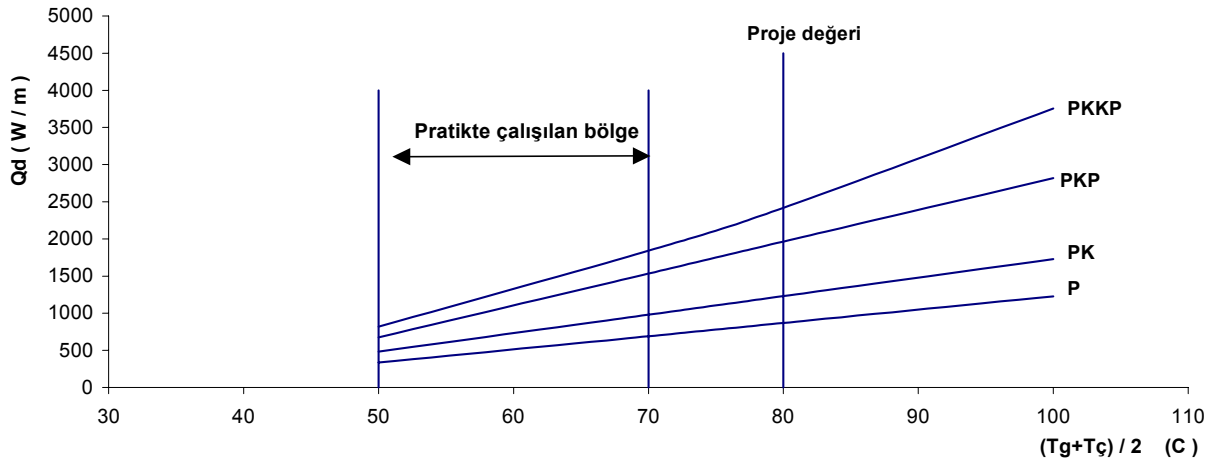
Şekil 1. Su ısıtma sistemlerinde düşük su hızlarının ısı transferine olan etkisi

Şekil-2'de ortalama su sıcaklığındaki değişimin ısıtıcı performansına etkisi yer almaktadır. Isıtıcı tipine göre eğriler farklı olmakla birlikte bu tür bir doğrusal ilişkinin bataryalı ısıtıcılar, döküm radyatörler ve konvektörler için geçerli olduğu belirtilmektedir [1]. Şekilden de anlaşılacağı gibi yaklaşık 88 °C ısıtma kapasitesinin %100 olarak referans alındığı noktaya karşılık gelmektedir. Ortalama su sıcaklığındaki azalmalar kapasiteyi önemli ölçüde etkilemekte, örneğin 60°C' lik bir ortalama sıcaklık değeri için kapasite yaklaşık % 50 azalmaktadır. Jeotermal uygulamalarda su sıcaklıkları konvansiyonel sistemlere göre genellikle daha düşük olduğundan ısıtıcı büyüklüğünün seçimi esnasında bu kapasite düşümünü dikkate almak önem taşımaktadır. Nitekim, kullanıcılardan gelen yeterince ısınamama şikayetlerinin çoğu bu nedene dayanmaktadır. 90°C / 70°C'lik sistemlere göre yapılmış sistemler, jeotermal kaynaklı daha düşük sıcaklıklı su ile çalıştığına doğal olarak gerekli performansı gösterememektedir.



Şekil 2. Düşük su sıcaklıkları için ortalama kapasite

Bu sıcaklık düşümünün panel radyatör kapasitelerini nasıl etkilediğine ilişkin bir çalışmanın sonuçları da Şekil-3'de sunulmaktadır [2].



Şekil 3. 600 mm. Yüksekliğindeki panel radyatör tiplerinin ısı kapasite eğrileri

Uygulamaların birçoğunda bina altında da bir ısı değiştiricisi olduğundan, ikincil çevrim ile bina altına belirli bir sıcaklıkta ulaşan suyun ısını alırken, ısı değiştiricinin verimine bağlı olarak ayrı bir sıcaklık düşümü olacağı da dikkate alınmalıdır. Genellikle, bina içine verilen suyun ısı değiştiriciden çıkış sıcaklığının, ikincil çevrimdeki suyun değiştirgece giriş sıcaklığından 5 ila 10°C daha düşük olacağı öngörülmelidir.

JEOTERMAL ISITMA SİSTEMLERİNİN TASARIMINDA DİKKAT EDİLECEK KONULAR

Jeotermal enerjiyle ısıtılacak bir mekanın ısıtma sistemine yönelik tasarımın konvansiyonel bir sistemin tasarımıyla özünde büyük bir farklılık bulunmamaktadır. Ülkemizde Projeler Makina Mühendisleri Odası tarafından belirtilen esaslar çerçevesinde hazırlanmakta, hesaplarda ise uzun yıllardan beri, binanın zamana bağlı ısı davranışını gözardı eden ve eski Alman normlarından derlenmiş yöntemler kullanılmaktadır. Son dönemlerde ise, ısı kaybı ve kazançlarının hesabında

binanın dinamik ısı davranışını simüle eden programlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Henüz standart olarak resmen kabul edilmiş programlar olmamakla birlikte, bazıları tasarımcılarca genel kabul gören programlar sınıfındadır. Bu programlarda çoğunlukla ASHRAE tarafından önerilen hesap yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler yapının zamana bağlı ısı davranışını içerdiğinden yapının bulunduğu bölgenin iklim verilerine de gereksinim duymaktadır. Bu simülasyon programlarının ülkemizde de yaygın olarak kullanılmasıyla güvenilir iklim verilerimize olan gereksinim de artmış ve bu konuda yapılan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Jeotermal ısıtma sistemlerinin tasarımına genel bir bakış yapmadan önce bu iklim verileri konusuna özel olarak değinmekte yarar bulunmaktadır.

Jeotermal de dahil olmak üzere bütün ısıtma sistemleri tasarımlarının başlangıç noktası mekanların ısı kayıplarını hesaplamaktır. Bunun için dış ortamda en ekstrem sıcaklık koşullarının olduğu durum için tepe yük hesaplanır ve gerek ısıtıcılar gerekse ısıtıcı akışkanı sağlayan kaynak büyüklüğü buna göre seçilir. Dış ortam sıcaklığı için alınan bu ekstrem değerler, ısı kaybıyla ilgili Türk Standardında ve Makina Mühendisleri Odası tarafından öngörülen hesap yöntemlerinde, güncel olmayan yaklaşık 30 yıl öncesine dayanan Meteorolojik değerleri kapsayan ve herhangi bir risk faktörü içermeyen mutlak büyüklüklerdir. Oysa bilinmektedir ki en uç sıcaklık değerini esas alarak yapılacak hesaplar, gereğinden büyük seçilmiş ve muhtemelen çalışma ömrü boyunca bu uç noktayı hiç görmeyecek sistem bileşenlerini yaratacak ve gerek ilk yatırım gerekse işletme maliyetlerini önemli ölçüde büyütecektir. ASHRAE'nin hesap yöntemlerinde ise, mekanın özelliği, yeri, kullanım süresi gibi faktörlere bağlı olarak tasarımcının inisiyatif kullanabileceği risk faktörleri mevcuttur.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği tarafından İTÜ Enerji Uygulama- Araştırma Merkezine yaptırılan bir projenin [3] raporunda altı meteoroloji istasyonundan alınan verilerin değerlendirilmesi sonucunda farklı risklerdeki kış hesap sıcaklıkları aşağıdaki gibi verilmektedir.

Tablo 1. Türkiye'deki altı farklı meteoroloji istasyonu verilerine göre tasarım sıcaklıkları

İstasyon	Kış kuru termometre sıcaklığı (°C)	
	% 99.0	% 99.6
Göztepe (İst)	-0.5	-2.0
Florya (İst)	-1.0	-2.7
Sarıyer (İst)	-0.1	-1.2
Antalya	2.5	1.4
Ankara	-7.9	-10.0
Güzelyalı (İzm)	1.6	0.3

Buna göre Örneğin İzmirde bir yıldaki 8760 saatin %99'unda sıcaklık 1.6 °C'nin, %99.6 sında ise 0.3°C'nin üstündedir. Bir başka deyişle dış tasarım sıcaklığını 0.3°C almakla %0.4'lük, 1.6 almakla ise %1'lik bir risk almak ve hesapları buna göre gerçekleştirmek mümkündür. Halen kullanılması öngörülen hesap değerlerinin İstanbul'un tamamı için -3, Ankara için -12 ve İzmir için de 0°C olduğu düşünülürse, sistemleri mevcut yöntemleri kullanarak daha büyük boyutlandırdığımız ortaya çıkar.

Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi tarafından 1996 yılında yayınlanan bir raporda [4], İzmir Balçova ilçesi için tasarım sıcaklığının 5°C olarak alınması gerektiği ifade edilmekte ise de, yukarıda değinilen çalışmanın sonuçları çerçevesinde, bu rakamın oldukça büyük bir risk değeri taşıdığını ve güvenilirliğinin olmadığını ifade etmekte yarar vardır.

Binada mevcut bir ısıtma sisteminin olması durumunda, Jeotermal Enerjiyle Isıtmaya geçme kararı vermeden önce bir değerlendirme yapmak gereklidir. Bu değerlendirmeye ilişkin akış diyagramı Şekil-4'de verilmektedir.

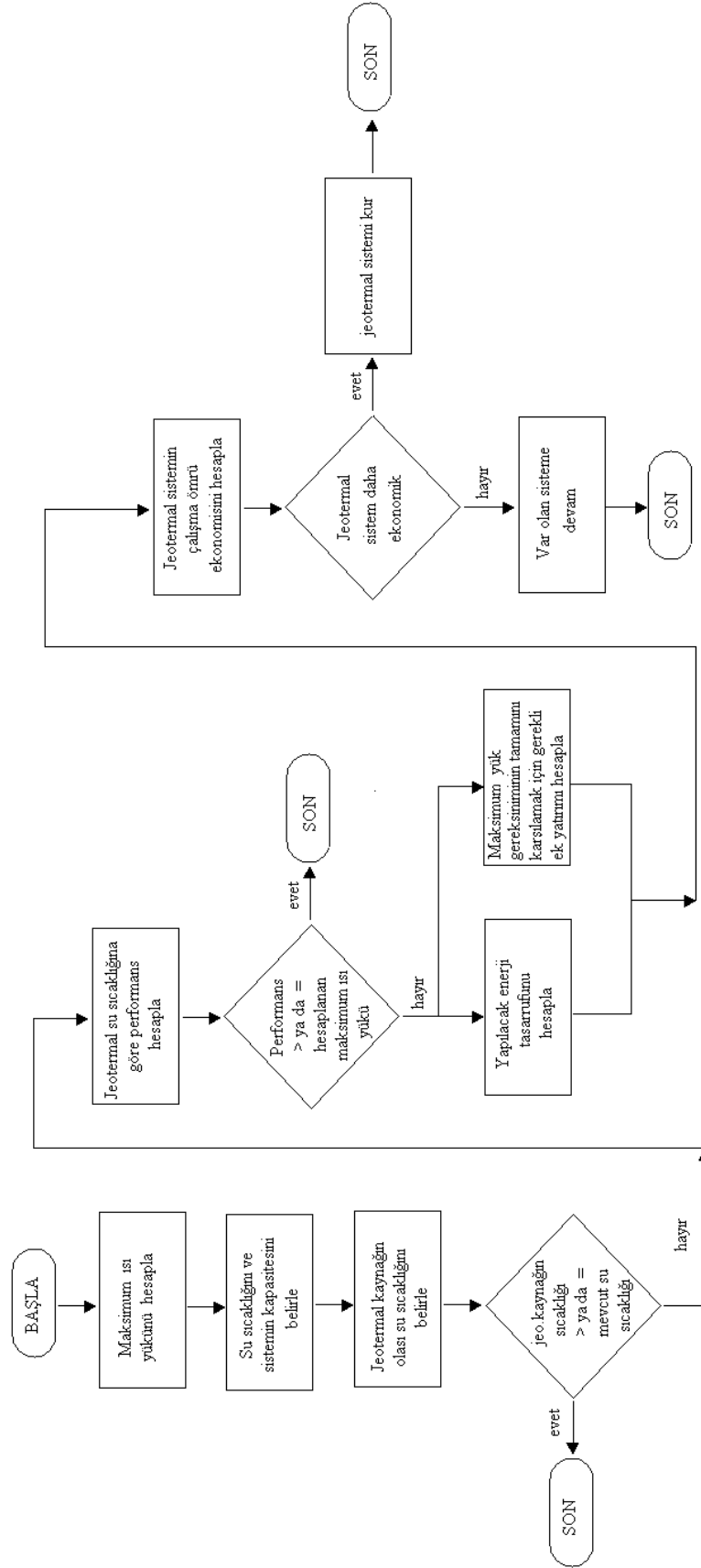
Buna göre ilk adım, maksimum ısıtma gereksinimini Watt cinsinden hesaplamaktır. Bilindiği üzere bu yük, yılın en soğuk gününde mekanları istenilen sıcaklıkta tutmak için gerekli olan yükür. Bu hesaplamalarda güncellenen iklim verilerini kullanmak gereklidir. Mevcut sistemin kapasitesi tesisat projesinden ortaya çıkarıldıktan sonra, olası Jeotermal su sıcaklığı dikkate alınarak donanımın maksimum yükü karşılayıp karşılayamayacağı ortaya çıkarılır (Bunun için Şekil-1'den yararlanılabilir). Jeotermal su sıcaklığına göre oluşacak yeni çalışma koşullarına bağlı olarak, boru çaplarının ve pompa hesaplarının da yeniden yapılması gerekebilir. Kurulu kapasitenin ısı gereksiniminden az çıkması halinde, ısıtıcıların değiştirilmesi veya tiplerine bağlı olarak eklemeler yapılması gerekir. Bu aşamada, binaya konulacak ısı değiştirgecinin, boru çaplarında ve pompalarda meydana gelebilecek değişimlerin ve ısıtıcı artırımlarının getireceği ekonomik yük hesaplanmalı ve işletme maliyetlerinde olacak düşüşler de dikkate alınarak toplu bir ekonomik analiz yapılmalıdır.

Binada kısmen kat kaloriferi varsa, yukarıda belirtilen hesaplamalar aynen yapılmalı ve kat malikleri ile birlikte varılacak ortak karara göre sistemi "Merkezi Sistem" veya "Komple Kat Kaloriferi Sistemi" olacak şekilde projelendirilmelidir.

Binanın tümünde kat kaloriferi varsa hesaplamalar aynen yapılmalıdır. Bu durumda ısı değiştirgecinden itibaren çekilecek ana hatlardan kat kaloriferi devreleri beslenecektir. Bu durumda basınç kaybı dengelemesi gerekebilir; her daire girişine konulacak birer basınç ayar vanasıyla bu dengeleme sağlanabilir.

Binada hiçbir ısıtma sisteminin olmaması durumunda ise, Makina Mühendisleri Odası'nın 84 no'lu yayınında belirtilen hesaplama yöntemleri dikkate alınarak veya ASHRAE tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak projelerin hazırlanması ve yetkili meslek odası tarafından onaylatılması gerekmektedir. Hesaplamalarda ve projelendirmede dikkat edilmesi gereken konular aşağıda özetlenmektedir.

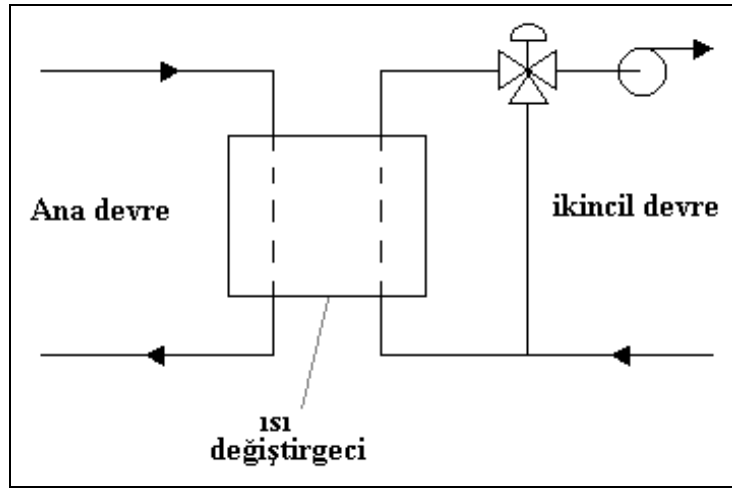
1. Hesaplamalarda dış hava sıcaklığı olarak güncellenen değerler kullanılmalıdır.
2. Zamlı ısı kayıplarının hesaplanmasında, sistemin kesikli çalışmasından dolayı içerilen işletme zammı dikkate alınmayacaktır. Çünkü jeotermal sistem bütün gün çalışan bir sistemdir.
3. Boru çapı ve sirkülasyon pompası hesapları sistemin çalışma sıcaklığına göre yapılacaktır.
4. Isı değiştirgeci için 3 m SS basınç kaybı alınması uygun olacaktır.
5. Isıtıcı seçimleri Jeotermal suyun sıcaklığı dikkate alınarak yapılacaktır.
6. Radyatörler tesisata tek vana ile bağlanacak, dönüş vanaları varsa sökülecektir.
7. Merkezi kolonlu sistemlerde, kolon altlarına kolon kesme ve kolon boşaltma vanaları konulacaktır.
8. Her tür ısıtma sisteminde, suyun tamamını boşaltabilecek bir sistem bulunmalıdır.
9. Sirkülasyon pompaları tesisat dönüşüne yani ısı değiştirgeci girişine konulmalıdır.
10. Isı değiştirgeci giriş ve çıkışına pislik tutucular konulmalıdır.
11. Her tür sistemde kapalı genleşme tankı bulunmalıdır.



Şekil 4. jeotermal enerjiye geçiş değerlendirilmesine ilişkin akış diyagramı

ISITMA SİSTEMLERİNDE KONTROL

Bazı kontrol sistemleri kullanarak bir binadaki jeotermal ısıtma sisteminin verimini artırmak mümkündür. Bunlardan bir tanesi, kullanıcının ana devre sıcaklığı veya su debisi üzerinde herhangi bir kontrolünün olmadığı, suyun sürekli olarak ve belirli bir debi ile ana devrede dolaştığı durumlar için uygun olan konut devresi üzerindeki kontroldür (Şekil-5). Bu uygulamada bina altı ısı değiştirgecinin bina devresi üzerine bir üç yollu vana konularak, belirli bir sıcaklık aralığında vananın bir yolunun kapanması ve suyun ısı değiştirgeci üzerinden veya by-pass hattından geçmesi sağlanır. Bu şekilde bina devresinde dolaşan suyun sıcaklığının ayarlanan bir değer civarında tutulması sağlanır; bu değer dış ortam sıcaklığına bağlı olarak kendiliğinden değişmesini sağlayan bir kontrol sisteminin uygulanması ideal bir çözümdür. Bu şekilde, kullanıcının bir kış gününde pencereler açık olarak evinde oturma alışkanlığını kazanması da engellenmiş olur.



Şekil 5. Jeotermal akışkanı bina ısıtma sisteminden ayırmak için kullanılan ısı değiştirgeci sistemi

Bina devrelerinde uygulanan kontroller sonuçta ana devrede dolaşan suyun sıcaklığı üzerinde de etki yaparlar. Düşük yüklerin karşılanması gerektiği durumlarda ana devreden ısı merkezine gelen dönüş suyu sıcaklığında yükselme olacaktır. Merkezde bulunan bir ana kontrol sistemi ile bu durum, kuyulardan çekilen su debisini otomatik olarak azaltma uygulamasına dönüştürülebilirse hem ekonomiklik açısından hem de rezervuarın korunumu açısından çok olumlu sonuçlara ulaşılabilir.

SONUÇ

Jeotermal Enerjili konut ısıtma sistemlerinin projelendirme esasları öz itibariyle konvansiyonel sistemlerle aynıdır; farklılık jeotermal kaynağın sıcaklığının daha düşük olabileceği durumlarda ortaya çıkar. Bu takdirde, ısıtıcıların kapasitelerinin yeniden değerlendirilmesi ve projelendirmenin buna göre yapılması gerekir. Önemli olan konulardan birisi de mevcut bir ısıtma sisteminin olması durumunda, sistemde gereken değişiklikler ve eklemeler sonucu oluşacak yatırım maliyetlerini ortaya çıkarmak ve işletme sürecindeki kazanımları değerlendirerek başabaş noktaı saptamaktır.

Seminerin bu kısmında, bir konutun ısıtma sistemine ait projelendirmenin nasıl yapıldığının, hesap yöntemlerinin, ısıtıcı, boru, pompa vb. donanımların seçimlerinin bilindiği varsayılarak Jeotermal enerjili ısıtma sistemine geçiş veya böyle bir sistemin baştan tasarlanması sürecinde konvansiyonel yöntemlerle olan farklılıklar ön plana çıkarılmış ve tasarımcının dikkat etmesi gereken konular vurgulanmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Rafferty,K.D., "Space Heating Equipment", Geothermal Direct Use Engineering and Design Guidebook, Ch.12, Geo-Heat Center, OIT , 3rd Ed., 1998.
- [2] Özerdem,B.,İlken,Z.,İnan,C.,"Değişik Tip Panel Radyatörlerin Isıl Kapasitelerinin Belirlenmesi ve Kalorifer Tesisatı Projelendirmesi İçin bir Öneri", Mühendis ve Makina, s.34, sayı 405, Ekim 1993.
- [3] Türkiye İklim Verileri Proje Raporu (Arısoy,A.,Şen,O.,Şaylan,L.,Toros,H.),Türk Tesisat Mühendisleri Derneği , Ağustos 2000.
- [4] "Jeotermal Enerji ile Isıtma Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları", Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Tesisat Mühendisliği Komisyonu, 1996.

ÖZGEÇMİŞ

B. Zafer İLKEN

1981 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden mesun oldu. 1984-85 yıllarında TEBA Şirketler Topluluğu'nda Araştırma Mühendisi olarak çalıştı. 1985 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı bölümden ve Termodinamik Ana Bilim Dalından 1987 yılında yüksek lisans, 1990 yılında doktora derecelerini aldı. 1993 yılında doçent, 1999 yılında ise profesör ünvanlarına hak kazandı. Halen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi görevini sürdürmektedir. İlgili alanları Isı Transferi, Enerji Depolama, Faz Değişimi ve Jeotermal Enerji ile Isıtma-Soğutma uygulamalarıdır.